

# МЕТРОСТРОЙ

3

1977

Пролетарии всех стран, соединяйтесь!

# МЕТРОСТРОЙ

ИНФОРМАЦИОННЫЙ  
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ  
СБОРНИК

№ 3 • 1977 г.

Издание Московского  
Метростроя и издательства  
«Московская правда»

## В Н О М Е Р Е

<b>П. Васюков.</b> Продавливание обделок тоннелей в грунт на строительстве Московского метро . . . . .	1
<b>В. Голубев, В. Гуцко.</b> Механизированный комплекс для сооружения тоннелей с обделкой, обжатой в породе . . . . .	3
<b>В. Симоненко.</b> Щит открытого способа работ . . . . .	7
<b>И. Михельсон, Б. Пачулия.</b> Цельные секции на опытном участке . . . . .	9
<b>В. Ауэрбах, Н. Шенкман.</b> Влияние процессов сборки обделки на темпы проходки тоннелей . . . . .	10
<b>С. Сильвестров, О. Антонов, К. Безродный.</b> Распорный стык обжатой в породе конструкции . . . . .	13
<b>А. Шевцов.</b> Ориентирует лазерный луч . . . . .	15
<b>В. Морозов, В. Ресин.</b> Методом «стена в грунте» . . . . .	17
<b>Н. Иванов.</b> По примеру Николая Леденева . . . . .	19
Ключи к Малому БАМу . . . . .	20
На подземных трассах у Давана . . . . .	21
Прогрессивным новинкам — «зеленую улицу» . . . . .	22
Вести с предприятий . . . . .	24
<b>П. Шагров.</b> Электронное телеуправление подстанциями . . . . .	25
<b>А. Векслер.</b> В недрах земли московской . . . . .	27
<b>Б. Гладкий.</b> Обмен передовым опытом . . . . .	29
<b>И. Бражников, С. Власов, Н. Кулагин, И. Островский.</b> Проходческие щиты Японии . . . . .	31

Ответственный редактор **В. И. КУСОВ**

Редакционная коллегия: **В. А. АЛИХАШКИН, А. С. БАКУЛИН, П. А. ВАСЮКОВ, С. Н. ВЛАСОВ, А. Ф. ДЕНИЩЕНКО, В. М. КАПУСТИН, Ю. А. КОШЕЛЕВ, А. С. ЛУГОВЦОВ, В. Л. МАКОВСКИЙ, Б. П. ПАЧУЛИЯ, С. А. ПОНОМАРЕНКО, В. И. РАЗМЕРОВ, Е. Д. РЕЗНИЧЕНКО, П. А. РУСАКОВ, А. И. СЕМЕНОВ, А. В. СЕМЕНОВ, В. В. ЯКОБС, И. М. ЯКОБСОН**

Адрес редакции: 103031, Москва, К-31, Кузнецкий мост, 20, 2-й этаж

Художественный редактор **Н. П. Фетинов**

Технический редактор **Б. В. Нестеров**

Л—94465 Сдано в набор 27/III—77 г.  
Объем 4 п. л. Тир. 5000.

Подписано к печати 15/VI—77 г.  
Бумага тифдручная 60×90<sup>1</sup>/<sub>8</sub> Заказ 1130 Цена 30 коп.

Типография изд-ва «Московская правда»

# ПРОДАВЛИВАНИЕ ОБДЕЛОК ТОННЕЛЕЙ В ГРУНТ НА СТРОИТЕЛЬСТВЕ МОСКОВСКОГО МЕТРО

П. ВАСЮКОВ, начальник Мосметростроя

При сооружении новых линий столичного метрополитена, идущих в периферийные районы, приходится пересекать на небольшой глубине действующие железнодорожные пути и другие транспортные коммуникации. В процессе строительства тоннелей на таких участках, главным образом, перегонных и пешеходных, необходимо сохранить непрерывный пропуск поездов на встречных трассах. Это можно обеспечить, если свести к минимуму осадки и другие нарушения поверхности в период проходки.

Как показывает практика, наиболее надежным способом сооружения тоннелей в зонах пересекаемых путей является продавливание обделок в грунт. По сравнению с другими методами (последо-

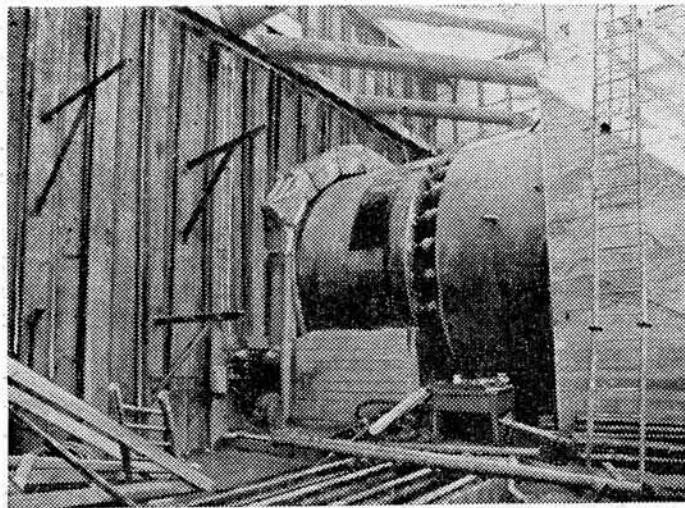
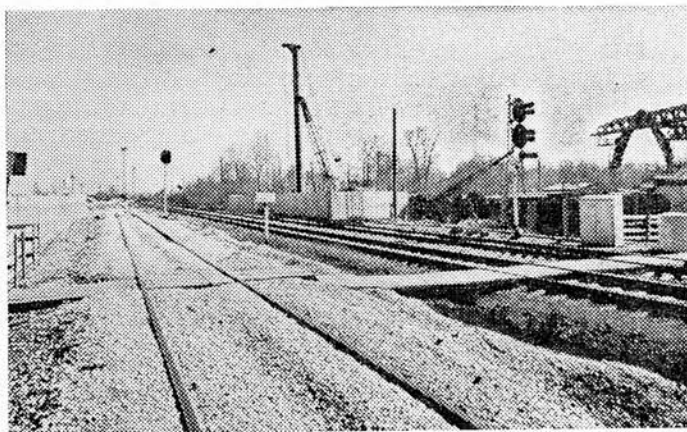
вательная перекладка железнодорожных путей, щитовая проходка, укрепление грунтов) он обеспечивает нормальное функционирование железной дороги над строящимися тоннелями, достаточно высокие скорости их проходки, резкое снижение трудоемкости в общей стоимости работ.

За последние годы на Московском Метрострое способом продавливания успешно осуществлена проходка перегонных и пешеходных тоннелей на ряде участков.

Под железнодорожными путями Казанского вокзала проложен транспортный тоннель Центрального железнодорожного почтамта длиной 36 м. Обделка тоннеля собрана из стандартных чугунных тубинговых колец диаметром 5,5 м. Применение продавливания позволило выполнить проходческие работы за 14 суток без перерыва движения поездов.

Оригинальным способом впервые в мировой практике сооружен пешеходный тоннель-переход от станции «Варшавская» Горьковско-Замоскворецкой линии к железнодорожной платформе «Коломенская» Павелецкого направления. Разработавший этот способ (авт. свид. № 271555) коллектив Тоннельного отряда № 6 осуществлял проходку путем последовательного продавливания отдельных элементов обделки, представляющих собой пустотелые тонкостенные секции. Из их полости извлекали грунт, затем заполняли внутреннее пространство секций бетоном. Тонкостенные конструкции из листовой стали скрепляли между собой специальными соединениями, которые обеспечивали проектное положение элементов в процессе продавливания. Общая длина подземного перехода равна 110 м, из них 60 м — под железнодорожными путями. Техническое предложение позволило сэкономить 190 тыс. рублей.

Методом продавливания построены пешеходные переходы станции «Беговая», состоящие из двух тоннелей  $D_n=4,46$  м длиной по 17 пог. м с чугунной обделкой. Под двумя главными железнодорожными путями Смоленского направления проложен тоннель прямоугольного сечения  $2,8 \times 4,1$  м протяженностью 19 пог. м из железобетонных секций. Пешеходный выход на станции «Тушинская» длиной 29 м продавлен под железной дорогой Рижского направ-



Продавливание тоннеля специальным агрегатом на участке Рижского радиуса под путями Московской окружной железной дороги

ления. Он состоит из двух параллельных конструкций прямоугольного сечения размером 3,3 м × 3,7 м.

На трассе строящегося северного участка Калужско-Рижского диаметра у станции «Ботанический сад» способом продавливания успешно пройдено три параллельных тоннеля — два перегонных и пешеходный (через который будет осуществлен один из выходов со станции). Длина каждого около 30 м. Обделка тоннелей собиралась из чугунных тубинговых колец диаметром 6 м.

Проходку вели под тремя путями Московской окружной железной дороги. Тоннели продавливали с помощью специального агрегата, запроектированного Метрогипротрансом и изготовленного Московским механическим заводом Главтоннельметростроя. Суммарное максимальное усилие домкратной установки 3000 т. Тоннели сооружали последовательно одним агрегатом: сначала левый, затем правый перегонные, в последнюю очередь средний пешеходный. Максимальная скорость проходки составила 5,5 м/сутки, снижение трудозатрат и стоимости работ на каждый погонный метр тоннеля (по сравнению с щитовой проходкой) достигнуто соответственно на 19,9 чел.-час и 4300 руб. Тоннели пройдены без перерыва движения поездов.

Большой объем работ по сооружению тоннелей рассматриваемым способом намечен на трассе будущего Серпуховского радиуса Московского метрополитена: более 500 м перегонов в однопутном ис-

числении. Максимальная длина одного из участков продавливания на этом радиусе составит 104 м, в связи с чем возможно увеличение диаметра тоннелей.

Новым экономичным методом намечено построить также транспортное пересечение с Окружной железной дорогой на территории автомобильного завода им. Лихачева. Общая протяженность пересечения 20 м. Оно состоит из двух прямоугольных тоннелей сечением в свету 4760 мм × 4900 мм. Продавливанием предполагается также выполнить ряд объектов на перспективных линиях Московского метрополитена.

Возникает необходимость в разработке следующих технических проблем:

- создание новых конструкций чугунных и железобетонных обделок различного назначения, рассчитанных на восприятие значительных продольных усилий в период продавливания;

- совершенствование проходческих агрегатов, особенно в части повышения величины их общего рабочего усилия и обеспечения заданного направления трассы;

- разработка более производительного технологического комплекса горнопроходческих механизмов. Рациональная организация строительства, способствующая повышению его скоростей, снижению трудовых затрат и стоимости работ;

- дальнейшее совершенствование комплекса организационно-технических мероприятий, обеспечивающих более высокую степень сохранности действующих железнодорожных путей над сооружаемыми тоннелями.

Соответствующее техническое обучение рабочих кадров и линейного инженерно-технического персонала.

Для решения этих проблем необходимы научные исследования, включая работу на опытных участках. В программу этих исследований должны быть включены:

- обобщение и анализ отечественного и зарубежного опыта сооружения тоннелей различного назначения способом продавливания;

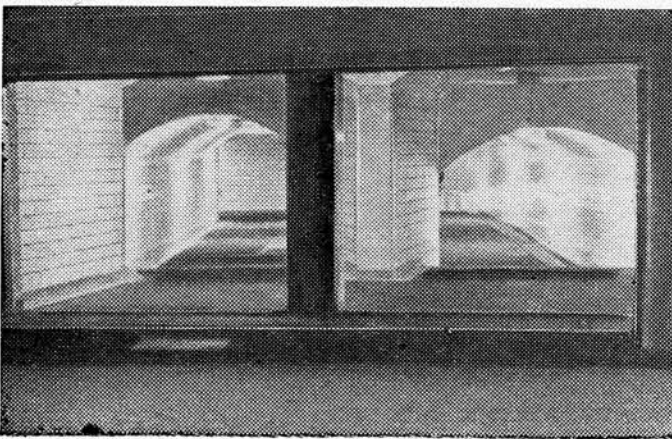
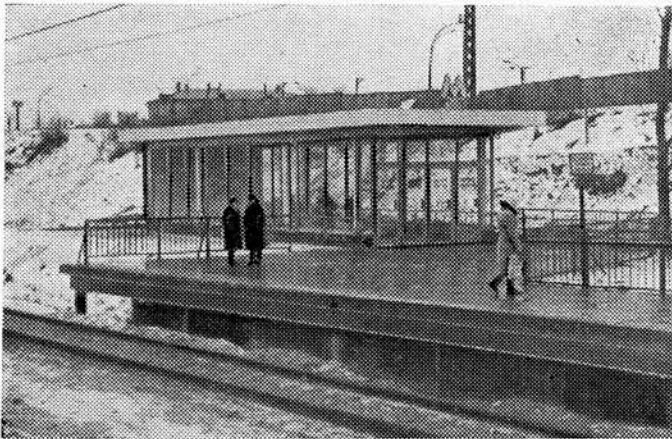
- установление зависимости усилий продавливания от длины и диаметра тоннеля, конструкции ножевого кольца, геологических и гидрогеологических условий;

- изучение напряженно-деформированного состояния тоннельной обделки при воздействии на нее продольных усилий от домкратной группы;

- экспериментальное изучение зависимости сил трения (между внешней поверхностью обделки и грунтом) от величины горного давления, а также эффективности различных средств снижения этих сил в процессе проходки;

- отработка технологии производства работ с промежуточной домкратной установкой как перспективной схемы для продавливания тоннелей на участках значительной протяженности.

Обоснованные научно-технические разработки будут способствовать совершенствованию сооружения тоннелей способом продавливания, повышению качества работ, снижению сроков и стоимости строительства.



Железнодорожная платформа «Беговая» (верхний снимок). Сопряжение вестибюля одноименной станции с пешеходными переходами

# Механизированный комплекс для сооружения тоннелей с обделкой, обжатой в породу

**В. ГОЛУБЕВ, главный инженер КЭПРО Ленметростроя;**  
**В. ГУЦКО, главный специалист Ленметростроя**

Ясиноватский машиностроительный завод в прошлом году изготовил для Ленметростроя три щитовых проходческих комплекса КТ 1—5,6 с конвейерными укладчиками блоков для возведения обделки, обжатой в породу.

В основу созданной конструкции положены технические разработки Ленметростроя, СКБ завода и Ленметростроя.

С помощью комбайнов КТ 1-5,6 достигнута устойчивая скоростная проходка перегонных тоннелей.

Применявшиеся проходческие комплексы, в которые входили основными частями механизированный щит, рычажный блокоукладчик и платформа, несущая на себе ленточный транспортер для выдачи породы и другое оборудование, не исчерпывают всех технологических преимуществ обжатой обделки.

В сравнении с первыми модификациями в новые комплексы КТ 1—5,6 внесены существенные изменения, повышающие производительность и надежность созданных конструкций. Освоение их открывает возможность дальнейшей автоматизации всего технологического процесса — от разработки породы до сборки и обжатия обделки тоннеля.

Комплекс КТ 1—5,6 последней модификации состоит из трех основных частей: механизированного щита, конвейерного укладчика блоков и транспортного моста.

Кроме того, тоннельный комбайн оснащен комплектом другого оборудования, выполняющего необходимые технологические операции.

**Механизированный щит.** Корпус щита включает в себя ножевое кольцо из сборных, соединенных болтами сегментов стального литья. В средних сегментах в радиальном направлении установлены элероны.

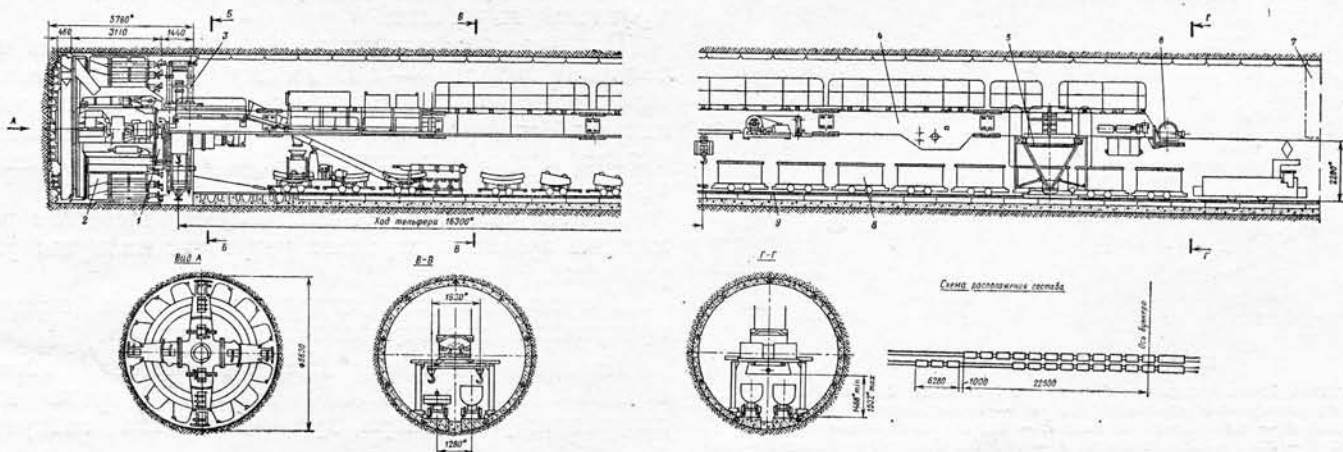
Передняя ножевая часть сегментов проточена по внутреннему диаметру. В эту проточку входит защитная диафрагма, расположенная за режущим органом. Она имеет по периметру уплотняющие элементы, которые, перемещаясь по обработанной поверхности проточки ножевого кольца, герметизируют призабойную зону.

К торцовой поверхности ножевого кольца с выступом-шпонкой присоединяются болтами элементы опорного кольца. В нем размещаются 19 щитовых домкратов.

Нижне горизонтальной оси агрегата расположена рама-перегородка, увеличивающая жесткость корпуса. На раме находится станина привода главного вала.

Выше горизонтального диаметра размещается верхняя перегородка, назначение которой — увеличивать жесткость корпуса. На ней расположены механизмы щита, транспортер, пульт управления.

По наружному диаметру ножевого и опорного колец, на болтах и штифтах, крепится оболочка, состоящая из одиннадцати вальцованных элементов.



**Щитовой комплекс КТ 1—5,6 Ясиноватского завода:**

1 — передняя опора моста; 2 — щит; 3 — укладчик блоков; 4 — транспортный мост; 5 — задняя опора моста; 6 — троллейные барабаны; 7 — тележка для контрольного нагнетания; 8 — подвижной состав; 9 — технологическая платформа.

Нижняя часть корпуса агрегата защищена листами. Они предотвращают попадание породы на щитовые домкраты и между ребрами сегментов ножевого и опорного колец.

Для удобства проверки правильности их сборки на сегментах просверлены контрольные отверстия  $\varnothing 2$  мм. Линейные размеры между парами отверстий сведены в таблицы, приложенные к формуляру комплекса. Точность измерения  $\pm 1$  мм.

Режущий орган представляет собой конструкцию роторного типа, оснащенную породоразрушающим инструментом.

Основной несущей частью режущего органа является корпус ротора, состоящий из 4 лучей, соединенных возле центра болтами с крестовиной, а по периметру — сегментами с ковшами. На лобовой части лучей предусмотрены площадки для крепления державок со стержневыми резцами, армированными твердым сплавом, и дисковых катков-скальвателей для разрушения целиков. В одном из лучей установлен копир-резец с механизмом выдвижения. Крестовина представляет собой коробчатую конструкцию стального литья. На лобовой части крестовины размещены площадки для крепления державок с резцами и катков-скальвателей. В центре крестовины имеется конусное отверстие с двумя шпоночными пазами для крепления режущего органа на валу главного привода. В лучах предусмотрено специальное устройство для замеров диаметра выработки. Регулирование крупности скальваемых кусков достигается путем перемещения катков относительно лобовой части режущего органа. Установленная за ним защитная диафрагма предотвращает попадание пыли и породы из призабойного пространства в зону расположения рабочего места и механизмов привода. Кроме того, диафрагма

удерживает грунт в ковшах. В ее нижней части для выхода в забой имеется люк (с двухстворчатой дверкой). В верхней части диафрагмы предусмотрены люк и тетка для приема породы из ковшей и перегрузки ее на щитовой транспортер. Крутящий момент передается через вал от привода режущего органа. Последний состоит из двух электродвигателей переменного тока мощностью до 100 квт каждый, двух промежуточных редукторов и главного привода. Связь между его элементами осуществляется через упругие и зубчатые муфты.

Корпус главного привода нижней своей частью объединяет промежуточные редукторы, электродвигатели и заднюю опору вала. В опоре запроектирован прилив с отверстиями для крепления домкрата подачи.

Механизм последней размещается на раме, связывающей нижнюю часть корпуса щита.

В конструкции агрегата предусмотрены специальные гидродомкраты подъема и опускания всего режущего механизма относительно корпуса щита. Этот узел делает процесс управления режущим механизмом простым и удобным, позволяя изменять направление щита в вертикальной плоскости на малом участке. Высота подъема до 20 мм.

Щитовой транспортер предназначен для перегрузки породы из тетки на ленту транспортного моста, закрытую кожухами.

Над транспортером предусмотрено кресло для маркшейдера.

Для восприятия части реактивного момента при резании, а также для управления щитом при кручении установлены элероны. Они позволяют, кроме того, регулировать положение щита в вертикальной плоскости.

При проходке на кривых участках трассы для поворота агрегата предусмотрен специальный копир-резец, с помощью которого тоннель уширяется в нужную сторону. Копир-резец снабжен кулачковым копировальным устройством и гидроприводом. Резец закрепляется на хвостовике штока гидроцилиндра, обеспечивающего ход на 100 мм.

Блок управления расположен на хвостовике вала главного привода. На нем закреплен кулачковый механизм, служащий для установки нужного направления выработки.

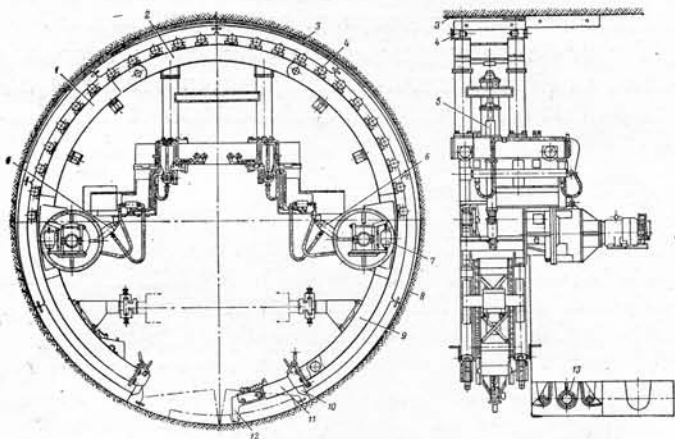
Перемещение режущего органа с приводом на величину заходки — 500 мм осуществляется механизмом подачи. Последний включает в себя гидравлический домкрат, датчик перемещения режущего органа, левую и правую станины с направляющими.

Датчик регистрирует величину перемещения режущего органа и передает результат на пульт управления.

Для периодической смазки механизма подачи предусмотрена централизованная система.

Контроль положения щита в процессе работы осуществляется с помощью маркшейдерского инструмента: уклономера, дуг, оптического визирного прибора и др.

Проходческий комплекс оснащен современным гидрооборудованием и гидросистемой, позволяющей с пульта управлять работой щитовых гидро-



**Конвейерный укладчик блоков:**

1 — левый боковой сегмент; 2 — средний сегмент; 3 — оболочка щита; 4 — направляющие роликоопоры; 5 — гидродомкрат вертикального подъема; 6 — боковые домкраты; 7 — привод проталкивающего механизма; 8 — лист оболочки щита; 9 — правый боковой сегмент; 10 — клиновой упор; 11 — проталкивающий механизм; 12 — крюк захвата; 13 — распорный домкрат.

домкратов и гидроцилиндров: подъема и подачи режущего органа, копир-резца, поворота и выдвижения элеронов, бокового и вертикального разжатия сегментов укладчика блоков, осевого перемещения укладчика, распора лотковых блоков. Гидросистема оснащена золотниками с электрогидравлическим управлением, делающим работу оператора на пульте простой и удобной.

Предложенная электросхема комплекса обеспечивает полную безопасность проходки. Выполнены блокировки и взаимосвязи отдельных технологических операций.

**Укладчик блоков.** Известно, что обжатая обделка не имеет скрепления между кольцами. Эта ее особенность позволила принципиально изменить способ сборки конструкции.

