

МЕТРОСТРОЙ

6

1977

МЕТРОСТРОЙ

ИНФОРМАЦИОННЫЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ СБОРНИК

№ 6 1977 Издание Московского Метростроя и
издательства «Московская правда»

В НОМЕРЕ:

ДОСРОЧНЫЕ РАПОРТЫ ПУСКОВЫХ СТРОЕК	1
Ю. Кошелев, В. Самойлов, П. Васюков, П. Исаев. О НАПРАВЛЕНИЯХ МОДЕРНИЗА- ЦИИ ПРОХОДЧЕСКИХ ЩИТОВ	2
А. Тутнов. МЕХАНИЗИРОВАННЫЙ КОМП- ЛЕКС КЩ-4Б.	5
И. Островский, М. Ривилис. УНИВЕР- САЛЬНЫЙ УКЛАДЧИК ТУ-5К.	8
НА ПРАЗДНИЧНОЙ ВОЛНЕ: ХАРЬКОВ	9
✓ Л. Ахманова. ОСОБЕННОСТИ ВЕНТИЛЯЦИИ ТАШКЕНТСКОГО МЕТРО	10
Я. Гельман, В. Старосельский, Л. Афе- ндиков. ОБДЕЛКА С ПОЛИЭТИЛЕНОВЫМ ЭК- РАНОМ	11
В. Федюкин, Ю. Самохвалов, А. Алек- сеев. СООРУЖЕНИЕ ТОННЕЛЕЙ ГЛУБОКОГО ЗАЛОЖЕНИЯ	13
Ю. Куликов, В. Соломатин. КАЧЕСТВО КОЛЛЕКТОРНЫХ ОБДЕЛОК	16
✓ Л. Гладилин, Г. Богомолов, М. Жанза- ков, А. Шевченко. СОСТОЯНИЕ ИЗОЛЯ- ЦИИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ НАПРЯЖЕНИЕМ 0,4 КВ	17
Н. Белоус, С. Раков. НАСАДКА ДЛЯ СЪЕМ- КИ ПЛОСКОСТИ КОЛЕЦ	19
✓ И. Коваленко. МАГНИТОУПРАВЛЯЕМЫЕ КОНТАКТЫ В УСТРОЙСТВАХ АВТОМАТИКИ, ТЕЛЕМЕХАНИКИ И СВЯЗИ	21
✓ В. Предтеченский, В. Гвоздяков. РАС- ЧЕТ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ УЧАСТКА ПУТИ	22
И. Бражников, С. Власов, Н. Кулагин. ДВУХПУТНЫЙ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЙ ТОН- NELЬ ДАИСИМИДЗУ	24
Л. Маковский. ПОДВОДНЫЕ ТОННЕЛИ ИЗ ОПУСКНЫХ СЕКЦИИ	29
Э. Малоян, В. Морозов, В. Лернер. НО- ВЫЕ СПОСОБЫ КРЕПЛЕНИЯ КОТЛОВАНОВ	31

Редакционная коллегия:

В. А. АЛИХАШКИН, А. С. БАКУЛИН, П. А. ВАСЮКОВ,
С. Н. ВЛАСОВ, А. Ф. ДЕНИЩЕНКО, В. М. КАПУСТИН,
Ю. А. КОШЕЛЕВ, А. С. ЛУГОВЦОВ, В. Л. МАКОВ-
СКИЙ, Б. П. ПАЧУЛИЯ, С. А. ПОНОМАРЕНКО,
В. И. РАЗМЕРОВ, Е. Д. РЕЗНИЧЕНКО, П. А. РУСА-
КОВ, А. И. СЕМЕНОВ, А. В. СЕМЕНОВ, В. В. ЯКОБС,
И. М. ЯКОБСОН

ОКТАБРЬСКАЯ ПОСТУПЬ ПЯТИЛЕТКИ

60 ЛЕТ
ОКТАБРЯ

ДОСРОЧНЫЕ РАПОРТЫ ПУСКОВЫХ СТРОЕК

Социалистические обязательства выполнены

ПОСЕЛОК ЗОЛОТИНКА, Якутская АССР. Участок Тында — Беркамит. В сентябре взорвана последняя трехметровая перемычка, разделявшая северный и южный порталы Нагорного тоннеля длиной 1,3 км. Сбойка первого тоннеля на великой сибирской магистрали от Лены до Амура проведена на четыре месяца раньше срока. Вот как нарастал одновременно с двух сторон Станового хребта темп проходки в юбилейном году: январь — прошли 45 м, февраль — 87, в марте вышли на рекорд 130 м, в июне — «вершина» проходки — 133 м.

Впервые в нашей стране в зоне вечной мерзлоты сооружен тоннель на полный профиль. На митинге по случаю сбойки строители Тоннельного отряда № 16 решили пропустить первый поезд в мае будущего года.

ЛЕНИНГРАД. Высокие темпы, ускоренный ввод стали хорошей традицией Ленметростроя. 5 октября, раньше намеченного срока и с высоким качеством коллектив ввел в строй действующих участок Кировско-Выборгской линии метрополитена длиной 3,62 км от «Автова» до «Проспекта Вертеранов».

ТАШКЕНТ. Завершилось строительство первого в Средней Азии и седьмого в Советском Союзе метрополитена. Протяженность первого вступающего в эксплуатацию участка первой линии 12,1 км с 9 станциями. Впервые в практике отечественного метростроения решены задачи надежности конструкций в зоне сильных сейсмических воздействий и просадочных грунтов. Четвертый по численности населения (свыше 1,7 миллиона человек) город страны получает современный удобный вид транспорта. Приблизить это знаменательное событие помогли молодому коллективу Ташметростроя посланцы братских республик.

Успех обеспечен прежде всего за счет умелого использования высокой производительной техники и передовых методов труда, массового участия строителей в социалистическом соревновании. Образцы героического труда и высокое профессиональное мастерство передовых бригад обеспечили пусковую готовность крупнейшего сооружения на год раньше срока.

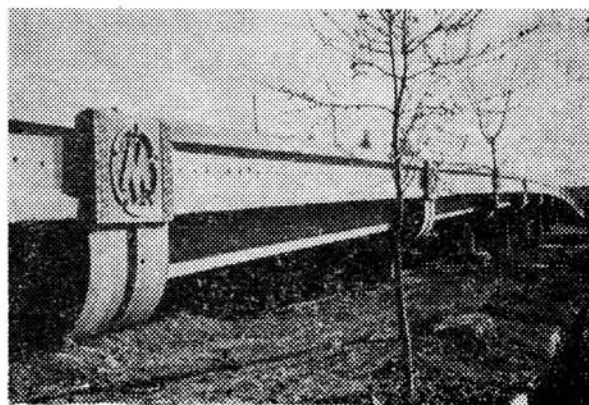
Теперь строительная протяженность действующих подземных магистралей страны превысит 300 километров со 193 станциями.

ЎЗБЕКИСТОН ПОТАЙХИ — ТОШКЕНТДА МЕТРОПОЛИТЕН ИШГА ТУШИРИЛАДИ

*Есть метрополитен в столице
Узбекистана — Ташкенте!*



Станция «Дружбы народов». На путевых стенах — гербы союзных республик



Эстакадный участок «Хамзы» — «Комсомольская».

О НАПРАВЛЕНИЯХ МОДЕРНИЗАЦИИ ПРОХОДЧЕСКИХ ЩИТОВ

Ю. КОШЕЛЕВ, В. САМОИЛОВ, кандидаты техн. наук,
П. ВАСЮКОВ, П. ИСАЕВ, инженеры

В стране в течение X пятилетки должно быть сооружено 130 км перегонных тоннелей метрополитенов (в однопутном исчислении) закрытым способом, в том числе 55 км мелкого заложения. В будущем пятилетии эти объемы возрастут на 30%.

Как показал анализ геологических материалов Метрогипротранса, в 1976—1985 гг. в грунтах четвертичных отложений (пески, супеси, суглинки и глины) пройдет свыше 115 км перегонных тоннелей в различных городах. В слабоустойчивых вязких породах типа спондиловых глин и лессовидных суглинков (Киев и Ташкент) предполагается проложить около 50 км и в кембрийских глинах (Ленинград) — 55 км тоннелей.

Проходка тоннелей в четвертичных отложениях, в первую очередь в Москве, осуществляется, в основном, с помощью обычных немеханизированных щитов, оборудуемых при песчаном забое системой горизонтальных полок. Механизированные щиты ТЩБ—5,9 и ЦМ—17 применялись при строительстве в песчаных грунтах перегонных тоннелей Краснопресненского радиуса. Ранее в Москве использовались агрегаты с плоской и винтовой планшайбой.

Механизированная проходка в настоящее время ведется в Ленинграде — комплексы КТ-1-5,6 и в Киеве — ЦМР-1. Здесь удалось достичь высоких скоростей: в Ленинграде 676 м/месяц (1976 г.), в Киеве 264 м/месяц (1975 г.). В Москве с помощью щита ТЩБ-5,9 пройдено 96 м/месяц, а агрегатом ЦМ-17 — 128 пог. м тоннеля за 17 рабочих дней. (Следует отметить, что обычным щитом с горизонтальными полками на Краснопресненском радиусе скорость проходки в песках составила 177 м/ме-

сяц; на Ждановском и Замоскворецком радиусах она, как известно, достигла 400 и 430 м/месяц).

Таким образом, сейчас имеются технические средства для скоростного строительства тоннелей в однородных грунтах. Здесь отработана на практике технология проходки, в том числе с использованием обжатой обделки.

В условиях же изменения по трассе вида и состояния грунтов в забое, даже в пределах песков и тяжелых глин, механизированная проходка с использованием имеющегося в распоряжении Главтоннельметростроя оборудования мало эффективна. Она тем более затруднена при появлении в забое валунов и прослоек твердых пород. Переменный характер грунтов в Москве, в Ленинграде на мелком заложении, а также Ташкенте, Минске и Горьком, обуславливает применение в будущем, в основном, обычных щитов, если не оснастить их соответствующим механизированным оборудованием.

Необходимо оснащение строек щитами, способными вести механизированную скоростную проходку тоннелей как в несвязных, так и связных грунтах, в том числе в условиях неоднородного забоя и в слабых породах с пределом прочности на сжатие не менее 300 кгс/см². Техническая задача создания такого щита, являющегося по существу универсальным, окончательно еще не решена, однако в стране и за рубежом накоплен значительный опыт работы щитов расширенного диапазона действия, позволяющих существенно ускорить и удешевлять строительство.

Из известных схем головных частей щитов расширенного диапазона действия перспективными для быст-

рой реализации с минимальными трудовыми и денежными затратами, в первую очередь, в процессе модернизации существующих немеханизированных агрегатов (в системе Главка их свыше 30), являются схемы П Ба2 и П Ба7*.

Согласно первой схеме, в состав головной части щита вводятся устанавливаемый на ролики облегченный роторный орган с трехлучевым баром и погрузочными ковшами, а также удлинение ножевого кольца и горизонтальные полки. Два привода роторного органа, каждый из которых включает электродвигатель, муфту предельного момента и редуктор, устанавливаются на горизонтальной перегородке щита. В забое, сложенном несвязными грунтами, ножевое кольцо снабжено полным набором горизонтальных полок. Грунт, расположенный в нижней ячейке, а также ссыпавшийся из верхних, захватывается ковшами роторного органа, поднимается вверх, сбрасывается в наклонный лоток и далее на приемную часть продольного конвейера-перегрузателя.

При наличии в нижней части забоя связного грунта по мере поднятия граничного слоя производится постепенное снятие горизонтальных полок.

В забое, сложенном на всю высоту связным грунтом, порода разрабатывается резцами, расположенными на лучах бара.

Щит диаметром 3,6 м с головной частью по первой схеме создан в 1975 г. трестом ГПР-1 Главмосинжстроя с использованием корпуса немеханизированного щита Щ-28 (рис. 1).

Проект удлинения ножевого кольца и горизонтальных полок выполнен

* См. «Метрострой» № 1, 1976, стр. 19.

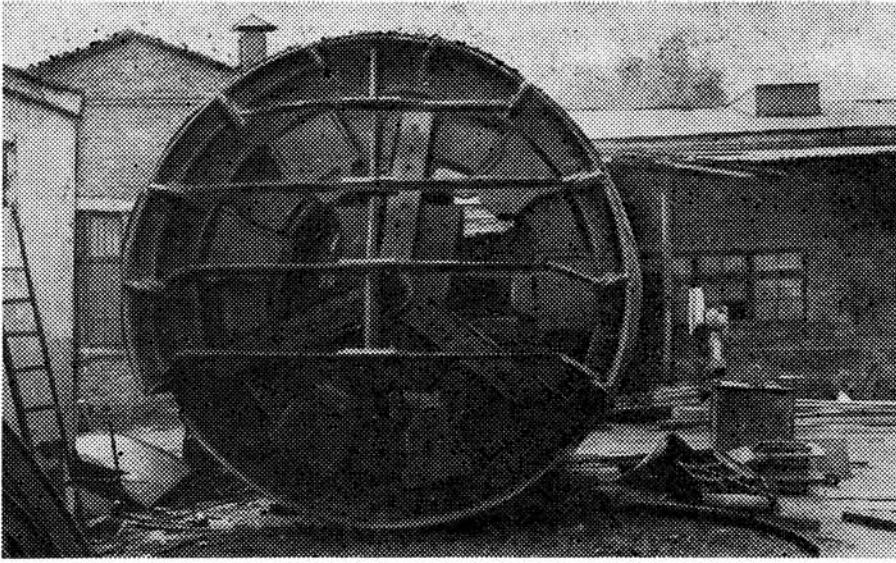


Рис. 1

ЦНИИСоМ, а роторного органа — БВ НИИОСП и ЭКБ ЦНИИСКа по техническому заданию НИИОСП. Испытания щита в районе Рублевского шоссе на участке проходки со смешанным забоем подтвердили эффективность и надежность схемы.

При проходке в песках роторные кольцевые органы ряда щитов диаметром 3,7 и 3,6 м (объекты трестов Союзшахгоспецпромстроя и трестов ГПР-1 и ГПР-2 Главмосинжстроя) показали высокую производительность. Например, щитом с таким органом и постоянной ножевой частью, оснащенной горизонтальными полками, при проходке Чертановского коллектора была достигнута скорость 445 м/мес. В настоящее время трестом ГПР-2 ведется подготовка второго щита диаметром 3,6 м с головной частью по схеме 1.

В соответствии со второй схемой в щите размещается гидравлический экскаватор с телескопической стрелой. Ножевое кольцо несколько удлиняется и оснащается в верхней части системой горизонтальных полок с центральной вертикальной перегородкой, а в нижней — фартуком с проемом, в котором размещается приемная часть конвейера-перегрузателя. С помощью экскаваторного органа разрабатывается забой, а также транспортируется грунт на конвейер-перегрузатель. На участках с однородным забоем, сложенным несвязным грунтом, экскаватор выполняет, в основном, роль погрузчика. При необходимости с его помощью производится планировка осыпей в ячейках и удаление встретившихся валунов. При неод-

нородном забое система горизонтальных полок сохраняется. В этом случае экскаваторный орган разрабатывает забой, в том числе и в самих ячейках, при необходимости выходя вперед за режущую кромку ножевого кольца и полок. В устойчивом забое, сложенном связными грунтами (это могут

ния рабочим органом и снижаются затраты времени на его нерабочее перемещение.

Пионером широкого практического оснащения немеханизированных щитов экскаваторным оборудованием явился трест ГПР-1 Главмосинжстроя. Здесь экскаваторными и горизонтальными полками оснащено свыше 20 щитов диаметром от 2 до 4 м. С их помощью сооружен ряд тоннелей в песчаных и глинистых грунтах, в том числе в условиях неоднородного забоя. При проходке щитом диаметром 3,6 м в наиболее тяжелых для разработки глинистых закипающих грунтах скорости составили порядка 120 м/мес. Щиты имеют высокую эксплуатационную надежность и ремонтпригодность, а также простую управляемость. При этом обеспечиваются хорошие условия для свободного доступа в забой и постоянного его осмотра. Использование экскаваторного органа позволило вести избирательную разработку забоя как по глубине, так и по ширине ячеек головной части в зависимости от реальной грунтовой обстановки. Практически устранен тяжелый ручной труд в забое. Достигается все это при неболь-



Рис. 2

быть и лессовидные суглинки, а также спондиловые и даже кембрийские глины), снимают либо все полки, либо только часть их, оставив, например, нижнюю полку и вертикальную перегородку. Этим создаются более благоприятные условия для манипулирова-

ших затратах на изготовление и монтаж дополнительного оборудования в корпусе обычного агрегата; для щита диаметром 4 м они не превышают 5 тыс. рублей.

