



МЕТРОСТРОЙ

19

6

71

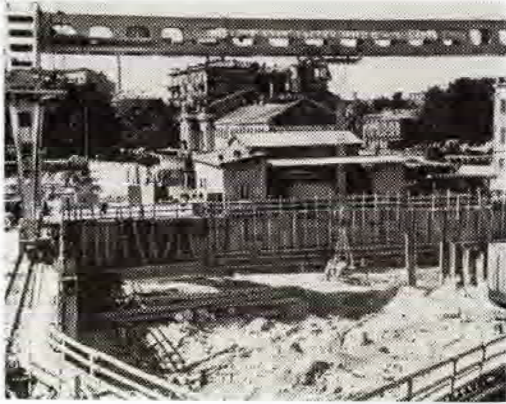


Рис. 1

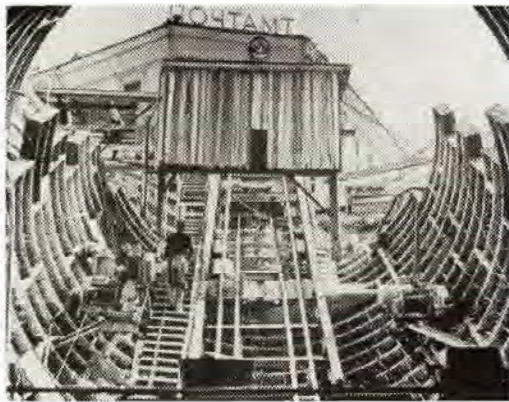


Рис. 2

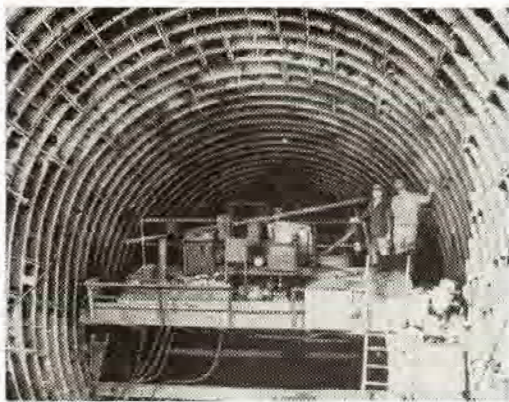


Рис. 3

На строящейся станции «Тургеневская» широким фронтом ведутся работы по сооружению эскалаторного тоннеля и вестибюля — снимки 1, 2, 3, 4.

На снимках 5 и 6 — строительная площадка на вестибюля станции «Колхозная» и фрагмент ее конструкции.



Рис. 4

СТРОЯТСЯ

„ТУРГЕНЕВСКАЯ“

И

„КОЛХОЗНАЯ“



Рис. 5

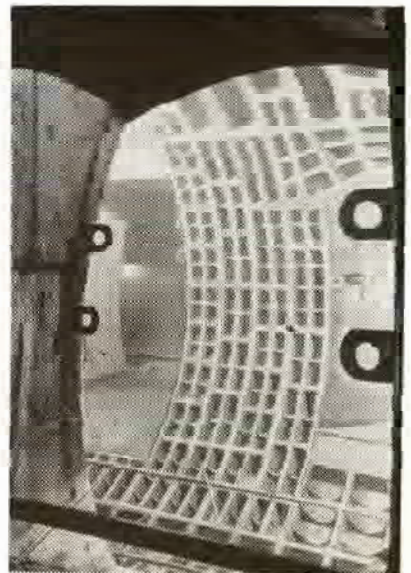


Рис. 6

«МЕТРОСТРОЙ»

ИНФОРМАЦИОННЫЙ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ
СБОРНИК

Издание
Московского метростроя
и издательства
«Московская правда»

№ 6 — 1971

На стройках метро и тоннелей

ПО-УДАРНОМУ ЗАВЕРШИТЬ СТРОИТЕЛЬНО-МОНТАЖНЫЕ И ПУСКОВЫЕ РАБОТЫ

У МОСКОВСКИХ метростроителей предпословная пора: завершается сооружение последнего участка Калужско-Рижского диаметра с двумя станциями в центре города. Строители соревнуются за сдачу в эксплуатацию этого участка, от ст. «Площадь Ногина» до «Проспекта мира», к 25 декабря. Выполнение взятого обязательства во многом зависит от своевременного завершения строительных работ. Это обеспечит осуществление архитектурной отделки станций и монтаж постоянного оборудования в сроки, предусмотренные графиками.

Закончена проходка наклонных ходов, ведутся подготовительные работы к монтажу эскалаторов на ст. «Тургеневская». Здесь впервые будут применены сборные водозащитные зонты из профилированного авиала. На самой станции устанавливаются зонты из крупных сборных элементов стеклопласта. Это ликвидирует мокрые процессы, значительно сокращает ручной труд.

В связи с сооружением пересадочного узла «Тургеневская» — «Кировская» реконструируется действующая станция. Возведен средний зал, раскрываются проемы, идет подготовка к монтажу малых эскалаторов на подземный переход к «Тургеневской».

В стадии завершения чеканочные и путевые работы на ст. «Колхозная площадь». В сложных условиях сооружен вестибюль с пешеходным переходом под ул. Сретенка, где пришлось производить перекладки подземных

коммуникаций в специально сооруженный Тоннельным отрядом № 6 коллектор.

За оставшийся короткий период на станциях необходимо смонтировать тринадцать лент эскалаторов, выполнить комплекс сантехнических и электромонтажных работ, с тем, чтобы обеспечить пропуск пробного поезда по новой трассе 1 декабря.

Широким фронтом ведется строительство 1 участка Краснопресненского радиуса. Сооружены в конструкции станции «Баррикадная» с пересадкой на «Краснопресненскую» — кольцевую и «Площадь 1905 года».

Началась подготовка к проходке в сложных гидрогеологических условиях — с водопонижением и химическим закреплением грунтов, под двадцатью четырьмя путями Белорусского направления железной дороги — станции «Беговая» с пересадкой на одноименную ж.-д. платформу. Монтируются конструкции из новых крупных многотонных элементов на ст. «Хорошевская» с двумя островными платформами и тремя путями. Перегонные тоннели в сыпучих песках успешно прокладываются московским способом. В направлении к конечной станции 1 участка «Октябрьское поле» тоннели пройдут в сложных гидрогеологических условиях.

Коллектив СМУ-8 приступил к сооружению центрального пересадочного узла. Система наклонных и пешеходных тоннелей свяжет воедино «Площадь Революции», «Проспект Маркса» и «Площадь Свердлова».

.....

ПРЕДПУСКОВАЯ ПОРА У КИЕВЛЯН

Метростроевцы! Сдадим участок метро от ст. «Большевик» до ст. «Святошино» к 54-й годовщине Великого Октября!» Этот транспарант вывешен на первой станции нового участка Киевского метрополитена «Октябрьская».

За осуществление этого лозунга соревнуются в эти дни коллективы тоннельного отряда и СМУ Киевметростроя.



Противооползневая галерея, сооружаемая ТО № 4 Киевметростроя в Черновцах.

Новый участок Киевского метрополитена — это не только тоннели и станции. Это пешеходные переходы и пересадочный узел на одноименную действующую ж.-д. станцию «Святошино» направления Тетерев — Киев. Это также пересадочный узел у станции метро «Октябрьская» и ж.-д. направления Рубежовка — Сырец.

Как известно, киевские метростроители проложили перегонные тоннели в сложных гидрогеологических условиях, под сжатым воздухом в сочетании с водопонижением.

На всех трех станциях «Святошино», «Щербакова» и «Октябрьская» завершается сооружение подземных вестибюлей, совмещенных с пешеходными переходами, расположенными по обе стороны Брест-Литовского проспекта. Заканчиваются отделочные и электроосветительные работы. На всем протяжении новой линии уложены пути и контактный рельс.

К 7 ноября 1971 г. новая линия будет сдана в экс-



Интерьер платформы ст. «Щербакова».

плуатацию. Одновременно киевские метростроевцы разворачивают проходческие работы на первом участке Курневско - Красноармейской линии метрополитена, которая свяжет большой район Подола с центром города.

Большую работу начали строители тоннельного отряда № 4 Киевметростроя на сооружении канала «Днепр» — «Донбасс». Здесь ведется проходка стволов и подготовка к сооружению тоннелей. Одновременно коллектив ТО № 4 возводит подпорно-дренажные галереи в Одессе и Черновцах.

ПОДДЕРЖИВАЯ ВАЖНОЕ НАЧИНАНИЕ

У ДЛИНЯЮТСЯ линии Ленинградского метрополитена: на юге — Московско-Петроградская от ст. «Московская» до ст. «Купчино», на севере — «Кировско-Выборгская» от ст. «Площадь Ленина» до ст. «Академической».

На первом строящемся участке идет проходка перегонных тоннелей. В районе ст. «Купчино» их прокладывают открытым способом в ленточных подвижных глинах, требующих специальных мер для локализации их способности к пучению. Пути метрополитена пройдут в железобетонной галерее — сейчас ведется установка опор.



На строящемся участке продолжения Кировско-Выборгской линии Ленинградского метрополитена монтируются три горных комплекса, приспособленных для двухлетневого шахтного подъема с раздельной работой клетей. Монтаж одного из них — на ст. «Площадь мужества» — уже закончен.

Горный комплекс позволит повысить производительность труда на 10% и сократить обслуживающий персонал на 30%.

Тоннели закрытого способа пересекут крепкий песчаник.

На станции «Купчино» — пересадочной на Витебскую железную дорогу — строители сооружают пешеходные переходы и подземные вестибюли.

Осваиваются шахтные площадки на втором строящемся участке — продолжении Кировско-Выборгской линии. Пройден ствол шахты на «Площади мужества», начат — на ст. «Выборгская». В районе ст. «Лесная» в дельте Невы и прилегающей низменности предстоит преодолеть древний разрыв с напорными водами. Метростроителям придется впервые замораживать участок столь большой протяженности — 440 м.

На новой трассе будут возведены две односводчатые станции из железобетонных блоков, обжатых в породу, и три колонных — в железобетонной обделке со стальными ригелями.

Усилия коллектива Ленметростроя сейчас направлены на осуществление повышенных социалистических обязательств года. Вот некоторые из них:

обеспечить выполнение годового плана строительно-монтажных работ к 23 декабря 1971 г.;

повысить производительность труда более чем на 7,3%;

получить сверхплановую прибыль не менее 300 тысяч руб.;

от реализации предложений рационализаторов и изобретателей получить не менее 650 тыс. руб. условно-годовой экономии;

добиться улучшения использования строительных машин и механизмов, увеличить среднесуточное время работы бульдо-

зеров на 20%, автокранов на 10%, экскаваторов на 20%;

экономить на стройках и предприятиях промышленности: цемента — 800 т, металлопроката — 100 т, лесоматериалов — 1100 м³; электроэнергии — 560 тыс. квт. ч;

продолжить работу по совершенствованию управления и организации труда, перевести на сетевой график строительно-монтажные работы на Московско-Петроградской линии.

Поддерживая важное начинание передовых рабочих Ленинграда, между метростроевскими бригадами развернулось соревнование за выполнение производственных заданий пятидневки в четыре дня.



Опытно-промышленная установка для изготовления армоцементных зонтов. Эти конструкции получили широкое распространение на Ленметрострое. Монтаж наклонного хода из армоцементных зонтов сокращается в 3-4 раза при значительном уменьшении трудоемкости. В настоящее время заканчивается изготовление механизированной установки по выпуску армоцементных зонтов для строящейся станции «Звездная» Московско-Петроградской линии.

ОПУСКНАЯ КРЕПЬ В ТИКСОТРОПНОЙ РУБАШКЕ

М. СТРУНЕВСКИЙ,
начальник участка СМУ-7

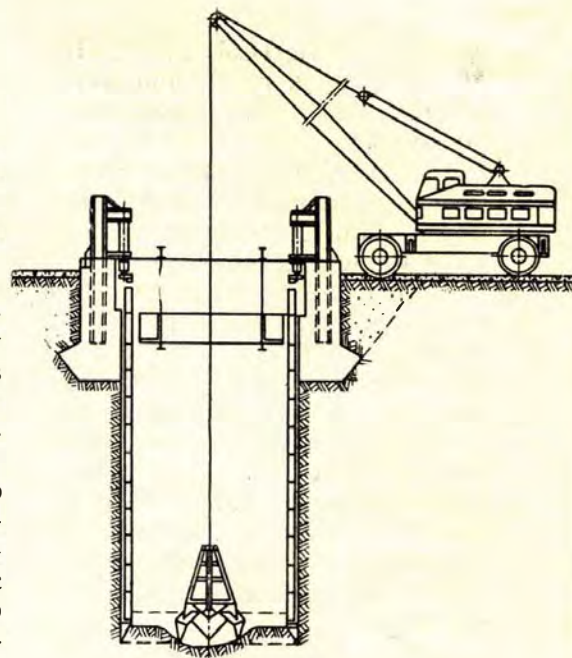
НА СТРОИТЕЛЬСТВЕ перегонных тоннелей между ст. «Пушкинская» и «Баррикадная» Ждановско-Краснопресненского диаметра Московского метрополитена коллектив строителей СМУ-7 осуществил проходку шахтного ствола способом опускной крепи в тиксотропной рубашке. До начала основных работ были проведены подготовительные, заключавшиеся в устройстве бетонной форшахты, установке механизмов и оборудовании и др.

Для устройства форшахты был вырыт котлован. Наружный диаметр форшахты — 9,2 м, внутренний — 6,2; наружный диаметр воротника 11 м. При этом было разработано 565 м³ грунта и уложено 220 м³ бетона. В забое форшахты смонтировали ножевое кольцо опускной крепи высотой 0,8 м из листовой ребристой стали толщиной 20 мм. На нем закрепили транспортерную ленту толщиной 10 мм, шириной 400 мм с загнутыми краями по стенке форшахты. Смонтировали тубинговое кольцо и за

него уложили пластичную глину на высоту 1 м. Чтобы при задавливании крепи избежать поднятия пластичной глины до сборки второго кольца, установили металлическую прокладку толщиной 8 мм с выпуском в сторону форшахты. Затем установили второе и третье тубинговые кольца.

Задавливали крепь шестью щитовыми домкратами (см. рисунок), для работы которых использовался насос Н-403 с электродвигателем мощностью 23,5 кВт, а для их упоров в бетон форшахты заделали двутавровые балки № 55. Глинистый бентонитовый раствор, приготовленный в аппарате Дмитровского завода, после доводки до нужной консистенции подавали сжатым воздухом в зазор между форшахтой и наружной поверхностью тубинговой крепи.

После подготовительных работ осуществляли задавливание крепи вначале давлением домкратов 80—100 атм, разработку грунта вели вручную (не было грейфера) до установки девятого кольца. Грунт был выражен темно-зеленой супесью с притоком воды около 15 м³/ч. Водонасыщенная супесь затем перешла в черный суглинок. Разработку с девятого кольца вели грейфером, притока воды в забое не было. Так продолжалось до установки 17-го кольца, затем черный суглинок сменила черная плотная глина и грейфер полностью ее разрабатывал. Перекидку глины от стенок ствола к центру забоя и дальнейшую разработку осуществляли вручную, а выдачу грунта бадьями емкостью 1 м³ по устроенному



в стволе бадьевому отделению стреловым краном грузоподъемностью 20 т.

При разработке породы нож и одно тубинговое кольцо были погружены в породу на 1,5—1,8 м, уровень глинистого раствора находился от верха форшахты ниже на 2,3 м. Тубинговые кольца монтировали сверху на подвесном металлическом полке тем же краном.

После задавливания крепи и разработки породы на 18—20 колец, начали подготовку к обычной проходке с подводкой колец снизу — вытеснять глинистый раствор за крепью нагнетанием цементно-песчаного и цементного растворов — и возведению надшахтного комплекса.

Сооружение шахтного ствола на строительной площадке осуществляли в три смены.

Продолжительность проходки опускной крепи при средней скорости 1 м/сут составила 17 рабочих дней, отклонение от вертикальной оси ствола не превышало 76 мм.

СООРУЖЕНИЕ ДРЕНАЖНОЙ ПЕРЕКАЧКИ

С. ПРЕОБРАЖЕНСКИЙ,
начальник участка СМУ-3

НА СТРОИТЕЛЬСТВЕ Калужско-Рижской линии сооружены боковые выработки и дренажная перекачка (рис. 1). Проектом пред-

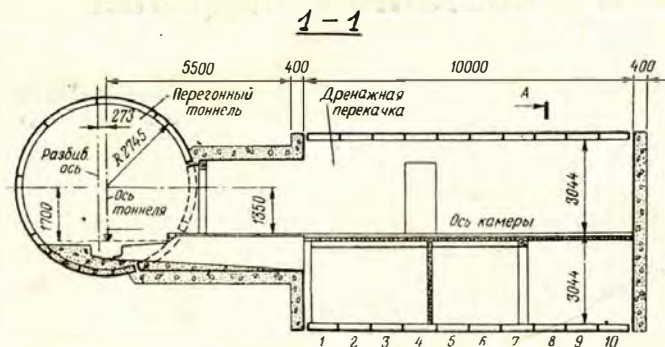


Рис. 1. Сооружение дренажной перекачки.

полагалось сооружать конструкцию сразу на полное сечение с выдачей вагонов до уровня путей электровозной откатки тельфером. На СМУ-3 была принята организация работ по способу опертго свода в две стадии. На первой сооружалась верхняя часть конструкции дренажной перекачки (рис. 2).

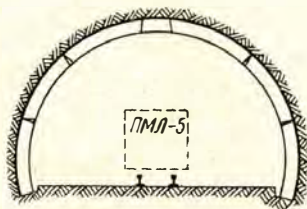


Рис. 2. Первая стадия работ.

Разработка породы велась буро-взрывным способом, длина заходки 1 м, транспортировка грунта породопогрузочной машиной ПМЛ-5в, откатка — вагонетками $V=1,5 \text{ м}^3$. Монтаж осуществлялся лебедками, первичное нагнетание — во второе от забоя кольцо.

На второй стадии работы велись в две фазы: первая — разработка ядра нижней части перекачки на кольцах 4—8, по ширине и длине соответствующих габаритам погрузочной машины и одному вагону (рис. 3).

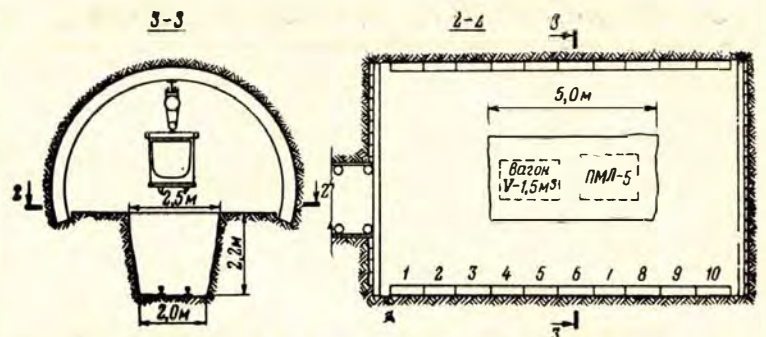


Рис. 3. Вторая стадия работ.

Во второй фазе порода разрабатывалась на полное сечение нижнего свода с применением направленного взрыва (рис. 4).

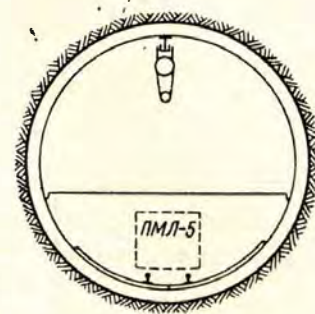


Рис. 4. Разработка породы на полное сечение нижнего свода.

Погрузка породы в первой фазе производилась вручную (25 м^3), транспортировка вагонов из части свода до уровня путей электровозной откатки — тельфером грузоподъемностью 4 т.

Сооружение дренажной перекачки велось в три смены. В каждой бригаде 6—7 человек (включая службу электровоза, лебедок и тельфера). На проходку нижней и верхней части перекачки были составлены две калькуляции. Для большей заинтересованности и облегчения учета все рабочие процессы в цикле 1 м в зависимости от трудоемкости были «разбиты» на сантиметры, в том числе и разработка ядра на кольцах 4—8.

В результате проведенных организационно-технических мероприятий конструкция отделки дренажной перекачки, включая прорезные кольца, была сооружена за 3 недели.

Осуществленная организация позволила уменьшить объем ручного труда, более чем вдвое сократить объем породы, выдаваемой тельфером, упростить водоотливной процесс и др. Однако не решен еще вопрос монтажа отделки (лебедками), не механизирована погрузка породы ядра на второй стадии во 2-й фазе и др.

УПЛОТНЕНИЕ БЕТОННОЙ СМЕСИ ПРИ ВОЗВЕДЕНИИ МОНОЛИТНО-ПРЕССОВАННОЙ ОБДЕЛКИ

К. ТРОИЦКИЙ,
канд. техн. наук

В практике тоннеле- и метро-строения все большее применение находит новый способ возведения монолитных обделок, в которых бетонная смесь уплотняется реактивным усилием щитовых домкратов — прессованием. Чтобы получить водонепроницаемую обделку высокой несущей способности, сооружаемую методом прессования, возникла необходимость предъявить ряд требований к режиму проходческих работ.

В статье описывается поведение бетонной смеси в процессе ее прессования и перфорирования при одновременной разработке забоя проходческим щитом.

