

МЕТРОСТРОЙ

7

1976

ИНФОРМАЦИОННЫЙ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ
СБОРНИК

№ 7

«МЕТРОСТРОЙ»

1976 г.

Издание
Московского
метростроя
и издательства
«Московская правда»

В НОМЕРЕ:

В. Якобс. Повышать экономическую эффективность метростроения	1
И. Вылов, Ф. Ковалев. Резервы роста производительности труда.	3
П. Васюков, А. Кривошеин, Е. Демешко. Сооружение тоннелей методом продавливания на станции «Ростокинская».	6
А. Позоев, В. Абрамчук, А. Макукян. Иджеванский железнодорожный тоннель.	11
М. Майзель, Н. Яковлев. Нормативно-исследовательскую работу — на уровень новых задач.	12
Э. Аминов. Снижение затрат при возведении станционных притоннельных сооружений.	14
В. Тимухина, Ф. Сорокина. Из опыта внедрения бригадного подряда на Ленметрострое.	18
А. Артюнина. О новых нормах в метростроении	21
К вопросу автоматизации скоростной проходки.	22
Ю. Казьмин, Г. Петров. Время набирать скорость.	23
Ю. Грачев. Технология сооружения тоннеля большой протяженности проходческим щитом шандорного типа.	25
Л. Шагурина. Станция «Шаболовская».	27
Ю. Гамзаев, В. Пряхин, В. Плеханов. Беспыльный способ очистки металла при сооружении стволов.	28
В. Губенков. Основные конструктивные и силовые параметры тоннелепроходческих машин.	29
Новости метро за рубежом.	32

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

Издательство
«Московская правда»

Адрес редакции:
Москва 103012,
ул. Куйбышева, д. 3, комн. 11,
тел. 228-16-71

Технический редактор **Б. Нестеров.**

Л-66403 Сдано в набор 24/IX—76 г.
Подписано к печати 29/IX—76 г.
Объем 4 п. л.
Тир. 4000
Бумага тифдручная 60×90¹/₈.
Зак. 3489 Цена 30 коп.

Типография изд-ва
«Московская правда»

Повышать экономическую эффективность метростроения

Народнохозяйственная эффективность строительства новых линий метрополитенов зависит от достигнутых при их возведении результатов. Основной из них — наиболее быстрое обеспечение потребности трудящихся скоростным и удобным видом транспорта: чем больше будет построено в кратчайшие сроки новых трасс метрополитенов высокого качества, тем эффективней отдача государству затраченных средств. Рациональное использование рабочей силы, основных производственных фондов и материалов, экономия живого и овеществленного труда позволяют увеличивать капиталовложения на строительство транспортных тоннелей, а также линий метрополитенов в ряде новых городов страны и развивать сеть существующих метрополитенов.

В. ЯКОБС, канд. техн. наук

ных стволов, водоотливных установок и т. п.). Здесь вопросы совмещения профессий, установление рациональной численности персонала, а также переход на автоматизированное управление с хорошо налаженной диспетчеризацией дают возможность для реализации снижения трудовых затрат.

Один из важных элементов повышения экономической эффективности тоннелестроения — экономия прошлого, овеществленного труда, связанная со снижением материалоемкости и в особенности металлоемкости. Общее снижение материалоемкости значительно уменьшает трудоемкость всего общественного производства в отрасли. Решающее значение в тоннелестроении приобретает замена металлических тоннельных обделок на железобетонные и бетонные, равноценные по качеству изготовления, допускам отдельных элементов и водонепроницаемости чугунным конструкциям. Осуществляя переход на обделки из высокопрочного чугуна — модифицированный или синтетический — можно достигнуть снижения веса металла на 4—5 тыс. т на 1 километр трассы, а на станциях — на 1500—1800 т на каждую VI станцию. Снижение стоимости сооружения одной станции за счет применения модифицированного чугуна (даже при большей стоимости его против серого чугуна) составит до 200 тыс. руб.

Опыт применения на Ленинградском метрострое новых конструкций колонных станций глубокого заложения с обделкой из сборного железобетона и металлическими колоннами с верхними прогонами показал возможность резкого снижения металлоемкости подобных сооружений. Однако пути снижения материалоемкости на строительстве станций этим не исчерпываются. Необходимо решить проблему замены металлических внутренних конструкций колонных станций высокопрочными железобетонными (имея в виду применение бетонов высоких марок).

Дальнейшее снижение металлоемкости чугунных обделок — на 40—50% можно обеспечить разработкой и внедрением водонепроницаемых сборных железобетонных кольцевых обделок станций с применением торцовых чугунных вкладышей и покрытием внешней поверхности блоков водонепроницаемыми оболочками или составами мастик.

Переход на высокопрочный чугун потребует изменения существующего технологического процесса отливки тубингов и их обработки. Следует учесть также возможность полного исключения механической обработки бортов и сверления отверстий для болтовых скреплений. (В свое время эти процессы были исключены еще при изготовлении тубингов для эскалаторных тоннелей на кольцевой линии

Увеличение объема производства с одновременным сокращением затрат на строительство тесно связано с экономией времени. Последняя определяет возможность достигать поставленной цели в более сжатые сроки, ускоряя ввод в действие новых линий метрополитенов и тоннелей. Весьма важен в тоннелестроении курс на интенсификацию производства путем концентрированного использования более совершенной техники на тех объектах, которые могут обеспечить наибольший технико-экономический эффект.

Интенсификация тоннельного строительства предполагает сбережение времени за счет повышения темпов проходки при помощи механизированных проходческих агрегатов и комплексов. Однако сбережение времени не может быть обеспечено только путем внедрения новых механизмов; значительная доля его экономии должна быть получена в результате улучшения общей организации труда, внедрения новых технологических процессов, исключая отдельные виды тоннельных работ. На повестке дня — дальнейшее уменьшение доли физического труда на подземных работах и повышение удельного веса квалифицированного труда при использовании как новой, так и имеющейся на вооружении тоннелестроителей техники с учетом комплексной механизации всех производственных процессов.

Еще велик в тоннелестроении удельный вес вспомогательных работ, выполняемых в основном вручную. Существенные резервы роста производительности труда имеются на так называемых обслуживающих процессах (где уровень производительности труда определяется численностью работников, занятых на этих процессах — обслуживание шахт-

метрополитена в Москве, однако в дальнейшем это нововведение было забыто).

Большие возможности снижения материалоемкости открываются при внедрении более прогрессивных технологических процессов, например, при возведении обжатой в породу, а также монолитно-прессованной бетонной обделки. В первом случае отпадает процесс первичного нагнетания за обделку с уменьшением расхода цемента на 1,0—1,5 тыс. г на километр трассы; во втором — исключаются материалы для чеканки швов, болтовых соединений и арматуры.

В общем круге вопросов повышения экономической эффективности метростроения решающее значение имеют два фактора: снижение стоимости работ и трудовых затрат.

Однако общее их снижение происходит еще довольно медленно, несмотря на то, что метростроение в ряде городов идет по пути расширения области применения более дешевых способов работ и конструкций, в особенности на мелком заложении тоннелей.

Стоимость отдельных сооружений метрополитена с чугунной обделкой в % к закрытому способу работ на глубоком заложении приведена в таблице.

Виды сооружений и способы работ	Материал обделок		
	чугун	сборный железобетон	монолитно-прессованный бетон
Перегонные тоннели			
Закрытый способ, глубокое заложение	100	59	—
Закрытый способ, мелкое заложение	90	51	42
Открытый способ, в котловане без крепления	—	50	—
Открытый способ, в котловане с креплением	—	58	—
Открытый способ, с подвижным креплением	—	45	—
Станции			
Закрытый способ, пилонный тип	100	—	—
" колонный тип	98	80	—
" односводчатый тип	—	75	—
Открытый способ, колонный тип	—	40	—
" односводчатый тип (монолитный железобетон)	—	36	—

Примечания: Средняя скорость проходки перегонных тоннелей принята условно 100 м в месяц.

Для открытого способа работ толщина слоя засыпки над перекрытием принята 3 м.

В стоимостных показателях не учтены меры по борьбе с шумом и вибрацией.

Еще большая экономическая эффективность получается при возведении обделок, обжатых в породу. На глубоком заложении стоимость сооружения таких тоннелей составляет около 48% по отношению к чугунным. Целесообразно применение цель-

носекционной обделки с заводской гидроизоляцией в сочетании с подвижной крепью: отпадают затраты на излишнюю выемку грунта, обратную засыпку и транспортировку (по сравнению с работами в котловане с откосами), а также устройство металлического свайного крепления (в котлованах скреплением). Сущность рассматриваемой технологии заключается в том, что двухпутный тоннель строят механизированным способом с разрытием определенной длины котлована одновременно с возведением цельносекционной обделки и засыпкой ее вслед за разработкой грунта. При этом резко уменьшается время на разрытие котлована, чем улучшаются условия для транспортного движения окружающих районов.

Из данных, приведенных в таблице, следует, что значительное снижение стоимости определяет сооружение тоннелей на мелком заложении. Однако не всегда этот фактор стоимости является определяющим: необходимо учитывать и топографические условия городской застройки. В отдельных случаях строительство тоннелей мелкого заложения может вызвать настолько большой объем работ по переустройству подземных коммуникаций и сооружений, что это становится экономически неоправданным.

К факторам, влияющим на стоимость сооружения, относятся также сроки строительства линий, так как необходимость обеспечения подземных выработок «обслуживающими процессами» до сдачи трассы в эксплуатацию вызывает дополнительные расходы. При сокращении сроков строительства эти расходы, составляющие обычно 15—20% стоимости работ, соответственно снижаются.

Значительное влияние на общие сроки строительства оказывает общая организация проходки тоннелей на трассе. Практика показывает, что сооружение перегонных и станционных тоннелей независимо один от другого должно уступить место строительству перегонов более протяженными участками — с проходом щитов и агрегатов через возводимую станцию без демонтажа, монтажа и технологического отхода. Это особенно целесообразно применять при работе механизированными щитами, для которых эффективна установившаяся скорость проходки на длительный период при протяжении перегонов на 4—6 км и более (отпадают затраты времени на сооружение монтажных камер, демонтаж, монтаж щита с комплексом за ним, наладку и т. п.).

Следует пересмотреть и организацию работ по сооружению станций глубокого заложения. Возможно вернуться к применявшейся ранее схеме проходки с передовыми штольнями, которые позволяют организовать поточный метод производства работ с выдачей грунта впереди забоя без загрязнения тоннеля. Это вполне осуществимо и дает возможность вести вслед за проходкой тоннелей возведение внутренних конструкций (платформ, лотков, навеску зонтов) и отделочные работы, давая общий выигрыш во времени на сооружение станции.

РЕЗЕРВЫ РОСТА ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ТРУДА

И. ВЫПОВ, директор института «Оргтрансстрой»,
канд. техн. наук,
Ф. КОВАЛЕВ, инженер

При сооружении тоннелей и метрополитенов имеются значительные неиспользованные резервы роста производительности труда. Тем не менее в отрасли систематически не выполняется этот важный экономический показатель. Так, в 1974 г. Главтоннельметрострой выполнил задание по росту производительности труда на 6,5% при плане 6,7%, в 1975 г. — на 1,3% при плане 4,9%, в первом полугодии 1976 г. — на 2,5% при плане 4%.

В истекшем году рост производительности труда составил: в Киевметрострое — 3,5% при плане 7,2%, в Тбилтоннельстрое — 3,1% при плане 6,6%, в Мосметрострое — 1,3% при плане 7,2%. Бактоннельстрой не только не выполнил задание по росту производительности труда, но даже допустил снижение темпов роста по сравнению с 1974 г.

Важное значение имеет внедрение передовых методов и прогрессивных технологических процессов, обеспечивающих снижение затрат труда.

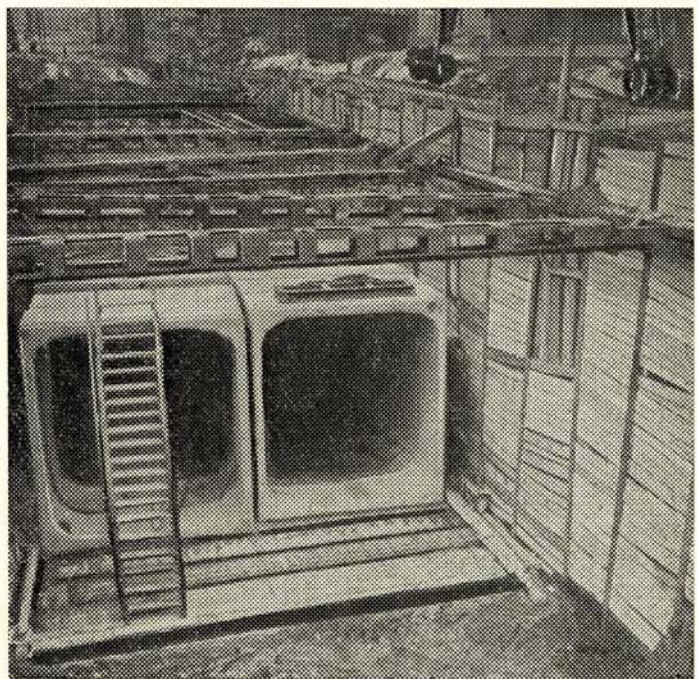
По подсчетам ЦНИИС, применение обкатой в поруду сборной железобетонной обделки перегонных тоннелей снижает трудозатраты на строительство 1 км тоннеля на 1,5 тыс. чел.-дн. в неустойчивых и на 0,9 тыс. чел.-дн. в устойчивых грунтах. Цельносекционная железобетонная обделка для перегонных тоннелей с заводской гидроизоляции, сооружаемых открытым способом, обеспечивает уменьшение трудозатрат на 8,5 тыс. чел.-дн. на 1 км тоннеля. Использование механизированного комплекса ТЩБ-5,6 для прокладки тоннелей с монолитно-прессованной бетонной обделкой в неустойчивых породах дает снижение таких трудозатрат на 5 тыс. чел.-дн.

Сооружение станции открытым методом из укрупненных конструкций позволило Мосметрострою сэкономить 2542 чел.-дн.

При строительстве 5880 пог. м. тоннелей с плоским лотком (Мосметрострой, Харьковметрострой, Армтоннельстрой) достигнуто снижение трудозатрат в размере 25440 чел.-дн.

Однако, несмотря на экономическую целесообразность, в девятой пятилетке сборная железобетонная обделка, обкатая в поруду, нашла применение только при строительстве 6,75 км тоннелей, а с использованием цельносекционной обделки их сооружено всего 1,9 км.

Анализ показывает, что в большинстве строительно-монтажных организаций Главтоннельметростроя в 1975 г. по сравнению с 1974 г. заметно снизилось внедрение передовых методов и прогрессивных технологических процессов.



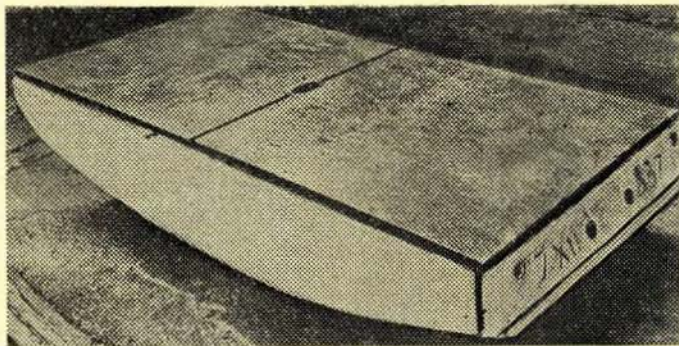
Сооружение двухпутного перегонного тоннеля метрополитена с цельносекционной железобетонной обделкой.

С учетом однородных методов и процессов, использованных в разных управлениях, в целом по Главку в 1974 г. было внедрено 33 передовых метода и процесса, в 1975 г. — только 24.

Одним из решающих факторов роста производительности труда в тоннелестроении является повышение скорости проходки. Скорость проходческих работ в Главтоннельмострое, особенно при сооружении горных железнодорожных тоннелей, еще сравнительно невелика. Например, при сооружении Лысогорского тоннеля на железной дороге Краснодар — Туапсе скорость проходки была равна 29,8—45,2 м в месяц, а строительство тоннеля на железной дороге Белорецк—Карламан велось со скоростью от 14,9 до 23,3 м в месяц. Естественно, что особое внимание должно быть уделено изучению и широкому распространению опыта скоростной проходки перегонного тоннеля между станциями «Академическая» и «Гражданская» Кировско-Выборгской линии Ленинградского метрополитена, где за 31 сутки пройдено 676 пог. м при максимальной скорости проходки в сутки 26,84 м, в смену — 10,39 м. При этом трудоемкость сооружения 1 пог. м составила 8,7 чел.-ч при норме 17,6.

Широкое распространение на стройках Минтрансстроя получил бригадный подряд по методу Героя Социалистического Труда Н. А. Злобина. При этом, как правило, сроки строительства ускоряются на 17—20%, его стоимость снижается на 3—4%, производительность труда повышается до 25%, одновременно значительно увеличивается выработка в натуральных показателях.

На начало 1976 г. насчитывалось 2259 злобинских бригад, или 22,4% от общего числа бригад, занятых в транспортном строительстве. В них трудятся около 20 тысяч строителей.



Плоский железобетонный лоток с чугунными плитами.

Несмотря на большой общий размах злобинского движения, в Главтоннельмострое насчитывается только 122 хозрасчетные бригады (9,7%). Наиболее неудовлетворительно ведется работа по внедрению злобинского метода в Армтоннельмострое (2,3%), Мосмострое (4,0%). В Бактоннельмострое из 14 бригад, работавших по-новому, к концу 1975 г. осталось 5. Даже с учетом специфических особенностей строительного производства при сооружении тоннелей количество хозрасчетных бригад в Главке недопустимо мало. Важный рычаг роста производительности труда необходимо максимально использовать.

На стройках Главтоннельмостроя велики простои рабочих, машин и механизмов, что, естественно, сдерживает рост производительности труда.

Анализ рабочего дня 1027 рабочих Мосмостроя, Ленмостроя и Киевмостроя свидетельствует о том, что потери рабочего времени составляют 11,4%. Фотографии работы машин показывают, что их простои в смену доходят до 14,3%. Средние потери рабочего времени при сооружении станции «Сходненская» составили 8,5%, при сооружении двухпутного перегонного тоннеля на участке «Бабушкинская» — «Медведково» — 15%.