Учитывая более сложные горно-технические условия проходки тоннелей

лей метро, был проведен анализ отечественного и зарубежного опыта разработки и применения в различных условиях (начиная от четвертичных отложений и кончая крепкими породами) щитов диаметром до 11,5 м с экскаваторным стреловым оборудованием и сделана его первая классификация (рис. 2). Преимущественные тенденции в этой области сводятся к следующему:

щиты диаметром 5,5 м и выше оснащаются одним или несколькими экскаваторными органами.

при сохранении в щите горизонтальной перегородки на ней размещают опорный узел экскаваторного органа;

в последние годы экскаваторные органы некоторых щитов стали оснащаться, кроме ковшей, гидроударниками для разрушения валунов и разработки скальных пород.

ЦНИИСом в содружестве с Мосметростроем и ПКБ Главстроймеханизации с учетом опыта ГПР-1 разработано предложение и составлен

горизонтальной перегородке и снабженных распределительной и регулирующей аппаратурой;

гидронасосная установка экскаваторных органов, находящаяся на тележке эректора;

наклонный конвейер-перегрузатель в нижнем отсеке опорного кольца.

Стрела рабочего органа перемещается и выдвигается гидроцилиндрами. Гребок вращается вокруг продольной оси стрелы с помощью гидродвигателя. Экскаватор практически может разрабатывать забой по всей его площади с выходом за переднюю кромку ножевого кольца, а также осуществлять выемку грунта в каждой отдельной ячейке головной части. На режущей кромке гребка создается усилие, равное 6 тс.

Использование двух рабочих органов позволит повысить производительность труда и получить скорость проходки не менее 150—200 пог. м/мес. Ожидаемый годовой экономический эффект — 95 тыс. руб.

При положительных результатах применения агрегата на участке Калининского радиуса будет решаться вопрос о модернизации большинства немеханизированных щитов. Практическое осуществление такой модернизации будет означать техническое перевооружение отрасли метростроения в одной из самых трудоемких ее областей. Параллельно с этим можно начать перевод на режим механизированных щитов диаметром 8,5 и 9,5 м, используемых при сооружении станций метро, а также железнодорожных тоннелей. При этом могут быть использованы конструкторские проработки, ведущиеся сейчас по щитовому агрегату для строительства тоннелей БАМа на участках нарушенных пород.

Целесообразно создание комбинированного экскаваторно-фрезерного органа, допускающего возможность установки на стреле, при необходимости, гидроударника. Эффективность применения экскаваторных стреловых органов может быть существенно повышена, если удастся решить задачу увеличения давления в их гидросистеме по меньшей мере до 200—250 кгс/см², а также создания быстромонтируемой и легко демонтируемой системы горизонтальных полок и обеспечения жесткости удлиненного ножевого кольца при полном раскрытии забоя (без увеличения сечения этого кольца).

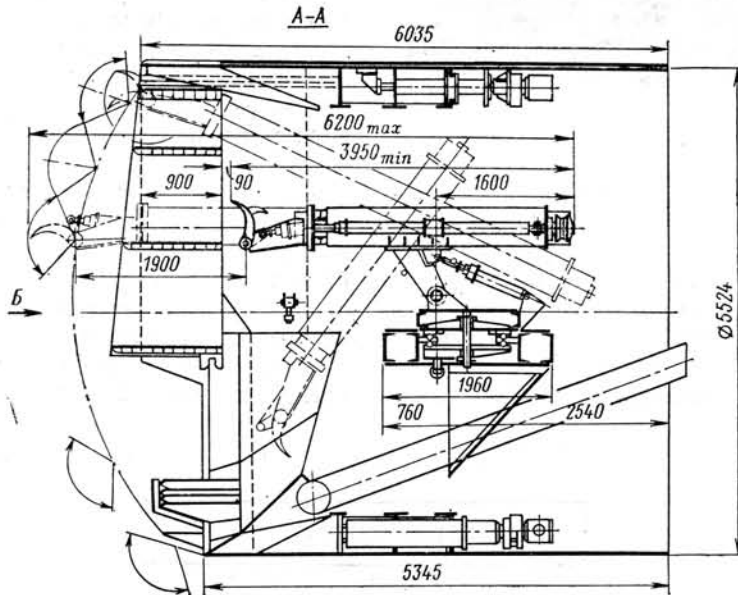


Рис. 3

скаваторными органами. Если один стреловой орган обслуживает весь забой, то ножевое кольцо в верхней части снабжено либо выдвигаемыми шандорами, либо поворотными заслонками. Корпус щита, лишенного горизонтальных и вертикальных перегородок, соответственно усиливается. При установке в агрегате (а в ряде случаев только в его нижней части) нескольких экскаваторных органов в составе корпуса обязательно сохраняется горизонтальная перегородка;

наибольшее применение находят щиты, оснащаемые экскаваторными органами с телескопической стрелой. Рабочий инструмент, например, ковш или гребок с рыхлителем, имеет возможность вращаться вокруг продольной оси стрелы, что позволяет производить точное профилирование сечения выработки;

проект модернизации перегонного щита с целью перевода его на режим механизированного.

Помимо корпуса существующего щита ЩН-1 с гидродомкратами и гидрокоммуникацией в состав модернизированного агрегата дополнительно включаются (рис. 3):

элементы удлинения сегментов ножеопорного кольца корпуса щита; составные элероны нижних сегментов;

фартук нижней части ножевого кольца;

горизонтальные полки и вертикальная перегородка, устанавливаемые в пределах удлиненной части ножевого кольца;

горизонтальная перегородка, подкрепляемая снизу двумя наклонными; два экскаваторных органа с телескопической стрелой, размещаемых на

ЛЮДИ МЕТРОСТРОЯ



Механик участка горнопроходческого оборудования ЮРИЙ ШУБИН (СМУ-5) пришел на Метрострой по комсомольской путевке. Наградами ЦК комсомола, медалями и дипломами ВДНХ, первенством на конкурсах технического творчества молодежи обозначен путь метростроителя. Усовершенствование подъемной машины 2БТ-2000-3А, рекордная скорость проходки шахтного ствола в тиксотропной рубашке, схема пневмовыдачи породы из забоя — далеко не полностью характеризуют творческий вклад московского новатора.



Двадцать лет работает на Метрострое выпускник двух вузов ВИКТОР ЛИСИЦЫН. На его «счетов» станции «Университет», «Академическая», «Полежаевская», «Калужская», «Щукинская» и др. Сейчас опытный метростроитель руководит участком СМУ-5 по возведению станционного тоннеля «Авиамоторной» Калининского радиуса в Москве.

Рисунки М. Канаяна

МЕХАНИЗИРОВАННЫЙ КОМПЛЕКС КЩ-4Б

А. ТУТНОВ

ЦНИИподземмаш создал и передал для эксплуатации Московским трестам Горнопроходческих работ №№ 1 и 2 Главмосинжстроя четыре механизированных щитовых комплекса КЩ-4Б (рис. 1). Они предназначены для строительства коллекторных тоннелей в сыпучих и неустойчивых песчаных породах, а также в смешанных I—IV категории. При водонапоре в забое свыше 3 м предусматриваются спецспособы.

В состав комплекса КЩ-4Б входит механизированный щит и вспомогательное горное оборудование за ним (рис. 2).

Для проходки в неустойчивых (сыпучих) песчаных породах разрушающий рабочий орган щита выполнен в виде комбинированных площадок. Разработка грунта в этом случае осуществляется методом вдавливания в забой. Когда это невозможно, породу разрушают пневматическим инструментом (для чего щит оснащается обычными горизонтальной и вертикальной перегородками с двумя выдвижными платформами и системой забойных домкратов). Оборудование

позволяет вести проходку в смешанных породах крепостью до 300 кг/см², в том числе в неустойчивых и обводненных.

Сооружаемый с помощью щитового комплекса КЩ-4Б тоннель закрепляется обделкой из крупных железобетонных блоков. Количество их в кольце 6, ширина элемента 750 мм, толщина 200 мм, масса — 750 кг, марка бетона М-300. Горнопроходческие работы выполняются на участке длиной 45 м, т. е. в пределах комплекса.

Применение КЩ-4Б позволяет увеличить техническую скорость проходки с 90—120 м в месяц до 340 м и соответственно эксплуатационную скорость — с 60—80 м/мес до 240; поднять производительность труда в забое в 2—3 раза; снизить стоимость строительства на 17—20%, резко улучшить безопасность работ в забое и санитарно-гигиенические условия труда. Годовая экономия от применения щита 194 тыс. руб.

Комплексом КЩ-4Б пройден один из ответственных участков протяженностью 120 м подводящего коллекто-

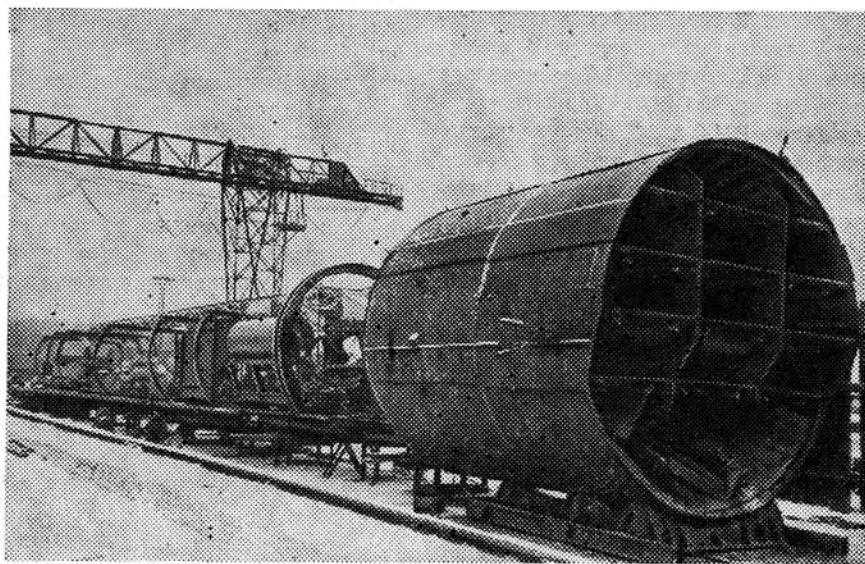


Рис. 1

ра Черкизовской насосной станции входящей в комплекс сооружений, которые должны очистить реку Язуз от сточных промышленных вод. Участок пройден в нескольких местах от Язуз под полотном Ярославской железной дороги в смешанных неустойчивых песчаных породах с водопонижением. При этом было обеспечено нормальное движение поездов. Щит надежно держал забой в устойчивом безопасном состоянии.

ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КЩ-4Б

Диаметр проходной выработки:	
в свету, м	3,55—3,6
в проходке, м	4,05
Производительность комплекса (техническая):	
сменная (6 час), м/смен	4,5
месячная, м/мес	340
Уровень механизации горнопроходческих работ, %	
	95
Состав рабочей бригады, обслуживающей комплекс, чел.	
	8
Производительность бригады, м/чел. смен	
	0,56
Общая мощность приводов, квт	
	109
Масса комплекса, т	
	81
в том числе щита, т	
	54
Длина комплекса, м	
	42
в том числе щита, м	
	4,6

В соответствии с технологическим назначением механизированный щит комплекса (см. рис. 2) состоит из: корпуса 1 с оболочкой 1а; рабочего органа для разрушения породы в забое в виде простых или комбинированных площадок 2; гидравлической погрузочной машины 3; дугового блокукладчика 4; конвейера 5. Оборудование за щитом предназначено для механизации всех транспортных операций и тампонажных работ. Оно состоит из подвижной технологической платформы с рельсовыми путями 6, ленточного транспортера-перегрузателя 7, шахтных вагонеток 8, блоквозок 9, электровозов 14, монорельса с тельфером ТЭ1-511 10, растворонагнетателей РН-0.1 11, гидравлического оборудования 12, электрооборудования 13, домкратов для передвижения щита 15.

Для контроля за направлением движения комплекс снабжен лазерной установкой ЛУН-3. При необходимости щит дооснащается призабойным водоотливом и вентиляционным стандартным оборудованием.

Под защитой оболочки корпуса щита возводится тоннельная обделка. Внутри опорно-ножевого кольца размещены распорные балки, рама для крепления погрузочной машины, вертикальные и горизонтальные перегородки. В нижней части кольца преду-

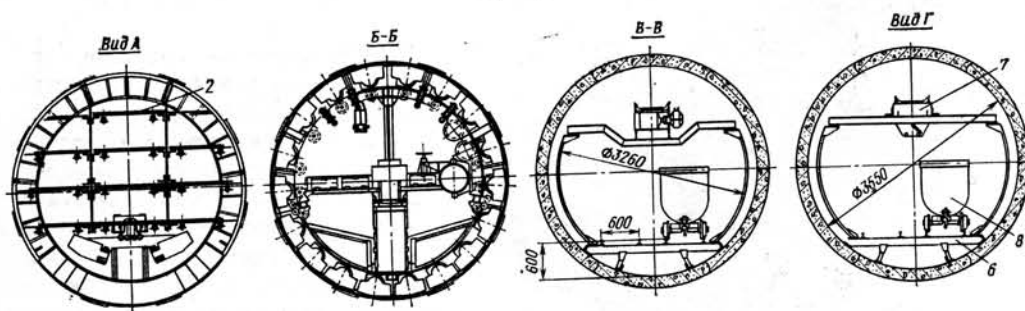
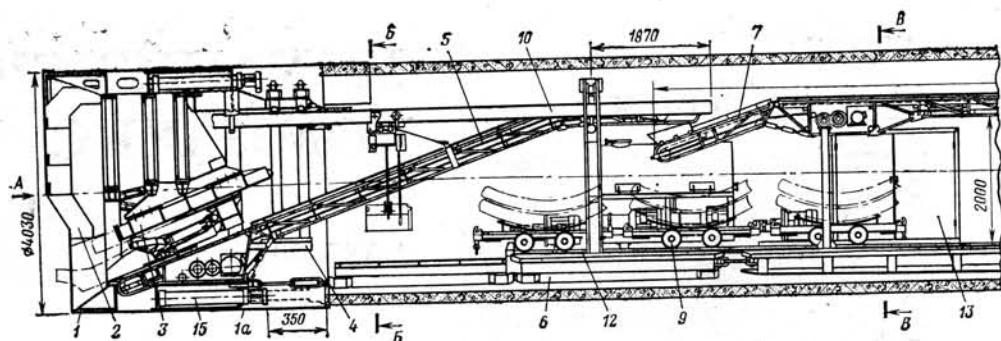


Рис. 2

смотрен приемный лоток погрузочной машины для подачи породы на конвейер. По обеим сторонам от лотка установлены подъемные лыжи. Один конец лыжи шарнирно связан с сегментом, второй при помощи гидродомкрата выдвигается за пределы щита. Лыжи служат вспомогательным средством для управления движением агрегата по заданному направлению в вертикальной плоскости. На уровне горизонтального диаметра в сегментах ножеопорного кольца размещены по два элерона. Они выдвигаются винтовыми домкратами. Внутренняя ножевая часть опорного кольца закреплена защитными листами к секторам кольца болтами с потайной головкой. Разработка песчаной неустойчивой породы в забое выполняется комбинированными площадками, которые размещены в ножевой части щита в четыре яруса с двумя ножевыми стойками. Они образуют отдельные ячейки, в каждой из которых разработка породы может происходить в различных режимах, в зависимости от физико-механических свойств грунтов.

Комбинированная площадка состоит из горизонтальной ножевой части и подвижной — дозирующего элемента. Последний может поворачиваться относительно неподвижной части площадки шарнирно вверх и вниз под углом 15—17°.

В ячейках разрушенная порода образует осыпи, которые удерживают забой в устойчивом состоянии.