В отличие от известных методов (с помощью тубинго- и блокоукладчиков), где проходчики должны перемещаться по периметру монтируемого кольца, новый конвейерный укладчик блоков, который входит в состав щитового комплекса КТ 1—5,6, позволяет сосредоточить все операции по сборке и обжатой обделки в одном месте — в лотке.

Это позволяет сократить цикл монтажа, приблизив его ко времени процесса резания полуметровой заходки (10÷12 мин), повысить технику безопасности, уменьшить состав обслуживающей бригады.

Конвейерный дуговой укладчик размещается в хвостовой части щита и представляет собой разомкнутое внизу шарнирное кольцо — кондуктор с направляющими роlikоопорами в верхней части. В боковых сегментах кольца размещены проталкивающие механизмы (тележки с криволинейными цевочными рейками), с помощью которых блоки, уложенные в лотковую часть поочередно вправо и влево, перемещаются, скользя снизу вверх по внутреннему контуру листа-оболочки.

От сползания вниз блоки удерживаются клиновидными упорами, расположенными на концах боковых сегментов.

В очередной блок перед его проталкиванием устанавливаются конические шпильки, соединяющие элементы в кольце между собой. Последними укладываются лотковые полублоки, между которы-

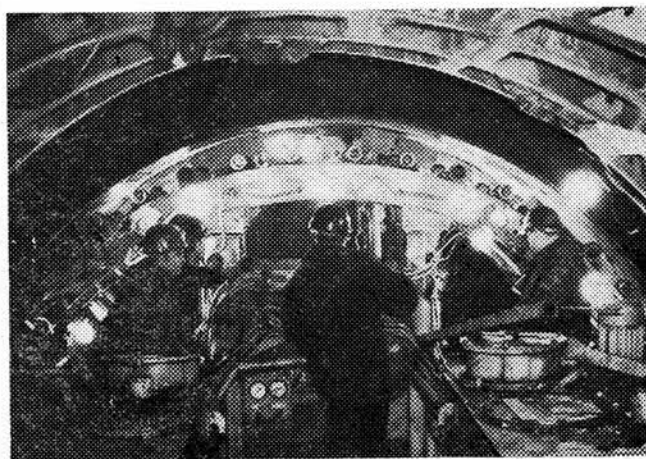
ми устанавливают распорный гидродомкрат для обжатия кольца.

В верхней части дугоукладчика — выше горизонтального диаметра — блоки прокатываются по направляющим роlikоопорам, образуя строительный зазор между оболочкой щита и спинками конструкции. Шарнирная дуга перемещается в положение, когда находящиеся на ней блоки оказываются в соприкосновении с внутренней поверхностью оболочки щита. Одновременно с работой вертикальных и боковых домкратов включается в работу распорный домкрат.

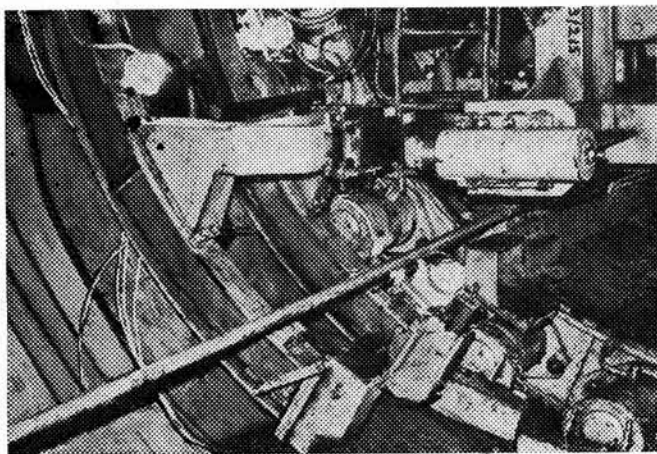
После того, как выбран строительный зазор, щит передвигается в выработанное пространство резания. После схода оболочки щита с блоков все кольцо обжимается в породе включением домкратов.

По достижении нужного усилия обжатия кольцо фиксируется установкой клиновых вкладышей между лотковыми полублоками (или винтовыми устройствами при монолитном стыке).

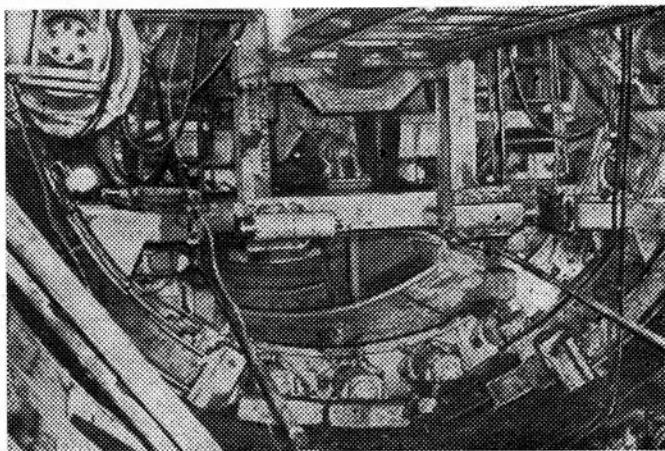
Так заканчивается цикл сборки кольца. Убираются вертикальные и боковые домкраты укладчика, складывается шарнирное кольцо. Образуется зазор между роlikоопорами и внутренней поверхностью смонтированной обделки. Дугоукладчик перемещается в сторону щита — под оболочку. Начинается следующий монтажный цикл.



Верхняя часть укладчика блоков.



Нижняя часть левого сегмента с концевыми упорами.



Нижняя часть укладчика блоков.

Для управления механизмами укладчика предусмотрены три отдельных пульта управления: тельферной тележкой, двумя проталкивающими механизмами укладчика и гидравлическими его цилиндрами. Первым пультом необходимо пользоваться при транспортировке блоков до места укладки их в лотковую часть. Вторым следует применять только в процессе сборки кольца.

Третий пульт включает в себя как отдельное управление домкратами подъема каждого сегмента относительно каретки, перемещением боковых сегментов укладчика от центра и к центру, так и общее управление гидродомкратами. Это необходимо при разжатии собранного кольца (одновременно с работой гидродомкрата распора лотковых блоков) и обжатия его в породу; при перемещении верхнего и боковых сегментов укладчика к центру в исходное положение для монтажа очередного кольца. С третьего пульта производится также управление гидравлическими домкратами перемещения укладчика по транспортному мосту и прижимными домкратами каретки укладчика, которые не позволяют ему передвигаться в момент сборки кольца.

Наличие трех отдельных пультов управления обеспечивает нужную последовательность технологических операций и безопасность ведения работ.

**Транспортный мост.** Передней своей частью он шарнирно прикреплен через опорный узел к раме и верхней перегородке щита.

Шарнирное соединение обеспечивает поворот транспортного моста как в плане и профиле, так и вокруг продольной оси, а также создает возможность независимого поворота щита на кривых, и в случае кручения его относительно продольной оси.

В хвостовой части мост опирается на скользящую опору, перемещающуюся по лотковым блокам.

Конструкция транспортного моста сборно-разборная из шести секций: приемной, трех промежуточных, приводной и натяжной.

Секции соединяются накладками по верхним, нижним поясам и боковым стенкам двутавров болтами.

В передней части транспортный мост несет на себе конвейерный укладчик.

Внутри моста по всей его длине размещен ленточный транспортер (с шириной ленты 800 мм) для выдачи породы от щита в вагонетки.

По нижнему поясу моста перемещается тельферная тележка, обслуживающая зону разгрузки блоков и подачу их в лотковую часть дугоукладчика.

В верхней части моста находятся платформы под маслобаки, электросборки и настилы для людского прохода.

В хвостовой части установлены троллейные бабы.

На балках задней (хвостовой) опоры предусмотрены настилы, к ним закреплены лестницы для подъема на транспортный мост. На случай образования отслоений породы по контуру выработки запроектировано специальное оборудование для нагнетания, состоящее из бункера, скребкового питателя, растворонагнетателя. Это оборудование смонтировано на технологической платформе. В

хвостовой ее части установлены, кроме того, телескопические звенья двух узкоколейных путей, наращиваемых в процессе движения щитового комплекса.

Скоростная проходка тоннелей возможна только при четком отлаженном ритме работы всех звеньев, слагающих технологический процесс. К ним относятся:

Описанный выше головной проходческий комплекс. Резерв повышения производительности комплекса заложен в сокращении цикла разработки забоя (достигнутое время на одну заходку 500 мм составляло 10 мин) и синхронной сборки с обжатием кольца. Процесс его монтажа должен укладываться в период выработки одной заходки.

Развитие и улучшение путевого хозяйства. Должна быть обеспечена качественная укладка рельсов и поддержание в исправном состоянии путевого хозяйства. Следует закреплять откаточные пути от сдвига. Большое значение имеет выбор рациональной схемы переноса стрелочных переводов, которая должна исключить задержки цикла, обеспеченного головной частью комплекса.

Механическая служба должна, в основном, заниматься профилактическим ремонтом и надзором за оборудованием, предупреждая внезапный выход его из строя.

Повышение производительности шахтного подъема.

Одним из проверенных на Ленметрострое направлений в этой области является применение скипо-клетьевого подъема с автоматизированной работой скипа на выдачу породы.

Проводимые проработки показывают перспективность эксплуатации такого подъема при использовании в качестве подвижного состава для горизонтальной транспортировки породы большегрузных вагонов с донным конвейером типа ВПК-7. Это позволяет сократить длину хвостовой части комплекса до минимума, а следовательно, увеличить вписываемость его в меньшие радиусы в плане (до 100—150 м).

Таким образом, открывается перспектива сквозной проходки перегонных тоннелей на большой длине (с последующим возведением станций).

Возможность сокращения длины хвостовой части комплекса позволяет монтировать его в непосредственной близости от ствола, сокращая тем самым длину участков, разрабатываемых вручную.

При выходе на трассу комплекс удлиняется до нормальной сборки, обеспечивая размещение подвижного состава нужной длины.

Повышение требований к качеству изготовления элементов обделки: сокращения припусков до минимума, исключение облоя и заусенцев и т. д.

Четкая продуманная организация труда, правильная расстановка людей, комплексное выполнение работ бригадами, отработка цикла — все это будет несомненно способствовать достижению больших скоростей при сооружении перегонных тоннелей.



# ЩИТ ОТКРЫТОГО СПОСОБА РАБОТ

**В. СИМОНЕНКО, управляющий Трестом горнопроходческих работ № 2 Главмосинжстроя**

Трест горнопроходческих работ № 2 Главмосинжстроя успешно внедрил наиболее прогрессивный метод строительства городских подземных сооружений при помощи проходческого щита для открытого способа работ. Он сконструирован группой специалистов Главмосинжстроя. Решением Всесоюзного научно-исследовательского института Государственной патентной экспертизы от 30 сентября 1976 года признан изобретением.

Назначение щита — проходка тоннелей неглубокого заложения открытым способом с разработкой под его защитой грунта в головной (ножевой) части и возведением обделки в хвостовой.

Применение щита позволяет наиболее эффективно и качественно в любых грунтах (кроме скальных) осуществлять строительство различных сооружений в стесненных городских условиях, в непосредственной близости к зданиям и сооружениям. Преимущество нового щита и в том, что на малой строительной площадке — длиной до 20 м он работает сравнительно бесшумно, без проседания грунта и, что самое важное, без устройства дорогостоящего и трудоемкого металлического крепления стен выработки (обеспечивается экономия крепления до 2000 т на 1 км трассы). У агрегата хорошая маневренность в вертикальных и горизонтальных плоскостях (радиус кривизны — до 50 м, изменение уклона  $\pm 12^\circ/100$ ). Сроки строительства сокращаются в 1,5—2 раза, а объем земляных работ в 1,5. Обеспечивается сохранность расположенных вблизи зданий и сооружений. Скорость проходки — 5 пог. м за 8 час.

Щит (длина 9,5 м, минимальная ширина 3,2 м, максимальная — 12 м, высота — 3,45 м, масса — 25 т) состоит из силового блока (жесткая металлоконструкция коробчатого сечения с 14 гидравлическими домкратами), к которому крепятся две сплошные стальные стены, чтобы предотвратить обрушение грунта.

Агрегат устанавливают в заранее подготовленном котловане. Отталкиваясь с помощью гидродомкратов от первых сборных железобетонных элементов обделки, он перемещается, врезаясь ножевой частью в грунт. После перемещения между собранной секцией обделки и башмаками домкратов монтируют последующие секции. Одновременно из ножевой части выбирают грунт. Так же совершаются и все последующие циклы.

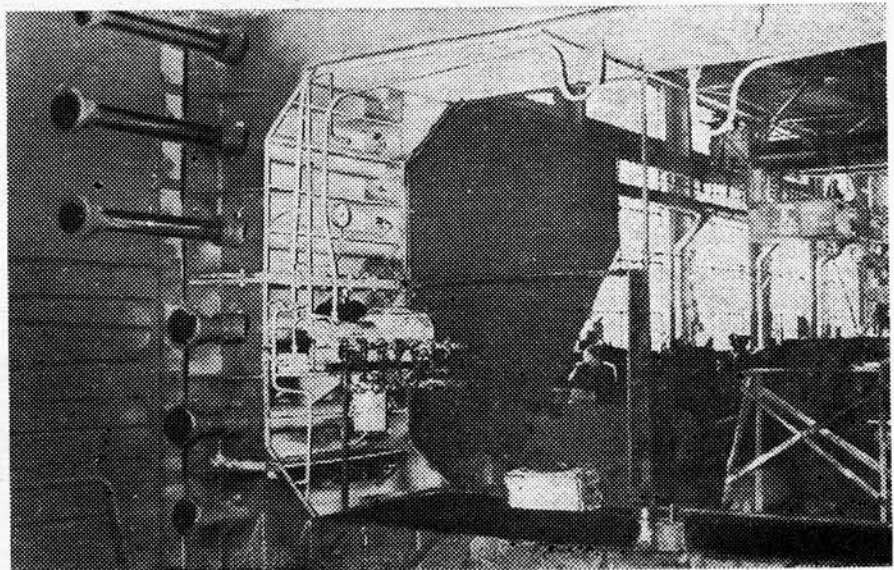
На строительстве ряда крупных и важных объектов щит показал отличную работоспособность, надежность и высокую эф-

фективность. Впервые он был испытан Трестом горнопроходческих работ № 2 в 1975 г. на строительстве нового коллектора реки Неглинной прямоугольного сечения высотой 3,47 м и шириной 4,9 м.

Применение щита позволило отказаться от больших затрат по сооружению креплений. Общая стоимость на участке снизилась на 67,5 тыс. руб. Использование щита наряду с применением на другом участке объекта способа «стена в грунте» дало возможность завершить строительство коллектора реки Неглинной на 1 год и 2 месяца раньше срока.

В том же году Трест горнопроходческих работ № 2 применил щит для открытого способа работ при строительстве подземного перехода на Кутузовском проспекте длиной 47,86 м, шириной 6 м и высотой 2,32 м.

Трудовые затраты снизились на 480 чел.-дней, а стоимость производства работ на 17%. Строительство перехода закончено за два месяца вместо трех по плану.



Ножевая часть щита.

Впервые в отечественной практике этим же щитом в конце 1976 года нашим трестом построен проходной коллектор прямоугольного сечения  $4,9 \times 3,13$  м для совмещенной прокладки подземных коммуникаций в одном из московских переулков (393,4 м). До начала проходки был выполнен ряд подготовительных работ. Устроены подземные пути для доставки деталей щита и элементов тоннельной обделки; сооружена монтажная щитовая камера, для которой был вырыт котлован длиной 12 м, шириной 6,5 м и глубиной 6 м. Грунт разрабатывали экскаватором (с обратной лопатой) французской фирмы «Roclain» — за заходку 1,6 пог. м, что соответствовало объему  $80 \text{ м}^3$ . Экскаватор, находясь на торце строящегося котлована, вынужен грунт, перемещался на заднем ходу вперед по трассе коллектора. Одновременно и щит шел в том же направлении при помощи домкратов, врезаая своей ножевой частью в разработанный экскаватором забой. На его передвижение затрачивалось 15—20 мин. Боковые стороны котлована срезались ножом щита. Ра-

боты велись в 3 смены, в каждой — бригада из пяти человек: три проходчика, слесарь и сварщик.

Именно при строительстве этого объекта в полной мере подтвердились основные технические данные щита, особенно его высокая надежность: щит выдержал горное давление от стоящего в 1,8 м от него восьмизэтажного здания, протяженностью более 100 м (при отсутствии осадки).

Применение щита системы Главмосинжстроя при строительстве проходного коллектора позволило достигнуть 90,48 тыс. руб. экономии. На участке около 400 м было сэкономлено материалов: обсадных стальных труб — 50 т; металлопроката — 290 т, пиломатериалов — 110  $\text{м}^3$ .

В 1977 г. силами Треста горно-проходческих работ № 2 в помощь Мосметрострою намечается строительство двухпутного перегонного тоннеля с использованием щита для открытого способа работ на 4300 м трассы Беляево—Ясенево, а также других объектов.

Проходческий щит для открытого способа работ может найти

широкое применение не только при строительстве тоннелей, но и на многих других объектах, связанных с проходкой котлованов и траншей. Наибольшая эффективность при этом может быть достигнута, если использовать цельноносекционную обделку. Количество монтажных единиц уменьшается на 40%, снижаются также трудовые затраты и повышается уровень индустриализации строительства.

Первоначальный опыт строительства подземных сооружений в Москве при помощи щита для открытого способа работ (им пройдено тоннелей неглубокого заложения длиной 1180 м) дает основание считать применение этого щита более эффективным и экономически целесообразным по сравнению с методом «стена в грунте».

Широкое применение проходческого щита для открытого способа работ несомненно будет способствовать неуклонному повышению эффективности и качества строительства, особенно в стесненных условиях плотной городской застройки.

## НОВЫЕ КНИГИ

### СБОРНИК ТИПОВЫХ НОРМ И РАСЦЕНОК

Вышел из печати Сборник типовых норм и расценок на строительные, монтажные и ремонтно-строительные работы (выпуск 5), разработанный Центральным бюро нормативов труда в строительстве при Всесоюзном научно-исследовательском и проектном институте труда в строительстве Госстроя СССР. В Сборнике — 2.132 нормы на новые виды работ, которые не включались в действующие Единые и Ведомственные нормы и расценки.

### КНИГИ, БРОШЮРЫ, ПЛАКАТЫ ИЗДАТЕЛЬСТВА «ТРАНСПОРТ» В 1977 ГОДУ

Издательство «Транспорт» выпускает в 1977 году в свет подготовленную большим авторским коллективом работу «АСУЖТ» (комплексная автоматизированная система управления железнодорожным транспортом). Это первая книга, в которой изложены сущность и задачи АСУЖТ.

В планах издательства предусмотрена литература для работников электрических подземных дорог. В нынешнем году будут изданы «Правила технической эксплуатации метрополитенов», «Электроснабжение мет-

рополитенов» (устройство, монтаж, эксплуатация и проектирование и другая литература).

Будет впервые издано иллюстрированное многокрасочное пособие «Контактная сеть», а также «Справочник по эксплуатации и ремонту контактной сети».

В одном из готовящихся к изданию пособий для путейцев рассказывается об укладке и эксплуатации стрелочных переводов, а в книге «Содержание и ремонт рельсов» — о продлении срока службы рельсов, об особенностях их содержания, ремонте и повторном использовании старогодных.

Из серии «БАМ. В помощь строителям» издательство уже выпустило 23 брошюры. В этом году готовятся к печати новые работы, в том числе шесть пособий машинистам различных строительных машин.

Для работников, связанных со строительством и эксплуатацией СЦБ и связи, намечено выпустить книги, рассказывающие о типовых схемах и устройствах двухпутной и однопутной блокировки постоянного и переменного тока, методах поиска и устранения неисправностей в устройствах СЦБ, способах регулировки приборов и аппаратов на контрольно-испытательных пунктах и т. д.

Большое внимание уделяется литературе об охране труда. По этому вопросу будут изданы десять комплектов плакатов о безопасных приемах работ (например, на контактной сети).

Значительное место в издательских планах отводится выпуску учебной литературы. В этом году выйдет из печати 32 учебника и пособия, в том числе «Основы экономических знаний».

# ЦЕЛЬНЫЕ СЕКЦИИ НА ОПЫТНОМ УЧАСТКЕ

И. МИХЕЛЬСОН, канд. техн. наук; Б. ПАЧУЛИЯ, инженер

Чтобы выявить фактическое напряженно-деформированное состояние унифицированной цельносекционной обделки и проверить основные расчетные предпосылки, на строительстве Тбилисского метро — на перегоне «Комсомольская» — «Делиси» — был сооружен экспериментальный участок из 10 секций (рис. 1).

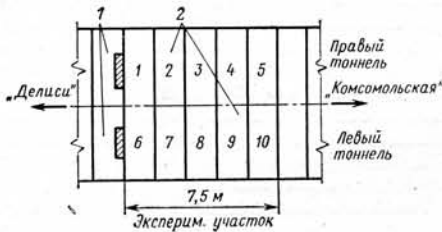


Рис. 1

Высота засыпки над тоннелем экспериментального участка равна 3 м. Тоннель расположен в водонасыщенных песках, супесях и суглинках, переслаивающихся и замещающих друг друга. В среднем объемный вес грунта за стенами тоннеля составляет  $1,88 \div 2,06 \text{ тс/см}^3$ , а угол внутреннего трения  $\varphi = 25^\circ$ .

В процессе сооружения тоннеля осуществлялось искусственное водопонижение с применением глубинных скважин.

Для измерения линейных деформаций ригеля и стен тоннеля секции экспериментального участка были оснащены маячками, фиксирующими измерительные базы съемного индикаторного прибора.

Схема расстановки измерительных баз показана на рис. 2.

Для того, чтобы получить распределение напряжений по сечениям обделки в двух секциях (№№ 1 и 6) экспериментального участка, были установлены измерительные базы по торцам, а в секциях, примыкающих к экспериментальному участку, на уровне измерительных баз при изготовлении были оставлены специальные ниши размерами  $800 \times 250 \times 150 \text{ мм}$ .

Измерения проводились в течение двух лет. Первые отсчеты были сняты после установки секций в котлован. Последние — после засыпки котлована и планировки дневной поверхности над тоннелем. К этому моменту уровень грунтовых вод полностью не восстановился.

Одновременно с секциями экспериментального участка изготавливались призмы размерами  $15 \times 15 \times 60 \text{ см}$  и кубы  $15 \times 15 \times 15 \text{ см}$ . По результатам испытаний кубов и призм были получены деформативные характеристики бетона секций экспериментального участка и подсчитан модуль упругости при различных уровнях напряженного состояния. Это позволило установить характер распределения напряжений в элементах обделки по измеренным относительным деформациям.

В процессе засыпки тоннеля на внутренней поверхности ригеля появились растягивающие напряжения. Средняя величина наибольших растягивающих напряжений после окончания работ по обратной засыпке составила: в правом тоннеле —  $91,2 \text{ кгс/см}^2$ , в левом —

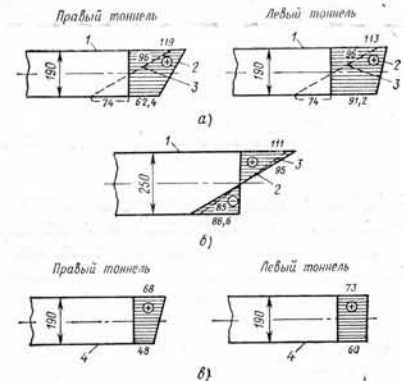


Рис. 3

$88,6 \text{ кгс/см}^2$ , что в целом соответствует предварительно выполнявшимся расчетам.

Несмотря на значительные растягивающие напряжения, видимые трещины в бетоне (из-за высокого процента армирования растянутой зоны) обнаружены не были.

Наружная стена сжата по всему сечению.

На внутренней поверхности стены по расчету должно было появиться растяжение. Величина сжимающих напряжений — от 60 до  $120 \text{ кгс/см}^2$ . Следует полагать, что после восстановления уровня грунтовых вод и увеличения бокового давления, напряженно-деформированное состояние наружной стены приблизится к расчетному.

Особый интерес представляет напряженно-деформированное состояние внутренней стены тоннеля, так как условия ее работы сложно учесть расчетным путем.

Внутренняя стена сжата по всему сечению. Средняя величина наибольших напряжений не превышает  $60 \text{ кгс/см}^2$ , что почти в 3 раза меньше предельного сопротивления бетона сжатию.

По мере увеличения высоты засыпки величина сжимающих напряжений в сечении внутренней стены изменялась незначительно (в пределах  $10 \div 15\%$  с учетом точности измерений).