ПРОЦЕСС уплотнения бетонной смеси заключается в удалении из нее избыточной воды затворения и воздуха. Плотность бетона определяет его прочность, водонепроницаемость и деформативность. С увеличением плотности уменьшается водонепроницаемость и деформативная способность при одновременном повышении прочности и стойкости бетона к агрессивным воздействиям. В связи с этим уплотнение является одной из основных операций технологической обработки бетонных смесей.

Технология возведения монолитно-прессованных обделок тоннелей предусматривает использование для уплотнения смеси реактивного усилия

щитовых домкратов. При этом реализуется энергия, которая при сборной обделке может играть отрицательную роль, вызывая, например, поломку тубингов или блоков. Технические задачи уплотнения состоят в том, чтобы наиболее эффективно реализовать давление щитовых домкратов, т. е. обеспечить требуемое качество бетона (и обделки в целом) при высокой скорости строительства.

Величина прессующего давления при возведении тоннелей определяется мощностью щитовых домкратов и площадью поперечного сечения обделки. Обычно давление на границе между штампом и бетонной смесью находится в пределах 20—40 кг/см². С удалением от штампа давление внутри смеси погашается за счет ее трения по опалубке, породе и оболочке щита. Следовательно, давление в конце заходки всегда меньше, чем в ее начале, — под штампом. Чтобы обеспечить необходимую плотность бетона в любой точке конструкции, необходимо в конце заходки приложить в течение определенного времени некоторое минимально-допустимое давление, величина которого и продолжительность приложения являются основными параметрами, определяющими степень уплотнения бетонной смеси.

Уплотнение характеризуется непрерывным изменением реологических свойств и напряженного состояния смеси. Давление прессования, прикладываемое гидравлическими домкратами, возрастает от нуля до какой-то максимальной величины в течение нескольких минут. На рисунке 1 показан общий характер изменения давления во времени для заходки бето-

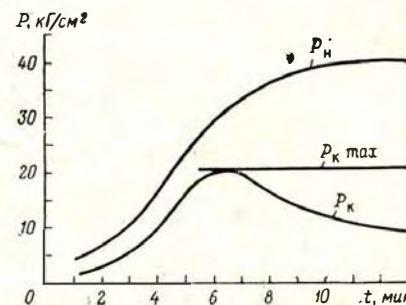


Рис. 1. Изменение во времени давления прессования в начале и конце заходки бетонирования.

рования протяженностью 0,5—0,8 м. Давление в конце заходки P_k достигает некоторой максимальной величины и затем, несмотря даже на увеличение давления прессования P_n , снижается. Процесс уплотнения смеси происходит до тех пор, пока растет давление внутри смеси (в данном случае около 6 мин), затем протяженность заходки, на которой наблюдается еще увеличение давления, быстро сокращается.

Градиент (перепад) давления внутри уплотняемой смеси в первом приближении может быть представлен формулой

$$P_l = \frac{P_n - P_k}{l},$$

где l — длина заходки.

На рисунке 2, а показан начальный момент прессования, когда давление еще не достигло предельной величины. В это время происходит интенсивное отжатие воды и воздуха. Градиент P_1 невелик и его величина будет тем меньше, чем выше подвижность смеси. Для очень пластичных смесей P_1 в начальный момент оказывается близким к нулю, т. е. давление внутри смеси почти полностью подчиняется законам гидростатики. В результате отжатия воды и воздуха из смеси ее реологические свойства претерпевают существенные изменения. Из подвижной или даже «литой» она становится «жесткой», бетонная

смесь приобретает черты твердого тела, способного воспринимать нагрузки до $1-3 \text{ кг/см}^2$.

Перестройка реологических свойств бетонной смеси приводит к изменению ее напряженного состояния. Давление в конце заходки, за счет увеличения сил трения бетонной смеси по граничным плоскостям, резко падает. При этом величина $P_n - P_k$ определяется длиной заходки и реологическими свойствами смеси на каждом этапе прессования. Условия для отжатия воды и воздуха наиболее благоприятны в начале заходки, т. е. непосредственно под штампом.

Казалось бы, эти обстоятельства должны привести к резкому изменению качества бетона по длине тоннеля. Однако возможно установить такую длину заходки и режим уплотнения, которые позволяют получить однородность более высокую, чем при уплотнении вибрированием. Дело в том, что степень уплотнения бетонной смеси, при которой частицы заполнителя вступают в контакт между собой, достигается уже при относительно невысоком давлении и небольшой продолжительности его приложения.

В начальный момент бетонная смесь уплотняется давлением под защитой оболочки щита. На определенном этапе общее усилие домкратов превысит сопротивление перемещению и щит начнет двигаться. По мере его продвижения освобождается пространство, которое должно быть заполнено бетонной смесью. Для обеспечения безосажденности требуется заполнить смесью также пустоты, возникающие в процессе проходки (рис. 2, б). Возникает необходимость переформования бетонной смеси. Это позволяет снизить деформации окружающих грунтов и исключить работы по нагнанию цементных растворов за тоннельную обделку. Переформование требует определенного внимания, так как оно приводит к разуплотнению

ранее спрессованной бетонной смеси. По этой причине прочность переформованного бетона оказывается, как правило, ниже спрессованного. Существенное влияние на разуплотнение бетонной смеси оказывает величина переформования, которая оценивается соотношением $\Delta h/h$. Так при отношении $\Delta h/h = 0,11$ окончательная прочность бетона, по сравнению с спрессованным, падает в среднем на 20% и при $\Delta h/h = 0,20$ на 50%. Снижение прочности зависит также от степени уплотнения смеси спрессованием и времени, прошедшего от момента ее затворения.

В процессе переформования бетонная смесь деформируется как пластичное тело. Однако в предварительно уплотненной спрессованной смеси уже могут проявляться свойства хрупкого тела. С увеличением интервала времени от начала затворения и прессования материал все больше утрачивает возможность к пластичному деформированию. Наконец, наступает момент, когда переформование сопровождается хрупким разрушением, — образованием микро- и макротрещин. Величина внутреннего трения такой смеси обычно бывает весьма значительной, вследствие чего при вторичном уплотнении полностью устранить разуплотнение не удается.

Чтобы снизить отрицательное воздействие переформования смеси на окончательные свойства бетона, следует промежуток времени от начала затворения и начала прессования до полного снятия давления свести до минимума. При использовании обычных портландцементов, с началом схватывания около 1 часа, следует стремиться, чтобы вышеуказанные промежутки времени не превышали соответственно 2,5 и 0,7 часа. Очень важно также для получения бетона высокого качества осуществлять первичное прессование возможно низкими усилиями, а переформованную смесь уплотнять максимально допустимыми давлениями.

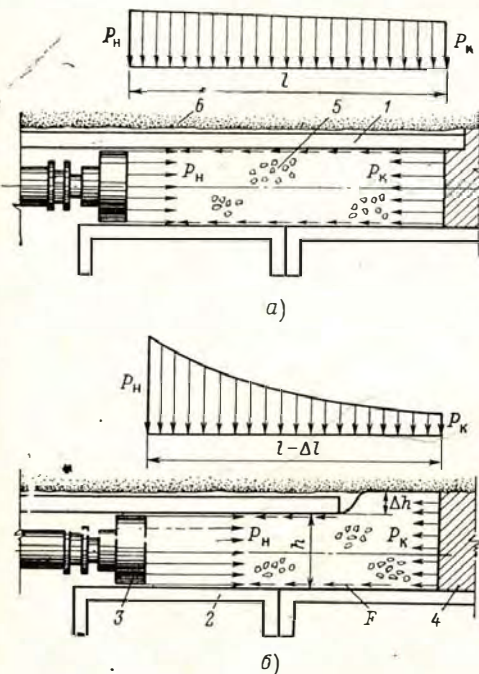


Рис. 2. Напряженное состояние бетонной смеси в начальной и конечной стадии прессования:

1 — оболочка щита; 2 — опалубка; 3 — прессующее устройство; 4 — бетон; 5 — бетонная смесь; 6 — порода

О ЗОНАЛЬНОМ ЗАМОРАЖИВАНИИ

С. ЗУКАКЯНЦ, С. ВАССЕРМАН,
инженеры;

О. ДОЛГОВ,
канд. техн. наук;

В. РОМАНОВ,
инженер

ПРИ СООРУЖЕНИИ вертикальных стволов в неустойчивых водоносных породах или при проведении горизонтальных и наклонных горных выработок, когда необходимо создание ледопородного ограждения только вокруг проектируемой выработки или «потолочины», применяется способ зонального замораживания.

В настоящее время при зональном замораживании грунтов применяется в основном общеизвестная конструкция колонки из питающей и отводящей труб. Причем глубина опускания отводящей трубы определяет зоны работы колонки. В нижней ее части, называемой рабочей зоной, происходит более интенсивный теплообмен между колонкой и окружающими породами, чем в верхней — нерабочей зоне.

Существуют две принципиально различные схемы:

колонки, в которых рабочая часть отделена от нерабочей и между питающей и отводящей трубами и внутренней стенкой колонки находится теплоизолирующая воздушная прослойка (рис. 1, а);

колонки, в нерабочей части которых находится неподвижный рассол, и отвод последнего из рабочей части осуществляется по свободно опущенной трубе (рис. 1, б).

Наиболее широко распространена вторая схема. Принято считать, что коэффициент теплоотдачи колонки в нерабочей зоне составляет около 40—50% от коэффициента теплоотдачи рабочей зоны.

Московским горным институтом совместно с Управлением № 157 были организованы и проведены сравнительные экспериментальные

исследования теплотехнических характеристик указанных схем колонок зонального замораживания и определение их сравнительной эффективности.

Исследования проводились на специальном стенде, спроектированном лабораторией кафедры «Строительства подземных сооружений и шахт» МГИ совместно с Управлением № 157.

Стенд был смонтирован на участке сооружения пересадочного узла станции метро «Киевская» Московского метрополитена.

Из бака испарителя 1 (рис. 2) охлажденный рассол насосом 2 по рассолопроводу 3 подавался в колонку 4. Обратный рассол по рассолопроводу 6 возвращался в бак испарителя. Для измерения расхода рассола, проходящего через замораживающую колонку, был предусмотрен замерный бак 7 емкостью 1,3 м³.

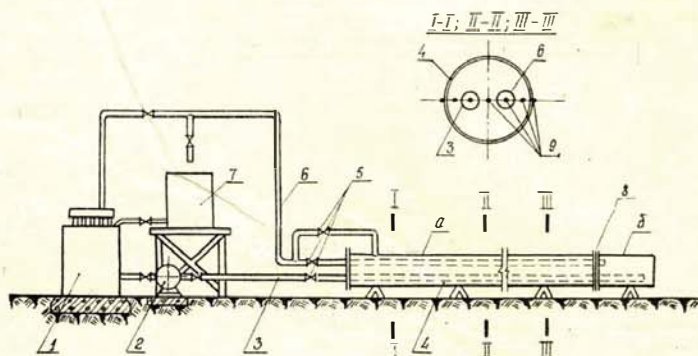


Рис. 2

Изменение расхода рассола производилось с помощью запорной арматуры 5, которая служила и для изменения схемы циркуляции его по колонке.

Колонка 4 состоит из нерабочей части а длиной 18,3 м, изготовленной из труб 114×7 мм и рабочей части б — 2,4 м.

Для циркуляции рассола в колонке были смонтированы питающая 3 и отводящая 6 трубы. Разделение зон работы замораживающей колонки производилось съемной диафрагмой 8. Чтобы питающая и отводящая трубы не касались одна другой и стенок замораживающей колонки, предусмотрены центрирующие устройства. Герметизация вводов проводов термометров осуществлялась с помощью сальников.

Температуру измеряли термометрами 9, дифференциального типа, изготовленными из компенсационного провода марки ПКГВ-ХК МРТУ 16—505. 0.33—67 сечением 2×1. Измерения э.д.с. производились переносным потенциометром постоянного тока типа ПП-63 класса 0,05. Термометры в нерабочей части колонки располагались по трем сечениям (рис. 2), по 7 шт. в каждом.

Сравнительная эффективность работы колонки зонального замораживания оценивалась соотношением коэффициентов теплоотдачи рабочего и нерабочего участков.

Усредненные фактически замеренных температур по питающей и отводящей трубам нерабочего участка колонки производилось способом наименьших квадратов.

На рисунке 3 приведены характерные повышения температур в питающей и отводящей трубах и рабочей части колонки при двух схемах теплоизоляции: Δt_1 и Δt_3 — перепад температур, соответственно, в питающей и отводящей трубах нерабочего участка, а Δt_2 — перепад температур на рабочем участке колонки.

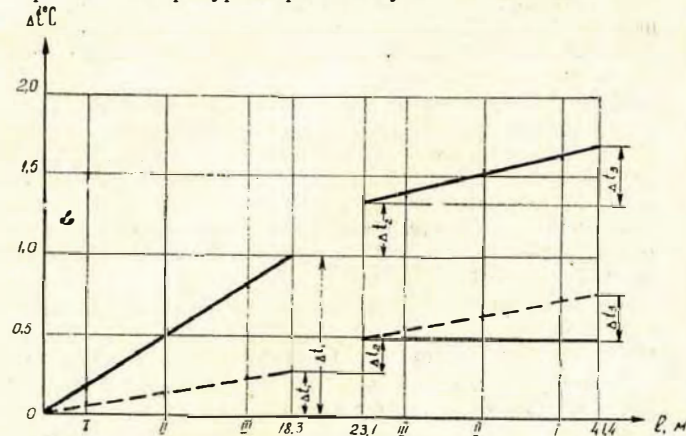


Рис. 3

Были проведены опыты работы колонок по двум схемам. Когда колонка работает по первой схеме — межтрубное пространство на нерабочем участке заполнено воздушной изоляцией; внешняя поверхность замораживающей трубы имеет температуру $+10,4^{\circ}\text{C}$, (что наглядно прослеживается по отсутствию инея). Рабочая часть покрыта мощной снежной рубашкой и температура внешней поверхности трубы составляет -15°C .

Когда колонка работает по второй схеме, межтрубное пространство нерабочего участка заполнено неподвижным рассолом. Внешняя поверхность замораживающей трубы полностью покрыта снежной рубашкой, и зоны работы колонки визуально не различаются. Температуры внешней поверхности трубы нерабочей и рабочей зон составляют, соответственно, $-9,98^{\circ}\text{C}$ и $-11,41^{\circ}\text{C}$.

Обработка экспериментальных данных позволила получить следующее. В колонке зонального замораживания при разделении зон диафрагмой и воздушным заполнением межтрубного пространства нерабочей зоны (при изменении расхода рассола через колонку от 0,25 до 3 м³/час) в среднем отношение коэффициента теплоотдачи от поверхности нерабочего участка к коэффициенту теплоотдачи рабочего участка изменяется от 20 до 5,3%.

Причем наиболее существенно процент отношения изменяется при небольших расходах рассола от 0,25 до 1 м³/час. При расходах рассола более 1,0 м³/час и ближе к практическим отношение коэффициентов теплоотдачи нерабочего участка к рабочему изменяется незначительно в пределах от 15% до 5%.

В колонке зонального замораживания общепринятой конструкции (вторая схема) при изменении расхода рассола от 1 до 3 м³/час, в среднем отношение коэффициента теплоотдачи от поверхности нерабочего участка к коэффициенту теплоотдачи рабочего участка находится в пределах 80—40%.

Таким образом, можно считать, что воздушная теплоизоляция позволит сократить потери в нерабочую зону в среднем в 6—8 раз по сравнению с применяющейся общепринятой схемой.

Исследования показали, что воздушная теплоизоляция питающих и отводящих труб является эффективным решением задачи зонального замораживания горных пород.

ЖИДКИЙ АЗОТ ДЛЯ ЗАМОРАЖИВАНИЯ

Н. ТРУПАК,
доктор техн. наук

НИЗКИЕ температуры испарения азота ($-195,8^{\circ}\text{C}$) открывают все новые области применения его для замораживания грунтов.

Время, затрачиваемое на образование ледогрунтовых цилиндров, обратно пропорционально понижению температуры стенки замораживающей трубы: с понижением температуры оно уменьшается и наоборот. Температуры испарения жидкого азота в 9,5 раза ниже температур охлаждающего рассола при обычном (рассольном) замораживании. Соответственно в 9,5 раз меньше будет и время, затрачиваемое на замораживание грунтов жидким азотом.

Средне-интегральные температуры замороженного грунта, от которых зависит его прочность, а следовательно, и необходимая толщина ледогрунтового ограждения при обработке жидким азотом, значительно ниже, чем при рассольном замораживании:

Температуры замораживания грунтов, $^{\circ}\text{C}$	Толщина стены ледогрунтового ограждения, м			
	1	1,5	2	3
$t_c = -190$	Средне-интегральные температуры, $^{\circ}\text{C}$ -59,5	-55,1	-51,3	-47,2
$t_c = -20$	-6,3	-5,8	-5,4	-5

Механическая прочность замороженного грунта зависит от температуры его понижения. Благодаря низким температурам, создаваемым жидким азотом при испарении, прочность замороженного грунта значительно выше, чем при рассольном замораживании.

В лабораторных условиях были выполнены экспериментальные работы по определению пределов прочности одноосному сжатию замороженной глины в диапазоне температур от $\pm 0^{\circ}\text{C}$ до -170°C .

Как показали исследования (рис. 1), при понижении температуры глины прочность ее планомерно повышается и достигает максимума ($\delta_c = 450 \text{ кг/см}^2$) при t° около минус $70\text{--}80^\circ\text{C}$. При дальнейшем понижении температуры предел прочности сжатию замороженной глины остается постоянным. При рассольном же замораживании предел прочности при температуре $-15\text{--}17^\circ\text{C}$ не превышает 100 кг/см^2 .

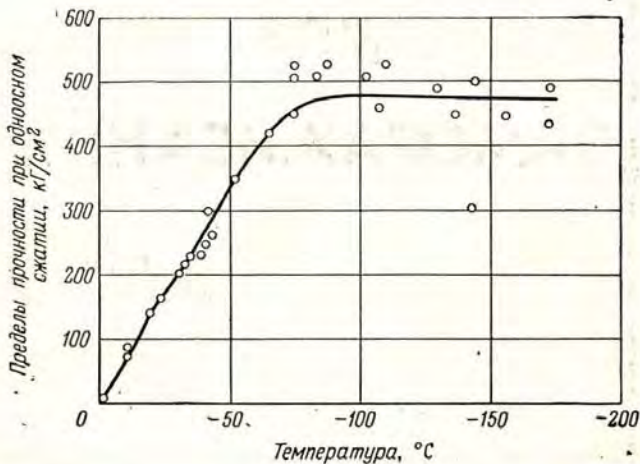


Рис. 1. Изменение пределов прочности при одноосном сжатии иловатой глины в зависимости от температуры.

На рисунке 2 показано изменение пределов прочности растяжению замороженных глин и илов в диапазоне температур от $\pm 0^\circ\text{C}$ до -200°C . Исследования подтвердили также, что значительное увеличение пределов прочности растяжению замороженных грунтов наблюдается лишь при изменении температур от $\pm 0^\circ\text{C}$ до -80°C и при $t = -70\text{--}80^\circ\text{C}$ составляет около 45 кг/см^2 . Дальнейшее понижение температуры почти не изменяет предел прочности растяжению замороженных глин и илов.

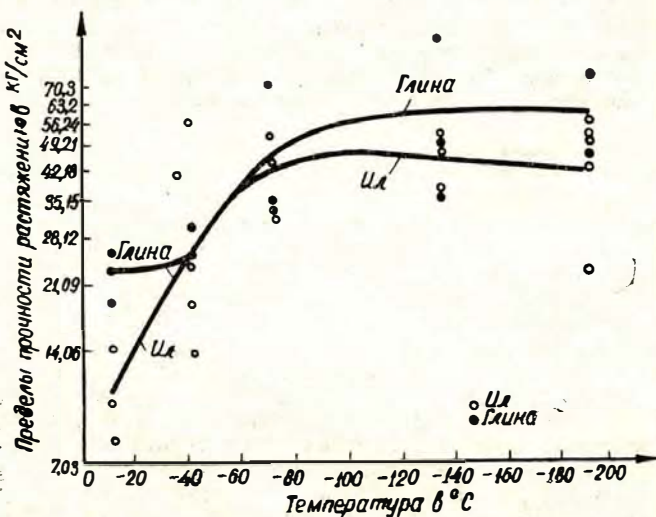


Рис. 2. Изменение пределов прочности растяжению замороженной глины и ила.

При рассольном замораживании (температура охлаждающего рассола $-11\text{--}15^\circ\text{C}$) смесь глины с равным весом воды имеет пределы прочности растяжению $-11\text{--}13 \text{ кг/см}^2$.

Замороженная глина достигает максимального предела прочности как при сжатии, так и при растяжении при $t = -70\text{--}80^\circ\text{C}$. Это объясняется тем, что при таких температурах замерзает вся связанная (пленочная) вода, заключенная в глине.

Молекулы связанной воды, притягиваемые поверхностями частиц грунта, испытывают со стороны последних молекулярное притяжение с силой, равной 10.000 кг/см^2 . С другой стороны, при повышении внешнего давления на 1 кг/см^2 температура замерзания воды, заключенной в грунте, понижается на $0,0075^\circ\text{C}$. Следовательно, температура замерзания связанной воды будет равна $t_{св} = -0,0075 \cdot 10000 = -75^\circ\text{C}$.

Высокая прочность замороженного грунта при безрассольном замораживании позволяет применять ледо-грунтовые ограждения меньшей толщины.