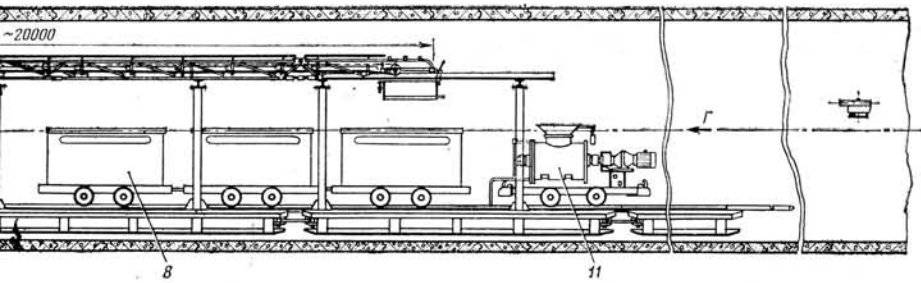
Дозирующие элементы перегородок при внедрении щита автоматически осуществляют отбор излишков грунта из призм осыпей и обеспечивают поддержание их объемов, близких к оптимальным. Для обеспечения устойчивости забоя при длительных перерывах в работе обязательна установка дозирующих элементов в крайнее положение выше горизонтального, с фиксированием на штырях.

Когда сыпучие и малоустойчивые породы сменяются устойчивыми по всему забоя или части его, можно соответственно снять все дозирующие элементы или их часть. При проходке в плотных грунтах комбинированные площадки необходимо демонтировать и заменить их системой обычных.

Щит оснащен погрузочной машиной производительностью 55 м³/час с гидравлическим приводом.

Механизм погрузочной машины крепится болтами к горизонтальной раме корпуса щита. Загрebaющие лапы машины в открытом состоянии перемещаются вперед (максимальный ход 1350 мм) и внедряются в забой на расстояние до 300—350 мм. После этого лапы с помощью гидродомкратов поворота замыкаются, а затем гидродомкратом подачи возвращаются в исходное (крайнее заднее) положение. Захваченная при этом порода перемещается в приемный бункер ленточного конвейера.

Для возведения обделки тоннеля щит оснащен блокукладчиком грузо-



подъемностью 2500 кг дугового типа (состоит из двух полуарок, соединенных в верхней части между собой).

На внутренней стороне правой полуарки установлена тяговая лебедка и два отклоняющих ролика для переброски каната лебедки в ту или другую сторону. Наружная поверхность имеет опорные ролики, по которым перемещаются блоки обделки тоннеля.

Привод тяговой лебедки гидравлический реверсивный. Ленточный конвейер для выдачи породы из забоя за пределы щита состоит из трех секций трубчатой сварной конструкции: приемной — приводной, промежуточной и натяжной.

В первой установлен двухбарабанный привод и натяжной барабан, а также очиститель (для барабана и ленты). Все секции соединены между собой шарнирно. Это обеспечивает свободу перемещения их в вертикальной плоскости. В промежуточной секции расположены два очистителя для ленты, верхний и нижний.

В щите установлено 18 гидродомкратов грузоподъемностью 62,8 т, ходом плунжера 950, суммарным усилием 1130 т. Для предотвращения местных перенапряжений в обделке, при движении щита поверхность опорных плит гидродомкратов армирована специальными резиновыми амортизаторами, которые обеспечивают равномерное распределение давления на торцовую поверхность железобетонных блоков.

Для контроля направления движения щита лазерной установкой ЛУН-3 предусмотрены два подвижных экрана — в передней и хвостовой части агрегата на специальных кронштейнах с рейками. Последние представляют собой радиусные кривые, центр которых совмещен с центральной осью щита. При помощи микровинтов экраны с кронштейнами принимают такое положение, когда их нить отвеса совмещается с осью экрана, т. е. последние устанавливаются строго по осям тоннеля.

За щитом расположена технологическая платформа, состоящая из восьми сварных секций, соединенных между собой шарнирными тягами.

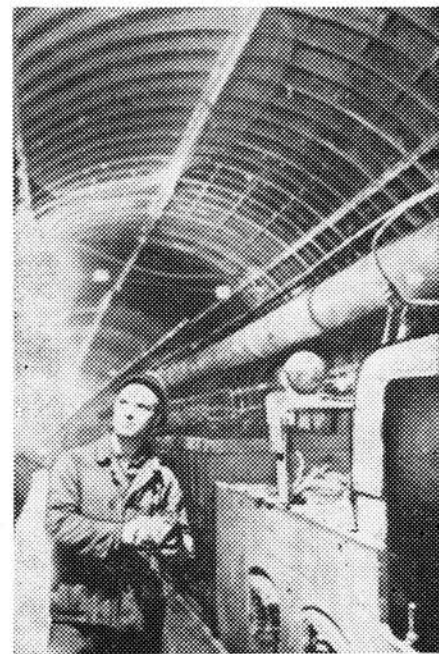
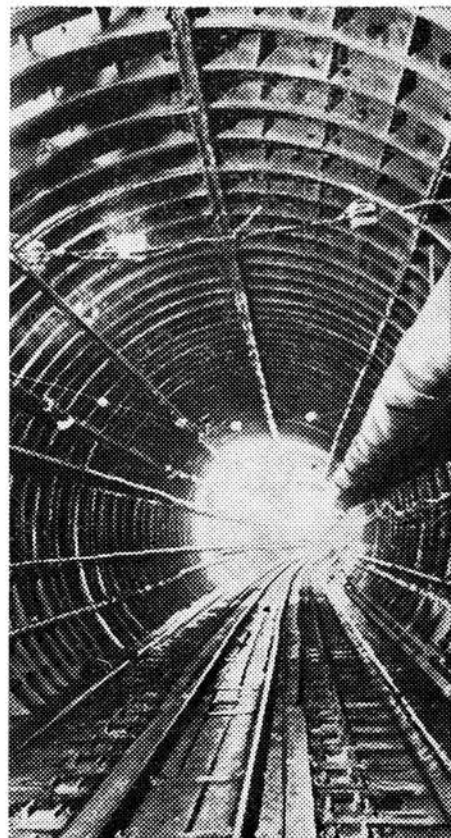
На первой стороне второй секции размещены кронштейны для установки гидравлических насосных станций. Левая сторона служит проходом для обслуживающего персонала. На второй секции установлена также арка, к которой прикреплен монорельс — двутавровая балка № 24 с тельфером. Второй конец этой балки закреплен на щите. Другие секции платформы несут арки с ленточным конвейером. На третьей и последней секции находятся стрелочные переводы. Для перемещения по технологической платформе транспортных средств предусмотрены рельсовые пути, которые крепятся к балкам секций и образуют две колеи шириной 600 мм. Пути имеют телескопические звенья, которые позволяют осуществлять проходку на кривых участках.

Гидросистема комплекса состоит из насосных станций, пультов управления, необходимой гидроаппаратуры и гидравлической сети. Для питания гидроэнергией щитовых домкратов предусмотрена установка из двух насосов Н-403 производительностью 2×35 л в мин.; давление 200 кг/см². Блокоукладчик и погрузочная машина получают гидроэнергию от двух насосных установок (каждая состоит из насосов 2НМШО-0,9).

Электрооборудование комплекса питается через автоматический фидерный выключатель АФВ-2 кабелем типа КРПСН 3×70+1×25, обеспечивая максимальное удаление щита с токоприемниками от трансформаторной подстанции до 220 м.

Напряжение силовой цепи 380 в, цепей управления, сигнализации и освещения — 36 в, переносного освещения — 12 в. Общая установленная мощность 109 квт. Система электропитания с изолированной нейтралью.

ТРУДОВОЙ РИТМ ЮБИЛЕЙНОГО ГОДА



РИЖСКИЙ РАДИУС
Прокладка тоннелей под р. Яузой. На снимках: готовый тоннель (вверху); машинист электровоза В. Скрипченко.

УНИВЕРСАЛЬНЫЙ УКЛАДЧИК ТУ-5К

Возведение обделок вспомогательных выработок

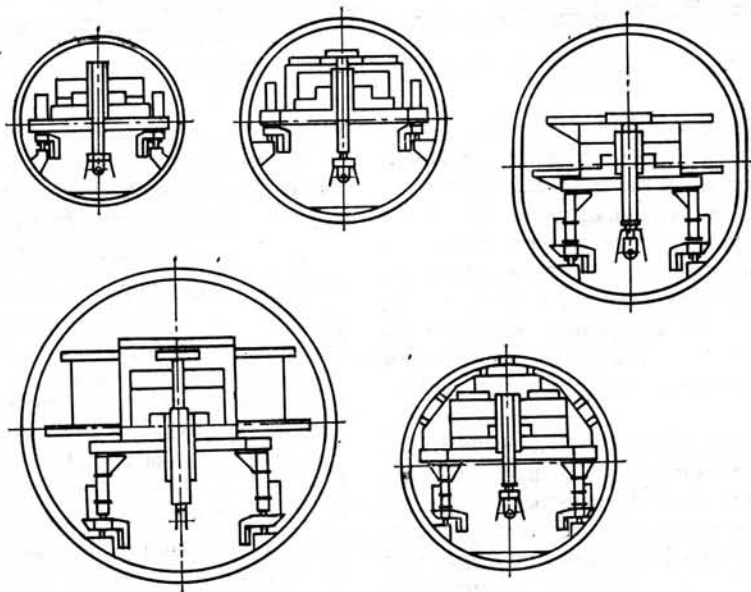
И. ОСТРОВСКИЙ, М. РИВИЛИС, инженеры

В практике строительства метрополитенов приходится сооружать значительное количество вспомогательных выработок. Их диаметры, закрепляемые чугунными тубингами, колеблются в широких пределах от 4 до 7,8 м, а длина не превышает обычно 100—150 м.

Возведение обделок таких выработок до последнего времени производилось лебедками с использованием ручного труда и устройством подмоостей для монтажа обделки и разработки породы на каждую заходку. Чтобы индустриализировать этот процесс, Московским механическим заводом Главтоннельмостростроя запроектирована и изготовлена малая серия укладчиков типа ТУ-5. Но как показала эксплуатация, они имели ряд недостатков.

СКТБ завода переработало их техническую документацию. Модернизированному укладчику присвоен индекс ТУ-5К.

Укладчик имеет универсальную конструкцию, которая позволяет переоборудовать его для сборки чугунной обделки от 4 до 7,8 м в свету, а также монтировать железобетонную обделку диаметром 5,5 м. Основная конструкция — опорная часть с 5 типами сборок в зависимости от диаметра обделки. Опорная часть состоит из центральной рамы, являющейся общим элементом для всех типов. Остальные конструкции взаимозаменяемы и состоят из боковых частей рамы, опорных стоек и опорных балок с катками. Для работ в тоннеле на опорной части монтируются съемные взаимозаменяемые металлоконструкции с выдвижными площадками. Обделка собирается гидравлическим рычагом с захватом, который вращается от гидресси-



Схемы сборки укладчика ТУ-5К

вода, закрепленного на центральной раме.

Укладчик передвигается на катках по специальным рельсам на кронштейнах, закрепленных на элементах обделки, от двух механизмов, связанных с катками цепной передачей. Катки закреплены на опорных балках с роликами, которые, опираясь на выступы рельсов, предотвращают опрокидывание.

ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА УКЛАДЧИКА ТУ-5К

Длина, мм	5550
Грузоподъемность рычага, кг. с	до 1500
Число оборотов, об/мин	1,8
Ход выдвижения, мм	1785
Величина продольной доводки, мм	150
Скорость передвижения укладчика, м/сек	0,2
Ход выдвижных платформ, мм	1500

Так как монтаж укладчика и ремонт его сборок производится в стесненных условиях, конструкция выполнена сокращенной длины. При

производстве взрывных работ в забое укладчик по рельсам на кронштейнах отгоняется на безопасное расстояние, что обеспечивает сохранность конструкций, сокращает число профилактических ремонтов и увеличивает срок службы механизма.

Для небольших сечений выработок опорная часть монтируется без стоек, что освобождает нижнюю часть выработки и обеспечивает полную механизацию уборки грунта породопогрузочной машиной. При этом кронштейны с рельсами монтируются на доступной высоте. При сборке укладчика в тоннелях большого диаметра опорная рама имеет стойки различной высоты, к ним на их свободном конце внизу прикреплены опорные балки с катками. В этом случае кронштейны располагаются в нижней части выработки, что облегчает их ремонт, а большие габариты сечения тоннеля не затрудняют работу породопогрузочной машине. Для сборки железобетонной обделки ТУ-5К оснащается аркой с выдвижными балками.

В настоящее время такие укладчики работают на ряде строек Москвы, Ленинграда и других городов. ТУ-5К направлен также на строительство гидротехнического тоннеля Арпа-Севан в Армении.

Наименование	Исполнение	Типы сборок				
		I	II	III	IV	V
Внутренний диаметр сооружаемого тоннеля, м	A	4,06	5,1	6,09×5,74	7,9	5,1
	B	4,00	5,2	6,52×6,08	7,8	—
	B	4,07	5,6	7,0	—	—
Масса укладчика, кг		19800	23900	28500	28900	26800



ТРУДОВОЙ РИТМ ЮБИЛЕЙНОГО ГОДА НА ПРАЗДНИЧНОЙ ВОЛНЕ: ХАРЬКОВ

Несколько вопросов заместителю главного инженера Харьковметростроя **В. И. Мозолеву**.

— Все чаще жители Харькова говорят о новой линии метро, которая придет в жилые микрорайоны Салтовского массива. Стала ли уже эта трасса рабочим адресом харьковских метростроителей?

— Конечно. Это вторая очередь нашего метрополитена. Ближайшее будущее коллектива. И работая сейчас на первой очереди, готовя ее к сдаче в эксплуатацию, мы уже развернули строительство на новой трассе.

Вторая линия метро пройдет от Советской площади до Салтовского массива: соединит центр города с окраиной, где в последние годы ведется интенсивное жилищное строительство. Длина трассы — одиннадцать километров, на ней будет 8 станций. На строительных площадках четырех метровокзалов начались подготовительные работы — устанавливаем заборы, делаем планировку, строим душкомбинаты.

— Василий Иванович! Как скоро предполагается приступить здесь к основным проходческим работам?

— Можно сказать, уже приступили. И этим выполнили один из пунктов наших обязательств к 60-летию Великого Октября. На строительной площадке «Пушкинской» начали проходку ствола. В центре города рядом с действующей станцией метрополитена «Советская площадь» с помощью старого шахтного ствола будет сооружаться одноименная станция на Салтовской линии. На этом участке ведем подготовку к рассечке перегонов.

— Но, конечно, главным для харьковчан остается пусковой радиус. Какова степень его готовности?

— По строительным работам, думаю, процентов на 90. Наша пусковая линия — это участок подземного пути длиной 7,6 километра с 5 станциями: «Комсомольская», «Советской Армии», «Индустриальная», «Тракторный завод», «Пролетарская». Две из них односводчатые, остальные — колонного типа.

Станции «Пролетарская», «Комсомольская» и «Индустриальная» находятся в отделке, сооружаются выходы. Недавно возведен второй вестибюль станции «Тракторный завод» и заканчивается строительство вентсбойки. А на метровокзале «Советской Армии» монтируется свод.

Одновременно идет проходка перегонных тоннелей. В общей сложности осталось соорудить 100 метров.

Там, где проходка завершена, укладываем путь, бетонируем его, выполняем монтаж электрооборудования.

— Как коллектив закончил первое полугодие?

— На 116,9 процента выполнен план. А результаты семи месяцев — 114,6 процента по генподряду и 113,7 — собственными силами.

В наших обязательствах в честь 60-летия Октября записано: выполнить сверх плана работ на миллион рублей. Коллектив сдержал свое слово — досрочно, уже в первом полугодии эта цифра составила 1 млн. 117 тыс. рублей.

— Что помогает строителям успешно вести работы?

— Прежде всего — четкое планирование и строгое соблюдение графика. В нем, в соответствии с технологией, конкретно определены задачи и сроки работы строителей и всех субподрядчиков. И мы следим за четкой сдачей объектов.

За годы строительства метрополитена в нашем городе сложился прочный, дружный коллектив. Теперь можно сказать: у нас есть опыт сооружения подземного транспорта. Вот почему зачастую опережаем свой график. Так, сделать сбойку в правом перегонном тоннеле между станциями «Индустриальная» — «Тракторный завод» мы планировали к 7 ноября. А осуществили ее досрочно, к 10 августа.