Можно полагать, что при возможных увеличениях нагрузки на тоннель сжимающие напряжения в стене не превысят половины величины своих предельных значений. Это даст основание для применения облегченной конструкции внутренней стены обделки, в виде, например, создания проемов. На рис. 3 показаны эпюры напряжений в сечениях элементов обделки после обратной засыпки тоннеля.

Исследования показывают, что в целом характер напряженно-деформированного состояния обделки соответствует расчетным предпосылкам и подтверждает надежность разработанного конструктивного решения унифицированной цельносекционной обделки.

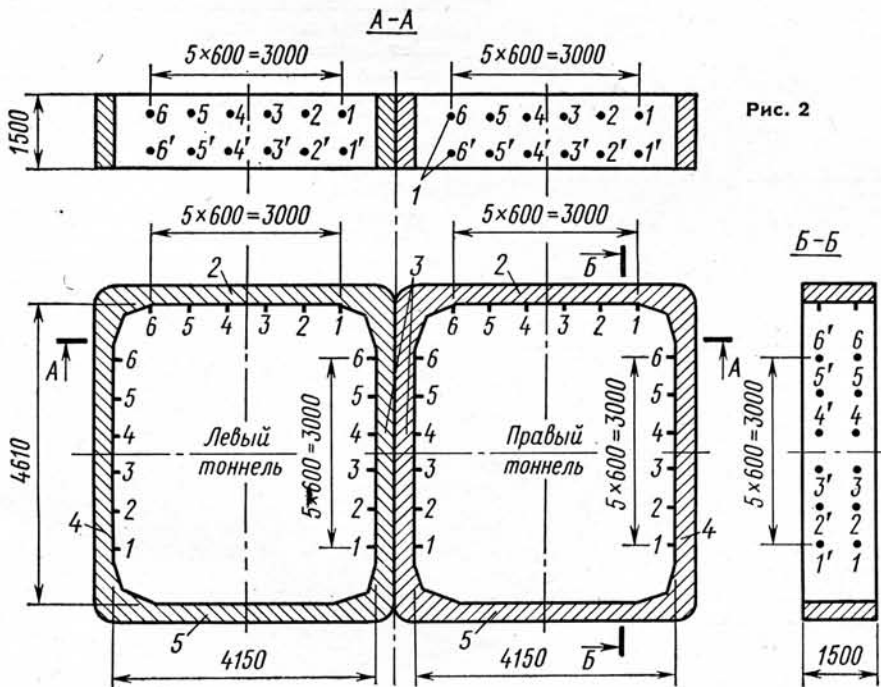


Рис. 2

# ВЛИЯНИЕ ПРОЦЕССОВ СБОРКИ ОБДЕЛКИ НА ТЕМПЫ ПРОХОДКИ ТОННЕЛЕЙ

В. АУЭРБАХ, канд. техн. наук; Н. ШЕНКМАН, инженер

Общая производительность процесса сооружения тоннелей в значительной степени зависит от скорости возведения обделки. При проходке тоннелей с помощью механизированных щитов или тоннелепроходческих машин обделка возводится, как правило, кольцевыми блокоукладчиками (тюбингоукладчиками). Ими оснащены проходческие комплексы со щитами ЩН-1 (ЩН-1М), ЩМР-1, изготовленными ММЗ Главтоннельмостроя, КТ1-5,6 — Ясиноватским машзаводом (рис. 1).

Принципиальная схема проходческого комплекса с кольцевым блокоукладчи-

ком изображена на рис. 2. Блокоукладчик 1 установлен на вспомогательной технологической платформе 2, следующей непосредственно за проходческим щитом 3. Вращение кольца 4 укладчика в опорных роликах 5 осуществляется приводом 6 электромеханического или гидравлического типа. Радиальное перемещение захвата 7 для блоков (тюбингов) 8 производится гидроцилиндрами 9. Укладчик передвигается вдоль оси тоннеля с помощью гидроцилиндров механизма шагания 10, доводочная подача захвата с блоком в этом же направлении обеспечивается домкратами 11.

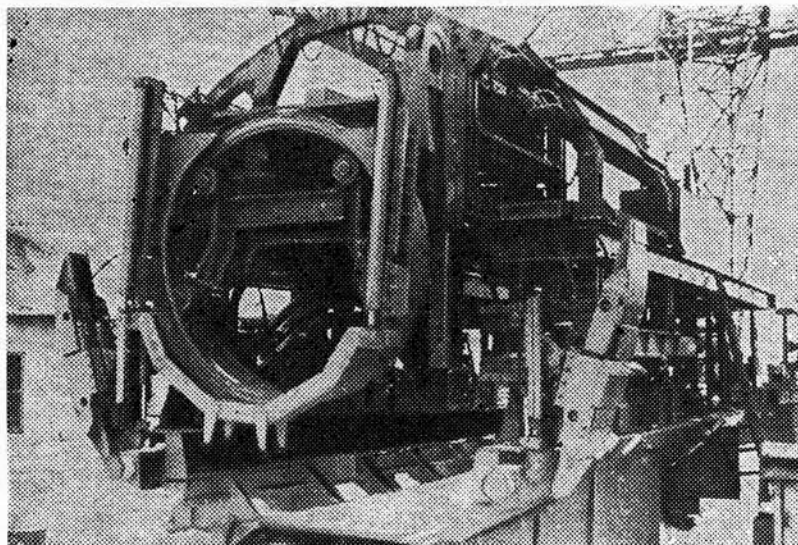


Рис. 1

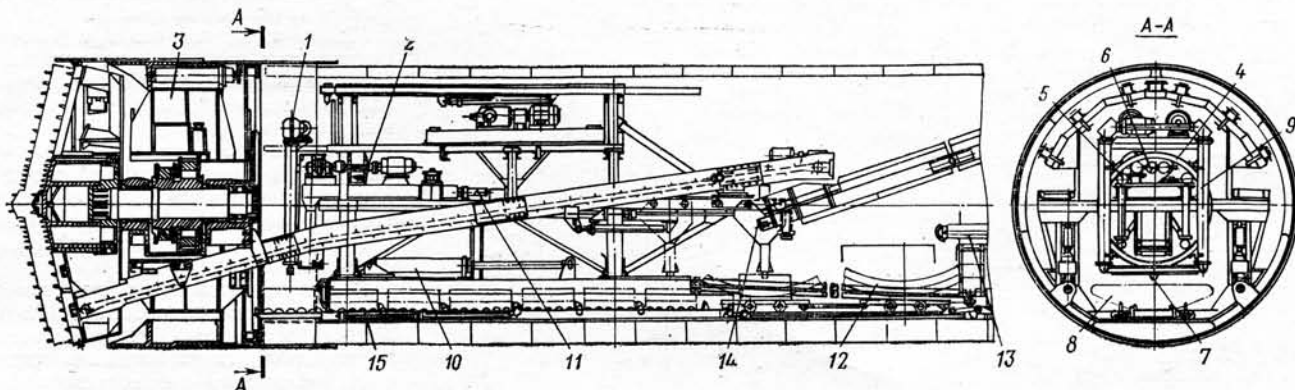


Рис. 2

На рис. 2 показан также процесс доставки блоков к захвату укладчика. Элементы обделки (блоки) направляются на блоковозке 12 с помощью толкателя 13 к перестановщику 14, который перегружает их с блоковозки на рольганг 15. Платформа рольганга периодически перемещается и подает блок к захвату укладчика, в котором тот закрепляется и устанавливается в проектное положение в кольце обделки (под защитой хвостовой оболочки щита). Рольганг блокоукладчика рассчитывается таким образом, чтобы на нем уместился комплект блоков, составляющих кольцо обделки.

Рассмотрим примеры применения проходческих комплексов на строительстве тоннелей со сборной обделкой и установим, каковы затраты времени на выполнение основных операций, причем, в первую очередь, на сооружение обделки.

При строительстве тоннелей на трассе Большого Ставропольского канала применялся механизированный проходческий комплекс со щитом ЩН-1. Были пройдены тоннели общей длиной более 3000 м (диаметром 5,5 м) со сборной обделкой из железобетонных блоков. Максимальная суточная производительность достигала 9 м, месячная — 150 м.

В соответствии с циклограммой, составленной институтом «Оргтрансстрой» на основании опыта сооружения тоннеля, время проходки на длину одного кольца равняется 180 мин. Сборка обделки производится за 80 мин, в том числе время собственно монтажа занимает 50 мин. Передвижка проходческого комплекса, в течение которой не производится монтаж обделки, занимает 40 мин. Оставшееся время цикла (90 мин) используется на разработку забоя, откатку породы и нагнетание раствора за обделку.

Анализ циклограммы показывает, что в приведенном случае (ввиду недостаточной загрузки щита и низких скоро-

стей проходки) сборка обделки не определяет продолжительности цикла и не совмещается по времени с процессами нагнетания раствора, разработки и откатки породы.

При сооружении перегонных тоннелей метрополитена на Ждановском радиусе в Москве с помощью проходческого щита Ш-19 достигнута максимальная скорость проходки 430 м/мес. Циклограммой, составленной с учетом средней производительности сооружения тоннеля 9 м/сутки, предусматривалось время цикла 129 мин, из которого затрачивалось: на монтаж обделки — 48 мин, передвижку комплекса — 15 мин, а на прочие операции, не препятствующие монтажу обделки, — 66 мин. Отсюда следует, что и здесь скорость проходки не определяется временем монтажа обделки.

Циклограмма, отражающая опыт строительства перегонных тоннелей Ленинградского метрополитена с помощью механизированного щита Л-1, показывает, что проходка 1 м осуществлялась за 120 мин. Монтаж обделки занимал 50 мин, а ее обжатие (несовмещенное время) велось в два этапа за 25 мин. На омоноличивание стыка отводилось 30 мин и 15 мин тратилось на передвижку щита и комплекса. Таким образом, в этом случае время цикла, а значит и производительность проходки, определяется операциями по монтажу обделки и вспомогательными работами, которые не могут быть совмещены со сборкой.

Наибольший интерес представляет опыт сооружения обделки при проходке тоннеля Ленинградского метрополитена щитом КТ1-5,6, во время которой была показана рекордная скорость — 676 м/мес. По данным института «Оргтрансстрой», цикл проходки составил 1 пог.м/час и включал в себя следующие составляющие.

Монтаж обделки с первичным разжатием занимал 25 мин, перемещение щита проводилось в два этапа за 10 мин, передвижка комплекса — за 3 мин, на погрузку породы с транспортера в вагонетки (одновременно шла и очистка просыпавшейся породы) отводилось 12 мин, а на окончательное обжатие обделки с омоноличиванием разрыва оставалось 9 мин. В этом случае время цикла также определялось процессом сборки обделки и операциями, которые не представлялось возможным с ним совмещать.

Данные, относящиеся к монтажу обделки, взятые из практики сооружения тоннелей последних лет, сведены в таблице. Из анализа этих данных следует, что время цикла, в течение которого не производится сборка, в одних случаях расходуется на операции, которые нельзя совместить процессом монтажа (№ 3 и 4), в других же случаях (№ 1 и 2) они, напротив, поддаются совмещению.

Путем обобщения приведенных выше данных представляется возможность дать рекомендации по расчетному определению времени процессов сборки обделки с таким условием, чтобы обеспечить максимальную производительность сооружения тоннеля. Ее, как правило, связывают с темпом проходки, оценивая период цикла скоростью продвижения забоя.

Если исходить из того, что процессы разработки, погрузки и транспортирования породы определяют продолжительность цикла проходки, то, чтобы выдержать заданный темп, должно быть также обеспечено возведение обделки за время цикла. В качестве цикла проходки тоннеля со сборной обделкой обычно принимают время продвижения на одно кольцо.

Время цикла можно выразить через время сборки обделки  $\tau_{об}$  и оставшуюся часть времени цикла  $\Delta\tau$ , в течение которого эту работу невозможно (или нецелесообразно) производить:  $\tau_{ц} = \tau_{об} + \Delta\tau$ .

Если обозначить длину кольца обделки  $l_k$ , то при заданном темпе проходки  $v_n$  время цикла будет равно  $\tau_{ц} = \frac{l_k}{v_n}$

и наибольшее время сборки кольца составит  $\tau_{об} = \frac{l_k}{v_n} - \Delta\tau$ .

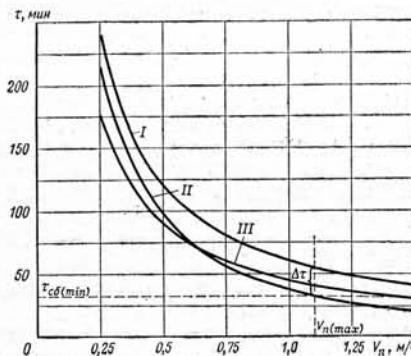


Рис. 3

На рис. 3 эти зависимости представлены графическим путем для  $l_k=1$  м (перегонные тоннели) — кривая I и для  $l_k=0,75$  м (станционные и железнодорожные тоннели) — кривая II. По графикам можно определить наибольшее (располагаемое) время монтажа обделки из условия обеспечения заданного темпа проходки. Для этого из значения  $\tau_{ц}$  необходимо вычесть величину  $\Delta\tau$ , соответствующую конкретным условиям сооружения тоннеля — кривая III.

Рассмотрим величины, составляющие время сборки кольца  $\tau_{об}$ . Оно складывается из затрат на монтаж кольца  $\tau_m$  и его обжатие  $\tau_{об}$  (если оно предусматривается технологическим процессом сооружения тоннеля). В свою очередь, продолжительность монтажа, в общем случае, складывается из следующих составляющих:  $\tau_b$  — машинное время вращения рычага укладчика;  $\tau_d$  — машинное время линейного перемещения захвата;  $\tau_n$  — время подачи и закрепления блоков в захвате;  $\tau_y$  — время установки блоков в кольцо обделки.

Время  $\tau_b$ , расходуемое на поворот закрепленного в захвате блока и возвращение порожнего захвата, не зависит от диаметра обделки и выражается через число блоков в кольце  $z$  и частоту вра-

щения рычага  $n$  соотношением  $\tau_b = \frac{z}{2n}$ .

В процессе монтажа обделки захват совершает следующие линейные перемещения: подъем блока с роляганга или блоковозки; прижатие блока к обложке щита или к поверхности выработки; уборка порожнего захвата; выдвигание при захвате блока. Время  $\tau_d$  определяется двойным суммарным ходом захвата  $2h$  и линейной скоростью перемещения рычага  $v$ . Если учесть, что скорости выдвигания и уборки рычага обратно пропорциональны площадям цилиндрической и штоковой полостей гидроцилиндра (обычно это отношение равно 0,6), время  $\tau_d$  можно выразить зависимостью

$$\tau_d = 1,6 \frac{h z}{v}$$

Остальные составляющие процесса монтажа кольца учитывают вспомогательное время, которое тратится на разгрузку, подачу и установку блока (тюбинга) в захвате и в проектное положение, включая доводочные перемещения и крепление его с соседними элементами обделки. (При этом учитываются только те операции, которые производятся непосредственно при монтаже кольца). Величины  $\tau_n$  и  $\tau_y$  оцениваются на основании опытных данных; они во многом зависят от квалификации обслуживающего персонала. Если обозначить доли времени  $\tau_n$  и  $\tau_y$ , относящиеся к одному блоку, соответственно  $\tau'_n$  и  $\tau'_y$ , то период монтажа кольца можно выразить следующей зависимостью:

$$\tau_m = z \left( \frac{1}{2n} + 1,6 \frac{h}{v} + \tau'_n + \tau'_y \right), \text{ мин (I)}$$

Процесс обжатия кольца целесообразно выражать в долях от времени монтажа; для предварительных расчетов можно принимать  $\tau_{об} = (0,25 \div 0,4) \tau_m$ .

Величина  $\Delta\tau$  выражает часть проходческого цикла, в течение которого монтаж обделки не производится. Она (эта величина) вычитается из общей продолжительности цикла, причем разность составляет тот период, который остается в распоряжении проходчиков для сборки обделки. Время  $\Delta\tau$  учитывает операции, которые не могут совмещаться с процессами сборки обделки. Существенное место среди них занимают операции по передвижке щита и комплекса. Поэтому время  $\Delta\tau$  можно представить как сумму  $\Delta\tau = \tau_{пер} + \tau_{всп}$ , где  $\tau_{пер}$  учитывает передвижку, а  $\tau_{всп}$  — вспомогательные операции, к числу которых относятся уборка просыпавшейся породы, омоноличивание стыков и пр.

Иногда частично удается совместить передвижку щита со сборкой обделки (см. таблицу, пример 3). Это может быть, когда передвижка начинается после укладки нескольких нижних блоков, в которые упираются щитовые домкраты.

Показатели сборки обделок при щитовой проходке тоннелей

Обозначение проходческого щита	Место проходки	Скорость проходки $v_{п}$ , м/ч	Время цикла $\tau_{ц}$ , мин	Время монтажа обделки $\tau_{м}$ , мин	Время обжатия обделки $\tau_{об}$ , мин	Время передвижки щита и комплекса $\tau_{пер}$ , мин	Отношение $\frac{\tau_{сб}}{\tau_{ц}}$	Время $\Delta\tau$ , мин
ЩН-1	Ставропольский край . . . . .	0,35	180	50+30*	—	40	0,435	100
Щ-19	Москва . . . . .	0,465	129	48	—	15	0,372	81
Л-1	Ленинград . . . . .	0,5	120	50+30**	25+10*	15	0,962	5
КТ1-5,6	Ленинград . . . . .	1,04	58	25	9***	10+3****	0,622	22

\* Время совмещенных операций.

\*\* Омоноличивание стыка.

\*\*\* С учетом омоноличивания стыка.

\*\*\*\* Передвижка комплекса.

ты. Однако такой метод может применяться не всегда, например, когда по условию вождения щита требуется включение не только нижних, но и верхних домкратов агрегата.

Время  $\tau_{пер}$  можно определить по формуле:

$$\tau_{пер} = \frac{1000l_k \cdot F \cdot m \cdot k_d \cdot k_o}{Q \cdot K_y} \text{ мин, (2)}$$

где  $l_k$  — длина кольца обделки, м;  
 $F$  — площадь рабочей полости гидродомкрата, м<sup>2</sup>;  
 $m$  — число щитовых гидродомкратов;  
 $Q$  — производительность насосных установок, л/мин;  
 $K_y$  — коэффициент утечек;  
 $K_d$  — коэффициент, учитывающий число одновременно работающих домкратов;  
 $K_o$  — коэффициент, учитывающий затраты времени на обслуживание щитовых домкратов и управление процессом передвижки.

Располагая данными по конкретному проходческому комплексу, можно подсчитать время  $\tau_{пер}$ . Для предварительных расчетов можно принимать следующие данные:  $Q=70$  л/мин,  $m=16 \div 18$  для перегонных щитов;  $Q=105$  л/мин,  $m=30 \div 32$  для станционных и железнодорожных щитов;  $F=0,05$  м<sup>2</sup>;  $K_y=0,95$ ;  $K_d=0,5 \div 0,8$ ;  $K_o=1,1 \div 1,3$ .

Время вспомогательных операций принимается по соотношению  $\tau_{всп} \approx 0,2\tau_{ц}$ .

Приведем пример ориентировочного расчета времени сборки обделки для заданной производительности проходки перегонного тоннеля метрополитена  $v_{п}=1$  м/ч (по предложенной нами методике).

Принимаются следующие исходные данные: длина кольца  $l_k=1$  м; число блоков в кольце  $z=8$ ; ход выдвигания захвата  $h=1,2$  м; частота вращения рычага укладчика  $n=1$  мин<sup>-1</sup>, скорость выдвигания захвата  $v=3$  м/мин; число щитовых домкратов  $m=17$ ; производительность насосных установок  $Q=70$  л/мин; коэффициенты  $K_y=0,95$ ;  $K_d=0,8$ ;  $K_o=1,25$ .

По формуле (1) определяется время монтажа обделки  $\tau_{м}=27$  мин. На основании опыта скоростной проходки (см. таблицу, пример 4) и из условия обеспечения заданных темпов принимается  $\tau'_d=1,35$  мин;  $\tau'_y=1,0$  мин. Время обжатия обделки  $\tau_{об}=0,3$ ;  $\tau_{м}=9$  мин; общее время сборки обделки  $\tau_{сб}=\tau_{м}+\tau_{об}=36$  мин.

По формуле (2) определяется время передвижки щита  $\tau_{пер}=13$  мин. На вспомогательные операции для заданного темпа проходки должно затрачиваться не более  $\tau_{всп}=0,2$ ,  $\tau_y=12$  мин. Тогда время несомещающихся операций будет равно  $\Delta\tau=25$  мин и общее время цикла  $\tau_{ц}=\tau_{сб}+\Delta\tau=61$  мин, что примерно соответствует заданному темпу проходки.

Блокоукладчики, находящиеся сейчас в эксплуатации, при существующих конструкциях обделки обеспечивают минимальную затрату на монтаж кольца  $\tau_{м}=25$  мин и на его сборку с обжатием  $\tau_{сб}=34$  мин. Как следует из рис. 3, этому соответствует (при допускаемых потерях  $\Delta\tau=25$  мин) максимальная производительность проходки  $v_{п}=1,1$  м/ч. Чтобы обеспечить более высокие скорости, необходимо совершенствовать как блокоукладчик, так и конструкцию обделки.

Производительность укладчика может быть повышена за счет внедрения механизированного захвата, увеличения скоростей вращения и выдвигания рычага в сочетании с точными доводочными движениями, что легче всего осуществить с помощью гидропривода. Процесс монтажа обделки может быть сокращен за счет снижения количества блоков в кольце, упрощения операций по их стыковке и обжатию обделки.

Должна быть также обеспечена четкая организация технологического процесса с условием максимального совмещения по времени процессов сооружения обделки с другими процессами проходческого цикла, в первую очередь с операциями по разработке, погрузке и транспортированию породы. Это позволит достигнуть более высоких скоростей монтажа обделки и, следовательно, увеличить общую производительность сооружения тоннелей.

## Новости науки и техники

### ВОДОСТРУЙНАЯ ОБРАБОТКА СТЕН

Портативная водоструйная установка, изобретенная американскими инженерами, — превосходит по своим результатам пескоструйные. В установке применен насос, работающий от дизельного или электрического мотора (мощность 60—300 л. с.). Давление от нуля до максимума бесступенчато регулирует особое устройство.

Водоструйная установка снабжена набором 80 различных насадок, позволяющих получать струю нужной формы.

### УЛЬТРАЗВУК ЧИСТИТ ПРОВОЛОКУ

Швейцарская фирма «Вестингауз АГ» разработала ультразвуковую установку для очистки проволоки, прутков и металлических лент от ржавчины и окалины. Химических растворов при таком методе очистки не требуется.

### КОМБАЙН С ИМПУЛЬСНЫМ ВОДОМЕТОМ

«КИВ» — так называется комбайн с импульсным водометом, спроектированный и изготовленный в институте «Донгипроуглемаш» (главный конструктор — О. Криворотко).

По внешнему виду этот оригинальный агрегат напоминает самоходную установку. «КИВ» снабжен гусеницами и пушкой. Из ее ствола вылетает вода — под давлением в 8—10 тыс. атм. С расстояния 1—2 м машина крошит самые крепкие породы. С ее помощью можно вести интенсивные работы в газовых шахтах. «КИВ» удобен и тем, что не дает пыли, а обслуживают его лишь 2—3 человека в смену.

По сообщениям ТАСС и прессы.

# Распорный стык обжатой в породу конструкции

С. СИЛЬВЕСТРОВ, О. АНТОНОВ,  
кандидаты техн. наук;  
К. БЕЗРОДНЫЙ, инженер

На строительстве перегонных тоннелей Ленинградского метрополитена с обделкой из сборных железобетонных блоков, обжатой в породу, успешно применяют конструкцию, в которой узел разжатия расположен в лотке. До недавнего времени заполнение зазора от разжатия и фиксация усилия осуществлялись путем расклинки отрезков металлических трубчатых вкладышей. Впоследствии они обетонировались. При установке последних нередко требовалась подгонка их по месту. Нежелателен был расход металла, ибо вкладыши оставались в обделке.

С целью определения наиболее рациональной конструкции распорного стыка в ЛенНИЛЦНИИС на специальном стенде проведены исследования различных ее разновидностей. Изучали заделку из быстротвердеющего бетона и клиновых бетонных вкладышей, устанавливаемых «насухо», на растворе и с винилпластовыми прокладками. Заделка быстротвердеющим бетоном со специальными добавками показала прочность  $5 \text{ кг/см}^2$ , что соответствует нормальному усилию в стыке, равному 7 т. Величина прочности определена по максимально допустимому циклограммой проходческих работ моменту времени после затворения (20 мин.). Такая величина, по видимому, недостаточна, поскольку усилия в кольце даже только от обжатия вчетверо превышают ее.