Кроме достоинств, описанных в предыдущей статье*, жидкий азот обладает еще двумя:

при его применении открываются широкие возможности регулирования количества подаваемого холода в замораживающие колонки;

при соприкосновении с замороженным грунтом он его не оттаивает.

На замораживание 1 м^3 грунта с содержанием воды до 30% расходуется 1000 л жидкого азота (вместе с потерями). Большие скорости замораживания грунтов при безрассольном замораживании предотвращают значительные изменения объемов грунтов. Это обеспечивает безопасное производство работ на строительстве в городских условиях подземных сооружений различного назначения — коллекторов, тоннелей и др.

Возможные области применения жидкого азота при непосредственном испарении его в замораживающих колонках:

образование ледо-грунтовых ограждений вместо металлических шпунтовых стен;

временное упрочнение неустойчивого водоносного грунта, например, болотистого, позволяющего провозить тяжелое оборудование;

в грунтах с малыми коэффициентами фильтрации, не поддающихся инъектированию;

при ликвидации внезапных прорывов воды или плывуна в проходимые другими способами горные выработки;

при проходке неглубоких шахтных стволов и образовании подпорных ледо-грунтовых ограждений — вертикальными замораживающими колонками;

при выполнении срочных подземных работ в водонасыщенных грунтах.

Возможно применение жидкого азота при проведении горизонтальных горных выработок:

при малой глубине их заложения — вертикальными замораживающими колонками;

при большой глубине заложения выработок — горизонтальными замораживающими колонками.

При проходке вспомогательного ствола лондонского главного почтамта был использован новый способ применения жидкого азота. Ствол проходили вблизи собора св. Павла через насыпной грунт и линзы песчаных и гравелистых отложений р. Темзы. Эти отложения залегают в лондонских водонепроницаемых глинах.

* См. «Метрострой» № 1—2, 1970.

Слой песка и гравия мощностью 1,5 м в основании отложений водоносные. Чтобы уберечь собор от осадков, откачка подземных вод в его окрестностях была запрещена. Попытки же закрепления грунтов химическим способом здесь не увенчались успехом.

Шахтный ствол был пройден обычным способом через насыпной (культурный) слой до глубины 8,5 м, закреплен тубинговой крепью и остановлен на расстоянии 1,22 м от уровня грунтовых вод (рис. 3).

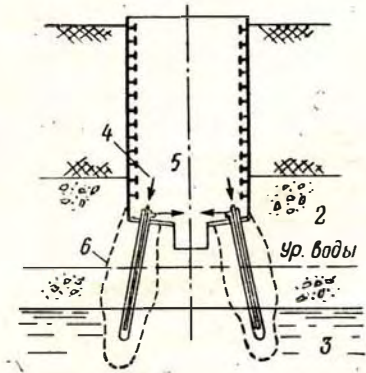


Рис. 3. Продольный разрез вспомогательного ствола Лондонского главного почтамта:
 1 — насыпной грунт; 2 — песчаные и гравелистые отложения; 3 — уровень грунтовых вод; 4 — лондонская водонепроницаемая глина; 5 — замороженный грунт; 6 — вход жидкого азота; 7 — выход газообразного азота.

Из забоя ствола пробурили 36 наклонных замораживающих скважин под углом 9°. Скважины каждая длиной 4,6 м расположили по окружности диаметром 3,6 м в водонепроницаемую глину на глубину 1,9 м.

Жидкий азот из автоцистерны поступал в запасную емкость, в которой поддерживалось давление 1,5—2 атм. Из запасной емкости жидкий азот по соединительным трубопроводам поступал в замораживающие колонки.

Расход жидкого азота контролировали размером выходного отверстия задвижки по температурам поступающего азота, которые ограничивались минимумом — 73°C.

Ледогрунтовое ограждение вокруг шахтного ствола было образовано за 2,5 суток. Расход жидкого азота на предварительное замораживание грунтов составил 25000 л.

Проходка и крепление ствола через песчаные и гравелистые грунты и лондонские глины были выполнены в течение трех суток. Замороженный грунт разрабатывали отбойными молотками. Дополнительно было израсходовано 50 т жидкого азота на пассивное замораживание. Все трубопроводы, примененные для замораживания грунтов, демонтируются в течение нескольких часов.

Жидкий азот для замораживания грунтов применялся также при сооружении дюзера канализационного канала в Париже для отвода сточных вод под р. Сеной в мергеле и галечнике. Внутренний диаметр дюзера 3,25 м, наружный 4,25 м. Выходная часть дюзера длиной 25 м под углом в 45° пересекает сверху вниз наносы, представленные песками и гравием, мергелем и галечником. Пески трудно поддавались иньектированию.

Для замораживания грунта по окружности диаметром 5,8 м пробурили 22 наклонных скважины диаметром 125 мм, расстояние между которыми — 0,81 м; длина каждой 25 м. В скважины опустили замораживающие трубы наружным диаметром 76,2 мм.

Для контроля замораживающие колонки были оборудованы медными термометрами, регистрировавшими температуру в них (а также газообразного азота при выходе из них).

Грунт замораживали в два приема: вначале в правой, а затем в левой половине цилиндрического ледогрунтового ограждения. Время, затраченное на образование наклонного ледогрунтового ограждения толщиной 1 м, составило шесть суток.

На образование ледогрунтового ограждения израсходовали 180 тыс. л жидкого азота.

В контуре ограждения пройдена наклонная выработка наружным диаметром 4,5 м. В качестве термоизоляции применили деревянную опалубку, покрытую полистиролом толщиной 40 мм. Бетон за опалубку нагнетали насосом.

Измерения температуры грунта за внешней опалубкой, в полистироле, а также в уложенном бетоне показали, что присутствие замороженного грунта на твердение бетона не повлияло.

В период сооружения дюкера грунт поддерживали в замороженном состоянии периодической подачей жидкого азота в колонки.

Наклонный тоннель был построен за 10 суток. За это время было 13 подач жидкого азота с уменьшением каждый раз его количества. Расход жидкого азота составил 410 тыс. л или 900 л на 1 м³ замороженного грунта.

В Швеции тоннель диаметром 2,6 м в свету сооружали в устойчивых скальных горных породах (рис. 4). Лишь

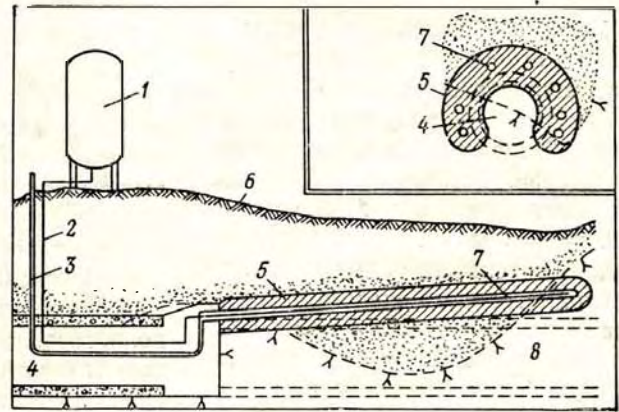


Рис. 4. Замораживание грунтов при сооружении тоннеля в Швеции:

1 — емкость для жидкого азота; 2 — трубопровод жидкого азота; 3 — трубопровод газообразного азота; 4 — тоннель; 5 — замороженная глина; 6 — глина; 7 — замораживающая колонка; 8 — скальная горная порода.

на одном участке тоннеля протяженностью 12 м в кровле был встречен слабый глинистый грунт. На этом участке применили жидкий азот для замораживания грунтов через семь колонок, расположенных по незамкнутому контуру, на расстоянии 1,6 м одна от другой. Толщина ледогрунтового ограждения 3,3 м.

Расход жидкого азота на образование ледогрунтового ограждения составил 24981 л. Замораживание грунтов жидким азотом оказалось дороже рассольного на 50%, но было выполнено в 10 раз быстрее.

О КОРРОЗИОННОЙ СТОЙКОСТИ ОБДЕЛКИ

В. АРТАМОНОВ,
канд. техн. наук

ОСНОВНАЯ несущая конструкция тоннелей метрополитенов — их обделка. Однако чугунная обделка обладает недостаточной коррозионной стойкостью в почвенных условиях. Особенно остро это проявляется в тоннелях, сооруженных в агрессивных грунтах.

Проведенные ЦНИИ МПС исследования при участии института физической химии АН СССР, НИИчермета, Бакметростроя показали интенсивную коррозию чугунов различного химического состава в агрессивных грунтах.

Помимо обычной коррозии в сильно агрессивных грунтах наблюдается графитизация чугуна. Последнее — результат избирательной коррозии феррита и чистого железа. Оставшаяся некорродированная часть чугуна состоит, главным образом, из графита фоксидной эвтектики, остатков непрокорродированного железа, продуктов коррозии и гелеобразного кремнезема. Эта масса сохраняет исходную форму изделия, но теряет свои механические свойства и делается настолько мягкой, что ее можно резать ножом.

Легирование чугунов небольшими количествами хрома, никеля, меди и кремния лишь очень незначительно повышает коррозионную стойкость в слабоагрессивных грунтах. В агрессивных же даже высоколегированный чугун типа «нерезист» (14% Ni; 7% Cu и 2,5% Cr)

в заметной смеси подвергается как обычной коррозии, так и графитизации. Не стойки в этих условиях и стали, но они не подвергаются графитизации.

На основании полученных данных для тубингов был рекомендован обычный серый чугун. Повышенное содержание солей в грунте значительно интенсифицирует развитие коррозионных повреждений и особенно графитизацию. При этом последняя происходит в местах меньшего доступа кислорода. При его уменьшении коррозия резко снижается, но сосредоточивается на отдельных участках.

Низкая коррозионная стойкость чугуна в грунтах отмечается и в зарубежных работах, причем примерно через 40 лет коррозионные разрушения чугунных труб сильно повышаются. Однако опыт эксплуатации и данные обследований, проведенных совместно с работниками Московского, Ленинградского, Киевского и Бакинского метрополитенов, показывают, что чугунные тубинги, извлеченные из обделок тоннелей, хорошо сохранились и оказались без значительных коррозионных повреждений. Хорошее состояние чугунных тубингов, пролежавших в обделке 10 лет, отмечалось как на трассах, уложенных в сравнительно сухих горных породах, так и в сильно обводненных — агрессивных грунтах.

Отсутствие заметных коррозионных повреждений тубингов метрополитенов обусловлено нагнетани-

ем за обделку цементно-песчаного раствора, а также условиями службы таких сооружений. К последним следует отнести ограниченный доступ кислорода к поверхности тубингов, постоянство температуры, отсутствие периодического смещения горной породы и др. Сочетание этих факторов обеспечивает хорошую стойкость и долговечность чугунной обделки тоннелей, сам же чугун в данных условиях является коррозионно нестойким.

Одним из главных средств защиты от коррозии стенок тубингов является качественное нагнетание за обделку тоннеля цементно-песчаного раствора. Однако нагнетание имеет тот недостаток, что является неконтролируемым процессом и может быть не совершенным или совсем отсутствовать (нижние тубинги, обжатие тубингов горной породой).

Предполагается, что неравномерное нагнетание цементного раствора за обделку может способствовать ее коррозии. Это связано с образованием коррозионных макропар между тубингами, покрытыми цементным раствором и без покрытия. Разность потенциалов при этом может достигать 0,4—0,5 в.

Однако отсутствие цементного раствора в некоторых местах чугунных тубингов не вызывало коррозионных повреждений их спинок. Здесь необходимо учитывать ряд положительных сторон цементного раствора — резкое уменьшение водопроницаемости обделки, создание

щелочной среды вокруг нее, что оказывает благоприятное влияние на ее защиту от коррозии, и пр. Этим, в частности, следует объяснить отсутствие коррозионных повреждений чугунной обделки, находящейся длительное время в эксплуатации, в том числе в агрессивных грунтах.

Учитывая отсутствие на некоторых участках цементного раствора при сооружении тоннелей в агрессивных грунтах, рекомендовано применять одновременно с нагнетанием дополнительное защитное покрытие спинки тубингов. Хорошую стойкость и высокие защитные свойства показали битумные покрытия. Помимо битумной мастики, приготовленной на месте, могут быть применены и мастики заводского изготовления: резино-битумная, «изол», битумно-полимерная, рулонные битумные материалы (стеклоизол, склобит и др.).

Защита от коррозии чугунных тубингов и выбор для этих целей стойких покрытий имеет особенно большое значение при строительстве тоннелей неглубокого заложения. В этом случае вследствие свободного доступа к обделке тоннеля кислорода воздуха и воздействия переменной температуры будет происходить коррозия чугуна.

В случае течей более интенсивной коррозии подвергаются фланцы, закладные болты и внутренняя поверхность тубингов. Эти повреждения особенно значительны на участках тоннеля с наличием сильно минерализованных вод.

Толщина слоя ржавчины на внутренней поверхности в сырых участках тоннеля в некоторых местах достигает 2,4 см (рис. 1). Проникновение через фланцы воды в результате несвоевременной или некачественной зачеканки вызывает сильную коррозию закладных болтов. По этой причине на одном из участков строительства Киев-

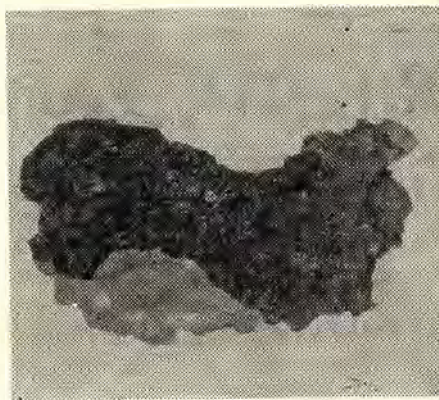


Рис. 1. Продукты коррозии внутренней поверхности чугунных тубингов.

ского метрополитена закладные болты через 5—6 месяцев имели по всей длине коррозионные язвы глубиной более чем наполовину своего диаметра (рис. 2). Подземные воды на этом участке проходят

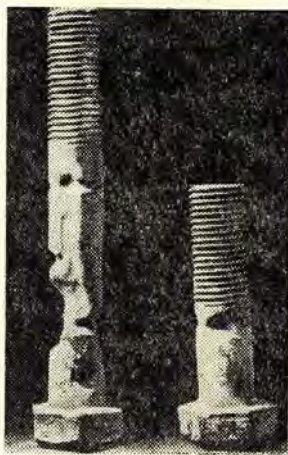


Рис. 2. Коррозионные повреждения закладных болтов.

через слой пирита, вследствие чего они обогащаются серной кислотой (РН-1—3), вызывающей интенсивную коррозию закладных болтов.

Исследованиями, проведенными Институтом микробиологии и вирусологии им. акад. Д. Ю. Заболотного АН УССР, установлено, что

большую роль в превращении закисного железа в окисное и снижение рН среды оказали аэробные тионовые бактерии.

Основное средство борьбы с этим видом коррозии чугунных тубингов — хорошая их зачеканка. Сухие условия в тоннеле резко замедляют коррозию внутренней поверхности тубингов, фланцев и болтов.

За последнее время большое применение в качестве материала для обделки тоннелей находят железобетонные блоки. Коррозионную стойкость этого материала определяют многие факторы: стойкость самого цементного камня, плотность бетона, толщина защитного слоя, наличие трещин в конструкциях, коррозионная стойкость арматуры, влияние агрессивности грунтов, электрического тока и пр.

Высокой коррозионной стойкости способствуют трещиностойкость и водонепроницаемость блоков. Последнее достигается применением материалов высокого качества и специальной технологии изготовления обделки. В качестве дополнительного средства, повышающего водонепроницаемость железобетонной обделки, могут быть использованы битумные и другие покрытия.

Находящиеся внутри тоннеля металлические конструкции и оборудование также подвергаются коррозии. На Бакинском и Тбилиском метрополитенах особенно интенсивно корродирует электроаппаратура, кабели, трубопроводы и др. с агрессивными подземными водами и наличием сероводорода.

Исследования защитных покрытий на основе искусственных смол, смазок, а также оцинкование дают положительные результаты. Некоторые из этих покрытий уже сейчас должны найти широкое применение.

ПРОТЯЖЕННОСТЬ РАБОЧЕЙ ЗОНЫ ПОД СЖАТЫМ ВОЗДУХОМ

С. ВЛАСОВ,
канд. техн. наук

ПЕРЕСМАТРИВАЮТСЯ Правила безопасности при производстве работ под сжатым воздухом, не соответствующие современному уровню производства и достигнутым успехам в области медицинского обслуживания рабочих.

Одним из важных условий эксплуатации кессона является протяженность тоннеля от шлюзовой перегородки до забоя, находящегося под сжатым воздухом.

По действующим Правилам эта протяженность не должна превышать 250 пог. м., а при ее увеличении должны сооружаться дополнительные шлюзовые перегородки. Как показала практика проходки тоннелей метрополитенов под сжатым воздухом на строительстве Калужского радиуса в Москве (1960—61 гг.), I очереди в Баку (1963—65 г. и 1970—71 гг.) и в Киеве (1967—1970 гг.), перенос перемычки через каждые 250 пог. м не производился. Для обеспечения безопасности проходки тоннеля на длину до 800—900 пог. м использовались специальные устройства: железобетонные перегородки с шандорными проемами или герметическими дверьми, противопожарные устройства, улучшения вентиляции и др. Следует

отметить, что и раньше (1940—1950 гг.) протяженность рабочей зоны в 250 пог. м не выдерживалась и доходила до 400 и выше. Происходило это потому, что перенос шлюзовых перемычек на новое место или их монтаж в зоне высокого давления является очень трудоемким процессом, требующим длительного времени и, самое главное, остановки уже налаженных работ по проходке тоннеля.

В результате было ясно, что указанная в действующих Правилах протяженность рабочей зоны тоннеля, находящейся под сжатым воздухом, должна быть увеличена.

Чтобы определить насколько, до каких пределов и в каких условиях может быть увеличена длина, нужно знать факторы, влияющие на протяженность рабочей зоны тоннеля, находящейся под сжатым воздухом.

Одной из особенностей кессонных работ является то, что последствия аварийных ситуаций очень быстро сказываются на дневной поверхности, на работающих в кессоне, или на самом сооружении, а ликвидация аварий в зоне сжатого воздуха, как правило, бывает затруднена. Поэтому главное усло-

вие производства кессонных работ — высокая безопасность.

Давление в кессоне, определяемое в зависимости от гидрогеологических условий участка строительства, является важнейшим фактором, влияющим на протяженность рабочей зоны. При высоких давлениях, высокой воздухопроницаемости грунта и большой протяженности тоннеля потребуется значительный расход сжатого воздуха. Ликвидировать аварии в рабочей зоне значительно проще при низких давлениях и на коротком участке. При высоком давлении, большой протяженности тоннеля и малом времени пребывания рабочих в кессоне существенно сказывается время, затрачиваемое на переход от шлюза до щита и обратно. Например, при давлении свыше 2,5 атм и длине рабочей зоны 600—650 пог. м время перехода туда и обратно составляет 23—25 мин и сокращает рабочее время почти на $\frac{1}{5}$.

Длина участка тоннеля в случае аварийных ситуаций должна быть возможно минимальной, чтобы зона распространения аварии была небольшой. Поэтому принятую в Правилах длину следует считать правильной, однако, как уже отмечалось,

сложность работ по переносу и монтажу перемычек в зоне высокого давления требует длительной остановки и выполнения очень трудоемких работ. Поэтому в Баку и Киеве для ограждения участка распространения аварии применялись железобетонные перемычки с шандорными проемами или герметическими дверьми (закрывающимися в случае аварии и, таким образом, отсекающими аварийный участок тоннеля). Перемычки устанавливались через каждые 200—250 пог. м.

При рассмотрении ситуаций, связанных с ликвидацией пожара в кессоне, протяженность рабочей зоны под сжатым воздухом зависит от давления и возможностей технических средств, с помощью которых можно пройти в задымленную зону, выяснить обстановку и устранить очаги возгорания. Для этого может быть использовано легководолазное снаряжение, применяемое при различных видах подводных работ на глубинах до 30—40 м.

При ликвидации источника загорания в кессоне на строительстве тоннелей в Баку (1965 и 1970 гг.) применялся аппарат АВМ-1М, в котором проходили в задымленную рабочую зону, находящуюся под давлением 1,4—1,6 атм длиной 400—600 пог. м.

Для работы в кессоне может быть использовано легководолазное снаряжение, позволяющее находиться под сжатым воздухом в задымленной зоне наибольшее время:

автономные дыхательные аппараты АВМ-1М и

АВМ-1М-2 для работ при давлении до 3—3,5 атм. Эти аппараты относятся к группе легочно-автоматического действия, работают на сжатом воздухе, который находится в специальных баллонах с давлением воздуха 150 л/см². Аппараты АВМ-1М имеют два баллона и емкость воздуха, приведенную к нормальному давлению 2100 л, а аппарат АВМ-1М-2 — три баллона и емкость — 3100 л;

дыхательный аппарат ШАП-40, в котором воздух для дыхания подается по специально прокладываемому в кессоне воздухопроводу или шлангу под давлением, строго соответствующем давлению в кессоне. Выдох производится в окружающую среду. В качестве резерва ШАП-40 имеет запас сжатого воздуха в транспортных баллонах, дыхание из которого осуществляется также как и в аппарате АВМ-1М. Для работ в кессоне должны применяться баллоны такой же емкости, как для аппарата АВМ-1М;

кислородный дыхательный аппарат ИДА-57 — для работ при давлении до 1,5—1,7 атм. В этом аппарате дыхание обеспечивается газовой смесью под давлением, равным давлению окружающей среды, и происходит по замкнутому циклу с очисткой выдыхаемой газовой смеси и ее последующем использовании. Наличие в аппарате дыхательного мешка затрудняет его применение при давлении свыше 1,5—1,7 атм.