В строительно-монтажных организациях и на промышленных предприятиях Главка не изжиты и так называемые скрытые потери рабочего времени: непроизводительная работа, нарушение технологии, нерациональное использование механизмов, брак в работе и т. д. Например, в СМУ-5 Мосмостроя при хронометражной проверке 236 человек, отработавших 273592 чел.-ч., скрытые потери составили 21,5%. Расчеты показывают, что каждый процент сокращения внутрисменных потерь обеспечивает повышение производительности труда примерно на 0,5%.

В Главтоннельмострое около 40% рабочих выполняют работу вручную. Систематическое снижение объема ручных работ является также важным резервом повышения производительности труда в метро- и тоннелестроении.

Оргтрансстрой и его Московская нормативно-исследовательская станция оказывают строительным организациям и промышленным предприятиям Главка определенную помощь в области технического и тарифного нормирования, научной организации производства, труда и управления, научно-технической информации.

В 1975 г. разработано 68 новых норм затрат труда и расхода материалов, эффект от внедрения которых составил 21146 чел.-ч. Создано 16 прогрессивных нормативов на изготовление железобетонных конструкций, деталей и изделий, а также нормативы численности рабочих-повременщиков (для СМУ-8 и СМУ-7 Мосметростроя). В 1976 г. Единые нормы и расценки изданы на строительные, монтажные и ремонтно-строительные работы.

В 1975—1976 гг. велись исследования по 23 темам, связанным с разработкой передовых методов труда и прогрессивной технологии.

Важнейшую роль играют инструкторы передовых методов труда, которые оказывают методическую помощь в подборе оптимального состава бригад и отработке путем практических показов наиболее производительных приемов труда.

Только в первом полугодии 1976 г. при непосредственном участии инструкторов Оргтрансстроя работало 9 школ передовых методов труда, в результате чего на объектах, где было проведено обучение, производительность труда возросла на 4,5—20%. В тесном сотрудничестве с Ленметростроем проведены занятия школы по скоростной проходке перегонного тоннеля на строительстве Кировско-Выборгской линии. Обучение рабочих передовым методам труда осуществлялось Московской нормативно-исследовательской станцией совместно с Тоннельным отрядом № 3.

В процессе скоростной проходки проведено 13 нормативных наблюдений, позволивших вскрыть причины потерь рабочего времени и разработать рекомендации по их устранению.

Соответствующая экспресс-информация «Опыт скоростной проходки перегонного тоннеля механизированным щитом КТ-1—5,6 с обделкой из железобетонных блоков, обжатой в породу» была разослана всем подразделениям Главтоннельметростроя.

Оргтрансстрой оказал помощь производству во внедрении таких передовых методов и прогрессивных технологических процессов, как извлечение металлических свай крепления котлованов после обратной засыпки при открытом способе работ (экономия 2,4 чел.-ч на 10 свай), применение цельносекционной обделки вместо сборной (экономия 10 чел.-дн. на 1 пог. м двухпутного тоннеля), использование монолитно-прессованной обделки (экономия 2,48 чел.-дн. на 1 пог. м тоннеля), внедрение технологии сооружения стволов шахт методом погружения крепи в тиксотропной рубашке (экономия 9,7 чел.-дн. на 1 пог. м ствола), безмастичная гидро-

изоляция тоннелей с применением рулонных материалов на стеклооснове (экономия 1,2 чел.-дн. на 100 м² поверхности).

Улучшению организации труда, технологической дисциплины и качества строительно-монтажных работ способствуют разработанные институтом типовые технологические карты. В настоящее время в тоннелестроении действуют 44 такие карты, в том числе «Сооружение односводчатой станции метрополитена из монолитного железобетона открытого способа работ», «Монтаж трех эскалаторов типа ЛТ-5 в наклонном ходе», «Монтаж козлового крана ККТС-20», «Безмастичная гидроизоляция стеклобитом тоннелей, сооружаемых открытым способом», «Сооружение двухпутного перегонного тоннеля метрополитена открытым способом работ с цельносекционной обделкой» и другие.

Институтом изданы два сборника карт технологии пооперационного контроля (КТПК) качества строительно-монтажных работ.

Ежегодно издается большое количество различных информационных материалов о передовых методах труда и прогрессивной технологии, новых машинах, конструкциях, материалах, инструментах, по вопросам охраны труда. Изданные экспресс-информации позволили широкому кругу строителей ознакомиться с передовыми методами и прогрессивными технологическими процессами и взять их на вооружение в своей практической деятельности.

Киноинформации Оргтрансстроя также способствуют распространению передового опыта в метростроении.

Немаловажное значение имеют ежегодные тематические выставки в навильоне транспортного строительства ВДНХ.

Введение работ по технологическим картам Оргтрансстроя дает возможность повысить производительность труда на 10—15%.

Между тем отдельные строительные организации Главтоннельметростроя не используют в полной мере эту возможность. Так, в 1975 г. без технологических карт строилось 28% объектов, 23% объектов сооружались с частичным их применением.

Для выполнения заданий по росту производительности труда, установленных планом на X пятилетку, необходимо мобилизовать все имеющиеся резервы.

В решении этой важнейшей задачи активную помощь строителям должны оказать научно-исследовательские, конструкторские и проектные организации.

Сооружение тоннелей методом продавливания на станции «Ростокинская»

П. ВАСЮКОВ, А. КРИВОШЕИН, инженеры;
Е. ДЕМЕШКО, канд. техн. наук

На участке трассы строящейся линии метрополитена Рижского радиуса, у станции «Ростокинская», успешно проведена опытная проходка перегонных тоннелей под железнодорожными путями Московской Окружной железной дороги.

Первоначально по техническому проекту «Ростокинская» закладывалась под путями Окружной железной дороги. Станция должна была сооружаться в котловане со свайным креплением двумя очередями с перекладкой полотна железнодорожных путей. По предложению строителей и проектировщиков расположение станции на трассе изменили, сдвинув ее в сторону «ВДНХ» на 56 м. Железнодорожная магистраль при этом пересекалась перегонными тоннелями. Проходка тоннелей под железной дорогой по этому варианту предусматривалась закрытым способом с использованием метода продавливания обделки без перекладки путей и без перерыва движения поездов.

В развитие этого предложения Метрогипротрансом в рабочих чертежах были внесены изменения в планировочное положение станции. На отрезке трассы, пересекающем железнодорожные пути и примыкающем к станции, располагались три тоннеля длиной около 30 м каждый: два перегонных с чугунной тубинговой обделкой диаметром 6 м и один средний — с такой же обделкой для пешеходного перехода на станцию.

Опытной проходке предшествовала тщательная подготовка. На

Московском механическом заводе Главтоннельметростроя изготовили и испытали в заводских условиях опытный образец агрегата, предназначенного для сооружения методом продавливания перегонных тоннелей метрополитена мелкого заложения на коротких прямолинейных участках. Метрогипротранс разработал рабочий проект сооружения тоннелей по предложенному варианту. От ЦНИИСа были получены предварительные данные о состоянии грунтового массива на трассе опытной проходки и расчет усилий, необходимых для продавливания тоннельной обделки домкратами агрегата на разных стадиях проходки.

Опытный агрегат для продавливания, запроектированный Метрогипротрансом, состоит из ножевой секции, размещаемой перед продавливаемой обделкой и соединяемой с первым кольцом и домкратной установкой.

Ножевая секция представляет собой щитовую крепь в виде ножеопорного кольца с хвостовой оболочкой, перекрывающей обделку на 200 мм. Внутри секции установлены две основные рабочие горизонтальные перегородки. В ножевой части секции смонтированы одна вертикальная и три вспомогательные горизонтальные

перегородки из листовой стали. В основных горизонтальных перегородках сделаны окна для сбрасывания грунта вниз. Для управления движением секции в ее опорном кольце размещены корректирующие устройства в виде поворотных башмаков, отклоняющихся наружу гидроцилиндрами.

Домкратная установка общей длиной 3330 мм представляет собой кольцевую металлоконструкцию наружным диаметром 6250 мм, в которой размещены щитовые гидравлические домкраты. В средней ее части устроена одна ступенчатая горизонтальная перегородка с выдвжными площадками, с которых ведется монтаж обделки. Штоки домкратов упираются в распределительное кольцо, через которое передается усилие домкратной группы на обделку. Кольцо подвешено на четырех домкратах. Гидросистема включает насосную установку с насосами Н401 и баком, сеть трубопроводов и аппаратуру управления домкратами, размещенную на боковой горизонтальной площадке.

Агрегат собирается из крупноблочных монтажных единиц: ножевая секция из двух блоков, металлоконструкция домкратной установки — из четырех.

Для размещения агрегата на трассе перегонных тоннелей была заложена камера со свайным креплением стен площадью 10×21 м, глубиной до 12,6 м (рис. 1). Размеры камеры приня-

Техническая характеристика агрегата:

Наружный диаметр ножевой секции	6015 мм
Длина ножевой секции	1700 мм
Количество домкратов	30 шт.
Ход плунжера домкратов	1200 мм
Суммарное усилие домкратной установки	3000 т
Рабочее давление в сети	200 кг/см ²
Скорость продавливания тоннеля	1,2—3,6 см/мин

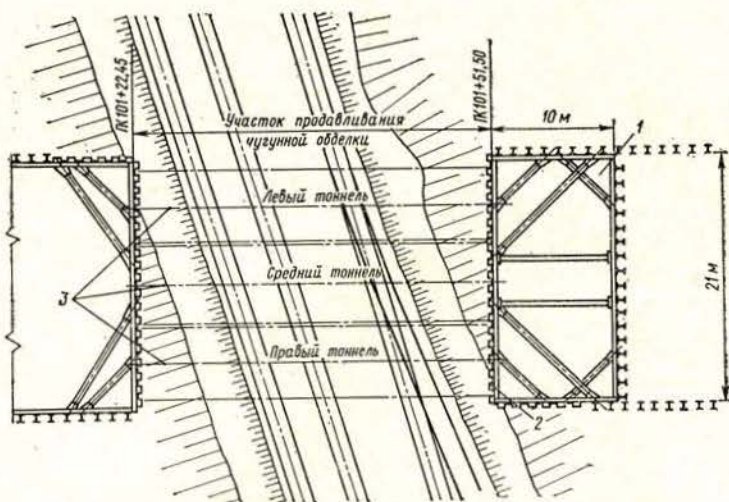


Рис. 1. Участок продавливания тоннельной обделки под железнодорожными путями:

1 — камера для размещения оборудования по продавливанию обделки; 2 — лобовая стена камеры в шпунтовом ограждении; 3 — положение тоннелей в чугунной обделке $d = 6$ м

ты из расчета продавливания трех тоннелей домкратной установкой с последовательным ее перемещением и обеспечения работ по транспортировке грунта из забоя, выдаче его на поверхность и монтажу обделки. Лобовая часть котлована камеры крепились шпунтом типа «Ларсен».

С противоположной стороны участка продавливания для приема ножевой секции агрегата после проходки очередного тоннеля был сооружен котлован такого же поперечного сечения (который являлся продолжением котлована станции «Ростокинская», сооружаемой открытым способом). Для монтажа домкратной установки в камере забетонировали внутренние конструкции: вначале для левого тоннеля, затем для правого и среднего. Внутренние конструкции состояли из опорных стен и направляющих лотков. Опорная бетонная стена имела ширину, необходимую для размещения домкратной установки и длину (по оси тоннеля) 4 м. Вдоль оси тоннеля конструкция опорной стены имеет проем круглого очертания диаметром, соответствующим внутреннему диаметру обделки.

В сводовой части стены предусмотрено прямоугольный люк для пропуска шахтных вагонеток, в которых выдается грунт из забоя. В опорной стене заложено сварное анкерное кольцо из листовой стали для крепления опорной рамы домкратной установки.

Направляющий лоток, расположенный между опорной стеной и стенкой камеры на участке длиной 2,7 м, бетонировался на высоту 1,5 м от низа тоннельной обделки. Внутренняя поверхность лотка имела в сечении круговое очертание по наружному радиусу обделки. На этом участке лотка монтировали кольца обделки, устанавливали их в проектное положение и задавали направление продавливания обделки в массиве грунта. Остальная часть лотка до опорной стены бетонировалась с занижением отметки на 250 мм и служила опорой для кольцевой обоймы домкратной установки.

В пределах монтажной зоны лотка закладывались направляющие рельсы по два на каждую сторону. Головки рельсов выступали из бетона на 25 мм. Положение их строго выверялось для

обеспечения точной установки колец обделки при монтаже.

К анкерному кольцу опорной стены крепились домкратная установка, которая частично (на участке длиной 2200 мм) покоилась на бетонном лотке. Нижняя часть сечения домкратной установки от уровня откаточных путей до горизонтального диаметра использовалась для пропуска вагонеток.

После монтажа домкратной установки и ножевой секции с первым кольцом чугунной обделки проводилось опробование агрегата и его подготовка для проходки очередного тоннеля (рис. 2).

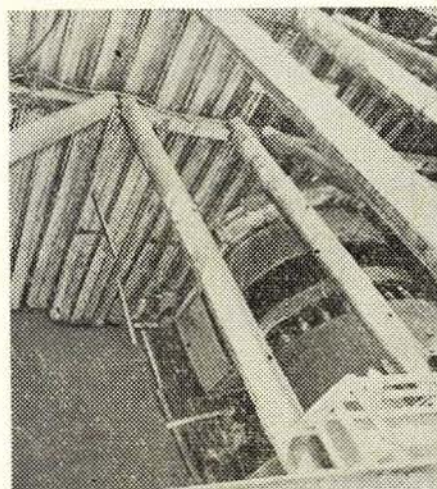
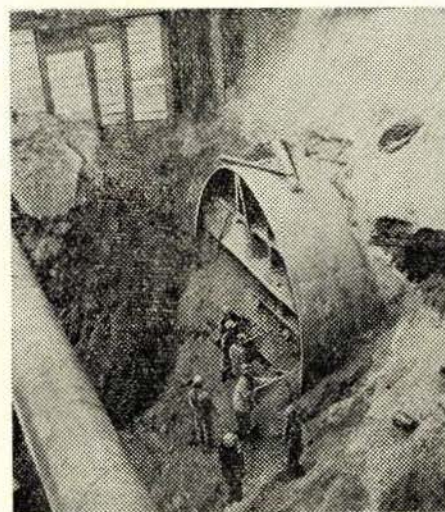


Рис. 2. Агрегат по проходке тоннеля методом продавливания



Тоннели под железнодорожными путями продавливались в толще аллювиальных отложений. В основной части сечения тоннелей грунты были представлены легкими суглинками тугопластичной консистенции, с включением щебня и гравия. В верхней части сечения выклинивались песчаные и супесчаные грунты, распространявшиеся до поверхности. В грунтовом массиве встречались средние и крупные валуны. Грунты неоднородны, естественной влажности.

Перед началом проходки шпунтовое ограждение в лобовой части котлована вырезалось по наружному контуру ножевой секции агрегата. Технологическая схема его работы состоит в продвижении при помощи домкратной группы тоннельной обделки, оснащенной ножевой крепью, с постепенным наращиванием обделки в котловане. При внедрении в забой ножевое кольцо крепи частично заполняется грунтом с образованием призм осыпей на отсекающих площадках. Осыпи из разрыхленного грунта располагаются под углом естественного откоса и служат в процессе продавливания временным креплением забоя (рис. 3).

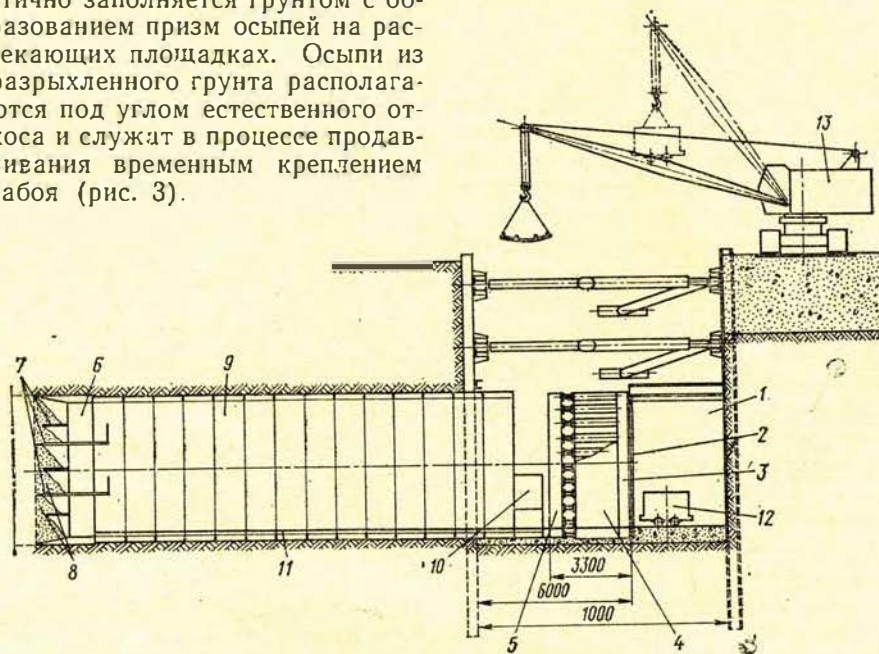


Рис. 3. Организация работ по сооружению тоннеля методом продавливания:

1 — опорная стена; 2 — анкерное кольцо; 3 — упорная рама; 4 — домкратная установка; 5 — распределительное кольцо; 6 — ножевая часть агрегата; 7 — отсекающие площадки; 8 — призмы грунта; 9 — тубинговая обделка; 10 — монтируемое кольцо обделки; 11 — откаточный горизонт; 12 — шахтная вагонетка; 13 — стреловой кран грузоподъемностью 20 т

Цикл проходки на одно кольцо включает следующие стадии. На первой стадии обделка тоннеля продвигается с внедрением режущих кромок ножевой секции и горизонтальных площадок в забой

на величину 30—40 см. После этого домкратная группа выключается и процесс продавливания прерывается. Избыточный грунт с горизонтальных площадок через люки ссыпают в нижний отсек, откуда он грузится породопогрузочной машиной в вагонетки и выдается на поверхность. Затем в том же порядке осуществляется вторая стадия работ с продвижением обделки на полную заходку в 1 м.

На следующей стадии гидравлические домкраты включают на обратный ход, отводят назад распределительное кольцо и монтируют очередной элемент обделки.