В следующем варианте блоки и клиновые вкладыши для заполнения зазора были изготовлены из бетона марки «300». Вкладыши устанавливали как насухо, так и на растворе. В первом случае проверяли прочность вкладышей в сочетании с блоками, имеющими плоскую и цилиндрическую форму стыковых поверхностей (рис. 1) с различным тангенсом угла

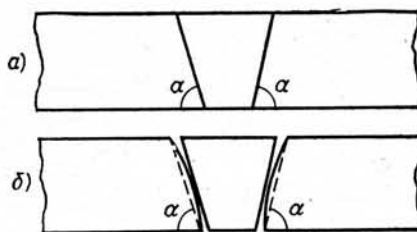


Рис. 1. Распорный стык, заполняемый клиновым вкладышем: а — при плоской поверхности; б — при цилиндрической

наклона — 0,1; 0,2; 0,3. Испытывали два вида клиньев с  $h$ , равной полной высоте блока и  $2/3$  этой величины. Во втором случае выяснялась возможность снижения количества типоразмеров клиньев за счет вертикального перемещения укороченных вкладышей в зазоре. Это дает возможность компенсировать изменение длины окружности кольца обделки.

Вертикального смещения («выпирапия») клинового вкладыша не наблюдалось ни в одном из опытов, вплоть до применения блоков с тангенсом угла наклона, равным 0,3. Площадь контакта поверхности при плоском стыке составляла 30%, а при цилиндрическом 40% от всей площади стыка. Более третинойстойкой оказалась заделка с цилиндрическими поверхностями конструкций. Несущая способность заделки с плоской поверхностью была 80 т. Стык с цилиндрической поверхностью не удалось разрушить даже при нагрузке 120 тс, предельной для стенда.

При заполнении зазора клиновым вкладышем на растворе его выравнивают соприкасающиеся поверхности и практически исключают концентрацию напряжений. В связи с этим несущая способность стыка повышается. При максимальных нагрузках — 120 тс видимых изменений в стыке не наблюдалось.

Исследования показали, что бетонные клиновые вкладыши с винилпластовыми прокладками не повышают несущей способности стыка. В натуре наблюдалось об-

разование трещин в теле вкладышей.

При проведении скоростной проходки перегонного тоннеля с блочной железобетонной обделкой, обжимаемой в лотке, между станциями «Академическая» и «Гражданская» Ленинградского метрополитена\* нашел применение распорный стык (имеющий цилиндрические поверхности) с винилпластовыми прокладками. Зазор от разжатия заполнялся клиновыми укороченными бетонными вкладышами, вводимыми в радиальном направлении (рис. 2).

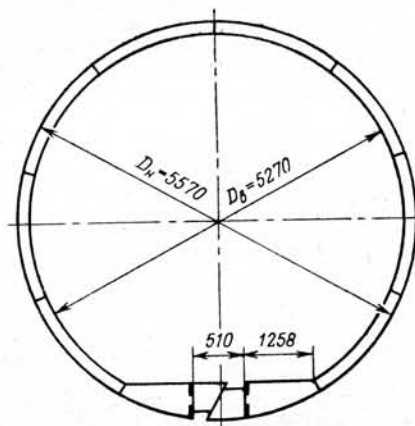


Рис. 2. Стык в месте разжатия обделки 5-БНЛ-2, обжимаемой в лотке.

При этом домкрат вставлялся в предназначенное для него гнездо, производилось обжатие, после чего заполнялся образующийся между блоками зазор.

Чтобы определить изменение

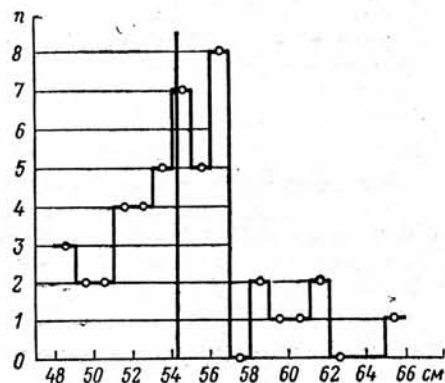


Рис. 3. Распределение величин зазоров от разжатия.

\* См. «Метрострой» № 3, 1976.

величины зазора между лотковыми блоками после разжатия, проведены замеры на 49 кольцах. Результаты в виде гистограммы представлены на рис. 3. Средняя величина зазора 54 см, минимальная 48, максимальная 65 см. Следовательно, фиксирующие устройства должны иметь конструкцию, позволяющую компенсировать изменение зазора в пределах 17 см. Большой диапазон колебания этой величины вызван, в основном, значительными отклонениями толщины блоков от проектной. Среднее наблюдаемое от-

клонение на 18 мм дает увеличение периметра кольца на 119 мм, а максимальное — в 60 мм — соответственно на 377 мм. Более точное изготовление блоков исключит такой разброс и, по-видимому, позволит обходиться двумя, а не четырьмя клиновыми вкладышами.

Неточности ведения щита не влияли на периметр выработки. Усилие обжатия, создаваемое в лотке тоннеля домкратом, достигало 30 т. Исследования с помощью динамометрических шпилек показали, что до горизонтального

периметра доходит усилие в 12 т. При переходе на фиксирующие устройства (бетонные клиновые вкладыши) потеря усилия обжатия в месте измерения практически не происходит.

Исследованная конструкция стыка показала себя надежной и удобной в монтаже и рекомендуется к широкому применению в практике тоннелестроения. В целях уменьшения стоимости отделки представляется возможным цилиндрический распорный стык выполнять без винипластовых прокладок.

## Строительная мозаика

### ПОДЗЕМНОЕ РУСЛО НА ТРАССЕ ДНЕПР — ДОНБАСС

На строительстве канала Днепр — Донбасс завершена проходка тоннеля длиной около трех с половиной километров. Он сооружен в сложных геологических условиях на самом высоком участке трассы. Прокладка искусственного подземного русла дает большую экономическую эффективность — отпала нужда в возведении насосной станции.

Первую очередь канала строители обязуются сдать в эксплуатацию уже к концу этого года — на 12 месяцев раньше установленного срока.

### ПРОЕКТ НОВОГО МАГИСТРАЛЬНОГО КАНАЛА

Утвержден технический проект первой очереди нового магистрального канала в Узбекистане. Он возьмет начало у Чарвакского водохранилища и придет на Келесский массив, где в ближайшие годы предполагается освоить под возделывание хлопчатника 100 тыс. га целинных земель.

Характерно, что более половины 180-километрового русла канала проляжет по каменным горным породам, по тоннелям большой протяженности. В долинах вода будет течь в железобетонных «рубашках», причем емкости глубиной 30 м будут перемежаться с насыпями высотой с 5-этажный дом. Пропускная способность магистрального канала — 75 кубометров воды в секунду.

### ПОДЗЕМНЫЕ СТАНЦИИ КИЕВСКОГО ТРАМВАЯ

Жилой массив Никольская Борщаговка в Киеве связывает с центром города недавно сданная в эксплуатацию трамвайная линия. Но внимание строителей мостостроительного № 500 треста Мостострой-1 по-прежнему приковано к этой трассе. Они продолжают сооружать на ней три станции, из которых две подземные — «Индустриальная» и «Бульвар Лепсе». Как только будут сооружены эти станции, всю линию намечено перевести на скоростной режим. Трамвайные поезда пойдут здесь со скоростью, достигающей 80 километров в час.

### ПО УЧАСТКОВОМУ ПОДРЯДУ

Творчески развивая метод Николая Злобина, тбилиские метростроители применили участковый подряд. Здесь на сооружении одного из тоннелей метро договор объединил весь коллектив участка — администрацию, специалистов и рабочих, причем все трудилось сдельно. На весь объем строительства был составлен общий аккордный наряд. Работы принимались поэтапно.

По сравнению с другими участками Тбилтоннельстрой, где пока не перешли на новую форму хозрасчета, на участке, организовавшем работу по единому наряду, выработка на каждого человека возросла более чем наполовину, причем значительно снизилась стоимость строительно-монтажных работ, сэкономлено много материалов.

Новый метод работы одобрен Госстроем Грузинской ССР и рекомендован для внедрения в строительных организациях республики.

### СЕМЬ ТОННЕЛЕЙ МАГИСТРАЛИ «ЕДИНСТВО»

Трансвьетнамская железнодорожная магистраль — крупнейшая в Юго-Восточной Азии. Протяженность ее рельсового пути — 1.730 км. Строилась дорога 55 лет (с 1881 по 1936 гг.).

Весной 1975 г., когда южная часть Вьетнама была полностью освобождена от неокolonиального господства и страна воссоединилась, началось восстановление железной дороги, получившей ныне название «Единство».

Благодаря постоянной и эффективной помощи братских социалистических стран, транспортные строители Социалистической Республики Вьетнам успешно преодолели все вставшие перед ними трудности. Они восстановили 7 тоннелей, уложили 660 км рельсов, отремонтировали и построили заново 475 больших и малых мостов, 115 вокзальных зданий.

Магистраль «Единство» теперь надежно связывает столицу социалистического Вьетнама Ханой с крупнейшим городом в южной части страны, носящим имя великого вождя вьетнамской революции Хо Ши Мина.

*По сообщениям ТАСС и прессы.*



# ОРИЕНТИРУЕТ ЛАЗЕРНЫЙ ЛУЧ

А. ШЕВЦОВ, инженер

В практике инженерно-геодезических работ при строительстве метрополитенов в последнее время наибольшее распространение находят гелийнеоновые и полупроводниковые арсенид-галлиевые лазеры. Для них характерна более узкая полоса частот излучения, чем у лазеров других типов. Вот почему у газовых лазеров когерентность — излучение световых волн со строго определенной частотой и фазой — значительно выше. Коэффициент их полезного действия составляет 0,01—0,1%, выходная мощность излучения находится в пределах от сотен мкВт до сотен мВт.

В настоящее время разработка и создание геодезических лазерных приборов в нашей стране ведется непрерывно. В Центральном научно-исследовательском и проектно-экспериментальном институте организации, механизации и технической помощи строительству (ЦНИИОМТП), Московском институте инженеров геодезии, аэрофотосъемки и картографии (МИИГАиК), Всесоюзном научно-исследовательском институте горной геомеханики и маркшейдерского дела (ВНИМИ), других научных учреждениях и организациях уже получены положительные результаты в области создания новых лазерных геодезических приборов.

Отечественная промышленность изготовляет опытные образцы лазерного указателя направления (ЛУН).

Лазерный визир для автоматического контроля за положением проходческого щита был впервые применен при проходке участков тоннелей метро в Баку. На этих участках скорость проходки увеличилась, трудовые затраты сократились, качество работ повысилось. Лазерный луч в сочетании с автоматическим контролем за проходческим щитом способствует более точному сооружению тоннелей при одновременной проходке встречных забоев. По лучу выдерживается проектное направление работы тоннельных проходческих машин.

Эффективность применения лазерных приборов при строительстве метрополитенов подтверждается также опытом их использования рядом зарубежных фирм.

Так, для строительства мюнхенского метрополитена фирмой «МВВ» (ФРГ) создано специальное полуавтоматическое лазерное геодезическое устройство. С его помощью при прокладке тоннеля оператор с высокой точностью определяет положение буровой машины. Устройство позволяет осуществлять геодезический контроль как на прямолинейных, так и на криволинейных участках. На рис. 1

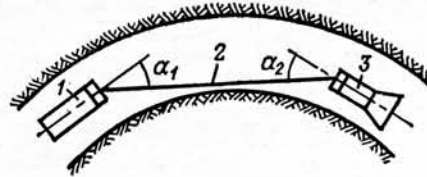


Рис. 1. Схема контроля проходки тоннеля с помощью лазерного устройства. 1 — лазерный прибор, 2 — лазерный луч, 3 — фотоприемник.

представлена схема работы лазерного устройства для контроля проходки тоннеля. На кровле тоннеля за буровой машиной подвешивается лазер 1 с установленной на его выходе оптической системой. Фотоприемник крепится на буровой головке. Направляемый в оптическую систему фотоприемника 3 лазерный луч 2 расщепляется надвое. Один из них показывает отклонение буровой головки от проектного направления по высоте, другой — в плане. При проходке тоннеля на криволинейных участках для отклонения луча на некоторый угол перед лазером устанавливают два вращающихся клина, способных перемещаться независимо друг от друга с помощью шаговых электродвигателей. Клинья позволяют отклонять луч в пределах конического угла, максимальная величина которого равна сумме отклонений клиньев. Оптическая система фотоприемника расщепляет световой луч на две части и направляет их на проекционные экраны. По одному из них, имеющему сетку координат, оператор буровой машины может контролировать отклонение головки по горизонтали и вертикали, по другому — смещение между осью буровой головки и касательной к кривой тоннеля в диапазоне до 5°. С помощью теодолита можно ориентировать лазер в заданном направлении, в фотоприемник в направлении, параллельном оси машины. Большая кривизна трассы требует сравнительно частой перестановки лазерного прибора. Чтобы сделать контроль непрерывным, можно использовать два или три лазерных датчика: с помощью одного осуществлять контроль, а другие готовить к работе.

Для контроля проходки тоннелей используется также лазерный теодолит модели ДКМ 2-А, разработанный фирмой «Керн». Прибор применили для управления щитовой проходческой машиной в Цюрихе. Контроль проходки осуществлялся по направлению, в плане и по высоте.

При проходке тоннелей метрополитенов в США лазерная техника все больше вытесняет традиционные методы геодезического контроля. Фирмы США выпускают лазерные приборы различных моделей, с помощью луча которых определяют требуемое направление оси тоннеля при его проходке и контролируют положение проходческого щита. При этом не обязательно устанавливать лазерный прибор по оси тоннеля. Его можно устанавливать в стороне, на жестком основании — так, чтобы излучаемый луч был параллелен оси тоннеля. Дальность действия лазерных приборов — в пределах 500 м.

Однако в начале проходки из-за разности температур в тоннеле и у входа в него, которая влияет на отклонение луча от требуемого направления, лазер устанавливают на малом расстоянии от экрана. По мере проходки это расстояние увеличивают. Оператор контролирует положение проходческого щита по следу лазерного луча на экране, устанавливаемого по оси тоннеля. Для контроля стабильности положения лазерного луча по его направлению устанавливают одну или несколько визирных марок с отверстиями диаметром 1,3÷1,9 см (рис. 2).

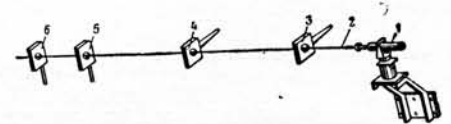


Рис. 2. Схема установки лазерного устройства и визирных марок при проходке тоннеля. 1 — лазерный прибор, 2 — лазерный луч, 3, 4 — визирные марки по направлению лазерного луча, 5, 6 — задняя и передняя марки на машине.

Положение щита можно контролировать визуально или с помощью фотоэлектрических приемников. При визуальном контроле на передней и задней частях машины укрепляют две визирные марки. Задняя марка имеет отверстие точно по центру, чтобы излучаемый лазером луч, установленный в заданном направлении согласно требуемому углу наклона, проходил через нее и падал на переднюю марку. Если световое пятно приходится точно по кресту нитей передней марки, то машина движется по заданному направлению и уклону.

Если пятно на марке смещено, то оператор корректирует направление движения машины. При работе на криволинейных участках трассы тоннеля лазер-

ный прибор и визирные марки переставляют по направлению луча. Таким образом, участки разбивают на большое количество прямых линий — хорд, каждая из которых имеет свое направление. В случае плохой видимости лазерного пятна на передней визирной марке (при наличии внешнего света) применяют фотоэлектрическое устройство, монтируемое на рабочем органе машины. Это устройство подает сигналы на электромагнитные клапаны гидросистемы машины, благодаря чему бурильное оборудование направляется автоматически.

В Швейцарии при проходке тоннелей экскаватором применяют приборы с использованием гелиево-неонового лазера мощностью 0,001—0,005 Вт. Лазерный луч, идущий параллельно оси тоннеля, указывает точное направление продвижения экскаватора. Чтобы соблюсти требуемую точность движения, машинист наблюдает за положением светового пятна в центре визирной марки с концентрическими кругами, находящейся в поле его зрения.

Для большей надежности контроля требуемого направления движения на задней части экскаватора устанавливают вторую прозрачную визирную марку с крестом по ее центру. Перекрестие отбрасывает тень от лазерного луча на световое пятно передней визирной марки. На верхнем своде тоннеля помещают специальное приспособление, объектив которого направлен на лазерный луч. В случае изменения положения лазерного прибора (вследствие удара или смещения горной породы) требуемое направление движения экскаватора задается посредством этого приспособления.

Представляет интерес проведенный комплекс геодезических измерений по определению поперечного сечения тоннеля «Хайтерсберг» (Швейцария). Расстановку геодезического оборудования для

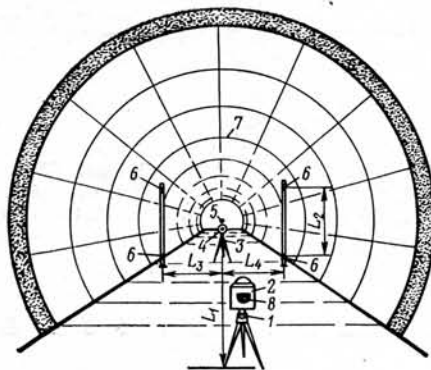


Рис. 3. Схема расстановки геодезического оборудования при съемке поперечного сечения тоннеля.

1 — съемочная камера, 2 — плоскость съемочной камеры, 3 — лазерный прибор, 4 — светящаяся точка в лазерном приборе, 5 — заданная ось тоннеля, 6 — светящиеся точки на геодезических рейках, 7 — получаемое изображение профиля, 8 — скорректированное изображение профиля ( $L_1$  — расстояние между точками нахождения лазерного прибора и съемочной камеры,  $L_2$  — расстояние между светящимися точками на геодезической рейке,  $L_3$  и  $L_4$  — расстояния от места нахождения лазерного прибора до геодезических реек).

съемки поперечного сечения тоннеля показана на рис. 3. Съемочную камеру 1 устанавливали около оси 5 тоннеля так, чтобы оптическая ось объектива камеры была направлена перпендикулярно измеряемому профилю тоннеля, а плоскость 2 камеры была в вертикальном положении, параллельном плоскости камеры.

Лазерный прибор 3 указывает вращающимся лучом света профиль на внутреннем своде тоннеля. Расстояние  $L_1$  между точками стояния съемочной камеры и лазера определяют приблизительно. Две геодезические рейки, каждая из которых снабжена двумя светящимися точками 6, устанавливают вертикально и параллельно по отношению к

плоскости профиля. Таким образом измеряют расстояние  $L_2$ , а также расстояния  $L_3 + L_4$ . Зная эти величины, производят увеличение снимка до требуемого масштаба и коррекцию небольших ошибок между плоскостями профиля и изображения (7 и 8 — соответственно получаемое и скорректированное изображение профиля), так как последнее искажено.

Для определения формы профиля и его положения в исходной системе координат измеряют положение и высоту светящейся точки 4 в лазерном приборе по отношению к заданной оси тоннеля. Контролируют положение точки на геодезической рейке, сверяя с данными, полученными путем геодезических измерений.

В результате фотосъемки поперечного профиля тоннеля на пленке получают световые линии, а также светящиеся точки в лазерном приборе и на геодезических рейках. Эти данные позволяют представить профиль тоннеля в требуемом масштабе цифровым или графическим способом. При необходимости выполняют коррекцию получаемого изображения по отношению к принятой системе координат, для чего применяют различные способы: фотографическое или механическое увеличение, измерение координат изображения и дальнейшую цифровую или графическую обработку.

Сделаны пока первые шаги в применении лазерных приборов и инструментов при строительстве метрополитенов. Но уже сейчас очевидно, что лазеры улучшают условия труда, повышают качество работ, сокращают сроки и затраты на их выполнение. Лазерная техника развивается высокими темпами, характеристики приборов улучшаются. Можно с уверенностью сказать, что внедрение лазерных устройств в практику метрополитенов будет расширяться.

## Новости науки и техники

### ВМЕСТО МЕХАНИЧЕСКОГО БУРА — МИКРОРЕАКТИВНАЯ ГОРЕЛКА

В новой детонационной установке, созданной учеными Казахского политехнического института, сверхзвуковая ударная волна от микрореактивной горелки надежно заменяет механический бур. Пульсирующие микровзрывы тепловой струи, температура которой достигает 3,5 тыс. градусов, дробят монолитную гранитную массу в 1,5—2 раза быстрее, чем при аналогичных работах обычными огнеструйными агрегатами.

### ЦАНГОВЫЙ СТЫК ДЛЯ СВАЙ

Цанговый стык, разработанный Оргтехстроем Главкузбасстроя и Красноярским ПромстройНИИпроектом, предназначен для составных железобетонных свай длиной до 24 м. В основу конструкции положен принцип заклинивания цанги в гильзе при помощи конусообразных клиньев, входящих в отверстие

цанги. Время стыковки сокращается в 3—4 раза по сравнению с применяемым сейчас болтовым стыком.

### С ПОМОЩЬЮ СЖАТОГО ВОЗДУХА

Навесной экскаваторный пневморыхлитель — новая разработка Всесоюзного научно-исследовательского института транспортного строительства. Нынешней зимой она прошла серьезный экзамен во время прокладки тоннеля под проспектом Мира в Москве, у станции метро «Щербаковская». Участок необычайно твердого (к тому же промерзлого) грунта тоннелестроители треста «Мосинжстроймеханизация» № 1 с помощью экскаваторного пневморыхлителя прошли в несколько раз быстрее, чем предусматривалось расчетами с применением техники, имевшейся до того в распоряжении строителей.

Навесной экскаваторный пневморыхлитель — оригинальная техническая но-

винка. Она хороша еще и тем, что ее можно использовать в условиях небольшой, стесненной городской кварталами строительной площадки.

### СЕЙСМОСТОЙКИЕ СВАИ

На Шимановском комплексе предприятий строительной индустрии БАМ освоены выпуск свай, отличающихся особой высокой прочностью и морозостойкостью. Дома, построенные на фундаментах из таких свай, могут выдержать землетрясение в 7—8 баллов.

Для опор железнодорожных мостов комбинат «Шимановскстройиндустрия» выпускает также новую продукцию — сваи «БАМ».

Выпуск мощных опор, выдерживающих нагрузки до 200 т, освоены на Подпорожском заводе железобетонных мостовых конструкций (Ленинградская область). Эти опоры также предназначены для фундаментов зданий в районах повышенной сейсмичности.

По сообщениям ТАСС и прессы.

# МЕТОДОМ «СТЕНА В ГРУНТЕ»

В. МОРОЗОВ, В. РЕСИН, инженеры

**Направляющая траншея.** Известно несколько методов сооружения направляющих стенок. В первое время, в период внедрения метода «стена в грунте», в системе Главмосинжстроя они сооружались с помощью выставления деревянной опалубки, что, естественно, не только снижало качество стенок направляющей траншеи, но и увеличивало затраты времени.

В дальнейшем воротник пионерной или направляющей траншеи стали возводить с помощью металлической инвентарной опалубки. Благодаря тому, что расстояние между ее стенками можно регулировать, появляется возможность неоднократного использования опалубки при устройстве стенок направляющих траншей различной ширины.

Для устройства воротника направляющей траншеи применяется дорожная сетка и бетон марок М-200, М-300. Заметим, что для устройства направляющих стенок можно использовать не только металлические инвентарные воротники, переставляемые в процессе разработки траншеи, но также кирпичную кладку, фундаментные блоки (как это было, например, сделано при устройстве направляющей траншеи на строительстве мазутохранилища для колхоза «Ленинский луч») и деревянные щиты.

**Разработка траншей** под стены будущего подземного сооружения осуществляется с помощью специального оборудования для данного метода строительства.

Наиболее широкое применение на объектах Главмосинжстроя нашли штанговые экскаваторы SC-150K французской фирмы «Poclain». Кроме этого внедрены грейфер западногерманской фирмы «Baueg» и буровая установка BW японской фирмы «Tone Boring» С.О.,LTD.

Перечисленные установки отличаются как по принципу работ, так и по конструкции. Грейферы французской фирмы «Poclain» могут быть с прямоугольной формой краев в плане и имеют ширину 0,55 и 1 м. Грейфер крепится к рукояти экскаватора через систему вставок. Определенный подбор их позволяет регулировать глубину разработки (рис. 1). Грейфер с полукруглыми краями применяется только в сочетании со сплошной штангой квадратного сечения, которая передвигается внутри направляющей, также квадратного сечения. Максимальная глубина разработки траншеи в первом случае (система вставок) при рукояти 2,4 м составляет 14,7 м; при рукояти 3 м — 16,1 м, во втором случае сплошная штанга — 30 м.