Время пребывания в задымленной зоне зависит для

автономных дыхательных аппаратов от запаса сжатого воздуха в баллонах, а для кислородных аппаратов — от кислорода и химического поглотителя и определяется по специальным формулам, учитывающим эти обстоятельства, а также давление в кессоне.

Однако при применении кислородного дыхательного аппарата общее время пребывания в кессоне во избежание кислородного отравления не должно превышать 60 мин для 1 атм и 30 мин для 1,5 атм.

Время пребывания в кессоне с аппаратом ШАП-40 может соответствовать продолжительности нахождения в рабочей зоне в зависимости от давления. Причем должно учитываться время, необходимое на проход в задымленную зону к месту очага пожара, подключение аппарата к воздухоподающей трубе или шлангу и выход обратно.

Опыт строительства позволяет высказать предложение о протяженности тоннеля (находящегося под давлением сжатого воздуха от шлюзовой перегородки до забоя щита) в зависимости от давления и ограничить ее при 3 атм длиной 500 м и при 1,5 атм — длиной 750 м. При этом через каждые 250 пог. м должны быть устроены защитные железобетонные перемычки с герметическими дверьми, а при давлении свыше 2 атм в рабочей зоне должна прокладываться воздухоподающая труба для подключения к ней защитных аппаратов при работе в условиях задымления.

СЛАГАЕМЫЕ НОТ

ИЗ ОПЫТА ПЕРЕДОВОЙ СТРОЙКИ МИНТРАНССТРОЯ

ЭКОНОМИЧЕСКИЙ эффект от внедрения мер по научной организации труда в тресте «Балтморгидрострой» (г. Рига) превысил в прошлом году 100 тыс. руб. Выработка на каждого работающего — 16 тыс. руб. Коллектив неоднократно выходил победителем в социалистическом соревновании строек Минтрансстроя и занесен в Книгу Почета, учрежденную Советом Министров Латвийской ССР.

Значимость организационно-производственного опыта треста стала особенно очевидной в беседе с главным технологом «Балтморгидростроя» **Н. Буриным**. Вот что рассказал он нашему корреспонденту **С. Пономаренко***:

— О том, какую организацию труда в современных условиях надо считать научной, велось и еще ведется много споров. Мы упростили и в то же время расширили это понятие: все что способствует экономии — это НОТ.

Среди основных практических мер, принесших наибольший экономический эффект, — разработка и издание типовых планов НОТ на строительство отдельных видов сооружений. Эти планы, составленные творческой группой треста на основе последних достижений науки и обобщения передового опыта СУ, являются одновременно типовыми проектами организации и производства работ. Теперь все строительные управления «Балтморгидростроя» пользуются только типовыми планами НОТ, привязывая их к тем или иным конкретным условиям. Альбом рабочих чертежей и сетевой график, рекомендации по применению наиболее рациональных приемов труда, сводная калькуляция трудовых затрат на комплекс работ по потокам и установленная потребность в материалах и оборудовании — вот, что представляет собой типовой план НОТ. Мы провели внутреннюю, местную унификацию сборных железобетонных конструкций и изделий, свдя их в единый каталог. Объем технической документации резко сократился, упростилось изготовление сборных элементов.

Вместо ставшей тормозом конторы материально-технического снабжения при тресте создано управление производственно-технологической комплектацией (УТПК). Вопросами снабжения стали заниматься инженеры, и это в корне изменило предшествующую практику «выбивания» продукции, с перебоями в обеспече-

нии, дефицитом или излишками. Квалифицированные расчеты показали: нам требуется в полтора раза меньше материалов, чем то количество, каким мы оперировали ранее. Излишек не нужен, он вредит, омертвляется. Одно из положений УТПК вменяет в обязанность его работникам не допускать образования сверхнормативных запасов материальных ресурсов в тресте. Наладив правильный учет и прогнозирование потребности в основных строительных материалах, получать их стали легко и своевременно.

Перед творческой группой треста возникла и такая задача: «А как давать оценку НОТ?» Был разработан коэффициент уровня НОТ, который вошел в показатель работы управления. Лучшие строительные участки с образцовой организацией производственных процессов и условий труда приказом объявлены эталоном НОТ. По ним равняются, у них перенимают опыт, стремятся достичь их показателей.

Несколько замечаний по поводу сетевых графиков. Иногда еще приходится слышать мнение, что они целесообразны лишь там, где сложное, запутанное хозяйство. Убежден, что это не так. Когда прораб начинает составлять недельно-суточный график на свой участок, он заранее продумывает и решает массу вопросов: чем и как работать; когда и какие завезти на стройку материалы, конструкции и механизмы; какой должна быть производительность труда и т. д. Словом, у него складывается полный и четкий технологический цикл, осуществляется реальное планирование на основе имеющихся ресурсов. Мне нередко задают один и тот же вопрос: как вы добились того, что даже мастера и прорабы в тресте владеют наукой составления сетевых графиков? Ответ простой — учились на специально созданных при управлении курсах все ИТР, что называется снизу доверху, во главе с начальником — кандидатом технических наук. Вообще решающее участие руководителя в деле внедрения сетевого управления строительством — неперемное условие успеха. Кстати сказать, в некоторых странах не берутся обучать сетевому планированию те фирмы, главы которых недооценивают значение этого мероприятия. И последнее. Важно не «навязывать» сетевой график, а органически вписывать его в производственный процесс. И тогда он даст свои результаты.

* Подробный материал об опыте треста будет опубликован в следующем номере «Метростроя».

ПЛАН СОЦИАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ

А. ПЛАКСИН.

главный экономист Управления Тбилисского метрополитена

Н А ТБИЛИССКОМ метрополитене успешно осуществляется план социального развития. Планирование на метрополитене охватывает не только производственные процессы и экономические вопросы, но и социальные явления.

Практика показала, что план социального развития оставляет широкий простор для творческой инициативы. Об этом убедительно свидетельствует Щекинский эксперимент, который первым в Грузии и первым среди транспортных предприятий страны взял на вооружение Тбилисский метрополитен.

Под влиянием материальной заинтересованности отдельных работников метрополитена в повышении производительности труда произошли существенные преобразования социальной структуры коллективов предприятия. Эксперимент основывался на планировании тенденций социальной активности и структурных сдвигов в течение трех лет.

Было высвобождено 384 штатных единицы с экономией фонда заработной платы за период осуществления эксперимента свыше 600 тыс. руб.

За счет экономии фонда заработной платы устанавливалась доплата рабочим и служащим от 10 до 40% к их окладам (ставкам) в соответствии с условиями проведения мероприятий по усилению материальной заинтересованности в повышении производительности труда.

Высвобождение производилось за счет совмещения профессий, расширения зон обслуживания и увеличения объема работ; улучшения структуры управления; совершенствования технологических процессов и др. мероприятий. В числе высвобожденных: 28 руководящих работников; 44 — инженеры, инспекторы, бухгалтеры и техники; 8 секретарей-машинисток. Остальные 304 человека относились к производственному персоналу.

В 1971 г. намечается высвободить численность персонала в количестве 474 чел. Это даст

возможность ввести новый участок метрополитена в действие без дополнительного набора производственного персонала.

В результате эксперимента, проведенного на Тбилисском метрополитене в течение 1969 и 1970 гг., производительность труда увеличилась на 55%; рост средней заработной платы работников составил 11%, а себестоимость уменьшилась на 25%.

Рассматривая некоторые важнейшие проблемы социального планирования, нельзя не сказать о текучести кадров. Выражается это в неудовлетворенности работника теми или иными сторонами его деятельности на предприятии. В данных условиях — это постоянная работа только ночью основной части ремонтников. Проработав в таком режиме (только ночью) несколько лет, организм этих людей перестраивается на иной образ жизни. Многие были не в состоянии «перестроиться» и увольнялись.

Принимались меры минимального использования числа работающих постоянно ночью, чтобы обеспечить устойчивый состав кадров, а также производили надбавку к заработной плате по разработанной шкале от 10 до 40% в зависимости от стажа ночной работы.

Практика показала, что эти меры содействовали закреплению кадров и снижению текучести рабочей силы.

За счет образовавшейся экономии фондов заработной платы и снижения себестоимости перевозки были образованы фонды материального стимулирования, позволяющие усовершенствовать условия труда, его охраны и укрепления здоровья работников.

Успехи социального планирования на метрополитене непосредственно связаны с конкретными исследованиями: коэффициента полезного действия занятых на метрополитене инженеров; общественного мнения методом анкетирования в отношении состояния организации труда; оценки работы производственных коллективов и отдельных руководителей.

ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СРЕДЫ

А. ПУТНИКОВ, М. ШПАНИН, В. КОГАН,
инженеры

В БАКИНСКОМ специальном художественно-конструкторском бюро разработан комплексный проект организации производственной среды ряда служб метрополитена, который в настоящее время успешно внедряется.

Проект предусматривает разработку участков дежурных по станциям и блок-постам, мастерских, лабораторий, Дома связи и механо-ремонтных участков депо.

На основе анализа существовавших рабочих мест дежурных по станциям и блок-постам была разработана новая конструкция пульта дежурного, которая позволила рационально разместить в рабочей зоне селектор, журналы, телефон, часы и др.

Здесь основным принципом компоновки рабочей зоны являлась четкая зрительная коммуникационная связь между контрольными приборами, сигнализирующими устройствами и органами управления.

Планировка помещений дежурных, цветовое оформление интерьеров, общее и местное освещение решены с учетом требований технической эстетики.

В столе предусмотрено место для аптечки и личных вещей дежурного. Рабочее место оснащено полумягким поворотным сиденьем.

Бесперебойная работа сложных устройств связи в значительной степени зависит от технического и качественного ее ремонта.

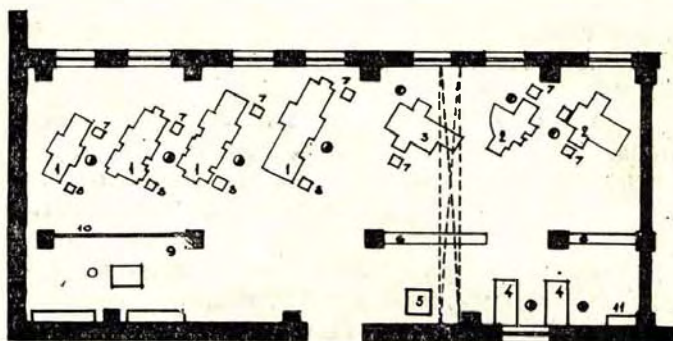
В связи с этим была поставлена задача рациональной организации производственных площадей, мастерских, лабораторий, АТС, релейной и других участков. Предусматривалась перепланировка оборудования, оснащение рабочих мест столами с измерительными приборами и испытание монтажных схем, сортови-

ков для размещения запчастей и др. элементов оргтехоснастки.

Транспортировка в мастерские подлежащей ремонту аппаратуры будет осуществляться подъемным лифтом ПМШ-150.

Анализ производственной среды в помещениях службы подвижного состава депо выявил нерациональное размещение оборудования.

В соответствии с проектом была осуществлена перепланировка площади механо-ремонтного цеха, предусматривающая создание трех производственных зон: станочной, слесарной и зоны отдыха (см. рисунок).



Планировка цеха депо:

1 — токарные станки; 2 — фрезерные станки; 3 — сверлильный станок; 4 — слесарные верстаки; 5 — разметочная плита; 6, 11 — стеллажи; 7 — тумбочки станочников; 8 — стеллажи станочников; 9 — зона отдыха; 10 — декоративная перегородка.

Покраска оборудования и строительных конструкций цеха выполнена с учетом физиологических и гигиенических принципов и функционально-технических факторов организации производственной среды участка.

Большое внимание было уделено проблемам шумопоглощения. Создание зонированных участков, перенос за пределы цеха вентиляционных устройств и оборудования, являющегося источником шума, применение конструктивных элементов шумопоглощения, — все это позволило существенно снизить уровень шума в помещении.

Опыт показывает, что повышение уровня организации всех звеньев Бакинского метрополитена снижает эксплуатационные расходы, а затраты, связанные с внедрением НОТ, окупаются полностью за счет эффекта от повышения производительности труда.

ОБ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЫКАНИЯ МЕТРОПОЛИТЕНА К ПРИГОРОДНЫМ ЖЕЛЕЗНЫМ ДОРОГАМ

Ю. РЮМИН,
инженер

СООРУЖАЕТСЯ южный участок Московско-Петроградской линии Ленинградского метрополитена от ст. «Московская» до «Купчино» длиной 4,2 км.

В соответствии с проектом, конечная станция участка предусматривается наземной и пересадочной на железнодорожную линию Ленинград—Пушкин.

Проект новой железнодорожной пересадочной станции на перегоне Купчино—Шушары разрабатывается Ленгипротрансом. Технические решения, заложенные в проект, не обходимы и целесообразны, однако вызывает сомнение предлагаемая очередность ввода в эксплуатацию этой станции и ее обустройство.

За последние восемь лет Ленметропроектом составлены проектные задания на три участка метрополитена, примыкающих к железной дороге конечными станциями. Экономическая эффективность примыкания оценивалась только по расчетному пассажирообороту пересадочной станции, т. е. по числу «пятаков» пассажиров. В расчет окупаемости шел полный пассажирооборот станции.

Это неправильное определение сроков окупаемости, так как 63% пассажиров, перешедших на метрополитен на станции примыкания — «старые» пассажиры, которые ранее пересаживались на него на головных железнодорожных вокзалах. Эти пассажиры не могут пополнить накопления метрополитена, потому что тариф на проезд постоянный. В доход могут пойти только поступления от «новых» пассажиров, которые до сооружения станции пересадки вообще метрополитеном не пользовались (а их меньшинство).

Применяемые и апробированные методы определения пассажиропотоков для проектируемых участков метрополитена не могут выделить категории «старых» и «новых» пассажиров. В этом одна из причин занижения сроков окупаемости проектируемых линий метрополитена.

Исследование выявило и другую сторону экономической эффективности новых участков метрополитена, которая обычно не принимается во внимание при составлении проектных разработок.

При вводе в эксплуатацию каждого нового участка метро проис-

ходит перераспределение пассажиропотоков между метрополитеном, железной дорогой и наземным городским транспортом. Изменяется, следовательно, и объем перевозочной пассажирской работы на этих видах транспорта и общая стоимость транспортной работы.

Анализ показал, что при сооружении пересадочных узлов метрополитен — железная дорога на каждом ж.-д. направлении, в Ленинграде экономия средств при рациональном перераспределении транспортной работы составляет 2,7 млн. руб. в год.

После ввода в эксплуатацию участков примыкания метрополитена объем транспортной работы на головных участках железной дороги сокращается в два раза, а объем работы метрополитена возрастает втрое (при сокращении объема работы наземного транспорта в 1,3 раза).

Число «новых» пассажиров метрополитена, создающих доход за счет платы за проезд, составит 41 тыс. человек по прибытии для всех пересадочных узлов метрополитен — железная дорога. На Ленинградском метрополитене из каждых 5 копеек оплаты проезда в накопление идет примерно 1,25 коп. Следовательно, накопления от эксплуатации станций примыкания составят за год 375 тыс. руб., тогда как экономический эффект от рационального перераспределения транспортной работы превышает эти накопления более чем в 7 раз.

Если учесть неизбежные потери доходов железной дороги, которые также не принимались в расчет при технико-экономическом сравнении вариантов трассы в проектных заданиях, то единственным обстоятельством, оправдывающим примыкание метрополитена к железной дороге с экономической стороны, останется разница в общей стоимости пассажирских перевозок за счет перераспределения транспортной работы. Однако, если поступления от оплаты проезда могут быть просто переданы в бюджет, то экономическая эффективность от взаимодействия метрополитена с железной дорогой для своей реализации нуждается в определенных технических и организационных мероприятиях.

Прежде всего, это сооружение зонных железнодорожных стан-

ций с путевым развитием, обеспечивающим оборот подвижного состава в пунктах примыкания метрополитена. Далее, организация движения, предусматривающая резкое сокращение его интенсивности на головных железнодорожных участках между вокзалами и пересадочными станциями метро. На зонных станциях необходимо оборачивать до половины пригородных ж.-д. поездов и ввести на головных участках движение маловагонных составов (только в часы пик) для обеспечения внутригородских перевозок.

Передача значительной части пассажиропотока с железной дороги на метрополитен обеспечит в условиях Ленинграда годовой экономический эффект 2,7 млн. руб.; сокращение времени поездки пассажиров на 8,6 млн. час в год; ликвидирует переполнение поездов на головных железнодорожных участках; разгрузит головные вокзалы и привокзальный транспорт.

Пригородные пассажиры, кроме снижения затрат времени на поездку, получают и некоторую экономию в оплате проезда на железной дороге. Заметно снизится стоимость общей транспортной работы по перевозке пригородных пассажиров.

Проектировщики Ленгипротранса приступают к составлению рабочих чертежей пересадочного узла метрополитен — железная дорога на ст. «Купчино», по которым сооружение путевого развития для оборота поездов относится на перспективу. Это приведет к тому, что ни пассажиры железной дороги, ни государство не получают тех выгод, на которые они вправе рассчитывать при подключении метрополитена к железной дороге.

Если не будет оборотных устройств, пользование пересадочной станцией метрополитена станет односторонним: утром переход на метро для поездки в город, а вечером — отправление в пригород уже с головного вокзала, где можно сесть в пустые поезда. Экономия времени пригородных пассажиров при пересадке на метрополитен на станции примыкания в среднем не превышает 4 мин., поэтому фактор удобства приобретает решающее значение.

ТЕХНИЧЕСКИЕ НОВШЕСТВА НА ТБИЛИССКОМ МЕТРОПОЛИТЕНЕ

З. ГУДАВА,
начальник технического отдела
управления Тбилметрополитена

ПОСТОЯННЫЕ технические поиски, ведущиеся на Тбилисском метрополитене, позволяют упростить процесс обслуживания, совершенствовать его технологию, улучшать условия труда, уменьшать расход энергетических и материальных ресурсов, высвободить производственный персонал.

Так, около двух лет освещение в тоннелях Тбилисского метрополитена во время движения поездов нормально отключено. Это улучшает условия труда машинистов и позволяет экономить значительное количество электроэнергии и трудовых затрат на обслуживание.

Все ртутные выпрямительные агрегаты на тяговых подстанциях метрополитена заменены кремниевыми, что значительно повышает надежность энергоснабжения, снижает расход электроэнергии, позволяет отказаться от громоздкого оборудования водоснабжения и коммуникаций, повышает технико-экономические показатели работы.

Долгое время проблемным оставался вопрос недозарядки аккумуляторных батарей подвижного состава из-за нарушения баланса в эксплуатации. Это вызывало необходимость зарядки аккумуляторных батарей и их ревизий при длительных отстоях или ремонтах. Изменение схемы и осуществление дополнительного заряда аккумуляторных батарей через катушки тяговых двигателей позволило устранить эту конструктивную недоработку.

Внедрение схемы автоматического переключения обмоток со «звезды» на «треугольник» и обратно уменьшило затраты электроэнергии в период малых на-

грузок на всех эскалаторных станциях.

Основная задача содержания сооружений метрополитена — защита их от проникновения грунтовых вод. Дебет воды на Тбилисском метрополитене за год составляет 3,5 млн. м³. Трудности создаются еще и тем, что вода, проникающая в тоннели, термальная, имеющая сульфатную агрессивность.

В настоящее время Грузинским Политехническим институтом им. Ленина и дистанцией тоннелей, зданий и сооружений ведутся работы по определению наиболее оптимальных методов борьбы с обводненностью. Положительные результаты дали инъекции цементных растворов с добавлением полимера, сульфатоспиртовой барды и кубового остатка, нагнетание цементного раствора с добавкой бентонитовой глины. Количество течей и капелей на 1 км тоннеля с 47 в 1966 г. уменьшилось до 9 в 1970 г.

Большие работы ведутся по гидроизоляции эскалаторных и станционных тоннелей путем обклейки их хлориновой тканью (или стеклотканью) с последующим применением хмостойких красок ПВХ и водоземлемых ПВА. Это позволяет улучшить эстетический вид и сократить периодичность ремонтов.

Институтом металлургии Академии Наук ГССР разработан рецепт пасты для удаления ржавчины, окалины и других продуктов коррозии старых лакокрасочных покрытий с поверхности металлических деталей и узлов с последующей их окраской. После промышленного испытания в условиях метрополитена можно будет сделать окончательные выводы о це-

лесообразности предлагаемых методов.

Большая работа ведется по защите от электрокоррозии. В результате оптимального регулирования напряжения на тяговых подстанциях удалось существенно снизить потенциал (в 5—6 раз).

Измерения средних потенциалов осуществляются с помощью электронных интегрирующих счетчиков вольт-часов.

Величину утечки тока с ходового рельса необходимо уменьшать путем улучшения изоляции ходового рельса. Для этого проводятся мероприятия по отводу и уменьшению течи грунтовых вод, а также изоляции ходового рельса с помощью специальных втулок.

Решен вопрос изоляции арматуры эстакады станции «Электродеповская» и защиты ее от интенсивного коррозионного воздействия блуждающих токов. Применение схемы вентильного секционирования ходовых рельсов эстакады позволило снять потенциал с ходовых рельсов и обеспечить защиту железобетонных конструкций.