Грунт в забое грузили электрической машиной ППМ-4Э в шахтные вагонетки вместимостью 1,5 м³. Они откатывались от забоя до подъемного отделения в камере лебедкой или вручную. Подъем груженых вагонеток на поверхность осуществляется стрело-

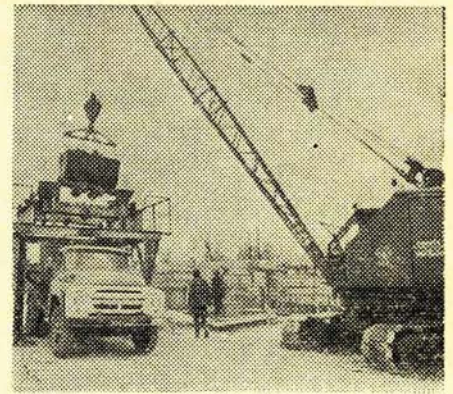


Рис. 4. Разгрузка грунта из вагонетки в самосвал

кладывались на стены кузова вагонеток. После подъема вагонетки краном подавались к разгрузочному бункеру и опрокидывались, разгружая грунт непосредственно в автомашину, находящуюся под бункером.

Монтаж тубинговой обделки также производили краном. Кольцо собиралось укрупненными блоками, составленными из нескольких тубингов (рис. 5). Вначале укладывали в лоток полукольцо из пяти нормальных тубингов, предварительно сблоченных на поверхности. Затем с каждой стороны полукольца устанавливали по одному тубингу. Сборка кольца заканчивалась установкой верхнего полукольца из двух нормальных, двух смежных и замкового элемента. Сблочивание вели с выдвижных площадок домкратной установки.

Для обеспечения безопасности производства работ, предупреж-

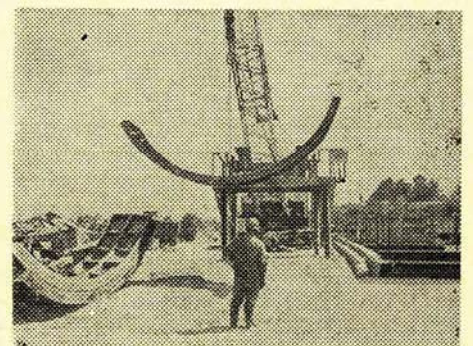


Рис. 5. Монтаж нижнего полукольца обделки

дем краном на гусеничном ходу грузоподъемностью 20 т, который находился вблизи бровки котлована (рис. 4). На крюке крана была подвешена траверса с цепными стропами, которые на-

дения вывалов в забое и просадок поверхности предусматривались определенные меры.

Так, в течение всего времени проходки тоннелей велось тщательное наблюдение за состоянием грунта на каждой площадке ножевой секции. В процессе уборки породы и монтажа колец обделки кромки площадок находились постоянно внедренными в грунт не менее, чем на 15 см. Контроль величины внедрения осуществляли указателями в виде вертикальных стержней, приваренных на нижней поверхности площадок. Во время остановки агрегата откосы грунта на площадках крепились деревянными щитами.

В процессе работ был установлен постоянный маркшейдерский надзор за состоянием железнодорожных путей и направлением продавливания обделки. Направление движения ножевой секции корректировалось домкратами.

На строительной площадке вблизи сооружаемых тоннелей заготовили аварийный запас материалов и инструментов (доски, щебень, песок). За содержанием железнодорожных путей в течение всего периода проходки тоннелей следила специально укомплектованная дежурная бригада. В забоях имелась двусторонняя телефонная связь с диспетчером станции железной дороги.

Методом продавливания было сооружено три тоннеля. Общая организация работ предусматривала продавливание обделки на величину, превышающую проектную — 30 м — на 2—3 м. Лишние кольца обделки, находящиеся в котловане станции, разбирались. Домкратная установка после продавливания одного из тоннелей передвигалась на трассу следующего по рельсам, забетонированным в опорную плиту. Установка передвигалась при помощи лебедки грузоподъемностью 5 т с палиспастом, установленной на поверхности у боковой стены камеры.

Наименование операций	Продолжительность мин	Ч а с ы					
		1	2	3	4	5	
Разработка грунта	1-ая стадия	77,9	6 чел				
	2-ая стадия	66,5	6 чел				
Продавливание обделки	1-ая стадия	15,8					
	2-ая стадия	15,4					
Уборка штоков гидродомкратов	17,6						
Монтаж обделки	67,4	6 чел					
Сбаливание обделки	-	1		1			
Транспорт грунта и вспомогательные работы	-	2		3		2	

Рис. 6. Циклограмма работ по продавливанию 1 м тоннеля.

Циклограмма работ по сооружению 1 м тоннеля показана на рис. 6. Она построена по данным, полученным путем хронометража 22 циклов, проведенного ЦНИИСом на правом тоннеле. В среднем на сооружение 1 м затрачивалось 4 ч. 20 мин. При составе звена в смене 9 чел. средние трудозатраты на 1 м тоннеля равнялись 39 чел.-ч. Это практически совпадает с выборочными хронометражными замерами НИС Оргтрансстроя. Минимальное время цикла составляло 3 час. 15 мин., максимальное 5 час. 40 мин. Среднее квадратичное отклонение времени цикла 33,3 мин., коэффициент вариации — 0,128. Низкое значение этого коэффициента свидетельствует о слаженной работе бригады и хорошей организации труда на строительном участке. При проходке двух крайних тоннелей получены следующие показатели:

вая габарит приближения строений и диаметр колец 6 м).

Величины просадок железнодорожных путей были незначительны и не препятствовали движению поездов. Эллиптичность колец обделки находилась в пределах допусков на монтаж тубинговой обделки перегонных тоннелей. В поперечном сечении обделки из-за возникновения трещин в радиальных бортах тубингов наблюдались деформации колец. Наиболее вероятной причиной повреждения колец послужила потеря геометрической формы ножевой секции и местная деформация в ее лотковой части, которые произошли вследствие столкновения секции с валуном. Дефекты в обделке устранили переборкой колец и заменой поврежденных тубингов. Выправить ножевую секцию на строительной площадке не удалось, что вызвало осложнения при управлении продавливаемой обделкой.

Показатели	Ед. изм.	Тоннели	
		левый	правый
Длина пройденных тоннелей . . .	м	29	29
Наибольшие отклонения обделки в плане	мм	161	136
в профиле	мм	234	250
Эллиптичность колец	мм	±50	±50
Осадка путей железной дороги	мм	от 1	от 1
Время сооружения тоннелей	смен	до 19	до 8
		33	30
Максимальная скорость проходки в сутки	пог. м	5,5	
Трудозатраты на 1 пог. м тоннеля (средние)	чел. ч	40,4	
Фактическая стоимость 1 пог. м (по данным СМУ-3)	руб.	2750 руб.	

Максимальное отклонение контура обделки от проектного положения — 250 мм находится в допустимых пределах (учиты-

ЦНИИСом проводились измерения величины усилий, необходимых для продавливания обделки и величин давления в

гидросистеме. При длине продавливаемой обделки 30 м усилие достигало максимального проектного значения 3000 т. Дополнительных мероприятий, обеспечивающих снижение сил трения обделки о грунт, не применяли.

По данным хронометражных наблюдений Московской НИС Оргтрансстроя, средние трудозатраты на сооружение 1 пог. м тоннеля методом продавливания составили 40,4 чел.-час. Затраты при строительстве тоннелей проходческими щитами в аналогичных условиях — 60,3 чел.-час. Таким образом, экономия трудовых затрат при сооружении тоннеля методом продавливания обделки достигла 49%.

При сопоставлении фактической стоимости проходки продавливанием 1 м перегонного тоннеля, равной 2750 руб., со сметной

стоимостью проходки обычным щитом — 7050 руб. экономия составила 4300 руб.

Опытное строительство трех тоннелей диаметром 6 м завершено успешно. Применение способа продавливания позволило решить сложную техническую задачу пересечения железной дороги без перекладки путей и перерыва движения поездов. Факторами, способствовавшими этому, явились использование нового специального агрегата, продуманная и четкая организация производства работ, применение бригадного подряда, напряженный труд проходчиков и инженерного персонала СМУ-3.

Проведенные работы подтвердили преимущества способа продавливания, что позволяет рекомендовать его для широкого внедрения при строительстве

линий метрополитена. Для расширения области применения этого способа на участках продавливания значительной протяженности (50—70 м и более), которые предстоит встретить при строительстве Серпуховского радиуса, следует усовершенствовать конструкцию агрегата: обеспечить ножевую секцию эффективными устройствами, корректирующими направление продавливания, повысить ее жесткость.

В технологический процесс продавливания необходимо включить мероприятия по уменьшению трения по наружной поверхности обделки: нагнетание раствора бен-тонитовой глины за конструкцию, устройство наружного покрытия спинок тубингов из эпоксидно-фурановой мастики с добавлением серебристого графита.

СТРОЯТСЯ НОВЫЕ УЧАСТКИ ЛЕНИНГРАДСКОГО МЕТРО



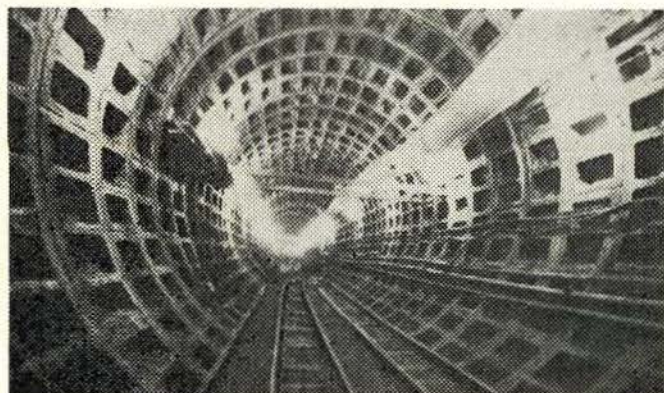
Сооружение вестибюля и СТП станции «Проспект Героев».



Проходчики П. Мироненко, П. Климец и бригадир Ю. Петрушин (СМУ-17) на строительстве наклонного тоннеля ст. «Гражданская».



Возведение конечной станции Кировско-Выборгской линии «Проспект ветеранов».



Перегонный тоннель между станциями «Проспект Героев» и «Проспект ветеранов».

ИДЖЕВАНСКИЙ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЙ ТОННЕЛЬ

А. ПОЗОЕВ, начальник ТО-8;
В. АБРАМЧУК, зам. главного инженера;
А. МАКУКЯН, начальник участка

В Армянской ССР строится новая железнодорожная линия Иджеван — Раздан длиной 61 км. На трассе предусматривается соорудить шесть тоннелей общей протяженностью около 20 м.

В настоящее время коллектив Тоннельного отряда № 8 Армтоннельстроя сооружает Меградзорский железнодорожный тоннель длиной 8311 м и Иджеванский — протяженностью 2940 м.

Тоннель в Иджеване запроектирован однопутным.

Исходя из инженерно-геологических и гидрогеологических условий залегания тоннеля предусмотрено семь типов обделки*. Обделка тоннеля принята из бетона М-200.

В тоннеле двустороннее расположение водоотводных лотков.

Предусмотрены ниши и камеры. Расстояние между нишами принято 60 м в шахматном порядке, а между камерами — 300 м.

Сооружение тоннеля ведется в мергелистых известняках, чередующихся с песчаниками.

Агрессивных вод в районе строительства не обнаружено. Грунтовые воды незначительны.

* Типы обделок приняты по «Типовому проекту обделок однопутных железнодорожных тоннелей из монолитного бетона», разработанному Метрогипротрансом.

Проходка будет осуществляться по шестизабойной схеме: 2 — со стороны Южного и Северного порталов и 4 — со стороны двух подходов штолен.

Производство тоннельных работ определяется принятыми типами обделки и физико-механическими свойствами горных пород, прорезаемых тоннелем. В связи с тем, что коэффициент крепости пород не превышает 4—6 по шкале Протодеяконова, сооружение тоннеля намечено производить способом нижнего уступа: сначала по всю длину проходится калотта и бетонятся стены тоннеля. В калоттном профиле проектом предусмотрено сооружение выносных пят, которые будут способствовать разработке нижнего уступа сплошным забоем.

Сечение тоннеля составляет 48,3 м².

При проходе калоттного профиля предусматривается временное крепление из металлических арок I № 22—24. Шаг крепления — от 1 до 1,5 м со сплошной затяжкой сводовой части калотты.

В целях обеспечения применения высокопроизводительного оборудования — породопогрузоч-

ной машины ПНБ-3К, бурильной установки СБУ-2К, бетоноукладчика ПБУ-5А, инвентарной опалубки ИО-18 и безрельсового транспорта, Тоннельный отряд № 8 изменил схему разработки калоттного профиля с 19,84 м² до 25,84 м².

Проходка калотты осуществляется буровзрывным способом. Обуривание забоя производится установкой СБУ-2К. Погрузка породы ведется при помощи ПНБ-3К в автосамосвалы ЗИЛ-ММЗ-555. Временное крепление возводится с подмостей, установленных на породопогрузочной машине.

Вентиляция тоннеля осуществляется по металлическим трубам Ø 1000 мм системами ВНСН-16 (Болгария) производительностью 1650 м³/мин.

В дальнейшем, в целях использования на вывозке породы из забоев безрельсового транспорта, предусматривается пробуричь по трассе тоннеля вентиляционные скважины Ø 500—700 мм для сооружения камер и установки вентиляторов главного проветривания.

Строительство тоннеля намечено завершить за 4,5 года.

Нормативно-исследовательскую работу — на уровень новых задач

М. МАЙЗЕЛЬ, Н. ЯКОВЛЕВ, инженеры

Как известно, основным средством достижения высокой производительности труда является правильное его нормирование.

Производственные задания в условиях подземного строительства могут выполняться в разных условиях, разными методами при неодинаковом сочетании времени работы человека и машины.

Соответственно на выполнение одного и того же производственного задания затрачивается различное рабочее время.

Задача нормативно-исследовательских работ состоит в определении наиболее выгодного сочетания всех факторов, определяющих затраты рабочего времени, и установлении необходимых затрат труда.

В условиях Главтоннельметростроя нормативно-исследовательские работы включают:

анализ затрат времени на выполнение строительных процессов с учетом всех факторов, влияющих на производительность труда при подземном строительстве и на шахтной поверхности;

изучение передовых методов и условий труда, способствующих наиболее полному использованию имеющихся производственных возможностей в забоях, на участках, в цехах;

установление на основе передового опыта наиболее рациональных режимов работы горнопроходческого оборудования, порядка и способов выполнения проходческих работ, наилучшей организации обеспечения и обслуживания рабочих мест;

нормирование затрат рабочего времени с учетом современного

уровня развития подземного строительства и наиболее полного использования производственных возможностей горнопроходческого оборудования;

определение условий, обеспечивающих выполнение установленных норм и освоение передовых методов труда всеми работающими, а также улучшение организации социалистического соревнования.

Основные направления повышения производительности труда показаны на схеме.

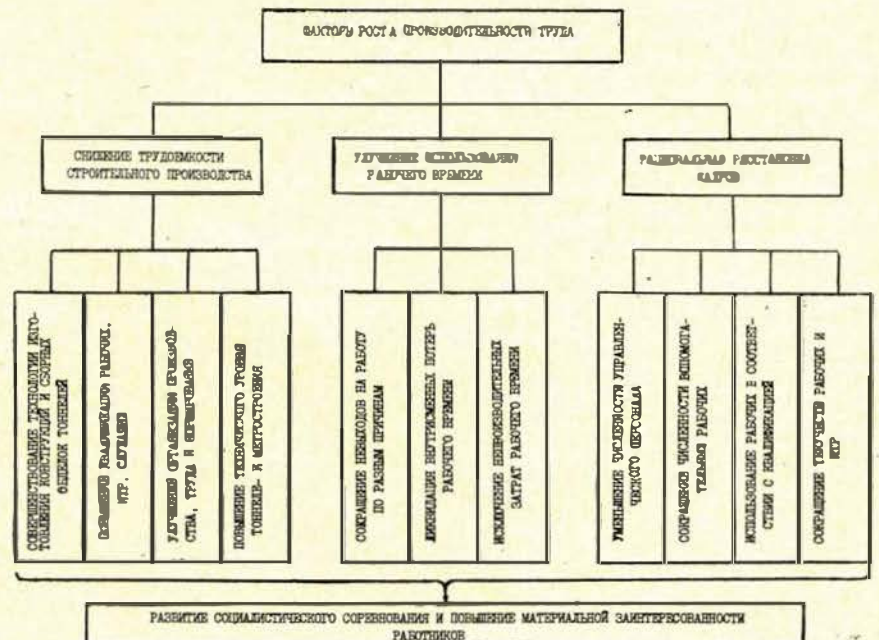
Московской нормативно-исследовательской станцией за первое полугодие 1976 г. составлено 12 технологических карт, предусматривающих применение прогрессивной технологии и комплексную механизацию трудоемких процессов.

С участием Московской норма-

тивно-исследовательской станции переведена на бригадный хозрасчет по методу Н. А. Злобина 21 бригада, в которых внедрено 9 планов НОТ;

организована работа девяти школ передовых методов труда, в том числе пяти в Мосметрострое, двух в Ленметрострое, одной в Армтоннельстрое и одной в Бактоннельстрое; разработано три сетевых графика по сооружению линий метрополитена; исследованы резервы роста производительности труда за счет сокращения внутрисменных потерь рабочего времени, на 9 объектах Главтоннельметростроя составлено 69 фотографий рабочего дня и 21 фотография использования рабочего времени машин.

Особый интерес представляет опыт работы школ передовых методов труда.



В 1975 году в таких школах прошли обучение 578 проходчиков.

Обучение рабочих в школах передовых методов труда проводится в два этапа.

На первом этапе методами технического нормирования исследуются трудовые процессы и выявляются наиболее рациональные способы выполнения отдельных операций технологического цикла, анализируются причины потерь рабочего времени и производится отбор лучших приемов труда. На этой основе разрабатываются мероприятия, выполнение которых позволяет улучшить условия производства работ, сократить потери рабочего времени, повысить производительность труда.

Основным способом распространения рациональных методов выполнения отдельных производственных операций являются практические показы непосредственно на рабочих местах, во время которых рабочие, выполняющие какую-либо операцию лучше других и с меньшими затратами времени, передают свой опыт.

На втором этапе производится отработка и совершенствование изучаемых приемов труда всеми рабочими.

Затем проводится повторное исследование трудовых процессов методами технического нормирования, составляются фотографии рабочего дня и выполняется анализ распределения затрат рабочего времени по всем операциям технологического цикла.

Путем сопоставления результатов труда на первом и втором этапах определяются достигнутые технико-экономические показатели, разрабатываются мероприятия по распространению передовых методов работы среди других бригад, проводится итоговое совещание.