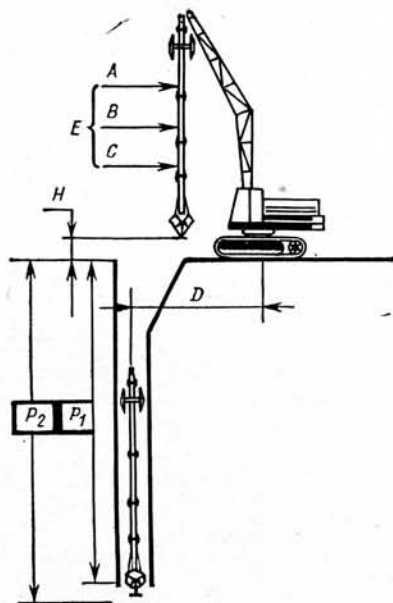


Рис. 1

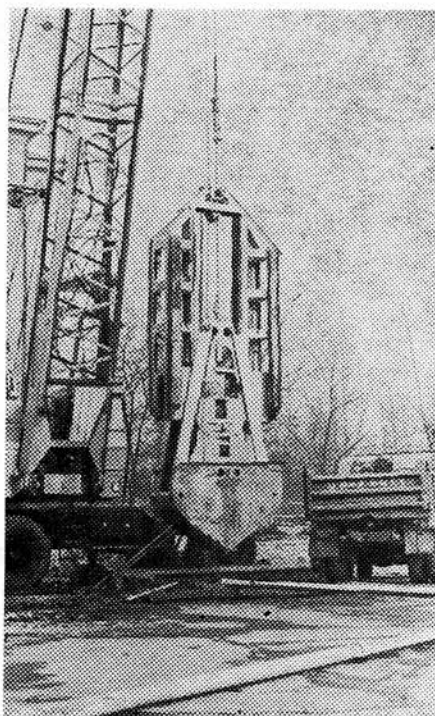


Рис. 2

Применение экскаватора «Poclain» SC-150K с мачтой позволяет добиться минимальных отклонений от вертикальности и обеспечивает высокое качество возводимых стен.

Установка формы «Tone Boring» дает возможность разрабатывать траншею с помощью бурового агрегата BW. Буры, оборудованные моторами с принудительным приводом, подвешиваются на стреле крана. Кроме буров установка имеет систему боковых резцов, приводимых в движение штоками. Разрабатываемый грунт выдается на поверхность вместе с глинистым раствором с помощью всасывающего насоса. После отделения твердых частиц грунта раствор поступает в емкость, в которой имеющиеся в нем тонкие частицы осаждаются. Затем раствор снова подается в траншею. Точность разработки по вертикали проверяется с помощью указателя отклонения, имеющегося на пульте управления.

Имеется три модификации установок: BWN=4055, с помощью которой можно разрабатывать траншеи шириной 400, 450, 500, 550 мм; BWN=5580 — 550, 600, 650, 700, 750, 800 мм; BWN=80120 — 800, 900, 1000, 1100, 1200 мм.

Применение установок фирмы «Tone Boring» возможно как при плюсовых, так и при минусовых температурах воздуха. Это подтвердила и практика. Несмотря на сильные холода, успешно завершено сооружение подвальной стены 74-этажной водонапорной башни в Чикаго.

На строительстве подземных сооружений в Москве применяется и грейфер фирмы «Baueg» (рис. 2), который имеет следующую техническую характеристику: ширина — 800 мм; размер по зубьям в раскрытом состоянии — 2740 мм; масса — 8200 кг.

С помощью тросов грейфер подвешивается к крану большой грузоподъемности. При этом глубина разработки зависит от канатоемкости барабана крана. Однако следует отметить и такой существенный недостаток этого грейфера. Обладая большой парусностью, он, при извлечении из траншеи, вращается на тросах вокруг своей оси. В результате разработки специального устройства (крепление грейфера к крану) была получена возможность устранить описанное выше отрицательное явление.

Как и система BW, грейфер фирмы «Baueg» может быть использован при работе в зимних условиях (что существенно отличает эти установки от штангового грейфера фирмы «Poclain», примене-

ние которого при минусовых температурах невозможно).

Описанные установки различаются и технологией производства работ. При разработке траншей грейферами фирмы «Poclain» и «Вауег» глинистый раствор выполняет лишь роль стабилизирующей жидкости, в то время как в системе BW он играет еще и роль гидротранспорта.

Тем не менее следует отметить, что экскаваторы французской фирмы «Poclain» тоже можно применять в зимнее время при условии крепления грейфера к рукояти с помощью системы вставок. Примером использования экскаватора фирмы «Poclain» в зимних условиях может служить строительство шахт водовода завода «Серп и молот».

На всех объектах во время производства работ систематически ведется контроль за качеством (параметрами) глинистого раствора, свежеприготовленного и находящегося в траншее укладываемого бетона. Проведенные исследования показали, что в процессе разработки грунта с применением грейферного оборудования значительно уменьшается загрязнение бентонитового раствора, как это имеет место в случае применения бурового оборудования.

Грунты на строительстве шахт для камер Никольской тепломагистральной были представлены плотными суглинками и мелкозернистыми водоносными песками. Загрязнение суспензии в процессе разработки суглинков наблюдалось меньше чем при разработке песков.

Перед началом бетонирования старая суспензия удалялась с помощью погружного насоса или эрлифтной установки в отстойник, а в траншею подавалась свежеприготовленная суспензия (или в отдельных случаях чистая вода, которая перемешивалась в траншее с имеющейся там суспензией).

В последнее время при строительстве подземных сооружений методом «стена в грунте» на объектах Главмосинжстроя глинистая суспензия в процессе разработки траншей и перед началом бетонирования очищается от засоривших ее частиц грунта на регенерационных установках. Причем при работе буровой установки BW фирмы «Топе Болинг» этот процесс осуществляется постоянно.

В случае, когда применяются грейферы фирмы «Poclain» или «Вауег», глинистая суспензия очищается от частиц грунта на регенерационной установке фирмы «Вауег». Глинистая суспензия подается из траншей на установку погружным грязевым насосом (типа «Гном») или же эрлифтной установкой.

Крупные частицы разрабатываемого грунта отделяются на вибросите, а мелкие фракции с помощью гидроциклонов.

Регенерированная суспензия перемешивается со свежеприготовленной в специальных емкостях и из них самотеком подается в траншею. Глинистая суспензия перед подачей ее на регенерационную установку имела, как показали исследования, такие параметры: плотность,  $\gamma = 1,15-1,21$  г/см<sup>3</sup>; вязкость,  $T = 32-37$  сек.

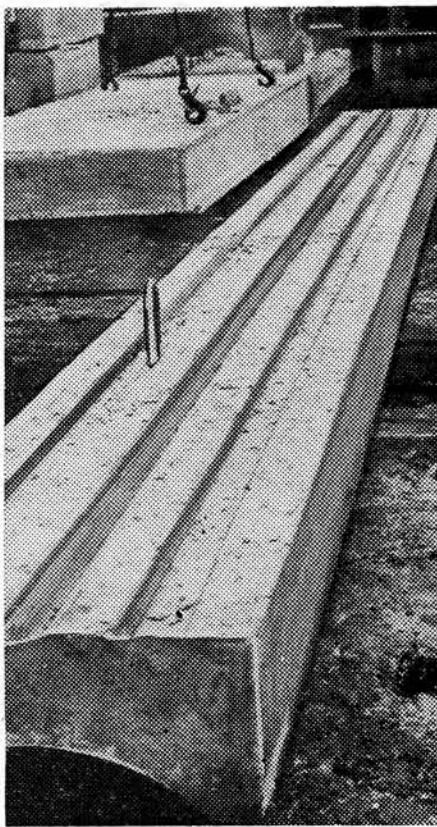


Рис. 3

После очистки глинистой суспензии на установке последняя имела параметры:  $\gamma = 1,06$  г/см<sup>3</sup>;  $T = 25-27$  сек.

Свежеприготовленная суспензия для сравнения имела параметры:  $\gamma = 1,05$  г/см<sup>3</sup>;  $T = 21$  сек.

**Бетонирование.** Основным способом строительства подземных сооружений методом «стена в грунте», применяющимся на объектах Главмосинжстроя, является устройство стен в траншеях, разработанных под защитой глинистой суспензии из монолитного железобетона.

Бетон доставляется на строительную площадку в автобетоносмесителях емкостью 3,6; 5,5; 10 м<sup>3</sup>. В летний период автобетоновозы доставляют на объект готовый бетон; при работе в зимних условиях в автобетоновозы на бетонных заводах загружается сухая смесь, а горячая вода (температура 30—35°) заливается уже непосредственно на объекте перед началом бетонирования.

Для контроля качества укладываемого бетона осуществляется набивка кубиков (в соответствии с положением СНиП) и установка их в специальный шурф с находящейся в нем глинистой суспензией. В ней кубики выдерживаются, а затем их испытывают в лабораторных условиях.

После разработки ядра между стенами прочность последних проверяется простукиванием молотка ПМ и с помощью ультразвукового прибора. Так, на строительстве шахт одного из объектов, выполненном в зимних условиях, испытания стен на 34-е сутки в разных точках дали следующие результаты: 285, 291, 290, 280, 278 кг/см<sup>2</sup>.

Испытания кубиков, набитых в лабораторных условиях, показали: 295, 299, 300 кг/см<sup>2</sup>.

Для устройства стен нами используется следующий примерный состав материалов, идущих на приготовление 1 м<sup>3</sup> бетона: цемент — 450—530 кг; песок с крупностью зерен от 0 до 6 мм — 760—780 кг; гравий или щебень с фракцией от 5 до 20 мм — 990—1100 кг; вода — 180—200 литров (марка цемента — портландцемент 400 Белгородский).

Пластичность бетона измеряется с помощью конуса и должна находиться в пределах 14—18 см. Для получения бетона с такой пластичностью (отвечающего требованиям, предъявляемым к бетонам, используемым для возведения монолитных железобетонных стен) применяется следующая примерная дозировка компонентов на приготовление 1 м<sup>3</sup>: цемент — 400 кг; песок — 900 кг; мелкий гравий 25—35 мм — 900 кг; вода — 140 л.

**Соединения между захватками.** Для разделения бетонируемых захваток от неразработанных до последнего времени на строительных объектах применялись разделительные трубы, но теперь их заменили железобетонные перемычки (рис. 3), разработанные специалистами Главмосинжстроя. Преимущество таких перемычек заключается в том, что они остаются постоянно в теле будущей стены. Таким образом, отпала надобность извлекать разделительные трубы после бетонирования очередной захватки. А благодаря этому существенно повысились и темпы строительства.

Что касается технической характеристики железобетонных перемычек, то она такова: длина — 9 м, ширина — 680 мм, высота — 300 мм, масса — 3,95 т.

В зависимости от глубины разрабатываемой траншеи перемычки собираются в одну плетть непосредственно в процессе их монтажа в траншею. Для этого применяется специальное захватное устройство.

**Высокая эффективность метода «стена в грунте».** Этот метод позволяет полностью устранить осадки и повреждения зданий, расположенных в непосредственной близости от строительства. Он дает возможность снизить стоимость строительства (по сравнению с опускной крепью) в 1,5—2 раза. Его использование помогает устранить нарушения структуры грунта, которые неизбежны при применении шпунтового ограждения. Преимущество прогрессивного способа «стена в грунте» и в том, что его применение снижает трудоемкость работ в 2—3 раза, расход стали — в 1,3—1,9 раза, а бетона — в 1,8—2,4 раза.

В речи на XVI съезде профсоюзов СССР Генеральный секретарь ЦК КПСС товарищ Л. И. Брежнев, говоря о вкладе профсоюзов в решение задач, связанных с улучшением жизни народа, подчеркнул первостепенное значение постоянной заботы об улучшении условий труда, о сведении к минимуму ручного, малоквалифицированного, физически тяжелого труда, о создании обстановки, исключающей профессиональные заболевания и производственный травматизм.

Эти слова вызвали у нас новый прилив сил, умножили энергию. Горячо поддерживая обращение участников совещания бригадиров Мосметростроя ко всем рабочим, бригадирам, инженерно-техническим работникам и служащим строительства метрополитена, коллектив СМУ-6 настойчиво внедряет опыт высокопроизводительной работы без травм и аварий по методу А. Басова и метростроевца Н. Леденева, первым подхватившим его почин.

В СМУ-6 по примеру Н. Леденева работают 30 бригад, причем 15 из них организуют труд по бригадному подряду.

На участках, руководимых С. Мосинцом, А. Дроновым и А. Шуром, в 1976 году не было случаев травматизма. В этом году все восемь участков включились в общественный смотр за звание коллектива высокой культуры производства. И вот уже есть первые успехи. Этого высокого звания решением профсоюзного комитета удостоен коллектив участка № 1 (начальник А. Лыхо, председатель цехового комитета профсоюза В. Козлов). Здесь трудятся передовые комплексные бригады проходчиков, руководимые Б. Барановым и Заслуженным строителем РСФСР И. Шепелевым, бригады изолировщиков Б. Гришина, Е. Прудникова, слесарей и электромонтажников А. Андреева. Каждое звено, каждый рабочий из состава комплексных бригад принял на себя обязательство об ответственности за состояние охраны труда. Не остается без внимания ни одно нарушение требований техники безопасности, каким бы незначительным оно не было. И, что особенно важно, постоянно ведется предупредительная работа: коллективы решительно борются за устранение причин, вызывающих травматизм.

Общественные инспекторы по охране труда избраны в каждой бригаде, в каждом звене. Это проходчики В. Гриб, В. Макаев, В. Крот, Л. Гурычев, П. Ветров, изолировщики В. Коновалов и Д. Финенко, слесарь-монтажник Ю. Быковский. Они добились не только чистоты на рабочих местах, но и высокой культуры производства. Здесь свели к минимуму непроизводительные простои, ведут строгий счет каждому трудовому дню, каждой рабочей минуте пятилетки.

Не проходит ни одного дня, чтобы общественный инспектор В. Коновалов не побывал на рабочих местах бригады изолировщиков, в которой он трудится сам. Активист проводит короткие, но деловые беседы о профилактике травматизма, делает конкретные замечания, дает рекомендации. И все они обязательно претворяются в жизнь.

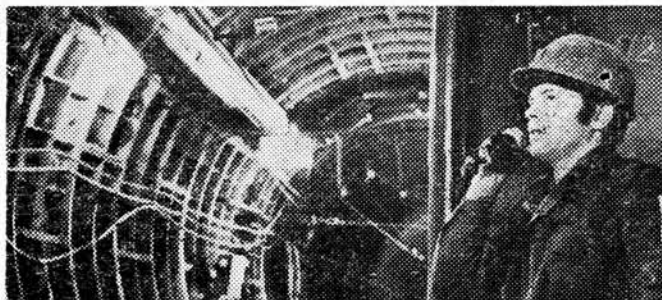
Общественный инспектор по технике безопасности Ю. Быковский по роду своей работы (он слесарь-монтажник) бывает в разных забоях участка. Активист умело использует эту возможность и ведет каждодневную работу не только в коллективе своей, но и других бригад.

На других участках нашего строительно-монтажного управления хорошо выполняют поручения инспекторы И. Рупкой, В. Аппин, В. Дрожжин, М. Клоков (участок № 4), С. Соколов и Н. Павлов (участок № 3), В. Куликов, А. Момот (участок № 7).

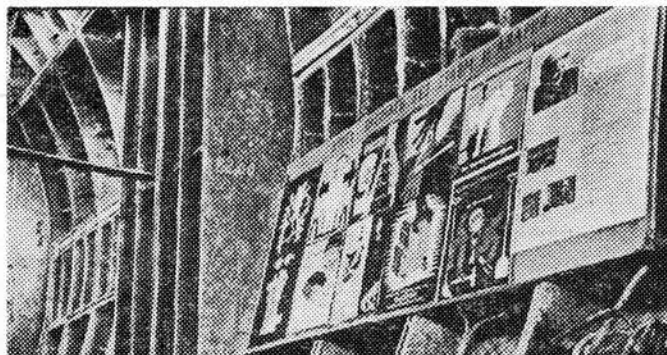
Всей работой общественных инспекторов руководит комиссия по охране труда шахткома, бесценно возглавляемая в течение ряда лет слесарем-монтажником Г. Дидоренко. Широкою поддержкой в коллективе нашла выдвинутая Г. Дидоренко цель: добиться, чтобы в трехступенчатом контроле непременно участвовали все мастера, сменные технические руководители, чтобы охране труда была обеспечена каждодневная инженерная поддержка и гарантия. Это значит, что опыт рабочих по выполнению норм и требований техники безопасности будет объединен с опытом и знаниями инженерно-технических работников.

Н. ИВАНИН, инженер СМУ-6 Мосметростроя

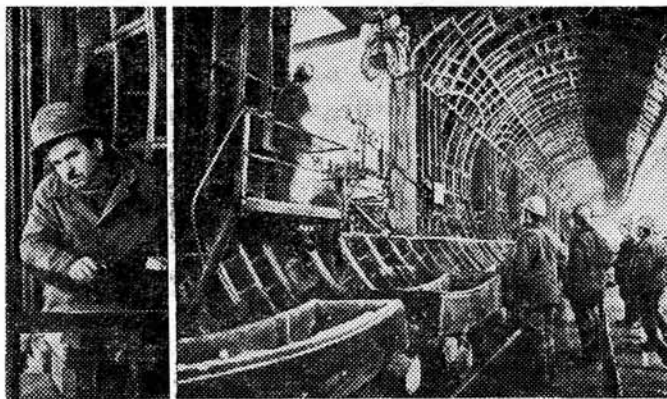
## ПО ПРИМЕРУ НИКОЛАЯ ЛЕДЕНЕВА



Метростроители СМУ-6 соревнуются за звание коллектива высокой культуры труда. На рабочих местах — чистота, порядок. На снимке: изолировщик Б. Шторгин (бригада Б. Гришина) сообщает диспетчеру о ходе работ.



На снимке: в тоннеле строящейся станции «Марксистская» установлен стенд «Учись работать без травм и аварий».



Почти два десятилетия трудится на Метрострое лебедчик Х. Таов. За это время он овладел специальностями проходчика, бетонщика, механизатора горных работ. На снимке слева: Х. Таов ведет монтаж тубинговой обделки венткамеры на станции «Марксистская». Справа: обычный трудовой день на сооружении станции «Марксистская».

Фото В. САВРАНСКОГО и П. ПУЗАНОВА.

## Будни великой стройки



**М**алый БАМ. Впервые о нем мы, группа журналистов, услышали в кабинете секретаря Якутского областного комитета КПСС...

...Посмотрите на географическую карту Дальнего Востока. Если на ней провести указкой линию с юга на север, а именно, вверх от старого Транссиба к южной Якутии, — то это как раз и будет Малый БАМ: пересекающая Байкало-Амурскую магистраль меридиальная железная дорога Бам — Тында — Беркамит.

Поистине изумительны места, по которым пройдет Малый БАМ! Невольно вспоминаются слова Альфреда Маса, корреспондента журнала французских деловых кругов «Реалите» («Реальность»):

— Сибирь — новое Эльдorado, край первопроходцев, необъятные земли, малоосвоенные недра, невиданно богатые энергетические и минеральные ресурсы...

Недаром же нашему спутнику — заместителю главного редактора венгерского журнала «Орсаг-Вилаг» («Страна — Мир») Андрашу Галу очень пришлось по душе шутка, которую мы услышали в одном из якутских селений:

«Отправившись распределить по белу свету богатства, бог, появившись над Якутией, обморозил руки и уронил на ее землю все свои мешки, наполненные сокровищами Вселенной»...

Андраш Гал часто повторял эту шутку. И не переставал удивляться необыкновенной щедрости подземных кладовых обширного северного края.

— Не то удивительно, что площадь Якутии превышает территорию Венгрии более чем в тридцать раз, — говорил Андраш, — а то, что здесь представлена чуть ли не вся таблица Менделеева! Якутия — это алмазы, золото, никель, медь, олово, слюда, газ, апатиты и многое другое...

...Да, и многое другое. Например, в тайге у Станового хребта под землей нашли уголь, железо.

Вот что рассказывает секретарь Якутского обкома партии **Владимир Иванович БАСАНЕЦ**:

15 июля 1975 года в Якутской АССР образован новый город — Нерюнгри. До указанной выше даты это был небольшой (с населением в 5 тысяч человек) поселок Алданского района. Теперь городу Нерюнгри прочат завидное будущее — не менее славное, чем золотому Алдану или алмазному Мирному: в недалеком будущем новый город будет иметь 100-тысячное население.

Все это станет понятным, если сказать, что здесь открыто уникальное месторождение высококачественных коксующихся углей. Причем, мощные пласты этого «черного золота» залегают неглубоко, а местами даже выходят на поверхность.

Весьма примечательно и то, что по соседству с Нерюнгри геологи обнаружили богатейшие залежи железной руды. И она — тоже отменного качества: иные пласты содержат в каждой тонне до 500 килограммов железа.

Словом, город Нерюнгри по праву взял на себя почетную миссию — быть центром важного промышленного узла, создаваемого в соответствии с десятым пятилетним планом Южно-Якутского территориально-производственного комплекса.

Сейчас, наряду со строительством города Нерюнгри, сооружается угольный разрез мощностью 13 миллионов тонн и обогатительная фабрика, рассчитанная на переработку 9 миллионов тонн коксующихся углей в год. Возводится новая ГРЭС, первая очередь ее достигнет мощности в 650 тысяч киловатт, а с пуском второй — возрастет до 1 миллиона 200 тысяч — 1 миллиона 300 тысяч киловатт.

В создании Южно-Якутского территориально-производственного комплекса именно Малому БАМу принадлежит первостепенная роль. Ведь совсем не случайно, что он включен в число важнейших пусковых объектов второго года десятой пятилетки.

Напряженно трудятся строители первой на Якутской земле железной дороги. Бамовские рельсы прошивают горную тайгу такими темпами, что угольщики вынуждены ускоренно готовиться к отгрузке угля с Нерюнгринского разреза.

Темпы высокие. Судите сами: в мае 1975 года поезда пришли со станции Бам в Тынду, а в декабре по новой стальной колее они поднялись к станции Сивачкан.

Под новый 1976 год десант высадился у Берканита. А теперь здесь уже вырос поселок с жилыми зданиями, магазинами, детским садом, Домом культуры.

С начала юбилейного 1977 года рабочее движение поездов открыто на протяжении участка Тында — Нагорная. Но эти километры были очень трудными. Если порция (60 процентов — насыпь и 40 процентов — выемки) считается в практике железнодорожного строительства обычной, то только на 50-километровом участке Могот — Нагорная надо было сделать 66 выемок, причем половина их объемом от 100 до 300 тысяч кубометров. И это в условиях вечной мерзлоты, где даже в самое жаркое летнее время почва оттаивает лишь на один метр.

Однако бамовцы настойчиво преодолевают трудности, умело используют мощную технику. Благодаря этому они не только перевыполнили плановое задание, но и значительно превысили собственные социалистические обязательства.

Особенно «крепким орешком» оказался Нагорный тоннель. При его проходке строителям не раз приходилось решать очень сложные задачи, предложенные природными условиями. На первых порах люди считали, что перед ними крепкая скала. Крепкой же она оказалась только с виду. Позже выяснилось, что скала не может держать свод. Поэтому, начав проходку, тоннелестроители вынуждены были отказаться от первоначального проекта. Пришлось удлинить предпортальные выемки: южную — на 70, а северную — на 20 м.

Однако и после этого помех избежать не удалось. В выемке южного портала вдруг появилась наледь, которая стала быстро расти. Даже в 40-градусные морозы вода находила себе путь в изломах скалы и, замерзая в выемке, перекрывала вход в тоннель. В таких случаях лед приходилось удалять при помощи взрывов.

И все-таки выход нашли. Тоннель с обеих сторон удлиннили бетонными коридорами, что и позволило устранить серьезные осложнения в работе, а также обезопасить будущий железнодорожный путь.

Тоннелестроители постоянно ощущают помощь своих коллег из Москвы, Ленинграда, других городов страны. Московский механический завод Главтоннельметростроя изготовил и прислал в Южную Якутию два комплекта механизированной металлической опалубки. Сейчас их широко используют на бетонировании тоннеля.

Нагорный тоннель с полным основанием считают ключами к Малому БАМу. Вот почему коллектив Тоннельного отряда № 16 ведет его проходку ускоренными темпами. Люди поставили своей целью — на каждом забое

добиться проходки по 50 метров в месяц и уже в июле сделать сбойку. Таким образом, срок сооружения тоннеля будет ускорен на целых шесть месяцев. Будет достигнута эта цель — будут и «ключи» от Малого БАМа.