Значительный вклад в решение многих технических вопросов внесли наши рационализаторы. Ими предложено: телеметрическое измерение потенциалов ходовых рельсов, вентильное секционирование эстакады, прокатка вагонов на низком (65 вольт) напряжении для осмотра колесных пар в условиях депо, автоматическое переключение обмоток «звезда» — «треугольник» на эскалаторах и др.

За пять лет на Тбилисском метрополитене внедрено 576 рационализаторских предложений с годовым экономическим эффектом 420 тысяч рублей.

ПОВЫШЕНИЕ МОЩНОСТИ ВЕРХНЕГО СТРОЕНИЯ ПУТИ

Инженер Е. РАБИНОВИЧ.

ВОЗРАСТАЮЩИЕ провозная и пропускная способности линий Московского метрополитена, а также скорости движения поездов приводят к более интенсивной работе элементов верхнего строения пути и быстрому нарастанию остаточных деформаций в них. Учитывая также короткие «окна», в течение которых путейцы имеют возможность производить ремонтные работы по устранению возникших в пути неисправностей, возникает необходимость повысить прочность верхнего строения пути, его сопротивляемость силам, действующим при движении поездов.

Известно, что мощность верхнего строения пути характеризуется в первую очередь типом рельсов. В зависимости от грузонапряженности следует применять: от 10 до 25 млн. ткм/км (брутто пропускаемого груза в год) тип рельсов Р50; от 25 до 50 млн. — Р65 и свыше 50 млн. — Р75.

На большинстве линий Московского метрополитена грузонапряженность близка или несколько превышает 50 млн. ткм/км одиночного пути в год. Учитывая повышенную в последние годы скорость движения поездов, очевидна целесообразность замены рельсов типа Р50 на Р65 как на эксплуатируемых, так и особенно на вновь проектируемых линиях.

Исследования показали положительные результаты от замены более легких типов рельсов на Р65: эксплуатационные расходы путевого хозяйства уменьшаются с увеличением веса рельса. Особо следует подчеркнуть, что увеличение веса рельсов повышает условия безопасности движения.

Главный фактор одиночного выхода рельсов по различным дефектам — пропущенный тоннаж. При одинаковых условиях больше дефектов на более легких рельсах.

При укладке Р65 повышается прочность стрелочных переводов, которые обычно изготавливаются из рельсов типа уложенного на главных участках. Это позволяет значительно ограничить штат стрелочников.

Важным показателем, характеризующим прочность верхнего строения пути, является также конструкция промежуточного скрепления. Обычно смена рельсов сопровождается и одновременной заменой скрепления. Так как при рельсах Р65 металлические подкладки имеют большую площадь опоры, давление от рельса передается на большую поверхность шпалы, снижая износ древесины. Конструкции подкладок следует применять раздельного пружинного типа Д4^у, обладающего высокими показателями погонного сопротивления. Пружинность обеспечивает лучшие условия работы путевых шурупов, не требуется установка противоугонов.

На наземных участках Покровской и Филев-

ской линий необходимо повышение прочности и устойчивости конструкции пути.

В связи со сложным расположением трассы эти участки характеризуются неудовлетворительным расположением в плане. На линиях большой процент кривых радиусом 200 и 250 м, в которых при движении поездов действуют поперечные силы, расстраивающие путь и отдельные его элементы. При рельсах типа Р50 и технически несовершенном промежуточном скреплении нераздельного типа путь в кривых требует больших затрат труда на содержание.

Для повышения прочности и совершенствования конструкций пути наземных линий при замене рельсов на более тяжелый тип Р65 необходимо промежуточный нераздельный тип скрепления заменить на раздельный — К или Д-4. Эти скрепления обладают рядом технических преимуществ и прошли длительную проверку на железных дорогах МПС и на отдельных участках Московского метрополитена.

Технико-экономический эффект можно было бы получить, заменив на наземных участках деревянные шпалы на железобетонные. Однако эта проблема связана с некоторыми затруднениями, требующими специальных проектных разработок: конструкции железобетонной шпалы для кривых с охранным контррельсом, позволяющей надежно закрепить последний;

специальных укладочных машин и организации работ с временным изменением порядка движения поездов для увеличения рабочего «окна».

Внедрение новых норм и допусков содержания рельсовой колеи снижает напряженное состояние пути и подвижного состава. Длительные экспериментальные и теоретические исследования на железных дорогах МПС, на Московском и Ленинградском метрополитенах показали преимущества суженной колеи по сравнению с действующей.

Уменьшение минусового допуска с 2 до 4 мм, а также среднего размера ширины колеи, способствует снижению колебательных и виляющих движений поезда, а также уменьшает объемы работ по перешивке пути, увеличивая сроки службы шпал.

Почти десятилетний опыт эксплуатации суженной колеи на прямых участках Калужской и опытных перегонах Рижской линий показал, что путь здесь обеспечивает большую плавность движения поезда, меньше расстраивается и не требует перешивок.

Суженная колея — 1520 мм с допусками +6 и —4 мм установлена по всей сети железных дорог нашей страны и вошла в ПТЭ, выпущенные в 1970 г. Для улучшения условий взаимодействия пути и подвижного состава такие нормы следует принять для новых и эксплуатируемых линий метрополитенов нашей страны.

КАК ИЗВЕСТНО, в дни работы XIV съезда КПЧ в Праге состоялось открытие Дома советской науки и культуры, — сказал представителям советской печати приматор столицы Чехословакии тов. З. Зуска. На этой церемонии присутствовали наши гости, посланцы коммунистов СССР во главе с Генеральным секретарем ЦК КПСС Л. И. Брежневым, представители нашей партии во главе с Генеральным секретарем ЦК КПЧ Г. Гусакком. Мне доставляет большое удовольствие сообщить нашим друзьям в Москве, во всех городах Советского Союза, что Дом советской науки и культуры приобрел уже в Праге большую популярность. Он, в частности, активно служит деловому сотрудничеству между Москвой и Прагой. Только что в его стенах завершила работу специальная конференция, посвященная строительству метро в СССР. С очень ценными для нас сообщениями на этой встрече выступили крупнейшие советские специалисты. Только-только она закончилась, а на еженедельной «планерке» о ходе строительства Пражского метро уже лежал срочно отпечатанный сборник материалов конференции. Его получают во всех пражских районах».

Советские специалисты, о которых говорил тов. З. Зуска, на конференции сделали сообщения об опыте строительства метрополитенов в СССР, в частности, о механизированной проходке тоннелей с монолитно-прессованной обделкой; проектировании и строительстве станций метрополитена глубокого и мелкого заложения, а также об опыте проходки эска-

**С КОНФЕРЕНЦИИ
ПО МЕТРОСТРОЕНИЮ
В ПРАГЕ**

Я. ДОРМАН,
доктор техн. наук
Е. ВАСИЛЕНКО, Б. ПАЧУЛИЯ,
инженеры

латорных тоннелей в сложных инженерно-геологических условиях.

В просторных залах Дома была организована выставка, посвященная метростроению в СССР с демонстрацией большого количества экспонатов: моделей, щитов, плакатов, фотографий, транспарантов и др., а также технических кинофильмов.

Чешскими инженерами на конференции были сделаны сообщения: о значении строительства метрополитена в Праге и советско-чехословацком сотрудничестве; о главном направлении развития Праги и ее пригородов; о решении транспортных проблем; проектировании метрополитена; главных направлениях, этапах и методах его строительства; об использовании советского опыта проходки щитовым способом; подготовке к эксплуатации метрополитена в Праге; окончании строительства 1-го участка трассы (протяженностью 6,9 км) в 1974 г.

В сообщениях чехословацких докладчиков дана высокая оценка технической помощи СССР в строительстве Пражского метро.

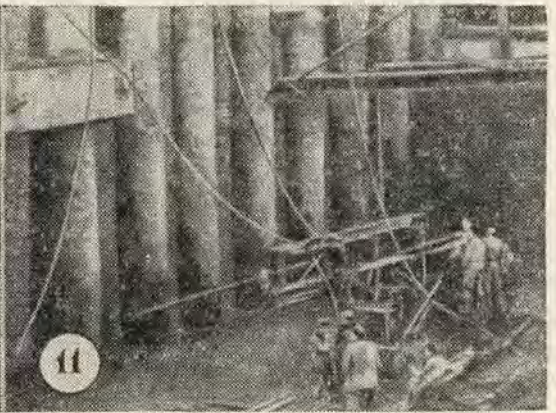
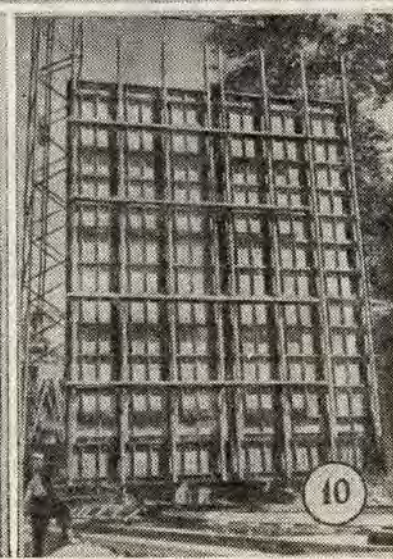
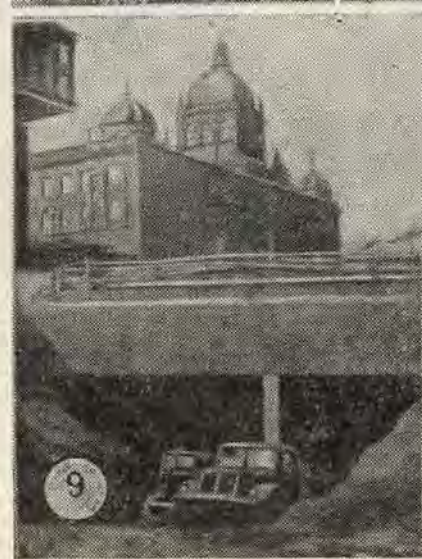
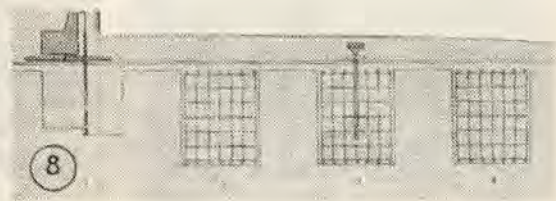
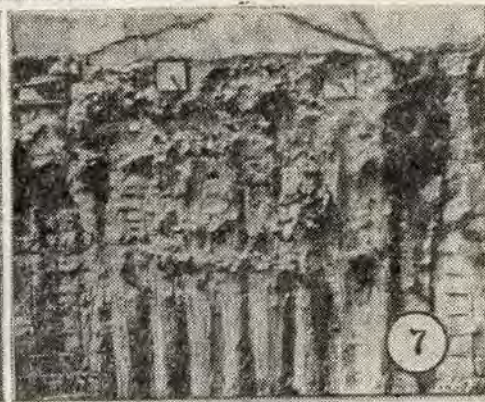
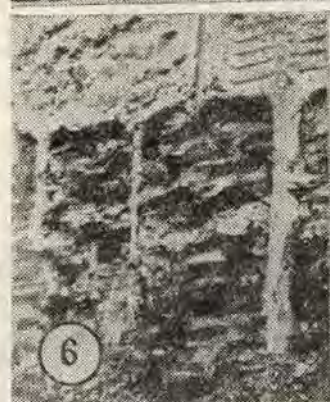
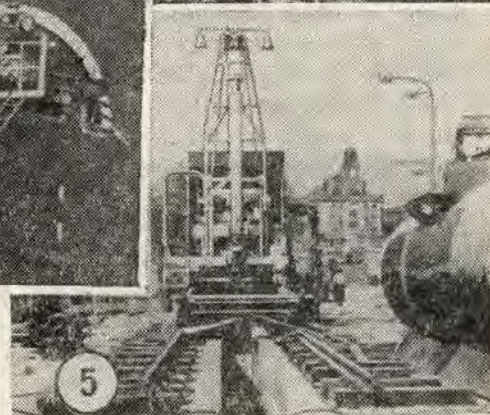
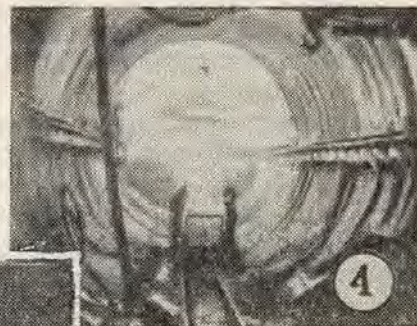
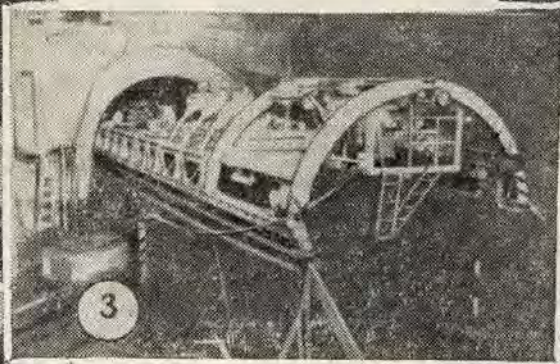
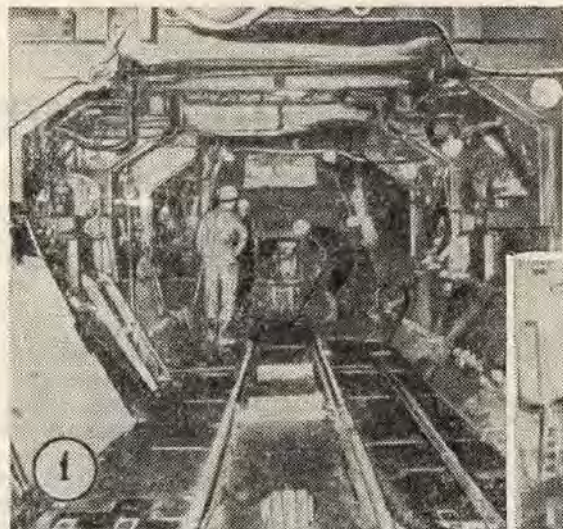
Для сооружения Пражского метрополитена создано национальное предприятие «Метростав» (Метрострой). С учетом перспективного развития Праги технико-экономическими обоснованиями городского транспорта предусматривается сеть метрополитена, образованная четырьмя диаметральными трассами общей протяженностью 85,5 км.

Первый участок метрополитена протяжением 6,9 км пройдет от ст. «Флоренц» до ст. «Кочаров» и будет иметь девять промежуточных станций и депо.

При строительстве перегонных тоннелей в сыпучих грунтах и слабых горных породах проходка ведется с использованием щитов советского производства типа ЩН-1Д с тьюбингоукладчиком и устройством для нагнетания раствора за обделку. Последняя состоит из чугунных ребристых колец, соединяемых на болтах. Ширина тьюбингов 1 м, толщина 20 см. Изготавливают их в Советском Союзе.

При проходке тоннелей применяют так называемый «кольцевой» метод. Платформы с рычажным укладчиком и мостиками для бурения, с оборудованием для нагнетания и нанесения шприц-бетона и с подъемными механизмами передвигаются по рельсам в верхней половине тоннеля. Порода транспортируется погрузчиком в самопрокидывающиеся вагонетки и отвозится дизель-электролокомотивом. Обделку

СТРОИТСЯ МЕТРО В ПРАГЕ



1, 2. Тоннель пройден советским щитом ШН-1Д с тубинговым креплением. 3, 4. Сооружение перегонного тоннеля кольцевым способом. 5. Проходка траншеи грейфером. 6, 7. Железобетонная подземная стена. 8. Стадии создания подземных стен. 9. Разработка породы под защитой подземной стены. 10. Опалубка. 11. Стены из железобетонных свай.

тоннеля образуют состоящие из четырех частей сборные железобетонные кольца высотой 75 и толщиной 20 см.

При строительстве двухпутных тоннелей, а также возведении внешних боковых стен станций мелкого заложения вблизи зданий широкое применение получил метод подземных стен. При этом грейферами специальной конструкции отрывают траншеи, стенки которых закрепляют глинистой суспензией. В открытой до проектной отметки траншеи устанавливают стальную арматуру стены. Затем по трубе заполняют траншею бетонной смесью, которая вытесняет глинистую суспензию. Породы разрабатывают в тоннеле под защитой стен и перекрытия.

Применяется также крепление стен сплошными рядами железобетонных свай.

На строительстве Пражского метрополитена используется опалубка из фанерных, железобетонных и стальных плит и панелей заводского изготовления, что значительно снижает трудоемкость работ.

Земляные работы ведут комплексным механизированным способом с использованием рыхлителей, бульдозеров, погрузчиков, экскаваторов, грузовых автомобилей большой грузоподъемности.

Бетонирование конструкций ведется с использованием автобетономешалок (дополнительно перемешивающих бетонные смеси при доставке их на строительные площадки с центрального бетонного завода). Подача бетонной смеси на места укладки осуществляется кранами в бадьях и бетононасосами.

Строительство имеет хорошо оснащенную материально-техническую базу.

По страницам журналов

МЕХАНИЗИРОВАННЫЙ ПРОХОДЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС

РАЗРАБОТАН механизированный полущитовой проходческий комплекс (МПЩ-1) для реконструкции тоннелей без перерыва движения поездов. МПЩ-1 имеет следующую техническую характеристику:

Состав бригады в смену, чел.	7
Установленная мощность, квт	25
Новая обделка	железобетонные тубинги
Наибольший вес элемента обделки, т	2,5
Длина комплекса, м	22
Суммарное усилие путевых домкратов, т	500
Вес комплекса (без подвижного состава), т	75
Производительность транспортера, т/ч	30
Приводная мощность электродвигателя, квт	1,7

Комплекс состоит из горнопроходческого полущита, тубингоукладчика, изгибающегося пластинчатого транспортера, питателя, катушек секций и технологических подмостей с узкоколейным путем, наращиваемых по мере продвижения комплекса. Особенность пластинчатого транспортера — удлиненные пластины специальной конструкции, которые при перемещении породы под углом и на поворотах не сдвигаются одна относительно

другой. Перемещение транспортера в двух плоскостях обеспечивается двухшарнирным соединением звеньев цепи, к которым прикреплены пластины.

Агрегат укомплектован кассетами для тубингов, электрокарами и вагонетками для откатки породы. Все устройства комплекса находятся за пределами габарита подвижного состава. Это позволяет пропускать поезд со скоростью 15 км/ч.

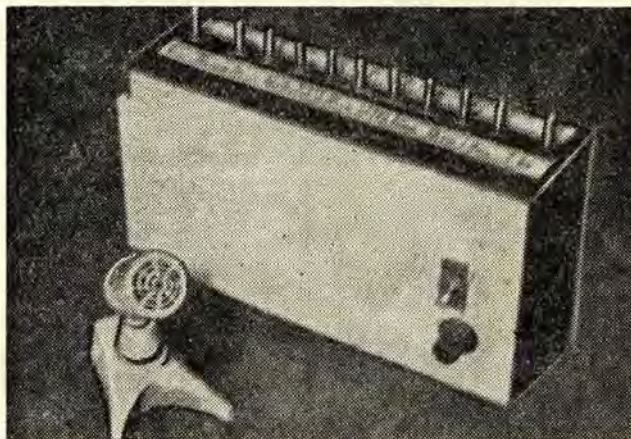
Реконструкция тоннеля начинается с удаления старой обделки, потом породу добирают до проектного очертания. Все это — толкающим питателем подается на пластинчатые транспортеры, а затем в вагонетки, которые по техническим подмостям откатывают к отвалу. Монтируют заранее доставленные элементы новой обделки, после чего комплекс передвигают на величину заходки.

Работы можно выполнять в скальных породах с коэффициентом крепости от I и выше.

Новый механизированный комплекс позволяет реконструировать 3 пог. м тоннеля в сутки без перерыва движения поездов.

(«Путь и путевое хозяйство» № 2, 1971).

ЭЛЕКТРОННО-ПЕРЕГОВОРНОЕ УСТРОЙСТВО



В Мостостроительном тресте № 3 смонтировано электронно-переговорное устройство, которое связывает между собой отделы с руководством. Применение переговорного устройства дает возможность быстро, не покидая рабочего места, получить необходимую информацию, имеющуюся в других отделах, позвать работника, находящегося в другой комнате, к междугородному телефону, сделать объявление по отделам. Наличие селекторной связи повысило оперативность работы, позволило сократить количество совещаний с большим составом приглашенных работников, так как в случае надобности каждый может принять участие в обсуждении вопросов, оставаясь в своем отделе и имея под рукой все необходимые материалы.

Применение электронно-переговорного устройства дало за год около 2500 руб. условной экономии.

СОВРЕМЕННОЕ ТОННЕЛЬНОЕ ПРОХОДЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

(по материалам выставки, проходившей в Ереване в июне этого года)

Н. ВАЙНШТЕЙН,
канд. техн. наук

В БЛИЖАЙШИЕ 5 лет в мире намечается построить 2600 км тоннелей, в том числе 800 — железнодорожных и тоннелей метрополитенов, 200 — автомобильных, 1200 км гидроэнергетических, канализационных и др. Более 2/3 этих сооружений пройдет в твердых и средней крепости породах (при относительно малых диаметрах от 2 до 5—6 м).

На выставке тоннелепроходческого оборудования в Ереване участвовало 17 иностранных фирм — Великобритании, США, Финляндии, Франции, ФРГ и Швеции.