— Ну, а сдать в эксплуатацию новую линию тоже планируете досрочно?

— На четыре месяца. Не в конце будущего года, а к 23 августа — дню освобождения Харькова от немецко-фашистских захватчиков.

ТРИДЦАТАЯ СБОЙКА

Этого дня бригадир проходчиков А. Сильченко из СМП-121 и его товарищи ждали давно. Они вели проходку в левом перегонном тоннеле между станциями «Комсомольская» и «Московский проспект». Им предстояло сделать сбойку, тридцатую по счету, на втором участке первой очереди строительства Харьковского метрополитена.

Замкнуть последнее кольцо хотелось каждой бригаде. Но больше других повезло проходчикам из звена Колесниченко.

Перегон был сложный. Приходилось идти под действующими городскими коммуникациями, под тоннелем ветки метро, ведущей в депо. Требовалось высокое мастерство, сноровка, ювелирная точность.

Проходчики помнили, как год назад в тоннель вдруг прорвалась вода, и днем и ночью пришлось откачивать ее и зачеканивать пострадавший участок. И вот уже считанные сантимет-

ры отделяют проходчиков от заветной цели.

...Сантиметры! А прошли они уже сотни метров. С мая 1975 года в обоих перегонах от «Комсомольской» до «Московского проспекта» пройдено свыше двух тысяч погонных метров, вынута более 50 тысяч кубометров грунта, смонтированы десятки тысяч кубометров сборного железобетона. Ударно работали бригады проходчиков А. Сильченко, слесарей-монтажников Д. Бражникова, изолировщиков М. Кожина и другие.

Строителям помогал весь город. Работники турбинного завода восстановили оболочку проходческого щита. Завод имени Малышева изготовил поворотные прокладки для монтажа сборной чугунной обделки. Коллектив завода «Кондиционер» помог инструментом.

И вот результат дружного самоотверженного труда: вместо 1 июля — есть сбойка 24 июня.

ОСОБЕННОСТИ ВЕНТИЛЯЦИИ ТАШКЕНТСКОГО МЕТРО

Л. АХМАНОВА, инженер

Первый в Средней Азии метрополитен в Ташкенте расположен в зоне жаркого и сухого климата. Параметры наружного воздуха для расчета тоннельной вентиляции в летнее время: температура $t_n = +33,2^\circ\text{C}$, теплосодержание $I_n = 14$ ккал/кг и относительная влажность $I_{nc} = 28\%$.

На самочувствие пассажиров и обслуживающего персонала, а также сохранность оборудования в значительной степени влияют метеорологические условия и чистота воздуха на станциях и в тоннелях. Регламентируемые оптимальные параметры воздуха на станциях в теплый период года: температура $t_c \leq +30^\circ\text{C}$, влажность $I_c \leq 50\%$.

В процессе эксплуатации метрополитена выделяется большое количество тепла от электродвигателей подвижного состава, освещения, пассажиров, а также через открытые порталы (в зоне эстакад). Одновременно происходит аккумуляция тепла грунтом в летнее время. Для ассимиляции тепловыбросов на станциях предусмотрено охлаждение наружного приточного воздуха путем адиабатического увлажнения в камерах орошения. Это позволяет значительно уменьшить объемы воздуха и тем самым сократить количество вентиляционных установок, венткамер и их размеры.

Расчет тоннельной вентиляции выполнен по методике, разработанной Метрогипротрансом.

В целях экономии длины вентиляционного помещения форсуночная камера располагается между зонами пластинчатых глушителей шума со стороны нагнетания вентилятора. Камеры, в основном, двухступенчатые с двух- или трехрядным расположением форсунок. Установка последних производится в поперечном сечении на трубных гребенках. Коллектор расположен посередине высоты камеры.

Конструкция форсунок аналогична форсункам типовых камер орошения кондиционеров — угловые, с тан-

генциальным выходом воды одностроннего распыления. Диаметр выходного отверстия $d = 4,5$ мм. Материал — пластмасса. Давление воды перед форсунками $P \geq 1,5$ ат.

В постоянном режиме работы метрополитена действует только одна любая ступень орошения. Это достигается переключением задвижек. При наличии же артезианской воды функционируют обе ступени. Во второй ступени происходит политропический процесс, что способствует более глубокому охлаждению воздуха.

Наружный воздух, проходя через дождевое пространство камеры орошения, увлажняется и охлаждается. Его параметры становятся: температура $t_k = +20,2^\circ\text{C}$, влажность $I = 95\%$. Скорость движения в дождевом пространстве $V = 2 \div 4$ м/сек. Другая часть воздуха (приблизительно 20%), минуя дождевое пространство, проходит через байпас. В зоне между форсуночной камерой и тоннелем происходит смешивание и выравнивание скорости движения воздуха. Его температура снижается до $+24^\circ\text{C}$, влажность становится 67%. Таким он и подается в тоннель.

Параметры воздуха за форсуночной камерой поддерживаются путем ручного регулирования задвижкой количества разбрызгиваемой воды (или полного отключения части рядов форсунок).

Работа форсуночной камеры в условиях метрополитена не требует сезонного регулирования. Однажды настроенная на наиболее неблагоприятные условия летнего периода она может устойчиво работать на систему тоннельной вентиляции.

Форсуночная камера включается при наружной температуре воздуха выше $+26^\circ\text{C}$. В зимнее время она не функционирует.

Отработавшая вода по лоткам и трубопроводам стекает в резервуар. Емкость рассчитана на пятиминутное действие насосов. Она выполнена в

железобетоне с дополнительной металллизацией.

Резервуар в камере орошения наполняется от водопровода через поплавковый клапан.

Резервуар снабжен переливными трубами. В аварийном случае излишки воды могут поступать в путевые дренажные лотки, а оттуда в общую систему водослива. Из резервуара насосами Д200-36 вода транспортируется снова на форсунки. Схема подачи — рециркуляционная.

Согласно данным замеров воздушной среды по трассе пусковой линии Ташкентского метрополитена загрязненность атмосферы колеблется в пределах от 0 до 3 мг/м³. Перед поступлением на станцию воздух промывается и очищается от механических примесей в форсуночной камере.

В целях предотвращения форсунок от загрязнения вода, подаваемая насосами, будет очищаться в фильтре ВСФ-300, созданного КБ производственного объединения «Техэнергохимпром». Конструкция малогабаритная, самоочищающаяся, с высокой скоростью фильтрации. Он впервые будет установлен и опробован на Ташкентском метрополитене.

Загрязненная вода подается под давлением 4 ат в верхний отсек. Пройдя через плоский фильтрующий элемент, она попадает в нижний отсек. Механические примеси остаются на фильтрующем элементе, который периодически промывается обратным током очищенной воды. Автоматическое его включение происходит при достижении заданного перепада давления на фильтрующем элементе. Шлам сбрасывается в городской водосток.

Фильтр останавливают вместе со всей системой орошения.

Работа станционных камер рассчитана на приток и зимой и летом. При температуре наружного воздуха ниже 0°C тоннельная вентиляция отключается.

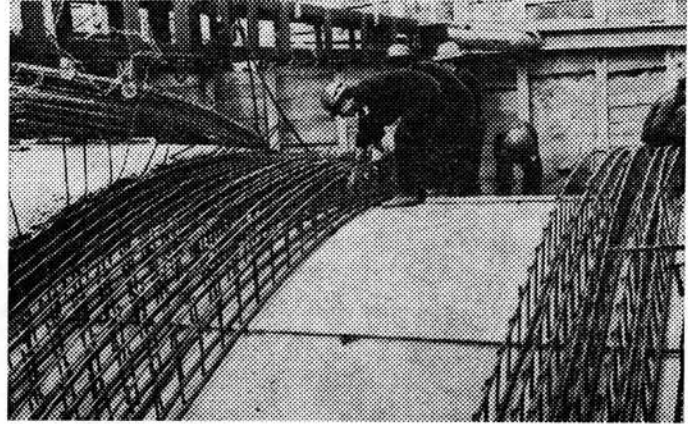
ИЗ ФОТОХРОНИКИ СТРОИТЕЛЬСТВА ТАШКЕНТСКОГО МЕТРОПОЛИТЕНА



Ташкентские метростроители поддержали посыл «Качеству — рабочую гарантию!»



Армируется лоток станции «50 лет СССР»



Сооружение свода оборотного съезда станции «Октябрьской Революции»

ОБДЕЛКА С ПОЛИЭТИЛЕНОВЫМ ЭКРАНОМ

Я. ГЕЛЬМАН, В. СТАРОСЕЛЬСКИЙ, Л. АФЕНДИКОВ, кандидаты техн. наук

Сотрудниками ЦНИИС, Мосметростроя и Метрогипротранса были предложены два варианта конструкции экспериментального блока тоннельной обделки с гидроизоляционным полиэтиленовым экраном. Оба отличались конструкцией экрана и армированием (рис. 1)*.

Чтобы выявить прочностные и деформативные характеристики обделки из таких блоков, были проведены два испытания на силовом кольцевом стенде ЦНИИС. Для этого заводом ЖБК Мосметростроя в Черкизове была изготовлена партия блоков первого и второго типов.

Испытывали по одному кольцу, смонтированному посредине высоты стенда. В первом испытании устанавливали нормальные блоки первого типа (рис. 1, а), во втором — блоки второго типа (рис. 1, б).

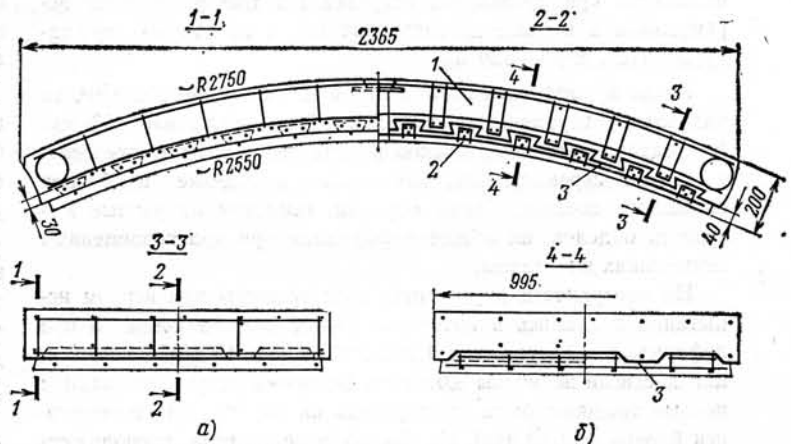


Рис. 1. Конструкция экспериментального блока с гидроизоляционным полиэтиленовым экраном:
а — первого типа; б — второго типа
1 — наружный слой блока; 2 — внутренний слой; 3 — полиэтиленовый экран

* В. Алихашкин и др. Водонепроницаемая обделка с полиэтиленовым экраном, «Метрострой», № 5, 1976.

Давление домкратов поднимали ступенями до 8 т/м², затем до 16, 24, 32, 40, 48, 60, 72, 84 и 96 т/м². Дальнейшее повышение давления домкратов велось без измерения деформаций обделки.

Измеряли местные деформации на внутренней поверхности блоков, взаимное смещение внутреннего и наружного слоев, радиальные перемещения блоков.

Результаты испытаний сравнивались с аналогичными данными, полученными при испытаниях унифицированной обделки из блоков сплошного сечения.

Радиальные перемещения блоков для первого и второго испытаний приведены на графиках (рис. 2). При расчетной нагрузке от домкратов 40 т/м² радиальные перемещения обделки

Нагрузка в 24 т/м² дала максимальные относительные деформации сжатия на внутренней поверхности обделки 1,8; 2,0; 3,0 и $1,5 \times 10^{-4}$ при первом испытании и 0,9; 2,2; 1,5 и $3,2 \times 10^{-4}$ — при втором, а унифицированная обделка из блоков сплошного сечения при той же нагрузке показала такие результаты: 1,5; 1,84; 1,75 и $1,0 \times 10^{-4}$.

Данные при нагрузке 40 т/м² и более также мало отличались от приведенных выше, причем в значительном количестве баз измерены деформации сжатия и в небольшом количестве — деформации растяжения порядка $0,5 \times 10^{-4}$. Незначительные величины последних и преобладающие деформации сжатия свидетельствуют о том, что на обделку действуют преимущественно нормальные сжимающие силы, а изгибающие моменты здесь отмечены в весьма малой степени.

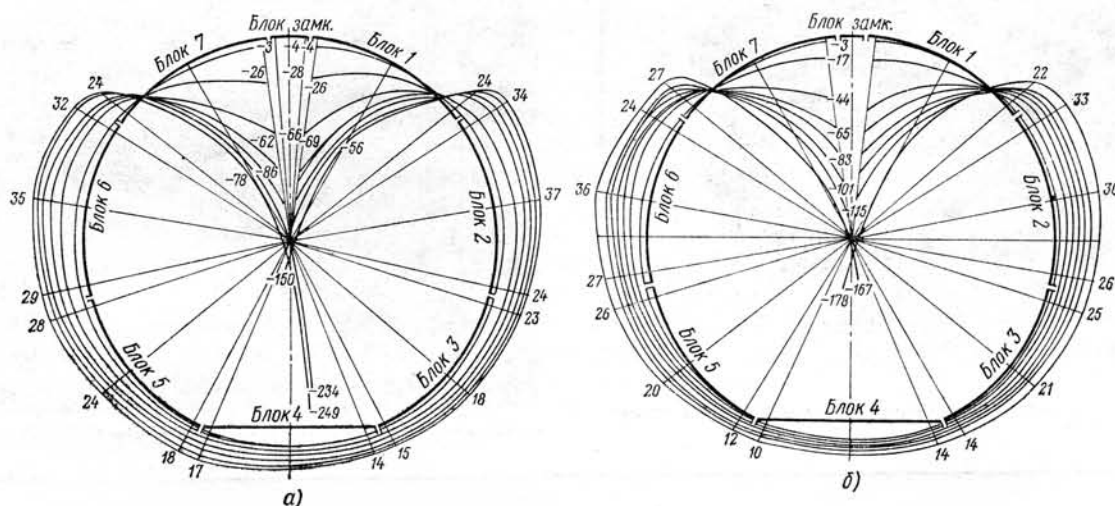


Рис. 2. Радиальные перемещения блоков:
а — при первом испытании; б — при втором

ки внутрь кольца в пределах замкового блока (в шельге) составили 81 мм при первом испытании и 65 мм — при втором.

При испытаниях унифицированной обделки соответствующие перемещения были равны 77 и 87 мм. Во время первого испытания при предельной нагрузке 110 т/м² радиальное перемещение в шельге достигло 204 мм, а во втором (при нагрузке 118 т/м²) — 180 мм.

Когда проводились испытания при нагрузке 108 т/м², то радиальное перемещение замкового блока составило 187 мм. В пределах остальных блоков кольца результаты также соответствуют перемещениям, измеренным в обделке из блоков сплошного сечения. Таким образом, несмотря на разные жесткости обделок, их общие деформации при кратковременных испытаниях идентичны.

На поверхности внутреннего слоя трещины при первом испытании появились в интервале 24—32 т/м² (в блоке 3 при деформациях растяжения $1,1 \times 10^{-4}$), а при 40 т/м² деформации достигли величины $3,0 \times 10^{-4}$. Во время второго испытания первые трещины были обнаружены на внутренней поверхности блоков при 48 т/м². На блоках второго типа, расположенных в наиболее нагруженной части кольца, повреждений до конца испытаний не наблюдалось (исключая торцы).

В проведенных испытаниях обделка не подверглась заметным разрушениям. Несущая способность была определена по нагрузкам 110 т/м² при первом испытании и 118 т/м² — при втором. Эти нагрузки были приняты за предельные, так как образовались выколы в зонах закрывающихся внутрь стыков и возросли общие деформации, достигшие 204 мм при первом и 180 мм — при втором испытаниях.

После разборки блоков первого испытанного кольца трещин и сколов в их наружном слое обнаружено не было. В одном из блоков была удалена часть внутреннего слоя. Осмотр показал, что полиэтилен на обнаженной поверхности разрушений не имеет.

Результаты испытаний экспериментальной обделки из блоков с полиэтиленовым экраном на прочность от воздействия горного давления аналогичны результатам испытаний унифицированной обделки из блоков сплошного сечения, т. е. введение в блок складчатого экрана не снижает прочность обделки при кратковременных испытаниях.