— На год раньше срока — в конце 1977 года — пропустить первый рабочий поезд до Беркакита, — единодушно решили бамовцы.

И они верны слову, подкрепляя его самоотверженным высокопроизводительным трудом.

Малый БАМ несет Якутии огромные отрядные перемены в экономической и социально-культурной жизни. Но труженики нашей северной республики знают, что линия Бам — Тында — Беркакит лишь начало. Она нечто вроде эстафеты, от которой пойдут новые стальные магистрали по земле Якутской республики. Советские ученые уже сейчас работают над перспективными вопросами по строительству транспортных артерий на севере. По их расчетам, Малый БАМ должен протянуться дальше на север — к Алдану, Якутску, а затем и на восток — к Магадану, открывая собой новую полосу освоения Северной Азии.

**В** середине февраля этого года с восточной стороны Байкальского хребта началась врезка тоннеля. В Тоннельном отряде № 12 Бамтоннельстроя к этому событию шли два года. К работе приступила бригада проходчиков во главе с ветераном Московского Метростроя В. Толстоуховым. Первый шпур забурил Валентин Романович — сам бригадир. Вместе с ним трудились А. Баринев, Г. Крушинский, В. Семенов, В. Юстов...

...По телеграфному коротки эти строки сообщения. А сколько за ними напряженного труда, граничащего с настоящим подвигом. Недоступный горный перевал Даван — место первой зимовки воздушного десанта метростроевцев. Да, вначале сюда — к месту строительства тоннеля — добирались на вертолетах. Иного пути не было.

Подготовительные работы велись по направлениям: на перевале Даван и в местах врезок с востока и запада.

А до этого рубили просеки, строили автодороги, жилье. И сейчас этот далекий, недоступный район стал вполне обжитой территорией БАМа. Рядом с будущим тоннелем построен рабочий поселок. Отсюда по утрам тоннельщики разъезжаются по объектам, где они продолжают упорно, настойчиво штурмовать почти семикилометровую трассу.

## НА ПОДЗЕМНЫХ ТРАССАХ У ДАВАНА

Протяженность участка БАМа, который проходит по территории Бурятской АССР, составляет 550 километров. Это шестая часть всей магистрали, но по условиям прокладки железной дороги она как раз наиболее сложная. Именно здесь сооружаются крупнейшие тоннели — Байкальский (6,7 км) и Северо-Муйский (15,3 км).

550 километров БАМа, но именно в эту его зону входит территория площадью 150 тысяч квадратных километров, на которой железная дорога откроет огромные возможности для широкого хозяйственного ее освоения. И в первую очередь к созданию Северо-Байкальского территориально-производственного комплекса. Главным предприятием этого комплекса будет горнообогатительный комбинат, который возникнет у Молодежного месторождения хризолит-асбеста. Запасы

этого минерала не только колоссальны (они равны запасам почти всех эксплуатируемых месторождений страны, вместе взятых), но и уникальны по содержанию волокна текстильных сортов. К этому следует добавить предприятия, которые будут построены на базе залежей молибденовых руд, полиметаллов, а также предприятия лесной, целлюлозно-бумажной и деревообрабатывающей промышленности.

По Байкальскому тоннелю первый поезд должен пройти в 1982 году. Соревнуясь за достойную встречу 60-летия Великого Октября, проходчики с каждым месяцем наращивают темпы работ и уже теперь стремятся сократить установленные сроки.

В этом году начнется проходка и Северо-Муйского тоннеля. О том, насколько велик масштаб предстоящих работ, свидетельствует уже одно перечисление грузов, необходимых для пробивки вертикальных стволов. Нужно доставить и смонтировать свыше 3 тыс. тонн оборудования, 195 тонн канатов и кабеля, 8 тыс. тонн тубингов и многое другое. Общий объем перевозок составит 30 тыс. тонн. Чтобы отчетливее представить задачи, поставленные перед строителями подземных трасс БАМа, приведем сравнение: стоимость сооружения Байкальского и Северо-Муйского тоннелей в несколько раз превысит объем капитальных вложений, освоенных Московским Метростроем в целом за всю предыдущую девятую пятилетку.

**В. КОНСТАНТИНОВ.**

# ПРОГРЕССИВНЫМ НОВИНКАМ — «ЗЕЛЕНУЮ УЛИЦУ»

Беседа с заместителем начальника Главного управления метрополитенов Министерства путей сообщения СССР  
Е. А. ФЕДОРОВЫМ

Чтобы успешно решить поставленные XXV съездом КПСС задачи по более полному и своевременному удовлетворению потребности населения в перевозках, ускорению передвижения и повышению культуры обслуживания пассажиров, повышению эффективности работы транспорта, труженики метрополитенов страны настойчиво внедряют достижения науки и техники, передового опыта.

— Расскажите, пожалуйста, о путях совершенствования работы проектировщиков, строителей, эксплуатационников, в их борьбе за ускорение научно-технического прогресса, рациональное использование технических средств, улучшение обслуживания пассажиров, снижение себестоимости перевозок и повышение производительности труда? Какова роль в этом, в частности, проектировщиков и строителей?

— Прежде всего механизация и автоматизация производственных процессов. Сюда входит внедрение систем автоматического управления движением поездов, энергообеспечением, эскалаторами, санитарно-техническими установками, билетно-кассовыми операциями. Нельзя забывать и о создании механизированных и автоматизированных поточных линий ремонта подвижного состава.

Во всем это важная роль отводится проектировщикам и строителям. Возьмем такой факт. На Кировско-Выборгской и Московско-Петроградской линиях Ленинградского метро в часы «пик» наблюдаются случаи, когда наполнение вагонов превышает предельно допустимые нормы. В то же время увеличение длины составов выше шести вагонов по этим двум линиям невозможно из-за ограниченной длины пассажирских платформ и путей оборотов.

А вот второй пример. На Кировско-Выборгской линии создается комплексная система автоматического управления движением поездов, которая позволит поднять размеры движения до 48 пар поездов в час и повысить скорость их движения до 90 километров в час. Между тем, на этой линии есть перегоны, которые имеют уклоны до 40—50 тысячных и радиусы кривых — до 400—500 метров. Это сдерживает рост скоростей поездов. Чтобы избежать этого, следует, видимо, в дальнейшем не проектировать и не строить на подземных трассах перегоны с такими уклонами и радиусами кривых.

— Эти примеры показывают, как важно постоянно крепить связь между проектными организациями, строителями и эксплуатационниками. Какие у Вас конкретные пожелания в этом плане?

— Думается, что при строительстве новых и развитии уже действующих метрополитенов следует принимать оптимальную расчетную перспективу. В противном случае нам приходится сталкиваться с нежелательными последствиями. Это вынуждает эксплуатационников уже в первый период ввода линии в действие осуществлять реконструкцию отдельных основных узлов и станций, на что затрачиваются значительные капиталовложения. Конкретный случай. Планировка вестибюлей некоторых станций метро в Киеве не полностью обеспечивала нормальный пропуск потока пассажиров. По этой причине на станции «Левобережная», например, надо было построить вестибюли, во что, конечно, пришлось вложить немалые средства. По этой же причине трижды перестраивались вестибюли станции метро «Ждановская» в Москве.

Для повышения пропускной способности метрополитена в Тбилиси на станции «Дидубе» возникла необходимость соорудить дополнительную платформу, увеличить

количество автоматических контрольных пунктов (АКП) и т. п.

На наш взгляд, при проектировании особое внимание следует уделять вопросам планировки основных элементов станций в зависимости от их расположения в зонах города (центральной, промышленной, периферийной). Так, опыт эксплуатации указывает на необходимость такой планировки центральной станции, которая могла бы соответствовать провозной способности линии при полном ее развитии.

— Труд метростроителей на строительстве тоннелей, станций, вестибюлей и других сооружений неизменно получает высокую оценку. Скажите, пожалуйста, что надо с вашей точки зрения, т. е. с точки зрения эксплуатационника, учитывать при строительстве тоннелей и других сооружений метро?

— Более чем за сорокалетний период накоплен большой опыт по эксплуатационному содержанию тоннельных сооружений, в том числе линий с оборотными тупиками, станций, вестибюлей, павильонов. Главная опасность — грунтовые воды, проникающие через обделку в тоннель. Но эксплуатационники научились бороться с этой опасностью. Течи устраняют путем инъекции цементных и бетонитовых растворов, чеканки швов тубингов свинцом и бусом, а также нанесением пленок герметиков и лаков, армированных стеклотканью.

Службы тоннельных сооружений метрополитенов постепенно заменяют те отделочные материалы, которые не оправдали себя в эксплуатации. Например, на станциях первой очереди Московского метрополитена облицовки из фарфоровых и марблитовых плиток оказались непригодными для условий метрополитена и их постепенно заменяли мраморными и глазурованными.

На мраморную облицовку вредно действует окружающая среда (пыль, газ) и инфильтрация воды со стороны обделки. В результате она тускнеет, на ней появляются ржавые пятна (следствие коррозии). Для защиты от окружающей среды в опытный порядок выполнены работы по гидрофобной полировке мраморных облицовок как на станциях, так и в вестибюлях. На мрамор, находящийся в знакопеременных температурах, практикуется нанесение восковых пленок.

По рекомендации службы тоннельных сооружений Московского метро внесен целый ряд предложений, которые включены в СНиП и реализуются в процессе строительства. По договорным обязательствам с научно-исследовательскими институтами проводятся экспериментальные и исследовательские работы. Благодаря планомерному внедрению в практику совместных предложений научных работников, метростроителей и специалистов-эксплуатационников, неуклонно повышается надежность и долговечность конструкций тоннельных сооружений.

На участках глубокого заложения Бакинского метрополитена обильные течи с агрессивными компонентами в сочетании с высокими потенциалами «рельс—земля», возникающими из-за консольного питания тяговой сети, вызывали серьезные электрокоррозионные повреждения рельсов и рельсовых скреплений.

Исследования по снижению потенциалов рельсов на подобных участках вместе с бакинскими специалистами провели ученые Всесоюзного научно-исследовательского института железнодорожного транспорта (ЦНИИ МПС). Был применен способ вентиляного секционирования, который позволяет снизить потенциал рельсов в 3—8 раз, а следовательно, в такой же степени уменьшить и коррозионные повреждения. Вентильное секционирование существенно снижает утечку тяговых токов и, разумеется, уменьшает коррозионные повреждения не только рельсов, но и чугунных тубингов с внешней стороны тоннеля.

В настоящее время ученые работают над дальнейшим решением задачи защиты чугунных тубингов и арматуры железобетонной обделки, тоннелей от токов утечки метрополитенов, а значит и от их электрокоррозионных повреждений.

— Работа путейцев-метростроителей во многом аналогична тем делам, которыми заняты путейцы-эксплуатационники. Железнодорожные пути метростроители как эстафету передают своим коллегам в метрополитенах. Ка-



**ковы их общие задачи по внедрению технических новшеств?**

— На метрополитенах страны непрерывно растет протяженность железнодорожного пути, усложняются условия его эксплуатации, повышаются скорости и интенсивность движения поездов. Но здесь у нас также немало нерешенных, достаточно сложных научно-технических проблем.

Самым существенным недостатком, в отличие от магистральных железных дорог, является отсутствие в метрополитенах высокопроизводительных путевых машин. Эффективность широко применяемой так называемой малой механизации удовлетворить нас не может.

Вот почему ученым, строителям и эксплуатационникам в ближайшее же время предстоит решить ряд неотложных, жизненно важных проблем. Необходимо разработать и внедрить новые высокопроизводительные путевые машины и механизмы, обеспечивающие комплексную механизацию путевых работ с минимальными затратами ручного труда. Кстати, на Московском метрополитене работа по этой проблеме уже ведется. Создаются рельсоукладчик, путейский хозяйственный поезд, машина по замене шпал в бетоне, снегоуборочная машина для открытых участков.

Тем не менее путейцы остро нуждаются в новых машинах и оборудовании для механизации очистки от грязи рельсов, креплений и шпал, шлифовки рельсов, рихтовки пути, установки и замены стрелок, остряков, крестовин, изгиба рельсов на крутых кривых и т. п.

Большие и сложные проблемы по механизации путевых работ могут быть успешно решены лишь в том случае, если к этому делу будут привлечены научные и конструкторские силы Минтрансстроя, МПС, Минтяжмаша, творческие силы инженерно-технических работников метростроев, метрополитенов и машиностроительных предприятий.

Одна из главных задач коренного технического усовершенствования верхнего строения пути — создание конструкции, которая передает на основания существенно меньший уровень вибраций.

Что касается совершенствования контроля рельсов, то здесь необходимо точно выявить причины, мешающие использованию существующих магнитных контрольных

средств и, как говорится, проработать вопрос о возможности комплексного использования магнитных и ультразвуковых методов контроля в условиях метрополитенов. К ним, этим условиям, нужно приспособить и ультразвуковой вагон-дефектоскоп.

Необходимо постоянно совершенствовать технологию контактной сварки рельсов. Рельсовсварочные станции требуется оснащать новыми высокопроизводительными контактными машинами, индукционными установками для термической обработки рельсов токами средней частоты и другим оборудованием. Для бесстыковых плетей и длинных рельсов на подземных трассах должна найти применение сварка не только термически неупрочненных, но и закаленных рельсов.

— **И еще вопрос: о создании наибольшего комфорта для пассажиров. Это, надо полагать, в равной степени касается и проектировщиков, и строителей, и эксплуатационников. Какие работы в этом направлении уже проводятся и будут осуществлены в ближайшее время?**

— Львиная доля работ в этом направлении падает, естественно, на эксплуатационников. Чтобы улучшить организацию перевозок пассажиров, мы на линиях метрополитенов периодически проводили обследование. Они помогли нам выявить закономерности формирования пассажиропотоков. Наша задача — составлять и вводить в действие такие графики движения поездов, которые при наилучшем использовании подвижного состава будут соответствовать фактической величине пассажиропотоков.

Общая наша задача — оборудование всех линий диспетчерской централизацией и телевизионными устройствами. Это, несомненно, создаст наиболее благоприятные условия для оперативной организации движения поездов и обслуживания пассажиров.

Важно также в ближайшее время внедрить новые устройства автоматизации контрольно-кассовых операций для магнитных карточек. С помощью этого мы полностью автоматизируем процесс пропуска пассажиров на станциях.

Метрогипротранс разработал современную систему указателей для вестибюлей и станций. Она уже внедряется на Московском метрополитене. В дальнейшем эту же систему следует применять на всех метрополитенах страны.



Бригада осматривателей электродепо Тбилисского метрополитена, которой руководит мастер Захар Дмитриевич Шавлохов, обеспечивает высокую надежность обследуемых ею электропоездов. В этом немалая заслуга мастера, умело организующего труд членов бригады. Окончив техникум железнодорожного транспорта, Захар Дмитриевич начал свой трудовой путь в депо Туапсе — сначала помощником машиниста, потом машинистом. С пуском в эксплуатацию метрополитена в Тбилиси поступил работать в электродепо. Его бригада неоднократно выходила победителем в социалистическом соревновании.

На с н и н е (слева направо): осматриватели И. Мардалишвили, О. Абатадзе, Ш. Гвелеснани, З. Шавлохов и Г. Лалишвили.

Фото Н. СЕНИНА.



Коллектив цеха подъемного ремонта электродов Тбилисского метрополитена, став на ударную вахту в честь 60-летия Великого Октября, выполняет сменные задания на 110—115 процентов с гарантией высокого качества оздоровления подвижного состава.

На снимке (слева направо): передовые производственники цеха подъемного ремонта электродов Тбилисского метрополитена плотник Р. Мчедlishvili, слесарь-электрик А. Пейкришвили, приемщик электропоездов З. Кобаладзе, слесарь-механик А. Мирзаев и слесарь-моторист Р. Мухаквердели.

Фото Н. СЕНИНА

## ВЕСТИ С ПРЕДПРИЯТИЙ

### С ОТЛИЧНЫМ КАЧЕСТВОМ

Опытно-электромеханический завод Московского метрополитена досрочно отгрузил изготовленную коллективом технику для обслуживания станций Ташкентского метрополитена.

Целая партия сверкающих никелем и свежей краской изделий изготовлена коллективом предприятия для экспозиции на международной выставке «Железнодорожный транспорт-77». Среди них денежно-счетная машина «Чечора», пересчитывающая более 240 тысяч монет в смену, опытный образец установки для вулканизации поручней эскалаторов (УВП-1), автоматический контрольный пункт для прохода пассажиров и другие экспонаты. Отличное качество этих изделий известно не только в нашей стране, но и за рубежом — на Пражском и Венском метрополитенах, получающих технику, изготовленную на советском столичном предприятии.

### ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

а заводе по ремонту электроподвижного состава Московского метрополитена начала эксплуатироваться первая очередь поточной линии для освидетельствования и монтажа колесных пар вагонов подземных экспрессов. Высокопроизводительное оборудование спроектировано инженерами-конструкторами И. Тюховым и Л. Ильным, а изготовлено слесарями Т. Богатыревым-Лобовым и А. Уютовым.

На поточной линии будет производиться осмотр, ремонт узлов и деталей колесных пар при помощи ультразвуковой и магнитной дефектоскопии. Это значительно повысит качество контроля.

### ВНЕДРЯЕТСЯ АВТОМАТИКА

В депо «Планерное» столичного метрополитена действует лаборатория надежности и диагностирования. Ее задача заключается в дальнейшем совершенствовании систем оценки надежности подвижного состава метрополитена, внедрение объективных научно обоснованных методов диагностирования технического состояния вагонного оборудования.

К 60-летию Великого Октября коллектив депо обязался закончить переоборудование подвижного состава Ждановско-Краснопресненской линии системами автоматики и перейти на управление поезда одним машинистом.

### РЕЛЬСЫ ПОВЫШЕННОЙ ПРОЧНОСТИ

Ждановский завод «Азовсталь» начал выпуск железнодорожных рельсов повышенной стойкости. Они будут служить не менее 10 лет даже на самых напряженных участках с интенсивным движением поездов.

Для увеличения прочности изделий металлургии изменили содержание присадок, добавляемых в только что сваренную

сталь. Состав, разработанный с помощью специалистов Днепропетровского научно-исследовательского института черной металлургии, улучшил структуру слитков, повысил их однородность.

### АВТОМАТИЧЕСКИЕ РЕГУЛЯТОРЫ СКОРОСТИ

Днепропетровский завод электротехнического оборудования освоил выпуск электронных автоматических регуляторов скорости для голубых экспрессов метро.

Прибор ведет поезд с заданной скоростью, вовремя делает остановки на станциях, и машинисту в кабине остается лишь следить за точной работой оборудования.

В нынешнем году завод значительно увеличит выпуск комплектов «АРС-метро» для метрополитенов страны. Если в 1976 году были выпущены десятки комплектов, то в 1977 году их количество возрастет вдвое.

### СРОК СЛУЖБЫ УВЕЛИЧИЛСЯ В ПОЛТОРА РАЗА

Первый комплект эскалаторов, срок службы которых увеличен в 1,5 раза, изготовлен на Машиностроительном заводе имени Котлякова в Ленинграде. Движущиеся лестницы предназначены для наклонного тоннеля станции «Медведково» Московского метрополитена.

### ПО ЗАКАЗУ СТРОЙКИ

Первую промышленную партию буровых установок «БТС-500» выпустил Золотоношский ремонтно-механический завод. Они рассчитаны для работы в скальных и венчонмерзлых почвах, могут бурить скважины диаметром 500 мм на глубину до 15 м.

Новая машина прошла испытания на строительстве Байкало-Амурской магистрали, показав высокие технико-экономические и эксплуатационные качества.

Завод отправил на стройку несколько партий буровых машин «БТС-150» и много другого оборудования. Коллектив обязался выполнить годовое задание по поставкам строителям БАМа машин и оборудования к 60-летию Великого Октября и всю продукцию только высокого качества.

### БЕТОН ИЗ ЗОЛЫ

Морозостойкость бетона, приготовленного на основе цемента из сланцевой золы, примерно вдвое выше обычного. Рецептуру такого цемента разработали ученые Галлинского политехнического института. Их новшество признано изобретением.

По рекомендации ученых на Прибалтийской ГРЭС установили электрофильтры, которые задерживают пылевидную золу. На ее основе эстонский завод «Пунане кунда» налаживает производство нового цемента.

По сообщениям ТАСС и прессы.

# ЭЛЕКТРОННОЕ ТЕЛЕУПРАВЛЕНИЕ ПОДСТАНЦИЯМИ

П. ШАГРОВ, инженер

Внедрение электронных комплексов автоматики, защиты и телеуправления тяговыми подстанциями требует специальной подготовки электромонтажников, наладчиков и обслуживающего персонала. Чтобы ускорить сроки промышленных экспериментов, очень важно привлечь специалистов-производственников с практическим опытом. Именно поэтому в реализации научных идей электронной системы телемеханики ТЭМ-74 большое участие принял отдел электромеханических устройств (ОЭМУ) Управления Московского Метростроя. Его специалисты помогли составить заявки на комплектующие изделия для шкафов телеизмерительной аппаратуры, определить оптимальные сроки их поставки в соответствии с графиком производства строительно-монтажных работ, а также сделали необходимые расчеты и передали их снабжающим организациям.

ОЭМУ Мосметростроя постоянно контролировал изготовление и поставку опытно-промышленной партии системы ТЭМ-74, а также проводил организационное, техническое и оперативное руководство за ходом монтажных работ, выполняемых субподрядной организацией. — Управлением строительства Московской кабельной сети Мосэнерго.

Наладка системы велась силами лаборатории электронной техники дистанции защиты и автоматики службы электроподстанций и сетей Московского метрополитена совместно с сотрудниками Всесоюзного научно-исследовательского института железнодорожного транспорта (ЦНИИ МПС).

В декабре 1976 года система ТЭМ-74 сдана в постоянную эксплуатацию.

Современная научно-техническая революция означает коренную перестройку технической основы производства под влиянием достижений современной науки.

Техника для метро в настоящее время развивается, в основном, по двум направлениям.

Во-первых, по линии конструирования и внедрения полуавтоматических и автоматических систем. Наивысшим достижением при этом являются манипуляторы с различными видами программного управления: по заданной программе они выполняют без непосредственного участия человека определенные производственные операции.

Во-вторых, по пути создания автоматических линий, действующих как единая комплексная система, в которой автоматизация охватывает все звенья производственного процесса.

В десятой пятилетке ставится первоочередная задача: последовательно переходить от создания и внедрения отдельных автоматических машин к разработке, производству и массовому применению высокоэффективных систем самодействующих машин, оборудования, приборов и технологических процессов, которые по своим технико-экономическим показателям должны превосходить лучшие отечественные и мировые достижения.

На метрополитене система телемеханики является единственным видом оперативного управления электромеханическими устройствами подстанций и контактной сети.

Имея в виду необходимость ежесуточного снятия и подачи напряжения на контактную сеть, а также весьма частые ситуации, при которых требуется экстренное снятие напряжения с отдельных участков контактной сети, к системе телемеханики предъявляются повышенные требования в отношении надежности, быстродействия, четкой сигнализации о положении контролируемых объектов, наличия программного управления группой объектов, телеизмерения основных электрических величин и индивидуальных каналов связи для каждой электроподстанции.

Средства телемеханики для управления подстанциями на Московском метрополитене применяются с 1939 года. Основным устройством телемеханики была принята релейная система РТА-141, с помощью которой осуществляется управление 61-й подстанцией.

Внедрение электронных систем телемеханики позволяет повысить надежность аппаратуры и оперативность электродиспетчера, а также уменьшить трудоемкость при их обслуживании.

Анализ существующих электронных систем телемеханики (ВРТФ-3, ЭСТ-62, «Лисна») показал, что ни одна из них в настоящее время не отвечает требованиям, предъявляемым особенностями диспетчеризации и спецификой работы объектов электроснабжения в условиях эксплуатации метрополитенов, связанных с большим объемом пассажироперевозок подземным транспортом.

В частности, Ленинградский и Харьковский метрополитены отмечают несовершенство системы ВРТФ-3.