Выставка показала, что инженеры многих стран заняты решением общих проблем, к которым в первую очередь относятся механизированная разработка скальных пород, оконтуривание выработок при буровзрывном способе проходки, обеспечение условий безопасного ведения работ и др.

Главное внимание было сосредоточено на ознакомлении с тоннельно-проходческими комбайнами. Этот интерес вызван конкретными задачами, которые стоят перед тоннелестроителями, в первую очередь Закавказья, где строится тоннель Арпа — Севан длиной 48 км (31 километр уже построен). Рассматривался проект фирмы «Марфи» по разработке тоннеля диаметром 4,4 м. Щит оснащен 48 резцами «Рид» и по замыслу авторов должен продвигаться в гранодиоритах со скоростью 1,2 м/час и в туффитах — 2 м/час (при 52% чистого времени на бурение).

Фирма работает над пятью типами щитов* диаметром в 3; 3,75; 4,5; 5,5 и 6,75 м.

* См. публикуемую ниже статью Л. Савельева «Проходческие машины типа «Ярва».

В кинофильмах была показана работа щита на проходке тоннеля метрополитена в Сан-Франциско диаметром 6 м длиной 2,1 км. В Новой Зеландии 9-километровый железнодорожный тоннель пересекает вулканические породы, включая андезит, туфы и др. прочностью на сжатие до 2500 кг/см².

Щиты фирмы «Роббинс» (США) предназначены для пород до 1000—1400 кг/см².

За последние 25 лет тоннелепроходческими комбайнами «Роббинс» построено 1360 км тоннелей в различных геологических условиях. Фирмой особенно рекламируются отдельные рекорды, которые, как известно, не могут заменить полных технических данных о строительстве. Так, при бурении тоннеля в глинистом сланце машина диаметром 3,05 м прошла расстояние 127,7 м в сутки. При таких темпах работы лимитирующей становилась откатка породы.

Отдельные образцы машин, по данным фирмы «Роббинс», характеризуются высокой прочностью и надежностью. Например, при бурении гидротехнического тоннеля им. Бланко (Колорадо, США) машина работала 92% времени. Многие из дисковых буров (долот) изнашива-

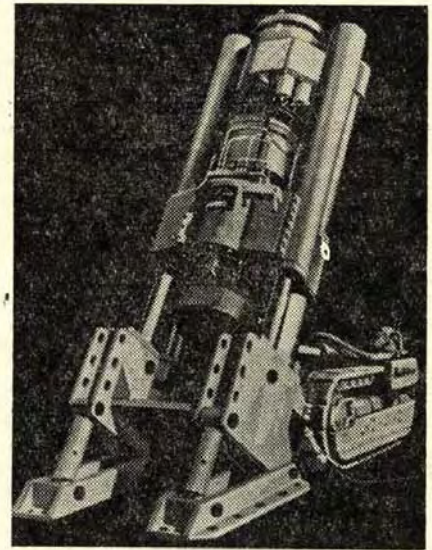


Рис. 1. Бурильная машина модели 61 (фирмы «Роббинс») для бурения вертикальных стволов и наклонных выработок.

лись не раньше, чем пробуравив 914 м породы.

Технические данные некоторых щитов фирмы «Роббинс» приводятся в таблице 2.

Таблица 2

Наименование	Единица измерения	Модели					
		371	341	351	261	910	930
Объект строительства . . .	—	ГЭС Мангла (Пакистан)	метро (Париж)	ГЭС СоскатХеван (Канада)	ГЭС Дакота (Канада)		
Длина тоннеля	км	2,6	2,43	2,34	5,5		
Диаметр щита	м	11,2	10,25	9	7,83	8	8
Усилие	т	300	700	125	250	90	96
Вращающий момент	л. с.	1000	1000	680	900	400	400
Скорость проходки	м/час	от 1,53 до 2,44	1		1,53—3,05	2,44—3,66	2,44—3,66
Вес щита	т	320	500	175	175	125	130
Год строительства	—	1962	1965	1959	1962	1954	1955
Геологические условия . .	—	песчаник	глина, песок	песчаник			

Фирмой изготавливается также серия машин для бурения скважин больших диаметров — до 3000 мм в твердых скальных породах. Эти машины могут быть использованы для проходки передовых выработок вертикальных шахт и наклонных тоннелей — эскалаторных турбинных водоводов с углом до 45°. Одна из таких машин модели 61-R диаметром 7 м рекомендуется для ускорения строительства наклонных (до 35°) турбинных водоводов ИнгуриГЭС в Грузинской ССР.

Краткая техническая характеристика машины: давление долота на забой 96,4 т; крутящий момент 26,3 тм; потребляемая электроэнергия — 170 квт. Сжатый воздух для удаления буровой пыли подается под давлением 4—7 кг/см² в количестве 8,5 м³/мин.

Комбайны фирмы «Демаг» (ФРГ) — (рис. 2). Их диаметр от 2,1 до 6,4 м (могут быть изготовлены диаметром до 12 м). Они предназначены для пород прочностью до 2500 кг/см².



Рис. 2. Тоннельно-проходческая машина фирмы «Демаг».

Электрооборудование может быть поставлено с газовзрывной защитой. Рабочее напряжение 380/50 кв. Передача усилий на бурильную головку — механическое — электрическое. Осуществляется горизонтальное и вертикальное гидравлическое бурение. Чистый шаг бурения — до 6 м в час, в зависимости от крепости пород. Контроль направления — оптический.

Бурильный станок — «Миндев 50» фирмы «Майнинг Деволпмент» (Великобритания) для высокочастотного ударного вибрационного и вращательного бурения с гидравлическим приводом. Коронкой Ø 37—102 мм производится 300 вибраций в минуту при непрерывной работе ударного механизма (с частотой 600 ударов в минуту).

Коронки для вибрационного бурения эллиптической формы. Этим

достигается бурение прямоугольных отверстий, прорезных канавок, рассечение пород, оконтуривание забоя выработок и др. Длина станка — 2,6 м, ширина — 0,91, ход сверла — 4,25 м, давление на 1 мм² — 4,3 кг.

«Миндев» выполняет следующие операции:

ударное бурение с независимым или вращательным приводом;

вращательное бурение (станок может быть оборудован либо пневматической, либо гидравлической промывочной системой);

вращательное бурение с низким ударным действием;

ударное, вибрационное бурение.

Гидравлический универсальный станок включает новое оборудование: высокочастотный ударный механизм переменной мощности, скоростной вибратор или вращательный привод для буровой штанги или стального бура и автоматический зажимной патрон (для вращательного бурения).

Кроме высокочастотного ударного метода бурения, была разработана идея вибрации стального бура. Предполагается, что при вибрационном бурении продлится срок сохранения наружного диаметра буровой головки, так как периферийное ее движение по отношению к проходной скорости значительно уменьшится.

Бурильная тележка «Параматик МУМ-21» фирмы «Тамрок» (Финляндия). Тележка на пневмоколесном ходу сконструирована для безрельсовой проходки тоннеля. Весь узел устанавливается на задней части платформ. Это обеспечивает большую степень подвижности установки. Поперечное сечение разрабатываемого тоннеля может быть 10—27 м², наклон 0—15°, минимальный радиус поворота 9 м. Шасси снабжены дизельным мотором на 80 л. с. с воздушным охлаждением. Все колеса являются ведущими.

На бурильной тележке установлены две ротационных и одна врубная стрела. Первая — вращающаяся, благодаря своему принципу действия не имеет мертвых площадей. Диаметр окружности перекрываемой площади 6,25 м, угол поворота 360°. Бурильный молоток движется в максимальной близости от контура тоннеля (вследствие чего можно получить гладкое взрывание по всему периметру). Вес молотка с автоподатчиком около 2000 кг.

Как ротационные, так и врубная стрелы снабжены автоматикой параллельности, что позволяет быстро переходить от шпура к шпуру.

Проходческий полук «Алимак» (Швеция) используется для сооружения как наклонных, так и вертикальных стволов снизу вверх протяженностью до 950 м. Полук снабжен комплектной системой оборудования, обеспечивающей безопасность ведения работ и высокие технико-экономические показатели. После проходки передовой выработки производится расширение ее до требуемых размеров (рис. 3).



Рис. 3. Проходческий полук фирмы «Алимак».

Проходческий полук с пневматическим приводом применяется главным образом для проходки выработок сечением 2,5 м² и больше. Полук обеспечивает высокую безопасность: рабочие, находясь в клетке, удобно и легко транспортируются в закрепленные горизонтальные выработки. Привод полка состоит из сдвоенных пневматических двигателей. Подъем происходит по зубчатой рейке, прикрепленной болтами к направляющей, в которой также находятся трубы для подачи воздуха и воды, необходимых при бурении.

Породопогрузочные машины. Известная фирма «Эймко» (Великобритания) предложила ряд традиционных породопогрузочных машин. Например, модель

915 LHD — машина с низкой габаритной высотой (1,651 м). Погрузчик «Эймко»-622 (рис. 4) с опро-

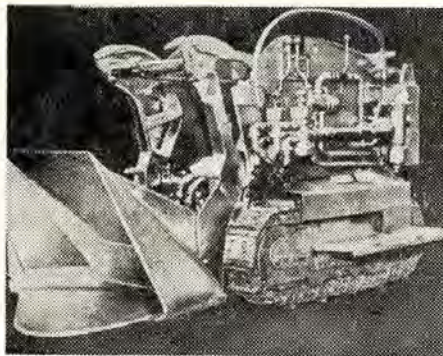


Рис. 4. Тоннельный погрузчик «Эймко-622».

кидным ковшом емкостью 0,4 м³ приспособлен для работы в ограниченном пространстве подземных выработок. Ширина ковша равна ширине по гусеницам (1,37 м). Рабочая высота погрузчика 2,77 м, длина — 2,71, разгрузочная высота — 1,66 м. Мощность двигателя 20 л. с.

Погрузочная машина «Эймко» 911 LHD может применяться в подземных выработках сечением 1,83×1,83 м. Ее грузоподъемность 2,27 т, емкость ковша 0,76 м³. Длина — 4,5 м, высота — 1,19 м, ширина 1,22 м.

Челночный состав типа HRST. Предлагаемая фирмой Хэгглюнд (Швеция) система откатки с челночным ходом (рис. 5) позволяет

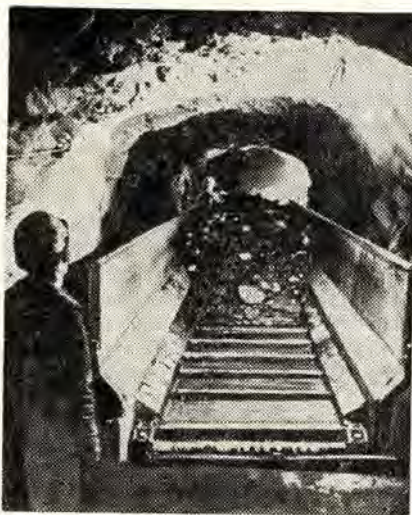


Рис. 5. Система откатки с челночным ходом в тоннеле сечением 3,1 м².

производить работы горнопроходческого цикла с комплектом поезда, применяя только одну колею, в штольнях с малым поперечным сечением 3,1 м². Горная порода может откатываться полным непрерывным потоком без перемены вагонок.

Челночная вагонетка состоит из длинного, слегка наклоненного кузова на двух тележках. Цепной транспортер, который помещается вдоль нижней части кузова вагонетки, приводится в действие посредством сжатого воздуха или электродвигателем. Передача мощности осуществляется червячным приводом. Скрепки транспортера выполнены из марганцевой стали.

Транспортером можно управлять с любого конца челночной вагонетки. Грузы перевозятся при скоростях до 20 км/час. Надежная, жесткой конструкции тележка снабжена смонтированными на резиновых амортизаторах поворотными траверсами и листовыми рессорами. Тележка поворачивается на 30° в любом направлении так, что челночная вагонетка может преодолевать повороты пути с минимальным радиусом 12—15 м.

Вагонетки эксплуатируются отдельно или вместе в поезде требуемой грузоподъемности. Сторона погрузки челночной вагонетки имеет несколько увеличенный размер с тем, чтобы концы рядом стоящих вагонеток входили один в другой. Это создает систему непрерывного транспортирования. Перегрузка из первой вагонетки в следующую производится скребковыми транспортерами (при проходке тоннелей малых сечений обычно пользуются одной вагонеткой).

Шнековый компрессор «Полайр 850 РД». Производительность передвижного шнекового компрессора 24 м³/мин. Центральная часть компрессорного устройства — блок сжатого воздуха. Последний производят роторы, вращающиеся друг против друга. Фирма «Тамрок» (Финляндия) впервые стала применять во всех блоках сжатого воздуха роторы с асимметричным профилем. При этом номинальная потребность мощности компрессора на 10—20% меньше, чем обычных шнековых компрессоров, снабженных симметричными роторами. Блок сжатого воздуха компрессора «Полайр» имеет лишь две вращающиеся детали: охватывающий и охватываемый роторы. В процессе сжатия в воздух впрыскивается масло, которое охлаждает нагревающийся воздух и смазывает подшипники, повышая их долговечность.

Бетоносмесительные установки фирмы «Мюльхайзер», ФРГ (рис. 6). Они выпускаются с приво-

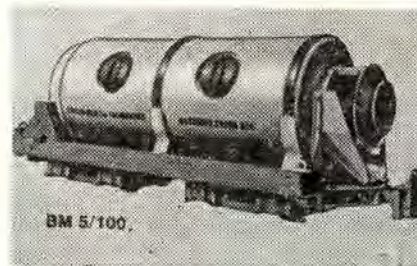


Рис. 6. Штольневые смесители фирмы «Мюльхайзер» емкостью 5 м³.

дом на сжатый воздух, но с успехом работают также с дизельно-гидравлическим. Установка комплектуется из смесителей, которые могут быть подключены в любой последовательности, до 5 единиц. Бетон переходит из одного смесителя в другой и таким образом подается к бетонному насосу или конвейеру.

Газоанализаторы фирмы «Сиджер Газаларм» (Англия). Они рассчитаны на включение тревожной сигнализации до достижения опасной концентрации газа.

Переносный детектор газа модели 1601. Это прибор (рис. 7) с

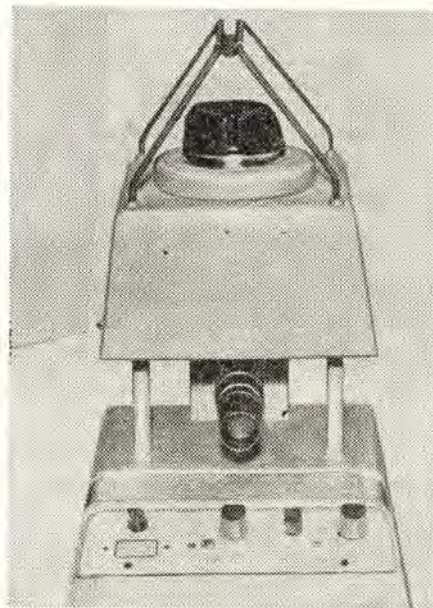


Рис. 7. Переносной тревожный детектор газа, модель 1601.

встроенными средствами звуковой и световой тревожной сигнализации, действующий от герметизированной внутренней батареи. Датчик может быть неподвижно закреплен на приборе или использоваться с

гибким 10-метровым шнуром со штепсельным соединением. Прибор настраивается на любой уровень тревоги в диапазоне от 10% до 100% нижнего взрывного предела большого ряда разных горючих газов и продуктов испарения.

Прибор заблаговременно предупреждает о возникновении потенциально опасных условий. Он сложнее и надежнее легкого ручного детектора газа, но проще стационарных систем. Благодаря большой устойчивости, удобной форме и хорошему распределению веса, этот прибор можно устанавливать в непосредственной близости от рабочего места в забоях подземных выработок и др.

Индивидуальный газоанализатор (рис. 8). Значительный техниче-

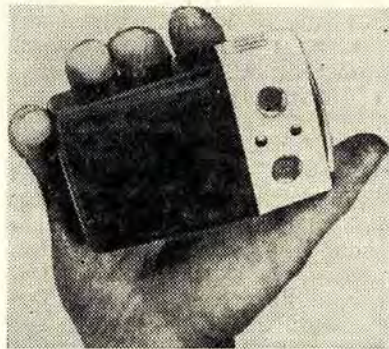


Рис. 8. Индивидуальное устройство для подачи сигнализации при кислородной недостаточности.

ский интерес представляет индивидуальное устройство для подачи сигнализации при кислородной недостаточности. Он малогабаритный (его можно нести в верхнем кармане или прикрепить к поясу).

Устройство действует непрерывно и немедленно реагирует на понижение содержания кислорода в воздухе. Оно состоит из особо прочного и способного к долгорочной службе, специального элемента. Низкая емкость ртутных элементов обеспечивает необходимо малое количество тока, а звуковое устройство подает сигнал, когда концентрация кислорода достигает заранее заданного уровня.

МАШИНЫ ТИПА «ЯРВА»

Л. САВЕЛЬЕВ,
инженер

ТОННЕЛЬНЫЕ проходческие машины «Ярва» успешно используются для сооружения семнадцати тоннелей диаметром от 2,4 до 8,8 м через крепкие горные породы. Эти машины развивают высокие скорости проходки.

«Ярва» (рис. 1) состоит из двух основных узлов: механизма зажимов и исполнительного узла. Первый имеет восемь зажимных опор и корпус, на котором они смонтированы. Зажимные опоры предназначены для восприятия больших осевых усилий,

прилагаемых буром к груди забоя и передачи их на стенки выработки, так как вес машины для этого недостаточен.

Каждая зажимная опора имеет телескопический корпус с двумя гидроцилиндрами. При бурении опоры гидроцилиндрами распираются в стенки выработки, создавая необходимое удерживающее усилие. Основания опор имеют острые шипы. Углубляясь в породу, они как бы анкеруют опоры. Каждая имеет собственный регулирующий клапан, с помощью которого точно ориентируется корпус машины по отношению к тоннелю.

В передней части исполнительного узла имеется кожух, в котором смонтирован специальный крупный подшипник, несущий врубовой диск. Позади исполнительного узла находится силовой узел (механизм подачи врубового диска на забой) и привод. Между кожухом коробки передач и кожухом подшипника установлена труба, проходящая через зажимной механизм. Внутри этой трубы находится вал, передающий вращение от двигателей позади машины к врубовому диску впереди. Восемь гидравлических цилиндров, установленных между зажимными опорами, развивают усилие, необходимое для разрушения пород.

Четыре передних цилиндра упираются и дают на заднюю стенку кожуха подшипника, а четыре задних оттягивают его. Усилие задних цилиндров передается вперед посредством соединительной трубы и складывается с напорным усилием передних цилиндров.

Привод машины состоит из электродвигателей мощностью по 125 л. с. численностью от трех (для машин \varnothing 2,4 м) до восьми (для машин \varnothing 6,4). Каждый двигатель приводит во вращение планетарный редуктор, который через шестерню вращает зубчатый венец, смонтированный на главном приводном валу. Двигатели открытого влагостойкого исполнения имеют старторные обмотки в полиэфирной защитной оболочке. Двигатель с планетарным фланцевым редуктором, оканчивающимся консольной шестерней, образует стандартный блок и закрепляется на кожух зубчатого венца.

Порода разрушается врубовым диском, состоящим из лучевой коробчатой конструкции, оснащенной с лобовой стороны режущим инструментом. С тыльной стороны диска имеются ковши, в которые порода направляется лопастями, установленными под углом и расположенными по окружности диска. Режущий инструмент изготовляет фирма «Марфи». Резцы (типа шарошек) изготавливаются пяти конструктивных исполнений. Для мягких пород предназначены многодисковые корпуса, подрубающие породу, а промежуточные целики обрушаются давлением машины.

Резцы зубчатого типа — как для пород средней крепости, так и для более твердых.

Резец с тунгустен-карбидовыми вставками на подрезающих кольцах универсально пригодный для разработки твердых вулканических пород — гранита, кварцита, базальта, кремнистого сланца и др. Исполь-

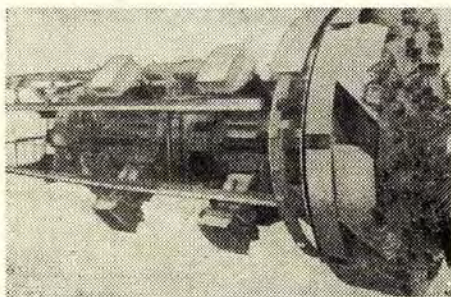
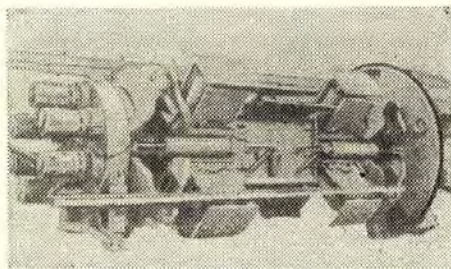


Рис. 1. Тоннельные буровые машины типа «Ярва»: сверху марки 18; внизу марки 22.

зуются главным образом там, где крупные куски породы удаляются от забоя немедленно. Эти резцы обеспечивают большие скорости проходки через породы с различной твердостью по сечению забоя.

Вспомогательная пусковая система из двух гидравлических двигателей исключает возможность поломки отдельных узлов проходческих машин «Ярва». Конструкция пусковой системы не позволяет повышать расчетную отдаваемую мощность по крутящему моменту при предельных нагрузках. Крутящий момент этих двигателей достаточен для вращения врубового диска и роторов электродвигателей.

