

ISSN 0130—4321

7 1983

МЕТРОСТРОИ



МЕТРОСТРОИ

7 1983

ИНФОРМАЦИОННЫЙ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ СБОРНИК
ИЗДАНИЕ МОСКОВСКОГО МЕТРОСТРОЯ И
ИЗДАТЕЛЬСТВА «МОСКОВСКАЯ ПРАВДА»

ОСНОВАН В 1932 ГОДУ

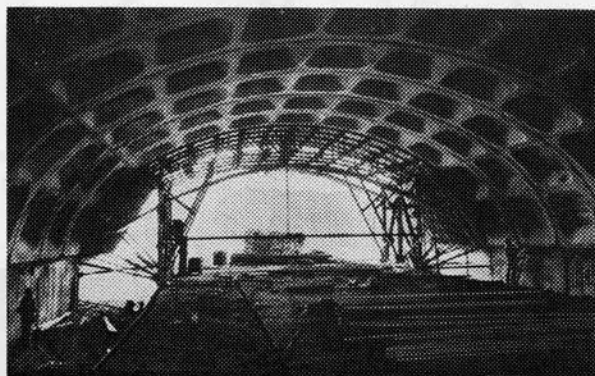
В НОМЕРЕ:

Серпуховская линия вступила в строй	1
Б. Федоров. Сквозь пласты времени	2
В. Пономарев, А. Хоружий. Применение опалубочных тележек при сооружении односводчатых станций	6
В. Волков. Нулевые кольца в строительной практике	8
Х. Абрамсон, С. Маршак. Новая техника для проведения горных выработок	9
В. Яковлев. Пути совершенствования способа замораживания водонасыщенных грунтов	15
Н. Белоус. Передача отметок через ствол дальномером ЭОК-2000	17
Ю. Якубов, И. Абдуллаев, Б. Берлович. К 2000 году	18
Ю. Грачев. Инвентарная замкнутая крепь для тоннельных обделок	20
Ю. Назаренко, Ю. Куликов. Расчет тоннелей метрополитенов на колесную нагрузку	21
Ю. Еремеев, Е. Белов, С. Балакин, Т. Барановская. Регулирование скорости движения эскалаторов	23
Р. Любарский. Комфортность поездки в вагонах метрополитена	25
А. Курисько. От отличного проекта — к отличной стройке	26
В. Маковский. Современный опыт механизации тоннельных и горных работ	27
Метрополитены мира	28
Обзор зарубежных журналов	31

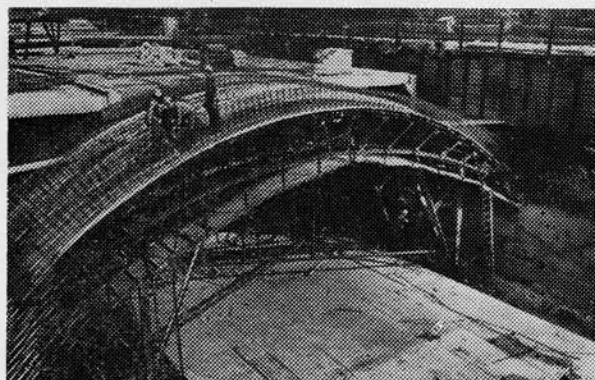
Редакционная коллегия:

С. А. ПОНОМАРЕНКО (отв. редактор), В. А. АЛИХАШКИН,
Л. С. АФЕНДИКОВ, А. С. БАКУЛИН, С. Н. ВЛАСОВ,
В. Я. ГАЦЬКО, В. Д. ГОЦИРИДЗЕ, П. С. ИСАЕВ,
Ю. А. КОШЕЛЕВ, А. С. ЛУГОВЦОВ, В. Л. МАКОВСКИЙ,
Б. П. ПАЧУЛИЯ, В. Г. ПРОТЧЕНКО, А. И. СЕМЕНОВ,
Г. А. ФЕДОРОВ, Н. Г. ФЕДОСОВ, И. М. ЯКОБСОН

НА СТРОЯЩЕМСЯ ЗАМОСКВОРЕЦКОМ



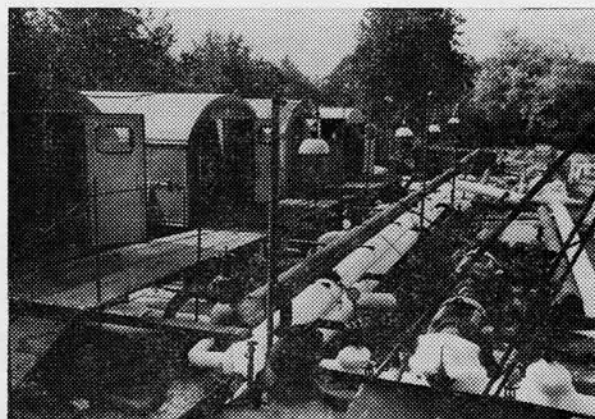
Станция «Красногвардейская».



Сооружение свода «Кантемировской».



Перегонный тоннель «Ленино» — «Орехово».



Замораживающая станция.

СЕРПУХОВСКАЯ ЛИНИЯ ВСТУПИЛА В СТРОЙ

Общая протяженность сети Московского метро возросла до 207 км со 123 станциями

МОСКВИЧИ постоянно ощущают заботу партии и ее Центрального Комитета о развитии и благоустройстве города, создании наилучших условий труда, быта и отдыха трудящихся. Одно из проявлений этой заботы — строительство во все увеличивающихся масштабах новых линий метрополитена. Ежедневно его услугами пользуются свыше 7 млн. человек, на долю этого скоростного и надежного вида транспорта приходится 42% общегородских пассажирских перевозок.

Развернув социалистическое соревнование за досрочное выполнение плановых заданий 1983 г. и пятилетки в целом, коллектив Московского метростроя в канун 66-й годовщины Октября ввел в действие Серпуховскую линию, являющуюся I очередью Тимирязевско-Серпуховской линии, очередного этапа реализации Генерального плана развития столицы.

Население быстрорастущих южных ее районов — Чертанова, Волхонки-ЗИЛ, микрорайонов, тяготеющих к Добрынинской площади, Серпуховской заставе и Варшавскому шоссе, а также работники многочисленных предприятий и учреждений, расположенных в этой части столицы, получили удобную транспортную связь с центром города и всей сетью метрополитена. По расчетам НИИПИ Генплана Мосгорисполкома, объем пассажирских перевозок на Серпуховской линии к концу пятилетки достигнет 146 млн. человек в год.

Пусковая трасса начинается от Кольцевой линии метро, проходит через Серпуховскую заставу, дважды пересекает железнодорожную линию Павелецкого направления, минует Азовскую улицу, Нахимовский и Балаклавский проспекты и заканчивается в центре жилого массива Чертанова на пересечении Кировоградской и Сумской улиц.

Строительная длина нового участка 13,9 км, из них 2,1 км глубокого заложения и 11,8 мелкого. На трассе 8 станций. Среднее расстояние между ними 1,86 км, наименьшее — 1,25, максимальное 3,1 км. Время проезда от конечной «Южной» до «Серпуховской» 16 мин.

Места их расположения определены условиями городской застройки, прохождением магистралей, установившимися транспортными потоками, размещением крупных предприятий, научных и других учреждений.

Станция «Серпуховская» находится под Добрынинской площадью, имеет подземный вестибюль с выходом в пешеходный подуличный переход и соединена со станцией «Добрынинская» пересадочным коридором с эскалаторами. «Тульская»

расположена у площади Серпуховской заставы, «Нагатинская» — близ железнодорожной платформы Нижние Котлы, «Нагорная» — в районе Кривокожской улицы, «Нахимовский проспект» — у пересечения одноименного проспекта с Азовской улицей, «Севастопольская» — на стыке с Замоскворецкой линией метро (с организацией пересадки на станцию «Каховская»), «Чертановская» — на пересечении одноименной улицы и Балаклавского проспекта, «Южная» — на пересечении Кировоградской, Сумской и Днепропетровской улиц. Между «Чертановской» и «Южной», несколько в стороне от трассы, сооружено электродепо.

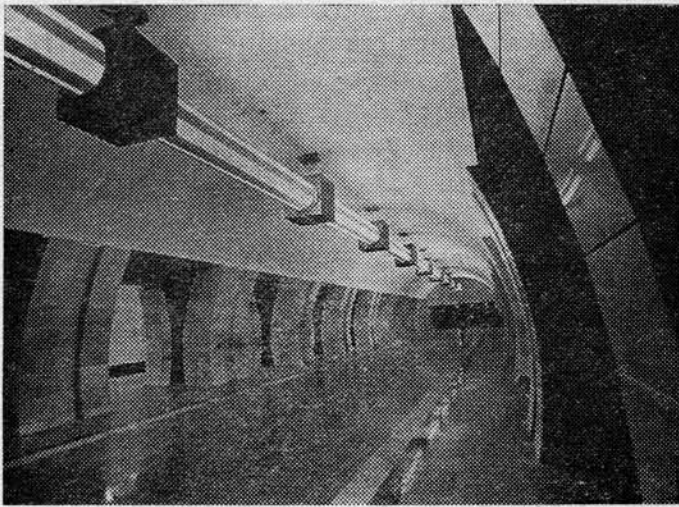


Все станции имеют подземные вестибюли (у «Чертановской» один вестибюль наземный).

Трасса проходит в различных гидрогеологических условиях — от крепких слабообводненных пород до неустойчивых обводненных, зачастую с высоким уровнем напорных грунтовых вод.

Крайнее разнообразие инженерно-геологических условий, меняющихся буквально через 15—20 м, наличие по трассе мелких рек, каналов, коллекторов, необходимость проходить тоннелями на незначительной глубине под железнодорожными путями, автомагистралями с напряженным движением в районах плотной многоэтажной застройки, сооружение отдельных станций и пересадочных узлов в непосредственной близости к действующим объектам метрополитена вызвали необходимость изыскания и применения новых инженерно-технических решений. Многие из них явились оригинальными по замыслу и способам осуществления; на некоторые получены авторские свидетельства.

Среди успешно осуществленных прогрессивных проектных разработок на строительстве Серпуховской линии — станция глубокого заложения новой экономичной конструкции пилонно-колонного типа, сооруженная впервые в Советском Союзе. По этому типу возведена станция «Серпуховская». Сочетая в себе преимущества как колонных, так и



«Серпуховская».



«Южная».

пилонных станций, конструкция дает значительный эффект: экономится около 325 т металла, сокращаются затраты труда на 4150 чел.-дн. (ликвидируется в основном тяжелый ручной труд), уменьшается стоимость примерно на 100 тыс. руб. Площадь поперечного сечения станции увеличивается со 100 до 135 м².

Сооружение тоннелей закрытого способа велось с использованием как обычных щитов, так и механизированных комплексов. При проходке правого перегона «Нахимовский проспект» — «Севастопольская» впервые применен механизированный комплекс КМ-42, состоящий из щита ЩНЭ-1 с двумя рабочими органами экскаваторного типа (опытно-промышленный образец), самоходного транспортера для уборки породы из забоя и погрузки ее в вагонетки, блокоукладчика ТУ-3гп, тележки для нагнетания ТН-16 и платформы ПП-8 со стрелой. Щит изготовлен на Московском механическом заводе Главтоннельметростроя по проекту СКТБ ГТМ.

Комплексом КМ-42 сооружено 810 пог. м перегонного тоннеля. Достигнутая скорость — 5,3 м/сутки. Обслуживание ЩНЭ-1 требует меньшего числа рабочих, тяжелый ручной труд проходчика в забое заменяется операторским по управлению агрегатом и его механизмами.

Несмотря на высокую степень механизации работки грунта, в процессе проходки выявились некоторые конструктивные недостатки (как самого щита, так и отдельных узлов комплекса), устранение которых сможет обеспечить в соответствующих геологических условиях резкий рост производительности труда, повышение безопасности работ, даст заметный экономический эффект. По предварительным подсчетам, экономия может составить 300 тыс. руб. на 1 км тоннеля при снижении трудозатрат на 1200 чел.-дн.

На перегоне «Севастопольская» — «Нахимовский проспект» после ряда усовершенствований был введен в работу механизированный комплекс со щитом ТЩБ-7, которым сооружено 800 м тоннеля с обделкой из монолитно-прессованного бетона. Эффективность применения этого комплекса достаточно высока, хотя проектные скорости проходки достигнуты не были. Стоимость сооружения тоннелей уменьшается на 20%, трудоемкость снижается на 13%, расход металла — на 200 т на 1 км.

При возведении станции «Серпуховская» с успехом внедрен проходческий комбайн 4ПП-2 (конструкции ЦНИИподземмаша) со стреловым рабочим органом. 4ПП-2 удобен в эксплуатации, одно-

СКВОЗЬ ПЛАСТЫ ВРЕМЕНИ

Б. ФЕДОРОВ

СЕРПУХОВСКИЙ радиус связал обширные территории — новостройки южной окраины столицы с ее центром и другими районами.

...В основе исторически складывавшейся планировки Моск-

вы лежала защита от посягательств различных завоевателей. Вокруг ядра города — Кремля, как кольца ствола многолетнего дерева, образовались в течение веков укрепленные районы — Китай-город (с

начала XVI в.), Белый город (с конца XVI в.), Земляной город или вал (с начала XVII в.) и позже Камер-Коллежский вал. Как бы продолжая традиционное «кольцевание», 75 лет назад опоясала Москву Окружная железная дорога, а полвека спустя — Кольцевая автодорога.

После разборки крепостных стен и валов с начала XIX в. создавались по кругу системы широких улиц — Бульварное кольцо (Белый город) и Садовое кольцо (Земляной вал).

Сохранялись названия площадей (с добавлением: «ворота») в тех местах, где когда-

то были проезды сквозь крепостные стены. Центральная площадь Замоскворечья по Садовому кольцу — начало нового радиуса — именовалась ранее Серпуховскими воротами, так как здесь пролегал путь, известный еще в XIV в., в подмосковный город Серпухов.

Памятчи революционные события, происходившие на этой площади. 7 октября 1905 г. рабочие типографии Сытина (ныне 1-я Образцовая типография имени Жданова) организовали митинг, сопровождающийся стычкой с царскими войсками. Здесь же 9 декабря сражались

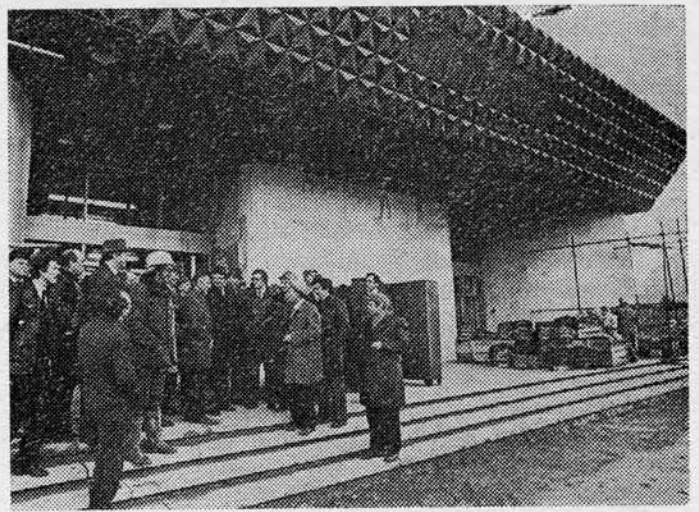
временно с разработкой породы он осуществляет ее уборку от забоя и погрузку в вагонетки. Опыт применения комбайна на проходке подходов выработок и перегонных тоннелей в зоне ограничения взрывных работ показал его эффективность в породах, характерных для глубокого заложения, на участках небольшой протяженности.

В местах, где позволяла инженерно-геологическая обстановка и условия городской застройки, тоннели сооружались открытым способом с цельносекционной обделкой. Из секций на Серпуховской линии смонтировано 2 км тоннелей (ранее такая конструкция обделки применена в Москве в незначительном объеме как опытная при продлении Рижского радиуса метро в Медведково). Сокращение затрат труда составило 200 чел.-дн. на 1 км тоннеля и сэкономило на эту же единицу 37 тыс. руб.

Широкое применение на строительстве новой линии получил прогрессивный метод сооружения тоннелей под участками железной дороги и автомагистралями путем продавливания обделки — два тоннеля по 45 м и два по 74 м, — которое осуществлялось домкратной установкой из 30 гидравлических домкратов с суммарным усилием 3000 т.

Продавливание тоннелей такой протяженности выполнялось на Метрострое впервые. Для обеспечения точности ведения агрегата прошли пилот-тоннель $D = 2$ м, в лотке его забетонировали направляющие рельсы, что помогло обеспечить заданное направление трассы в плане и профиле. Проходка велась с применением промежуточной домкратной установки, которая была смонтирована и включена после монтажа 30-го кольца. Тоннели пройдены практически без осадки поверхности, что дало возможность отказаться от перекладки железнодорожных путей и строительства временных объездов, значительно ускорило сроки работ и дало экономию трудозатрат 20 чел.-ч. на 1 пог. м.

Переходный участок трассы от глубокого заложения к мелкому пересекал неустойчивые водоносные породы, и здесь вновь, как в аналогичных условиях на Рижской и Калининской линиях, успешно применен метод контурного замораживания в



«Чертановская».

комбинации с водопонижением. Работы в замороженных грунтах велись буровзрывным способом.

Три станции открытого способа работ — «Тулская», «Нахимовский проспект» и «Южная» — односводчатые, сооружены из сборно-монолитного бетона промышленным методом с применением металлической передвижной опалубки. По сравне-

с карателями рабочие фабрики Цинделя (ныне 1-я Сигценабивная). В здании фабрики в дни Декабрьского вооруженного восстания состоялось пятое заседание московского Совета рабочих депутатов; здесь же находился и штаб восстания Москворецко - Цинделевского подрайона во главе с Р. С. Землячкой.

В апрельские дни 1917 г. на Серпуховской площади проходила рабочая демонстрация. Уже 27 октября площадь была в руках восставших рабочих и солдат. В 1918 г. она переименована в Добрынинскую в память рабочего телефонного за-

вода — одного из организаторов Красной гвардии Замоскворечья Петра Григорьевича Добрынина, погибшего в бою с юнкерами при штурме контрреволюционного штаба Московского военного округа. В честь героя названа и кольцевая станция метро — «Добрынинская».

Там, где к площади примыкает Большая Серпуховская улица, сооружена первая станция вновь открытого радиуса метро — «Серпуховская». Своё старинное название улица сохранила на участке между двумя площадями — Добрынинской и Данилевской.

Прежним осталось и наименование переулка — Стремянный (в XVII в. в нем находилось домовладение стремянного — конюха, обслуживавшего царский двор). В 1907 г. здесь основан Коммерческий институт, ставший вскоре одним из важнейших опорных пунктов большевиков. В октябре — ноябре 1917 г. в здании института помещался Московский комитет РСДРП, а в 1918 и 1920 годах несколько раз выступал В. И. Ленин, о чем свидетельствует мемориальная доска на стене дома, занимаемого теперь Московским институтом

народного хозяйства имени Г. В. Плеханова.

Недалеко от Данилевской площади к Большой Серпуховской улице примыкает Павловская, наименование которой укоренилось с конца XVIII в. в связи с основанием на ней Павловской больницы. Строительство ее начато выдающимся зодчим М. Ф. Казаковым и продолжалось в первой половине XIX в. крупнейшими архитекторами Д. И. Жилярди и А. Г. Григорьевым. Ныне эти здания унаследовала 4-я Городская клиническая больница, награжденная орденом Трудового Красного Знамени.

нию с колонными конструкциями срок строительства односводчатых на 3—4 месяца короче, экономия трудозатрат — 800 чел.-дн. на станцию.

На строительстве одной из станций и тупиков за нею применялось анкерное крепление стен котлована взамен расстрелов. Конструкция крепления разработана по рекомендации ЦНИИСа и полностью себя оправдала. Экономия металла составила 135 т на станцию, трудозатраты снижены вдвое. Одновременно улучшились условия работ в котловане, повысилась их безопасность.

Для устройства внутренних стен и перегородок служебных помещений станций и вестибюлей широко применены экструзионные плиты. Существенно улучшилось качество перегородок, их внешний вид, исключены мокрые процессы, значительно, в 3,6 раза, сокращены трудовые затраты.

В решении технических вопросов, возникавших при строительстве, широкое участие принимали изобретатели и рационализаторы Метростроя. Только за 1982 г. ими внесено 1300 и внедрено 1153 предложения, которые дали большой экономический эффект.

Следует отметить предложение работников ТО № 6 по изменению трассы тоннелей глубокого заложения, в результате чего удалось отказаться от замораживания грунтов на участке значительной длины.

Рациональное изменение конструкции и технологии производства работ при сооружении камер съездов на примыкании соединительной ветки осуществили строители СМУ № 6.

Большое внимание уделено архитектурному и художественному оформлению станций новой линии. Различие их конструкций способствовало самобытности архитектурно-художественного решения каждой.

Дух древних городов Подмосковья отразил архитектурный облик «Серпуховской». Авторы-архитекторы Л. Павлов и Н. Алешина. Теме «Тула — город-герой, город русских умельцев, кузнецов и оружейников» посвящено оформление станции «Тульская». Авторы-архитекторы И. Петухова, Н. Шумаков, В. Качуринец. Интерьеры «Нагатинской» выполнены на тему истории древней Москвы. Архитекторы — Л. Павлов, И. Петухова и

Л. Гончар. Охрана окружающей среды — тема художественного решения «Нагорной». Архитектор — М. Тренин. Памяти великого русского флотоводца — адмирала Павла Нахимова посвящены оформление станции «Нахимовский проспект» архитекторы Л. Попов, В. Волович и Г. Мун. Станция «Севастопольская», оформленная по проекту архитекторов Н. Демчинского и Ю. Колесниковой, раскрывает тему города-героя. Реконструкция и строительство Москвы получили отражение в оформлении «Чертановской». Архитектор — Н. Алешина. По проекту архитектора В. Черемина выполнена «Южная» на тему «Природа юга Подмосковья». В интерьерах представлены произведения монументально-декоративного искусства. На путевых стенах размещены художественные тематические панно, фриз, флорентийская мозаика. Для отделки в основном использованы традиционные материалы — мрамор различных сортов, полированный гранит. Широко применен анодированный профильный и литой алюминий.

При строительстве радиуса осуществлены мероприятия по защите жилых зданий от шума и вибрации, возникающих при движении поездов и работе различных устройств метрополитена. В числе специальных конструктивных решений — устройство пути на шумопоглощающих подкладках, установка оборудования на виброизолирующих подушках и др.

Организация движения по Серпуховской линии предусматривает на первое время пропуск 40 пар восьмивагонных составов в час с возможностью доведения в дальнейшем до 48 пар. Энергоснабжение децентрализовано: осуществляется через 9 подземных совмещенных тягово-понижительных подстанций, каждая из которых (в целях повышения надежности) получает питание от двух независимых центров Мосэнерго.

Говоря об успехах и достижениях Метростроя на строительстве Серпуховской линии, следует отметить большой вклад проходческих бригад, руководимых Р. Нугаевым, Н. Леденевым, А. Смирновым (СМУ № 5), А. Свиридовым, П. Мордвиновым, В. Зятевым (СМУ № 7), Г. Дубковым (ТО № 6), И. Шепелевым и Б. Барановым (СМУ № 6). Среди лучших также комплексная бригада С. Сивца (СМУ

В 1905 г. в расположенных на Павловской улице бывших Александровских казармах квартировал Таврический пехотный полк, вышедший в декабрьские дни с оружием в руках на помощь восставшим рабочим, но был окружен драгунами и разоружен. В дни Октябрьской революции из этих же казарм выступил 55-й запасный пехотный полк для совместного участия с рабочими в боях на Москворецком мосту и в центре города.