Эффективность школ передового опыта подтверждается таблицей. Как видно из этой таблицы, в результате работы школ передовых методов труда скорости проходки значительно увеличились, а трудозатраты заметно снизились (на 5,8—21,8%).

На рост производительности труда положительное влияние оказало достигнутое снижение потерь рабочего времени.

Таблица

Школа	Скорость проходки (пог. м в смену)		Трудозатраты на 1 пог. м (чел.-ч)		Снижение трудовых затрат (%)
	до введения школы	после	до введения школы	после	
Сооружение перегонного тоннеля к ст. Проспект Героев, СМУ-13 Ленметростроя	0,59	0,69	87,3	77,5	11,2
Сооружение правого перегонного тоннеля к ст. Нязамь, СМУ-3 Бактоннельстроя	0,8	0,92	43,3	35,9	17,1
Сооружение СТП-64, ст. Горьковская, СМУ-7 Мосметростроя	0,58	0,95	54,7	46,6	14,8
Проходка правого перегонного тоннеля между станциями ВДНХ и Ростовкинская, ТО-6 Мосметростроя	0,65	1,19	68,6	53,7	21,8
Проходка левого перегонного тоннеля между станциями ВДНХ и Ростовкинская, ТО-6 Мосметростроя	0,84	1,00	48,6	45,8	5,8
Проходка перегонного тоннеля методом продавливания под путями Окружной ж. д., СМУ-3 Мосметростроя	1,75	1,93	27,4	21,6	21,2
Проходка правого станционного тоннеля ст. Марксистская Калининского радиуса, СМУ-6 Мосметростроя	0,6	0,83	213,1	176,1	17,4

Потери рабочего времени, составляющие на первом этапе 11,2 — 21,6%, на втором этапе уменьшились до 1,5—9,6%.

Во всех случаях простои возникли главным образом из-за неудовлетворительного обеспечения забоев порожняком, тубингам, сухой смесью для первичного нагнетания и т. п.

Для сокращения потерь рабочего времени потребовалось прежде всего провести соответствующие оргтехнические мероприятия.

Определенную роль в повышении квалификации рабочих и ликвидации недостатков в организации производства мог бы сыграть штат инструкторов передовых методов труда.

На Московской нормативно-исследовательской станции таких инструкторов пока явно недостаточно.

Представляется, что инструктором передовых методов труда должен быть специалист с высшим или средним специальным образованием, имеющий многолетний опыт работы непосредственно на производстве и владеющий научными методами организации труда, т. е. способный проанализировать выполняемую работу и расчленить ее на составные элементы с последующим критическим разбором и разработкой мероприятий по их совершенствованию.

Инструктор передовых методов труда активно участвует во внедрении комплексной механизации трудоемких технологических процессов, инструмента, приспособлений, оснастке, освоении передовых приемов работы и в обучении рабочих. Всю свою работу он проводит в подземных условиях, в забое. Труд его не нормирован.

Подобрать на должность инструктора квалифицированного специалиста трудно, так как зарплата инструктора существенно ниже, чем у линейного персонала организаций, осуществляющих строительство и капитальный ремонт метрополитенов, тоннелей и других подземных сооружений.

По-видимому, инструкторов следует называть инженерами по организации производства или, для большей конкретизации, инженерами по организации строительства тоннелей и метрополитенов.

Для более эффективной работы Московской нормативно-исследовательской станции следует увеличить штат ее сотрудников, в первую очередь квалифицированных инструкторов передовых методов труда. Это позволит существенно расширить исследования, направленные на повышение производительности труда в метро- и тоннелестроении.

СНИЖЕНИЕ ЗАТРАТ ПРИ ВОЗВЕДЕНИИ СТАНЦИОННЫХ ПРИТОННЕЛЬНЫХ СООРУЖЕНИЙ

Э. АМИНОВ, канд. техн. наук

При строительстве метрополитенов значительный объем работ приходится на долю электрических подстанций.

Возможны две системы электроснабжения метрополитена: централизованная с наземными тяговыми и притоннельными понизительными подстанциями; децентрализованная с совмещенными тягово-понизительными подстанциями.

В настоящей статье на примере Бакинского метрополитена рассматривается вопрос об экономической целесообразности этих систем электроснабжения, исходя из стоимости требуемого комплекса сооружений.

Питание электроэнергией шести станций мелкого и пяти станций глубокого заложения первой очереди Бакинского метрополитена осуществляется от четырех наземных тяговых подстанций. Эти подстанции, расположенные вдоль линии на расстоянии, определяемом тяговой нагрузкой, представляют собой здания городского типа, возведенные с максимальным использованием типовых проектов и местных строительных материалов.

От тяговой подстанции Т-1 к линии метрополитена глубокого заложения проложен кабельный коллектор общей длиной 73,5 м, имеющий частично чугунную, частично сборную железобетонную обделку.

От тяговых подстанций Т-2, Т-3 и Т-4 к линии метрополитена мелкого заложения идут кабельные коллекторы монолитной железобетонной конструкции длиной 15, 68 и 156 м. Из общей протяженности этих коллекторов (267 м) открытым способом выполнено 159 м.

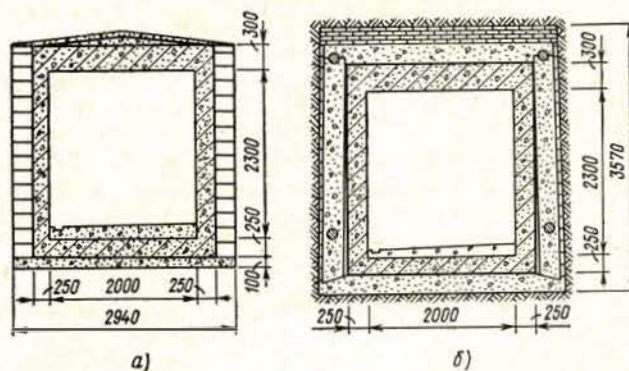


Рис. 1. Кабельные коллекторы рамной конструкции: а — открытый способ; б — закрытый способ

Как свидетельствует практика, затраты труда на сооружение одного погонного метра коллектора составляют: с чугунной обделкой 135 чел.-час., закрытым способом в монолитном железобетоне 168 чел.-час., открытым способом в монолитном железобетоне 90 чел.-час. и открытым способом в сборном железобетоне 33 чел.-час.

Из шести понизительных подстанций мелкого заложения две имеют монолитную железобетонную рамную конструкцию (рис. 1). У четырех — стены и лоток выполнены из монолитного, а перекрытие из сборного железобетона (рис. 2).

Все шесть подстанций расположены за станциями между путевыми тоннелями, расстояние между осями равно 10,9 м.

Четыре из пяти станций глубокого заложения имеют понизительные подстанции, размещенные в

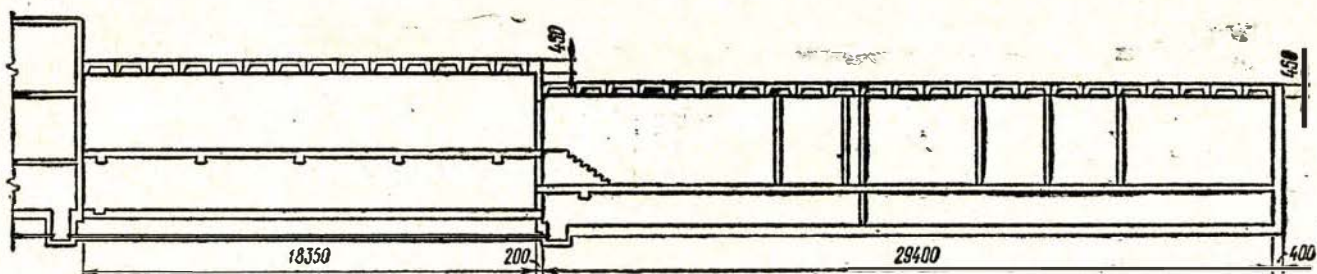


Рис. 2. Подстанция монолитно-сборной железобетонной конструкции

продолжении среднего станционного тоннеля. На пятой — понижительная подстанция находится в отдельном изолированном тоннеле диаметром 6 м.

Следует отметить, что стоимость понижительных подстанций мелкого заложения при применении монолитного железобетона на 20—25 тыс. руб. выше, чем при сооружении их из монолитно-сборного железобетона. Трудовые затраты в первом случае больше на 940 чел.-час.

Сравним основные технико-экономические показатели при централизованной и децентрализованной системах питания электроэнергией.

Как показывают расчеты, протяженность совмещенных тягово-понижительных подстанций больше протяженности понижительных подстанций.

Если сооруженные понижительные подстанции мелкого и глубокого заложения имеют длину 48 и 36 м, а длина понижительной подстанции, расположенной в отдельном изолированном тоннеле, составляет 69 м, то соответствующие тягово-понижительные подстанции должны были бы иметь длины, равные 81 м, 67 м и 100 м.

При переходе на совмещенные тягово-понижительные подстанции объем монолитно-сборного железобетона увеличивается с 2653 до 4481 м³, т. е. на 68%. металлоемкость возрастает с 432 до 748 т для станций мелкого заложения и с 2448 до 4238 т для станций глубокого заложения.

Таким образом, при сооружении совмещенных тягово-понижительных подстанций металлоемкость в целом повышается с 2880 до 4986 т, т. е. на 73%.

Анализ нормативной трудоемкости показал, что на устройство одиннадцати совмещенных тягово-понижительных подстанций потребуется затрат труда на 24543 чел.-час. больше, чем на сооружение че-

тырех тяговых и одиннадцати понижительных подстанций. Произведенные подсчеты стоимости показали, что затраты на строительство в первом случае больше на 543 тыс. руб., что составляет 27%.

Были также рассмотрены случаи, когда на станциях глубокого заложения понижительные и совмещенные тягово-понижительные подстанции, расположенные в продолжении среднего станционного тоннеля, сооружают не из чугуна, а в сборной железобетонной обделке диаметром 8,5 м.

В этом случае затраты на сооружение одиннадцати совмещенных тягово-понижительных подстанций превышают затраты на строительство четырех тяговых и одиннадцати понижительных подстанций на 376 тыс. рублей.

Опыт строительства в сочетании с проведенными технико-экономическими исследованиями позволяет сделать следующие выводы:

в целях снижения затрат труда, металлоемкости и стоимости сооружений питания метрополитена электроэнергией целесообразно осуществлять по централизованной схеме с помощью наземных тяговых и понижительных подстанций;

на станциях мелкого заложения для сооружения понижительных и совмещенных тягово-понижительных подстанций должны применяться монолитно-сборные конструкции;

при большой протяженности и отсутствии мешающих наземных строений кабельные коллекторы между тяговыми подстанциями и тоннелями метрополитена следует прокладывать открытым способом;

для возведения стен наземных тяговых подстанций вместо кирпича целесообразно использовать местный строительный блочный материал, в частности, известняковый камень.

ФОТОХРОНИКА СТРОИТЕЛЬ ТАШКЕНТСКОГО МЕТР

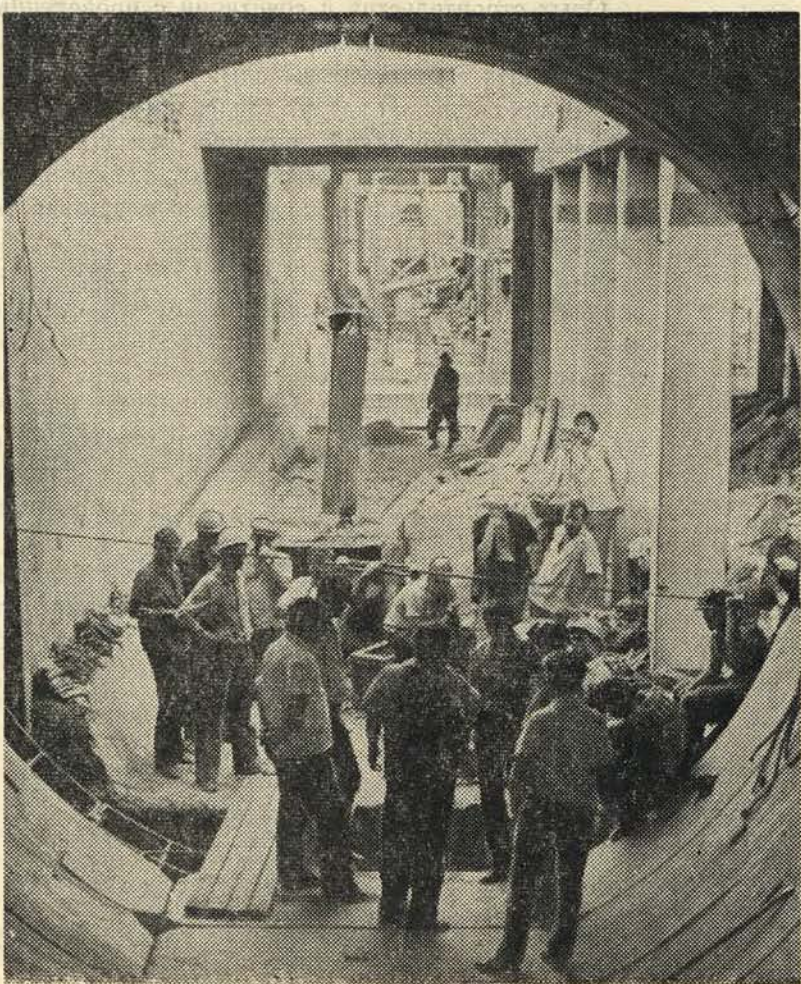
1



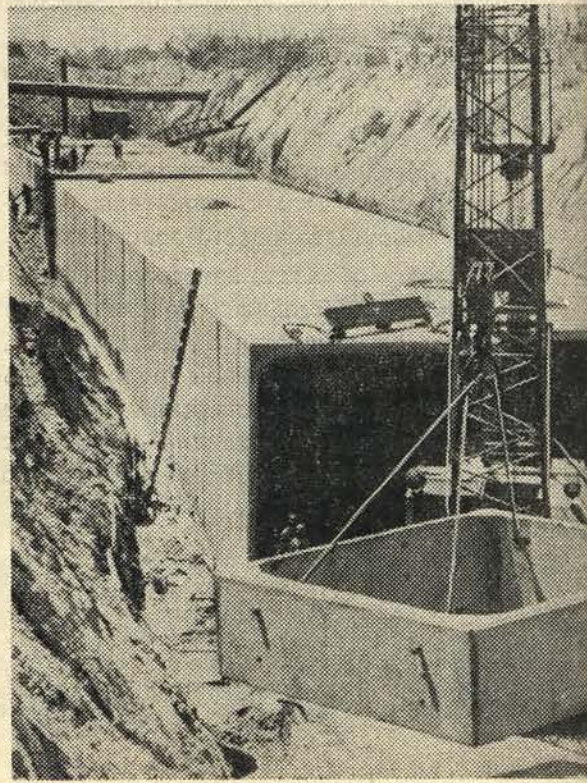
3



2

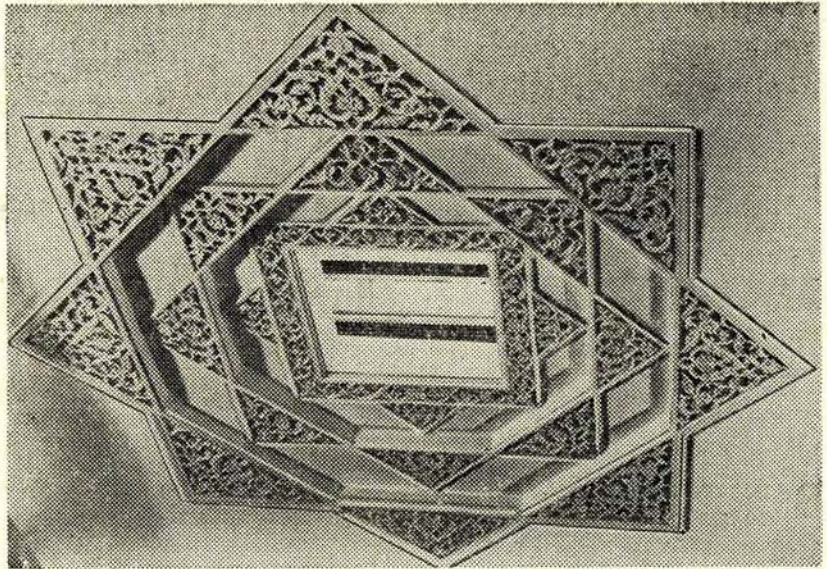


4

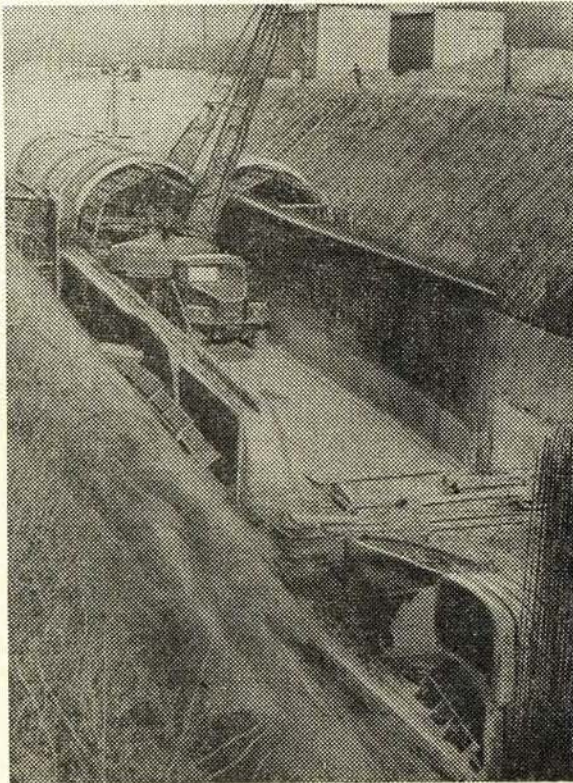


СТВА ОПОЛИТЕНА

6



5



Коллектив греста «Ташметрострой» в настоящее время работает на всей пусковой двенадцатикилометровой трассе. Предстоит соорудить еще 450 пог. м тоннелей открытого и 800 пог. м — закрытого способа работ.

На шести станциях ведутся отделочные работы. На двух из них — «Имени Сабир Рахимова» и «Октябрьской Революции» — облицовка завершается.

В тоннелях приступили к укладке путей.

Широко внедряется бригадный подряд: 25% всех работ производится этим методом.

На строительстве перегонных тоннелей внедрена цельносекционная и обжатая в породе обделка.