Использование системы «Лисна» на Московском метрополитене не представляется возможным по следующим причинам:

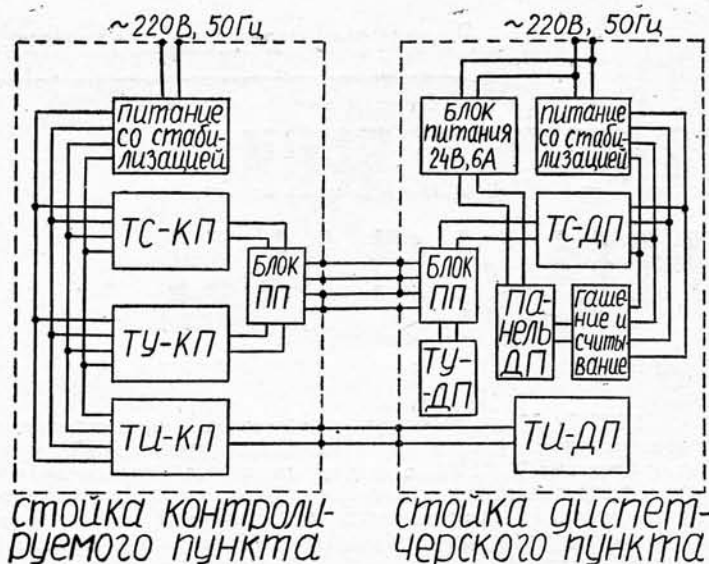
Один полукомплект аппаратуры телеуправления (ТУ) на диспетчерском пункте (ДП) предназначен для управления 15-ю контролируемыми пунктами (КП). Учитывая, что количество подстанций на одном диспетчерском круге составляет около 20, а в перспективе до 25, для управления радиусом или диаметром требуется установить два комплекта аппаратуры ТУ. Неисправности в диспетчерских цепях ТУ приводят к потере управления 15-ю подстанциями.

Резервирование аппаратуры требует установки еще двух стоек ТУ—ДП и дополнительного диспетчерского стола с пультом-манипулятором.

Однако и такое резервирование не обеспечивает нужной оперативности, так как потребуются время на переключение аппаратуры и синхронизацию полукомплектов КП и ДП.

В случае возникновения неисправностей в цепях ТУ при отсутствии резервирования невозможно осуществить экстренное снятие напряжения с контактной сети, а при резервировании время снятия напряжения будет недопустимо большим.

Аналогичная ситуация возникает при аварийных режимах в системе электроснабжения, а также во время снятия напряжения 825В в ночное время.



Структурная схема соединений стоек ДП и КП (для совместной проверки работы)

Кроме того, вопросы коммутации аппаратуры резервирования на ДП и КП требуют специальной технической проработки, так как в электронных системах телемеханики, применяемых для управления объектами электроснабжения электрифицированных железных дорог, такое резервирование не предусмотрено.

В «Лисне» отсутствует программное устройство для снятия и подачи напряжения 825В. Время снятия и подачи напряжения на радиусе или диаметре с 20-ю КП (например, Ждановско-Краснопресненский и Калужско-Рижский диаметры) составит 20—25 минут, что неприемлемо. Разработка программного устройства в цепях автоматики потребует использования электромеханической аппаратуры: реле, шаговых искателей и т. п., — что снижает надежность не только программного управления, но и системы электроснабжения в целом.

В устройстве телесигнализации (ТС) «Лисны» применено однопозиционное кодирование, что не исключает возможности ложной информации при нарушении контакта — датчика ТС или его цепи, и, как следствие, неправильных оперативных действий электродиспетчера.

В «Лисне» система воспроизведения ТС выполнена по принципу «темного щита», что снижает оперативные возможности диспетчера, особенно при возникновении аварийных ситуаций, а также при снятии и подаче напряжения 825В, так как диспетчеру поступает сигнал не о положении аппарата, а несоответствия положения аппарата и ключа-символа.

На Московском метрополитене система воспроизведения по принципу «светлого щита» используется в течение 35 лет. Большой эксплуатационный опыт и практика диспетчерской работы подтвердили ее эффективность в различных оперативных ситуациях.

Использование «темного щита» в сочетании с существующим «светлым» в пределах одного диспетчерского круга может явиться причиной серьезных оперативных ошибок.

Ширина стойки ДП «Лисны» составляет 1295 миллиметров, что требует увеличения площади кабинета диспетчера в 1,5—2 раза по сравнению с существующими, что невыполнимо.

В случае использования «Лисны» при производстве плановых проверок устройств телемеханики на ДП может потребоваться снятие с телеуправления всех подстан-

ций радиуса или диаметра и обеспечение их дежурным персоналом.

В связи с тем, что использование «Лисны» на Московском метрополитене привело бы к снижению надежности электроснабжения и уровня оперативной работы, по техническому заданию, утвержденному Главтоннельметростроем, в период 1973—1974 гг. Всесоюзным научно-исследовательским институтом железнодорожного транспорта (ЦНИИ МПС) и Проектно-конструкторским бюро этого института была разработана электронная система телемеханики для метрополитенов типа ТЭМ-74. При ее разработке использованы модули, блоки питания и типоразмеры функциональных блоков системы «Лисна». Габариты стойки КП также аналогичны и унифицированы.

Опытно-промышленная партия системы ТЭМ-74 из 7 комплектов была изготовлена в 1975 году Энергомеханическим заводом (МЭЗ) ЦЭ МПС, смонтирована на семи подстанциях Ждановско-Краснопресненского диаметра и электродиспетчерском пункте Московского метрополитена, а в декабре 1976 года принята комиссией МПС в постоянную эксплуатацию и рекомендована для управления тяговыми и совмещенными тягово-понижительными подстанциями на Рижском и Калининском радиусах в Москве, а также в Ташкентском метрополитене.

ТЭМ-74 — первая отечественная электронная система телемеханики, которая специально разрабатывалась для управления объектами электроснабжения метрополитена с учетом особенностей диспетчеризации и оперативной работы, а именно:

Один полукomплект ДП соответствует одному полукomплекту КП, в связи с чем устройства ТУ независимы и можно одновременно управлять любым количеством подстанций, причем можно экстренно снять напряжение с участка контактной сети даже в случае отказа одной из телеустановок.

Имеется программное устройство для снятия и подачи напряжения 825В в течение 3—5 минут.

Применено двухпозиционное кодирование, исключающее появление ложной информации.

Система воспроизведения телесигналов выполнена по принципу «светлого щита».

Имеется телеизмерение с возможностью подключения любых датчиков и преобразователей.

Ширина стойки ДП составляет 800 миллиметров, что не требует расширения помещений диспетчерских кругов и позволяет вести замену релейной аппаратуры поочередно.

Со всех подстанций, управляемых данной системой телемеханики, снят дежурный персонал, а также исключается необходимость в аппаратных помещениях.

В ближайшие годы в различных электронных устройствах широкое применение получают интегральные микросхемы.

Промышленностью освоено большое число твердотельных интегральных элементов электронных схем. Однако эти элементы не полностью отвечают требованиям, предъявляемым к устройствам телеуправления объектами электроснабжения как по своему составу, так и свойствам (например, помехоустойчивость). В ЦНИИ МПС разработана система элементов, специально предназначенная для применения в устройствах телеуправления тяговыми и совмещенными тягово-понижительными подстанциями. Эти элементы имеют повышенную степень интеграции (типа СИС — средняя степень интеграции) и выполнены на основе гибридной толсто пленочной технологии с применением твердотельных интегральных схем.

На основе таких элементов можно создавать электронные устройства меньшей стоимости, но повышенной надежности и помехоустойчивости, способные работать в более широком интервале температур, а также более удобные в эксплуатации.

Применение этих элементов целесообразно во всех последующих разработках устройств электронной телемеханики для системы тягового электроснабжения метрополитенов.

# В НЕДРАХ ЗЕМЛИ МОСКОВСКОЙ

А. ВЕКСЛЕР, заведующий археологическим отделом  
Музея истории и реконструкции г. Москвы

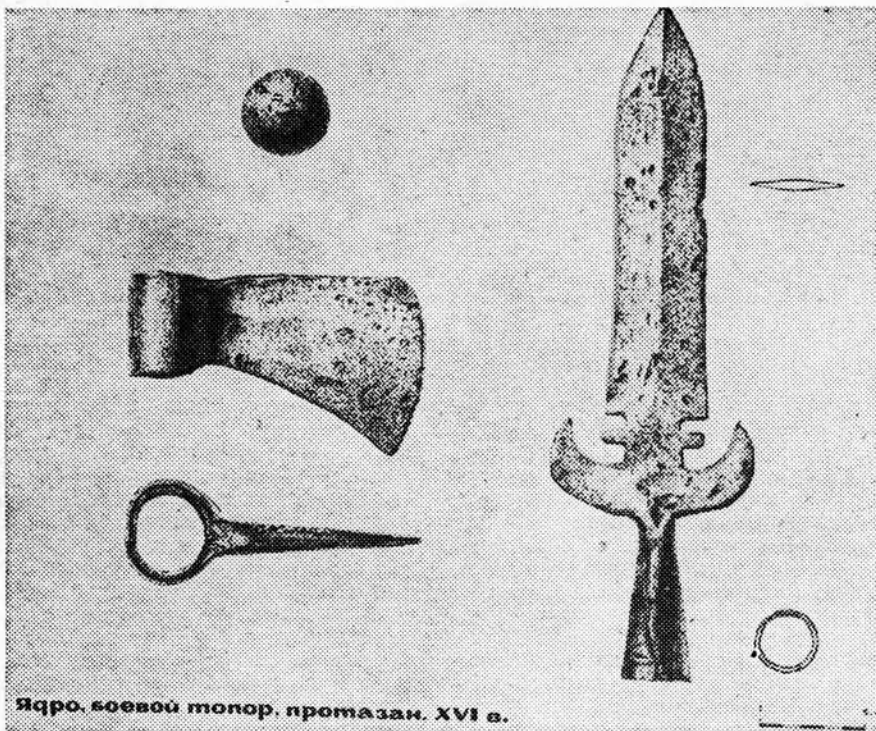
Тесное содружество московских метростроителей и историков началось в 30-е годы — по будущим подземным трассам проводились тогда широкие и планомерные археологические наблюдения. Учеными были открыты основания исчезнувших крепостных стен и башен, установлено место загадочного Опричного двора Ивана Грозного, изучены условия залегания древнего культурного слоя столицы.

И вот сравнительно недавно археологи снова пришли на Метрострой. С того момента, когда в центре Москвы сооружались станции «Площадь Ногина», «Новокузнецкая», «Таганская», велась реконструкция центрального пересадочного узла, сотрудничество археологов и строителей стало постоянным. Наблюдения за вскрытием культурного слоя были поставлены здесь Музеем истории и реконструкции Москвы. Из котлованов пошли «на гора» интересные археологические предметы, обогащающие наши знания о жизни древней столицы Руси.

Многочисленный поток древностей принесло сооружение станции «Площадь Ногина». Южный участок строительства оказался на былых «Кулишках». В отдаленные летописные времена лежала тут обширная низина, покрытая «кулигами» и «кулижками» — небольшими лужками и заводями, оставшимися от весеннего разлива близкой Москвы-реки. Издавна проходила здесь важная дорога в Коломну, Рязань.

В течение многих веков менялась застройка и планировка площади на торговом пути. Любопытное строение обозначено здесь в плане начала XVII века: из пояснения узнаем, что это тюрьма для неисправимых пьяниц. Место всегда было влажным (недаром метростроителям пришлось замораживать непроходимые пльвуны), и в 1637 году 530 заключенных-«бразжников» обратились к властям с челобитной, где слезно молили прочистить трубу водоотвода — чтобы им «от течи вконец не погибнуть». Разнообразные водоотводы — деревянные из цельных стволов, каменные из тесаных плит — отмечены здесь при археологических наблюдениях.

Встретились и многочисленные древние сооружения: основания бревенчатых домов с печами из поливных многоцветных изразцов, остатки косторезного и металлургического производств. Древняя дорога, затем улица оставили четыре яруса бревенчатых мостовых, последовательно сменявших друг друга. У церкви, построенной по преданию Дмитрием Донским в память Куликовской битвы, вскрыто древнее кладбище с погребениями в долбленых дубовых гробовищах.



Ядро, боевой топор, протазан. XVI в.

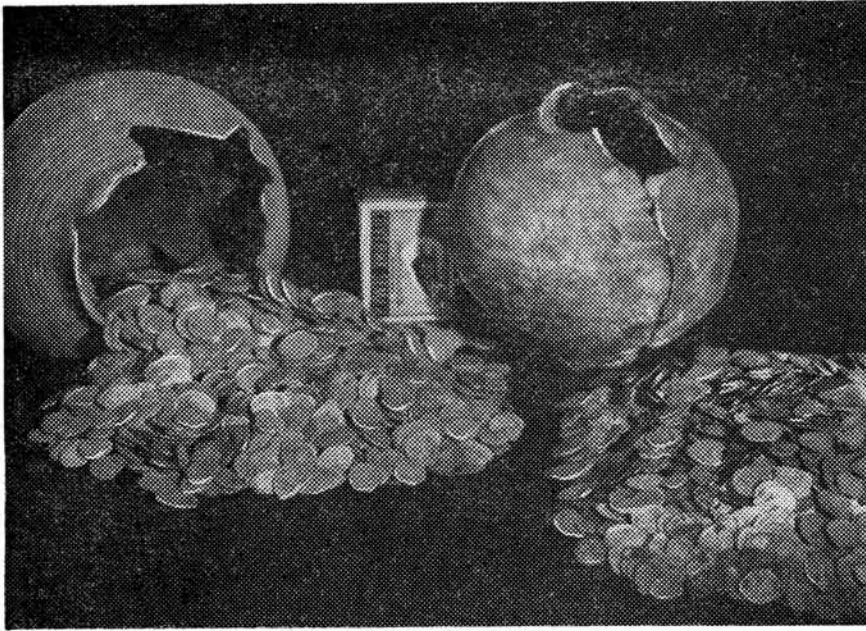
Оружейные находки из Китайгородского рва. XVI век.

В самом центре площади Ногина — там, где теперь расположен южный вестибюль станции метро, — обнаружены три колодца: два сруба, сложенных «в обло», и круглый — редкой конструкции (из огромных вертикальных плах, связанных деревянными поперечными скобами и железными скрепами). В нижнем горизонте круглого колодца спрессовалось около четырех десятков сосудов — с черным серебристым и красным лощением, с морением и поливкой. Глубоким — доходившим до 14 метров — колодцем пользовались довольно долго: наряду с многочисленной керамикой XVII века в нем найдены монеты петровского времени.

Северный участок строительства станции «Площадь Ногина» оказался на широком Ильинском проезде со сквером и прилегающими улицами, где также располагался важный район древнего города. В 30-е годы XVI века прошла здесь зубчатая приземистая крепость — Китайгород с одной из самых больших проездных башен — Ильинской. Строителям встретились глубокие конструкции китайгородской крепости — фунда-

менты стен, засыпанные подземелья самой башни. От ее ворот начиналась прежде улица Покровка, ставшая в XVII веке Маросейкой (ныне улица Богдана Хмельницкого). Жили здесь стрельцы, горшечники и блинники, стояли торговые и харчевые лавки. В напластованиях многих веков оказались срубы и частокотлы усадеб, водостоки, бревенчатые мостовые. По старой дороге ездили к берегам Яузы, шли тяглые люди в ближайшие слободы, выезжал царский двор в Измайлово и Преображенское. Мостовые из крепких плах со временем изнашивались, заплывали грязью. В срезе борта одного из котлованов прослежено шесть ярусов таких мостовых, постепенно наложившихся друг на друга. Среди сооружений северного участка строительства чрезвычайный интерес представляла сложная система бревенчатых срубов, открывавшаяся у здания Политехнического музея.

Древний план Москвы конца XVI в. отчетливо показывает в этом месте Китайгородский ров — с перекинутым через него мостом у Ильинской башни. Ров с помощью плотины наполнялся



Клад монет XVII века, найденный метростроевцами.

грунтовой водой, стекающей в Москву-реку. Частью ее и были глубинные бревенчатые конструкции. Вплотную к стенке подступала толща черной илистой земли. Именно здесь, у самой крепости, сделаны наиболее интересные находки: оружие — железный шлем с чеканной насечкой серебром, фрагменты доспехов, железный наконечник стрелы, каменные ядра, всевозможные инструменты и бытовые вещи — ключи и замки, глиняные игрушки и рыболовные грузила, железное кресало (огниво) и рогатина, детали упряжек, кожаные сапоги и рукавицы, сумки («калиты»). Изучение найденных предметов открывает исследователям немало нового о московском ремесле XVI века, представленном в изделиях высокого мастерства кожевников, гончаров, металлостроителей.

Разнообразные сосуды встречены в древней земле котлована — деревянные, металлические, глиняные. Есть среди них и кубышки — кувшинчики с узким горлом, которые зачастую использовались как копилки. В одной из кубышек, без сомнения, хранились деньги: серебряная монета с надписью «царь всея Руси Борис Федорович» (т. е. Годунов) плотно пристала к стенке.

В ходе строительных работ встречаются, естественно, и сокровища древности, которые являлись немymi свидетелями бурных общественных потрясений — войн, нашествий, народных восстаний. Крупнейший из известных в Москве кладов времени стрельцов «бунтов» конца XVII века обнаружил проходчик И. Зворыкин (станция «Новокузнецкая»). В большом мореном горшке насчитывается 19734 серебряных монеты. Владельцем состояния, судя по всему, был активный участник мятежа 1689 года, возможно, сложивший голову в «Утро Стрелецкой казни».

Под отбойные молотки метростроевцев И. Корнеева и В. Русиновича попали две кубышки, где тайнось 2455 монет, зарытых в тревожные времена Василия Шуйского.

Значительный интерес для археологов представляли работы Метростроя по реконструированию пересадочного узла у станции «Площадь Революции». Под разновременными кирпичными кладками и щебнем, под фундаментами бревнами-лежнями идут древние отложения ила, щепы, угля. В толще грунта — десятки находок, характеризующих материальную культуру Москвы в разные

эпохи — каменные и чугунные ядра, глиняные подсвечники и сосуды, кожаная обувь, аптекарская глазурованная посуда, глиняные курительные трубки. Но наибольший интерес представляли рельефные, покрытые зеленой поливой («муравленые») изразцы с изображением стилизованных растений и птиц. Находки обнаружены в траншее над основным котлованом — под стенами бывших Академического и Учительского корпусов Славяно-греко-латинской академии и их естественно было бы связывать с печами этих зданий (в старину при перестройках и ремонтах весь строительный мусор часто вываливали прямо из окон). Изразцы позволяют документально представить неизвестный прежде интерьер древних палат. А обаяны историком Москвы этими находками вниманию, бережному отношению бригадира проходчиков А. Суханова, начальника участка Г. Леянова, главного инженера Н. Власова и других работников СМУ-8.

Новейший из крупных объектов археологических наблюдений на Метрострое — станция «Таганская». Один из горнов для обжига изразцов оказался в самом центре будущей станции «Марксистская». Он имел двухъярусную конструкцию, с углубленным в материк нижним ярусом. Сохранились полусферические кирпичные стенки обжигательной камеры, осталась система нижних внутренних продухов, позволявшая достигать равномерного обжига изделий. Горн, несомненно, принадлежал крупному московскому мастеру первой половины XVII века. Продукция его — около 300 обожженных изразцов — осталась в горне не выбранной. Среди них есть уникальные по сюжетам и высокому мастерству исполнения.

Там, где современные столицы государств выросли на фундаменте прошлого, метро открывает памятники археологии, воссоздает исторический облик «вечных» городов мира. В память об археологических открытиях, сделанных при строительстве, одну из станций метро в Мехико решено было оформить как своеобразную выставку находок. Искусство и история встречают пассажира также в парижском метро и подьезде к Лувру.

Представляло бы интерес, как нам кажется, и находки столичных метростроевцев — подлинную память истории — ввести в оформление одного из новых подземных вокзалов Москвы.

## Новости науки и техники

### УСТРОЙСТВО ДЛЯ МЕХАНИЗИРОВАННОЙ ПРОКЛАДКИ КАБЕЛЯ

Всесоюзный научно-исследовательский и проектный институт — ВНИИпроектэлектромонтаж разработал устройство для механизированной прокладки кабеля. Оно не столь сложное: две металлические гусеницы (напоминающие собой тракторные) непрерывно движутся навстречу друг другу и проталкивают кабель вперед.

На практике это выглядит так. Жестко закрепленный в траншее конец кабеля заправляется в устройство; гусеницы

захватывают кабель и начинают проталкивать его по трассе. Через 20 м кабель подхватывается лебедкой, которая подтягивает его к следующему подобному устройству.

Каждое устройство для механизированной прокладки кабеля расположено на расстоянии 250 м друг от друга (таким образом, на трассе длиной 1000 м необходимо смонтировать 4 установки). Благодаря тому, что тяговое усилие распределяется по всей длине кабеля равномерно, случаи его повреждения практически исключаются. Если участок имеет повороты, то на них дополнительно предусматриваются угловые ролики и обводные устройства. Скорость движения кабеля — 15 м/мин.

Устройство для механизированной прокладки кабеля обслуживает один монтажник.

По сообщениям ТАСС и прессы.

# ОБМЕН ПЕРЕДОВЫМ ОПЫТОМ

Б. ГЛАДКИЙ, инженер

„3 а последние годы, — говорится в постановлении ЦК КПСС «О 60-й годовщине Великой Октябрьской социалистической революции», — еще более окрепло мировое содружество братских народов социалистических стран — международный союз нового типа.

Убедительным примером сотрудничества СССР и Венгерской Народной Республики является строительство метрополитена в Будапеште.

Недавно Совет Министров ВНР принял решение о начале подготовительных работ на строительстве третьей линии будапештского метро, которая пересечет венгерскую столицу с юго-запада на юго-восток. 19-километровая подземная железная дорога с 23 станциями разделена на несколько участков. Первый из них соединит южную Буду с центром Пешта. Ввод его в эксплуатацию даст возможность снять трамвайные рельсы с перегруженных городским транспортом магистралей и моста Свободы через Дунай.

На третьей линии проектом предусмотрено автоматическое управление поездами. Оборудование для этого будет изготовлено на предприятиях Советского Союза.

Это лишь один из примеров постоянных братских контактов советских и венгерских метростроителей.

По проекту значительная часть метро — мелкого заложения, а это открыло возможность широко применить в условиях плотной городской застройки прогрессивную технологию возведения тоннелей методом «стена в грунте».

В январе нынешнего года делегация специалистов научно-исследовательского института строительного производства (НИИСП) Госстроя УССР выезжала в Будапешт обменяться опытом и посетила строящийся участок метрополитена вдоль шоссе «Билльен» — с промежуточными станциями «Гунгария (кольцо)» и «Улица Эчери». Здесь на участке длиной 2,5 км представлена классическая схема технологии возведения перегонных тоннелей и станций методом «стена в грунте».

Следует рассказать об опыте наших венгерских коллег, организовавших работу по этому прогрессивному методу. Все основные работы механизированы. Вдоль оси будущих боковых стен тоннеля на глубину 1,5—2 м возводится форшахта из монолитного железобетона, которая служит для направления копающих органов землеройных механизмов в плане (при разработке траншеи под защитой бентонитовой суспензии).

Проходка траншей глубиной 12—14 м и шириной 0,6 м осуществляется грейферами «Келли» фирмы «Солентанш» (рис. 1).

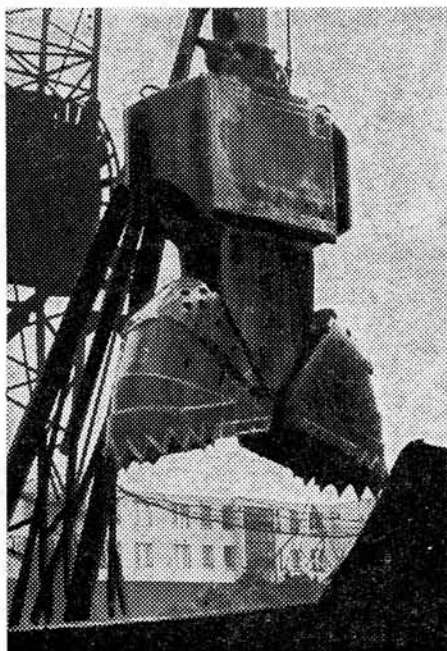


Рис. 1. Грейфер фирмы «Солентанш» для проходки глубоких траншей под защитой бентонитовой суспензии.

Грейфер «Келли» имеет телескопическую штангу, которая крепится верхним концом к стреле, а нижним — к поворотной платформе экскаватора. Она служит направляющей для грейфера при наводке его на форшахту и показывает глубину разработанной траншеи.

Грейфер разгружается непосредственно в автосамосвалы. Чтобы удерживать вертикальные откосы траншеи во время проходки и возводить стены тоннеля, применяется бентонитовая суспензия плотностью 1,06—1,08 г/см<sup>3</sup>, приготовленная из местных бентонитовых глино-порошков на диспергаторах венгерского изготовления.

Готовая бентонитовая суспензия подается в траншею при помощи шламowego

насоса по облегченным трубам  $\varnothing 120$  мм с быстроразъемными герметическими стыками. Исползованная суспензия очищается на гидроциклонных установках и хранится в резервных емкостях.