Фасадом выходит на Павловскую улицу один из корпусов бывшего завода Михельсона. После переезда Советского пра-

вительства в 1918 г. из Петрограда в Москву В. И. Ленин неоднократно посещал этот завод. В апреле Ильич выступил в его механическом цехе с речью о текущем моменте. 30 августа после митинга Ленин тяжело ранен эсэрокой-террористкой Каплан. На фасаде корпуса укреплен мемориальная доска с барельефом Владимира Ильича. Рядом в сквере воздвигнут памятник и установлена плита с надписью: «Первый камень памятника на месте покушения на жизнь вождя мирового пролетариата Владимира Ильича Ленина». И две

даты: «30 августа 1918 года» и «7 ноября 1922 года» (дата установки памятного камня). На противоположной стороне Павловской улицы под сенью многолетних деревьев — современное здание Дома культуры завода, нынешнего Московского электромеханического, носящего имя Владимира Ильича. Коллектив его удостоен орденов — Ленина, Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени.

Далее трасса метро проходит вблизи площади Серпуховской заставы. Название ее связано с воротами Камер-Коллежского

вала при пересечении его с бывшей Серпуховской дорогой, часть которой — от заставы до стыка с Варшавским шоссе — именуется Большой Тульской улицей. Известная с XVIII в. она называлась и Большой Даниловской, так как проходила вблизи Даниловского монастыря, к которому примыкал и Даниловский вал, возникший на одном из участков Камер-Коллежского вала.

С 1950 г. после реконструкции следующая часть Серпуховского шоссе переименована в Варшавское. Решение о восстановлении старого названия

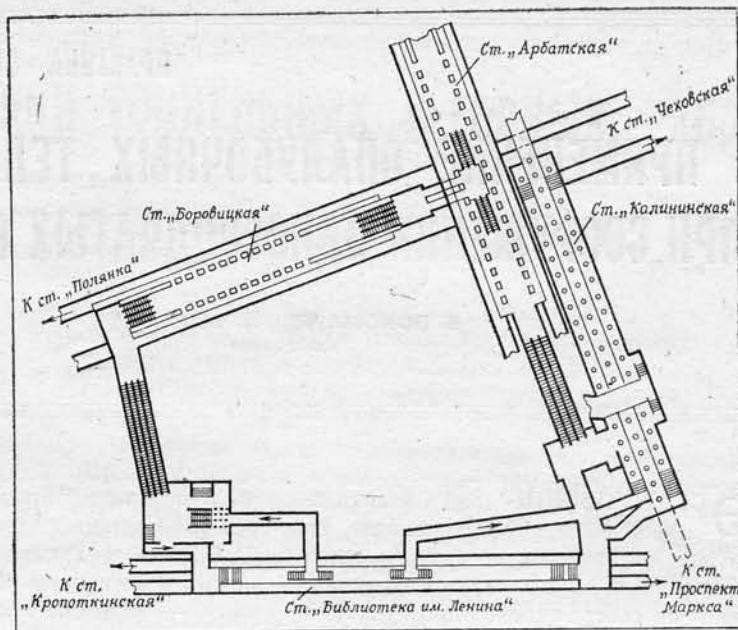
№ 10), бригады путейцев Н. Федосова (ТО № 6), гранитчиков В. Коренкова и штукатуров Р. Рухловой (УСР), монтажников И. Вишнякова, Б. Костромцова и С. Хабарова (СМУ № 4).

Первые места в социалистическом соревновании систематически занимают участки, возглавляемые Г. Гликиным (СМУ № 5), Ю. Логуновым и В. Ломоносовым (СМУ № 6), В. Пантелеевым и А. Старковым (ТО № 6), В. Щепетковым и И. Трофимовым (СМУ № 7), Л. Лобовым (СМУ № 8), А. Скоропышным (СМУ № 10), А. Шикиным и Н. Щитовым (СМУ № 4), А. Макацария (СМУ № 9), комсомольско-молодежный участок имени 60-летия ВЛКСМ А. Медведева (СМУ № 11) и многие, многие другие.

В перспективе Серпуховская линия будет продлена до Библиотеки им. В. И. Ленина. На этом участке ведется строительство станций «Полянка» и «Боровицкая». В южном направлении намечено продлить трассу до железнодорожной платформы Красный Строитель (Павелецкого направления). Участки линии «Серпуховская» — «Боровицкая» и «Южная» — «Пражская» намечено ввести в действие в текущей пятилетке. В числе предстоящих в этот период задач — завершение строительства участка Замоскворецкой линии с пятью станциями протяженностью 9,6 км от станции «Каширская» в район Орехово-Братеево; продление в центр Калининской линии (от «Марксистской») до пересечения с Горьковско-Замоскворецкой и Калужско-Рижской линиями (здесь строится станция «Третьяковская»). Всего за пятилетие вступит в эксплуатацию 29,4 км новых линий с 17 станциями.

В планах метростроителей столицы — соединение Серпуховской линии с будущей Тимирязевской, которая начинается у станции «Боровицкая». Здесь образуется пересадочный узел из четырех станций (см. рисунок). Второй крупный пересадочный узел сооружается у площади Пушкина. Здесь будут пересекаться Тимирязевско-Серпуховская, Ждановско-Краснопресненская и Горьковско-Замоскворецкая линии.

Строительство Тимирязевской линии, которая пройдет от центра к Савеловскому вокзалу в на-



правлении жилого массива Отрадное, и ее слияние с Серпуховской намечено завершить в 12-й пятилетке.

Научно-исследовательский и проектный институт Генплана ГлавАПУ — НИИПИ Генплана Мосгорисполкома разрабатывает основы нового Генерального плана развития столицы на расчетный срок до 2010 года. В соответствии с ним будут расширены действующие и созданы новые скоростные автомагистрали, кольцевые, диаметральные и рокадные, образуются новые транспортные узлы и развязки с использованием подземного пространства. Важное место в решении проблем внутригородских перевозок отводится дальнейшему развитию сети метрополитена.

Строительство его новых линий на высоком техническом уровне, совершенствование методов производства, разработка и внедрение прогрессивных технологий и эффективных конструкций ведутся в творческом содружестве с научно-исследовательскими и проектно-конструкторскими организациями. □

этой дороги вызвано тем, что здесь проходил когда-то путь из Москвы в Варшаву — сначала на юг через Подольск, затем сворачивая на запад. В Варшавское шоссе были исключены улицы двух подмосковных сел — Верхних и Нижних Котлов, берущих начало от великокняжеского села Котлы, раскинувшегося еще в XIV в. на высоком холме вблизи впадения речки Котловки в Москву-реку. В декабре 1606 г. в окрестностях Котлов восставшие крестьяне под руководством «холопа» боярина Телятевского Ивана Болотникова героически сражались с войском

царя Вагилия Шуйского. В память об этом историческом событии и названа одна из улиц — Болотниковская. Много лет проработал в скромном рубленом доме в Верхних Котлах выдающийся русский художник Василий Васильевич Верещагин над картинами, посвященными героической эпопее русского народа в Отечественной войне 1812 года.

Южнее в Варшавское шоссе вливается улица Нагатинская, наименование которой присвоено и одной из вновь открывающихся станций метро. Древнее подмосковное село Нагати-

но известно с начала XIV в. и как село Ногатинское. Поэтому существуют два толкования происхождения этого названия: от возникновения села «на гати» и от древнерусской денежной единицы — ногата.

Примыкающая к трассе улица Нагорная (название — в соответствии с рельефом местности), ведя к кирпичному заводу Катуар, прежде именовалась Катуаровским шоссе. Нагорный же проезд — часть улицы Ленинской слободка. В 1930 г. тут вырос поселок имени В. И. Ленина. Большинство остальных — в зоне тяготения трассы —

проспектов и улиц новостроек 60-х годов, связаны с названиями богатых исторических событиями южных городов нашей страны (Севастопольский, Днепропетровская, Кировоградская, Сумская). Лишь некоторые являются переименованиями: Азовская улица вместо Болотниковского переулка, Чертановская вместо подмосковного села Чертаново, Балаклавский проспект — часть бывшего шоссе Кашира — Рублево.

Сотням тысяч москвичей, справившим новоселье на юге столицы, новый радиус метро облегчил и ускорил путь. □

ПРИМЕНЕНИЕ ОПАЛУБОЧНЫХ ТЕЛЕЖЕК ПРИ СООРУЖЕНИИ ОДНОСВОДЧАТЫХ СТАНЦИЙ

В. ПОНОМАРЕВ, А. ХОРУЖИЙ,
инженеры

Эстетический вид станционных конструкций зависит не только от качества проектной документации и архитектурных решений, но и от совершенства применяемого оборудования, квалификации работников и постоянного пооперационного контроля за выполнением технологических процессов.

Эти вопросы стали главными в поиске путей и резервов снижения стоимости и трудозатрат, увеличения производительности труда на начальном этапе строительства Минского метрополитена.

Первые практические шаги в этом направлении сделаны при сооружении монолитного свода платформенного участка станции «Парк Челюскинцев», расчлененного крупными элементами с продольными нишами и приподнятой верхней частью. В последней через определенные промежутки устроены круглые кессоны для монтажа люстр постоянного освещения.

Чтобы решить в комплексе проблему сооружения свода платформенного участка одновременно с архитектурным оформлением, Минскметрострой поставил перед Минским территориальным сектором СКТБ Главтоннельметростроя задачу создания универсальной передвижной металлической опалубки. При ее разработке основой послужила самоходная тележка ОТС-1, примененная на станции «Сходненская» в Москве, с приводом передвижения, порталными рамами и закрепленной на них силовой фермой с постоянным радиусом кривизны $R=11850$ мм. В каждом конкретном случае на силовую ферму устанавливались формирующие поверхности свода и архитектурных элементов, а также откидывающиеся закрылки и борта. Изменялась и высота порталных рам. Радиусы поверхности свода при сооружении станций Минского метрополитена колебались

в широких пределах 11850 ± 20000 мм.

Сложность архитектурного оформления конструкции «Парка Челюскинцев» — глубокие продольные ниши с поперечными ребрами высотой до 450 мм (рис. 1) — ограничивала диапазон отрыва и перемещения опалубки, а поперечные штрабы с изменяющейся высотой потребовали установки жестких кессонов и откидных бортов на боковой части опалубки и закрылках. Откидные борта являлись наиболее ответственными элементами, так как заходки стыковались по внутреннему углу граней штрабы. Борты предусматривалось изготавливать совместно с кессонами штрабы, что должно было обеспечить идентичность формирующей поверхности стыкующихся частей заходок, а наличие небольшого перекрытия в местах стыков обес-

печивало недопустимость подтеков и наплывов бетона.

Если вопрос бетонирования одного ребра ниши удалось решить конструктивно (предусмотрев съемные и откидывающиеся формирующие элементы), то бетонирование второго, препятствующего проходу опалубки, приходилось выполнять уже под сводом после окончания заходки и перемещения опалубки. Конечный результат этого технологического процесса — завершение строительства станции с отличным качеством внутренней отделки с полным архитектурным оформлением.

При сооружении станции «Институт Культуры» пришлось решать техническую задачу по созданию передвижной металлической опалубки для возведения монолитного свода со сборными железобетонными элементами. Несущий основную художественную нагрузку свод «прорезан» через определенные интервалы падугами, заполненными сборными железобетонными элементами. В связи с тем, что последние монтировались на несущие вуты конструкции (рис. 2), в опалубке были предусмотрены торцевые борта, устанавливающиеся по всему поперечному сечению с двух сторон формирующей ее части.

Если при бетонировании предыдущих сплошных сводов опалубка стыковалась с ранее забетонированными их частями, то в рассматриваемом случае заходки имели разрывы шириной 1,8 м. Требовалось получить

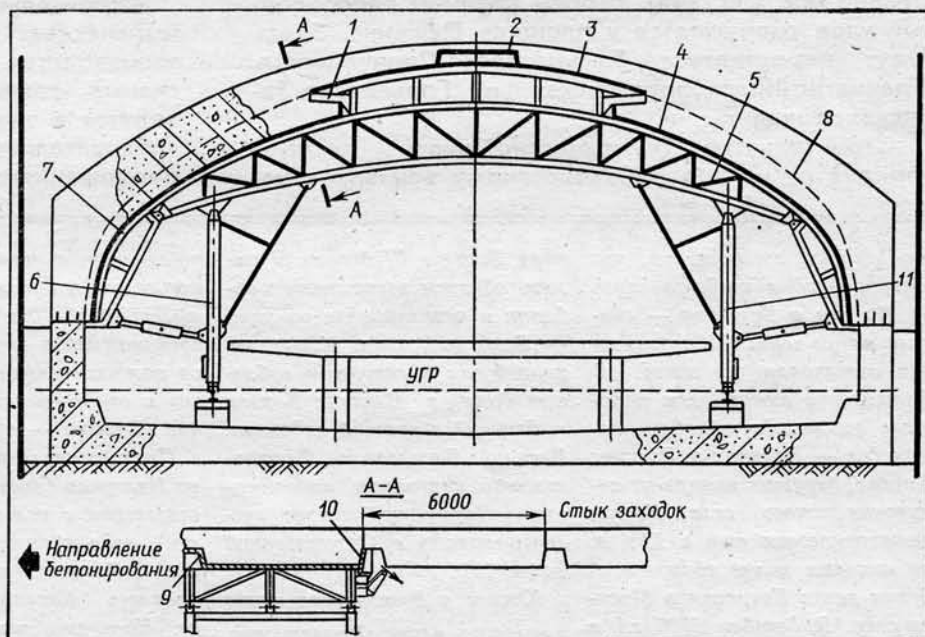


Рис. 1. Сооружение архитектурных элементов свода станции «Парк Челюскинцев»: 1 — ниша свода с ребрами; 2 — кессон съемный; 3, 4 — формирующие поверхности; 5 — силовая ферма; 6 — порталная рама; 7 — откидной закрылок; 8 — наружный контур штрабы; 9 — кессон штрабы; 10 — откидной борт; 11 — привод передвижения.

симметричные профили опорных частей свода на противоположных торцах его монолитного участка для укладки на них сборных железобетонных элементов. Так как станция «Институт Культуры» сооружалась в основном в зимний период, то дополнительно под формирующие поверхности опалубки устанавливалось устройство обогрева бетона, что позволило добиться высокого качества работ.

При возведении свода на «Площади Ленина» (рис. 3) совместно с бо-

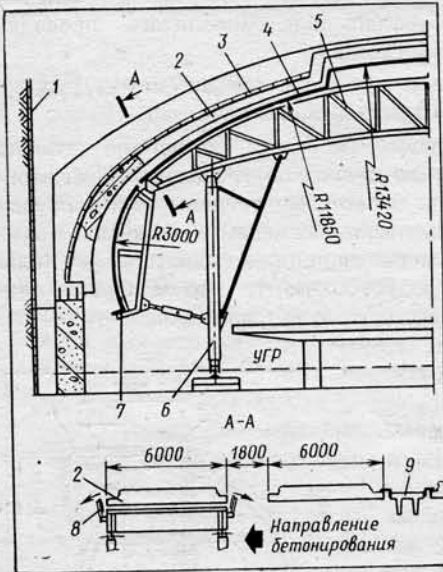


Рис. 2. Опалубка свода платформенного участка станции «Институт Культуры»: 1 — затяжка стены котлована; 2 — опорный элемент свода; 3 — плиты перекрытия; 4 — формирующая поверхность опалубки; 5 — силовая ферма; 6 — порталная рама; 7 — закрылок; 8 — борта; 9 — архитектурная плита.

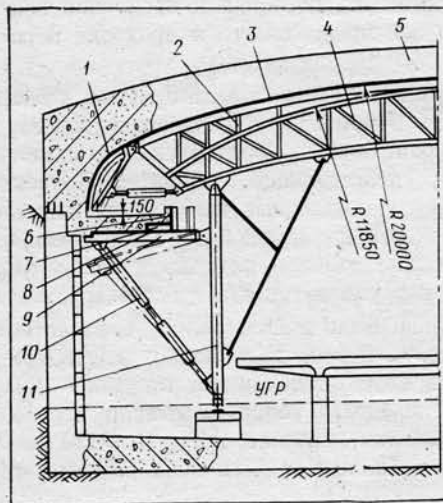


Рис. 3. Сооружение карниза и свода платформенного участка станции «Площадь Ленина»:

1 — закрылок; 2 — несущий каркас; 3 — формирующая поверхность; 4 — силовая ферма; 5 — свод; 6 — борт карниза; 7 — вставка; 8 — карниз; 9 — поддон карниза; 10 — фаркопф; 11 — порталная рама.

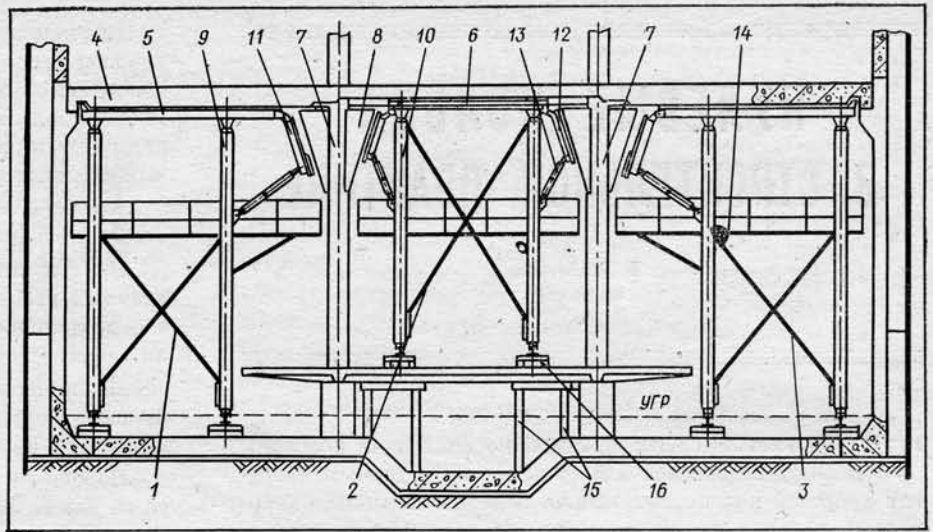


Рис. 4. Опалубка плиты перекрытия платформенного участка станции «Октябрьская»: 1, 2, 3 — опалубочные тележки; 4 — плита перекрытия; 5, 6 — формирующие плиты с архитектурными элементами; 7 — колонна; 8 — уширение колонны; 9, 10 — порталные рамы; 11, 12 — откидные закрылки; 14 — подмости; 15 — стойки усиления платформенной плиты; 16 — распределительные брусья.

ковыми надплатформенными карнизами в конструкции опалубки удалось решить вопрос подачи бетона непосредственно на формирующий поддон архитектурного карниза, предусмотрев проем под нижней частью закрылка. Архитектурные элементы карниза выполнялись установкой формирующих элементов на его поддоне при бетонировании. Формирующая поверхность свода $R=20000$ мм устанавливалась на базовую силовую ферму. Распалубка всей конструкции начиналась с раскрытия съемных элементов карниза, отрыва закрылков и опускания всей опалубки.

При создании трех передвижных металлических опалубок и технологии сооружения монолитного железобетонного перекрытия платформенного участка на станции «Октябрьская» сложность их разработки заключалась в том, что две идентичные опалубки устанавливались на лотке станционного пути, а средняя — на плитах перекрытия П-13, П-14 платформы. Без усиления же последней установка опалубки была бы невозможна. Колонны платформы, постепенно расширяясь в верхней части, переходят в свод перекрытия; архитектурные выступы на них требовали точной выставки всех трех опалубок. Чтобы уменьшить деформации стыков, формирующие поверхности опалубки крепились между собой. Такое решение обеспечивало практически гладкую поверхность в местах стыковки тележек. Препятствующие их перемещению колонны потребовали установки части формирующей поверхности на откидывающихся закрылках.

Для увеличения несущей способ-

ности П-13, П-14 снизу с лотка устанавливались деревянные рамы усиления (рис. 4), а на поверхности плиты раскладывались распределительные деревянные брусья, где монтировались шпалы с рельсами. В результате сохранена целостность плит и построено качественное железобетонное перекрытие.

Большой вклад в дело проектирования, изготовления и внедрения в производство передвижных металлических опалубок внесли конструкторы СКТБ А. Клемянич, Л. Климова, А. Ботян; главный инженер ТО № 1 Минскметрострой И. Бражников; механики И. Спиридонов, Н. Кондратьев, И. Моисеев и другие.

Опыт сооружения односводчатых станций и монолитных плит перекрытий одновременно с архитектурным оформлением при помощи передвижной металлической опалубки позволяет решать актуальные задачи по увеличению производительности труда, сокращению численности обслуживающего персонала, повышению культуры производства и безопасности труда. Применение универсальной металлической опалубки способствует значительной экономии лесоматериалов при создании средств подмащивания, уменьшает трудоемкость работ, улучшает качество и повышает эффективность строительства. Использование основных унифицированных узлов тележки — силовая ферма, порталные рамы с приводом, механизмы подъема — сокращает время проектирования новых опалубочных конструкций, а многократность использования этих элементов дает экономию металла до 20%. □

НУЛЕВЫЕ КОЛЬЦА В СТРОИТЕЛЬНОЙ ПРАКТИКЕ

В. ВОЛКОВ,
инженер

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ приемы, позволяющие повысить технику безопасности по устройству в горных массивах прорезей под первые кольца обделки выработки (прорезные кольца) и их монтажу, более 15 лет применяются в строительной практике коллектива СМУ № 5 Мосметростроя. Уже при сооружении второго (малого) наклонного хода на станции «Дзержинская» инженерно-техническими работниками СМУ было предложено вместо горного способа разрезки под первые кольца (т. е. устройства под них прорези в породе) установить их в готовой выработке, в промежуточном распределительном зале, подобно тому, как это делается при проходке наклонных ходов с поверхности, когда отрывается котлован и по всей его длине укладываются временные полукольца, а к ним на отметке начала сооружения смонтировать два первых постоянных замкнутых и полностью заглубленных в грунт кольца. Временные кольца надежно закреплялись в готовой выработке — расклинивались деревянными распорками по всему периметру. Под основание колец укладывался бетон.

Под защитой и посредством этих двух временных колец разрабатывался верх забоя на первую заходку наклонного хода с заводной досок кровли на тубинги первого нулевого кольца и в лунки лба забоя.

Последующие операции выполнялись в обычном порядке. С продвижением забоя нулевые кольца разбирались.

Выяснилось, что прием закладки нулевых колец можно применять для разрезки многих видов горных выработок, даже в случае, если основная выработка сечением меньше той, которую предстоит из нее выполнить.

Прежде всего сделали попытку выйти в руддвор шахты № 607 (Калининский радиус) прямо из ствола (рис. 1). Применили нулевые кольца, вернее, полукольца, поскольку сечение руддвора — подковообразное.

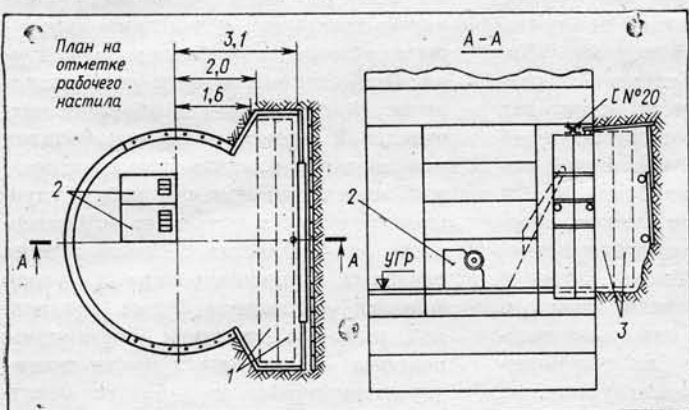


Рис. 1
1 — нулевые полукольца; 2 — монтажные лебедки; 3 — полукольца постоянной выработки.