Запуск врубового диска производится пусковыми гидродвигателями. Если врубовая головка при этом не поворачивается, то несколько освобождаются передние зажимные опоры, тем самым освобождая резцы, чтобы дать им возможность вращаться. После нескольких оборотов врубового диска машинист включает попарно основные электродвигатели, которые вращают диск в два раза быстрее, чем гидравлические.

Врубовая головка может медленно поворачиваться и устанавливаться в требуемое для обслуживания положение.

Исполнительный узел машины подвешен на зажимном механизме посредством восьми пар рычаго-ножничного типа. Четыре передние пары рычагов закреплены на кожухе главного подшипника, а четыре задние прикреплены к кожуху зубчатой передачи.

Весь исполнительный узел, таким образом, подвешен на этих рычагах без каких-либо других опор внутри каркаса зажимного механизма. Передние рычаги предназначены для восприятия чрезмерных ударных и вибрационных нагрузок со стороны буровой головки. Задние — сконструированы с расчетом на передачу зажимным ногам противокрутящего момента со стороны силового узла.

Все машины «Ярва» имеют автоматическую систему, которая непрерывно подает консистентную смазку в главный подшипник и в подшипники резцов (шарошек).

Эта система работает от приводных двигателей машин. Избыток консистентной смазки выдавливается из корпуса главного уплотнения, удаляя грязь, накопившуюся вокруг него. Кроме того, при специфических требованиях эксплуатации, машины «Ярва» могут быть укомплектованы лазерной системой для обеспечения точного ведения машины; пылезащитным экраном с водяным орошением (а при необходимости пылеотсасывающей установкой с вентилятором и пылеуловителем);

неподвижным кровельным навесом, устанавливаемым на машину при проходке в породах, поддающихся вывалу; устройством для монтажа элементов крепления выработки (гнутые швеллера) и др.

Рабочий цикл машины «Ярва» начинается, когда толкающие цилиндры втянуты, а оттягивающие вытянуты (рис. 2).

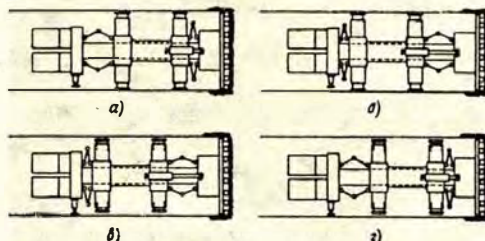


Рис. 2. Схема рабочего цикла машины «Ярва».

Шаг. 1. Начало цикла бурения. Машина закреплена, задние опоры оттянуты.

Шаг. 2. Конец цикла бурения. Машина закреплена, головка передвинута, задние опоры оттянуты.

Шаг. 3. Начало цикла переустановки. Машина освобождена, задние опоры выдвинуты.

Шаг. 4. Конец цикла переустановки. Машина освобождена, головка оттянута. Машина готова к закреплению и включению в новый цикл бурения.

В этом году машиной «Ярва» марки 22 началась проходка тоннеля железнодорожной ветки Каиман в Новой Зеландии диаметром 5,9 м, по незакрепленному участку и 6,4 м — по закрепленному в породах крепостью от 35 до 2500 кг/см². Тоннель протяженностью 27 км предполагается пройти за два с половиной года.

Основные технические данные стандартных машин «Ярва»:

Марки 10. Компактного и прочного выполнения, предназначена для проходки тоннеля диаметром от 2,44 до 3,05 м. Она может быть легко смонтирована и демонтирована на ограниченном участке под землей. Это дает

возможность пропускать ее через ствол размером, не превышающим 1,52×1,52 м. Крупнейшая составная деталь разобранной машины — 3000 кг.

Марки 12. Предназначена для проходки тоннелей диаметром 3,05—3,72 м. Эта 70-тонная машина может быть полностью разобрана для транспортировки через ствол и штольни размером не больше 1,83×1,83 м. Машина марки 12 укомплектована автоматической смазкой всех основных узлов и резцов, оснащена пылеподавляющим устройством и орошаемой системой. Она была использована для проходки наклонного ствола под углом 27° от горизонтали.

Марки 15. Способна проходить тоннели диаметром 3,72—4,57 м в очень крепких породах. Предшествующая модель марки 14 вела проходку в крепких породах, включая известняк, гематит, сланец, песчаник и др. Эта машина успешно завершила проходку в породах кусковой формации и разработала забой с семью видами различных горных пород. Скорость проходки достигала до 3 метров в час.

Марки 18. Предназначена для проходки тоннелей диаметром 4,57—5,49 м. При бурении забоя шесть электрических приводов развивают общую мощность в 750 л. с. Осевое усилие составляет 793 т. В разобранном виде можно транспортировать через ствол размером не более 2,44×2,44 м. Вес машины. 200 т.

Марки 22. Включает все удачные решения предыдущих моделей машин «Ярва», а также ряд технологических нововведений, разработанных в связи со спецификой для бурения тоннелей больших диаметров. Эта машина может проходить тоннели диаметром 5,49—6,71 м. Она оснащена двумя пусковыми гидравлическими двигателями в 75 л. с., ограничивающими нагрузки при включении головки во вращение.

Техническая характеристика стандартных машин «Ярва» приведена в таблице.

Технические данные по стандартным машинам «Ярва»

Наименование	Марка	15	18	22
Внутренний диаметр	м	3,72—4,57	4,57—5,49	5,49—6,71
Резцы	макс.	52	66	82
	об/мин	8	6,6	5,7
Суммарная мощность привода	л. с.	625	750	1000
Рабочее осевое усилие	т	680	793	906
Анкерная нагрузка (распор)	т	2090	3378	2718
Вращающий момент	кг/м	56.580	81.420	126.960
Противопыльный расход воды	макс. 1 м	19	56	56
Макс. размер ствола для ввода машины в разобр. виде	поперечный разрез, м	2,13×2,13	2,44×2,44	2,44×3,66
Полный вес	т	113	181	227

Примечание: имеются машины для бурения тоннелей \varnothing до 10 м в твердых породах.

ПОД МЕТАЛЛИЧЕСКИМ ПЕРЕКРЫТИЕМ

ОСНОВНОЙ недостаток открытого способа работ — вскрытие земной поверхности по площади всей строящейся конструкции при нарушении нормальной жизни города. Для уменьшения площади раскрываемой поверхности в последнее время при небольшой глубине заложения начал применяться траншейный способ возведения стен конструкции под защитой бентонитовых растворов. Дальнейшее строительство ведется под постоянным конструктивным перекрытием.

В Москве, еще в 1934—1935 гг., Арбатский радиус строился примерно этим способом. Причем в начале стены делались не сплошными, а в виде отдельных столбов. Этот способ был разработан группой инженеров Метростроя.

В настоящее время широкое распространение получил открытый способ строительства подземных конструкций под металлическим перекрытием (с креплением котлована двутавровыми балками, заглубленными в грунт). При этом котлован остается открытым на непродолжительный период. На строительстве метрополитена в Токио этот способ получил широкое распространение. По двутавровым балкам крепятся прогоны, а на резиновых звукоизолирующих прокладках укладываются плиты специальной конструкции.

Каждая плита является инвентарной металлической конструкцией из пяти двутавровых балок № 20, к которой сверху приварен стальной лист с точечными выступами. Размеры плит 2000×1000 мм, балки № 20, вес одной плиты 312 кг.

Этот тип покрытия носит название «С» — покрытие. Его преимуще-

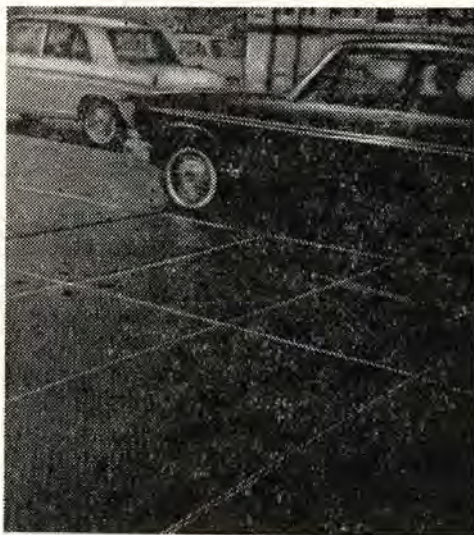


Рис. 1. Дорожное перекрытие из металлических плит.

ства: высокая прочность, инвентарность, большая оборачиваемость плит, незначительный вес, высокий коэффициент сцепления поверхности покрытия с колесами автотранспорта. Точечные выступы, покрывающие всю поверхность стального листа в специально рассчитанной пропорции, обеспечивают высокий коэффициент противоскольжения.

Покрытие просто в постановке и снятии с поверхности. Специальные резиновые шумопоглощающие прокладки дают высокий эффект.

Расчет нагрузки плит произведен как для мостов I разряда, а опорных конструкций — как для железнодорожных мостов.

Испытания металлических плит показали, что деформирующее влияние на покрытие отсутствует

до нагрузки порядка 30 т/м^2 . Причем верхний лист покрытия с точечными выступами достаточно прочен, и выдержал испытания на противоскольжение.

Под защитой насланного металлического перекрытия через шахтные отверстия при помощи подъемника возводятся основные конструкции.

Грунт разрабатывается отбойными молотками и пневмолопатами, так как механизированная разработка и погрузка лимитируется частотой опор и поперечных креплений. Транспортируется грунт к шахте специальными тачками. Поднятый грунт разгружается в металлические бункеры, из которых вывозится на необходимые площадки.

После окончания разработки грунта выполняется гидроизоляция стен, подошвы, производится сборка арматуры и установка опалубки.

Бетон подвозится самосвалами, спускается по специальным промежуточным отверстиям в плитах перекрытия в бункеры и по лоткам направляется к рабочему месту.

По окончании сооружения бетонной конструкции и снятия опалубки производится засыпка грунтом с последующим его уплотнением, после чего снимается металлическое перекрытие, опорные прогоны и методом вибрации извлекаются балки. Затем восстанавливается дорожное перекрытие.

Этот способ строительства может также применяться у нас при сооружении тоннелей, коллекторов, пешеходных переходов и др.

С. ЭТКИН,
инженер

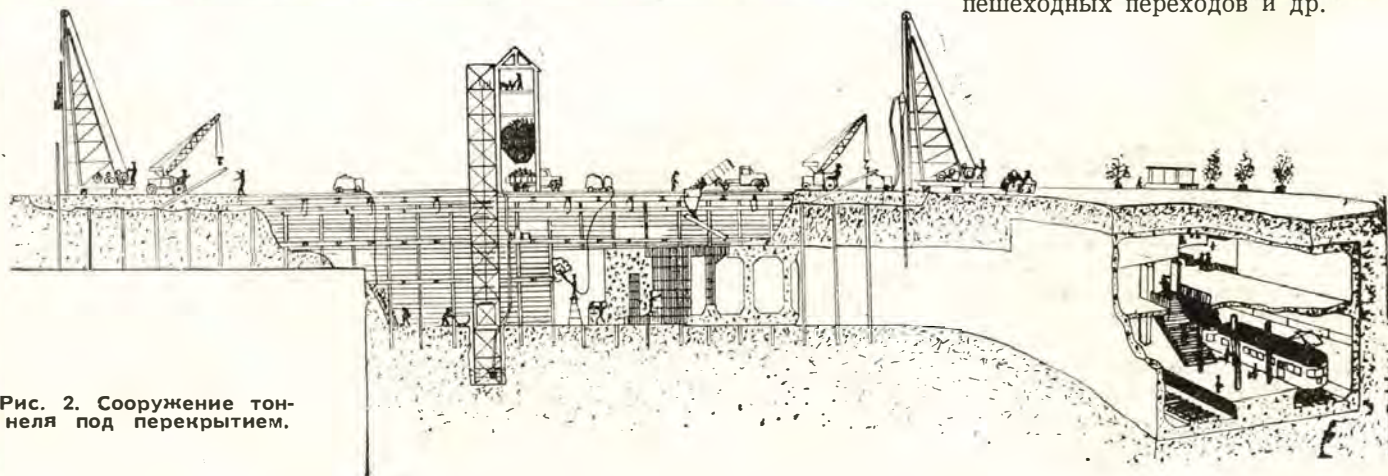


Рис. 2. Сооружение тоннеля под перекрытием.

МЕТРОПОЛИТЕНЫ США

(по материалам зарубежной командировки)

МЕТРОПОЛИТЕНЫ США функционируют в настоящее время в пяти городах: Нью-Йорке, Чикаго, Бостоне, Кливленде, Филадельфии. Строится линия метро в Вашингтоне, а в конце 1971 г. будет пущен первый участок в Сан-Франциско. В связи с тенденцией развития общественного транспорта метрополитен намечено построить еще в нескольких городах. В США пришли к твердому убеждению, что только метрополитен способен решить транспортную проблему в крупном городе.

Метрополитены в США принадлежат городским или штатным властям. Во всех городах они убыточны и их эксплуатационная деятельность на 30—60% финансируется из бюджета города или штата. Строительство новых линий, а также реконструкция действующих, включая приобретение подвижного состава, финансируется на $\frac{1}{3}$ городом и штатом, а на $\frac{2}{3}$ из федерального бюджета по линии департамента (министерства) транспорта.

Линии постройки до 1960 года, а также станции, подвижной состав, путь, другие сооружения и устройства метрополитенов в основном устарели как физически, так и морально. Новые действующие и строящиеся линии метрополитенов Чикаго, Бостона, реконструированная трасса Филадельфии, сооружаемые в Сан-Франциско и Вашингтоне, воплотили современные достижения науки и техники. Особенно — подвижной состав, устройства сигнализации, блокировки и связи, а также пути и устройства регулирования движения поездов.

Подвижной состав (рассматриваются только вагоны, построенные в 1965 г. и позже). Кузовы вагонов (рис. 1) — из нержавеющей стали или



Рис. 1

алюминиевых сплавов. Это дает возможность не производить окраску вагонов и осуществлять их отстой на открытом воздухе, а не в депо, даже при неблагоприятных климатических условиях (в Чикаго летом бывает до 35° тепла, а зимой до 40° холода). Максимальная скорость вагона 130 км/час, и она реализуется при длине перегона не менее 1000 м. Средняя длина перегона метрополитенов Нью-Йорка в Чикаго 800 м, Филадельфии (реконструированная линия) 2000 м, в Сан-Франциско — 1600 м. Воздух в вагонах — кондиционированный, освещение — люминесцентное. Зимой воздух подогревается электрическими печами, питаемыми от контактного рельса. В летнее время воздух охлаждается при помощи холодильной установки на фрионе.

Воздух от кондиционера поступает в вагон через отверстия в подоконном бруске (рис. 2). Окна с двойным



Рис. 2

стеклом и вакуумом внутри не имеют форточек. Это, наряду с отсутствием привычных для нас вентиляционных каналов на потолке вагона, резко снижает шум в салоне. Даже при скорости поезда 130 км/час можно разговаривать не повышая голоса. Более того, в новом вагоне метрополитена Сан-Франциско с этой же целью пол покрыт толстым (15—20 мм) синтетическим ковром.

Диваны (см. рис 2) расположены в основном поперек вагона, что увеличивает число сидячих мест до 80 при длине вагона 14—16 м. Материал сидений синтетический, а обшивка из

В. МАЛЕЕВ,

начальник технического отдела
Мосметрополитена.

пластика на основе полиэтилена или синтетической кожи.

Для питания люминесцентного освещения использован статический преобразователь на тиристорах. Вся электрическая схема на вагонах Сан-Франциско в основном выполнена на полупроводниках, что сокращает потери энергии при пуске.

Широкое применение полупроводников, электронных и других бесконтактных элементов на подвижном составе привело к новому подходу в ремонте и обслуживании таких вагонов. Так, в ремонтном депо метрополитена Сан-Франциско используются диагностические машины, присоединенные к вагону через специальные разъемы, которые проводят техническую диагностику всех электрических цепей и аппаратов вагона, включая устройства автоведения и авторегулирования скорости. Диагностические машины печатают на ленте параметры этих цепей и аппаратов с указанием неисправных узлов и элементов. Использование таких машин сокращает простой вагонов в ремонте, повышает надежность их работы на линии и уменьшает затраты (так как ремонтируются только те аппараты, которые в данный момент имеют параметры ниже нормы).

Кузов вагона через пневматические рессоры опирается на стальные литые рамы тележки (рис. 3). Послед-

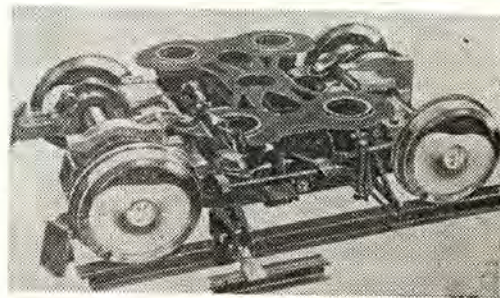


Рис. 3

няя крепится на буксах, расположенных внутри колесной пары. Буксы амортизированы по отношению к ней,

диаметр стальных колес 760 мм. Положение кузова по отношению к уровню ходовых рельсов регулируется в зависимости от нагрузки. Кроме того, при вписывании в кривые давление в пневморессорах меняется. Это, а также низкорасположенный центр тяжести тележки и вагона и возможность углового перемещения колесной пары в буксах тележки, дают возможность проходить кривые радиусом 25—30 м со скоростью 35—40 км/час.

Вагоны новых линий метрополитенов Чикаго, Филадельфии, Бостона, Сан-Франциско оборудованы устройствами автоведения, автоматической локомотивной сигнализации с автоматическим регулированием скорости и поездной радиосвязью. Поездом управляет один человек, который, как правило (Чикаго, Бостон, Филадельфия), находится рядом с пассажирами, отделенный от них легкой низкой перегородкой. На вагонах Сан-Франциско и будущих вагонах метро Вашингтона машинист отделен от салона перегородкой, имеющей дверь с прозрачным стеклом. Эти вагоны используются только как головные и хвостовые. Промежуточные вагоны ни кабин управления, ни устройств для управления не имеют, хотя вагоны моторные. Это обеспечивает возможность свободного прохода пассажиров из одного вагона в другой, для чего на торцах вагонов имеются гофрированные фартуки.

Салон отделан пластиком, дверные и оконные проемы выполнены из алюминия или нержавеющей стали. Над каждым дверным проемом (вагон Нью-Йорка имеет четыре проема шириной около 1250 мм; Чикаго — два — около 1300 мм; Бостона — три; Сан-Франциско — два, шириной 1100 мм) устанавливается схема линии, по которой движется данный состав. Нормативный срок службы вагона 30 лет.

Метрополитен Нью-Йорка. Одна из линий, построенная в 1894—1908 гг., соединяет Нью-Йорк со штатом Нью-Джерси. Длина ее 22,4 км, из которых 12 км под землей, в том числе около 2 км под рекой. В 1927 г. линия перевозила 113 млн. чел. в год, в 1960—26 млн., в 1970 г. перевезено 12 млн. человек. В час «пик» линия перевозит 20 тыс. пассажиров. Метрополитен работает круглые сутки. Стоимость проезда 30 центов независимо от расстояния.

Строящаяся конечная станция расположена под землей на глубине 6—7 м, имеет три платформы, что позволяет входить и выходить с обеих сторон вагона. Вестибюль станции, расположенный на глубине 2 м, имеет 16 входов и выходов на улицы и в здания небоскребов. В вестибюле, имеющем

площадь немного меньше станции, размещены витрины магазинов, торговые автоматы, телефоны. В центре вестибюля — наклонный ход с десятью эскалаторами к платформам станции. Вестибюль и станция оборудованы кондиционерами, все воздухопроводы размещены под потолком и закрыты антишумовыми плитками.

Рельсы уложены на путевой бетон, через резиновые прокладки. На кривых участках рельсы крепятся на деревянных шпалах, заделанных в путевой бетон.

На линии, оборудованной устройствами автоматической локомотивной сигнализации с регулированием скорости, имеются двух- и трехзначные светофоры без автостопов. Расчетная пропускная способность устройств СЦБ — 40 пар 10-вагонных поездов в час при стоянках на станции 25 сек.

Метрополитен Бостона в настоящее время имеет три линии общей длиной 38 км. В конце 1971 г. будет сдан в эксплуатацию участок от ст. «Колумбия» (действующая) до «Куинси» — центр, протяженностью 10,4 км с двумя промежуточными станциями «Воласто» и «Норд-Куинси». Почти вся линия (около 8,5 км) проходит по земле и свяжет пригород с центром. Путь уложен на датских железобетонных шпалах (1200 шт/км) на щебенке и не имеет стыков. Светофоры установлены только у стрелок. На переездах и станциях без путевого развития светофоров нет.

Все станции наземные, из сборного железобетона. Внутренние перегородки из кирпича. На конечной станции — 4 тупика: два для оборота составов и два (длиною около 800 м) — для их расцепки. Платформы станций рассчитаны на 6 вагонов. У каждой станции тяговая подстанция мощностью 13000 кВА. Все подстанции на телеуправлении, контактный рельс с верхним токосъемом на всем протяжении открыт. Над станцией устроен гараж-стоянка автомобилей на 900 машин.

В центре города Бостона станции метро и скоростного трамвая совмещенные, одна над другой. Один торец станции метро окрашен в красный цвет (включая платформу и стены) — в город, другой торец — в зеленый цвет — из города. На лестничных сходах, с краю платформы, тротуара и в др. сделаны противоскользкие полосы из наждачного камня.