Применение прогрессивных методов строительства и активное участие в социалистическом соревновании за досрочный пуск в эксплуатацию 1 участка Ташкентского метрополитена — к 60-летию Октябрьской Революции — дали хорошие результаты. За девять месяцев первого года пятилетки план строительно-монтажных работ выполнен на 105,9%, собственными силами — на 110,8%.

На снимках:

1. Тоннельный отряд № 2, участок № 10. Бригада проходчиков В. Бултых закончила проходку левого перегонного тоннеля от ст. «Пахтакор» методом бригадного подряда.
2. СМУ-1. Бригада И. Лысого завершила монтаж обделки левого перегонного тоннеля от ст. «Имени 50-летия СССР».
3. Транспортировка цельносекционных блоков на трейлерах с завода ЖБИ-2.
4. СМУ-2. Перегон «Хамза» — «Комсомольская». Монтируется цельносекционная обделка.
5. Сооружение тоннелей открытым способом.
6. ТО-2. Ст. «Имени Октябрьской Революции». Резьбу по ганчу в кессонах подвешенного потолка выполняют народные мастера Узбекистана. Бригаду резчиков возглавляет У. Усманов.

Из опыта внедрения бригадного подряда на Ленметрострое

В. ТИМУХИНА, Ф. СОРОКИНА, инженеры

В поисках прогрессивных методов организации труда в бригадах ленинградские метростроители еще летом в 1973 г. провели эксперимент, применив на сравнительно небольшом объекте — проходке наклонного хода станции «Площадь Мужества» бригадный подряд.

Предварительно была подготовлена документация, уточнен проект производства работ, составлен комплексный план оргтехмероприятий, разработан график поставки основных строительных материалов и калькуляция трудовых затрат и заработной платы на предстоящий период. Бригада в процессе производства сплотилась и сама осуществляла контроль своей деятельности.

В основу расчета с бригадой была положена аккордно-премиальная система оплаты труда. Заработок распределялся между членами бригады с применением коэффициента трудового участия. КТУ устанавливался решением общего собрания бригады, при согласии всех ее членов. При этом учитывались качество работ, интенсивность труда, инициатива, дисциплина. За высокие трудовые показатели по решению собрания рабочим присуждался коэффициент от 1,1 до 1,5. Допустившие брак в работе, совершившие нарушение трудовой дисциплины и другие упущения получали пониженный коэффициент — от 0,9 до 0,5.

С применением КТУ распределялся только приработок (тарифная часть зарплаты не затрагивалась).

Большие трудности встретились на пути внедрения бригадного подряда. На первых же метрах наклонного хода, сооружаемых бригадой Кострикова, встретился мощный слой «пльвуна». Дважды пришлось останавливать проходку и выполнять дополнительные работы по прокладке шурфов к местам прорыва пльвуна, осуществлять замораживание. Это, естественно, отодвинуло сроки окончания работ. Строителям пришлось перейти на непрерывный график. Бригада сама стала изыскивать резервы, способствующие повышению производительности труда.

Проводились фотографии рабочего дня. Результаты их обсуждались во всех звеньях и принимались меры по устранению выявленных недостатков. Так, много времени бригада теряла на доставку тубингов в забой. Первоначально они подава-

лись по одному на тележке. Тогда поступило предложение переделать тележку и подавать по два тубинга. Сделали, испытали и выиграли во времени при монтаже кольца почти вдвое.

Ступенчатый метод откачки воды из забоя позволил высвободить одного человека.

Несмотря на значительные трудности, бригада Кострикова справилась с поставленной задачей. Средняя скорость сооружения наклонного хода составила 0,24 пог. м в смену. Выдано «на-гора» более 6000 м³ породы, разработанной вручную, так как при сооружении наклонного хода в замороженном грунте при наличии крупных валунов весом от 5 до 7 т применить проходческие механизмы было невозможно.

Бригада добилась экономии материалов. Основным результатом получен за счет экономии песка, который разрабатывался в забое, а затем (после дополнительного лабораторного испытания) использовался для нагнетания за обделку.

Четкая организация труда в бригаде позволила ежемесячно выполнять нормы выработки на 145—153%. Бригада добилась сокращения трудозатрат на 494 чел.-дня и получила сверхплановую прибыль 0,6 тыс. руб.

Опыт работы бригады Кострикова показал, что новая форма организации труда — бригадный подряд взаимовыгодна и для рабочих, и для администрации.

Однако следует отметить, что в условиях строительства тоннелей метрополитенов применение злбинского метода затруднено, а в ряде случаев невозможно:

в связи с тем, что на одной шахте ведутся работы в три смены в нескольких забоях одновременно разными бригадами, участками, а порой и СМУ, затруднен учет расхода материалов;

невозможно определить фактическую экономию отдельных видов материалов (цемент, песок, бетон и др.), так как они входят в состав скрытых работ;

из-за отсутствия в ряде случаев точных данных о горно- и гидрогеологических условиях на трассе проходки возникают трудности в предварительном определении методов производства работ (это обстоятельство иногда приводит к пересоставлению смет);

специфика работ в тоннелестроении не позволяет использовать одну и ту же бригаду на сооружении отдельных объектов от начала до конца.

При определенных изменениях в использовании зловинского метода применительно к условиям метростроения бригадный подряд может дать значительный экономический эффект.

В 1975 г. по бригадному подряду на Ленметрострое работало уже тринадцать бригад (СМУ-9 — три бригады, СМУ-11 — две, СМУ-13 — две, СМУ-17 — три, СМУ-19 — две, ТО № 3 — одна бригада). Общая их численность составила 339 человек. Объем выполненных работ по бригадному подряду равен 2150 тыс. руб., расчетная стоимость — 1468 тыс. руб. Экономия трудозатрат по сравнению с нормативной составила 6704 чел.-дня, сверхплановая экономия от снижения себестоимости работ — 20,6 тыс. руб.

На Ленметрострое ежеквартально определялась экономическая эффективность от применения бригадного подряда. В таблице 1 приведены данные за II квартал 1975 г. Исходными документами для определения расчетной стоимости работ, передаваемых на подряд, является проектно-сметная документация и СНиП. Затраты на материалы определяются согласно рабочим чертежам и планово-

расчетным ценам; затраты на механизмы — по нормам м/смен по СНиПу на данный вид работ и стоимости машинно-смены. Заработная плата определяется по калькуляции. Сумма накладных расходов берется отдельным расчетом только по статьям, зависящим от деятельности бригады по стройфинплану.

Прочие прямые затраты — по расчету, в зависимости от количества вывезенного грунта и дальности расстояния.

На бригадный подряд относим всю сумму прямых затрат, часть накладных расходов лимитированных затрат, зависящих от деятельности бригады, а также затраты, не предусмотренные в сметной стоимости — поправочный коэффициент — 2,2% и компенсацию по сдельно-премиальной системе.

Из полученной таким образом суммы исключается сумма задания по снижению себестоимости строительно-монтажных работ (без плановых накоплений).

Учет фактических затрат на производство работ по бригадному подряду ведется ежемесячно в бухгалтерии СМУ. Если на подряд передан объект, то фактические затраты учитываются на отдельном шифре; при передаче этапа или комплекса работ — пропорционально участковой себестоимости.

В 1976 г. на основании представленных каждым СМУ планов перевода на бригадный подряд объектов, этапов и комплексов работ (где определены сроки начала и окончания строительства, потребное количество рабочих по профессиям и квалификации, а также объем строительно-монтажных работ в тыс. руб.) составлен график движения бригад, работающих по бригадному подряду. Графиком предусмотрено сооружение основных, в том числе и пусковых объектов. Это станции, возводимые открытым способом: «Проспект Героев» и «Улица III Интернационала», перегонные тоннели к ст. «Гражданская» и «Проспект Ветеранов», сооружение венттоннелей на шахтах, проходка стволов, а также подходного тоннеля к шахте ст. «Приморская».

В соответствии с графиком в 1976 г. на подряд переведено 58 бригад. В I полугодии по новому методу начали работать 38 бригад общей численностью 447 человек.

Таблица 1

Наименование показателей	Единица измерения	Количество строительных объектов
Всего бригад в организации	шт.	95
Число рабочих в них	чел.	3500
Количество бригад в хозрасчетном договоре	шт.	2
Число рабочих в них	чел.	27
Расчетная стоимость	тыс. руб.	66,8
Фактическая себестоимость	тыс. руб.	62,3
Достигнутая экономия	тыс. руб.	4,5
Трудоёмкость:		
по норме	чел.-дн.	4069
фактически	"	2184
Среднемесячная выработка:		
по плану	руб.	392
фактически	"	412
процент выполнения	%	105,1
Выплата премий по бригадам	тыс. руб.	7

В таблице 2 приведены показатели работы этих бригад. Выработка на одного рабочего была запланирована на 43,2% выше, чем в целом по Ленметрострою, а фактическое выполнение получено на 93,7% больше.

Таблица 2

Наименование показателей	Единица измерения	По плану	Фактически
Объем строительно-монтажных работ, всего	тыс. руб.	16732	17439
в том числе по бригадному подряду	"	2330	2426
Среднесписочная численность, всего	чел.	2839	3148
в том числе по бригадному подряду	"	276	226
Выработка на одного рабочего	руб.	5894	5540
в том числе по бригадному подряду	"	8442	10735
Фонд зарплаты рабочих	тыс. руб.	3425	3759
в том числе по бригадному подряду	"	306	273
Среднемесячная зарплата	руб.	202	199
в том числе по бригадному подряду	"	185	201
Себестоимость строительно-монтажных работ	тыс. руб.	15676	14947
в том числе по бригадному подряду	"	2211	2096
Количество бригад на строительно-монтажных работах	шт.		168
в том числе на бригадном подряде	"		38

Сметная стоимость работ составила 3074 тыс. руб. против 2105 тыс. руб. в 1975 г. (или 116%).

Наиболее широкое распространение метод бригадного подряда получил в СМУ-17. Здесь между руководством СМУ и комплексными бригадами было заключено четыре хозяйственных договора на выполнение работ сметной стоимостью 1078 тыс. руб. Комплексные бригады состоят из 7 звеньев численностью 118 чел., или 27,8% от общего числа рабочих.

Новый прогрессивный метод применен также на скоростной проходке левого перегонного тоннеля с обделкой, обжатой в породу, между станциями «Академическая» и «Гражданская» Кировско-Выборгской линии механизированным комплексом

КТ-1-5,6 (Ясиноватского завода). Работая интенсивно, комплексная бригада Героя Социалистического Труда М. Тихоновича добилась сокращения нормативного срока строительства тоннеля на запланированном участке на 18 дней, снизила трудозатраты на 6605 чел.-час., достигла выполнения норм выработки на 160%. Сверхплановая экономия от снижения себестоимости строительно-монтажных работ составила 13,6 тыс. руб.

На этом же участке тоннеля по методу бригадного подряда работала комплексная бригада изолировщиков, возглавляемая П. Салопенко (ТО № 3), которая закончила работу на 23 дня раньше срока, предусмотренного договором. Бригада добилась выполнения норм выработки на 143,7% при хорошем качестве работ. Получена общая экономия 7,8 тыс. руб.

При разработке грунта на сооружаемой станции «Улица III Интернационала» открытым способом хорошие результаты достигнуты бригадой проходчиков В. Куценко. Снижение трудозатрат составило 1039 чел.-час., экономия — 1,9 тыс. руб.

Вопрос о внедрении хозрасчета в деятельности бригад обсуждается на оперативных совещаниях у начальников и главных инженеров СМУ. Работа по новому методу находит отражение в планах организационно-технических мероприятий по росту производительности труда. Во внедрении бригадного подряда на Ленметрострое активное участие принимали сотрудники Московской НИС. Они проводили нормативные наблюдения с выявлением потерь рабочего времени, разрабатывали конкретные мероприятия по их устранению. Производили также расчеты по определению стоимости работ, передаваемых на подряд. Принимали участие в подведении итогов работы хозрасчетных бригад по технико-экономическим показателям.

Следует отметить, что имеются трудности и недостатки во внедрении бригадного подряда — неритмичность поставки основных материалов и конструкций; несвоевременность обеспечения проектно-сметной документацией; отсутствие налаженного учета фактических затрат (особенно на тех СМУ, где ведется комплексно-механизированный учет).

Коллектив Ленметростроя продолжает поиск оптимальных возможностей применения нового прогрессивного метода в условиях метростроения и обеспечения ритмичной работы хозрасчетных бригад.

О НОВЫХ НОРМАХ В МЕТРОСТРОЕНИИ

А. АРТЮНИНА, инженер

Внедрение технически обоснованных норм в сочетании с усилением материальной заинтересованности работников, а также улучшение организации и оплаты труда и соответствующее моральное стимулирование обеспечивают более высокие темпы развития общественного производства, лучшее использование оборудования и сокращение сроков освоения новой продукции.

«Оргтрансстрой» переработал действующие сборники норм и расценок на строительство метрополитенов и подземных сооружений специального назначения.

Вновь были разработаны «Единые нормы и расценки на строительные, монтажные и ремонтно-строительные работы», охватывающие проходку шахтных стволов, горизонтальных и наклонных выработок закрытым способом на объектах строительных министерств и ведомств СССР.

«ЕНиР» составлены на базе действующих сборников ведомственных норм и расценок: В9-1 «Проходка выработок закрытым способом», В9-3 «Проходка шахтных стволов», В9-9 «Сооружение тоннелей для подземных коммуникаций», В9-10 «Гидротехнические тоннели и подземные здания ГЭС». В «ЕНиР» включено 780 новых норм, разработанных на основании наблюдений, проведенных на стройках Главтоннельметростроя, Гидроспецстроя и Главмосинжстроя.

Переработаны и изданы сборники ведомственных норм и расценок ВЗ-1 (В9-5) «Работы на шахтной поверхности»; ВЗ-2 (В9-7) «Монтаж и демонтаж шахтных конструкций и оборудования на поверхности»; ВЗ-3 (В9-6) «Монтаж и демонтаж горнопроходческого оборудования в подземных условиях»; ВЗ-4 (В9-2) «Проходка выработок открытым способом»; ВЗ-5 (В9-4) «Сооружение верхнего строения пути в подземных условиях»; ВЗ-6 «Сооружение верхнего строения пути на поверхности»; ВЗ-7 (В9-8) «Монтаж эскалаторов»; ВЗ-8 (В9-11) «Сигнализация, централизация и блокировка»*.

Выпущен также новый сборник ВЗ-10 «Монтаж и демонтаж вспомогательного оборудования в подземных условиях».

В новых нормах и расценках нашли отражение технологические достижения производства и передовые методы организации труда.

В частности, они предусматривают проходку тоннелей механизированными щитами, разработку породы экскаваторами, монтаж современных железобетонных конструкций кранами и тюбингоуклад-

чиками, бурение шпуров высокопроизводительными перфораторами, погрузку породы в автосамосвалы и в вагонетки емкостью 1,5—2,5 м³ погрузочными машинами ПНБ-3К и МПР-6, укладку бетонной смеси бетононасосами и пневмобетоноукладчиками, применение металлической передвижной опалубки, крепление выработок набрызг-бетоном.

В сборники включены нормы и расценки на такие виды работ, как бурение шпуров самоходными установками, монтаж сборной чугунной обделки с плоским лотком, применение металлической сборно-разборной опалубки с механическими перестановщиками, погрузка породы тоннельными экскаваторами, транспортировка породы автосамосвалами по подземным выработкам, крепление котлованов металлическим поясом, контактная сварка пути непосредственно в тоннеле.

Введение технически обоснованных норм стимулирует повышение производительности труда за счет совершенствования технологии и улучшения организации производства. Повышение норм выработки в среднем составляет 12%.

Тарификация работ производилась в соответствии с «Единым тарифно-квалификационным справочником работ и профессий рабочих, занятых на горных, горнокапитальных работах, обогащении, агломерации, брикетировании», где содержатся сведения, необходимые для установления правильных соотношений в уровне заработной платы рабочих в зависимости от квалификации как внутри каждой отрасли, так и между отраслями.

В отличие от ранее действующих справочников новый ЕТКС распространяется на все виды горнокапитальных работ во всех отраслях народного хозяйства.

Расценки определены, исходя из новых дневных тарифных ставок, установленных из расчета шестичасового рабочего дня на подземных работах и семичасового дня работ, производимых открытым способом на шахтной поверхности.

В среднем расценки возросли на 35%.

В качестве примера приведем следующие данные. При проходке тоннелей механизированным щитом Ленинградского типа с введением новых тарифных ставок расценка возросла на 25,4%, несмотря на то, что нормы выработки были повышены на 8,9%. При монтаже железобетонной тюбинговой обделки типа 5НСК-4 расценка возросла на 20,5%, несмотря на повышение нормы выработки на 16,7%.

В настоящее время «Оргтрансстрой» разрабатывает типовые нормы и расценки на работы, не охваченные действующими сборниками.

Институт поставил перед собой задачу обеспечить соответствие производственных норм организационно-техническому уровню строительства.

* В сносках дан шифр соответствующих сборников, действовавших ранее.

К ВОПРОСУ АВТОМАТИЗАЦИИ СКОРОСТНОЙ ПРОХОДКИ

Профессору, доктору технических наук, лауреату Государственной премии СССР, руководителю лаборатории сооружения тоннелей и метрополитенов ЦНИИСа Вениамину Львовичу Маковскому исполнилось 70 лет. Эта дата совпадает с 45-летием его научной, инженерной и педагогической деятельности, которая началась в 1931 году на строительстве первой очереди Московского метрополитена.

Научно-техническая общественность, метростроители горячо поздравляют своего ветерана, внесшего большой вклад в дело развития отечественного метростроения.

Ниже публикуется статья В. Л. Маковского «К вопросу автоматизации скоростной проходки».



щее время с применением комплексной механизации работ на базе высокопроизводительных машин и оборудования.

В протерозойских, спондиловых и юрских глинах, в породах средней крепости карбонного комплекса (мергели, известняки и др.) в неустойчивых песчаных отложениях, в смешанных грунтах с помощью механизированных щитов у нас сооружено более 80 км перегонных тоннелей метрополитенов.

Благодаря применению механизированных щитов достигнуты высокие темпы сооружения перегонных тоннелей в необходимых грунтах. Так, при строительстве Ленинградского метрополитена механизированным щитом планетарного действия в протерозойских глинах достигнута скорость проходки 320 м тоннеля в месяц. В дальнейшем модернизированным комплексом в сочетании со сборной железобетонной обделкой, обжатой в окружающий грунтовый массив, установлен мировой рекорд скорости проходки тоннелей метрополитенов — 676 м в месяц.