Конструкция блоков второго типа (см. рис. 1, б) более целесообразна, чем первого (рис. 1, а). Испытания показали, что в дальнейшем необходимо обеспечивать и усиление армирования торцов блоков.

СООРУЖЕНИЕ ТОННЕЛЕЙ ГЛУБОКОГО ЗАЛОЖЕНИЯ*

В. ФЕДЮКИН, канд. техн. наук;
Ю. САМОХВАЛОВ, А. АЛЕКСЕЕВ, инженеры

Претворяя в жизнь законы об охране окружающей среды, москвичи осуществляют комплекс мероприятий, направленных на обеспечение высокого санитарного состояния города, его рек и водоемов. Одним из важных является дальнейшее совершенствование и развитие системы отвода и очистки хозяйственно-бытовых и промышленных сточных вод.

Проектные проработки показали, что в условиях Москвы с ее плотной застройкой и большим насыщением подземными коммуникациями наиболее эффективным является транспортирование сточных вод к очистным сооружениям по канализационным тоннелям глубокого заложения КТГЗ. Их строительство представляет собой комплекс сложных инженерных проблем. Технология имеет некоторое сходство с возведением перегонных тоннелей метрополитенов. Но в то же время есть и специфические задачи, решение которых может быть в дальнейшем использовано в метростроении.

Обсуждение проблемы сооружения канализационных тоннелей глубокого заложения в журнале «Метрострой» является своевременным и полезным. Оно поможет решению проблемы КТГЗ, которые станут главными подземными артериями, вбирающими в себя сточные воды с большей части территории столицы. От нормальной и бесперебойной их работы зависит функционирование бытовых и промышленных объектов города, что предопределяет высокие требования к эксплуатационной надежности и долговечности тоннелей

(это обусловлено и крайне ограниченными возможностями их обследования и профилактического ремонта).

Сооружение канализационных тоннелей глубокого заложения осложняется еще и неблагоприятными гидрогеологическими условиями, различными поперечными сечениями по трассе, необходимостью проходки более 50 стволов и возведения уникальных подземных насосных станций.

Над решением теоретических вопросов по КТГЗ работают научные организации под общим руководством кафедры строительства подземных сооружений и шахт Московского горного института.

Сооружение стволов. По всей трассе КТГЗ будет пройдено более 50 стволов. На первом участке от Курьяновской до Пахринской станций аэрации намечается пройти 10 стволов диаметром 8—10 м в свету значительной глубины. Часть из них в дальнейшем используется для сброса сточных вод из коллекторов мелкого заложения. Остальные сооружаются для обслуживания при проходке и эксплуатации тоннеля — спуск и подъем людей, а также транспорта породы, материалов и оборудования, вентиляции. Сооружение будет производиться примерно в одинаковых, но сложных геологических условиях. Стволы пересекут водоносные пески, супеси, суглинки с прослойками глин, обводненные известняки, доломиты, мергели. Породы мячковско-подольского горизонта имеют напор 6—7 кгс/см² и приток воды в пересчете на ствол до 1000 м³/час, а каширского — соответственно до 13 кгс/см² и до 100—150 м³/час.

Сооружение стволов возможно только с применением специальных

способов водоподавления. Теоретически возможны варианты:

первый — замораживание пород на полную глубину ствола;

второй — то же самое в верхней части ствола и тампонаж в нижней;

третий — водопонижение по всей толще пород;

четвертый — замораживание в верхней части ствола и водопонижение в нижней;

пятый — химическое закрепление на всю глубину или частично;

шестой — проходка верхней части ствола с опускной крепью в тиксотропной рубашке и нижней с применением одного из указанных способов;

седьмой — проходка стволов бурением.

Замораживание пород является универсальным и надежным способом, имеющим достаточную теоретическую разработку и хорошо освоенным на практике. Но существенные его недостатки — высокая стоимость и продолжительность работ. Следует также иметь в виду, что после проходки ствола в водоносных породах необходимо сооружать камеру монтажа технологического оборудования, для чего потребуются замораживание пород на значительной (600—700 м²) площади.

В этой связи заслуживает внимания второй вариант — замораживание в верхней части ствола и тампонаж водоносных известняков и доломитов. Его недостаток — применение на одном стволе двух специальных способов. Достоинство — тампонаж водоносных устойчивых пород — позволит осуществить в благоприятных условиях проходку ствола и сооружение монтажной камеры.

* Отклик на статью С. Маршака и Х. Абрамсона «О направлениях механизации строительства глубоких коллекторов». «Метрострой» № 5, 1976.

Разрушение породы	Погрузка породы	Призабойный транспорт	Внутритоннельный транспорт породы и материалов	Возведение обделки			
				Временная	Постоянная		
					Сборная	Монолитная	
Опалубки		Транспорт и укладка бетона					
Комбайны (4ПП-2, ПК-9Р, ТОР-72, Ясеноватец-2) Щиты проходческие КТ-1-5, 6; ММЩ-2, ТЩБ-3 Бурильная рама Картки буровые (БУЭ-1, БУЭ-2, КБМ-3) Бурильные установки (БУР-2, СБУ-2к, СБУ-4)	— Погрузочные машины: ковшового типа (ПМ-4Э, ПМ-4П, ППН-4, 2ППН-5); типа нагребающие лапы (2ПНБ-2, ПНБ-3Д, ПНБ-3К, ПНБ-4) Бурупогрузочные машины: 2ПНБ-2П, 2ПНБ-2Э	Перегрузатели: УПЛ-1к, ППЛ-1, Изгиб-1* СП-63	Рельсовый: Электровозы —10КР-2, —14КР-2 Вагонетки емкостью м ³ 2,5; 3,3; 4,0; 5,0; 7,0; 10,0 Бункер-поезда Конвейерный ленточные и скребковые конвейеры Самоходный самоходные вагоны ВС-20Д, ВС-20Э, Горные самосвалы МОАЗ-6401-9585	Анкерная —телескопные перфораторы —буровые станки	Железобетонная —блокоукладчики Металлическая —тюбингоукладчики (эректоры)	Инвентарная —сборно-разборная из коробчатых элементов (СРО из КЭ) Передвижная —шарнирно-складывающаяся	Пневнобетоноукладчики —БМ-60, —ПБУ-4, —БУК-1, —Монолит-1*, БМ-70

Возможность применения третьего, четвертого и пятого вариантов определится после получения данных детальной разведки и уточнения физико-механических свойств пород, коэффициентов фильтрации и прочих исходных данных.

Рекомендуемый Х. Абрамсоном и С. Маршаком комплекс КСН-1 (опускная крепь в тиксотропной рубашке) вызывает сомнения, так как не решается вопрос проходки нижней части ствола и сооружения монтажной камеры в водоносных трещиноватых устойчивых породах;

значительная глубина опускания крепи может привести к осложнениям, что снижает надежность;

необходимо дважды переоснащать поверхностный комплекс: для проходки с опускной крепью и буровзрывным способом.

Задача состоит в том, чтобы выбрать оптимальный способ, при котором стволы будут пройдены в наиболее сжатые сроки, с наименьшими затратами средств и труда. Очевидно ответ можно получить после расчетов вариантов на ЭВМ по специальной экономико-математической модели. (Она разрабатывается на кафедре Строительства подземных сооружений и шахт в Московском горном институте).

Сооружение тоннелей. Канализационные тоннели глубокого заложения будут проходить в породах каширского горизонта, представленного трещиноватыми водоносными известняками, доломитами и мергелями с коэффициентом крепости по шкале

М. М. Протодяконова от $f=2$ до $f=16$. В забое, как правило, залегают породы с резко отличающимися свойствами.

Предполагаемый приток воды при проходке тоннеля составит 250—300 м³/час, а напор до 10—13 кгс/см². Поэтому важной проблемой сооружения является водоподавление.

Проходка с открытым водоотливом значительно усложнит условия работ, особенно по возведению обделки, и снизит скорость. Практически проходка тоннеля с притоком воды 250—300 м³/час возможна только по подъему, что сокращает сроки и одновременно увеличивает количество стволов вдвое. Применение специального способа для водоподавления или водопонижения сопряжено с большими объемами работ и затратами средств.

В данных геологических условиях может быть применено два способа — буровзрывной и с механическим разрушением пород. Буровзрывной является универсальным для пород средней крепости и крепких. Его недостаток — большое количество технологических последовательно выполняемых операций. Эффективность проходки может быть повышена за счет применения технологического комплекса, в котором предусмотрена механизация бурения и заряжения шпуров; уборки породы; возведения обделки и других операций.

Но в настоящее время нет такого комплекса, который позволял бы более эффективно проходить тоннель

диаметром 8 м вчерне буровзрывным способом. Его нужно создавать. При этом должно быть использовано прогрессивное проходческое оборудование, применяемое в горнорудной промышленности и в строительстве гидротехнических тоннелей, и отвечающее условиям строительства КТГЗ.

Рассмотрено более 50 комбинаций оборудования. В таблице приведены некоторые комплексы, отобранные для дальнейшей проработки. Выбор оптимального можно сделать после сравнения вариантов на ЭВМ по факторам стоимости, скорости проходки и трудовым затратам.

Наиболее прогрессивной является разработка пород механизированными щитами и комбайнами, где совмещаются работы по выемке и погрузке, сокращается цикл и увеличивается скорость проходки. Применение агрегатов с механическим разрушением пород осложняется следующими факторами:

пока еще нет комбайнов и механизированных щитов отечественного производства для проходки тоннелей диаметром 8÷8,5 м вчерне;

в СССР механическое разрушение пород успешно применяется с коэффициентом крепости по шкале М. М. Протодяконова $f=4$. Механическое разрушение более крепких находится в стадии промышленных испытаний;

КТГЗ будут сооружаться в породах с переменной крепостью $f=2÷16$, причем аналогичное сочетание может встречаться в одном забое одновременно.

Предлагаемые С. Маршаком и Х. Абрамсоном комбайновые комплексы ТК-1, КЦ-5, 2Б не отвечают условиям сооружения КТГЗ по параметрам. Данные комплексы не эффективны при разрушении крепких пород и при этом не решается вопрос механизации возведения временной и постоянной крепи (ТК-1).

Для проходки КТГЗ с высокими технико-экономическими показателями необходимо создавать новый комплекс с механическим разрушением пород, который отвечал бы геологии строительства и параметрам тоннеля и обеспечил бы полную механизацию по разрушению и погрузке породы и возведению крепи.

Третья проблема — обделка. Она должна:

воспринимать нагрузку от горного давления;

полностью исключать инфильтрацию и эксфильтрацию жидкости при давлении более 15 кгс/см²;

быть стойкой к воздействию жидкой и газовой агрессивной сред и абразивному воздействию перемещающейся твердой фракции сточных вод;

обеспечить эксплуатацию тоннеля в течение длительного (до 100 лет) срока. Последнее требование обуславливает применение материала, проверенного многолетней практикой.

Указанным требованиям удовлетворяет обделка из чугунных тюбингов с внутренней бетонной рубашкой. Эта обделка имеет в то же время существенные недостатки — высокую стоимость, большую трудоемкость работ, значительный расход дефицитных материалов — чугунных тюбингов. Применение монолитных или сборных конструкций из цементных бетонов позволит значительно снизить стоимость. Но такие обделки требуют дополнительных исследований по подбору состава бетонов.

В последние годы появились новые обделки, в основе которых заложены синтетические смолы. Однако применение в производственной практике таких материалов возможно после детальной проверки их соответствия условиям КТГЗ.

В настоящее время проектные организации Москвы — Мосинжпроект (генпроектировщик), Гидроспецпроект, проектная контора Шахтспецстрой, Метрогипротранс и другие институты работают над решением выдвинутых проблем.

ИЗ ФОТОХРОНИКИ СТРОИТЕЛЬСТВА ТАШКЕНТСКОГО МЕТРОПОЛИТЕНА



Коммунистический субботник 16 апреля 1977 г. на станции «Площадь В. И. Ленина». Кирпичную кладку ведут кандидат в члены Политбюро ЦК КПСС первый секретарь КП Узбекистана тов. Ш. Р. Рашидов и первый секретарь ЦК коммунистической партии Урзуева тов. Р. Арисменди.



К 60-летию Октября — две годовых нормы. Бригада проходчиков, возглавляемая И. Лысым (на снимке) с честью выполнила свое социалистическое обязательство.

КАЧЕСТВО КОЛЛЕКТОРНЫХ ОБДЕЛОК

Ю. КУЛИКОВ, канд. техн. наук; В. СОЛОМАТИН, инженер

Проектирование обделок коллекторных тоннелей и их возведение часто ведутся без достаточного учета требований теории надежности и долговечности. Это подтверждает обследование многих коллекторов и анализ данных об отказах отдельных обделок и их участков, проведенные в тресте «Мосочиствод». Всего изучено состояние конструкций 9611 м эксплуатируемых тоннелей диаметром вчрне 2 м, пройденных щитовым способом и закрепленных железобетонными или керамическими блоками с железобетонной вторичной рубашкой. Одновременно собраны сведения о дефектах 616 м железобетонных вторичных обделок строящихся тоннелей.

Результаты обследования показали, что выход обделки из строя (по фактору гидроизоляции) составляет 30—35%. Это делает невозможной дальнейшую эксплуатацию тоннелей, хотя в целом они сохраняют устойчивость и прочность.

Значительное влияние на нарушение гидроизоляционных свойств обделок оказывают свищи, размеры которых колеблются от 0,5 до 5 см. Через них в коллектор проникает водопесчаная смесь: в среднем на 1 м тоннелей намывается 5—10 кг песка в месяц. Это приводит к образованию крупных полостей за крепью тонне-

лей. Величина полостей иногда достигает 3—7 м³ и более.

При протекании по коллекторному тоннелю канализационных масс через свищи может происходить недопустимая утечка.

Характерно, что большинство свищей приурочено к местам расположения технологических швов (они располагаются кратно 3 или 5 м в соответствии с длиной применяемой опалубки). Уже при возведении бетонной крепи появляются свищи, течи, капези и подтеки, поражающие 8—10% площади конструкций. На отказ обделок большое влияние оказывает также размыв лотка, обусловленный действием твердых включений, переносимых протекающими по коллектору массами. Степень истираемости лотка зависит от времени эксплуатации тоннеля.

Проведенный анализ позволяет предложить мероприятия по увеличению срока службы железобетонных обделок коллекторных тоннелей. Необходимо резко повысить водонепроницаемость технологических швов железобетонной обделки, для чего уже на стадии проектирования расчет гидроизоляционной способности обделки следует проводить по водонепроницаемости технологического шва. Последняя сильно зависит от времени

перерыва в бетонировании заходом (см. таблицу).

Введение добавки — в данном случае 1% сернокислого алюминия — значительно улучшает водонепроницаемость как бетона, так и технологических швов.

При выщелачивании 25% гидрата окиси кальция из бетона можно установить момент потери им прочности и стойкости. Исходя из этого, целесообразно долговечность обделки определить как некоторую среднюю наработку на отказ $T_{ср}$ по формуле

$$\frac{1}{T_{ср}} = \Lambda = \sum_{i=1}^m \frac{N_i}{T_i}$$

где N_i — данная группа элементов крепи;

T_i — средний срок службы группы.

Дальнейшее совершенствование технологии должно идти по пути организации скоростного возведения обделок, внедрения бесшовных конструкций; широкого применения плотных бетонов с добавкой сернокислого алюминия; систематических ремонтов обделок, особенно их лотковой части. Продолжительность межремонтного периода можно установить по формуле, предложенной проф. М. Е. Мирцхулава

$$t_{расч} = \frac{1}{a} \ln \frac{H_0}{H_{расч}}$$

Здесь a — постоянная износа данного материала;

$H_{расч}$, H_0 — величины толщины обделок до и после истирания, см.

Расчеты показывают, что профилактический ремонт лотковой части необходимо осуществлять через каждые 8—10 лет. Межремонтный период может быть увеличен за счет применения более стойких материалов.

При сооружении тоннелей следует укреплять выносные несвязные грунты методами цементации, химизации или смолизации.