Вначале из обделки ствола сняли те тубинги, где должны быть установлены опорные элементы полуколец, и под них подрабатывалась порода. Затем на рабочем настиле ствола и частично грунта собирались одновременно первое и второе нулевые полукольца, которые во избежание смещения расклинивались в тубинги ствола.

По мере их монтажа снимались тубинги обделки ствола и подрабатывалась порода с креплением.

Внутри готовых нулевых колец устраивался передвижной рабочий полук и разрабатывался грунт под первое постоянное полукольцо руддвора с креплением кровли забоя.

После проходки четырех-пяти полуколец обделки нулевые кольца разбирались и возобновлялась проходка выработки по обычной схеме.

Подобным способом пройдены первые метры руддвора на шахте № 901 Серпуховской линии.

Прогрессивный способ разрезки на первые кольца применили на выходе из подходной транспортной межтоннельной выработки на перегонные тоннели при сооружении ходков к сантехническим камерам и обходной выработки у натяжной камеры станции «Авиамоторная» Калининского радиуса. Следует отметить, что в первом случае метод нулевых колец получил дальнейшее развитие.

Ранее выработки, на которые предстояло разрезаться, были меньшего сечения, чем основные. Здесь же было наоборот. Поэтому, сняв тубинги в своде исходной обделки, подрабатывали породу как над сводом, так и в лотке, вначале на одно кольцо, затем на второе (рис. 2). Причем, в первую очередь удалялись лишь те тубинги подходной выработки, которые мешали возводить нулевые кольца. Смонтировав их, перебирали крепление подходной выработки по оси предстоящего к проходке перегонного тоннеля.

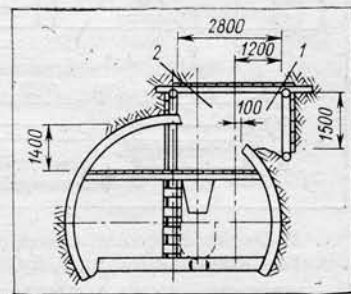


Рис. 2
1 — выработка над исходным тоннелем; 2 — нулевое кольцо.

Дальнейшее совершенствование способ нулевых колец получил при рассечках и проходке подходных выработок к станции «Боровицкая» Серпуховской линии. Учитывая наличие действующей Арбатско-Покровской линии, руддвор и подходные выработки шахты получили в проекте очертание ломаной и представляли собой отдельные короткие тоннели подковообразного сечения, примыкающие под углом торцами один к другому.

Здесь нулевое кольцо было использовано в качестве оснастки при рассечке на первое полукольцо подходной выработки в сторону правого станционного тоннеля. Оно служило опорой для переднего конца лонгарин кровли забоя подходной выработки, сечение которой было немного больше нулевого кольца и несколько смещено в сторону.

В качестве основного способ нулевых колец (здесь — полуколец) применен при рассечке на передовую выработку (пилот-туннель подковообразного сечения) по оси правого станционного тоннеля. В этом случае из исходной подковообразного сечения выработки вышли на основную, того же сечения (рис. 3.)

Опыт применения нулевых колец показал, что предлагаемый способ позволяет значительно повысить безопас-

НОВАЯ ТЕХНИКА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК

Х. АБРАМСОН, С. МАРШАК,
кандидаты техн. наук

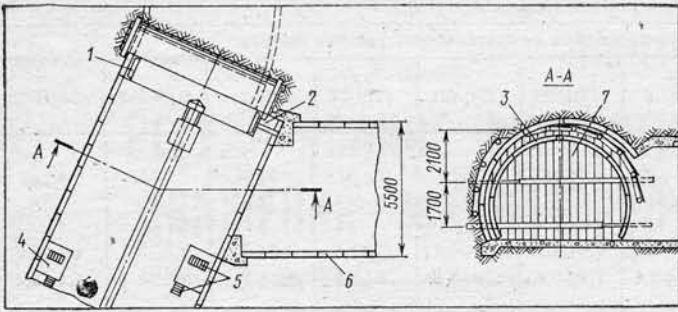
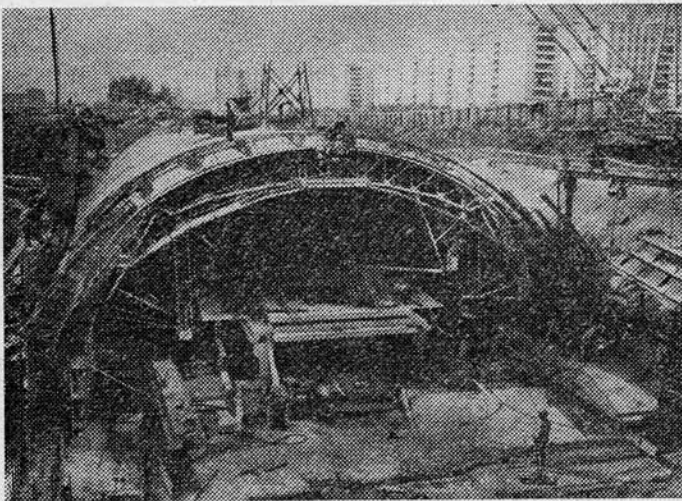


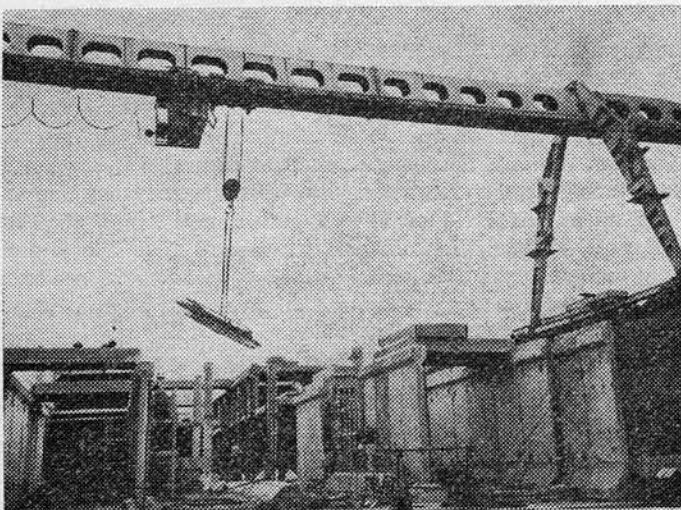
Рис. 3
1, 3 — нулевое полукольцо; 2 — распорки; 4, 5 — монтажные лебедки; 6 — постоянная обделка подходной выработки; 7 — крепление лба забоя.

ность работ (они выполняются в готовой выработке) и сократить расход лесоматериалов (12—16 м³ против 60—80 м³ по проекту). Правда, осуществим он лишь в сравнительно благоприятных гидрогеологических условиях на обделке из чугунных тубингов московского (D=6 м) или ленинградского (D=5,49 м) заводов.

НА СТРОЯЩЕМСЯ ЗАМОСКВОРЕЦКОМ



Сооружение свода «Красногвардейской» при помощи опалубочной передвижной тележки.



Строительная площадка «Домодедовской».

ИНСТИТУТ ЦНИИподземмаш совместно с машиностроительными заводами Минуглепрома СССР и Минтяжмаша разработал за последние годы значительное число новых образцов проходческой техники для проведения горных выработок.

Новая проходческая техника создана для проведения горизонтальных и наклонных горных выработок, сооружения вертикальных шахтных стволов и строительства тоннельных объектов на угольных шахтах, рудниках цветной и черной металлургии, добыче горнохимического сырья и др.

Проходческие комплексы и комбайны, бурильные установки, погрузочные машины и щиты предназначены для комбайнового и буровзрывного способов работ.

В настоящее время серийно выпускается 8 типов проходческих комбайнов. В их числе ПК-Зр, 4ПУ, ГПКС, 4ПП-2 и комбайновый комплекс КН-5 «Кузбасс». ГПКС является базовой машиной семейства комбайнов, в которое входят ГПКСВ для проведения восстающих выработок, ГПКСН — наклонных сверху вниз выработок и ГПКСП, оснащенный специальным перегружателем. Опытные и экспериментальные образцы конструкций тяжелого типа ГПК-2, 4ПП-5, 4ПП-2м, 4ПП-2щ и советско-английский комбайн ПК-200 находятся на разных стадиях шахтных испытаний и должны быть подготовлены для серийного выпуска в ближайшее время. Готовится к выпуску новый комбайн КП-1 легкого типа.

Основные технические параметры этих комбайнов приводятся в табл. 1; общий вид агрегатов ГПК-2 и 4ПП-5 — на рис. 1 и 2.

В практике тоннельного строительства в последние годы все более широкое применение находят комбайны со стреловидным рабочим органом.

На Московском метрострое успешно используются комбайны ГПКС, с помощью которых на ряде объектов осуществлено проведение подходов выработок и пилотштолен в стационарных туннелях. Особенно эффективно они применяются в зонах ограничения буровзрывных работ.

Внедрение комбайна 4ПП-2 показало возможность разрабатывать забой перегонного туннеля. Образец этого типа с удлиненной стрелой может полностью обработать забой перегонного туннеля диаметром 5,6 м.

Новые комбайны ГПК-2, 4ПП-5 (и особенно ПК-200) позволяют сооружать туннели поперечным сечением до 35 м² и разрабатывать горные породы крепостью до $f=7...8$ по шкале проф. М. М. Протодяконова.

Зарубежная практика тоннелестроения дает ряд примеров успешного использования комбайнов со стреловидным рабочим органом при сооружении туннелей больших габаритов. Новые комбайны тяжелого типа позволят решить эту задачу в практике отечественного тоннелестрое-

Показатели	Проходческие комбайны со стреловидным рабочим органом									
	4 ПУ	ПК-3р	ГПКС	ГПКСВ	ГПКСН	ГПКСП	ГПК-2*	4ПП-2	4ПП-2м*	4ПП-5*
Площадь поперечного сечения выработки в проходке S , м ²	4÷8,2	5,3÷12	4,7÷15	4,7÷15	4,7÷15	4,7÷15	10÷30	9÷25	9÷25	14÷35
Угол наклона выработки, град.	±10	±10	±10	±20	-25	±10	±10	±10	±10	±10
Размеры выработки, м										
ширина	2,6÷3,3	2,8÷4	2,6÷4,7	2,6÷4,7	2,6÷4,7	2,6÷4,7	3,7÷7,5	3,6÷6	4,2÷5,6	4,2÷6,5
высота	1,5÷2,8	2,1÷3,2	1,8÷3,6	1,8÷3,6	1,8÷3,6	1,8÷3,6	3÷5,5	2,6÷4	3,2÷4	3,4÷5,4
Крепость пород по шкале М. М. Протодяконова	4	4	4	5	5	5	6	6	6	6
Абразивность пород, мг,	5	5	10	15	15	15	18	15	15	15
Техническая производительность, м ³ /мин, т/мин	до 1,2	до 1,4	до 1,8	до 1,8	до 1,8	до 1,8	до 0,4	до 0,4	не менее 0,25	не менее 0,6
Установленная мощность двигателей W , кВт	94	115,5	142	95	95	103	187	194	230	330
Мощность привода исполнительного органа $W_{но}$, кВт	32	30	55	55	55	55	110	105	105	200
То же на единицу площади забоя, кВт/м ²	8÷3,9	5,6÷2,5	11,7÷3,6	11,7÷3,6	11,7÷3,6	11,7÷3,6	11÷3,6	11,7÷4,2	8,3÷5,8	14,3÷5,7
Габариты комбайна, м										
ширина	1,25	1,47	1,6	1,6	1,6	1,6	2,4	2,45	2,45	2,5
высота	1,3	1,74	1,5	1,5	1,5	1,5	1,65	2	2,2	2,2
длина	5,9	6,57	10	10	10	10	13	9,1	9,1	14,63
Масса комбайна P , т	10,7	12,5	19	20	20	19	45	38	42	75
Масса комбайна на единицу площади забоя P/S , т/м ²	2,7÷1,3	2,3÷1	3,8÷1,2	4,3÷1,3	4÷1,3	4,8÷1,6	4÷1,3	4,2÷1,5	3,3÷2,3	5,4÷2,1
Удельная мощность, кВт/т	8,8	9,3	7,9	4,8	4,8	5,4	3,9	5,1	5,5	4,4

* опытные образцы, находящиеся на шахтных испытаниях.

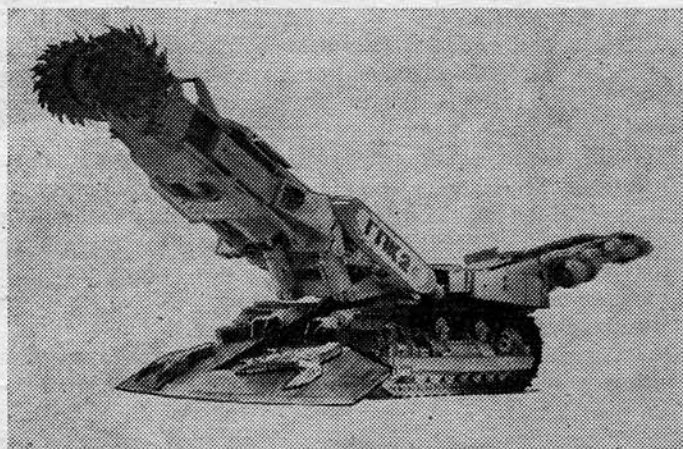


Рис. 1.

ния. Они выпускаются Копейским машиностроительным заводом им. С. М. Кирова и Ясиноватским машиностроительным заводом.

На базе комбайнов со стреловидным рабочим органом институтами ЦНИИподземмаш и ИГД им. А. А. Скочинского совместно с СКБ машиностроительных заводов созданы варианты проходческих комплексов, в которых, кроме оборудования для разработки забоя, погрузки и перегрузки горной массы предусмотрено оборудование для возведения анкерной либо арочной крепи с механизацией доставки ее элементов в забой.

Для проведения буровзрывным способом горизонтальных и слабо наклонных горных выработок сечением свыше 15 м² создан и испытан при проходке штрека на шахте «Черкасская» (Производственного объединения «Ворошиловградуголь») комплекс КГВ-2. Он включает специально сконструированную двухшпиндельную гусеничную бурильную установку 2БУА-3, серийную буропгру-

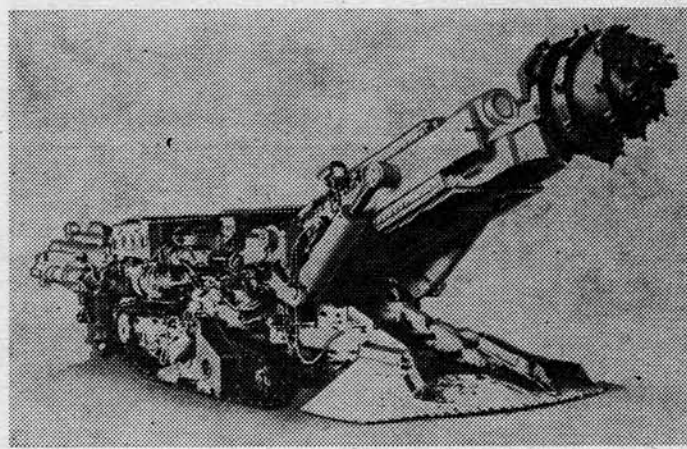


Рис. 2.

зочную машину 2ПНВ-26, перегружатель УПЛ-2м и крепеустановщик КУ-1 оригинальной конструкции на гусеничной ходовой части. Он осуществляет разгрузку элементов металлических арок с транспортных средств на стеллаж-накопитель, погрузку элементов крепи со стеллажа на монтажную площадку крепеустановщика, доставку элементов крепи собственным гусеничным ходом в призабойную зону и, наконец, монтаж металлической арки. Испытания подтвердили работоспособность и эффективность комплекса в целом и особенно бурильной установки и самоходного крепеустановщика КУ-1.

Для проведения наклонных выработок сечением 12—22 м² в свету (угол наклона до —25°) с использованием буровзрывных работ институтами ЦНИИподземмаш и КузНИИшахтострой сконструирован, а Скуратовским экспериментальным заводом ЦНИИподземмаша изготовлен проходческий комплекс «Сибирь». Он представляет собой конструкцию, в которой на единой, смонтированной на ко-

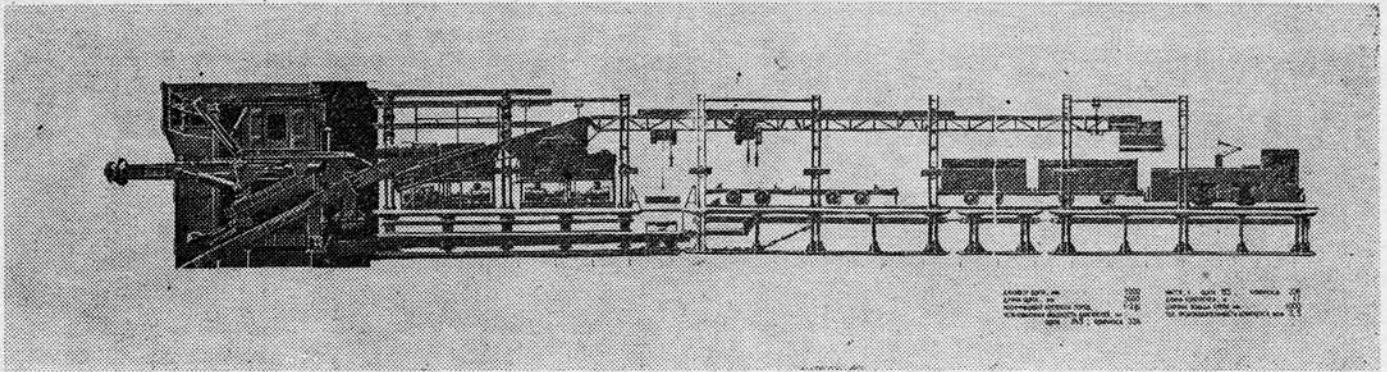


Рис. 3.

лесном ходу раме по бокам находятся две бурильные установки, два ковшовых погрузчика с боковой разгрузкой на центрально расположенный конвейер. Передвигающийся по направляющим крепеустановщик доставляет к забою элементы металлических арок и участвует в их монтаже. Для спуска комплекса в забой и подъема его в момент взрывных работ используют лебедку, монтируемую на верхнем горизонте либо на поверхности в случае проходки наклонного ствола.

На строительстве шахты «Никулинская» в Подмосковном угольном бассейне проводятся испытания механизированного проходческого щитового комплекса КЩ-5,2Б (рис. 3). Предназначенный для проведения капитальных выработок круглой формы диаметром в свету 4,7 м он включает в себя механизированный щит диаметром 5,2 м и технологические платформы, движущиеся вслед за щитом. Исполнительный орган агрегата, заимствованный с угольного проходческого комбайна, представляет собой резовую коронку, вращающуюся на поворотной рукояти. Питатель оснащен парными нагребающими лапами, подающими горную массу на центрально расположенный скребковый конвейер. Передвижение щита осуществляется гидравлическими домкратами, смонтированными в его оболочке. Для возведения постоянной железобетонной блочной крепи предусмотрен блокоукладчик кольцевого типа с цевочным зацеплением. Вспомогательное оборудование, размещенное на технологических платформах, включает рольганг для транспортирования блоков, ленточный перегружатель, систему пылеотсоса, блоковозки, установку забойного водопонижения, буровой станок для разведочного опережающего бурения. В комплекс входят также растворонагнетатель для тампонажа заобделочного пространства цементно-песчаным раствором и лазерная установка для контроля положения щита при его передвижении. Для работы в зоне обводненных пород под сжатым воздухом предусмотрено шлюзовое устройство.

Основные технические параметры щитового комплекса типа КЩ-5,2Б:

диаметр щита, м	5,2
диаметр сооружаемой выработки в свету, м	4,7
крепость разрушаемых пород	до $f=6$
эксплуатационная производительность комплекса, м/смену	3—5
ширина кольца крепи, м	1
длина комплекса, м	47
суммарная установленная мощность электродвигателей, кВт	424
масса комплекса, т	206

Щитовой комплекс аналогичной конструкции успешно работает в Москве на сооружении коллекторного тоннеля.

Современная техника шпурового бурения при проведении горных выработок развивается в направлении созда-

ния специальных установок, оснащенных манипуляторами, на которых размещены бурильные машины. Мощные бурильные установки вращательного и ударно-вращательного действия позволяют ускорить и облегчить одну из наиболее трудоемких операций на проходческих работах — бурение шпуров.

Основные технические параметры отечественных бурильных установок, применяемых в угольной промышленности и создаваемых вновь, приведены в табл. 2. Для угольной промышленности в настоящее время серийно выпускаются электрические бурильные установки БУЭ-1м, БУА-3с, БКГ-2 и пневматические БУ-1, БУР-2 и СБУ-2м.

БУЭ-1м (рис. 4) выполняется на рельсовом ходу с вращательной или вращательно-ударной бурильной головкой. Первые могут применяться в породах слабых и средней крепости (до $f=8$), где эффективно вращательное бурение; вторые — в крепких породах (до $f=16$), так как могут работать во вращательном и вращательно-ударном режимах.

Манипуляторы установок — стреловые, универсальные, с 7 степенями свободы, — обеспечивающие бурение практически в любом направлении.

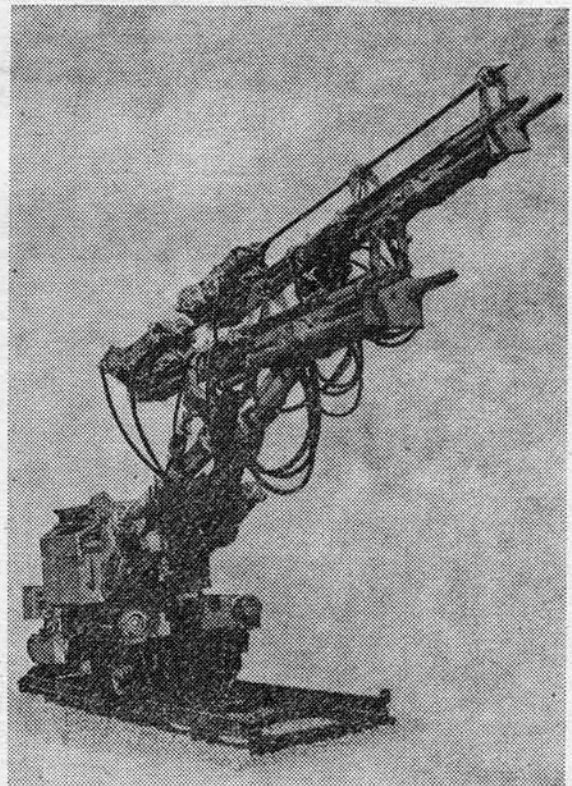


Рис. 4.