В неустойчивых песчаных грунтах естественной влажности при-

менением щитов с горизонтальными рассекающими площадками московские метростроители достигли 430,6 м тоннеля в месяц.

Скоростная проходка выработки находится в неотъемлемой зависимости от времени продвижения забоя — основного фактора, определяющего успешное проведение всего комплекса работ по созданию готового тоннеля. Последующие производственно-технологические процессы должны вестись непрерывно поточным методом с применением эффективных средств механизации на основе рациональной организации подземного труда.

Ни один из выполняемых процессов не должен быть «узким местом» в общем комплексе производства и механизации тоннельных работ.

В современных условиях применение комплексной механизации уже является недостаточным.

Ускорение развития научно-технического прогресса требует внедрения в практику метростроения автоматизации производственно-технологических процессов тоннельных работ, обуславливающих высокую технико-экономическую эффективность.

Являясь мощным средством повышения темпов проходки выработок в неустойчивых песчаных отложениях, в смешанных грунтах у нас сооружено с помощью механизированных щитов более 80 км перегонных тоннелей метрополитенов. Они имеют преимущественно сборные чугунные и железобетонные обделки, а также обделки из монолитно-прессованного бетона.

Автоматизация создает безопасные условия работ, вскрывает резервы производительности труда, обеспечивает параметры надеж-

Перспективная программа строительства 15 метрополитенов в крупных городах нашей страны, требующая значительных капиталовложений и материальных ресурсов, выявляет необходимость проведения научных исследований и творческих поисков принципиально новых путей решения широкого круга проблем метростроения.

Одной из таких проблем является создание высокоэффективных методов и средств сооружения перегонных тоннелей метрополитенов, имеющих большую протяженность, составляющих до 60% стоимости строительства и определяющих общий срок завершения работ по трассе.

Вне зависимости от инженерно-геологических условий должна быть обеспечена безосадочность тоннельной проходки закрытым способом без нарушения состояния зданий и подземных коммуникаций в зоне строительства.

Перегонные тоннели метрополитенов сооружаются в настоя-

ности при минимуме обслуживающего персонала. При этом может быть достигнута высокая культура производства тоннельных работ.

Автоматизация производственных-технологических процессов широко применяется в горной, особенно в угольной промышленности, при проходке подготовительных и эксплуатационных горных выработок как в СССР, так и за рубежом. Созданы и внедрены высокопроизводительные автоматизированные установки, устройства и аппаратура.

Автоматизация технологических процессов сооружения тоннелей метрополитенов должна решаться на основе теоретических и экспериментальных исследований. В первую очередь необходимо установить область, охватывающую основные производственно-технологические процессы сооружения перегонных тоннелей метрополитена закрытым способом, где представляется целесообразным и эффективным применение автоматизации.

Важно, в частности, изучить высокопроизводительную работу тоннельных машин, агрегатов и оборудования в свете интенсификации основных технологических процессов разработки забоя, погрузки породы, внутритоннельного транспорта, монтажа и гидроизоляции обделки и др. Это требует разработки новых автоматизированных устройств и аппаратуры, создания автоматизированных скоростных щитовых агрегатов, средств рельсового и безрельсового транспорта, блокаулочных машин, а также автоматизации шахтного подъема, водоотлива, вентиляции и др.

В перспективе намечается построение системы непрерывной автоматической поточной линии по типу автоматизированного шахтного комплекса горной промышленности. Такая система должна включить в себя совокупность технических средств и методов автоматизации полного процесса сооружения перегонного тоннеля метрополитена закрытым способом с целью преодо-

леть скоростной барьер проходки 800—1000 м в месяц.

Необходима ломка укоренившихся принципов организации строительства линий метро в виде дробных тоннельных перегонов, ограниченных расстояниями между смежными станциями.

Потребуется рассмотреть, например, вопрос о строительстве радиуса метрополитена длиной 8—10 км при непрерывном продвижении тоннельного забоя от начального до конечного пункта трассы. При этом сооружение промежуточных станций должно вестись с расчетом пропуска через них высокопроизводительного автоматизированного перегонного щитового комплекса.

Необходимо сконцентрировать творческие усилия научных работников, проектировщиков и производственников - метростроителей, совместно со специалистами ряда институтов, ведущих исследования в области автоматизации, и создать единую автоматизированную систему скоростного сооружения перегонных тоннелей метрополитенов.

Б А М

Время набирать скорость

«Продолжить строительство Байкало-Амурской магистрали и подходов к ней»

(Из «Основных направлений развития народного хозяйства СССР на 1976—1980 годы»).

За бортом вертолета проплывают острые, как зубья пилы, горные кряжи. Чем ближе к цели, тем теснее становится в глубоком ущелье, по которому летит винтокрылатая машина. Через иллюминаторы видны причудливые нагромождения скальных пород, замершие каменные лавины осыпей, потускневшие за лето языки снега и редкая худосочная растительность. Низкие с фиолетовым оттенком облака подчеркивают холодным светом суровость ландшафта.

Даже с воздуха подходы к месту, где намечено пробить тоннель-гигант, кажутся неодолимыми. Всюду скалы и быстрые горные ручьи, ни одного ровного участка. Глядя на этот невообразимый каменный хаос, невольно задумываешься: успеют ли строители пройти в срок пятнадцать километров подземной тверди? Ведь до открытия сквозного движения по всей магистрали осталось шесть лет.

Когда мы позже беседовали с начальником управления «БАМтоннельстрой» И. Салопекиным, он к этим опасениям добавил солидный список проблем, с которыми тут столкнулся впервые. И все же убеждал:

— Сроки сооружения уникального объекта определены реальными. Коллективы отрядов обладают солидным опытом, да и уровень современной техники надо учитывать. Главное, чтобы все необходимое для скоростной проходки было под рукой.

— Построим, — без тени сомнения подтвердили слова начальника бывший московский метростроевец, а теперь уже ветеран БАМа опытный специалист В. Устенко. — Люди рвутся к большой работе. Скорей бы субподрядчики расчистили подходы к порталам и пробрили вертикальные стволы. Свою целевую задачу выполним.

Термин «целевая задача» мы слышали на

БАМе в нынешний приезд не раз. Сегодня, пожалуй, здесь это самое популярное выражение.

Благодаря разносторонней поддержке местных партийных и советских организаций коллективы строительно-монтажных поездов, механизированных колонн, мостовых и тоннельных отрядов сумели быстро войти в тайгу, обжить ее, создать свою производственную базу и вплотную взяться за главное дело — сооружение 3145-километровой магистрали. Каков же итог двух минувших лет?

Прорублено в тайге свыше 1.500 километров проресек;

построено около 1.400 километров притрассовых автомобильных дорог;

уложено 443 километра стального пути;

через реки, овраги и ручьи перекинута свыше 180 мостов, в том числе полуторакилометровый стальной переход через Амур и пятисотметровый — через Лену;

открыто рабочее движение поездов на первых сотнях километров западного, центрального и восточного участков магистрали.

Из всех трудовых побед особо следует отметить ударный труд «стальных колонн», как называют здесь этих героев треста «ЗапБАМстроймеханизация» (управляющий В. Евтушенко). Это они пробили сквозь труднопроходимые скалы в тайгу многокилометровые автомобильные подходы к Байкальскому и Северо-Муйскому тоннелям. Их ударная работа способствовала тому, что на первом тоннеле уже начаты горные работы, а на втором — заканчивают выемку грунта сразу у двух порталов и готовят базу для пробивки трех вертикальных стволов, штольни и самого подземного пути.

Эти многокилометровые тоннели трассы справедливо называют «ключами БАМа», и те, от кого зависит изготовление «ключей», уверенно идут на приступ горных преград.

Совсем недавно, всего два года назад, здесь, на макушке Байкальского хребта, изыскатели «Сибгипротранса» объясняли нам, где пройдет подземный путь, рассказывали о сейсмичности района и других трудностях, которые ждут строителей. Теперь на этом месте сооружают двухсотметровый ствол проходчики Карагандинского специализированного шахтостроительного управления. Руководителю участка В. Стояну тридцать лет. После

окончания института он успел пробить несколько стволов для угольщиков Караганды, боролся с левой опасностью в урочище Медео. И вот теперь — на БАМе. Мы надели каски и вместе с ним подошли к копру, заглянули в глубь ствола. Там, на дне огромного колодца, рабочие бетонировали стены.

— По плановому заданию должны в этом году пройти 145 метров, — говорил Стоян, — сделаем же больше. Воды вот многовато, но ничего, и ее одолели. Здесь работают настоящие асы. Взять, к примеру, нашего бригадира Федора Турова или Анатолия Кузнецова — звеньевых проходчиков. Ветераны скоростныхстроек, мастера на все руки, их помнят на самых горячих точках в Норильске, Воркуте, Талнахе...

К пробивке ствола они приступили только 22 февраля нынешнего года, а уже прошли несколько десятков метров. Работа идет с опереженным графиком. В первом квартале 1977 года горные проходчики намерены достигнуть проектной отметки, а во втором — передать готовый ствол тем, кто будет пробивать отсюда пятикилометровый Байкальский тоннель сразу в две стороны.

В 1976 году покорители таежной целины должны выполнить 57 миллионов кубометров земляных работ, уложить около четырехсот километров стальных путей, 800 километров временных притрассовых автомобильных дорог.

Когда мы улетали в сторону Зейска, где началось сооружение большого моста через реку, командир вертолета В. Дергачев, глядя на готовое железнодорожное полотно и опережающую его ленту притрассовой автодороги, говорил:

— Вначале с трудом верилось, что сумеем так быстро пройти сквозь горы и мари, а сейчас, смотрите, обжились. Уверен, можем строить быстрее. Люди, как говорится, набили руку, и дело пошло.

Подобные высказывания слышали не раз на восточном, западном и центральном участках БАМа. Овладев высокопроизводительной техникой и подобрав ключи к секретам холодной земли, строители увидели, что могут работать лучше, с каждым месяцем наращивать темпы сооружения стального полотна.

Ю. КАЗЬМИН, Г. ПЕТРОВ, спец. корр. «Правды».

* «Правда», 5.09.1976.

ТЕХНОЛОГИЯ СООРУЖЕНИЯ ТОННЕЛЯ БОЛЬШОЙ ПРОТЯЖЕННОСТИ ПРОХОДЧЕСКИМ ЩИТОМ ШАНДОРНОГО ТИПА

Ю. ГРАЧЕВ, инженер

Началось освоение строительных площадок наиболее протяженного в нашей стране Северо-Муйского тоннеля, длина которого составит 15,3 км.

Трасса тоннеля проходит по коренным горным породам и характеризуется переслаиванием крепких скальных пород и зон тектонических нарушений. Пересекаемые породы имеют коэффициент крепости по Протодьяконову от $f=1,5$ на припортальных участках и в местах разрушенных пород до $f=8 \div 10$ в скальных слаботрециновых грунтах.

При проходке тоннеля в раздробленных сильно-трециновых породах ожидается большой приток воды в забой. Однако предполагается, что с течением времени поступление воды будет сокращаться в связи с исчерпанием ее статических запасов.

В таких условиях проходку можно вести обычным способом, с использованием временного крепления выработки, что усложняет технологию производства работ и увеличивает сроки строительства, либо при помощи механизированного щита шан-

Наименование операции	Часы смены	Измеритель	Объем	Норма времени чел.-час	Остаток бригады чел.	Часы смены					
						1	2	3	4	5	6
Разработка и перевозка породы	м ³	78	0,58	8							
Перебивка комплекса	м	0,75	—	3							
Укладка бетона	м ³	3,52	2,6	8							
Планирование работ и укладка бетона	час	0,33	—	5							

Рис. 2, а
Циклограмма на сооружение механизированным щитом шандорного типа железнодорожного тоннеля с обделкой из монолитно-прессованного бетона (9 пог. м в сутки).

Наименование операции	Часы смены	Измеритель	Объем	Норма времени чел.-час	Остаток бригады чел.	Часы смены					
						1	2	3	4	5	6
Разработка и перевозка породы	м ³	70,9	0,58	8							
Перебивка комплекса	м	0,75	—	3							
Монтаж обделки	м	25,6	2,8	5							
Затягивание и балансировка кольцевого зазора	м	2,24	—	5							
Наметание	м ² латекс	2,24	0,89	3							

Рис. 2, б
Циклограмма на сооружение механизированным щитом шандорного типа железнодорожного тоннеля с обделкой из чугунных тубингов (9 пог. м в сутки).

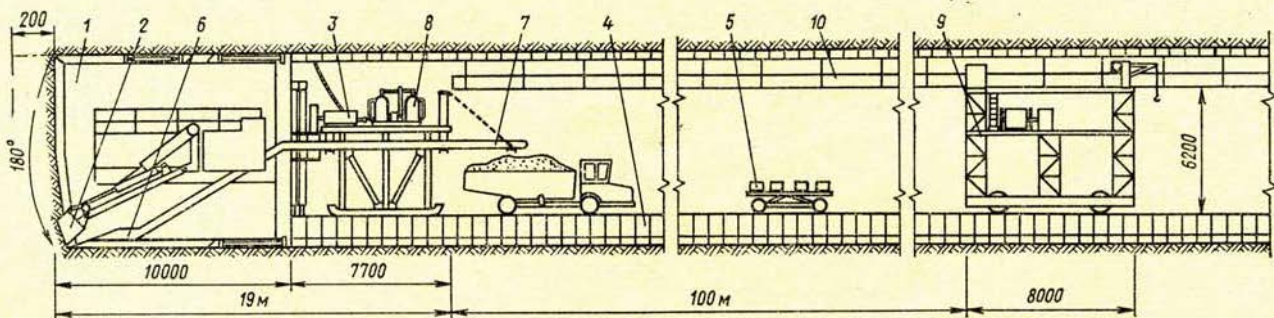


Рис. 1

дорного типа с экскаваторным разрабатывающим органом.

Щит подобной конструкции в настоящее время разрабатывается ЦНИИСом. Возможная схема производства работ проходческим механизирован-

ным щитом шандорного типа, разработанная применительно к сооружению тоннелей БАМа с обделкой кругового очертания внутренним диаметром 8,8 м, представлена на рис. 1. В неустойчивых и слабоустойчивых породах применяется обделка из чугунных тубингов.

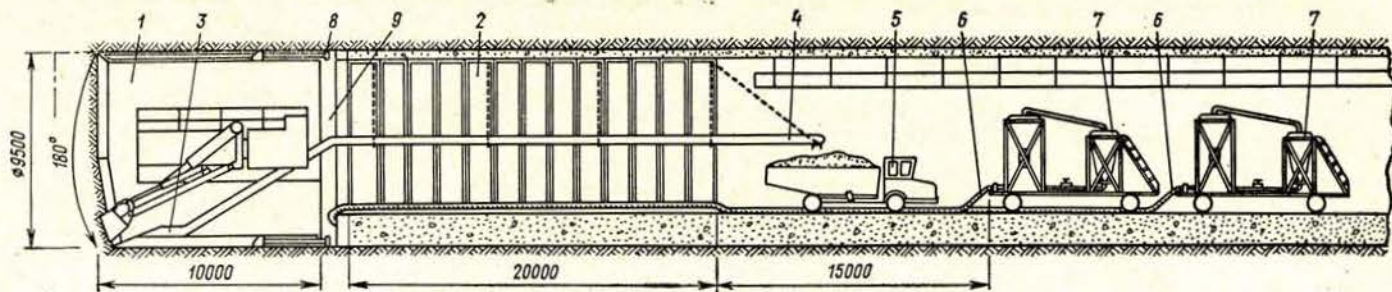


Рис. 3

На схеме за шандорным щитом 1 с разрабатывающим экскаваторным органом 2 располагается тьюбингоукладчик 3 с полным валом, при помощи которого производят монтаж обделки и укладку железобетонных блоков плоского лотка.

Ширина лотка 4 составляет 6000 мм и обеспечивает возможность движения по тоннелю автотранспорта.

Тьюбинги и блоки плоского лотка доставляются под руку тьюбингоукладчика при помощи трейлеров 5.

Породопогрузочная машина 6, смонтированная на щите, подает разработанную породу из забоя по транспортеру 7 в самосвалы.

Порода транспортируется большегрузными автосамосвалами МОАЗ-64011 челночного действия грузоподъемностью 20 т. Автотранспорт оборудуется нейтрализаторами газов.

Для более быстрого включения конструкции в совместную работу с окружающей породой, за первое и второе кольца обделки производится первичное нагнетание цементно-песчаного раствора при помощи бетононасосов непрерывного действия 8 конструкции Е. Соболева.

Чеканка швов и контрольное нагнетание производятся с вспомогательных подмостей 9, помещенных за тьюбингоукладчиком на расстоянии 07÷100 м. На высоте $\frac{3}{4}$ вертикального диаметра располагается труба 10 приточной вентиляции.

Предлагаемая схема производства работ позволяет бригаде проходчиков в количестве 8 человек

достигать среднесуточной скорости проходки тоннеля 9 пог. м/сутки.

Циклограмма работ на проходку 3 пог. м тоннеля с обделкой из чугунных тьюбингов представлена на рис. 2, б.

Подземные воды, поступающие в забой, отводятся по двум водоотводным лоткам внутренним сечением 30×30 см.

При проходке в устойчивых скальных породах обделку тоннеля можно выполнять из монолитно-прессованного бетона.

Технологическая схема сооружения тоннеля механизированным щитом с возведением обделки из монолитно-прессованного бетона представлена на рис. 3.

За механизированным щитом 1 располагается скользящая опалубка 2 из секций длиной 0,75 м.

Как и в первом случае, разработанная в забое порода от породопогрузочной машины 3 по транспортеру 4 подается через опалубку в кузов автосамосвала 5 и поступает в отвал.

Бетон за опалубку нагнетается по бетоноводам 6 от двух бетононасосов 7 и прессуется щитовыми домкратами 8 во время передвижения щита при помощи прессовочного кольца 9, конструкция которого обеспечивает формовку плоского лотка.

Из практики строительства известно, что шандорные щиты с разрабатывающим экскаваторным органом могут достигать скорости проходки до 30 м/сутки.