ТАБЛИЦА

Бетон состава	Продолжительность перерыва в бетонировании	Водонепроницаемость, м/час		Долговечность, лет			
		С добавкой	Без добавки	Давление, ат			
				Без добавок		с 1%	
				1	10	1	10
1:2, 6:3, 4	0	$0,241 \cdot 10^{-6}$	$10,9 \cdot 10^{-6}$				
•	1 час.	$0,352 \cdot 10^{-6}$	$13,5 \cdot 10^{-6}$	14	3	500	56
•	3 час.	$0,458 \cdot 10^{-6}$	$17,9 \cdot 10^{-6}$	12	2,5	450	48
•	24 час.	$0,673 \cdot 10^{-6}$	$18,3 \cdot 10^{-6}$	11	1,9	350	35
•	3 сут.	$1,612 \cdot 10^{-6}$	$70,4 \cdot 10^{-6}$	2	0,5	100	10
•	7 сут.	$3,140 \cdot 10^{-6}$	$158,3 \cdot 10^{-6}$	5	1,8	150	18
•	28 сут.	$3,210 \cdot 10^{-6}$	$2120 \cdot 10^{-6}$	0,5	—	100	—

СОСТОЯНИЕ ИЗОЛЯЦИИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ НАПРЯЖЕНИЕМ 0,4 КВ

Л. ГЛАДИЛИН, профессор, докт. техн. наук;
Г. БОГОМОЛОВ, М. ЖАНЗАКОВ, А. ШЕВЧЕНКО, инженеры

Внедрение механизированных проходческих комплексов, тяжелых электрических кранов и новых укладчиков обделки, современных подъемных машин, насыщенность пневматического и электрического инструмента вызвали увеличение общей установленной мощности электрических систем шахтных и строительных площадок сооружаемых линий метрополитена. Электробезопасность приобретает большое значение для обеспечения безаварийных условий труда.

Действующие Правила техники безопасности и производственной санитарии (ПТБ) в подземных выработках и на шахтных строительных площадках предписывают применение систем с изолированной нейтралью при обязательном автоматическом контроле изоляции сети с действием на сигнал. Данное требование вызвано тем, что при непрерывном контроле система с изолированной нейтралью обеспечивает большую электробезопасность, чем с глухозаземленной. Однако для правильной ее эксплуатации необходимо знание действительных значений основных параметров изоляции электрических сетей относительно земли. Отсутствие таких сведений предопределило необходимость выполнения экспериментов. Здесь приводятся результаты исследований, проведенных Московским горным институтом (МГИ) в 1976—1977 гг. на подземных стройплощадках страны.

Электроснабжение потребителей осуществляется так. От поверхностной комплектной трансформаторной подстанции (КТП) 6 (10)/0,4 кВ мощностью 320—630 кВА электроэнергия по кабельным линиям через шахтный ствол подается в подземную электро-распределительную камеру, от кото-

рой питаются все подземные электроприемники. Машинное отделение, горный комплекс, механические и другие мастерские, в большинстве случаев, административные и бытовые помещения и т. д. питаются непосредственно от той же КТП. При открытом способе строительства электроснабжение потребителей осуществляется также от КТП, а для распределения между отдельными электро-

приемниками стройплощадки применяются распределительные пункты и сборки.

В табл. 1 приведены данные об общей протяженности кабельных линий (бронированных и гибких), сечениях токоведущих жил кабелей, количестве подключенного электрооборудования (трансформаторов, двигателей, распределительно-коммутационных аппаратов).

ТАБЛИЦА 1

Управление	Протяженность кабельных линий, км			Сечение токоведущих жил кабелей, мм ²	Количество подключенного электрооборудования, ед.
	Бронированные	Гибкие	Общая длина		
Ташметрострой	0,1—4,1	0,1—0,8	0,5—4,5	3×10—3×240	15—100
Мосметрострой	0,1—3,9	0,2—0,9	0,6—4,8	3×6—3×240	60—140
Бактоннельстрой	0,1—2,8	0,1—0,9	0,5—3,7	3×10—3×240	20—90
Тбилтоннельстрой	0,8—5,7	0,2—2,1	1,0—7,8	3×6—3×185	40—210
Ленметрострой	0,3—2,9	0,2—0,5	0,8—3,2	3×6—3×185	30—120
Киевметрострой	1,2—3,5	0,5—1,1	2,1—4,3	3×4—3×150	90—150
Харьковметрострой	0,4—3,9	0,2—1,6	0,6—5,5	3×4—3×240	40—190

Как устройства контроля изоляции используются реле утечки типа УАКИ и АЗАК, вольтметры, подключенные между каждой фазой и землей, и другие с действием на сигнал, а на объектах Ташметростроя и Харьковметростроя — реле утечки на сигнал и отключение.

Для эксплуатации электроустановок в подземных выработках характерны высокая влажность (до 100%), в некоторых случаях запыленность атмосферы, капеж, агрессивное воздействие грунтовых вод. Электроустановки открытых стройплощадок подвержены воздействию климатометеороло-

гических факторов. Электрооборудование, применяемое как на стройплощадках, так и в подземных выработках, — в основном общепромышленного исполнения.

Параметры изоляции сетей определялись методами, основанными на измерении напряжения фазы относительно земли и тока однофазного замыкания на землю, а также на измерении только напряжения фазы относительно земли до и после поочередного подключения между этой фазой и землей двух дополнительных проводимостей, разработанными на кафедре «Электрифика-

ТАБЛИЦА 2

Управление	Z_0 , кОм	R_0 , кОм	X_0 , кОм	C_0 , мкФ	$tg \delta$	Количество обследованных строительно-ремонтных объектов	Количество измерений
Ташметрострой	0,8—8,7	3,1—62,2	0,8—8,8	0,4—4,2	0,1—1,0	9	92
	3,0	18,3	3,2	1,8	0,3		
Мосметрострой	0,4—3,5	1,4—16,9	0,4—6,4	0,5—7,2	0,2—1,5	6	114
	1,5	5,2	2,1	3,6	0,6		
Бактоннельстрой	0,6—6,2	3,2—24,4	0,6—7,8	0,4—5,4	0,1—0,8	6	56
	3,3	12,0	3,8	2,1	0,4		
Тбилистнелстрой	0,3—2,6	0,6—2,8	0,4—8,3	0,4—8,2	0,7—3,1	7	64
	1,4	2,1	2,7	2,9	1,2		
Ленметрострой	0,8—3,8	3,8—33,4	0,8—4,4	0,7—4,2	0,1—0,6	7	48
	2,1	10,2	2,2	2,3	0,3		
Киевметрострой	0,5—1,0	1,1—1,9	0,5—1,4	2,3—6,3	0,4—1,0	4	32
	0,7	1,4	1,0	3,8	0,7		
Харьковметрострой	0,5—3,3	2,6—9,3	0,5—4,6	0,7—6,4	0,2—0,9	7	42
	1,4	5,2	1,6	3,2	0,3		

Примечание: 1. Z_0 — полное сопротивление изоляции электроустановок относительно земли; R_0 — активное сопротивление изоляции электроустановок относительно земли; X_0 — емкостное сопротивление изоляции электроустановок относительно земли; C_0 — емкость сети относительно земли; $tg \delta$ — тангенс угла диэлектрических потерь изоляции сети (отношение активной проводимости изоляции относительно земли к емкостной проводимости).
2. Числитель — пределы изменения математического ожидания параметра изоляции отдельных сетей; знаменитель — математическое ожидание параметра изоляции всех обследованных сетей.

ция горных предприятий» МГИ. Результаты сведены в таблице 2. Они свидетельствуют о низком уровне сопротивления изоляции относительно земли электрических сетей, что объясняется значительными протяженностями и сечениями токоведущих жил кабельных линий, определяющими емкостные характеристики сетей, большим количеством единиц электрооборудования, подключенного к ним, применением электрооборудования общепромышленного исполнения, а также уровнем технической эксплуатации. Такие значения параметров изоляции предопределяют в ряде случаев отключение реле утечки УАКИ или АЗАК, предназначенных для шахтных участков сетей емкостью относительно земли не более 1 мкФ/фазу и имеющих отключающее значение сопротивления трехфазной утечки, равное 10,5 кОм/фазу. Работа электроустановок при определенных условиях не отвечает условиям техники безопасности.

Исследования указывают на необходимость дальнейших более детальных и широких работ по изучению состояния изоляции электроустановок. В первую очередь следует пересмотреть принципы проектирования схем электроснабжения строительно-ремонтных площадок, а именно: осуществить раздельное питание электроприемников на поверхности и в подзем-

ных выработках, отделить нагрузки административных и бытовых помещений от технологических, применять подземные трансформаторные подстанции при значительной протяженности выработок, решить вопрос об исполнении и унификации электрооборудования, повысить уровень технической эксплуатации.

В требованиях ПТБ и Руководст-

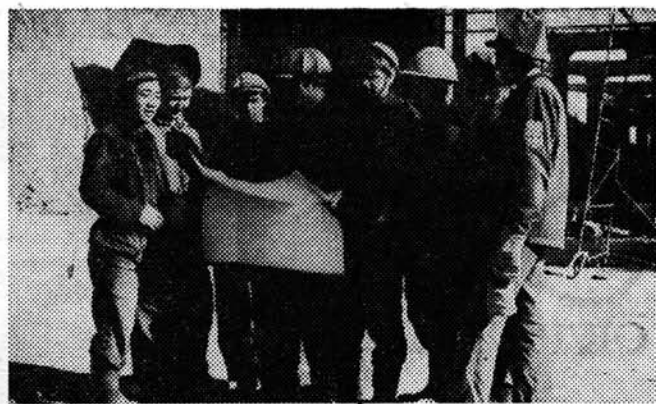
ва по обеспечению безопасности электровзрывных работ и измерению блуждающих токов при проходке подземных выработок есть несогласованность: Руководство предусматривает обязательное применение устройств контроля изоляции электроустановок с действием на отключение, а ПТБ, как указано выше, — на сигнал. В строительстве метрополитенов и тоннелей правильнее требовать действия на отключение устройств контроля изоляции при снижении уровня сопротивления или повреждении изоляции электроустановок и, самое главное, при случайном прикосновении человека к токоведущим частям, находящимся под напряжением. ПТБ четко не оговаривают режим нейтрали электрических сетей на строительных площадках при сооружении метрополитенов открытым способом. Нередки случаи применения системы с глухозаземленной нейтралью не только здесь, но и на шахтных строительных площадках в момент обустройства их, а иногда и в начале проходки стволов, когда отсутствуют собственные сети электроснабжения и питание осуществляется от городских предприятий.

Следовательно, для решения вопросов по повышению условий электробезопасности при строительстве метрополитенов и тоннелей надо пересмотреть также соответствующие пункты Правил техники безопасности и производственной санитарии.

ИЗ ФОТОХРОНИКИ СТРОИТЕЛЬСТВА ТАШКЕНТСКОГО МЕТРОПОЛИТЕНА



Последняя сбойка.



Вчитываясь в строки Основного Закона... На снимках (слева направо): коллективы передовых бригад шпаломонтажного цеха и СМУ-1 Ташметростроя

СТРАНИЦА МАРКШЕЙДЕРА

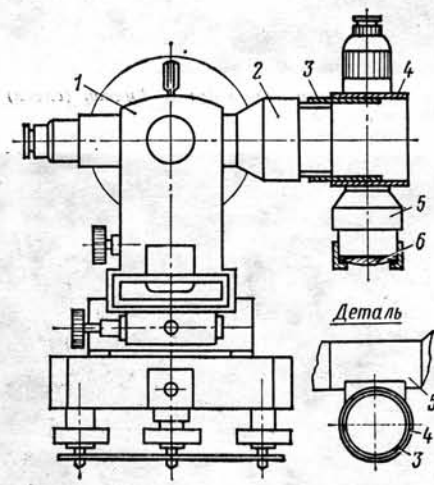
НАСАДКА ДЛЯ СЪЕМКИ ПЛОСКОСТИ КОЛЕЦ

Н. БЕЛОУС, С. РАКОВ, инженеры

При проходке наклонных эскалаторных тоннелей возникают значительные затруднения в определении бокового и вертикального опережения монтируемого кольца. Несвоевременное их определение, а также ошибки могут привести к отклонениям тоннеля от проектной оси. Чтобы повысить маркшейдерскую точность, в Киевметрострое на строительстве станции «Площадь Калинина» применили насадку на трубу теодолита. Несложная в изготовлении, она позволила производить и полную съемку изломов плоскости кольца.

Как видно на схеме, для этого может быть использован любой теодолит (нами взят Т-30).

На объективной части корпуса визирной трубы 2 теодолита 1 наглухо крепится насадочное кольцо 3, по которому с помощью переходной муфты 4 на мелкой резьбе вращается вспомогательная труба 5 от малого теодолита типа ТМ-1, ТОМ и т. д. в плоскости, перпендикулярной визирной оси трубы 2. Труба 5 прикреплена к переходной муфте 4 с ее наружной сто-



роны таким образом, что при работе визирная ось 2 теодолита остается открытой.

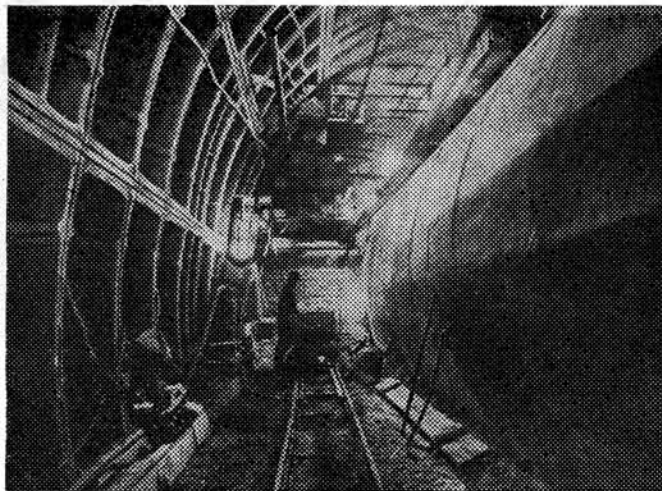
Съемка кольца осуществляется так: приблизительно в плоскости конструкции теодолит с насадкой устанавливается на штатив или консоль. Поскольку вспомогательная труба 5 с дополнительной линзой 6 имеет малое фокусное расстояние, инструмент

может быть установлен вблизи от кольца — в своде, лотке или сбоку тоннеля, чтобы не мешать работающим в забое.

С маркшейдерского столика (или с пункта полигонометрии) определяется угол между направлением на ось тоннеля и инструмент. Измеренный угол (с противоположным знаком) откладывается по горизонтальному кругу прибора. Таким образом прибор ориентируется параллельно оси тоннеля. Отложив по вертикальному кругу угол наклона эскалаторного тоннеля (30°), устанавливаем визирную ось прибора параллельно эскалаторному тоннелю. Ось вспомогательной трубы 5 при вращении опишет плоскость, перпендикулярную тоннелю, так как шаг резьбы муфты 4 можно пренебречь. Отсчеты по рейке, приставленной к обделке в нужных точках, дадут полную картину плоскости смонтированного кольца, в том числе и его боковое и вертикальное опережение. Практические съемки показали хорошие результаты и в точности, и в скорости съемки колец.

ТРУДОВОЙ РИТМ ЮБИЛЕЙНОГО ГОДА

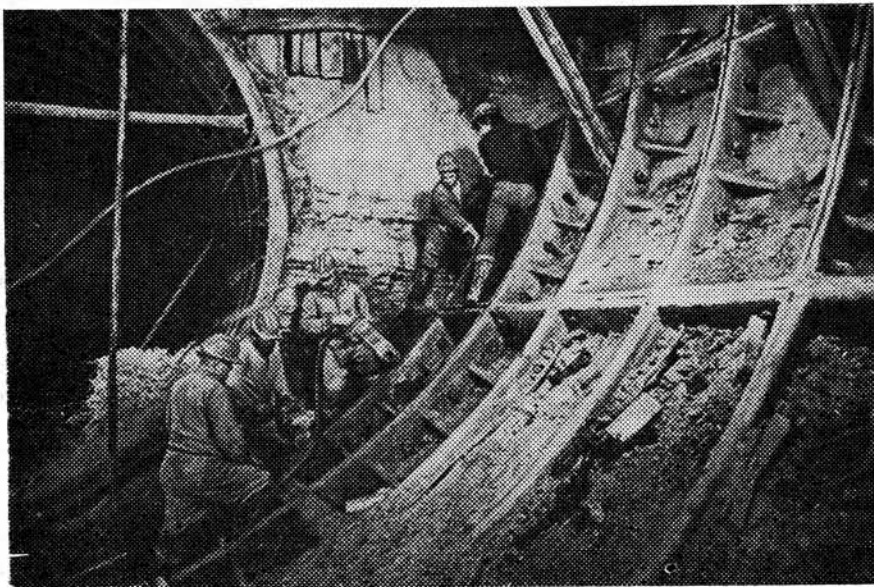
60 ЛЕТ
ОКТАБРЯ



«ГОРЬКОВСКАЯ»
Сооружение правого станционного тоннеля (СМУ-7 Мосметрострой)



Изоляционные работы в центральном зале ведут А. Гулкин (слева) и Г. Силецкий (СМУ-7 Мосметрострой)



«МАРКСИСТСКАЯ»
Монтаж колец в пересадочном тоннеле на Ждановскую линию. На снимке: комплексная бригада, руководимая Кавалером орденов Ленина и Октябрьской революции И. Шепелевым.