Таблица 2

Показатели	Новогорловский машзавод			Копейский машзавод			Кузнецкий машзавод						Скратовский экспериментальный завод
	БУЭ-1м	БУЭ-3	БУЭ-3г	БУА-3с	БУ-1	БУР-2	СБУ-2М	ИБУ-1	ИБУР-2	ИСБУ-2	БКГ-2	УБГ-1р	
Область применения													
Площадь сечения выработки в проходке, м ²	8-12	12-22	15-25	10-18	8-14	10-20	10-22	8-14	20-20	10-22	9-22	7-16	
Размеры забоя, обрушиваемого в одной позиции, м ширина высота	3,3 2,8	4,5 3,6	5 4,7	3,7 3,4	4,7 3,5	5,5 3,6	5,5 4,9	3,3 2,5	4,5 3,6	4,65 2,65	5,5 4,5	4,9 3,5	
Крепость пород по Протодьяконову, наибольшая по бурению, f	8	16	8	16	8	16	5-16	5-16	5-16	5-16	16		
Допустимый угол наклона выработки, град.	0	0	10	8	0	0	15	0	0	15	0	0	0 и 35
Техническая характеристика													
Техническая производительность, шт/смену	135	215	215	170	170	108	108	65	нет данных	нет данных	294 вр. 214 в р.-уд.		
Количество бурильных машин, шт.	1	2	2	1	1	2	2	1	2	2	2	2	1
Способ бурения	вращ. удар.	вращ. и вращ.-удар.	вращ. и вращ.-удар.	вращ.	вращ.	вращ.	вращательно-ударный	вращ.-и вращ.-удар.	вращ.-и вращ.-удар.	вращ.-и вращ.-удар.	вращ.-и вращ.-удар.	вращ.-и вращ.-удар.	электр. гидр.
Вид подводимой энергии	электрическая												пневматическая
Тип механизма передвижения	рельс.	рельс.	гусеничн.	гусеничн.	рельс.	рельс.	гусеничн.	рельс.	рельс.	гусеничн.	рельс.	рельс.	рельс.
Глубина бурения, м	3	3	3	2,5	2,75	2,75	2,75	2,7	или 3,3	3,3	2,8		
Мощность двигателей, установленных на бурильной установке, кВт	15	30	40	24,5	7,5	18	23	15	25	30	40	30	
Мощность на вращающемся, кВт	10	7	10	7	10	7	10	4,8-5,6	5,6-8				
Энерговооруженность на единицу площади, кВт/м ²	1,9-1,25	2,5-1,35	2,7-1,6	2,45-1,35	0,95-0,54	1,8-0,9	2,3-1,65	1,9-1,1	2,5-1,25	3-1,95	4,4-1,7	4,25-2,5	вращ. 0-20 вр.-уд. 16-20
Масса установки, т	5,4	5,6	9,5	9,8	13,4	13,7	5,4	2	4,3	6,3	4,65	8,8	7,3
Удельная энерговооруженность, кВт/т	2,8	2,7	3,2	3,1	3	2,9	4,5	3,75	4,1	3,6	2,7	3,4	4,1
Основные размеры установки в транспортном положении, м ширина высота длина	0,85-1,15 1,2 9	1,35 1,6 8,6	1,75 1,95 10,2	1,45 1,4 7,1	1,1 1,5 6,5	1,35 1,6 7	2 2 7,5	0,85-1,08 1,5 8,7	1,35 1,5 8,7	2 1,8 9,1	1,6 1,4 6,8	0,85-1,05 1,5 9,3	серийн. 1983 г.-опытные образцы
Стадия освоения	серийн.	1983 г.-установ. партия	1983 г.-опытная партия	серийн.	серийн.	серийн.	серийн.	серийн.	серийн.	серийн.	серийн.	серийн.	1983 г.-эксп. образец

БУА-3с на гусеничном ходу, с одной бурильной машиной вращательного действия предназначены для слабых сланцевых пород. Бурильная головка оснащена высокоскоростным вращателем с электрическим приводом.

Бурильные установки БКГ-2 выпускаются на колесно-рельсовом ходу, с двумя бурильными машинами, которые могут работать во вращательном и вращательно-ударном режимах. Привод бурильных головок — гидравлический.

Установки БУ-1 и БУР-2 на колесно-рельсовом ходу, а также СБУ-2м на гусеничном имеют пневматический привод и вращательно-ударные бурильные головки. БУ-1 — самоходная. Ее перемещают в выработку на прицепе к электровозу или погрузочной машине. Установки БУР-2 имеют гидравлический, а СБУ-2м — пневматический привод ходовой части и могут передвигаться самоходом.

Разрабатывается ряд унифицированных установок для бурения шпуров по забой и под анкерную крепь в горных выработках сечением 7—20 м² с углом наклона до 35° для пород крепостью $f=4-16$. Эти мощные высокоавтоматизированные бурильные установки типа УБГ создаются по агрегатному принципу и компонуются из отдельных унифицированных узлов и агрегатов. Экспериментальный образец базовой модели ряда унифицированных бурильных установок — бурильной установки УБГ-1 изготовлен Скуратовским экспериментальным заводом института ЦНИИподземмаш. УБГ (табл. 2) смогут работать по заложенной в них программе, и вмещательство бурильщика потребуются только в случаях каких-либо отклонений от нее.

Перечисленные выше установки могут найти достаточно широкое применение в практике строительства метрополитенов и различных транспортных тоннелей.

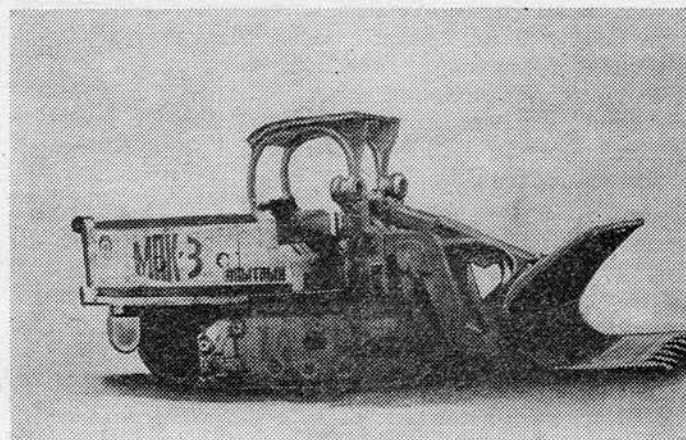


Рис. 5.

Для погрузки горной массы при проведении горных выработок применяются два типа погрузочных машин: периодического действия ковшовые прямой и ступенчатой погрузки (тип ППН) и непрерывной погрузки с нагребающими лапами (ПНБ). В табл. 3 приводятся основные технические параметры серийно выпускаемых погрузочных машин. Эти машины, за исключением 1ПНБ-2, 1ПНБ-2у, 2ПНБ-2 и 2ПНБ-2у, широко применяются в тоннелестроении. Между тем погрузочные машины класса ПНБ более производительны, не требуют дорогостоящей пневматической энергии и имеют более высокие эргономические параметры.

Зарубежный опыт применения погрузочных машин с боковой разгрузкой ковша показал, что они обладают преимуществами в эксплуатации, обеспечивая, помимо по-

Таблица 3

Показатели	Тип машины										
	ковшовые, прямой погрузки			ковшовые, ступенчатой погрузки			непрерывной погрузки с нагребающими лапами				
	ППН-1 с	ППН-2 г	ППН-3	1 ППН-5а (ППМ-4а)	1 ППН-5б (ППМ-4б)	1 ППН-5у (ППМ-4у)	1 ПНБ-2	1 ПНБ-2у	2 ПНБ-2	2 ПНБ-2у	ПНБ-3д
Наименьшая площадь сечения выработки, где может применяться машина, м ²	6	7	7,5	6,5	6,5	6,5	6	6	6	10,6	9
Наименьшие габариты выработки, м											
ширина	2,15	2,35	2,5	2,3	2,3	2,3	2,5	2,5	2,5	3,7	3,7
высота	2,35	2,45	2,9	2,35	2,35	2,35	1,8	1,8	1,8	3,2	2,5
Угол наклона выработки (наибольший), где может работать машина, град.	±3	±10	±3	±3	±3	+3—18	±10	+10 —18	±10	+10 —18	±10
Крепость погружаемой породы (наибольшая) по шкале Протодьяконова	16	16	16	14	14	14	6	6	12	12	16
Фронт погрузки, м	2,2	неограниченный	3	4	4	4	неограниченный				
Емкость ковша, м ³	0,2	0,32	0,5	0,32	0,32	0,32	—	—	—	—	—
Наибольший размер (в ребре) погружаемого куска горной массы, мм	300	400	600	400	400	400	400	400	500	500	600
Тип ходовой части	колесно-рельсовый	гусеничный	колесно-рельсовый	колесно-рельсовый			гусеничный				
Техническая производительность, м ³ /мин	1	1	1,6	1,25	1,25	1,25	2,2	(0°...8°) 2,2 (8°...18°) 1,25	2,5	(0°...8°) 2,5 (8°...18°) 1,25	4
Суммарная мощность двигателей, установленных на машине, кВт (л. с.)	(24)	(76)	(52)	21,5	(45)	21,5	31	31	70	70	134
Габариты машины, мм											
ширина	1250	1350	1400	1340	1400	1540	1620	1800	1800	1800	2500
высота	2050	2350	2800	2150	2150	2000	1250	1350	1450	1450	1900
длина	2250	2550	3200	7435	7435	7650	7100	7100	8000	7800	9000
Масса машины, т	3,5	5	7	9	9	10	6,75	7,3	11,65	12	18

Ю. А. Лиманову — 80 лет



ная часть которых — его прямые воспитанники.

Свои исследования в области метроостроения Ю. А. Лиманов направил на решение многих вопросов сохранения наземных сооружений при проходческих работах. Созданная им теория вошла в практику тоннельного и горного дела.

Впервые им разработан применительно к метро- и тоннелестроению метод моделирования с применением эквивалентных материалов. В созданной профессором с помощью Ленметростроя лаборатории моделирования тоннелей изыскиваются оптимальные варианты конструкций.

Результатом проведения совместных с Ленметростроем и Ленметрогипротрансом работ явились такие новые типы станций метрополитена в Ленинграде, как конструкции без боковых посадочных платформ («Парк Победы» и др.), с шарнирным опиранием колонн («Приморская» и др.) и односводчатые («Площадь Мужества» и др.).

За полвека научно-педагогической деятельности Юрия Андреевича подготовил сотни молодых специалистов, 30 его аспирантов успешно защитили кандидатские диссертации.

Научная деятельность Ю. А. Лиманова получила широкое признание зарубежных специалистов. Он — участник научных конференций в Будапеште (ВНР) и Вроцлаве (ПНР). Профессором прочитаны лекции в Политехническом институте Будапешта (ВНР), Транспортной Высшей школе в Жилино (ЧССР), Пражском политехническом институте...

Редакция присоединяется к поздравлениям научно-технической общественности и желает своему постоянному автору крепкого здоровья и дальнейших творческих успехов.

Заслуженный деятель науки и техники РСФСР, доктор технических наук, профессор кафедры «Тоннели и метрополитены» ЛИИЖТа, известный советский ученый Юрий Андреевич Лиманов — один из создателей советской школы отечественного метроостроения.

В начальный период своей научной деятельности с 1933 г. Ю. А. Лиманов одновременно с чтением лекций на первой в Советском Союзе кафедре «Тоннели» ЛИИЖТа плодотворно работал в Ленинградском отделении Гипротранса (ныне Ленгипротранс), став автором ряда проектов мостов и тоннелей, в том числе первого в нашей стране подводного автомобильного тоннеля под морским каналом в Ленинграде.

В годы Великой Отечественной войны Ю. А. Лиманов проектировал и строил в осажденном Ленинграде оборонительные и транспортные сооружения. Среди них — легендарная «Дорога жизни», проложенная по льду Ладожского озера, и два временных моста через Неву.

Когда возобновилось строительство Ленинградского метрополитена, Юрий Андреевич неизменно принимает в нем самое активное участие, крепя тесный творческий контакт между тоннельщиками ЛИИЖТа и Ленметростроя, значитель-

грузки, механизацию доставки материалов в призабойной зоне, оборку боков, кровли и забоя, подъем и удержание верхняков крепи, окучивание породного навала и т. д. Машина хорошо зарекомендовала себя и как погрузочно-доставочная, при отработке технологических отходов, проведении коротких выработок и камер, т. е. имеет многоцелевое назначение.

В 1982 г. Копейским машиностроительным заводом и институтом ЦНИИподземмаш созданы опытные образцы погрузочной машины с боковой разгрузкой ковша (МПК-3), которые успешно прошли промышленные испытания на шахтах Донбасса — № 3 ШСУ «Холодная балка» и имени газеты «Социалистический Донбасс».

Машина МПК-3 (рис. 5) предназначена для погрузки горной массы в вагонетки, на конвейер и другие транспортные средства при проведении выработок с углом наклона $\pm 10^\circ$.

Машина оснащена ковшами емкостью 0,6 и 1 м³. В зависимости от принятого типа забойного транспорта и емкости она может работать в выработках с минимальным сечением в свету от 6,4 до 14,4 м².

Основные технические параметры МПК-3:

производительность, м ³ /мин	2,4
максимальный размер погружаемого куска породы (в ребре), м	0,8
суммарная мощность электродвигателей, кВт	55
габариты машины, мм:	
длина	5000
ширина по гусеницам	1420
высота с защитным козырьком	2200
то же, без защитного козырька	1500
масса, кг	10200

Применяемая и особенно вновь создаваемая для механизации горнопроходческих работ в угольной промышленности горнопроходческая техника может и должна найти применение при сооружении перегонных и станционных тоннелей, а также подходов выработок в метроостроении, при строительстве автодорожных, железнодорожных и гидротехнических тоннелей.

Это относится в первую очередь к тяжелым проходческим комбайнам 4ПП-5 и ГПК-2, бурильным установкам типа УБГ, а также машинам МПК-3 с боковой разгрузкой ковша. □



Проходческая бригада коллектива строителей Свердловского метрополитена. На снимке (слева направо): Б. Хайрутдинов — бригадир, Ю. Упоров, А. Кауров, В. Мокренко, В. Попов.

ПУТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СПОСОБА ЗАМОРАЖИВАНИЯ ВОДОНАСЫЩЕННЫХ ГРУНТОВ

В. ЯКОВЛЕВ,
инженер

ЗАМОРАЖИВАНИЕ грунтов при проходке эскалаторных тоннелей осуществляют следующими основными способами: наклонными колонками, расположенными вдоль продольной оси сооружаемого тоннеля; образованием сплошного ледогрунтового цилиндра; комбинированным — вертикальными и наклонными замораживающими колонками.

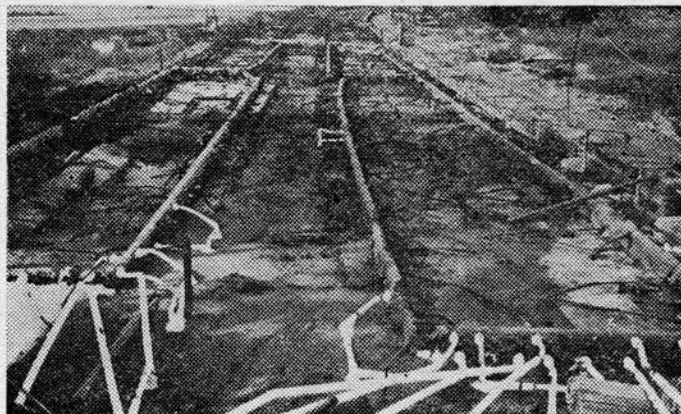
Определяющим фактором в выборе того или иного метода является стоимость бурения скважин и монтажа замораживающих колонок.

Сравнительный анализ показывает, что применяемый на строительстве метрополитенов способ замораживания грунтов наклонными замораживающими колонками наиболее прогрессивен и отвечает современным требованиям. При этом способе в сопоставлении с другими значительно сокращаются объемы буровых и монтажных работ. Уменьшается также объем закрепленного грунта на единицу длины сооружаемой выработки, а следовательно, снижаются затраты на производство холода. Так пройдены в короткие сроки и с хорошим качеством эскалаторные тоннели станций «Тургеневская», «Колхозная» и «Пушкинская» Московского метрополитена, а также «Политехническая», «Лесная», «Выборгская» в Ленинграде и другие.

В последние годы для бурения наклонных замораживающих скважин в метростроении применяются усовершенствованные техника и технология, позволяющие осуществлять закрепление грунтов, не нарушая нормальной жизни города. Успешно используется буровая установка ТУНБ-150, выпускаемая Барнаульским заводом геологоразведочного оборудования. Она предназначена для бурения наклонных скважин начальным диаметром 300 мм, конечным — 151 мм под углом 25—80° к горизонту. Преимущество применяемой технологии — для бурения скважин вместо штанг используют насосно-компрессорные трубы, которые по окончании работ оставляют в качестве замораживающих. Однако в процессе бурения наклонных скважин в зависимости от его режима и от проходных грунтов заданное направление не всегда сохраняется (это происходит при пересечении пластов различной твердости, залегающих под углом, а также при проходке водоносных песчаных грунтов, когда скважины во многих случаях отклоняются в сторону кручения бурильных труб, и т. д.).

При сооружении наклонных выработок способом замораживания пересекаемые ими грунты обычно закрепляют на полную глубину. Это вынужденная мера. Гораздо целесообразнее осуществлять замораживание грунтов из забоя (локальное замораживание) на тех участках, где это требуется. При рассольном способе выполнить этот процесс затруднительно; при замораживании грунтов жидким азотом с земной поверхности велики бесполезные затраты холода. Локальный же способ имеет значительные технико-экономические преимущества.

Ледогрунтовой ограждение будущего наклонного тоннеля создают непосредственно из забоя выработки. Предлагаем методику расчета и проектирования этого варианта работ.



Участок замораживания перегонных тоннелей «Ленино» — «Орехово» Замоскворецкого радиуса.

Полную длину заходки локального замораживания грунтов жидким азотом из забоя (рис. 1) следует определять по формуле:

$$L = l_{ц1} + l_3 + l_{ц2}, \quad (1)$$

где $l_{ц1}$ — толщина предохранительного целика из грунта, м;
 l_3 — длина участка замораживаемых водоносных грунтов, м;
 $l_{ц2}$ — величина заглубления замораживающих колонок в водоупорный прослой, м.

Значение $l_{ц1}$ следует принимать в пределах 1 м (в зависимости от величины заходки). Однако при большом гидростатическом давлении в водоносных грунтах ее нужно рассчитывать по формуле:

$$l_{ц1} = \frac{P_0 D}{4(\sigma_{ск})}, \quad (2)$$

где P_0 — гидростатическое давление прослоя водонасыщенных грунтов, м;

D — диаметр наклонной выработки в проходке, м;

$(\sigma_{ск})$ — допускаемое напряжение скалывания грунтов (из таблиц), т/м².

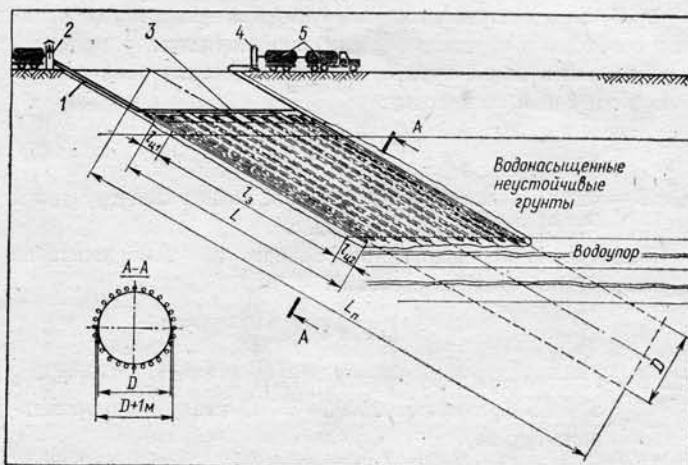


Рис. 1

1 — обратный трубопровод; 2 — сброс газообразного азота; 3 — распределительный коллектор; 4 — отделитель газа; 5 — емкость для жидкого азота.

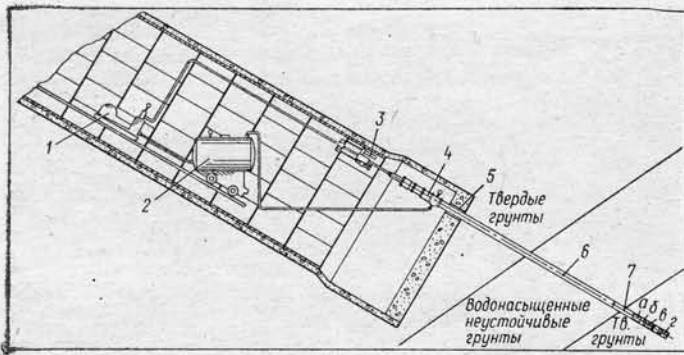


Рис. 2

1 — насос НГР-250/50; 2 — отстойник глинистого раствора; 3 — буровой станок полуавтомат НКР-100мви; 4 — устьевая оснастка ОНС-25; 5 — кондуктор; 6 — бурильные штанги; 7 — буровой снаряд-колонка: а — трубы; б — забойник; в — обратный клапан; з — шарошечное долото.

Заглубление наклонных замораживающих скважин в водоупорные грунты $I_{п2}$ следует осуществлять в пределах 2,5—3 м по наклону. Толщину ледогрунтового ограждения в зависимости от длины заходки замораживания возможно принимать $E=0,5-1$ м. С учетом I_2 и E определяют расстояния между скважинами. Оно должно быть $l=0,5-0,8$ м.

Необходимое количество замораживающих скважин следует рассчитывать по формуле:

$$n = \frac{\pi D_1}{l}, \quad (3)$$

где D_1 — диаметр окружности расположения замораживающих скважин в забое, м;

l — расстояние между ними, м.

Скважинам следует придавать zenithный угол наклона по отношению к оси выработки. При этом важно учитывать затраты на их бурение, его сроки (одни из главнейших факторов), а также время замораживания грунтов.

Угол наклона замораживающих скважин к оси выработки должен быть:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{E - a(D_1 - D)}{L}, \quad (4)$$

где a — расстояние устья замораживающих скважин от границы стены наклонного тоннеля.

Требуемое количество жидкого азота и время замораживания необходимо определять следующим порядком.

Установить объем грунта, который подлежит замораживанию в одну полную заходку:

$$V = F \cdot L, \quad (5)$$

где F — площадь поперечного сечения кольца ледогрунтовой стены наклонного тоннеля, m^2 .

Расчет нужного количества холода на замораживание грунтов полной заходки составит:

$$Q = \rho V,$$

где ρ — теплосодержание грунта, $ккал/м^3$. (При расчетах обычно принимают 25000—30000 $ккал/м^3$ заморозенного грунта).

Необходимое количество жидкого азота на полную заходку замораживания:

$$\sigma = \frac{Q}{l}. \quad (6)$$

Здесь $i=70000$ — количество холода, получаемого грунтом с одной тонны жидкого азота без потерь, $ккал$.

Радиус замораживания возможно принимать по формуле:

$$R = \sqrt{\left(\frac{l}{2}\right)^2 + \left(\frac{E}{2}\right)^2}. \quad (7)$$

Тогда время замораживания выразится:

$$Z = \frac{R}{K},$$

где K — средняя скорость замораживания (принимается обычно по 20—25 $см/сутки$ при внешнем диаметре замораживающих колонок — $d=0,114$ м).

Среднесуточный расход жидкого азота на замораживание грунтов полной заходки будет равен:

$$\sigma_1 = \frac{\sigma}{Z}.$$

В результате количество ездов передвижных ТРЖК (транспортных резервуаров жидкого кислорода) для заправки жидким азотом составит:

$$T = \frac{\sigma_1}{V_E} \text{ емк./сут.}$$

Здесь V_E — емкость транспортных резервуаров, т.

При этом рекомендуем принять во внимание следующее: замораживание водонасыщенных грунтов необходимо проводить отдельными заходками длиной не более 30 м;

замораживающие скважины следует бурить из забоя до подхода к водоносным грунтам, не вскрывая их выработкой.

Одна из сложных проблем при бурении скважин — ведение их по водоносным неустойчивым грунтам обычно с гидростатическим напором, а также опасность искривления, что влияет на технико-экономические показатели в общем комплексе способа работ в целом.

Решить эти проблемы возможно с помощью комплекса бурового оборудования КБШ-25-108, предназначенного для бурения замораживающих скважин из забоев выработок. Оно осуществляется буровым снарядом (диаметром от 63 до 114 мм), оставляемым в качестве замораживающих труб — рис. 2.

Проведенные исследования дают основание полагать, что применение жидкого азота в качестве хладоносителя для замораживания грунтов при проходке наклонных тоннелей будет способствовать значительному сокращению сроков и уменьшению затрат.