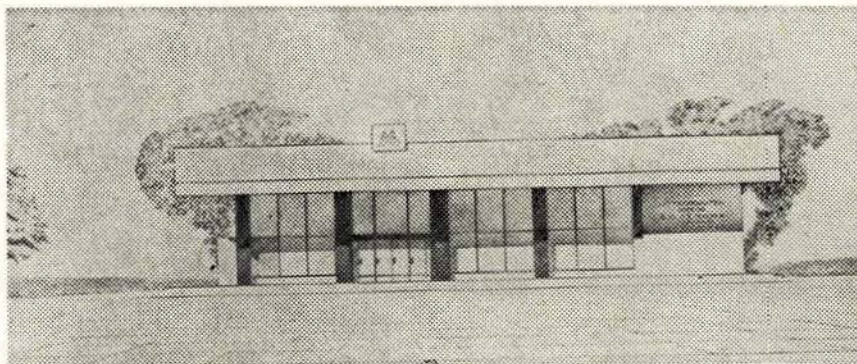
Станция «Шаболовская»

Л. ШАГУРИНА, архитектор

Конструкция станции «Шаболовская» сооружена 14 лет назад коллективом Монтажного управления № 6. Она расположена между станциями «Октябрьская» и «Ленинский проспект». Станция залегает в сложных гидрогеологических напластованиях. При проходке щитами боковых тоннелей приток воды из верхних слоев забоя достигал 200—250 м³/час.

Впервые на строительстве станции «Шаболовская» испытывались водонепроницаемые изоляционные материалы, так как над шельгой свода находилась в большом объеме вода. Станции «Октябрьская» и «Шаболовская» являются первыми пилонными станциями глубокого заложения с диаметром тоннеля 8,5 м.

Архитектура «Шаболовской» решалась в 1975—1976 гг. кол-



лективом архитекторов Метрогипротранса В. Череминьим, Р. Баженовым, Н. Демчинским, Ю. Колесниковой, Л. Поповым, В. Клоковым, И. Петуховой, В. Качуринец и др.

Предварительные обсуждения проектов в стенах института позволили ГлавАПУ согласовать проект архитекторов В. Качуринец и И. Петуховой.

Композиционный прием использует подземное пространство с учетом диаметра тоннеля. Архитектурное решение сливается с конструкцией и составляет единое целое. Станция решена в светлых тонах и зрительно должна быть легкой и воздушной.

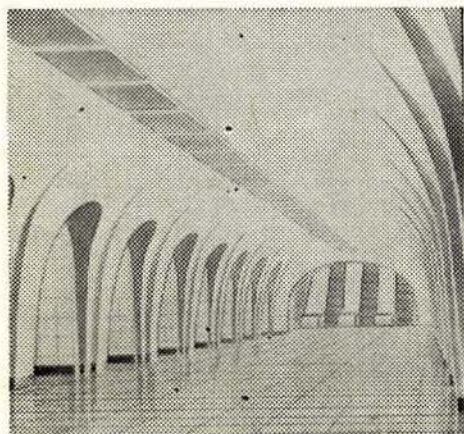
Соседство телецентра со станцией поставило перед автором задачу воссоздать и отразить его идеи и идеи космоса на паино из флорентийской мозаики в торце станции. Стены предполагается облицевать анодирован-

ным под золото алюминием с мраморными вставками. Полы гранитные. Освещение люминесцентное, расположенное в шельге свода.

Для входа на станцию из наземного вестибюля запроектирован наклонный тоннель с тремя эскалаторами.

Удачно выбрана площадка для строительства наземного вестибюля, который расположится в глубоком курдонере среди зелени. Площадка перед вестибюлем будет покрыта плитками, главный его фасад выходит на улицу Шаболовка, боковой — на улицу академика Петровского. Главный фасад, выходящий на Шаболовку, подчеркнут выносным козырьком, поддерживаемым колоннами, облицованными лабрадором, а стены интерьера — белым мрамором.

Авторы вестибюля: архитекторы Н. Демчинский и Ю. Колесникова.



Беспыльный способ очистки металла при сооружении стволов

Новые облегченные дробеструйные аппараты серии ГИЛ для очистки металла от коррозии, окалины, краски и т. п., легко транспортабельны, работают без пылеобразования, не требуют применения скафандров, масок и т. д. Аппараты могут быть использованы при подготовке

поверхностей металлов под магнитоскопической и ультразвуковой контроль. Удобны при очистке швов между тубингами при изолировочных работах. Способствуют значительному экономическому эффекту в метростроении и улучшению условий труда рабочих.

Ю. ГАМЗАЕВ, В. ПРЯХИН, кандидаты техн. наук;
В. ПЛЕХАНОВ, инженер

Во многих технологических процессах промышленного производства и строительства сложной проблемой является очистка металла от коррозии, окалины, краски, загрязненного мазутом и т. п. Очистка, как правило, производится малоэффективным инструментом, работа которым приводит к сильному пылеобразованию, а также не обеспечивает надлежащего качества обработки металлоконструкций.

Эффективность технологического процесса проходки стволов метрополитенов во многом зависит от подготовки кромок тубингов под зачеканку свинцом при изолировочных работах. Последние связаны с применением пескоструйных аппаратов. Причем во время подготовки швов под зачеканку требуется удаление рабочих из ствола. Из-за простоев бригад происходит общее удорожание работ.

В целях устранения этих недостатков рекомендуется заменить пескоструйные аппараты беспыльными облегченными дробеструйными — серии ГИЛ. Это предложение обосновано предварительными опытно-экспериментальными работами по очистке под зачеканку швов модели сочлененных тубингов (изготовленной специально для этой цели). Рабочей головкой аппарата был обработан трехсторонний паз на полную его глубину и обеспечена чистота поверхностей для зачеканки свинцом.

Несомненно, что при обработке металлоконструкций метрополитенов, в процессе сварки и подготовки их под антикоррозионную защиту, аппараты ГИЛ найдут широкое применение. Они могут оказаться эффективными и при очистке и декоративной обработке естественного и искусственного камня.

В настоящее время аппараты серии ГИЛ (ГИЛ-2А, ГИЛ-2С, ГИЛ-3А, ГИЛ-3С) приняты производством. Начато их изготовление Кузнецким металлургическим комбинатом (ГИЛ-2С), Новосибирским мостостроительным трестом № 2 (ГИЛ-3С), мастерскими Юго-Западной железной дороги (ГИЛ-2С и ГИЛ-3А), ленинградским заводом «Знамя Октября». Все аппараты строятся по авторским рабочим проектам Ю. Д. Гамзаева.

Аппараты серии ГИЛ отличаются от известных пониженным расходом воздуха, повышенной эксплуатационной на-

дежностью и возможностью работы без влагомаслоотделителей.

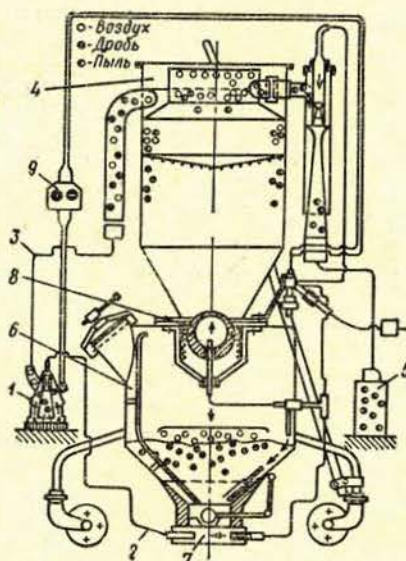


Рис. 1. Кинематико-пневматическая схема аппарата ГИЛ-2А.

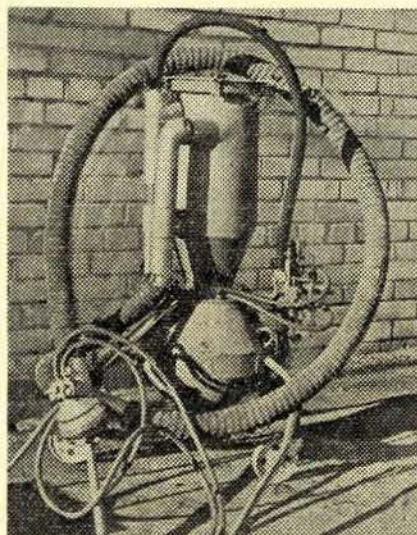


Рис. 2. Аппарат ГИЛ-2С.

Описание работы аппаратов приводится на примере ГИЛ-2А (рис. 1). Конструкция ГИЛ-2С представлена на рис. 2. Аппараты изготавливаются в стальном или алюминевом (для снижения веса) исполнении. Они имеют малые габариты (450×450×900) и массу (без дроби) от 16 до 32 кг. Выпускаемые конструкции позволяют легко перемещать их в любое место ствола.

В рабочие камеры аппаратов (в зависимости от типа) загружается от 20 до 50 кг чугунной колотой дроби фракцией от 0,3 до 1,2 мм.

Конструкция рабочих головок с сменными щетками позволяет обрабатывать металлические поверхности любых конфигураций. Работают аппараты от воздушной магистрали или от компрессора при давлении 4—6 атм; расход воздуха 3,5—4 м³/мин. Производительность в зависимости от снichaемого продукта 1,8—4 м²/час.

Во время работы в головку 1, из рабочей камеры 6, по шлангу 2 подается чугунная колотая дробь. Она превращает в пыль снichaемый продукт и вместе с последней по шлангу 3 отсасывается в сепаратор 4. Сепаратор очищает дробь от пыли, поступающей в пылесборник 5, и через рабочую камеру 6 и смесительную камеру 7 (после срабатывания клапана 8, управляемого с пульта 9) вновь подает ее в рабочую головку 1. Цикл повторяется с перерывом в 3—5 сек через каждые 12—15 мин. За этот период опорожняется сепаратор 4, и камера 6 автоматически заряжается дробью на следующий цикл. Работы могут производиться при любом пространственном положении головки.

Рабочие проекты аппаратов предусматривают их серийное или в условиях механических мастерских индивидуальное изготовление при незначительной себестоимости.

Аппараты серии ГИЛ могут также найти широкое применение и при подготовке ремонтируемых вагонов и элементов их ходовых частей под окраску, магнитоскопический и ультразвуковой контроль, представляющие собой трудоемкие операции.

Следует вместе с тем учитывать, что работа с аппаратами связана с освоением рабочими новой специальности, требующей надлежащего обучения.

Основные конструктивные и силовые параметры тоннелепроходческих машин

Е. ГУБЕНКОВ, канд. техн. наук

Как известно, в последнее десятилетие за рубежом в промышленных масштабах применяются тоннелепроходческие комбайны.

Преимущественное распространение получили машины с роторным исполнительным органом для проходки тоннелей круглого очертания.

Общее представление об устройстве таких машин дает рис. 1. Закрепленный на консольном валу и отделенный изолирующей перегородкой от остальной части машины выпуклый в сторону забоя ротор (с многодвигательным приводом) оснащен шарошечным породоразрушающим инструментом и оборудован ковшами для выгрузки разрушенной породы из забоя на конвейер.

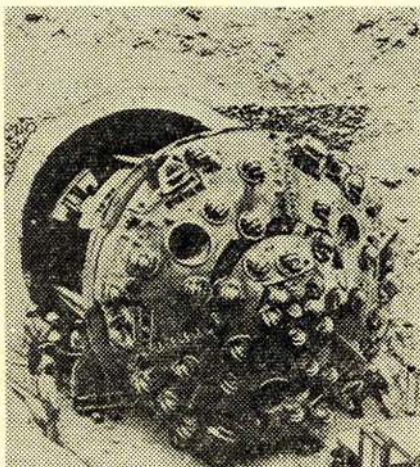


Рис. 1. Машиной ТВ занончена проходка тоннеля диаметром 5,8 м и длиной 4593 м на строительстве электростанции Эхалон (Франция).

Корпус машины с вращающимся исполнительным органом перемещается гидродомкратами подачи относительно рамы распорно-шагающего устройства, закрепленной в тоннеле при помощи нескольких поддомкратных плит.

После выдвигания корпуса на величину хода домкратов его удерживают на специальных опорах и производят пере-

мещение распорно-шагающего устройства, затем начинают следующий цикл проходки.

При создании тоннелепроходческих машин полезно использовать эмпирические зависимости, связывающие основные конструктивные и силовые параметры тоннелепроходческих машин с диаметром проводимой выработки. Эти зависимости могут быть получены методами корреляционно-регрессивного анализа. При этом необходимо отдельно исследовать машины с регулируемой и нерегулируемой частотой вращения исполнительного органа, так как в зависимости от типа привода их возможности различны.

Рассмотрим известные европейские тоннелепроходческие машины ТВ и ТВЕ фирмы «Wirth», имеющие регулируемый гидромеханический привод, и машины TVM фирмы «Demag», оснащенные нерегулируемым электромеханическим приводом. Указанные машины выпускаются нескольких типоразмеров и предназначены для проходки тоннелей диаметром от 2 до 12 м.

Мощность, расходуемая на разрушение породы, определяется выражением

$$N_{II} = \frac{2 \cdot P_z \cdot V_{max} \cdot Z}{3 \cdot 102}, \text{ кВт,}$$

где P_z — среднее усилие перекатывания шарошки по забою, кгс;

V_{max} — наибольшая скорость перекатывания шарошки на исполнительном органе, м/с;

Z — количество шарошек.

Установим, связаны ли величины Z и V_{max} корреляционными зависимостями с диаметром D сооружаемого тоннеля.

Изучение схем размещения породоразрушающего инструмента на роторных исполнительных органах тоннелепроходческих машин позволяет сделать следующие выводы, не зависящие от типа применяемых шарошек:

количество шарошек выбирают из расчета поражения всей поверхности забоя за один полный оборот исполнительного органа;

на основной поверхности планшайбы равномерно по площади размещают двухопорные шарошки, что обеспечивает максимальную стабилизацию крутящего момента при разработке забоя, состоящего из разнородных пород;

обработку центральной части забоя диаметром $\sim 0,5$ м осуществляют двумя консольными коническими шарошками; для 5—6 периферийных шарошек, обрабатывающих тороидальную поверхность сопряжения груди забоя с боковой цилиндрической поверхностью тоннеля, предусматривают возможность регулирования установки в радиальном направлении.

На рис. 2 приведены экстремальные значения Z_{max} и Z_{min} количества трехдискковых шарошек, устанавливаемых на исполнительных органах тоннелепроходческих машин фирмы «Demag». Как видно из рис. 2, величины Z и D связаны между собой четкой линейной зависимостью.

Расчет параметров уравнений регрессии методом наименьших квадратов и их статистических оценок выполнен на ЭВМ. Полученные эмпирические уравнения (1)

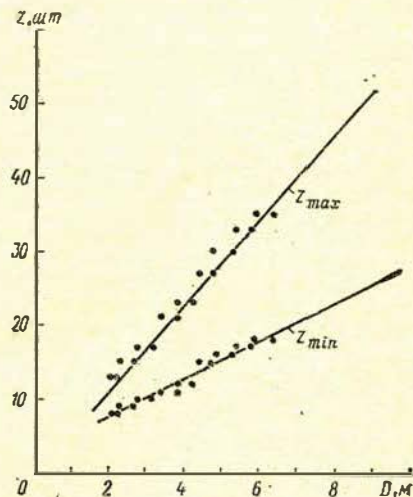


Рис. 2. Влияние диаметра тоннеля на экстремальные значения количества шарошек, устанавливаемых на тоннелепроходческих машинах «Demag».

и (2) приведены в таблице. Близкие к единице значения коэффициентов детерминации свидетельствуют о наличии тесной корреляционной связи между Z и D для исследованного диапазона изменения диаметра тоннеля от 2 до 6,4 м.

Основные эмпирические зависимости тоннелепроходческих машин ФРГ

Параметр	Машины с регулируемым приводом фирмы „Wirth“			Машины с нерегулируемым приводом фирмы „Demag“		
	Формула	Кoeffици- циент детерми- нации	Стан- дартная ошибка оценки	Формула	Кoeffици- циент детерми- нации	Стан- дартная ошибка оценки
Наименьшее количество трехдисковых шарошек, Z_{min}	—			$2,3388+2,5777 D$ (1)	0,956	0,562
Наибольшее количество трехдисковых шарошек, Z_{max}	—			$0,8006+5,6141 D$ (2)	0,976	1,549
Наибольшая скорость перекатывания шарошек, V_{max} , м/с	$2,0049-0,0101 D$	0,017	0,174	$1,4008+0,0499 D$ (3)	0,392	0,127
Частота вращения исполнительного органа, n , об/мин.	$\frac{37,8853}{D}-0,1296$	0,965	0,781	$\frac{23,5786}{D}+1,6941$ (4)	0,953	0,578
Мощность привода исполнительного органа, $N_{и}$, кВт	$92,199 D-14,342$	0,891	73,02	$155,496 D-176,416$ (5)	0,978	48,19
Суммарная мощность привода тоннелепроходческой машины, N_{Σ} , кВт	$157,406 D-93,634$	0,901	118,07	$182,528 D-185,618$ (6)	0,977	56,74
Наибольшая конструктивная скорость подачи, V_{max} , м/ч	—			$\frac{12,5550}{D}+2,0513$ (7)	0,912	0,406
Суммарное усилие перекатывания шарошек, ΣP_z , тс	$7,4048 D-1,5294$	0,880	6,211	$12,6175 D-9,1347$ (8)	0,934	6,854
Общее усилие подачи исполнительного органа ΣP_y , тс	$132,353 D-91,857$	0,868	117,16	$154,995 D-205,419$ (9)	0,975	50,74
Удельное усилие перекатывания шарошек, $P_z = \frac{\Sigma P_z}{D}$, тс/м	$7,2385-0,0230 D$	0,003	1,002	$8,6299+0,3686 D$ (10)	0,250	1,306
Удельное усилие подачи, $P_y = \frac{\Sigma P_y}{D}$	$97,5748+2,7670 D$	0,102	18,635	$59,4105+9,3879 D$ (11)	0,763	10,688
Крутящий момент исполнительного органа, M , тс.м	$17,9471-6,4437 D+2,7289 D^2$	0,949	14,645	$4,9447-5,6609 D+4,4920 D^2$ (12)	0,973	15,284
Минимальное время перестановки распорношагающего устройства, t_{min} , мин	—			$4,7916-1,6343 D+0,3068 D^2$ (13)	0,904	0,447
Наименьшее значение радиуса кривой тоннеля, R_{min} , м	—			$47,6969+18,3927 D$ (14)	0,912	11,685
Длина тоннелепроходческой машины, L , м	—			$9,1598+0,7242 D+0,1718 D^2$ (15)	0,973	0,523
Масса тоннелепроходческой машины, G , тс	—			$23,324 D+4,913 D^2-19,808$ (16)	0,987	1,821

Многолетний опыт бурения скважин шарошечными долотами показывает, что скорость перекатывания шарошек существенно влияет на эффективность процесса разрушения. Установлено, что для эффективного разрушения горных пород продолжительность контакта зуба шарошки с породой должна превышать время, необходимое для первоначального упругого сжатия разрушаемой среды. При несоблюдении этого условия вместо объемного происходит поверхностное разрушение породы¹. Для обеспечения объемного разрушения² необходимо, чтобы продолжительность контакта штыря шарошки составляла 0,02—0,03 с. Исследователи³ пришли к выводу, что время, необходимое для достижения разрушающей нагрузки, увеличивается с ро-

стом пластичности горной породы, а также с ростом диаметра или ширины поверхности контакта зубьев с породой. Экспериментально установлено⁴, что при перекатывании дисковой шарошки из быстрорежущей стали ЭП 342 (HRC 62,5) по руднику Расвумчорского рудника ($\sigma_{ж} = 1620 \text{ кгс/см}^2$) тепловой износ происходит при скорости перекатывания 1,1 м/с. Устранить тепловой износ, связанный с превышением критической температуры для материала шарошек при данной скорости перекатывания, удалось путем применения специального охлаждающего раствора.