Метрополитен Филадельфии. Линия ПАТКО, протяженностью 23,2 км с 12 станциями, соединяет центр города с пригородом, расположенным в штате Нью-Джерси. ПАТКО построена в 1963 г., в 1969 г. была полностью реконструирована. Большая

часть линии наземная, рельсы уложены на бетон через резиновые прокладки.

Подземные станции двухэтажные. Первый этаж — вестибюль, где расположены магазины и другие торговые точки, имеет от 10 до 20 выходов на поверхность. Несмотря на малую глубину залегания (2—3 м) на каждом выходе имеется эскалатор и лестница. Входные двери открываются и закрываются автоматически, когда к ним подходит человек. С первого этажа на платформу (островную) имеются три входа (с торцов и по середине). Стены из монолитного бетона, покрашены, колонны отделаны нержавеющей сталью.

На центральном диспетчерском посту сосредоточено управление всеми объектами и устройствами линии, включая систему энергоснабжения, вентиляции, кондиционирования воздуха, эскалаторов, а также 20 телеэкранов для наблюдения за работой автоматических контрольных пунктов. На пульте поездного диспетчера высвечивается положение каждого поезда на линии с дискретностью 450 м. Линия не имеет ни одного наземного сигнала и оборудована устройствами автоведения и автоматической локомотивной сигнализации с регулированием скорости. В настоящее время на линии в час «пик» проходит 30 пар шестивагонных поездов в час, при стоянках 30 сек. Длина платформ рассчитана на прием 10-вагонных поездов.

Линия строящегося метрополитена в Вашингтоне. К 1980 г. общие пассажироперевозки в Вашингтоне будут составлять 300 млн. человек в год.

В основном станции будут береговые, односводчатые (рис. 4). Длина

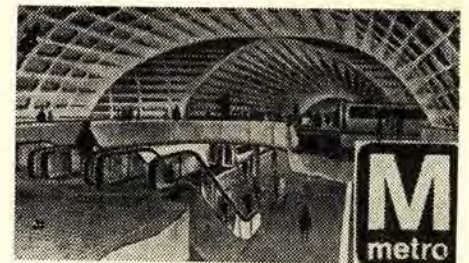


Рис. 4

каждой 180 м. Все линии мелкого заложения и строятся открытым способом, в основном, под улицами. При строительстве сначала забивают шпунт, затем вынимается грунт на глубину 2,5—3 м и траншея закрывается стальными или бетонными плитами, по которым осуществляется движение транспорта. После полной

разработки грунта начинаются бетонные работы, с использованием опалубки из пластмассы. Толщина стенок станций и тоннеля 4,5 фута. Внутри станции ничем не отделяются.

Станции будут иметь два выхода с платформы в подъемный накопительный зал. Кроме эскалаторов и лестниц, на каждой станции будет установлен подъемник (типа фуникулера) для пожилых и инвалидов.

Снаружи тоннель и станции покрываются специальным гидроизолирующим материалом (глина, клей, химические добавки), затем асфальтом (толщиной 8—10 см) и пластмассой. После гидроизоляционных работ производят засыпку траншеи песком с трамбовкой. Таким образом массивная бетонная труба в песчаной оправе изолирована металлическим шпунтом от грунта.

Пол станций из монолитного бетона. Край платформ отделан гранитом с отверстиями для ламп, которые будут загораться, когда подходит поезд. Лампы закрыты стеклом.

Метрополитен Сан-Франциско.

Строительство линии метрополитена BART началось в 1965 году. Вся система первой очереди будет состоять из трех линий общей длиной 120 км, из которых $\frac{1}{3}$ на эстакадах, $\frac{1}{3}$ в уровне земли на специальном полотне и $\frac{1}{3}$ под землей, в том числе под заливом. На линии будет возведено 38 станций.

Станции открытых участков берегового типа размещены на эстакадах. Их устройство аналогично нашим станциям открытых участков Филевской линии. Эстакады, Т-образные балки, станции из сборного железобетона. Возле каждой станции стоянка автомобилей. При высоте эстакады станции 1,5 м и выше на каждом из двух входов устанавливается по одному эскалатору. Расстояние между опорами 20 м. Все подземные станции имеют два этажа. Первый (глубиной 2—3 м) накопительный и торговый зал, из которого ведут два входа на посадочные платформы островного типа. Высота станции 2,5 м. Оба зала (этажа) станции оснащены кондиционерами. Для борьбы с шумом потолки станций заделаны специальными ребристыми решетками, а стены пузырчатой керамикой или обычным крашеным бетоном. Пол также из монолитного бетона. Служебные помещения

расположены в торцах платформы, длина которой 210 м.

Подземные станции строятся с тремя тоннелями: два рядом, а третий под ним. Этот третий тоннель в перспективе намечается использовать для экспрессного движения. Пересадка с платформ верхних тоннелей на платформы нижнего по эскалаторам. Глубина станции более 5 м, а таких станций будет 7. Дополнительно к эскалаторам и лестницам устанавливается лифт для пожилых и инвалидов.

Эскалаторы не имеют машинных залов. Все оборудование, включая редуктор, двигатель, пуско-регулирующую аппаратуру, размещается в колодце $2 \times 2 \times 2$ м³, расположенном наверху эскалатора. Последние имеют две скорости: 0,6 и 0,9 м/сек и управляются с центрального поста.

Рельсы укладываются в тоннеле на бетон, через резиновые амортизирующие прокладки, а на открытых участках и на железобетонных шпалах на щебенке. Контактный рельс с верхним токосъемом на открытых участках устанавливается на шпалах через изоляторы с шагом 2 м и закрыт пластмассовым коробом. В тоннеле изоляторы контактного рельса крепятся к путевому бетону. Программы автоведения крепятся на коробе контактного рельса, в специальной пластмассовой трубке.

Линии оборудованы путевыми устройствами автоматической локомотивной сигнализации с автоматическим регулированием скорости без напольных светофоров и с бесстыковыми рельсовыми цепями. Для контроля местоположения поезда используются шлейфы, размещаемые между рельсами. Расчетная пропускная способность линий 40 пар 15-вагонных поездов в час при стоянках на станциях 20 сек и максимальных скоростях 130 км/час.

Номинальное напряжение системы энергоснабжения 1000 в постоянного тока. На каждой станции имеется тяговая подстанция мощностью 15 тыс. квт со статическими преобразователями с естественным охлаждением и устройством регулирования напряжения по переменному току (путем бесконтактного тиристорного переключения выводов первичной обмотки трансформаторов).

На линии предусмотрена система полного диспетчерского контроля и

управления поездами, энергоснабжением, санитарно-техническими устройствами, а также устройствами оплаты проезда. Движением поездов руководит вычислительная машина, которая регулирует размеры движения и число вагонов в поезде в зависимости от пассажиропотоков в данный момент времени. Эта же машина производит расчет заработной платы всем работникам, — а их будет 1200 человек на 120 км — а также осуществляет все виды учета (пробеги эскалаторов, вагонов, расход электроэнергии, расход запасных частей и т. д.).

Метрополитен Чикаго. В настоящее время протяженность линий метрополитена 144 км со 148 станциями. Большая часть линий проходит по земле или на стальных эстакадах (в центре города). Муниципалитет города принял решение и в 1970 г. разработал проект, по которому эстакады будут демонтированы и поезда пойдут под землей на глубине 5—6 м. В последующие годы линии будут строиться только на уровне земли, в основном как вылетные, для связи пригорода с центром. Проходят они, как правило, сначала под землей (мелкого заложения), а затем по середине автомагистрали, например, линия Кеннеди. Семь радиусов из десяти работают круглые сутки.

Станции открытых участков строятся из сборного железобетона, в основном, как островные. Возле каждой станции имеются стоянки для автобусов и автомобилей. Путь на открытых участках уложен на железобетонных полушпалах, связанных стальным прутком, на щебенке. Станции подземные также из сборного железобетона. Стены покрыты раствором цемента путем набрызгивания, что создает хорошее шумопоглощение. Длина платформ станций новых линий 200 м, что дает возможность принимать 14-вагонные составы. Линии оборудованы устройствами автоматической локомотивной сигнализации с регулированием скорости без напольных сигналов и с бесстыковыми рельсовыми цепями, а также устройствами автоведения. Расчетная пропускная способность 40 пар 14-вагонных поездов в час при стоянке 20 сек и при максимальной скорости 130 км/час, с разграничительным участком между двумя остановившимися поездами в 50 м.

КООРДИНИРОВАННАЯ СИСТЕМА ОБЩЕСТВЕННОГО ТРАНСПОРТА

Я. ШАПИРО,
инженер

В АШИНГТОН — одна из немногих столиц мира, в которой еще нет метрополитена. Общественный транспорт столицы США представлен только автобусами, которые осуществляют пассажироперевозки всего на 30%.

В настоящее время еще нельзя говорить о системе общественного транспорта как о сложившейся системе. Оба эти обстоятельства значительно облегчили решение транспортной проблемы, которая все более становится проблемой № 1 для всех больших городов.

В 1980 г. в Вашингтоне будет введена в строй координированная система общественного транспорта. Основа ее — разветвленная сеть метрополитена с полностью автоматизированным управлением движения поездов. Станции метрополитена, расположенные в пригородных зонах, оборудованы автостоянками на 3000 машин. Пассажиры смогут доставлять сюда также автобусы, две тысячи которых будут находиться в ведении метрополитена. Конечные станции автобусных маршрутов — станции метро.

Строительство сети метрополитена протяженностью 157 км с 86 станциями намечено завершить к 1980 г. последовательной сдачей в эксплуатацию шести очередей. Пуск первой десятикилометровой линии намечен на конец 1973 г. Эту линию начали строить в декабре 1969 г. Трасса ее пересекает северную часть города с востока на запад. На линии семь станций, запланированных с учетом расположения учреждений и учебных заведений.

Сеть метрополитена настолько обширна, что выходит за пределы округа Колумбия, в котором расположен Вашингтон, и проходит по территории штатов Вирджиния и Мэриленд. 75 км линий (среди них все линии, находящиеся на территории округа Колумбия) будут подземными; 13 км — проложены на эстакадах, остальная часть сети — вылетные наземные линии. При прокладке наземных линий для снижения стоимости строительства используют такие территории, как разделительные полосы автомагистралей и полосы отвода эксплуатируемых линий железных дорог. Строительство подземных линий осуществляется и открытым, и щитовым горнопроходческим способами. Глубина заложения тоннелей 18—24 м, а для скальных грунтов — 30 м.

В проекте метрополитена Вашингтона широко использован опыт строительства и эксплуатации систем городского скоростного рельсового транспорта в Монреале и BART в Сан-Франциско. В разработке проекта и строительстве метро Вашингтона заняты 4 специалиста, участники разработки программы BART.

Конструктивные решения всех 53 подземных станций метро выполнены по единому типовому проекту. Арочный свод ограничивает пространство двух станционных уровней. Верхний уровень расположен на консольных вылетах стяжки арочного свода. Скоростные эскалаторы доставят пассажиров с поверхности улицы в верхний уровень станции, где расположены билетные автоматы и турникеты. Отсюда по эскалаторам пассажиры попадают в нижний уровень, на платформы станции. В конструкции всех станций даже не предусмотрено лестниц.

Высота арочного свода 18 м, ширина — 19,2 м, длина платформ 180 м.

Построенные по единому типовому проекту, станции будут отличаться лишь архитектурным оформлением. Что нечасто встречается в практике зарубежного метростроения, в проекте много внимания уделено интерьерам станций. Элементы скрытого освещения размещены в кессонах арочных сводов. Для отделки станций использованы белый гранит и бронза. Все 53 подземные станции оборудованы установками для кондиционирования воздуха.

Управление движением поездов осуществляется при помощи двух электронных цифровых вычислительных машин из центрального контрольного пункта. Оборудование такого пункта включает и замкнутую систему телевизионного контроля. ЭВМ будут управлять процессами трогания с места, разгона, торможения, остановки поезда, а также открывания и закрывания входных дверей. Поездная команда состоит из одного человека, которому фактически предназначена роль наблюдателя.

Восьмивагонные поезда сформированы из двухвагонных секций. Длина одного вагона 22,5 м, его вместимость 172 пассажира. Сидячих мест — 81. Максимальная скорость движения поездов составит 120 км/час, средняя скорость, включая остановки — 56 км/час. 556 вагонов, таков парк подвижного состава всей сети, обеспечат перевозку 40 тысяч человек в час. Интервалы движения поездов: в часы пик — 2 мин, в остальное время — 6—10 мин, в зависимости от времени суток.

Метрополитен в Вашингтоне будет работать в течение 20 часов в сутки (с пяти часов утра до часу ночи). Оплата проезда зонная: в самом городе, на территории округа Колумбия, — 30 центов, с последующим увеличением в остальных зонах от 10 до 70 центов.

По прогнозам на 1990 г., объем пассажироперевозок метро составит 292 миллиона человек в год.

МЕТОДОМ ОПУСКНЫХ СЕКЦИЙ

Подводный тоннель в Балтиморе с четырьмя полосами движения имеет длину между порталами 2330 м, а с подходами — 2800 м. При его строительстве применили метод опускных секций, которые сооружали в сухом доке, буксировали на место и опускали в разработанный экскаваторами подводный котлован с песчаной постелью толщиной 60 см. Секции были закрыты по концам торцовыми диафрагмами, удаляемыми после соединения их под водой. Участок из опускных секций имеет длину 1920 м (из 21 секции длиной по 91,45 м). Остальные участки тоннеля сооружались открытым способом.

Секции состояли из стальных труб толщиной 9,5 мм с железобетонной облицовкой толщиной 50 см. Для защиты труб от коррозии укладывали слой армированного торкрет-бетона толщиной 6 см. Герметизацию швов элементов под водой осуществляли запрессовкой резинового жгута, а окончательное уплотнение с внешней стороны — укладкой подводного бетона.

В поперечном сечении тоннель состоит из двух стальных труб диаметром 9,9 м, каждая рассчитана на одно направление и имеет двухполосное движение с шириной проезжей части — 3,35 м.

Тоннель сооружали 3 года.
[Экспресс-информация
Оргтрансстроя, 1971, № 1].

ВАКУУМНЫЙ ОЧИСТИТЕЛЬ ДЛЯ ТОННЕЛЕЙ

При проходке тоннеля длиной 6,7 км в штате Юта (США) применен специальный вакуумный очиститель, засасывающий куски породы размером до 20 см. Механизм работает позади проходческого щита в 20—40 м, очищая лотковую часть тоннеля перед укладкой бетона.

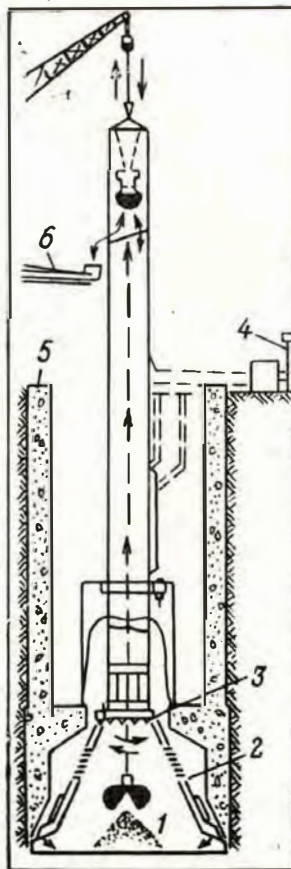
Вакуумный очиститель смонтирован на платформе на узко-

колейных рельсах. На платформе расположены бункер емкостью 10 т, два вентилятора и электродвигатель мощностью 200 л. с., всасывающая труба диаметром 25,4 см. В одну смену машина заменяет работу двух бригад в составе 8—10 чел. Бункер заполняется за 40 мин.

[Экспресс-информация
Оргтрансстроя, 1971, № 1]

САМО- ПОГРУЖАЮЩИЙСЯ КЕССОН

Ялонской фирмой «Мицуубиси» создана самопогружающаяся кессонная система, которая будет использована при строительстве оснований мостовых опор. Система сможет



Самопогружающийся кессон:
1 — разработанная порода;
2 — обратная лопата; 3 — лампы и телевизионная камера;
4 — операторская будка; 5 — железобетонный кессон; 6 — конвейер для транспортирования разработанной породы.

Экспресс-информация

погрузить кессон диаметром 9 м на глубину 49,5 м.

Породу в кессоне будут разрабатывать две обратные лопаты на телескопических рычагах с гидравлическим приводом по дуге 180° в нижней части стальной шахтной трубы, подвешенной на тросах (см. рисунок).

Внутри камеры смонтированы лампы и телевизионная установка, которая следит за работой двух обратных лопат и передает изображение на экран (установленный в операторской будке на поверхности земли). Вертикальная шахта и камера находятся под давлением сжатого воздуха. Грейферный ковш поднимает грунт через породный шлюз и выгружает его наверху в приемный бункер ленточного конвейера. После погружения железобетонного кессона на проектную глубину устраивают мостовую опору, поднимают стальную шахтную трубу и заполняют бетоном центральную часть кессона.

[Экспресс-информация
Оргтрансстроя 1971, № 3].

ДВУХЪЯРУСНЫЙ ПОДВОДНЫЙ ТОННЕЛЬ

При строительстве нового участка линии метрополитена в Нью-Йорке запроектирован подводный тоннель под Ист-Ривер протяженностью 1050 метров. Разработаны варианты сооружения тоннеля методом щитовой проходки и готовых секций. Соответственно первому варианту сооружение двух тоннелей диаметром 13 метров с обделкой из чугунных тюбингов намечено с применением проходческого щита длиной 6 метров и весом 240 тонн. Вторым вариантом предусматривается опускание в подводную траншею, вскрываемую по трассе тоннеля, двухъярусных тоннельных железобетонных секций длиной по 125 метров. Верхний ярус предназначен для движения поездов метрополитена, а нижний — поездом городской железной дороги.

В НОМЕРЕ:

По-ударному завершить строительно-монтажные и пусковые работы	1
Предпусковая пора у киевлян	2
Поддерживая важное начинание	3
М. Струневский — Опускная крепь в тиксотропной рубашке	4
С. Преображенский — Сооружение дренажной перекачки	5
К. Троицкий — Уплотнение бетонной смеси при возведении монолитно-прессованной обделки	6
С. Зукаянц, С. Вассерман, О. Долгов, В. Романов — О зональном замораживании	8
Н. Трупак — Жидкий азот для замораживания	9
В. Артамонов — О коррозионной стойкости обделки	12
С. Власов — Протяженность рабочей зоны под сжатым воздухом. Слагаемые НОТ	14
А. Плаксин — План социального развития	17
А. Путников, М. Шпанин, В. Коган — Организация производственной среды	18
В. Рюмин — Об экономической эффективности примыкания метрополитена к пригородным железным дорогам	19
З. Гудава — Технические новшества на Тбилисском метрополитене.	20
Е. Рабинович — Повышение мощности верхнего строения пути	21
Я. Дорман, Е. Василенко, Б. Пачулия — С конференции по метростроению в Праге	22
По страницам журналов	24
Н. Вайнштейн — Современное тоннельное проходческое оборудование	25
Л. Савельев — Машины типа «Ярва»	28
С. Эткин — Под металлическим перекрытием	30
В. Малеев — Метрополитены США	31
Я. Шапиро — Координированная система общественного транспорта	34
Экспресс-информация	35

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Е. Д. РЕЗНИЧЕНКО (редактор), А. С. БАКУЛИН, А. И. БАРЫШНИКОВ, С. Н. ВЛАСОВ, Б. П. ВОРОНОВ, А. Ф. ДЕНИЩЕНКО, В. М. КАПУСТИН, Ю. А. КОШЕЛЕВ, А. С. ЛУГОВЦОВ, В. Л. МАКОВСКИЙ, В. Д. ПОЛЕЖАЕВ, Б. П. ПАЧУЛИЯ, П. А. РУСАКОВ, А. И. СЕМЕНОВ, П. С. СМЕТАНКИН, В. В. ЯКОБС

Издательство «Московская правда»

Фото В. Савранского

Технический редактор А. Милюевский

Адрес редакции сборника «Метрострой»: ул. Куйбышева, д. 3, комн. 11, тел. 228-16-71.

Л118830 Сдано в набор 2/VIII-71 г. Подписано к печати 8/IX-71 г. Тир. 3520
Объем 2,25 п. л. (3,675 усл. п. л.). Бумага тифдручная Зак. 3029. Цена 25 коп.

Типография изд-ва «Московская правда».

Товарищи метростроевцы,
строители тоннелей,
работники метрополитенов!

ОТКРЫТА ПОДПИСКА на 1972 год

НА ИНФОРМАЦИОННЫЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ СБОРНИК

«МЕТРОСТРОЙ»

В 1972 ГОДУ ПОДПИСЧИКИ ПОЛУЧАТ 6 ВЫПУСКОВ СБОРНИКА

Подписная цена на год—1 руб. 80 коп.

Подписка на сборник «Метрострой»
(индекс в Московском каталоге 73751),
принимается в г. **Москве**
во всех отделениях связи
и межрайонных агентствах «Союзпечать».

Иногородние организации и подписчики
оформляют подписку через
Московскую городскую дирекцию
«СОЮЗПЕЧАТЬ»:
г. **Москва, ул. Пушкинская, дом 9.**

По указанному адресу следует
одновременно направлять подписные листы
и подписную плату почтовым переводом.

ИЗДАТЕЛЬСТВО «МОСКОВСКАЯ ПРАВДА»