Сравнительные результаты расчетов основных технико-экономических показателей:

Наименование работ	Стримость, тыс. руб.	
	Рассольный способ	Жидкий азот
Бурение и монтаж наклонных замораживающих колонок	41	14
Эксплуатация замораживающей станции	55	—
Жидкий азот с учетом доставки и обслуживающих процессов	—	15,5
Общие затраты	96	29,5

Экономия при локальном замораживании жидким азотом из забоя по сравнению с рассольным способом по основным показателям затрат составляет более 65 тыс. руб.; ускорение работ — в 7—8 раз. □

ПЕРЕДАЧА ОТМЕТОК ЧЕРЕЗ СТВОЛ ДАЛЬНОМЕРом ЭОК-2000

Н. БЕЛОУС,
инженер

В СООТВЕТСТВИИ с инструкцией ВСН-160-69 погрешность передачи отметки при разных горизонтах или положениях рулетки не должна превышать 4 мм, а при разновременных передачах — 7 мм. Для обеспечения этих требований необходимо тщательно производить измерения глубины шахт.

В метростроении для передачи глубинных отметок широко применяется стальная компарированная рулетка. Однако при значительной глубине стволов часто возникает необходимость склепывания нескольких рулеток, что отрицательно сказывается на точности передачи. Кроме того, компарирование склепанных рулеток весьма сложно: представляя собой цепную линию, они требуют определения и учета поправки за провес при вертикальном положении.

При горизонтальном положении рулетки эта поправка за провес определяется по известной приближенной формуле:

$$\Delta f = \frac{q^2 l^3}{24 P^2},$$

где q — вес 1 пог. м рулетки, кг;

l — длина используемой части рулетки, м;

P — масса груза натяжения при компарировании, кг (обычно $P=10$ кг).

Приблизительность учета поправки может существенно повлиять на погрешность измерений.

Поправка за температуру вычисляется по формуле:

$$\Delta t = \alpha l (t_{cp} - t_0),$$

где α — коэффициент линейного расширения; $\alpha=0,0000125$ — для стальных рулеток и $0,000025$ — для рулеток из нержавеющей стали;

t_{cp} — средняя температура воздуха в стволе;

t_0 — температура, при которой производилось компарирование.

Здесь мы имеем некоторую погрешность в учете поправки за счет неравномерности распределения температуры воздуха в стволе.

Сходимость результатов между несколькими передачами отметки в подземные выработки с помощью рулеток, прокомпарированных одним методом, — явление довольно обманчивое, поскольку скрывает одни и те же погрешности.

Следует отметить, что передача глубинных отметок с помощью рулетки сопряжена с повышенной опасностью (одновременное взятие серии отсчетов на верхнем и нижнем горизонтах).

Для уменьшения затрат времени, повышения точности и безопасности работ по измерению глубины шахты в Киеве применен светодальномер ЭОК-2000 («Карл Цейс Йена», ГДР).

В печати рассматривались различные варианты использования светодальномеров для передачи отметок в шахту, но

они требуют специальных приспособлений для изменения хода луча с горизонтального на вертикальный и малоэффективны. Нами разработан соответствующий метод путем непосредственного измерения глубины шахты.

Светодальномер ЭОК-2000 позволяет измерять длины линий с углом наклона, не превышающим 40° . Применение специальной переходной пластины (рис. 1), где прибор закрепляется с наклоном примерно 55° , дает возможность направлять световой луч вертикально, с помощью зажимных и микрометрических винтов.

Не менее важна установка отражателя в стволе на горизонте передачи отметки. Для обеспечения максимальной безопасности и минимального времени пребывания работающих в стволе изготовлено приспособление для автоматической установки нивелирной рейки с призмой отражателя в вертикальное положение.

Работы по передаче отметки в ствол шахты производятся в следующем порядке. Клеть ставится на «кулачки» на нулевом горизонте, затем на горизонте передачи отметки на штативе укрепляется нивелирная рейка с призмой отражателя. После этого нахождение людей под клетью не требуется. Допустимая погрешность установки такой рейки на одну вертикаль со светодальномером может быть определена по формуле:

$$\Delta b = \frac{b^2}{2L},$$

где b — отклонение отражателя от вертикали;

L — глубина ствола.

При значении $\Delta b=1 \div 2$ мм и известной глубине ствола можно вычислить допустимое отклонение. С учетом его отражатель легко устанавливается промерами от направляющих, равными промерам до отверстия в полу клетки на нулевом горизонте. После этого над отверстием помещают светодальномер (если такого отверстия в клетке нет, то — над зазором между клетью и настилом на нулевом горизонте). Возможна его установка и над лесоспускным отделением при условии надежного и безопасного закрепления (в этом случае работа клетки не прерывается).

Весь процесс передачи отметки в ствол светодальномером занимает 15—20 минут.

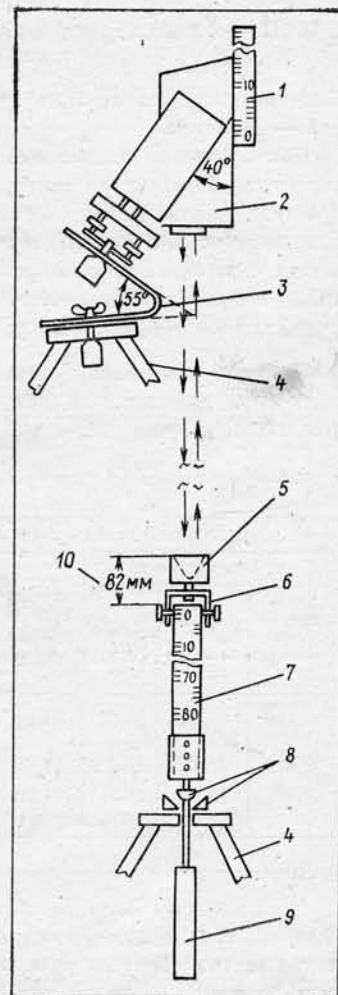


Рис. 1. Принцип передачи отметок дальномером ЭОК-2000:

1—7 — нивелирная рейка; 2 — светодальномер; 3 — переходная стальная пластина; 4 — штативы теодолитов; 5 — призма отражателя; 6 — скоба для крепления призмы к рейке; 8 — система для автоматической установки рейки вертикально; 9 — противовес; 10 — расстояние от лицевой стороны призмы до вертикальной оси вращения отражателя.

Как следует из паспорта ЭОК-2000, погрешность измерения длин линий составляет ± 10 мм. Чтобы повысить точность работ до $\pm 4 \div 6$ мм, длины линий измеряли на всех трех частотах в обоих фазовых режимах одним приемом без стирания показаний счетчика при фазах О и П. По каждой частоте вычислялась длина линии. Это дало возможность повысить точность измерений на 60—80%.

Периодически (1—2 раза в год) светодальномер исследуется, причем особое внимание уделяется определению постоянной слагаемой и ошибкам фазовращателя, существенно влияющим на погрешность измерений. В Киевметрострое определение этих величин производится на стенде (базисе) длиной 5,5 м. Базис разбит компарированной рулеткой на отрезки для первой частоты через 0,25 м, для второй — через 0,2273 и для третьей — через 0,2475 м. Это позволило использовать всю шкалу фазовращателя. По результатам исследований построены графики для одновременного определения постоянной слагаемой S и ошибок фазовращателя $\delta\varphi$ (рис. 2).

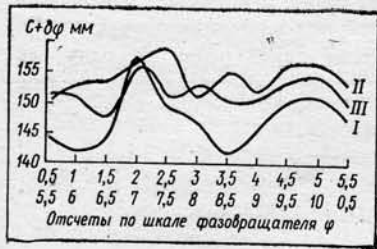


Рис. 2. График определения суммарной величины постоянной слагаемой S и ошибок фазовращателя $\delta\varphi$.

I, II, III — фазы светодальномера.

Сходимость результатов не превышала допустимых значений — $1 \div 3$ мм.

При измерении длин линий светодальномером необходимо учитывать поправку за температуру и давление воздуха, но практика вычисления небольших длин показала, что поправка, вводимая за температуру и давление воздуха, всегда незначительна и ею можно пренебречь. Например: при $t^{\circ}C_{\text{пов.}} = +20^{\circ}C$, $t^{\circ}C_{\text{мах}} = +14^{\circ}C$. Тогда $t^{\circ}C_{\text{ср}} = +17^{\circ}C$ при $P_{\text{ср.}} = 750$ мм рт. ст. и $S = 0,06$ км, $\Delta S_{t, P} = -0,1$ мм.

Проверка ожидаемой величины погрешности передачи отметки при помощи ЭОК-2000 производилась неоднократно (см. таблицу).

Таблица

Полученные превышения ΔH					Принятые превышения по результатам передачи ЭОК-2000 $\Delta H_{\text{п}}$	Отклонения	
из нивелирования			из передачи рулеткой $\Delta H_{\text{р}}$	из передачи светодальномером ЭОК-2000 $\Delta H_{\text{с}}$		$\Delta H_{\text{п}} - \Delta H_{\text{п}}$	$\Delta H_{\text{р}} - \Delta H_{\text{п}}$
прямой ход $\Delta H_{\text{п}}$	обратный ход $\Delta H_{\text{о}}$	среднее $\Delta H_{\text{н}}$					
58,882	58,884	58,883	58,895	58,881 58,885	58,883	0	+12
31,671	31,672	31,672	31,668	31,675	31,675	-3	-8
24,75	24,751	24,75	24,745	24,748	24,748	+2	-3

Предлагаемый нами метод передачи глубинных отметок с поверхности в подземные выработки может быть принят как наиболее точный среди существующих, обеспечивающий скорость и безопасность производства горных работ. □

К 2000 ГОДУ

Ю. ЯКУБОВ, И. АБУЛЛАЕВ, Б. БЕРЛОВИЧ,
инженеры

Схема развития Бакинского метрополитена на период до 2000 года предусматривает линии:

«Дарнагюл» — «Гюнешли» протяженностью 25,6 км с 15 станциями;

«Баки Совети» — «Ази Асланов» длиной 18,4 км с 12 станциями;

«Низами» — «Ханлар» — 8,8 км с 6 станциями.

Общая их протяженность — 52,8 км с 33 станциями.



Схема линий Бакинского метрополитена.

БАКИНСКИЙ метрополитен сегодня — это 18,6 км линий с 12 станциями. Он перевозит ежедневно около 400 тысяч человек, что составляет более 20% всего объема пассажироперевозок города.

Интенсивная застройка периферийных районов столицы Азербайджана вызвала значительное перераспределение транспортных и пассажирских потоков. Этот процесс сопровождается ростом пересадочности, дальности и продолжительности поездок и значительно осложняет организацию транспортного обслуживания населения.

За последнее десятилетие расширение улично-дорожной сети в черте собственно города составило около 20%, а интенсивность движения автотранспорта более чем удвоилась. Анализ современного состояния плотности магистральной сети города показывает, что в целом она вдвое ниже нормативного уровня.

К 2000 году намечены основные направления, а также очередность осуществления мер по развитию системы городского пассажирского транспорта, обеспечивающего перевозки населения с достаточной степенью комфортабельности и минимальными затратами времени.

Решение транспортных проблем Баку было бы невысказимо без развития метрополитена.

Эксплуатация I очереди и предварительные данные по участку II очереди Бакинского метро показали существенную экономию времени: перевозка пассажиров на метрополитене осуществляется в 2—3 раза быстрее, чем на сопоставимых автобусных маршрутах.

В настоящее время в Баку ведется строительство участка II очереди метро протяженностью 6,7 км от действующей «Низами» до станции «Микрорайон» с 4 метровокзалами. Среднее расстояние между станциями — 1,6 км. Ввод участка в эксплуатацию намечен к концу 11-й пятилетки. Он свяжет северо-западные микрорайоны с центром, а также с комплексом Академии наук и высших учебных заведений. Являясь продолжением I очереди по диаметральному направлению с западной в восточную часть города, участок будет обслуживать ежедневно около 230 тыс. пассажиров. Пуск новой трассы сведет также к минимуму количество дорожных происшествий, чему способствует сложный профиль улиц (продольный уклон — до 70%), соединяющих приморскую часть города с нагорным плато, где расположены большие жилые массивы и микрорайоны.

В 1982 г. началось строительство III очереди: ведутся реконструкция действующей станции «28 Апрель» и работы на восточном участке.

Реконструкция станции «28 Апрель» позволит организовать пересадочный узел с сооружением второй станции для развязки в разных уровнях линий «Дарнагюл» — «Микрорайон» — «Шаумян» — «Гюнешли» и «Баки Совети» — «Нефтчиляр» — «Ази Асланов».

Восточный участок III очереди явится продолжением действующей линии «Баки Совети» — «Нефтчиляр» и соединит Ахмедлинский жилой массив с промышленной зоной и центром Баку. На участке — 3 станции мелкозаложения; конечная предусмотрена пересадочной и будет сооружена на пересечении с перспективным участком IV очереди «Шаумян» — «Гюнешли».

Станции этого участка, в зоне тяготения к которым к 2000 году ожидается расселение свыше 300 тыс. жителей, будут обслуживаться городским транспортом: по укороченным маршрутам он сможет подвозить к метро около 100 тыс. пассажиров в сутки из смежных жилых массивов — поселков Разина и Серебровского, а также Зыхского района.

Необходимо отметить, что с вводом в эксплуатацию участка IV очереди пересадочная станция «Ази Асланов» обеспечит посадку значительной части пассажиров, следующих в центр и западную часть города через метровокзалы «Шаумян» и «28 Апрель». Это разгрузит действующую пересадочную станцию «Азизбеков», где в утренние часы пик населенность вагонов поездов, прибывающих от станции «Нефтчиляр», значительно превышает норму.

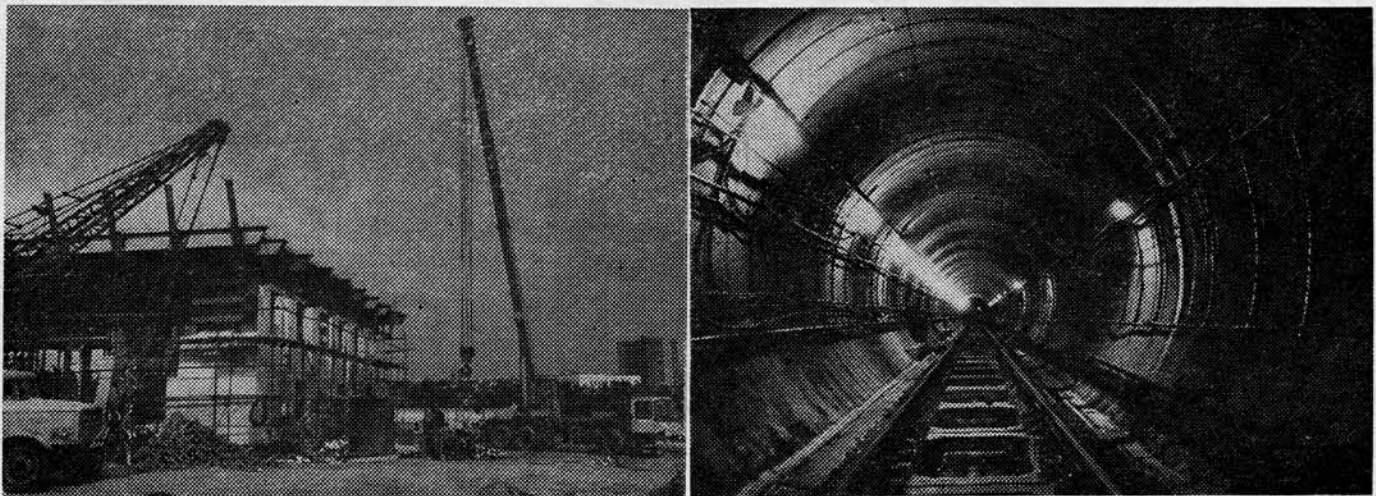
В настоящее время к станции «Азизбеков» привязаны автобусные маршруты, соединяющие пригородные районы Апшерона с городом.

Северный участок III очереди (4,11 км с 3 станциями) предназначен для связи северо-западных жилых массивов с восточной промзоной и центром Баку. Трасса берет начало от строящейся станции «Микрорайон» и кончается станцией, расположенной в районе Дарнагюля. Ввод ее в эксплуатацию намечен на 1992 год; число обслуживаемых ежесуточно — около 90 тыс. человек.

Линии I, II, III очередей послужили исходной концепцией для дальнейшей разработки схемы перспективного развития метрополитена (IV и V очереди) на период до 2000 года.

Участок IV очереди «Шаумян» — «Гюнешли» (10,2 км) намечено продолжить за действующую линию от станции «Шаумян» в направлении к Рабочему проспекту. Здесь предполагается соорудить 5 станций, из которых одна пересадочная. Три из них будут расположены в прибрежной промышленной зоне, а одна — в зоне отдыха Гюнешли. Ожидаемое количество пассажиров к 2000 году — около 57 млн. человек в год.

Трасса линии V очереди «Низами» — «Ханлар» (8,8 км) пройдет в юго-западном направлении от станции «Низами», сооружаемой как пересадочная с одноименной действующей, через жилые массивы Патамдартского района (с населением на расчетный срок 90 тыс. человек), заканчиваясь в зоне отдыха у приморских городских пляжей. На трассе предусмотрено 6 станций. Ожидаемая посадка на 2000 год составит ежегодно 66,4 млн. пассажиров. Пуск в эксплуатацию участка предполагается в конце 14-й пятилетки. Он обеспечит надежную скоростную связь юго-западного промышленного и жилого района с центром города. □



Из фотохроники строительства Серпуховской линии. Вестибюль «Чертановской» в завершающей стадии строительства и перегонный тоннель «Нахимовский проспект» — «Севастопольская».

ИНВЕНТАРНАЯ ЗАМКНУТАЯ КРЕПЬ ДЛЯ ТОННЕЛЬНЫХ ОБДЕЛОК

Ю. ГРАЧЕВ,
инженер

В ПЕРИОД эксплуатации перегонных тоннелей метрополитенов, конструкции которых располагаются в разнообразных гидрогеологических условиях, иногда происходят деформации обделок, приводящие к необратимым изменениям в их конфигурации. В результате — вынужденное ограничение скорости движения поездов. В то же время изменение положения площадок, на которые опираются блоки или тубинги, отрицательно влияет на статическую работу конструкции, снижая ее несущую способность.

Прекратить развитие деформаций и обеспечить расчетную несущую способность обделки — первостепенная задача. Возведение закрепляющей конструкции должно производиться в максимально сжатые сроки и по возможности без применения сложного монтажного оборудования. Одновременно к ней предъявляются и другие требования, основные из которых — выполнение функций дополнительных связей растяжения, включаемых в работу совместно с основными, например, болтовыми, или — в случае обделки из унифицированных железобетонных блоков — превращения ее в основные связи растяжения. Закрепляющая конструкция должна обладать достаточной несущей способностью и оказывать минимальное влияние на габарит приближения строений, существующий в перегонных транспортных сооружениях.

При возникновении деформаций тоннельных обделок используются поддерживающие круглые арки (рис. 1). Они способны воспринимать сжимающие усилия от смещения элементов внутрь тоннеля и предназначены для работы на сжатие (при условии опирания арок на устойчивое основание). Недостаток круглых арок — малая их эффективность: они не способны воспринимать значительные усилия сжатия из-

за ослабления сечения поперечными разрезами и болтовыми отверстиями в местах установки накладок, а также не приспособлены к восприятию растягивающих усилий. Одновременно арочные пяты опираются на податливое основание — свидетельство того, что деформации обделок из унифицированных блоков, расположенных в неустойчивых грунтах, начинаются всегда с перемещения лоткового блока. Это наблюдение подтверждается исследованиями, выполненными в ЛИИЖТе, где при испытании железнодорожного тоннеля отмечалось, что отсутствие обратного свода на ряде колец способствовало увеличению происходящих деформаций.

Первый признак деформации перемещения лоткового блока — трещины в нижних углах водоотводного лотка. Их возникновение сопровождается поступлением внутрь тоннеля грунтовых вод и мелкозернистого песка. С течением времени раскрытие трещин увеличивается. Очевидная взаимосвязь этого процесса и осадки нижнего блока позволяют сделать вывод, что в данной ситуации он является ключевым в кольце обделки. Следовательно, удерживая этот блок в проектном положении, можно полностью прекратить деформацию обделки.

Необходимо создать такую кон-

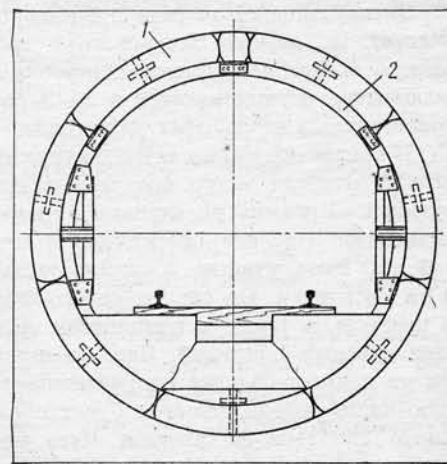


Рис. 1.
1 — обделка; 2 — круглая арка.

струкцию, закрепляющую деформируемую обделку, которая сразу после монтажа включалась бы в совместную работу с последней, была бы унифицированной, инвентарной, экономичной. Важно, чтобы она работала как на сжатие, так и на растяжение: динамическое воздействие подвижного состава вызывает появление в тоннельной обделке дополнительных растягивающих напряжений. Одно из основных требований — минимальное отрицательное влияние закрепляющей конструкции на габарит приближения транспортного сооружения.

Для решения поставленных задач предлагается замкнутая, кольцевая конструкция, выполненная из стальных элементов, например, из профильной стали ГОСТ 8240-72 двух соседних номеров швеллера. Последние обеспечат возможность размещения их одного в другом (рис. 2, сечение А—А) и взаимное прилегание. Плотный контакт обеспечит экономичность и прочность конструкции, а также возможность сварки, если возникнет необходимость в увеличении жесткости стыка.

Кольцевая крепь состоит из элементов трех типов образующих сегментов. Верхний перекрывает ключе-

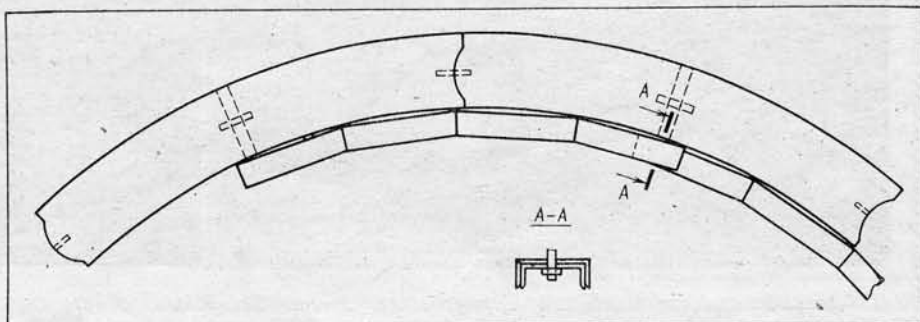


Рис. 2.

РАСЧЕТ ТОННЕЛЕЙ МЕТРОПОЛИТЕНОВ НА КОЛЕСНУЮ НАГРУЗКУ

Ю. НАЗАРЕНКО, Ю. КУЛИКОВ,
кандидаты техн. наук

В НАСТОЯЩЕЙ работе приводится расчет обделок тоннелей метрополитенов, находящихся в линейно-упругой среде, на действие нагрузок от движущихся поездов.

Данную задачу следует рассматривать как динамическую. Ввиду сложности ее решения точными методами выберем приближенный вариант. Для этого положим, что цилиндрическая оболочка (обделка) не изменяет своей формы в поперечном сечении, и ограничимся рассмотрением колебательного процесса только вдоль оси тоннеля. Тогда цилиндрическую оболочку можно представить как стержень (балку) с осевой жесткостью и весом тоннельной обделки.