Проверим, учитывают ли параметры тоннелепроходческих машин ограниченные скорости перекатывания шарошек.

В результате расчета на ЭВМ получены эмпирические уравнения (3). Близкие к единице значения коэффициентов регрессии $-0,0101 \text{ с}^{-1}$ и $0,0499 \text{ с}^{-1}$ характеризуют независимость скорости перекатывания шарошек от ди-

аметра исполнительного органа. Малые значения коэффициентов детерминации свидетельствуют о слабой корреляционной связи между V_{max} и D . Следовательно, независимо от диаметра тоннеля частоту вращения исполнительного органа назначают с таким расчетом, чтобы наибольшая скорость перекатывания шарошек не превышала вполне определенной величины. Применяемый материал шарошек, система их охлаждения и физико-механические свойства разрушаемых пород ограничивают наибольшую скорость перекатывания шарошек величиной $1,95 \pm 0,174 \text{ м/с}$ для машин с регулируемым и $1,63 \pm 0,127 \text{ м/с}$ для машин с нерегулируемым приводом.

Постоянная для всех типоразмеров тоннелепроходческих машин скорость перекатывания шарошек может быть получена, если частота вращения роторного исполнительного органа уменьшается с увеличением диаметра тоннеля в проходке. Расчет на ЭВМ получили эмпирические уравнения (4). Близкие к единице значения индексов детерминации свидетельствуют о тесной корреляционной связи между n и D . Рис. 3 подтверждает этот вывод. Фактические значения n

¹ Эйгелес Р. М., О некоторых закономерностях динамического внедрения зубьев долота в породу. Нефтяное хозяйство, № 8, 1956.

² Вирюков И. М., Шарошечное бурение в горном деле. М., Госгортехиздат, 1962.

³ Павлова Н. Н., Шревер Л. А., Портнова П. Г., Экспериментальные исследования механических свойств горных пород при бурении. М., ГосИНТИ, 1961.

⁴ Барон Л. И., Глатман Л. Б., Загорский С. Л. Разрушение горных пород проходческими комбайнами. Разрушение шарошками. М., «Наука», 1969.

плотно группируются около аппроксимирующих их гипербол. Изменение частоты вращения роторного исполнительного органа в зависимости от диаметра сооружаемого тоннеля на 95,3±96,5% обусловлено ограничениями, связанными с процессом разрушения и стойкостью породоразрушающего инструмента. Конструктивные факторы оказывают весьма малое влияние.

Так как максимальная скорость перекачивания V_{max} не зависит от диаметра D , то между мощностью привода и диаметром выработки существует линейная, а не степенная связь.

В результате обработки фактических данных получены уравнения (5). Тесная линейная корреляционная связь между значениями N_u и D иллюстрируется графиком, приведенном на рис. 3.

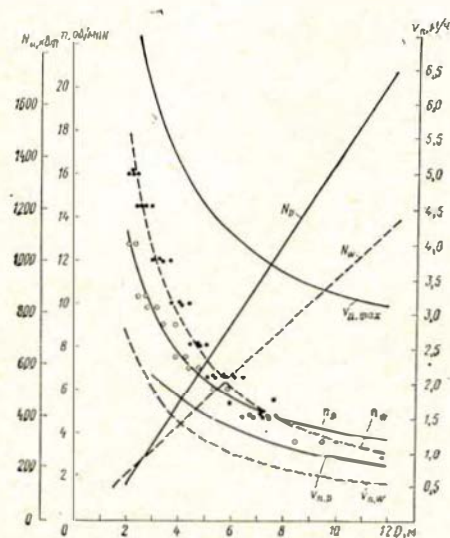


Рис. 3. Влияние диаметра тоннеля на кинематические и энергетические параметры тоннелепроходческих машин.

n_w и n_D — частота вращения исполнительного органа, $N_{u,w}$ и $N_{u,D}$ — мощность привода исполнительного органа, $V_{u,w}$ и $V_{u,D}$ — техническая скорость подачи исполнительного органа, $V_{u,max}$ — наибольшая конструктивная скорость его подачи

Линейная корреляционная связь между мощностью привода и диаметром исполнительного органа при работе в одинаковой породе приводит к снижению технической производительности тоннелепроходческих машин по мере увеличения диаметра сооружаемого тоннеля.

Для ориентировочной оценки технической скорости проходки воспользуемся средними значениями удельной энергоемкости разрушения и погрузки породы, полученными фирмой «Ingersoll Rand».

На рис. 3 приведены графики изменения технической скорости подачи испол-

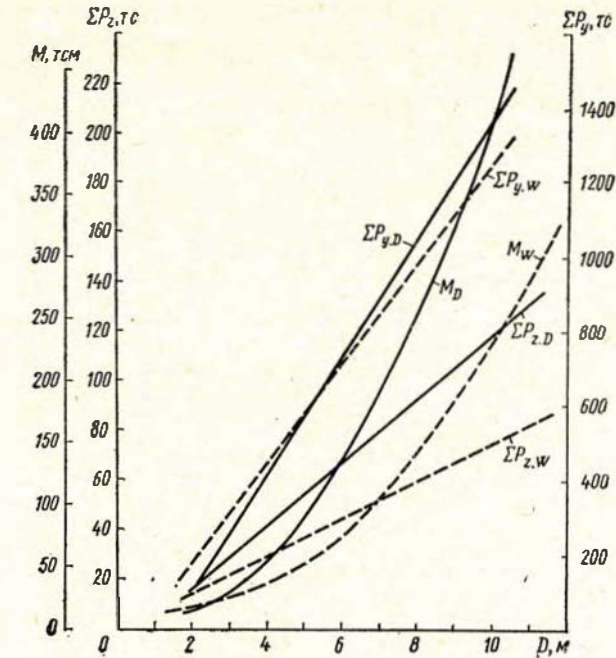


Рис. 4. Влияние диаметра тоннеля на силовые параметры тоннелепроходческих машин.

$\Sigma P_{z,w}$ и $\Sigma P_{z,D}$ — суммарное усилие перекачивания шарошек, $\Sigma P_{u,w}$ и $\Sigma P_{u,D}$ — суммарное усилие подачи исполнительного органа на забой, M_w и M_D — крутящий момент исполнительного органа

нительного органа в зависимости от диаметра сооружаемого тоннеля при постоянной удельной энергоемкости равной 20 кВт ч/м³. Одинаковый характер кривых « n_w — $V_{u,w}$ » и « n_D — $V_{u,D}$ » обусловлен одной и той же величиной подачи за один оборот ротора.

Гиперболическое уменьшение технической скорости проходки с увеличением диаметра тоннеля учитывается в конструктивных параметрах тоннелепроходческих машин. Действительно, эмпирическое выражение, полученное для тоннелепроходческих машин фирмы «Demag», свидетельствует о том, что конструкция механизма подачи предусматривает такое снижение $V_{u,max}$ (см. рис. 3).

Суммарное усилие перекачивания шарошек ΣP_z и общее напорное усилие подачи исполнительного органа ΣP_u связаны с диаметром D зависимостями (8) и (9).

Линейная форма корреляционной связи между ΣP_z , ΣP_u и D при относительно небольших значениях свободных членов позволяет предположить, что удельные силовые показатели $\frac{\Sigma P_z}{D}$ и $\frac{\Sigma P_u}{D}$

являются практически постоянными величинами.

Малые значения коэффициентов детерминации и небольшие значения коэффициентов регрессии в эмпирических выражениях (10) и (11) свидетельствуют об отсутствии корреляционной связи между удельными значениями силовых показателей.

Среднее удельное усилие перекачивания шарошек является независимым от

диаметра сооружаемого тоннеля силовым параметром, характеризующим привод исполнительного органа. Для машин с нерегулируемым приводом этот параметр равен $10,32 \pm 1,3$ тс/м, для машин с регулируемым приводом он составляет $7,12 \pm 1,0$ тс/м.

Среднее удельное усилие подачи исполнительного органа, равное $111,95 \pm 18,64$ тс/м, можно считать не зависящим от диаметра сооружаемого тоннеля только для машин с регулируемым приводом. Для машин с нерегулируемым приводом между этими величинами имеется корреляционная связь.

Так как с увеличением размера тоннеля мощность N_u линейно возрастает, а частота вращения n гиперболически уменьшается, то между крутящим моментом M роторного исполнительного органа и диаметром D существует параболическая форма связи (12). Графически она показана на рис. 4.

В приведенной таблице представлены также выражения (13)—(16) для определения таких параметров как минимальное время t_{min} перестановки распоршагающего устройства, наименьшее значение радиуса R_{min} кривой тоннеля в плане и профиле, длина L и масса G тоннелепроходческих машин TVM с нерегулируемым приводом вращения исполнительного органа.

Установленные эмпирические зависимости представляют практический интерес не только для проектировщиков новых тоннелепроходческих машин, но и для технологов, оценивающих их эксплуатационные показатели.

НОВОСТИ МЕТРО ЗА РУБЕЖОМ

В ВАШИНГТОНЕ продолжают работы по созданию сети метрополитена общей протяженностью 157,7 км, из которых 77,2 км линий будут наземными, а 14 км пройдут по эстакадам над поверхностью земли. Ввиду острой нехватки свободных земельных участков для большей части наземных линий используется полоса отвода автомобильных и железных дорог. Строительные работы были начаты в 1969 г., и в 1975 г. открыта для эксплуатации первая линия длиной 7,4 км между Род Айленд и Фэррагат Норт, включающая 6 станций. К концу 1976 г. запланировано открыть движение на 29,8 км линии с 25 станциями, что позволит осуществить прямую связь центра города с аэропортом. В настоящее время на стадии строительства находятся 65 км линий с 41 станцией, полностью работы предполагается завершить в 1981 г.

Оборудование Вашингтонского метрополитена запроектовано на основе уровня современной техники, достигнутого в Советском Союзе, странах Западной Европы и Японии. Управление движением будет полностью автоматизировано, большое внимание уделено повышению степени безопасности и комфорта. На платформах станций устанавливаются по 9 телекамер для наблюдения за посадкой и высадкой пассажиров. За 20 сек до подхода поезда край платформы начинает светиться мигающим светом. Все подземные станции оборудуются системами кондиционирования воздуха, а специальные вентиляторы препятствуют выдавливанию теплого потока в тоннель движущимся поездом. Для снижения уровня шума и вибрации при движении поездов рельсы весом 57 кг/пог. м, сваренные в длинные плети, укладываются на сплошное бетон-

ное основание через упругие подкладки.

Составы будут формироваться из двухвагонных секций. Длина каждого вагона 22,8 м, предусмотрено — 81 место для сидения и 94 для стоящих пассажиров. Поездной персонал должен наблюдать за работой автоматического оборудования и осуществлять управление дверями вагонов на станциях. Испытания опытных вагонов выявили такие дефекты, как непредвиденное включение экстренного торможения, повышенные вибрацию и шум по сравнению с нормативными. Общая стоимость строительства запроектованной в Вашингтоне сети метрополитена оценивается в 4454 млн. долларов.

Продолжаются работы по развитию сети и модернизации метрополитенов в крупнейших городах Японии. В дополнение к 7 имеющимся в ТОКИО линиям метро сооружаются еще 3 линии, после завершения строительства которых общая протяженность сети достигнет 286,2 км. Характерной особенностью метрополитена Токио являются одинаковая ширина колеи (1435 и 1067 мм) и однотипность подвижного состава метрополитена и пригородных железных дорог. Благодаря этому обеспечивается возможность беспересадочного следования пассажиров по линиям обеих систем общественного транспорта. Среднее расстояние между станциями метрополитена 1,2 км, минимальный интервал движения поездов 2 мин. Число перевозимых пассажиров достигает 65 тыс. в час в одном направлении. Предусматривается введение бесступенчатой системы автоматического управления движением. Вновь строящиеся вагоны имеют пневмоподвешивание ходовых тележек и независимую систему подвески тяговых двигателей.

Эксплуатируемый с 1933 г. метрополитен в ОСАКА располагает 6 линиями общей протяженностью 67,1 км. С учетом высокой интенсивности движения (2 млн. пассажиров в сутки) проводится реконструкция и расширение существующей сети с тем, чтобы довести ее протяженность к 1980 г. до 100 км. Ведутся работы по оснащению линий устройствами автоматики, замене устаревшего подвижного состава, оборудованию станций системами кондиционирования воздуха.

Линии метрополитена длиной 12,6 км с 14 станциями были сооружены в САППОРО в 1972 г., к зимним Олимпийским играм. Потребность в развитии общественного транспорта обусловила необходимость продолжения этих работ. В текущем году предполагается сдать в эксплуатацию еще 10 км линий метро, а к 1985 г. довести общую протяженность его сети до 45 км. Численность обслуживающего персонала метрополитена сведена к минимуму благодаря полной автоматизации как управления движением, так и работы устройств сигнализации и блокировки. Для наблюдения за посадкой и высадкой пассажиров на станциях установлены телевизионные камеры. Вагоны, оборудованные колесами с пневмошинами, движутся в виде двух бетонных путевых балок с расположенной между ними направляющей стальной балкой. Длина вагона 27,6 м, ширина 3,08 м, высота 3,705 м, число мест для сидения — 60, для стоящих пассажиров — 480. Максимальная скорость подвижного состава 75 км/ч. Поезда формируются из 4 двухвагонных секций.

При разработке перспективного плана развития общественного транспорта БРЮССЕЛЯ в числе других работ было запроектовано сооружение 5 линий метрополитена, рассчитан-

ных на высокую интенсивность движения. Вместе с тем, для того, чтобы возможно скорее разгрузить центральную часть города от наземного транспорта, решено по мере готовности линий метрополитена эксплуатировать на них вначале трамвайные вагоны. Первая линия с таким движением была пущена в эксплуатацию в 1969 г. и позволила повысить перевозки пассажиров трамваями на 85% в часы «пик». В текущем году завершается постройка 51 двухвагонной секции поездов метрополитена, которые сразу же заменят трамвай на эксплуатируемых участках. Подвижной состав метрополитена будет иметь тиристорное управление работой тяговых двигателей. Тележки с мономоторным приводом оборудуются пневматическим подвешиванием и дисковыми тормозами. Кузова вагонов, изготавливаемые из алюминиевых сплавов, имеют длину 18,2 м, ширину 2,7 м, высоту над уровнем рельсов 3,55 м. Вместимость вагона 210 человек. Согласно перспективному плану к 1986 г. в Брюсселе должны эксплуатироваться 45 км линий метрополитена, к 2015 г. — 90 км.

Аналогичное решение проблемы освобождения центральной части города от наземного общественного транспорта использовано в АНТВЕРПЕНЕ. В 1975 г. открыт первый участок длиной 1,3 км, построенный по стандарту метрополитена, но с эксплуатацией существующего парка трамвайных вагонов. В конце 1976 г. предполагается открыть для движения еще один участок подземных линий, а в перспективе довести их протяженность до 31,5 км. Поскольку население Антверпена составляет лишь 600 тыс. человек, полагают, что еще в течение долгого времени не требуется достижение высокой провозной способности линий и, следовательно,

введение специального подвижного состава метрополитена.

В ЛИОНЕ интерес к строительству метрополитена был вызван стремлением повысить долю общественного транспорта в городских перевозках и сократить тем самым число частных автомобилей, создающих перегруженность городских магистралей. После проведения международного конкурса проектов было выбрано техническое решение, предусматривающее сооружение тоннелей мелкого заложения (с учетом геологических условий местности и высокого расположения уровня грунто-

вых вод) и эксплуатацию вагонов на пневмошинах. Общая длина строящихся тоннелей 9,6 км, большая часть их сооружается открытым способом. На пересечении одного из участков метрополитена с р. Рона строится метромост, по которому пройдет также шестиполосная автомагистраль. Особенностью Лионского метро является стремление проектировщиков обеспечить высокую степень комфорта для пассажиров. В связи с этим разработана новая конструкция вагонов, тележки которых имеют большую колесную базу, а уширенный габарит кузова обес-

печивает увеличенную площадь салона, приходящуюся на одного пассажира. С учетом габарита подвижного состава диаметр сечения строящихся тоннелей принят равным 7,5 м. Поезда будут формироваться из трехвагонных секций, состоящих из двух моторных и одного прицепного вагона. Кузовы вагона изготавливаются из алюминиевого сплава, вес тары секции не будет превышать 78 т.

Предусматривается тиристорное регулирование скорости и рекуперативное торможение. Управление движением будет полностью автоматизировано и осуществляться с централь-

ного поста, размещаемого на одной из станций. Однако для контроля работы устройств автоматики в кабине каждого поезда будет находиться машинист.

Работы по строительству метрополитена были начаты в 1973 г. К настоящему времени завершено сооружение многоуровневого комплекса дорожных развязок и станции метрополитена «Пар-Дье», станции «Перраш», а также опытного участка длиной 1,5 км для испытаний нового подвижного состава. Окончание строительных работ планируется в 1977 г., открытие движения — в 1978 г.

ПРОДОЛЖАЕТСЯ ПОДПИСКА НА ИНФОРМАЦИОННЫЙ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ СБОРНИК
«МЕТРОСТРОЙ»
НА 1977 ГОД.

ПОДПИСКА ПРИНИМАЕТСЯ ОБЩЕСТВЕННЫМИ
РАСПРОСТРАНТЕЛЯМИ ПЕЧАТИ,
АГЕНТСТВАМИ «СОЮЗПЕЧАТИ»
И В ПОЧТОВЫХ ОТДЕЛЕНИЯХ.

Индекс сборника «Метрострой» во всесоюзном каталоге «Союзпечати»
70572.

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