После отрывки на проектную глубину траншеи краном в нее устанавливается арматурный каркас и ограничитель блока бетонирования в виде металлической трубы  $\varnothing 600$  мм и длиной 13—15 м. Затем посредине блока бетонирования помещается бетонолитная труба ( $\varnothing 250$ —300 мм, длина 12—14 м, с приемной воронкой-бункером), которая закрепляется на форшахте.

Бетонирование осуществляется методом «ВПТ» (вертикально-перемещаемой трубой). По мере бетонирования бетонолитная труба укорачивается (от нее отделяют верхние звенья, соединенные до этого между собой на резьбе). Нижний конец трубы в процессе бетонирования должен находиться на 1—1,5 м ниже уровня смеси. Она готовится и транспортируется на стройплощадку в автобетоносмесителях с емкостью барабана 3—4 м<sup>3</sup>. Пластичность смеси соответствует осадке конуса 16—18 см. Придать лицевой стороне будущей стены ровную и гладкую поверхность помогает то, что на арматурный каркас с внутренней стороны тоннеля перед тем, как опустить его в траншею, крепятся тонкие древесностружечные плиты. Потом они легко отделяются во время разработки грунта между боковыми стенами тоннеля. Марка бетона стен тоннеля «М 200».

Через 1,5—2 часа после того, как забетонирован очередной блок стены с помощью гидродомкратной установки, тяговое усилие которой 500 тс, извлекается ограничитель блока бетонирования.

Бетонирование стены заканчивается на глубине 2 м, т. е. она не доводится до поверхности земли. Делается это для того, чтобы экономно расходовать бетон.

В процессе разработки первого яруса грунта на глубину 2 м между готовыми стенами тоннеля вертикальные откосы котлована удерживаются наружными стенками форшахты, которые раскрепляются при помощи анкеров.

## Техническая характеристика грейферов «Келли»

	Ед. измерения	Гидравлический	Канатный
Глубина копания	м	30	30
Ширина траншеи	м	0,6	0,6
Захват ковшей	мм	2200	1800
Емкость ковшей	м <sup>3</sup>	0,6	0,6
Масса грейфера с телескопической штангой	т	7,5	7
Производительность эксплуатационная	м <sup>2</sup> сутки	70	35

Верхний участок оголившейся стены срубается при помощи отбойных молотков, вяжется арматура и бетонится продольная обвязочная балка. Когда бетон продольной балки достигнет проектной прочности, начинается разработка второго яруса грунта (до отметки низа лотковой плиты). Стенам тоннеля временно воспринять на себя боковое давление грунта помогает то, что в них через каждые 4—5 метров ставятся распорки (обычно для этого используются балки перекрытия). Разработка грунта второго яруса осуществляется грейфером в сочетании с бульдозером через проемы между распорками.

После бетонирования лотковой плиты заканчивается монтаж (рис. 2) балок перекрытия между распорками, производится гидроизоляция и обратная засыпка готового тоннеля.

Метод «стена в грунте» при строительстве метрополитена в Будапеште позволил отказаться от забивки шпунтового ограждения стен котлована вблизи расположенных жилых зданий, сооружений и памятников архитектуры. Сроки и стоимость строительства сократились по сравнению со строительством в открытом котловане в среднем на 15—

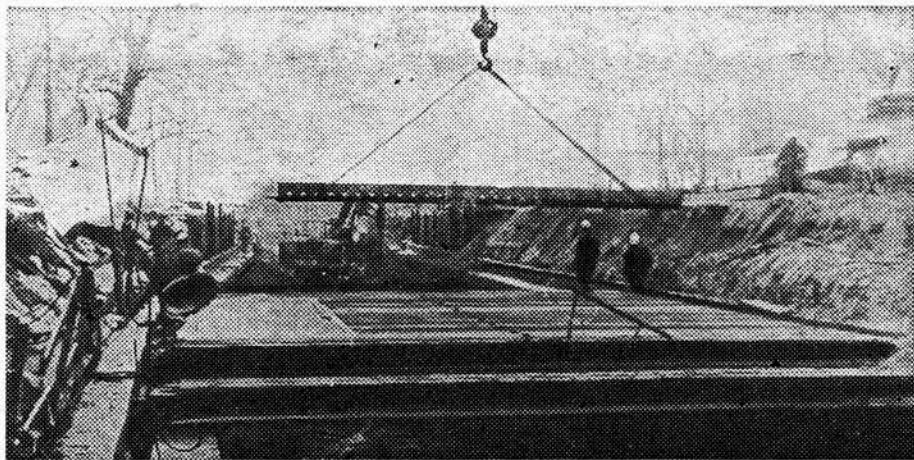


Рис. 2. Монтаж балок перекрытия тоннеля будапештского метрополитена.

20%. Экономлено около 3 тыс. тонн прокатного металла и снижены трудозатраты более чем на 10 тыс. чел.-дней.

Венгерский опыт убедительно доказывает, что монолитная стена в грунте

обеспечивает высокую культуру производства при отличном качестве работ и минимальной стоимости строительства тоннелей метрополитена мелкого заложения.

## В ЧЕСТЬ 60-ЛЕТИЯ ВЕЛИКОГО ОКТЯБРЯ

### Прага

Шеститысячный коллектив метростроителей столицы Чехословацкой Социалистической Республики отметил своеобразный юбилей. 10 лет назад здесь началось сооружение метрополитена. Ныне Злату Прагу уже невозможно представить себе без метро. Первая линия, сданная в эксплуатацию в 1974 году, перевозит почти 200 тыс. пассажиров в сутки.

В соответствии с директивами XV съезда КПЧ к 1980 году протяженность подземных магистралей Праги должна составить 20 километров.

Работы по прокладке новых трасс метро продолжают ускоренными темпами. Ближайшая задача всего коллектива метростроителей — открыть движение на второй линии «Дейвице — Винограды» осенью будущего года.

Проходка пусковой трассы ведется в сложных геологических условиях. Транспортные тоннели проходят под дном реки Влтавы, под историческими сооружениями.

Пражское метро называют стройкой чехословацко-советской дружбы. И это действительно так. Под землей работает советская техника, а специалисты из СССР щедро делятся с чехословацкими друзьями своим большим опытом. Дружба и сотрудничество помогают успешно решать сложные задачи, возникающие в ходе строительства.

Член Президиума ЦК КПЧ, первый секретарь Пражского городского комитета партии Антонин Капек, говоря о повседневной жизни чехословацкой и советской столиц, подчеркнул, что она является примером интернационального братства.

— Регулярные встречи представителей рабочих коллективов, обмен опытом, успехи друзей, которыми мы радуемся как своими, — все это стало обычным, но всегда волнующим проявлением тесных уз, связывающих наши страны, наши столицы. Достаточно напомнить, — отметил А. Капек, — о строительстве Пражского метрополитена, сооружаемого с помощью советских специалистов, советской техники и советского опыта.

Коллектив пражских метростроителей одним из первых в ЧССР встал на трудовую вахту в честь 60-летия Великого Октября. Чехословацкие монтажники вместе с советскими специалистами приняли совместное социалистическое обязательство: на станциях «Малоостранская» и «Градчанская» закончить монтаж 60 эскалаторов на 60 дней раньше срока. Своему слову метростроители верны: монтажные работы идут полным ходом.

Пример в выполнении предоктябрьских обязательств показывают коллективы строителей пусковой линии IА. Бригада коммуниста Мирослава Фишера, освоив механизированный проходческий щит советского производства, установила новый рекорд — за месяц преодолела под землей 90,5 м при норме 45 м.

Рекордами отмечена работа коллективов на линии IIА. Бригада Героя Социалистического Труда Микулаша Литвака значительно перевыполняет месячные задания. На нее держат равнение другие коллективы проходчиков-метростроителей.

## ПОДГОТОВЛЕН ПЕРВЫЙ ПРОЕКТ

### София

Выше 40 организаций Советского Союза примут участие в строительстве метрополитена в столице Народной Республики Болгария — Софии. Работа по этой подземной дороге сейчас ведется в институтах: Метрогипротрансе, Киевметропроекте и других советских проектных организациях (см. «Метрострой» № 5, 1976).

Три диаметра Софийского метрополитена пересекутся в центре города. Для пересадки с одной линии на другую будут сооружены надземные станции. Первый диаметр свяжет жилые комплексы «Люлин» и «Дружба». На этой линии намечено построить 16 станций. Столько же станций проектируется и на втором диаметре, который начнется от квартала

«Илиянци» и дойдет до квартала «Младост». Третья линия свяжет кварталы «Враждебна» и «Княжево». Среднее расстояние между станциями планируется в 1200 м. Общая длина всех трех линий — 49,2 км.

Средняя скорость подземных экспрессов составит 37 км/час. Это вдвое превышает скорость трамвая. За счет повышения скорости (после ввода метро в эксплуатацию) сэкономленное время пассажиров составит за год 150 млн. 800 тыс. часов — в среднем по 110 часов на пассажира.

Подготовлен технический проект первого участка длиной 7,4 км, который свяжет «Люлин» с центром Софии. На этой подземной линии будет сооружено 7 станций.

По материалам ТАСС и прессы.



Для советских специалистов — авторов предлагаемой статьи фирмой «Ниссё Иваи» было организовано посещение трех строящихся тоннелей и встреча с представителями фирмы «Мицубиси» по вопросам проектирования и эксплуатации проходческих щитов.

# ПРОХОДЧЕСКИЕ ЩИТЫ ЯПОНИИ

(По материалам зарубежной командировки)

И. БРАЖНИКОВ, С. ВЛАСОВ, Н. КУЛАГИН,  
И. ОСТРОВСКИЙ, инженеры

Применение проходческих щитов в Японии началось с 1926 г. Выпущено 1300—1400 образцов, причем 35—40% изготовлено фирмой «Мицубиси». Диаметры щитов не стандартизованы — от 2,5 до 9,5 м. Каждый щит предназначен для конкретного тоннеля и, как правило, единичного использования. 85% общего количества выпущенных проходческих агрегатов — немеханизированные. Сейчас, правда, наблюдается тенденция к увеличению частично и полностью механизированных щитов.

Для бескессонного способа работ в Японии широко применяются щиты с призабойной зоной, заполняемой бентонитовой суспензией под давлением. Таких щитов диаметром до 5—6 м выпущено около 70. Изготовлен один агрегат диаметром 7,4 м.

Щит с бентонитовой суспензией применялся для проходки трассы метрополитена длиной 1 км около аэропорта Ханэда.

Рабочий орган щита — двух- или четырехлучевая планшайба на центральном валу или на периферийных катковых опорах. Скорость проходки при диаметре 2,5 м до 13, средняя 6—8 м/сутки. Схема подачи бентонита — типовая. Давление суспензии на 0,2 кгс/см<sup>2</sup> больше давления воды. Максимальные размеры шлама, отсасываемого по трубопроводу из призабойной зоны, — до 50 мм. Уплотнение строительного зазора служит максимум на проходку 1 км тоннеля при рабочем давлении 2,5 кгс/см<sup>2</sup> (предельное давление для уплотнения 5 кг/см<sup>2</sup>).

«Мицубиси» выпустила по одному комбайну типа РТ-32 и РТ-45А. Они предназначены для проходки пород крепостью до 1000—1500 кгс/см<sup>2</sup> и оснащены зубчатыми шарошками, изготавливаемыми фирмой «Хьюз-Тул» (США).

Комбайны применялись в монолитных однородных породах, опыта проходки ими в неустойчивых зонах не имеется (проходка в таких условиях фирме не удалась). Максимальная скорость, достигнутая комбайном РТ-32 в грунтах крепостью 400—500 кгс/см<sup>2</sup>, равна 5—6 м/сутки, в туфах скорость составила 62 м/сутки. Оптимальная длина трассы для использования механизированного щита не менее километра, комбайна — более километра.

Полумеханизированные щиты, работающие на строительстве 10-й линии метрополитена в Токио и сооружении коллекторных тоннелей, аналогичны по конструкции; характеристика их сведена в таблицу.

Наименование показателей	Един. измерения	Щит фирмы «Мицубиси» для метрополитена	Щит фирмы «Мицубиси» для коллекторных тоннелей	Щит фирм «Мемко» (США) и «Хитачи» (Япония) для коллекторных тоннелей
Наружный диаметр	мм	7430	4930	7753
Длина	мм	6150	5250	7050
Количество щитовых домкратов	шт	25	16	24
Ход щитового домкрата	мм	1050	1150	1150
Усилие	т	150	100	200
Количество выдвинжных площадок	шт	6	3	6
Ход домкратов	мм	1600	1100	1100
Усилие	т	30	20	30
Количество выдвинжных балок	шт	4; 2; 2;	4	13
Ход домкратов	мм	1600; 1600; 1350	1000	1100
Усилие домкратов выдвинжных балок	т	60; 30; 30	20	30
Давление в гидросистемах	кгс/см <sup>2</sup>	350	350	350
Вес щита	т	—	71	180
Количество выдвинжных шандор	шт	8	5	9
Ход	мм	1000	500	900
Усилие домкратов	т	80	60	100
Ширина блочной железобетонной обделки	мм	900	1000	1000
Применение специальных методов работ		Проходка под сжатым воздухом 1,2—1,3 кгс/см <sup>2</sup> , химическое закрепление грунтов под зданиями	Проходка под сжатым воздухом 1,2 кгс/см <sup>2</sup> , химическое закрепление под железной дорогой	Проходка под сжатым воздухом 2 кгс/см <sup>2</sup> , химическое закрепление на всем участке
Плечо проходки	км	2,5	1,32	0,93
Скорость проходки, м/сутки		3,6—5,4	6 (предполагаемая)	4 (предполагаемая)
Грунт		Песок с галькой	Глины	Супеси, суглинки

Область применения этих щитов — проходка тоннелей в слабоустойчивых глинисто-песчаных грунтах с использованием кессонного способа работ и химического закрепления пород.

При разработке забоя отбойными молотками верхняя его часть поджимается мощными выдвинжными площадками и балками, связанными с решетчатыми конструкциями (для закрепления лба забоя). С площадок грунт падает вниз в лотковую часть щита. Расположенный в лотке гидравлический погрузчик с обратной лопатой разрабатывает нижнюю часть забоя и грузит породу на транспортер. Верхняя ножевая часть щита оснащена мощными выдвинжными шандорами, которые внедряются в забой, предохраняют его от обрушения и защищают проходчиков, работающих с выдвинжных площадок.

Ножеопорное кольцо и оболочка изготавливаются из отдельных сегментов, при монтаже свариваются в единую неразборную конструкцию и после окончания проходки не демонтируются, а остаются в забое.

Блокоукладчик кольцевого типа расположен в оболочке щита на катках, неразборный, скорость вращения 0,7—1 об/мин (от гидромоторов типа «Стаффа»).

Щит фирмы «Мицубиси» Ø 7,43 м применен на строительстве 10-й линии метрополитена протяженностью 14,2 км, которая сооружается как продолжение железнодорожной скоростной магистрали Иокогама — Токио. Работы на участке общей длиной 5 км ведет строительная фирма «Симидзу».

Щит имеет два яруса выдвинжных платформ, по три на каждом. Выдвинжные балки заканчиваются плоскими башмаками для крепления забоя. Этой же цели служат жесткая прочная решетка, связывающая между собой две балки верхнего яруса и две средних второго.

В передней части опорного кольца щита находится кольцевой погрузчик породы, который с помощью гидромоторов выносит ее наверх и через бункер перемещает на ленточный транспортер (гидромоторы передают крутящий момент через зубчатое колесо, приваренное к кольцевому корпусу). Карманы погрузчика принудительно очищаются над бункером лопатками (приводимыми во вращение от звездочки, находящейся в зацеплении с зубчатым колесом погрузчика).

При наличии валунов в забое, которые могут заклиниваться между карманами погрузчика и кожухом и деформировать их, кольцевой погрузчик работает неудовлетворительно.

Породу нижнего яруса загребают в кольцевой погрузчик оригинальной гидравлической конструкции с обратной лопатой. Он выполняет четыре операции: поворот в профиле, вращение вокруг вертикальной оси, выдвигание на забой и возвращение обратно, он также откидывает и закрывает лопату машины.

При передвижке щита требуется усилие около 3500 т, т. е. работа 24 домкратов. Управление агрегатом осуществляется с помощью этих домкратов, а также элеронов.

За щитом находятся три легких вспомогательных тележки. На первой расположено электрооборудование, на второй — растровный узел и бункер для подачи породы в вагонетки, на третьей — оборудование для химического закрепления грунтов.

Щит фирмы «Мицубиси»  $\varnothing 4,93$  м смонтирован для проходки канализационного коллектора внутренним диаметром 4 м. Обделка — из железобетонных блоков толщиной 200 мм и рубашки такой же толщины из бетона марки 210.

Тоннель проходит на небольшой глубине от поверхности — 3—6 м. Трасса имеет два ломаных перехода, на которых щит разворачивается лебедками через стволы  $\varnothing 8$  м.

Конструктивно щит аналогичен предыдущему и отличается лишь одним рабочим ярусом и отсутствием решеток для крепления забоя.

Разработанную породу грузят непосредственно на ленточный транспортер с сезонной насечкой, расположенный внизу щита. Отсюда транспортер выходит на левую сторону тоннеля; справа по монорельсу подаются блоки под захват кольцевого укладчика.

Щит фирм «Мемко» (США) и «Хитачи» (Япония)  $\varnothing 7,75$  м конструктивно аналогичен предыдущим. Однако в отличие от них шандоры агрегата выдвигаются не из карманов ножевой части, а по консольным двутавровым направляющим. Оболочка шандор перехлестывает наружный диаметр щита и тем самым перекрывает образующуюся при их выдвигении щель. Производительность породопогрузчика —  $60 \text{ м}^3/\text{час}$ .

На хвосте у щита выносная площадка, на которой расположены масляный бак, насосы и электрооборудование. В оболочке находятся также кольцевой укладчик и выдвигные дуговые конструкции для правки и поддержания уложенного блочного кольца и прижатия его к контуру тоннеля.

Ознакомившись с результатами эксплуатации полумеханизированных щитов Японии и изучив их конструкцию, отмечаем:

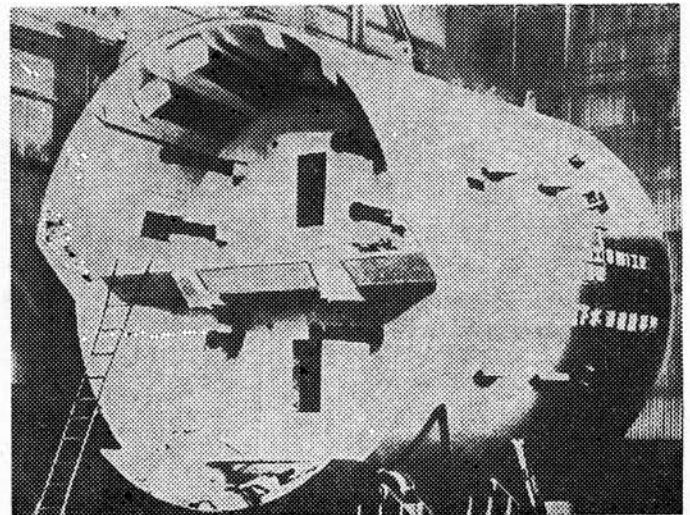
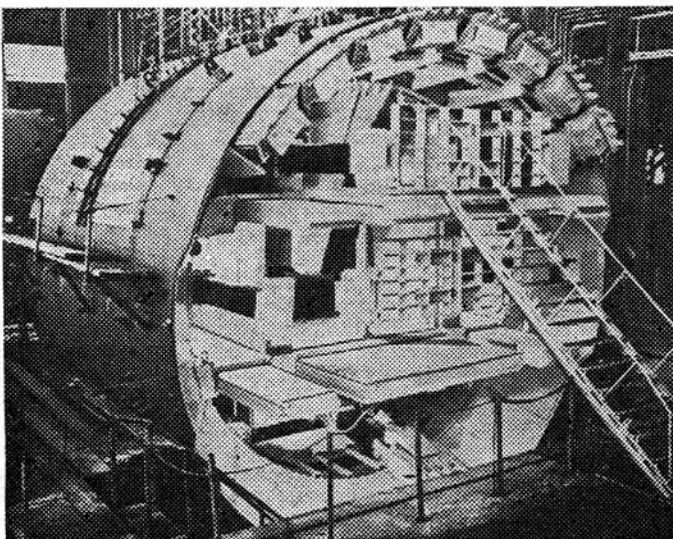
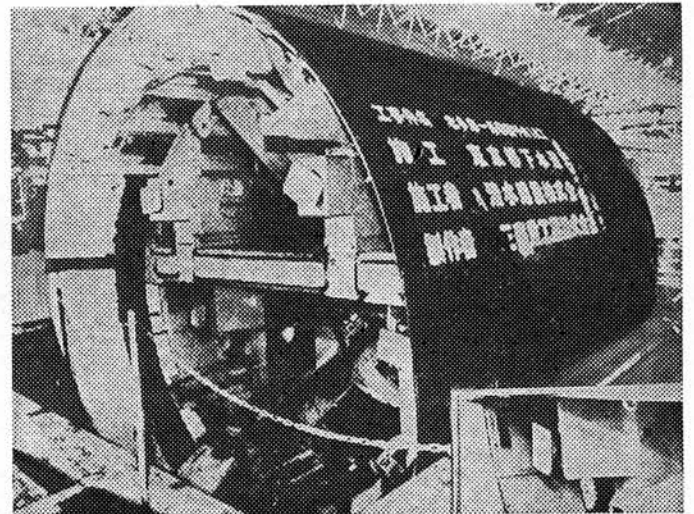
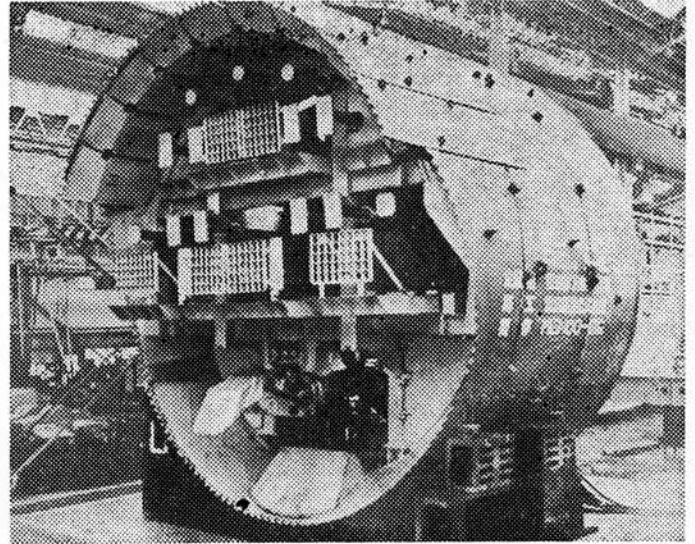
внутреннее обустройство щитов представляет несомненный интерес и рекомендуется к проектированию и внедрению в практику отечественного тоннелестроения (метро и коллекторы) в неустойчивых и мягких грунтах;

выдвигные шандоры позволяют заменить наращиваемый в этих случаях электросваркой листовый козырек, улучшают точность ведения щита и процесс разработки породы, предотвращая ее от вывалов, создают безопасные условия работы для проходчиков;

мощные выдвигные площадки с решетками крепят лоб забоя, снимают необходимость затяжки его досками, уменьшают количество домкратов;

комплектный гидравлический погрузчик с транспортером в нижней части щита позволяет исключить громоздкую погрузочную машину из конструкции агрегата (требующую устройства мощного лоткового покрытия), улучшить и механизировать транспорт породы и обмен вагонеток. Кроме того, подрывая нижнюю часть забоя, эта машина облегчает его дальнейшую разработку отбойными молотками.

Рассмотренные конструкции щитов — самостоятельные механизмы, не требующие создания и монтажа за собой громоздкого комплекса — укладчика тоннельной обделки, тележек для размещения оборудования и т. п.



Щиты фирмы «Мемко»

hp



Проходческие щиты, выпускаемые механическим заводом Главтоннельмостроя, широко применяются на строительстве подземных трасс не только в Советском Союзе, но и в зарубежных странах. Недавно на предприятии успешно завершён монтаж нового механизированного щита ЦМ-17. Сборку высокопроизводительного горнопроходческого агрегата осуществлял коллектив одной из лучших заводских бригад, которой руководит Юрий Андреевич Пак.

На снимке: бригадир Ю. Пак (справа), монтажники В. Сурков и А. Нестерский на сборке нового щита ЦМ-17.

*Фото А. СВЕТЛОВА*