Уравнение свободных колебаний стержня, расположенного в линейно-упругой среде, запишем на основании модели Винклера:

$$\frac{d^4 V(x,t)}{dx^4} + \frac{md^2 V(x,t)}{EJd^2 t} + \frac{V(x,t)kD}{EJ} = 0, \quad (1)$$

где V — перемещение стержня в поперечном направлении;

EJ — осевая жесткость обделки тоннеля;

m — погонная масса обделки, включая массу прилегающих горных пород;

D — внешний диаметр обделки тоннеля;

k — коэффициент постели пород Винклера.

Решим это дифференциальное уравнение методом Фурье: представим функцию $V(x, t)$ в виде произведения двух функций, одна из которых зависит от времени, а другая — от продольной координаты. В этом случае разделение переменных дает два дифференциальных уравнения.

Первое, обладающее функцией времени, имеет такой же вид, как уравнение свободных колебаний с одной степенью свободы, и решение его известно.

Решение второго уравнения, определяющего статические прогибы, запишем в следующем виде:

$$V = C_1 e^{\lambda x} \cos \lambda x + C_2 e^{\lambda x} \sin \lambda x + C_3 e^{-\lambda x} \cos \lambda x + C_4 e^{-\lambda x} \sin \lambda x, \quad (2)$$

где

$$\lambda = \sqrt[4]{\frac{kD - m\omega^2}{4EJ}}$$

Здесь ω — собственная частота колебаний обделки тоннеля.

Для нахождения постоянных коэффициентов в выражении (2) разберем случай приложения сосредоточенной силы на бесконечную балку. Выбираем начало координат в точке приложения силы. Ввиду симметрии задачи ограничимся рассмотрением правой части балки (в области положительной оси координат). При этом исходя из условия, что на бесконечности поперечные перемещения равны нулю, получаем значение двух коэффициентов: $C_1 = C_2 = 0$.

Постоянные коэффициенты C_3 и C_4 определяем из условий равенства нулю угла поворота балки и равенства внутренних и внешних сил в начальном сечении $x=0$. Получаем:

$$C_3 = C_4 = \frac{P}{8EJ\lambda^3}. \quad (3)$$

Для определения параметра λ составим уравнение на основе принципа возможных перемещений, согласно которому работа от внешних сил, действующих на балку на возможных перемещениях, приравнивается к работе сил упругого основания и внутренних сил. Тогда из уравнения (2) при подстановке найденных значений коэффициентов находим значение

вой блок и середины двух смежных с ним. Последовательность сборки связывающего кольца показана на рис. 3. Замыкание кольца производится в нижней части обделки.

Длина швеллера принимается на 200 мм больше дуги внутренней поверхности обделки, расположенной между монтажными отверстиями или отверстиями для нагнетания тампонажного раствора в смежных элементах тоннельной конструкции (см. рис. 2).

В стыкованных внахлест элементах крепи, напротив отверстия в сегменте обделки, высверливается отверстие, через которое вставляется один конец анкерного болта с резьбой, и элементы крепи гайкой соединяются между собой. Другой конец болта устанавливается в отверстие тубинга

или блока после освобождения его от пробки или чеканочного материала.

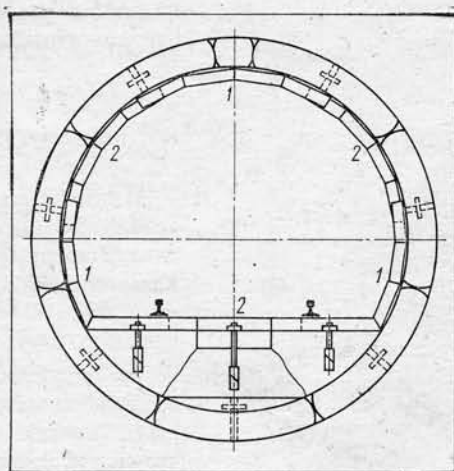


Рис. 3.

В лотковом и смежном с ним блоках анкерные болты могут быть закреплены в путевом бетоне, имеющем достаточно прочное сцепление с элементами обделки.

Для установки швеллеров нижней части скрепляющего кольца в путевом бетоне необходимы канавки, позволяющие опустить полки ниже головки рельса (см. рис. 3).

После окончания сборки крепь начинается работать совместно с тоннельной обделкой, что является важным условием увеличения скорости движения поездов по дефектному участку.

Конструкция зарегистрирована под № 3246574/03 в Государственном комитете Совета Министров СССР по делам изобретений и открытий. □

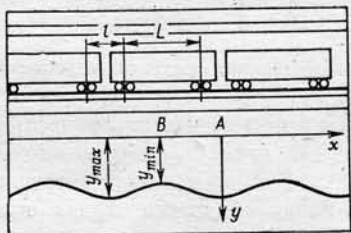
параметра λ и собственную частоту колебаний балки, эквивалентной цилиндрической оболочке:

$$\lambda^4 = \frac{3kD}{20EJ} \text{ и } \omega = \sqrt{\frac{2kD}{5m}}. \quad (4)$$

Используя полученное решение, можно найти уравнение статического прогиба тоннеля от состава электропоезда. Однако ввиду сложности точного составления такого уравнения будем аппроксимировать его тригонометрическим выражением по известным значениям максимальных и минимальных величин прогибов в точке А и в точке В (см. рисунок), определяемых суммированием величин прогибов от близлежащих колесных пар вагонов:

$$V_{ст.} = A_0 + A \cos \frac{2\pi}{L+l}(x+vt), \quad (5)$$

где v — скорость состава.



Прогиб обделки тоннеля от колесной нагрузки.

Для поиска величин динамических прогибов тоннеля воспользуемся известной формулой:

$$V(x,t) = \omega \int_0^t V_{ст.}(u) \sin \omega(t-u) du, \quad (6)$$

где u — время, которое изменяется от 0 до t .

При подстановке выражения (5) в (6) будем иметь:

$$V = A_0 + \frac{A\omega}{2(\omega+\varepsilon)} \left[\cos \left(\frac{2\pi x}{L+l} + \varepsilon t + \omega t \right) - \cos \frac{2\pi x}{L+l} \right] + \frac{A\omega}{2(\omega-\varepsilon)} \left[\cos \left(\omega t - \frac{2\pi x}{L+l} - \varepsilon t \right) - \cos \frac{2\pi x}{L+l} \right], \quad (7)$$

где $\varepsilon = \frac{2\pi v}{L+l}$ — вынужденная частота колебаний.

По известным величинам прогибов тоннеля определяем динамические изгибающие моменты:

$$M = -EJ \frac{d^2 V}{dx^2} = \frac{4\pi^2 \omega AEJ}{2(\omega+\varepsilon)(L+l)^2} \left[\cos(\omega t + \frac{2\pi x}{L+l} + \varepsilon t) - \cos \frac{2\pi x}{L+l} \right] + \frac{4\pi^2 \omega AEJ}{2(\omega-\varepsilon)(L+l)^2} \left[\cos(\omega t - \frac{2\pi x}{L+l} - \varepsilon t) - \cos \frac{2\pi x}{L+l} \right]. \quad (8)$$

Из анализа этого выражения находим условие возникновения максимальных изгибающих моментов

$$\left(x = \frac{L+l}{2} \text{ и } t = \frac{\pi}{\omega-\varepsilon} \right)$$

и их величины:

$$M_{max} = \frac{4\pi^2 \omega AEJ}{(\omega-\varepsilon)(L+l)^2} + \frac{4\pi^2 \omega AEJ}{2(\omega+\varepsilon)(L+l)^2} \left[1 + \cos(\pi + \pi \frac{\omega+\varepsilon}{\omega-\varepsilon}) \right]. \quad (9)$$

Одной из важнейших характеристик расчета конструкций при изменяющихся во времени нагрузках является коэффициент динамичности, определяемый как отношение максимального динамического момента к статическому:

$$\mu = \frac{\omega}{\omega-\varepsilon} + \frac{\omega}{2(\omega+\varepsilon)} \left[1 + \cos \left(\pi + \pi \frac{\omega+\varepsilon}{\omega-\varepsilon} \right) \right]. \quad (10)$$

Из последнего выражения видно, что коэффициент динамичности изменяется в широком диапазоне в зависимости от соотношения собственной и вынужденной частоты и при приближении вынужденной частоты к собственной наступает эффект резонанса, характеризующийся резким увеличением напряжений в конструкциях. В области вынужденных частот, далеких от резонанса, отвечающих реальным условиям эксплуатации тоннелей метрополитенов, максимальное значение коэффициента динамичности имеется при соотношении вынуж-

денной и собственной частот $\frac{\omega}{\varepsilon} = 2$.

Приведенный метод расчета реакции обделки тоннелей метро на колесную нагрузку от движущихся составов проиллюстрируем примером.

Исходные данные: обделка унифицированная, семиблочная с плоским лотком; внешний диаметр тоннеля $D=550$ см; осевая жесткость обделки $EJ=2,78 \cdot 10^{14}$ кг·см²; момент сопротивления обделки $W=3,48 \cdot 10^6$ см³; погонная масса тоннеля $m_1=0,12$ кг·с²/см²; вмещающие породы — среднезернистые пески; погонная масса горных пород из свода обрушения, создающая горное давление $m_2=0,75$ кг·с²/см²; коэффициент упругого отпора пород $\kappa=1,8$ кг/см²; нагрузка от колесной пары $P=25600$ кг; расстояние между центрами колесных пар одного вагона $L=1260$ см; расстояние между центрами колесных пар смежных вагонов $l=656,6$ см; скорость движения электропоезда $v=25 \cdot 10^2$ см/с.

Произведем расчет в предположении, что масса колеблющейся системы будет складываться из массы тоннельной обделки и горных пород из свода обрушения $m=m_1+m_2=0,87$ кг·с²/см². Тогда собственная частота колебаний тоннеля будет составлять (4) $\omega=21,33$ с⁻¹, а частота вынужденных колебаний $\varepsilon=8,2$ с⁻¹.

Величину максимальных и минимальных статических прогибов тоннеля под действием колесных нагрузок определим по выражению (2) и по этим значениям получим уравнение, аппроксимирующее поперечные перемещения тоннеля:

$$m = m_1 + m_2 = 0,87 \text{ кг} \cdot \text{с}^2 / \text{см}^2.$$

$$V = 0,032 + 2,5 \cdot 10^{-3} \cos 8,5 \cdot 10^{-4} x.$$

Максимальное значение изгибающего момента найдем по выражению (9) $M_{max}=1,57 \cdot 10^7$ кг·см. При этом коэффициент динамичности будет равен $\mu=2,11$. Зная величину максимального изгибающего момента, определим по известной формуле сопротивления материалов продольные нормальные напряжения $\sigma=4,5$ кг/см².

Таким образом, в обделках тоннелей метрополитенов в продольном направлении возникают как сжимающие, так и растягивающие напряжения от движущихся электропоездов, что может приводить к образованию трещин в наиболее слабой зоне — швах конструкции. □

РЕГУЛИРОВАНИЕ СКОРОСТИ ДВИЖЕНИЯ ЭСКАЛАТОРОВ

Ю. ЕРЕМЕЕВ, Е. БЕЛОВ,
кандидаты техн. наук;
С. БАЛАКИН, Т. БАРАНОВСКАЯ,
инженеры

РОСТ интенсивности движения поездов и возрастающий объем пассажиропотоков на метрополитенах вызывают увеличение нагрузок на эскалаторы, а следовательно, повышенный износ механических деталей, особенно при существующих максимальных скоростях движения лестничного полотна. Поэтому повышение эффективности работы эскалаторов весьма актуально.

В качестве одного из направлений решения этого вопроса предлагается создание электропривода, позволяющего регулировать скорость движения лестничного полотна в зависимости от интенсивности пассажиропотоков. В настоящее время ВНИИЖТ проводит исследования, результаты которых должны ответить на ряд вопросов, касающихся выбора целесообразных скоростей движения эскалаторов, величины их расчетной производительности в зависимости от скорости, типа привода, системы и законов регулирования скорости и др.

Данные талонных обследований и почасового учета Московского метрополитена за 1979—1980 гг. подтвердили целесообразность применения регулируемого привода, обусловленную устойчивостью характера изменения пассажиропотоков почти на всех станциях. На рис. 1 представлен характерный график почасовой нагрузки эскалатора (станция «Кировская»), работающего на подъеме. Здесь ясно выражены утренние и вечерние пики, а также период относительно небольших пассажиропотоков (с 9 до 17 ч), в который можно понижать скорости движения лестничного полотна. Крайность среднечасовых пассажиропотоков в часы пик и непиковые периоды на большинстве станций находится в пределах 3—5. После 23 часов значения пассажиропотоков в будние дни не превосходят 0,8 тыс. пас./ч, т. е. на два последних часа работы эскалатора приходится нагрузка, составляющая примерно 2% от суточной.

Вопросы выбора величин скоростей движения при заданных интенсивностях пассажиропотоков не решены до настоящего времени. Существующие рекомендации основываются

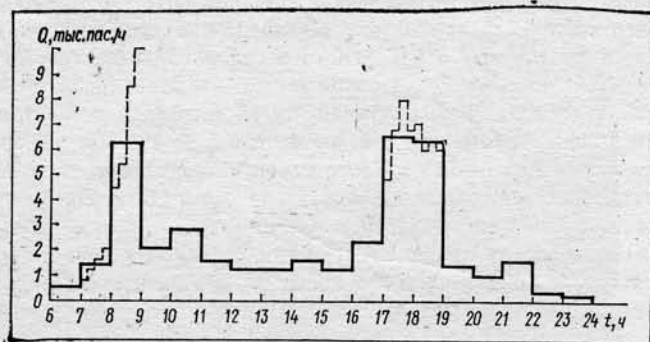


Рис. 1. График почасовой нагрузки эскалатора на станции «Кировская».

на введении в расчетные формулы эмпирических коэффициентов, полученных по результатам анализа пассажиропотоков на зарубежных и отечественных метрополитенах и поэтому имеют значительные расхождения. При этом исходят из того, что эскалатор как высокопроизводительная подъемно-транспортная машина непрерывного действия должен удовлетворять основному требованию: обеспечить перемещение фактических пассажиропотоков, т. е. развивать необходимую производительность с гарантией разумного комфорта для пассажиров.

Производительность эскалатора определяется по формуле

$$Q = 3600 \frac{1}{t_{ст.}} \cdot n V \varphi, \quad (1)$$

где $t_{ст.}$ — шаг ступеней лестничного полотна, м;

n — количество пассажиров, размещающихся на одной ступени;

V — скорость движения лестничного полотна, м/с;

φ — коэффициент его заполнения.

Точность расчетов по этой формуле определяется степенью достоверности воспроизведения функции $\varphi = f(V)$.

Согласно рекомендациям ВНИИПТМаша, эту зависимость можно считать линейной

$$\varphi = 0,6(2V - V). \quad (2)$$

Тогда при $t_{ст.} = 0,4$ м и $n = 2$ (для отечественных типов тоннельных эскалаторов) формула (1) принимает вид

$$Q = 10800(2V - V^2). \quad (3)$$

Функциональная зависимость (3) в диапазоне скоростей от 0,5 до 1 м/с построена на рис. 2.

Методика определения реальной производительности эскалаторов, разработанная в 50-е годы на основе анализа существовавших в то время пассажиропотоков, дает завышенные значения их производительности.

Использование этих данных при выборе количества эскалаторов в наклонном тоннеле приводит к тому, что на ряде станций эскалаторный спуск неудовлетворительно работает в часы пик. Некоторые исследователи считают*, что независимо от скорости движения лестничного полотна (0,75 или 0,9 м/с) его производительность может достигать теоретической — 16200 пас./ч при $V = 0,9$ м/с и 108000 пас./ч при $V = 0,75$ м/с. Однако для выбора количества эскалаторов в наклоне рекомендуется без каких-либо обоснований принимать значения 8500 пас./ч при $V = 0,9$ м/с и 6000 пас./ч при $V = 0,75$ м/с.

Другие находят, что при повышенной скорости движения лестничного полотна (больше 0,75 м/с) провозная способность

* Поминов И. Н. «Исследование режима работы эскалаторов». В книге «Исследование лифтов и эскалаторов», М., 1967.

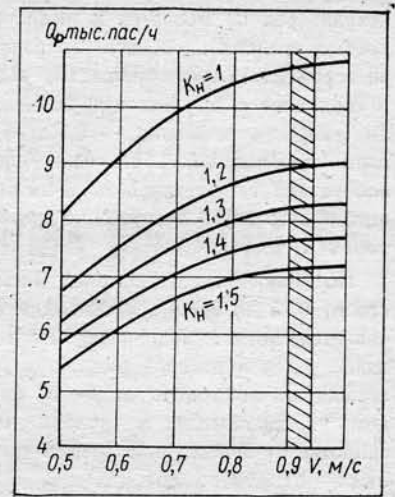


Рис. 2. Зависимость производительности эскалатора от скорости движения лестничного полотна при различных значениях коэффициента неравномерности пассажиропотока.

эскалаторов не меняется и лимитируется пропускной способностью входной площадки**. Предположение это основано на экспериментах, выполненных на станциях Московского метро, и совпадает с результатами испытаний эскалаторной установки (скорость движения — 0,9 м/с), проведенных на Лондонском метрополитене. Английские специалисты считают целесообразной такую скорость из-за повышенного износа движущихся элементов и снижения провозной способности эскалатора***.

По данным исследователей Японии, при повышении скорости от 0,75 до 0,9 м/с производительность эскалаторов увеличивается, хотя и медленнее, чем в интервале 0,6—0,75 м/с, а износ узлов и деталей резко возрастает. Поэтому они не рекомендуют применять скорости, близкие к 0,9 м/с. В основном, на зарубежных метрополитенах эскалаторы развивают скорость от 0,46 до 0,75 (редко до 0,92 м/с), а на отечественных — от 0,75 до 0,94 м/с.

По результатам экспериментов, проведенных на Нью-Йоркском метрополитене, для эскалаторов со скоростью движения лестничного полотна 0,46 и 0,61 м/с была определена фактическая производительность в часы пик, соответственно равная 5280 и 6180 пас./ч. С учетом 90% нагрузки эскалаторов рекомендована расчетная производительность в 4700 и 5500 пас./ч (соответствующая коэффициентам заполнения 0,64 и 0,56) вместо предлагавшихся ранее 6000 и 8025 пас./ч. Производительность эскалатора при упомянутых скоростях, рассчитанная по формуле (3), оказывается равной соответственно 6600 и 7686 пас./ч.

Описанные способы определения производительности эскалаторов могут быть уточнены путем учета реального характера изменения пассажиропотоков внутри часовых интервалов. На рис. 1 пунктиром показано формирование пассажиропотоков в часы пик в пятнадцатиминутные интервалы, причем численные значения их в эти интервалы — «пики в пиках» (показанные на графике в одном масштабе с часовыми) — позволяют получить значение коэффициента неравномерности K_n распределения пассажиропотоков в течение часа. СНиП II-40-80 «Метрополитены» при определении количества эскалаторов в наклоне предусматривают учет этого коэффициента. Его величина колеблется в пределах 1,2—1,4, а на

** Якушкин И. М. «Пассажирские перевозки на метрополитенах», М., «Транспорт», 1982, с. 100—102.

*** Вольдемаров О. Н. «Эскалаторные установки большой высоты», «Метрострой» № 1, 1981, с. 31—33.



Из фотохроники строительства Серпуховской линии. Электродено.

отдельных станциях до 1,5 и более. В большей степени это относится к пассажиропотокам, формирующимся в районе нижнего вестибюля станции на выход, и обусловлено циклической работой подвижного состава.

Известны рекомендации учета коэффициента неравномерности при определении расчетной производительности эскалаторов

$$Q = \frac{10800(2V - V^2)}{K_n} \quad (4)$$

В этом случае при выборе количества машин в наклоне оперируют средними часовыми значениями пассажиропотоков.

На рис. 2 построены кривые $Q_p = f(V)$, учитывающие по формуле (4) K_n пассажиропотоков. Для принятого в нашей стране интервала максимальных скоростей 0,9—0,94 м/с расчетная производительность будет находиться в пределах 7200—10750 пас./ч.

Приведенный анализ существующих способов определения провозной способности эскалаторов показал их противоречивость и недостаточную обоснованность, а также настоятельную необходимость разработки более совершенной методики, учитывающей наибольшее количество факторов влияния.

Мы предлагаем повысить точность расчетов за счет применения ЭВМ для воспроизведения моделей, более полно отражающих процесс формирования пассажиропотоков.

Чтобы найти расчетные величины, важно правильно воспроизвести действительный процесс движения поездов на линии, моделируя график движения с учетом вероятных отклонений. Непрерывное перемещение поездов заменяется дискретным с интервалом по времени, определяемым графиком. Поток выходящих из поезда пассажиров может быть описан на основе соответствующих статистических обследований методом имитационного моделирования. Мгновенные значения пассажиропотоков рассчитываются для каждого интервала и за определенный промежуток времени образуют реализацию процесса.

В результате моделирования циклично-поточной системы транспорта (поезд — эскалатор) можно получить и оптимальные, научно обоснованные скорости движения лестничного полотна в зависимости от математического ожидания величины и дисперсии пассажиропотока для любой станции метрополитена (с учетом вопросов повышения эффективности работы эскалаторов).

Приведенные суждения относительно выбора целесообразной скорости движения лестничного полотна строились исходя из требования к эскалатору обеспечить заданную провозную способность. Однако этот выбор неразрывно связан и с необходимостью создать максимально комфортные условия для пассажиров. Именно из-за последнего требования диапазон регулирования скорости, вероятно, будет находиться в интервале 0,5—0,94 м/с.

Даже без учета возможного передвижения пассажира по эскалатору снижение скорости лестничного полотна в непиковые часы существенно не скажется на качестве транспортного обслуживания (например, замедление скорости эскалаторов в эти часы с 0,9 до 0,75 м/с для наиболее глубоких станций Московского метрополитена приводит к дополнительной задержке пассажира лишь на 28 с, а для эскалаторов небольшой высоты уменьшение ее с 0,9 до 0,5 м/с увеличивает время на 9—14 с). Такое мероприятие, однако, даст значительный экономический эффект за счет удлинения межремонтного пробега эскалатора.

В настоящее время ВНИИЖТом разрабатывается методика определения значений пиковых пассажиропотоков и расчетной производительности эскалаторов, пользуясь которой можно получить научно обоснованные величины скорости движения лестничного полотна в зависимости от условий эксплуатации. □

СОВЕРШЕНСТВОВАТЬ КУЛЬТУРУ ОБСЛУЖИВАНИЯ

КОМФОРТНОСТЬ ПОЕЗДКИ В ВАГОНАХ МЕТРОПОЛИТЕНА

Р. ЛЮБАРСКИЙ,
канд. техн. наук

НА КОМФОРТНОСТЬ поездки в вагонах метрополитена влияют многие факторы: удобные сиденья, мягкая освещенность, благоприятный микроклимат и санитарно-гигиеническое состояние салона, высокая культура обслуживания, хорошо поставленная информация в пути и т. д. Очень важно обеспечить оптимальное наполнение вагона с использованием всех сидячих мест и размещением на каждом квадратном метре свободной площади пола не более 4—5 стоящих пассажиров (СНиП II-40-80, п. 22).

Чтобы удовлетворить такое требование для максимального пассажиропотока, на перегоне самого загруженного направления определяют состав (число вагонов) и количество поездов на каждой линии, учитывая при этом неравномерность пассажироперевозок во времени, запросы населения на транспортное обслуживание.

Исходным показателем для определения временной неравномерности пассажиропотоков служат среднесуточные перевозки, осуществляемые в течение года — $\bar{P}_г$. Этот показатель берется как основа их перспективного планирования.

Коэффициент сезонной неравномерности пассажироперевозок $K_{с.н.}$, определяемый относительно вышеприведенного исходного показателя, обусловлен закономерными причинами, отражающими подвижность населения в различное время года:

$$K_{с.н.} = \frac{\max \bar{P}_{мес.}}{\bar{P}_г.}$$

Здесь $\max \bar{P}_{мес.}$ — среднесуточные перевозки в течение месяца с максимальными величинами.