Основное направление развития устройств современной автоматики — миниатюризация элементной базы с одновременным ростом ее надежности.

Применительно к условиям метрополитена заслуживают внимания герметизированные магнитоуправляемые контакты (герконы) и герконовые реле, имеющие в своем составе от одного до нескольких десятков таких контактов.

В настоящее время герконы широко используются на телефонных станциях, в автоматике, телемеханике, вычислительной технике, измерительных приборах.

Наиболее распространенный геркон (рис. 1, а) представляет собой два частично расплющенных отрезка пермаллоевой проволоки диаметром 0,6—1,3 мм. Часть их контактирующих поверхностей покрыта слоем благородного металла, например, золотом, радием, палладием или сплавами на основе золота. Две проволоки-пружины завариваются в стеклянную трубку-баллон так, чтобы между их контактирующими поверхностями образовался небольшой зазор.

При изготовлении геркона в баллон вводят защитный газ — азот, аргон или водород. При воздействии на геркон магнитного поля достаточной напряженности (создаваемого электромагнитной катушкой, электромагнитом или постоянным магнитом) силовые линии, проходящие через пружины и зазор между ними, сокращаются. В результате этого пружины несколько деформируются, притягиваются друг к другу и замыкаются. При снижении напряженности магнитного поля до определенной величины пружины под воздействием упругих

МАГНИТОУПРАВЛЯЕМЫЕ КОНТАКТЫ В УСТРОЙСТВАХ АВТОМАТИКИ, ТЕЛЕМЕХАНИКИ И СВЯЗИ

И. КОВАЛЕНКО, инженер

сил возвращаются в исходное положение и контакт размыкается. Один или несколько герконов, помещенных в электромагнитную катушку, образуют очень простое реле на замыкание (рис. 1, б).

Основные преимущества герконовых реле перед обычными в простоте конструкции, надежности в работе (контакты герметизированы), отсутствии необходимости в регулировке и чистке. Они могут работать в любом положении по отношению к земной поверхности, не боятся ударов и встрясок, работают в интервале температур от -60° до $+125^{\circ}\text{C}$. Стоимость геркона определяется уровнем автоматизации, так как цена исходных материалов невелика. При полной автоматизации производства герконов стоимость их может быть дове-

дена до нескольких копеек (5—10 коп. за штуку).

В зависимости от конструкции герконы можно разделить на несколько групп: замыкающие, размыкающие, переключающие, запоминающие и для повышенных нагрузок, способные коммутировать токи силой 3—15 а, мощностью до 100 вт и выдерживать при этом до $10 \cdot 10^7$ коммутаций.

Кроме того, герконовые реле выпускаются для печатного монтажа. Это позволит создать блочную компоновку, отказаться от применения часты проводниковых соединений и не всегда надежных штепсельных разъемов.

Габаритные и установочные размеры герконовых реле типа РПГ показаны на рис. 2. Объем, занимаемый таким реле, в 18 раз меньше объема реле типа НМШ, применяемых сейчас

в устройствах автоматики метрополитена.

Свойства герконов характеризуются рядом параметров, основные из которых приведены в таблице.

Во многих отраслях герконы стали стандартными элементами, позволяющими улучшить аппаратуру и повысить надежность ее работы.

Широкому внедрению нового прибора на метрополитене должна предшествовать определенная научно-исследовательская работа, основными направлениями которой должны стать:

определение износоустойчивости и надежности герконов в режимах работы устройств автоматики метрополитена;

разработка методики проектирования принципиальных схем, а также конструктивных компоновок устройств, выполненных на герконовых реле.

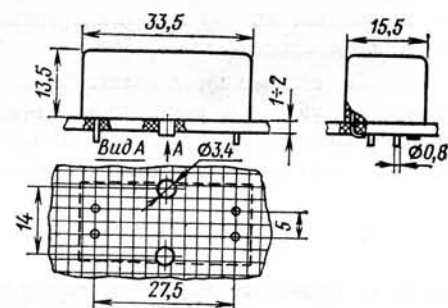


Рис. 2. Габаритные и установочные размеры реле РПГ для печатного монтажа.

ТАБЛИЦА 1

Параметры	Обозначение	Единица измерения	Значения параметров
Магнитодвижущая сила срабатывания	$\theta_{\text{ср.}}$	А/витки	20—200
Магнитодвижущая сила отпускания	$\theta_{\text{отп.}}$	—	10—100
Коэффициент возврата ($\theta_{\text{отп.}} / \theta_{\text{ср.}}$)	$K_{\text{в}}$	—	0,3—0,98
Рабочее сопротивление	$R_{\text{к}}$	Ом	0,02—0,2
Сопротивление изоляции	$R_{\text{из.}}$	—	10^9 — 10^{15}
Время срабатывания	$t_{\text{ср.}}$	мс	0,5—2,5
Время отпускания	$t_{\text{отп.}}$	—	0,1—0,7
Пробивное напряжение	$U_{\text{пр.}}$	В	200—10000
Максимальное число срабатываний	$N_{\text{м}}$	—	10^6 — 10^9 (в зависимости от коммутир. режима)
Максимальная мощность, коммутируемая контактом	W	Вт	4—100
Емкость между разомкнутыми контактами	$C_{\text{к}}$	Пф	0,2—1
Виброустойчивость	$g_{\text{в}}$	—	10—35
Удароустойчивость	$g_{\text{у}}$	—	20—100

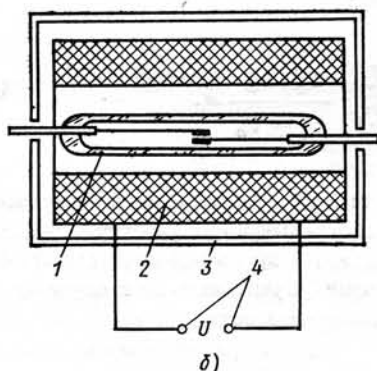
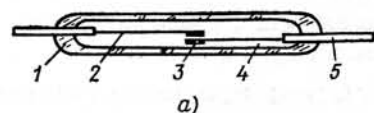


Рис. 1. Герконы
а — общий вид: 1 — стеклянный баллон; 2 — контактные пружины; 3 — контактирующий слой; 4 — защитный газ; б — выводные концы; б — схема простейшего герконового реле на замыкание: 1 — геркон; 2 — катушка; 3 — экран; 4 — выводные концы катушки возбуждения.

РАСЧЕТ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ УЧАСТКА ПУТИ

В. ПРЕДТЕЧЕНСКИЙ, проф., доктор техн. наук;
В. ГВОЗДЯКОВ, инженер

Опыт эксплуатации коммуникационных помещений метрополитена показывает, что уже через несколько лет после ввода их в строй возникает необходимость их реконструкции. Провозная способность линий метрополитена еще далеко не достигла своего предела, а пропускная способность на отдельных участках пути уже исчерпала свои возможности.

Существующая методика расчета рассматривает людской поток в статическом состоянии, что не соответствует действительному ходу процесса.

В МИСИ им. В. В. Куйбышева разработана методика расчета пропускной способности последующего участка коммуникационного пути при движении пульсирующих людских потоков. Время действия очередного импульса на метрополитене — интервал движения поездов.

Эскалаторный комплекс, являясь неразрывным звеном в цепи коммуникационных помещений, в наибольшей степени испытывает воздействие периодической нагрузки пульсирующих людских потоков, которую можно определить по формуле

$$J = N_J \cdot t_i, \quad (1)$$

где N_J — количество людей, участвующих в движении в данный момент времени, м²;

t_i — время действия импульса, мин;

Это выражение применительно к коммуникационным помещениям метрополитена имеет вид

$$J = N_{\text{ваг.}}^{\text{расч.}} \cdot f_{\text{ср.}} \cdot m \cdot k_n, \quad (2)$$

где $N_{\text{ваг.}}^{\text{расч.}}$ — наполнение вагона поезда (нормальное, расчетное, предельное или фактическое), чел.;

m — количество вагонов в составе;

k_n — коэффициент неравномерности наполнения подвижного состава (для Московского метрополитена $k_n = 1,32$);

$f_{\text{ср}}$ — площадь горизонтальной проекции человека (для коммуникационных помещений метрополитена $f_{\text{ср}} = 0,152 \text{ м}^2$).

Время воздействия очередного импульса может быть определено по формуле

$$t_{\text{min}} = \frac{60}{P_{\text{расч.}}} \text{ мин}, \quad (3)$$

где $P_{\text{расч.}}$ — парность движения поездов для расчетного момента времени.

Если парность движения поездов равна максимальной, предполагаемой на перспективу, то время воздействия очередного импульса минимальное.

Для беспрепятственного движения при переходе через границу смежных отрезков пути необходимо, чтобы пропускная способность предыдущего (n) и последующего ($n+1$) участка были равны. Если равенство нарушено, то на границе смежных отрезков пути образуется скопление людей и задержка движения (рис. 1). Это происходит и при переходе с горизонтального участка пути на наклонный, что подтверждается натурными наблюдениями, проведенными на станциях метрополитена. В ряде случаев скопление настолько велико, что распространяется на значительную часть длины распределительного зала. А это, в свою очередь, затрудняет в нем организацию пассажиропотоков. Время задержки их движения можно определить по формуле

$$\tau_{\text{ск.}} = N_J \left(\frac{1}{Q_0^{\text{расч.}}} - \frac{1}{Q_n} \right) \text{ мин}, \quad (4)$$

где $Q_0^{\text{расч.}}$ — расчетная пропускная способность эскалатора (при коэффициенте заполнения полотна $\varphi = 0,675$) в м² · мин⁻¹;

Q_n — пропускная способность горизонтального участка пути перед эскалатором в м² · мин⁻¹.

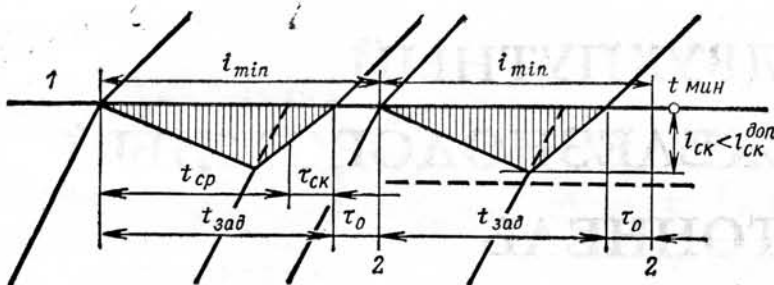
Величина скопления людей, распространяющегося на предыдущий участок пути, составит

$$l_{\text{ск.}} = \frac{N_J}{Q_n} \cdot \frac{V'_c \cdot V_n}{V'_c + V_n} \text{ м}. \quad (5)$$

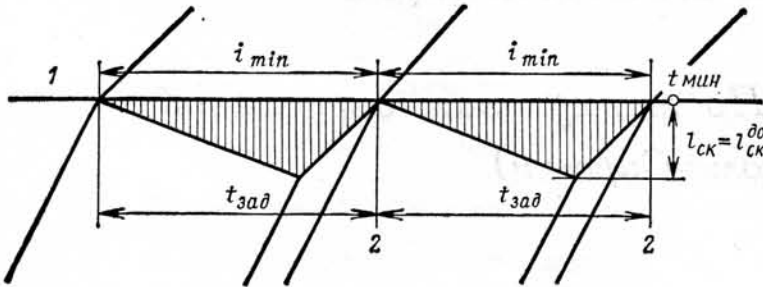
Второй множитель представляет собой скорость движения границы скопления — $v_{\text{гр}}$ по предыдущему участку пути. Значение скорости отрицательное. Но поскольку определяется абсолютная величина $l_{\text{ск.}}$, знак минус учитывать не следует. Тогда выражение (5) можно представить в виде

$$l_{\text{ск.}} = \frac{N_J}{Q_n} \cdot V_{\text{гр.}} \text{ м}. \quad (6)$$

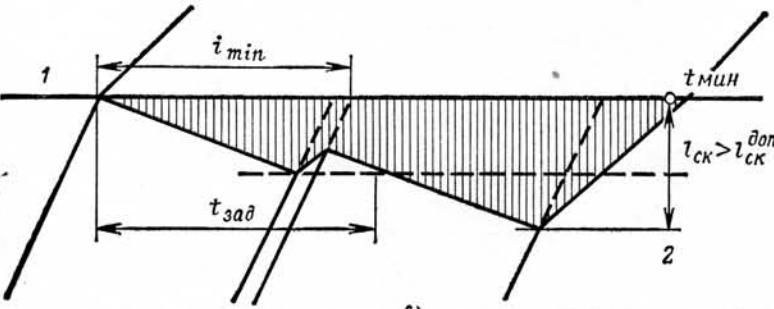
Величина скопления и время задержки зависят от величины и времени действия периодической нагрузки — пульсирующих людских потоков.



а)



б)



в)

Рис. 1. Условия перехода через границу смежных участков пути при движении пульсирующих людских потоков.
а — время воздействия импульса больше времени задержки; б — время воздействия импульса равно времени задержки; в — время воздействия импульса меньше времени задержки.
1 — граница смежных участков пути; 2 — скопление людей

При переходе пассажиров через границу смежных участков пути и периодическом воздействии нагрузки возможны два предельных случая:

первый — когда время воздействия очередного периодического импульса больше времени задержки людского потока перед участком пути с недостаточной пропускной способностью (см. рис. 1, а)

$$i_{\min} > t_{\text{зад}}, \quad (7)$$

где $t_{\text{зад}}$ — время задержки пассажиров на границе смежных участков. Оно состоит из периодов формирования людского потока и скопления перед участком пути

$$t_{\text{зад}} = t_{\phi} + \tau_{\text{ск. мин.}} \quad (8)$$

В этом случае эскалаторы работают с недостаточной нагрузкой.

Для второго предельного случая время воздействия очередного импульса меньше момента задержки (см. рис. 1, в)

$$i_{\min} < t_{\text{зад}}. \quad (9)$$

К началу очередного импульса не вся масса успевает перейти на последующий участок пути (эскалатор). В результате этого скопление увеличивается, а следовательно, возрастает время задержки. Через определенный период процесс повторяется, скопление достигает значительных размеров и может полностью дезорганизовать движение.

Учитывая закономерности перехода людского потока через границу смежных участков и периодическое действие нагрузки, можно определить требуемую пропускную способность последующего отрезка пути (эскалаторного комплекса) для обеспечения беспрепятственного движения людского потока или при допустимом скоплении.

После преобразования выражений (4) и (6) и принимая во внимание выражения (2) и (8), получим

$$Q_{\text{треб}} = \frac{N_{\text{расч.}} \cdot f_{\text{ср}} \cdot m \cdot k_{\text{н}}}{(i_{\min} - t_{\phi}) + \frac{l_{\text{ск. доп.}}}{v_{\text{гр}}}} \text{ м}^2 \cdot \text{мин}^{-1} \quad (10)$$

Здесь $l_{\text{ск. доп.}}$ — допустимая величина скопления людей на участке перед эскалаторным комплексом, в м;

$v_{\text{гр}}$ — скорость движения границы скопления. Для практических расчетов может быть рекомендовано численное значение этого параметра — $20 \text{ м} \cdot \text{мин}^{-1}$, что соответствует расчетному случаю при максимальном значении плотности потока и интенсивности движения на предыдущем и последующем участках пути.