Для большинства городов $K_{с.н.}$ отражает наибольшие нагрузки в зимний период или в начале весны (наименьшее количество отпускников, учебный год в высших и средних учебных заведениях). В это время из-за плохих погодных условий чаще совершаются поездки в метро на короткие расстояния. В городах, посещаемых туристами, и курортных интенсивные пассажироперевозки могут преобладать и в летний период.

Коэффициент часовой неравномерности пассажироперевозок $K_{ч.н.}$ отражает трудовой ритм города и также определяется относительно исходного показателя $\bar{P}_г.$:

$$K_{ч.н.} = \frac{\max P_{ч.} \cdot 19}{\bar{P}_г.},$$

где $P_{ч.}$ — пассажироперевозки в час пик,
19 — время работы метрополитена, час.

Остальные коэффициенты временной неравномерности пассажироперевозок являются относительными.

Коэффициент внутрисуточной неравномерности пассажироперевозок $K_{в.ч.}$ (за 15 минут) находим относительно часа пик:

$$K_{в.ч.} = \frac{\max P(15) \cdot 4}{\max P_{ч.}}$$

Однако он увязан с исходным показателем:

$$K_{в.ч.} = \frac{\max P(15) \cdot 4 \cdot 19}{K_{ч.н.} \cdot \bar{P}_г.} = 76 \cdot \frac{\max P(15)}{K_{ч.н.} \cdot \bar{P}_г.}$$

Коэффициент недельной неравномерности пассажироперевозок $K_{н.н.}$ обусловлен трудовой, общественной, культурно-бытовой деятельностью населения, посещением мест отдыха. Вычислить недельную неравномерность пассажироперевозок в пределах месяца не представляется возможным, так как начальные и конечные его числа не совпадают с начальным и конечным днем недели (понедельник, воскресенье). Поэтому $K_{н.н.}$ определяют как частное от деления среднесуточного объема перевозок наиболее напряженной недели года на среднесуточный объем пассажироперевозок самого загруженного месяца. При этом выявляются неделя и месяц, на которые приходятся максимальные пассажироперевозки.

$K_{н.н.}$ также увязан с исходным показателем:

$$K_{н.н.} = \frac{\max \bar{P}_н.}{\max \bar{P}_{мес.}} = \frac{\max \bar{P}_н.}{K_{с.н.} \cdot \bar{P}_г.}$$

Для эксплуатационных целей определяется коэффициент неравномерности пассажироперевозок по дням недели — как отношение максимальных суточных перевозок к рабочим или ко всем ее дням.

Однако коэффициент суточной (дневной) неравномерности $K_{д.н.}$ относительно всех дней недели не увязан с исходным показателем. Поэтому он определяется как отношение максимальных суточных перевозок в течение года к среднесуточным перевозкам максимальной его недели:

$$K_{д.н.} = \frac{\max P_{д.}}{\max \bar{P}_{д.н.}} = \frac{\max P_{д.}}{K_{с.н.} \cdot K_{н.н.} \cdot \bar{P}_г.}$$

Как показали исследования, временные коэффициенты неравномерности пассажироперевозок на Харьковском метрополитене ($K_{с.н.}$, $K_{н.н.}$, $K_{д.н.}$) вычисляются для одного и того же месяца года (см. таблицу 1).

Таблица 1

Дата	1976	1977	1978	1979	1980	1981
месяцы	декабрь	декабрь	декабрь	декабрь	июнь	март
недели	52	12	52	35	13	13
дни	5.11	10.06	27.12	7.03	5.11	27.03

Поэтому при определении суммарного коэффициента временной неравномерности пассажироперевозок $K_{в.н.}$ учитывается коэффициент их взаимного смещения $K_{см.}$ (см. таблицу 2, составленную по данным Харьковского метрополитена).

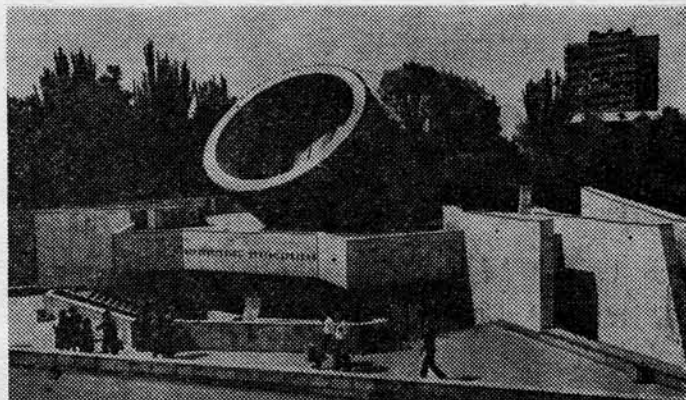
Таблица 2

Коэффициенты	Годы					
	1976	1977	1978	1979	1980	1981
$K_{с.н.}$	1,08	1,05	1,07	1,06	1,05	1,07
$K_{н.н.}$	1,02	1,03	1,05	1,09	1,07	1,05
$K_{д.н.}$	1,22	1,22	1,09	1,06	1,1	1,14
$K_{ч.н.}$	2,7	2,4	2,6	2,6	2,4	2,4
$K_{в.ч.}$	1,2	1,2	1,2	1,12	1,12	1,15
$K_{см.}$	0,991	0,993	0,843	0,998	0,995	1
$K_{в.н.}$	4,34	3,8	3,82	3,56	3,29	3,54

Из таблицы видно, что коэффициенты $K_{с.н.}$ и $K_{н.н.}$ невелики при соответствующих экстремальных значениях 1,05—1,08 и 1,02—1,09. Бóльшее значение имеют коэффициенты $K_{д.н.}$ и $K_{в.ч.}$, изменяющиеся в диапазоне 1,06—1,22 и 1,12—1,2. На

ОТ ОТЛИЧНОГО ПРОЕКТА — К ОТЛИЧНОЙ СТРОЙКЕ

А. КУРИСЬКО,
канд. техн. наук



Верхний вестибюль станции «Еритасардакан» на линии I очереди Ереванского метрополитена.

ИЗДАТЕЛЬСТВО «Айастан» выпустило брошюру «Ереванский метрополитен». Аннотацию к ней лучше всего начать концовкой: «... день пуска первой линии метрополитена — 7 марта 1981 года — навсегда останется в памяти ереванцев как большой народный праздник, принесший им Скорость, Комфорт и Красоту».

Автор брошюры заслуженный журналист Армянской ССР А. П. Шкулев популярно рассказывает о строительстве уникального инженерного сооружения в одном из древних городов мира, насчитывающем 2760 лет. Проектировщики Армгипротранса и строители Армтоннельстроя, работая под девизом «От отличного проекта — к отличной стройке!», применяя эффективные планировочно-конструктивные и технические решения, создали в сложных инженерно-геологических и исторически сложившихся градостроительных условиях транспортное сооружение с высокими архитектурными и эксплуатационными качествами.

В главе «Ударная всенародная» ярко показан интернациональный характер стройки, связавшей в единый трудовой коллектив представителей разных республик, показавшей потенциальные возможности хозяйственного комплекса страны.

Автор работы правильно указывает на тот факт, что Ереванский метрополитен не имеет аналогов в отечественном и мировом тоннелестроении. Учитывая это, проекти-

ровщики и строители пошли своим творческим, новаторским путем. Ими, в частности, предложена унифицированная сборная железобетонная обделка с цилиндрическими стыками, плоским лотком и новым типом сейсмических связей между блоками для перегонных тоннелей; конструкция облегченных колонн; сборная железобетонная обделка с железобетонной рубашкой и металлоизоляцией взамен обычной чугунной; кустовая система водопонижения и др.

Большая работа была проделана архитекторами «Ереванпроекта» — субподрядчика Армгипротранса. Заслуженные архитекторы Армянской ССР Р. Дарбинян, С. Кнтехцян, С. Кюркчян, Д. Торосян, Б. Арзуманян и С. Нерсесян создали незабываемые станции и вестибюли. Золотыми, серебряными и бронзовыми медалями отмечены многие их работы.

На обложке брошюры изображен вестибюль станции «Еритасардакан» заслуженного архитектора АрмССР С. Кюркчяна. Конструкция необычной формы с возвышающейся гофрированной алюминиевой трубой символизирует стремление человека в космос. А едущий вверх по эскалатору пассажир видит перед собой небо.

Страница за страницей перед читателем предстает облик первой линии, вырисовываются контуры будущих, разворачивается отдаленная перспектива. □

первом пусковом участке концентрацией трудового и культурно-бытового тяготения был общественный центр города, что обусловило высокий коэффициент суточной неравномерности пассажироперевозок — 1,22. В дальнейшем эта цифра понизилась. Наибольший коэффициент часовой неравномерности объясняется интенсивными поездками трудящихся в утренние часы пик.

С учетом временной неравномерности пассажироперевозок парк подвижного состава (в движении) для определенной линии метрополитена выразим формулой:

$$N_{\text{дв.}} = \frac{П_{\text{г.}} \cdot K_0 \cdot K_{\text{п.п.}}}{D \cdot N} \cdot K_{\text{в.л.}},$$

где K_0 — коэффициент оборота подвижного состава на линии; отношение времени полного оборотного рейса к 60 мин;

$K_{\text{п.п.}}$ — коэффициент перехода от объема пассажироперевозок к пассажиропотокам; произведение — коэффициента неравномерности пассажироперевозок по направлению и коэффициента неравномерности перевозок по перегонам;

N — нормативная вместимость поезда; произведение нормативной вместимости вагона и состава;

$K_{\text{в.л.}}$ — коэффициент временной неравномерности пассажироперевозок;

$П_{\text{г.}}$ — годовой объем пассажироперевозок на линии;

D — количество дней в году.

Для обеспечения комфортных поездок выпуск подвижного состава на линию производится с учетом временной неравномерности пассажироперевозок по сезонам года (месяцам), неделям, дням и часам суток (за 15 минут) в рабочие и нерабочие дни.

Как установил И. М. Якушкин*, коэффициент распределения пассажиров по вагонам поезда колеблется от 1,18 до 1,55. Чтобы устранить влияние этого фактора, не прицепляя к пятивагонным составам дополнительно от одного до трех вагонов (значительное повышение себестоимости), можно контролировать наполнение вагонов путем их взвешивания. Оборудовав над каждой дверью световую информацию о недогрузке или перегрузке вагона, можно управлять процессом наполнения состава. □

* И. М. Якушкин. Пассажирские перевозки на метрополитенах. М., «Транспорт», 1982.

СОВРЕМЕННЫЙ ОПЫТ МЕХАНИЗАЦИИ ТОННЕЛЬНЫХ И ГОРНЫХ РАБОТ

В. МАКОВСКИЙ,
проф., д-р техн. наук

ОБШИРНАЯ информация по современному состоянию и направлению развития сферы механизации тоннельных и горных работ представлена в опубликованной в Англии книге-справочнике*, содержащей перечень машин, оборудования, новейших агрегатов и технических средств механизации преимущественно для разработки забоя в широком диапазоне инженерно-геологических условий.

Издание открывается конспективным обзором истории развития механизации проходческих работ в скальных грунтах. Приводятся сведения о буровых инструментах и станках различных принципов действия для производства буровзрывных работ. Содержатся материалы по бурению нефтяных скважин и проходке шахтных стволов, включая применение алмазного инструмента для колонкового бурения; рассматриваются преимущества и недостатки указанного оборудования. Среди новых технических решений — ультразвуковые и плазменные буры, химические средства воздействия на горные породы и др.

Уделено внимание многим видам машин для проходки восстающих выработок и шахтных стволов и бурения пилот-скважин снизу вверх, в том числе для стволов больших диаметров.

Приведены данные о первых машинах для проходки выработок в скальных грунтах, созданных в 1846—1930 гг. Помещены характеристики машин для проведения подземных выработок и рудников, а также наклонных выработок. Представлены схемы производства работ по разработке забоя, подземному транспорту при проходке наклонных стволов механизированными комплексами «Вирт» и «Роббинс». Упоминаются мини-машины для проведения наклонных выработок при разработке руды снизу вверх, для телескопической проходки выработок, раскрытия тоннеля на полное сечение с помощью расширителя, для проходки горизонтальных выработок прямоугольного сечения, а также сооружения тоннелей кругового очертания в крепких грунтах на полное сечение.

Рассматриваются способы разработки скальных грунтов с использованием водяной струи высокого давления порядка 360 МПа при расходе воды 120 л/мин.

Выделяются технические средства проходки тоннелей в слабых грунтах.

Дается исторический обзор развития щитов для сооружения подводных тоннелей под сжатым воздухом в прошлом веке. Описаны механизированные щиты различных систем и конструкций начиная с конца XIX столетия до 1977 г. Охарактеризованы новые типы механизированных щитов («Киннер-Мооди», «Пристли», «Колуэлд», «Мэкалпайн» и др.), примененных на строительстве метрополитенов и транспортных, гидротехнических и других тоннелей. Приведены типы механизированных щитов с использованием сжатого воздуха в призабойной камере для проходки тоннелей в неустойчивых водонасыщенных грунтах. Сообщается о применении щита «Роббинс» диаметром 10,3 м, массой 450 т на сооружении береговой части тоннеля у Сены по трассе Парижского метрополитена.

Упомянуто, что советский инженер В. А. Варганов в 1938 г. разработал конструкцию щита большого диаметра.

Отмечены щиты с горизонтальными рассекающими площадками, внедряемые в среду неустойчивых песчаных отложений, созданные в СССР. Рассматриваются механизированные щиты планетарного действия, работающие на строительстве Ленинградского метрополитена в плотных глинах. Советские щиты применяются в различных странах (стр. 324—345).

В справочнике представлены механизированные щиты с пригрузочной призабойной камерой, заполненной бентонитовой суспензией для уравнивания гидростатического давления при проходке тоннелей в неустойчивых водонасыщенных грунтах (метрополитен в Мехико, транспортные тоннели в Японии, Англии и ФРГ). Разработанный в забое грунт, смешанный с бентонитовой суспензией, выдается через диафрагму щита в виде пульпы и удаляется на поверхность земли по трубопроводу гидравлическим способом. Описываются механизированные щиты с уравниванием гидростатического давления в процессе проходки в водонасыщенных грунтах с помощью грунтовой пригрузки, размещенной в призабойной камере. Изложены вопросы проходки тоннелей малого сечения, отмечен опыт СССР в использовании механизированных щитов (стр. 419).

Содержатся материалы по продавливанию труб, а также устройству защитного экрана из них по контуру намечаемой к проходке тоннельной выработки.

В одном из разделов характеризуется развитие горных методов работ и угольных машин. Дается описание врубных машин (цепных, буровых, ударных, дискового типа и др.). Рассмотрены различные виды комбайнов, самоходные струги, струги-навалщики, комбайны для проходки горных выработок по «пустым» породам, разнообразные конструкции передвижных гидравлических крепей и конвейеров по лаве, угольные комбайны дистанционного управления и группы тоннельных машин.

Приведены типы экскаваторов для открытых разработок. Уделяется внимание гидравлическому способу ведения горных работ для добычи угля. Указывается (стр. 593), что этот метод впервые зародился в России в 1915 г.

Дается описание горных машин комбинированного типа, в частности стреловых, для проходки подготовительных выработок. Представлены щиты с экскаваторным рабочим органом, скрепер-рыхлитель и горный комбайн системы «Мемко», устройства для проходки тоннелей полным сечением, а также машины различной модификации для механизации работ открытым способом.

Предложен перечень резцов и шарошек рабочих органов проходческих машин.

Приведенные в справочнике фрагментарные данные по многочисленным машинам и технологическим средствам в определенной степени могут быть использованы при проектировании и строительстве тоннельных сооружений.

* Barbara Stoeck. Handbook of Mining and Tunnelling Machinery. John Wiley and Sons, 1982, 742 p.

МЕТРОПОЛИТЕНЫ МИРА

Страна, город	Паселение, млн. чел.	Год пуска в эксплуатацию	Количество линий	Протяженность линий, км	Число станций	Среднее расстояние между станциями, м	Классификация состава подвижного состава	Напряжение контактной сети, В	Стоимость одной поездки в национальной валюте	Результаты работы за год				Минимальный интервал между поездами, мин, сек.	Средне-эксплуатационная скорость, км/ч	Максимальное число вагонов в составе	Колличество эксплуатируемого персонала, чел.
										перевозка пассажиров, млн. чел.	средняя дальность поездки пассажира, км	вагоно-километров, млн.	потребление электроэнергии, млн. кВт-ч (на тягу поездов)				
Западный Берлин	2	1902	8	100,9	111	777	1000	750	1,9 марки ФРГ	361,6	6,3	74,3	169,7	2-30	31,5	8	3772
ФРГ — Гамбург	2,4	1912	3	89,5	80	1052	849	750	2,1*	188,1	5,3	52	93	2-00	31,6	9	1985
Мюнхен	2,2	1971	3	32	38	846	262	750	1,5*	155	3,8	23,6	115	2-30	34	6	860
Нюрнберг	0,8	1972	1	15	22	680	100	750	—	35	—	—	—	4-00	33	4	—
ГДР — Берлин	1,6	1902	2	15,8	23	772	340	750	0,2 марки ГДР	75	—	—	—	2-30	25/33	8	1600
Австрия — Вена	1,6	1976	3	26,4	34	852	264	750	15 шил.	106,7	5,5	8,1	59,5	3-00	35,2	6	792
Бельгия — Брюссель	1,1	1976	1	17	24	700	160	750	25 бельг. франков	39	—	4,7	—	3-00	30,7	4	1100**
Испания — Мадрид	3,5	1919	11	94,5	133	550	786	600	25 песет	356	5	80	—	2-40	21/27,3	6	3050
Барселона	3,1	1924	4	51,2	74	686	415	1200/1500	25	226,5	4,8	29,9	95,7	3-10	23/27,6	5	2572
Франция — Париж (город)	7,4	1900	15	190,2	359	561	3471	750	5 фр. франков	1109,5	4,9	192,1	499,2	1-35	23,9	6	9543
Париж (экспресс)	—	1938	2	102,7	63	1278/2049	560	1500	4*	222,9	11	51,8	205,5	2-30	40,4/48	9	2787
Марсель	1	1977	1	9	12	800	63	750	4,5*	28,7	3,8	3,9	11,7	2-40	33	3	307
Лион	1,1	1978	3	14,2	20	690	100	750	4,5*	55,3	2,5	5,1	17,1	2-17	29	3	309
Великобритания — Лондон	7	1863	9	387,9	247	1300	4083	600	0,7* фунга стерлингов	541	7,5	336	590	1-45	32,8	8	23299
Глазго	2,5	1886	1	10,5	15	700	33	600	0,25 фунга стерлингов	11,1	4	—	11	4-00	29	3	315
Ньюкасл	1,2	1980	1	29,6	24	1250	146	1500	0,25* фунга стерлингов	15,1	5	7,8	28,9	3-20	37	4	514
Греция — Афины	3	1925	1	25,7	21	1285	135	600	10 драм	83	—	12,2	—	4-30	30	5	1316
Венгрия — Будапешт	2,4	1896	3	26,4	36	400/1000	258	550/825	1 форионт	362	5,1	26,8	68,4	2-15	33	5	3142
Италия — Рим	3,6	1955	2	24,7	33	670/1100	208	1500	200 лир	140	—	15	—	3-00	37,3/33	6	1275
Милан	3,2	1964	2	47,1	57	724/1395	373	750/1500	300 лир	211,4	5	23,7	88	2-00	27/33/40	6	2197
Норвегия — Осло	0,5	1966	1	37,8	45	815	162	750	7 норв. крон	34,4	6,5	9,8	42	2-30	32	6	590
Нидерланды — Амстердам	0,7	1977	1	17,2	19	900	88	750	1,2* флорин	35	6	4	24,9	3-45	32/35	8	281
Роттердам	0,8	1968	1	17,1	12	1545	198	750	1,2* флорин	39,1	5,9	6,3	22,6	3-00	42	8	299
Португалия — Лиссабон	2,3	1959	1	12	20	630	80	750	17,5 эскудо	128	3,2	6,9	31,5	3-00	28	4	1325
Румыния — Бухарест	1,7	1979	1	17,4	12	1580	24	750	1 лей	15	—	—	—	4-00	36	4	—
Швеция — Стокгольм	1,5	1950	3	103,6	94	1000	867	650/750	4* шв. кроны	197	6,8	62,7	198	2-00	33/40	8	2350
Чехословакия — Прага	1,2	1974	2	19,3	23	920	255	750	1 корона	254,8	—	—	—	2-30	34	5	—
Аргентина — Буэнос-Айрес	11	1913	5	34	57	600	396	600/1100/1500	—	210	—	—	—	2-00	18/26	6	4300**
Бразилия — Сан-Пауло	12,6	1974	2	26	26	1000	312	750	30 крузейро	227,6	7	26,6	167,9	2-06	31	6	2954
Рио-де-Жанейро	9	1979	2	12,3	15	800	106	750	20	37,2	—	—	—	4-30	32	6	1279
Канада — Торонто	2,1	1954	2	56,9	59	769	632	600	0,75 кан. долл.	234,5	7,1	68,5	320	2-10	33/37	8	1065
Монреаль	2,7	1966	3	46,7	51	900	759	750	0,75*	224,9	6,6	62,7	180,3	2-15	38,7	9	839
Мексика — Мехико	10	1969	5	78,3	80	882	1278	750	1,2 мекс. долл.	987,4	7,4	117,5	390,4	1-55	34,6	9	3743
Чили — Сантьяго	4	1975	2	25,3	35	720	205	750	10 чил. долл.	132,6	—	18,8	65	2-30	32	5	1024
США — Нью-Йорк (НИКТА)	9,1	1868	—	371,1	458	800	6311	600	0,75 амер. долл.	1027	14,5	400	—	2-00	35/30	10	26021
Нью-Йорк (ПАТХ)	—	1908	1	22,4	13	2115	290	650	0,3*	47,9	7,2	17,7	69,5	1-30	34,4	7	866

Страна, город	Население, млн. чел.	Год пуска в эксплуатацию	Количество линий	Протяженность линий, км	Число станций	Среднее расстояние между станциями, м	Напряжение контактной сети, В	Стоимость одной поездки в национальной валюте	Результаты работы за год				Средняя эксплуатационная скорость, км/ч	Максимальное число вагонов в составе	Качество эксплуатации - число претензий, чел.
									перевозка пассажиров, млн. чел.	средняя дальность поездки пассажира, км	вагоно-километров, млн.	потребление электроэнергии, млн.квт.ч (на три поезда)			
Чикаго	6,7	1892	6	143,2	140	1000	1100	0,9 амер. долл.	150,6	—	78,1	255,1	2-50	8	2400
Бостон	2,7	1897	3	55,1	51	1100	354	0,6	—	—	—	—	3-00	4	—
Филадельфия (СЭПТА)	3,7	1907	2	39,2	54	800	347	0,75	65	9,6	20,4	121,9	2-00	6	737**
Филадельфия (ПАТКО)	*	1969	1	23,3	14	1790	121	0,7*	11,3	14,4	—	—	3-00	6	325**
Кливленд	1,8	1955	1	30,5	18	1790	108	1	11	—	—	—	3-30	6	380**
Сан-Франциско	3,2	1972	1	114	34	3700	440	0,5*	53,3	21,5	45,9	175,5	3-30	10	2030
Вашингтон	2,8	1976	3	63,1	44	1500	298	0,65*	75,6	—	—	—	3-00	8	1500
Атланта	1,8	1979	1	22	17	1600	120	0,6	21	—	6,3	—	10-00	8	212
Китай — Пекин	8	1971	1	23,6	17	1475	64	0,1 юаня	45	—	—	—	3-00	4	—
Тяньцзинь	3	1980	1	5	6	830	—	—	—	—	—	—	—	3	—
Корея — Сеул	8	1974	2	24,8	20	—	132	—	—	—	—	—	3-00	6	—
Гонконг	5,2	1979	2	26,1	25	900	386	1,5 гонк. долл.	223	5,8	19,1	76,9	2-30	6	2855
Япония — Токио (упр. пасс. транспорта)	25,8	1927	7	131,8	124	1100	1602	100* иен	1603	7,3	165	—	1-50	10	10475
Токио (транспорт. бюро)	*	1960	3	54,9	60	963	440	120* иен	388	6,1	46,6	138,3	2-30	6	3208
Осака	7,6	1933	6	89,1	87	1000	792	100 иен	794,2	—	—	—	2-00	8	6500**
Нагоя	7,3	1957	4	51,5	53	1000	443	—	—	—	—	—	2-00	6	2800**
Саппоро	1,3	1971	2	31,6	33	1000	328	—	—	—	—	—	4-00	8	5600**
Июкогама	2,7	1972	1	11,5	12	1000	70	—	—	—	—	—	5-00	5	—
Кобе	1,3	1977	1	5,7	4	1900	24	100 иен	19	—	—	—	4-00	8	—
Кюто	1,5	1981	1	6,9	8	1000	36	—	—	—	—	—	—	4	—
Фукуока	1	1981	1	7,2	9	900	48	—	—	—	—	—	—	—	—
СССР — Москва	8	1935	8	184	115	1820	2967	0,05 руб.	2377,23	10,82	405,75	772,2	1-20	7	19016
Ленинград	4,6	1955	3	66,1	40	1790	990	*	737,6	9,67	132,5	248,4	1-55	7	6451
Киев	2,1	1960	2	28,3	23	1300	320	*	297,9	9,62	37,8	79,7	1-30	5	2624
Тбилиси	1	1966	2	18	16	1180	125	*	142,8	5,7	14,7	38	2-30	4	1954
Баку	1,5	1967	2	18,6	12	1800	108	*	136,8	6,4	13	34,3	2-10	4	1934
Харьков	1,8	1975	1	17,3	13	1440	187	*	175,45	5,4	19,1	45,3	2-10	5	1963
Ташкент	1,7	1977	1	15,4	12	1410	165	*	88,6	5,8	10,4	25,6	3-00	4	1974
Ереван	1	1981	1	6,6	5	1650	32	*	17,4	3,82	2,6	7,3	5-00	3	899
Финляндия — Хельсинки	0,8	1982	1	10	6	1400	90	—	—	—	—	—	—	—	—
Болгария — София	1,1	—	1	7,5	7	1250	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Венесуэла — Каракас	3,3	—	1	11,8	14	900	140	—	—	—	—	—	—	—	—
Индия — Калькутта	9	—	1	16,4	17	1025	144	—	—	—	—	—	—	—	—
Италия — Неаполь	2,1	—	1	11,1	16	725	110	—	—	—	—	—	—	—	—
Испания — Севилья	0,9	—	1	10,5	16	700	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Метрополитены, введенные в эксплуатацию в 1982 г.

Строящиеся и проектируемые метрополитены

В настоящее время метрополитены эксплуатируются в 68 городах 28 стран мира, в ближайшие годы они появятся еще в 15 городах.
 Наиболее интересные соотношения некоторых основных показателей Московского метрополитена с показателями наиболее развитых зарубежных метрополитенов.

Страна, город	Население, млн. чел.	Год пуска в эксплуатацию	Колличество линий	Протяженность линий, км	Число станций	Среднее расстояние между станциями, м	Ивантарный парк подвижного состава	Напряжение контактной сети, В	Стоимость одной поездки в национальной валюте	Результаты работы за год				Средне-эксплуатационная скорость, км/ч	Максимальное число вагонов в составе	Колличество эксплуатируемого персонала, чел.
										пер.возка пассажиров, млн. чел.	средняя дальность поездки пассажиров, км	вагоно-километров, млн.	потребление электроэнергии (на тысячу поездов)			
США — Балтимор	1,8	—	1	12,9	9	1600	72	700	—	—	—	—	—	—	—	
Майами	1,6	—	1	33	20	1700	136	700	—	—	—	—	—	—	—	
Франция — Лилль	1	—	1	13,5	18	800	76	750	—	—	—	—	—	—	—	
Япония — Сендай	0,6	—	1	14,4	16	960	—	1500	—	—	—	—	—	—	—	
СССР — Минск	1,3	—	1	8,6	8	1075	—	825	—	—	—	—	—	—	—	
Горький	1,3	—	1	9,6	8	1370	—	825	—	—	—	—	—	—	—	
Новосибирск	1,3	—	1	13	10	1300	—	825	—	—	—	—	—	—	—	
Свердловск	—	—	1	18	6	3000	—	825	—	—	—	—	—	—	—	
Куйбышев	1,2	—	1	7,9	6	1300	—	825	—	—	—	—	—	—	—	
Днепропетровск	—	—	1	11,2	9	1240	—	825	—	—	—	—	—	—	—	

Примечание: * — при дифференцированной системе оплаты проезда указана стоимость одной поездки на расстоянии 6—7 км; ** — приведено общее количество работающих.

Кроме перечисленных, метрополитены эксплуатируются в Бонне, Франкфурте, Ганновере, Штутгарте, Кельне (ФРГ), Пхеньяне (Корея). Не указаны также метрополитены, по которым нет сведений. Таблица составлена отделом научно-технической информации и пропаганды Управления Московского метрополитена по материалам Международного Союза Общественного Транспорта. Метрополитены мира* за 1981 г.

И. М. Якобсону — 70 лет



Полвека на Метрострое... С именем Ильи Максимовича Якобсона олицетворяется его живая история. Юность этого человека началась с участия в социалистическом преобразовании страны. Он пришел в начале тридцатых по путевке комсомола на строительство станции «Смоленская» Московского метрополитена. Одаренный метростроитель скоро был направлен на учебу в МИИТ, которую совмещал с работой сменного инженера на станции «Курская». Творческая отдача началась с борьбы за качество, решения вопросов механизации горнопроходческих работ. На станциях «Бауманская» и «Семеновская» И. М. Якобсон (соответственно — начальник участка и главный инженер) обрел высокую квалификацию горняка, опыт руководства большого масштаба.

Одна из ярких вех биографии Ильи Максимовича — станция «Электроводская», сооруженная в годы Великой Отечественной войны. В те суровые, полные ли-

шений дни инженерная мысль работала над созданием прогрессивной технологии проходки, высококачественных водонепроницаемых конструкций.

Дальнейшее участие в развитии техники отечественного метростроения — непосредственный вклад в строительство Большого кольца, где в сложных инженерно-геологических условиях созданы уникальные подземные сооружения.

На протяжении многих лет (вплоть до последнего времени) И. М. Якобсон — бесменный начальник технического отдела Управления Мосметростроя. Кандидат технических наук, заслуженный строитель РСФСР, лауреат премии Совета Министров СССР принимает деятельное участие в развитии технического прогресса отрасли. Свое семидесятилетие он встречает в расцвете творческих сил, внося свой вклад в развитие сети столичного метрополитена.

Вместе с научно-технической общественностью редакция «Метростроя» сердечно поздравляет юбиляра, члена редколлегии сборника, автора многих актуальных статей, и желает, чтобы жизненной энергии, душевной теплоты и принципиальности ему хватило еще на много добрых свершений во имя отечественного тоннелестроения. Доброго здоровья, счастья, новых творческих достижений!

ОБЗОР ЗАРУБЕЖНЫХ ЖУРНАЛОВ

Тенденции в строительстве автодорожных тоннелей в Японии. «Доро», 1982, № 12, с. 30—34 (япон.).

На эксплуатируемых скоростных автомагистралях Японии доля тоннелей составляет 3%, на строящихся — 9,1, проектируемых — 17,2%. При сооружении 12 тоннелей применили новоавстрийский способ и заложили в проект еще 10. Актуальными задачами считают дальнейшее совершенствование, массовое внедрение и стандартизацию этого способа, переход на более сплюснутые сечения тоннелей, сближение между собой порталов парных тоннелей, разработку технологии укрепления обвало- и оползнеопасных припортальных откосов, удешевление строительства в устойчивых зонах благодаря применению облегченных сборных изделий и облицовок.

Комплексная характеристика удоборабатываемости скальных пород. «Die Straße», 1983, т. 29, № 4, с. 122—125 (нем.).

В результате проведенного в ГДР исследования методами математической статистики 16 физико-механических характеристик для 168 различных видов скальных грунтов в аспекте энергозатрат при разработке роторным исполнительным органом проходческого комбайна выведена новая характеристика удоборабатываемости ($G^* = 0,026 \cdot \sigma_D + 0,017 \cdot H_{sh} - 11,516$, где σ_D — прочность на одноосное сжатие, H_{sh} — твердость по Шору). Она может быть использована для прогнозирования и проектирования комбайновой проходки.

Искусственное замораживание грунтов на строительстве Брюссельского метрополитена (Бельгия). «Engineering News—Record», 1983, т. 210, № 8, с. 20—21 (англ.).

В Брюсселе строится новый участок метрополитена длиной 2,7 км с 4 станциями. При сооружении пересадочной станции под железнодорожным путепроводом для предупреждения осадок последнего разрабатывали траншеи шириной 1,5 м под стены под защитой окружающих ледогрунтовых стенок толщиной 1 м. Часть другой станции, сооружаемой под зданиями многошольневым методом, защитили плоским ледогрунтовым перекрытием длиной 35 м, шириной 25, толщиной 2,5 м, устроенным горизонтальным замораживанием сухого грунта с добавкой в него воды. Перегонный тоннель на участке в 63 м прошли с монолитным бетонным ограждением толщиной 1 м и глубиной 25 м в траншее, выдолбленной в замороженном грунте отбойными молотками. При проходке перегонных тоннелей с набрызгбетонной отделкой толщиной 55 см под рекой устроили ледогрунтовые экраны длиной 18 м, диаметром 9 и толщиной 1 м. Строительство начато в 1979 г., окончание намечают осенью 1984 г. — с опозданием на полгода.

Специальные работы на строительстве метрополитена в Питтсбурге (США). «Engineering News—Record», 1982, т. 209, № 4, с. 30—31, 34 (англ.).

На первой линии метрополитена длиной 16,8 км в Питтсбурге 1,8 км тоннелей открытого способа работ сооружают с предварительной силикатизацией грунтов. На площади 1200 м² менее чем за 5 месяцев пробурено более 400 скважин и инъецировано около 3800 м³ раствора. Для контроля эффективности инъекций разработали и применили неразрушающие методы, позволившие вести работы быстрее и надежнее, чем с традиционными лабораторными испытаниями кернов. Для этого в грунт с помощью опущенного в скважину клина возбуждали сейсмические волны, скорость которых регистрировали в окружающих скважинах датчиками. Использовали и радарные измерения, но они требуют доработок с целью упрощения эксплуатации аппаратуры и интерпретации данных. Внедрена в экспериментальном порядке технология акустического контроля процесса инъекций в трехмерной среде путем улавливания и интерпретации возникающих в грунте сверхслабых звуков.

Испытания артиллерийского метода бурения в США. «Engineering and Mining Journal», 1982, т. 183, № 12, с. 29 (англ.).

В США проводятся промышленные испытания оборудования «Траунд», выполненного в виде трехствольного автоматического орудия для стрельбы керамическими пулями диаметром 6,2 мм и длиной 37 мм с интервалом миллисекундного порядка и предназначенного для вмонтирования в буровые стволы вращательного бурения при минимальном диаметре долота 102 мм. Специальный датчик останавливает стрельбу в мягких породах и возобновляет ее в твердых. Во время натуральных испытаний оборудования при диаметре коронки 250 мм, частоте вращения 50 об/мин. и давлении подачи 12 тс в граните была достигнута скорость бурения 3,6 м/ч, что в 3 раза выше, чем без обстрела. Перспективные разработки направлены на оснащение подобным оборудованием роторных проходческих комбайнов, а также на создание артиллерийской проходческой установки с тремя стволами калибром 37—50 мм, стреляющей чугунными болванками массой 1,5 кг.

Выбор способа проходки трамвайного тоннеля в Цюрихе (Швейцария). «Rock Mechanics», 1983, т. 16, № 1, с. 3—17 (англ.).

В связи со строительством двухпутного трамвайного тоннеля мелкого заложения длиной 350 м и сечением в проходке 70 м² в районе сплошной городской застройки провели сравнительное исследование по стоимости, производительности и уровню шума и вибрации различных методов разработки грунта (уступным способом с пилот-тоннелем, шандорной крепью и бетонированием свода по мере проходки). Применили оборудование: комбайн с роторно-поворотным исполнительным органом «Минифууфэйсер» для проходки пилот-тоннеля; комбайн избирательного действия для проходки калотты и профилировки боковых стенок; бульдозер-рыхлитель для разработки уступа; гидродарник для профилировки обратного свода. Такое сочетание, по оценкам, оказалось самым дешевым (менее 2 млн. франков) и вторым по срокам работ (около 20 месяцев). В реальности из-за встретившихся трудностей строительство заняло 30 месяцев.

Применение комбайнов избирательного действия и бурильного оборудования. «Baumaschine+Bautechnik», 1983, т. 30, № 3, с. 103—108 (нем.).

Исследование производительности различных видов проходческой техники, проведенное в ФРГ, позволило выявить рациональную область использования распространенных моделей проходческого оборудования. Так, производительность комбайна избирательного действия ET-160 фирмы «Эйкхофф» (ФРГ) в грунтах прочностью на сжатие 30 Н/мм² превышает 80 м³/ч, но к 90—100 Н/мм² падает до 10—15 м³/ч. Молоток вращательного действия COP-420R фирмы «Атлас Копко» при 30 Н/мм² достигает мгновенной скорости бурения 600—800 см/мин, но к 110 Н/мм² она снижается до 150 см/мин; вращательно-ударного действия COP-1038 НД обеспечивает скорость 1—2 м/мин в диапазоне 100—200 Н/мм². В промежуточном диапазоне (70—120 Н/мм²) скорость до 4 м/мин. развивает новая модификация молотка COP-1038 HF с повышенными характеристиками частоты ударов — 6000 1/мин. и вращения — 300—400 об/мин.

Автоматизация проходческих комбайнов избирательного действия. «Glückauf-Forschungshefte», 1983, т. 44, № 3, с. 105—109 (нем.).

Автоматизированная система управления для серийно выпускаемого комбайна избирательного действия ET-160-L на базе бортового микропроцессора разработана фирмой «Эйкхофф». Система включает подсистемы оконтуривания забоя и ведения по трассе. Оконтуривание тоннеля может производиться в ручном режиме, полуавтоматическом (ручное управление с автоматической блокировкой) или полностью автоматическом при номинальной точности ±5 см. Ведение осуществляется по лазерному лучу и ортогональным инклинометрам. После наземных испытаний комбайна с новой системой он начал эксплуатироваться на шахте «Министр Штейн».

Строительство тоннелей Васю (Япония). «Доро», 1983, № 1, с. 34—37 (япон.).

Для сооружения тоннеля длиной около 200 м, подводящего к береговому устью автодорожно-железнодорожного моста, соединяющего японские острова Хонсю и Сикоку, выполнили технико-экономическое исследование двух вариантов проекта: единой односводчатой выработки пло-

щадью сечения в проходке 570 м² (в верхнем ярусе размещены автодорожные полосы, в нижнем — железнодорожные пути) и двух расположенных один над другим двухсводчатых тоннелей — верхнего автодорожного и нижнего четырехпутного железнодорожного — площадью сечения в проходке 200+190 м². Предпочли второй вариант как требующий меньшего объема разработки грунта, имеющий аналоги в практике тоннелестроения и более удобный в эксплуатации. Проходку ведут новоавстрийским способом.

Современный технический уровень способа продавливания в странах Западной Европы. «Journal of Transportation Engineering», 1983, т. 109, № 1, с. 57—72 (англ.).

Длины продавливаемых труб в западноевропейской практике достигнуты 1000 м и более при количествах промежуточных домкратных станций до 15 и нормативной точности ведения по трассе ±30 мм. Создано специализированное гидрооборудование домкратных станций с рабочим давлением 350—700 кгс/см² и усилием отдельных домкратов до 300 тс. Используют специальные центрифугированные трубы с длиной секции 2,4 или 3,7 м. Типовые конструкции стыков в разных странах различны.

Среди крупнейших прямоугольного сечения, продавливаемых под насыпями, — автодорожный тоннель Брент-Кросс (Англия) сечением 10,4×6,7 м, длиной 46 м и подземная камера электростанции в Цюрихе (Швейцария) сечением 11×10,8 м, длиной 88 м. В Англии способом продавливания прямоугольных секций в два или три яруса устраивают опоры путепроводов с последующим монтажом на них пролетных строений в технологические «окна» и разработкой грунтовых целиков. В ФРГ — в насыпях пролетом перекрытия до 36 м тоннели продавливают с разработкой грунта открытым способом, временно перенося движение поездов на стальные мосты.

Сооружение тоннелей под насыпью способом продавливания (ЮАР). «The Civil Engineer in Southern Africa», 1982, т. 24, № 12, с. 645, 647 (англ.).

Комплекс тоннелей длиной 52 м под четырехпутной железнодорожной насыпью в Гермистоне (ЮАР) соорудили в такой последовательности: два боковых тоннеля сечением в свету 8×8 м и 5,4×6,5 м прошли способом продавливания двумя забоями 30+22 м; эти тоннели соединили перекрытием из 24 балок из сборного преднапряженного железобетона длиной по 22 м; под его защитой разработали грунт, получив третий тоннель. В боковых тоннелях пропустили пешеходно-велосипедный поток и железнодорожную ветку; средний тоннель — автодорожный.

Проходка коллектора способом продавливания в Нюрнберге (ФРГ). «Straßen-und Tiefbau», 1983, т. 37, № 2, с. 27—29 (нем.).

Коллектор сточных вод диаметром в свету 2,5 м, глубиной заложения около 15 м, соорудили в крепком песчаннике способом продавливания, двумя участками длиной 530 и 370 м, с роторным исполнительным органом, оснащенным шарошками, и гидротранспортом разработанного грунта из призабойной кессонной камеры. Применили главную домкратную двухступенчатую станцию, где задние домкраты выдвигают стальное кольцо, в которое жестко вмонтированы передние. Это увеличило рабочий ход домкратной станции и позволило использовать трубы длиной 5 м, сэкономив время на монтажных операциях. Поскольку луч лазера рассеивается при высокой влажности воздуха в тоннеле, применили ведение по гирокомпасу и инклинометрам.

Усовершенствованная домкратная станция для продавливания тоннелей. «Baugewerbe», 1983, т. 63, № 3, с. 34 (нем.).

При сооружении способом продавливания пешеходно-го тоннеля, выполненного в виде одной железобетонной секции длиной 18 м, шириной 12, высотой 6,5 м и массой 1500 т, под насыпью железнодорожной магистрали Милан — Генуя (Италия) применили гидрооборудование фирмы «Энерпак» (ФРГ). Оно включало: два гидронасоса РРЕ-9483-4, шесть гидроцилиндров усилием по 400 тс, ходом 520 мм и специальные гидрокоммуникации. Гидронасосы имеют по 4 рабочих выхода с электрическими вентилями и предохранительными клапанами, настроенными на предельно допустимое давление — 30 МПа, причем все 8 вентилях обоих насосов имеют управление от общего выносного электрораспределительного ящика. Преимущество таких насосов — в возможности создания в каждом выходе различного рабочего давления при сохранении

равного расхода, что исключает перекокс продавливаемой конструкции независимо от однородности грунта.

Продавливание коллектора в Австрии. «Österreichische Bauzeitung», 1983, № 17, с. 4—5 (нем.).

Коллекторный тоннель длиной 222 м, диаметром в свету 2,2 м, глубиной заложения 8—16 м под сортировочной станцией в Зиммеринге (Австрия) соорудили способом продавливания с помощью трех домкратных станций усилием по 680 тс. Грунт разрабатывал штыльневый мини-экскаватор, откатывал специальный самоходный вагон. Бригада (6 рабочих и сменный мастер) выполнила работы за 7 недель.

Новинки тоннелестроения в КНР. «Civil Engineering ASCE», 1982, т. 52, № 12, с. 36—38 (англ.).

Шанхайским управлением тоннелестроения построен стальной трубопровод диаметром 2,6 м на участке в 582 м способом продавливания с одной главной и пятью промежуточными домкратными станциями. Комплекс оборудования имел следующие особенности: антифрикционный глинистый раствор нагнетали от ножевой секции и в нескольких пунктах по трассе (что позволило снизить трение с 1—2 до 0,5 тс/м²); для облегчения ведения ножевой секции ее выполнили с двумя сочленениями; перемычку кессона установили в ножевой секции, оставив в остальной части протяженности тоннеля нормальное атмосферное давление; грунт разрабатывали методом гидроразмыва и выводили гидротранспортом, благодаря чему материальный шлюз не требовался.

На строительстве Шанхайского метрополитена освоен способ «стена в грунте» в сборном и монолитном вариантах. Для пандусов устраивают ограждения из сборных бетонных свай с соединением в шпунт, задавливаемых в грунт домкратами и оставляемых в качестве элемента постоянной конструкции. Для предотвращения выталкивания тоннелей мелкого заложения в мягком обводненном аллювии вместо массивной конструкции лотка предпочитают как более дешевое решение прокладку в грунте обратной засыпки водоотводных труб.

Скользкая тоннельная опалубка. «Engineering News—Records», 1983, т. 210, № 7, с. 30 (англ.).

Лабораторная модель скользкой опалубки диаметром 3 м, длиной 12 м, предназначенной для скоростного бетонирования тоннельной обделки сразу за проходческим комбайном или шитом, создана фирмой «Фостер-Миллер» (США). При испытаниях использовался бетон с часовой прочностью около 70 кгс/см², позволявший практически непрерывно перемещать опалубку. По данным технико-экономических исследований, скоростное бетонирование постоянной обделки за шитом позволяет снизить строительную стоимость тоннеля на 30%. Следующий этап разработок, предусматривающий натурные испытания опалубки диаметром 5,4 м, в том числе в кривых, отложен.

Возведение обделки коллекторов большого диаметра в Чикаго (США). «Highway and Heavy Construction», 1982, т. 125, № 12, с. 29 (англ.).

При комбайновой проходке коллекторных тоннелей диаметром 10 м в Чикаго (в связи со сжатыми сроками строительства) применили технологию бетонирования обделки по мере проходки в 150 м от забоя. Для этого создана передвижная опалубка длиной 27 м, порталный перестановщик которой дает возможность бесперебойного движения откаточных поездов. Она оборудована тележками для поддержания торцевой опалубки и для поверхностной обработки бетона, а также более 100 накладных вибраторов. За опалубкой размещен передвижной смесительный узел с бетононасосом, что позволило повысить технологичность работ и качество бетона. Ежедневно бетонуют по 27-метровой секции обделки.

На 1-й и 4-й стр. обложки: из фотохроники строительства Серпуховского радиуса Московского метрополитена. Художественное оформление станции «Нахимовский проспект»; участок примыкания перегонных тоннелей к СТП «Чертановской».

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

Слано в набор 16.09.83. Подписано в печать 03.11.83 Л-84246. Формат 60×90%. Бумага типографская № 1. Гарнитура новогатетная и литературная. Печать высокая. 4,0 печ. л. 6,24 уч.-изд. л. Тираж 4200 экз. Заказ 3211. Цена 40 коп.

Адрес редакции: 103031. Москва К-031. Кузнецкий мост, 20, 2-й этаж, телефоны 295-86-02, 223-77-72.

Тип. изд-ва «Московская правда», ул. 1905 г., д. 7.



На строительстве Минского метрополитена. Подготовка к монтажу горнопроходческого комплекса для сооружения перегонного тоннеля участка II очереди.

Фото П. Костромы.

253

МЕТРОСТРОЙ

ИНДЕКС 70572

ЦЕНА 40 коп.