Эта расчетная формула позволяет рассматривать движение людских потоков по коммуникационным помещениям метрополитена как взаимосвязанный и взаимообусловленный процесс. Она дает возможность определить пропускную способность последующего участка пути, исходя из допустимой величины скопления на предыдущем, и тем самым обеспечивает наиболее оптимальный режим работы эскалаторного комплекса (см. рис. 1, б), т. е.

$$i_{\min} = t_{\text{зад}}. \quad (11)$$

Учитывая специфику работы эскалатора — его скорость движения и ширина полотна постоянны — можно определить количество подъемов

$$p = \frac{Q_{\text{треб.}}}{Q_{\text{расч.}}} \quad (12)$$

где $Q_{\text{расч}}$ — расчетная пропускная способность одного эскалаторного подъема, в $\text{м}^2 \cdot \text{мин}^{-1}$;

Исследование закономерностей движения пульсирующих людских потоков при переходе через границу смежных отрезков пути позволило установить влияние ряда факторов на сокращение времени задержки пассажиров перед участками с недостаточной пропускной способностью и обеспечить требуемые размеры проходимой зоны еще в процессе проектирования.



ДВУХПУТНЫЙ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЙ ТОННЕЛЬ ДАЙСИМИДЗУ

(По материалам зарубежной командировки)

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

Портал вспомогательного наклонного ствола.

Самый длинный в мире из строящихся железнодорожных горных тоннелей — Дайсимидзу — 22,2 км — прокладывается на высоте около 500 м над уровнем моря. Тоннель двухскатный (рис. 1), восточный участок которого длиной около 7 км с уклоном 3 и 6‰; западный — около 15 км с уклоном 12‰. В плане тоннель в основном прямолинейный, но имеет три отрезка кривых радиусом от 5000 до 8000 м длиной от 3,8 до 1,6 км.

Поперечное сечение конструкции представлено на рис. 2. В зависимости от инженерно-геологических условий толщина бетонной монолитной обделки запроектирована 50—70 см. На участках пород, разрушенных до состояния щебня, с глинистым заполнителем и значительным притоком грунтовых вод предусматривается сооружение несущего обратного свода.

На большей части длины тоннель пересекает прочные скальные породы, представленные малотрещиноватыми кварцитами. Приток грунтовых вод ожидается, в среднем, до 360 м³/час на 1 км (без обделки), т. е. 0,36 м³/час на 1 пог. м. Фактический приток в от-

дельных местах, приуроченных к зонам разлома, составил до 0,45 м³/час и по наклонным стволам — до 0,28 м³/час на 1 пог. м. Учитывая отставание бетонирования обделки от забоя до 220 м, приток воды в этой зоне ожидался до 80—100 м³/час. Сооружение предусмотрено вести шестью строительными участками (рис. 3):

первый длиной 2005 м — со сто-

роны восточного портала через короткую (67 м) горизонтальную транспортную штольню сечением 24,6 м², рассчитанную на пропуск автотранспорта (см. рис. 2, б); пять остальных участков, в том числе западный припортальный — через наклонные стволы длиной от 159 до 940 м.

Строительство начато в декабре 1971 г. и продлится, по оценке японских специалистов, до 1978 г.

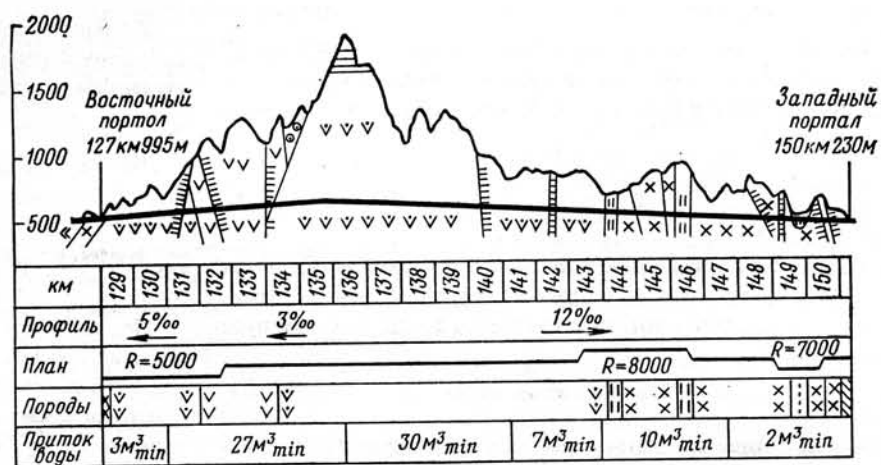


Рис. 1. Продольный разрез тоннеля (названия порталов даны в соответствии с общим направлением линии)

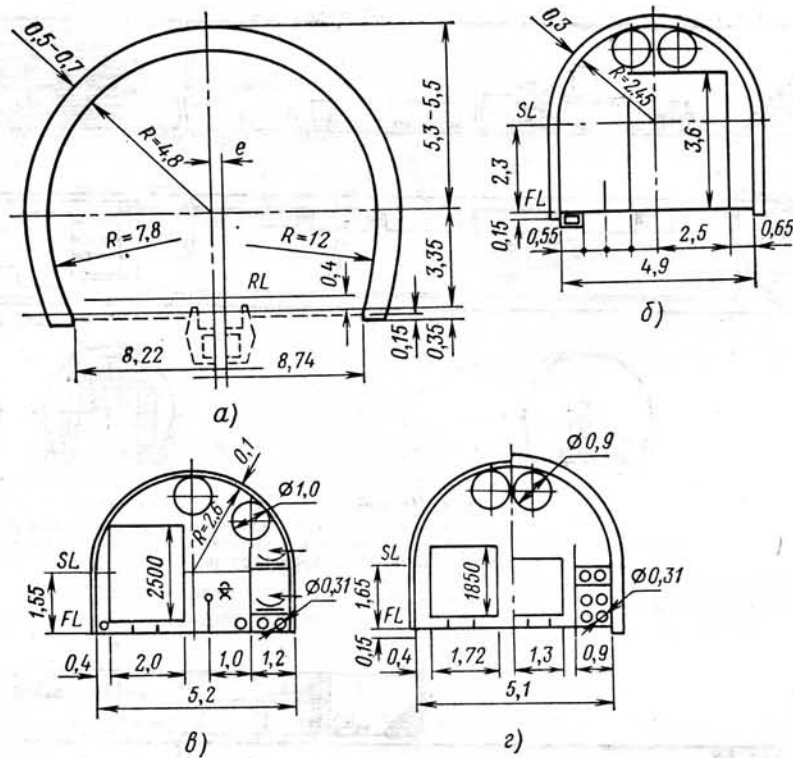


Рис. 2. Поперечные сечения тоннеля и вспомогательных выработок: а — подходы штольни; б, в, г — наклонные стволы

клонному стволу подается аккумуляторными электровозами сцепным весом 12 т в вагонах емкостью 15 м³ с боковой разгрузкой. Состав формируется из четырех вагонов и двух электровозов в голове и хвосте. Чтобы предотвратить просыпание крупных кусков породы, между вагонами натянута тросовая сетка. Далее порода перегружается на ленточный конвейер наклонного ствола в руддворе, где оборудован бункер с дозаторами. В верхней части он защищен балками для удержания негабаритных кусков. Дробят их специальным пневматическим рыхлителем (бетоноломом) фирмы «Фурукава».

Выданная на поверхность порода сортируется и используется для приготовления бетона. Сухая смесь от наклонного ствола к бетономесительной установке подается в вагонах емк. 6 м³ с донной разгрузкой (через 6 люков в каждом).

Приготовление сухой смеси организовано на специальном заводе, расположенном на шахтной площадке. Завод оснащен дробильным, сортировочным, промывочным, сушильным и смесительным отделениями. Стройплощадка с механическими мастерскими, компрессорной и др. оборудована очистными сооружениями. Она осваивалась в течение года.

Организация работ по проходке тоннеля показана на рис. 4.

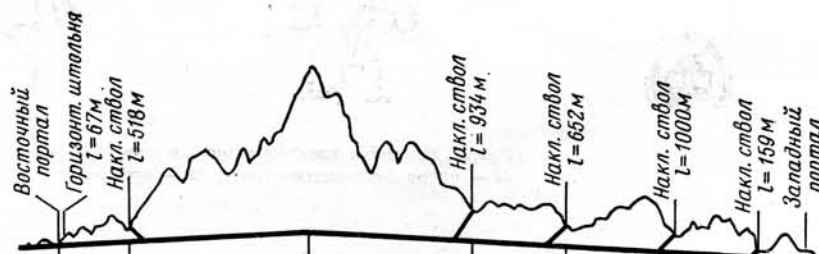
Забой обустраивается рамой «Джумбо» фирмы «Фурукава», оборудованной на трех ярусах шестнадцатью буровыми установками. Строительство ведется заходками 2 м (при длине шпуров 2,3—2,4 м). Как временное крепление применяются: на участках монокристаллических пород — металлические анкеры с сеткой, а в устойчивых трещиноватых — металлические двутавровые арки № 250 с шагом 0,9—1,2 м, с деревянной забиркой в своде. Арки связаны между собой стяжками-распорками (тяжи Ø20 мм с трубами Ø1½").

Буровая рама устанавливается на подвижной металлической платформе, которая представляет собой мощную жесткую конструкцию из трех частей общей длиной 109 м:

- передняя в 50 м весом 170 т;
- задняя в 50 м весом 170 т;

средняя в 6 м с гидравлическими ломкратами для перемещения платформы.

Платформа передвигается после каждой заходки, вслед за уборкой взорванной породы, подработкой и очисткой лотка. Передняя часть кон-



Длина участка	2005м	5350м	4800м	2750м	3300м	4030м
Направл. работ	→	→	←	←	←	←
Установл. мощн.	1200кв	2500кв	2800кв	1900кв	2100кв	1900кв
Строител. фирмы		Теккен	Тайсей	Сапо	Касима	Симидзу

Рис. 3. Организация строительных участков

В статье рассматривается опыт сооружения участков №№ 2, 3 и 4.

2-й участок длиной 4,8 км. Проходка идет в монолитных скальных породах (граниты) раскрытием забоя тоннеля на полное сечение буровзрывным способом. Работы начались через наклонный ствол в 934 м площади сечения 19,8 м² (см. рис. 2, в). Наклонный ствол (угол 16‰) оборудован:

рельсовым путем с колесей 914 мм для транспорта людей, а также кон-

струкций, оборудования и приспособлений;

ленточными конвейерами шириной 1000 мм для выдачи разработанной породы, а также 600 мм для подачи в руддвор сухой смеси из песка, щебня и цемента;

двумя трубами Ø1000 мм, чтобы подавать в забой чистый воздух;

Наклонный ствол пройден буровзрывным способом на полное сечение в основном с обделкой из набрызг-бетона. Порода из забоя к на-

струкции перемещается с помощью домкратов, упирающихся в заднюю платформу, на которую, чтобы увеличить дополнительный пригруз, перегоняются буровая установка и погрузчик. После передвижения на длину заходки они перегоняются на переднюю часть платформы, а задняя подтягивается гидродомкратами.

Взорванная порода грузится в вагоны дизельным колесным погрузчиком с ковшем емкостью 4 м³ боковой разгрузки. Перемещение материалов (доски, буровая сталь, крепеж и др.) в пределах платформы и подъем их на буровую раму производится с применением этого же погрузчика и дизель-гидравлического крана-экскаватора на гусеничном ходу.

Продолжительность основных операций следующая: бурение 130 шпуров — 1,5÷2 ч; проветривание после взрыва — 20 мин.; уборка породы — 3—4 ч. Общая продолжительность цикла — около 8 ч. Суточная скорость проходки — 6 м. Средняя — 100 м/мес. Состав комплексной бригады в забое — 12 человек в смену. Бригада бурит и заряжает шпур, устанавливает временное крепление, убирает породу и перемещает механизмы на передвижной платформе.

Постоянная обделка бетонировается с отставанием 300—400 м от забоя с использованием металлической инвентарной опалубки длиной 15 м и с технологической тележкой, предназначенной для подготовки поверхности тоннеля к бетонированию (отвод воды, снятие по возможности деревянной затяжки и удаление отслоившихся на сетку кусков породы). Кроме того, на нее опирается одним концом ферма для поддержания бетоновода и выдвигного телескопического звена. Бетон готовится прямо в тоннеле на передвижной смесительной установке производительностью 30 м³/час.

Вагоны с сухой смесью по пандусу заталкиваются электровозом на эстакаду с центрально расположенным между рельсами ленточным транспортером; смесь разгружается на транспортер, подается в бункер-дозатор мешалки, затем поступает в бетононасос и перекачивается за опалубку. Управление всеми этими процессами автоматизировано.

Бетон марки 160, водоцементное отношение 0,6, расход цемента 270—300 кг/м³. Литой бетон подается по бетоноводу в бункер-распределитель, а отсюда через окна в опалубке — далее по наклонным желобам — за

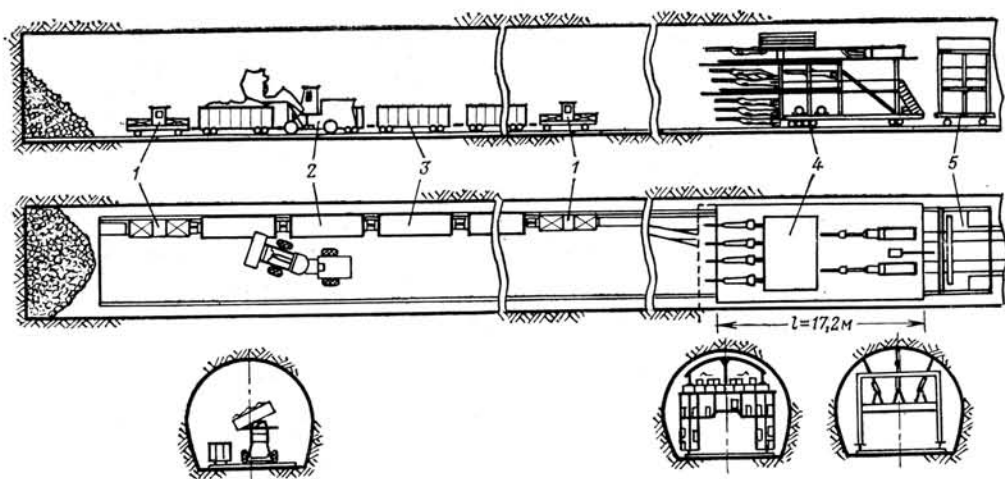


Рис. 4. Проходка тоннеля на полное сечение: 1 — аккумуляторный электровоз; 2 — погрузчик фирмы «Катерпилер» для бурения анкеров в кровлю; 6 — вспомогательная тележка; 7 — опалубка; 10 — транспортер

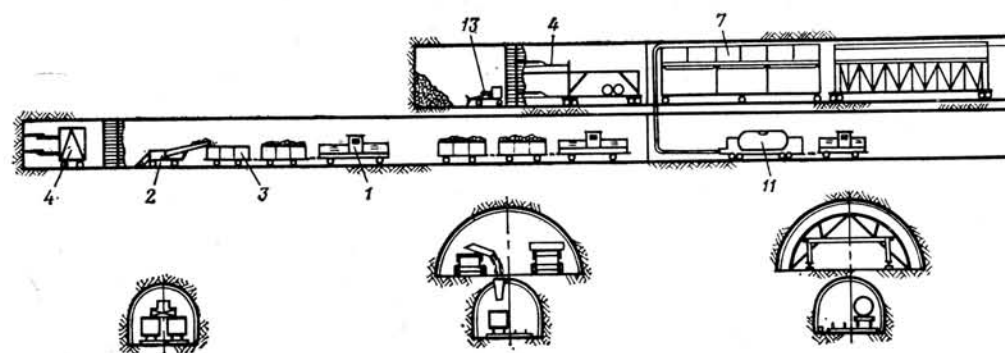


Рис. 5. Проходка тоннеля уступным способом с опережающей нижней обделкой: 11 — пневмобетонагнетатель; 12 — буровая установка; 13 — породоприемник

опалубку. При бетонировании свода бункер и лотки убираются, верхние люки закрываются, и бетонирование производится с постепенным вытаскиванием телескопического звена на ферму технологической тележки.

Вибрирование бетонной смеси осуществляется через окна в опалубке пневматическими глубинными вибраторами.

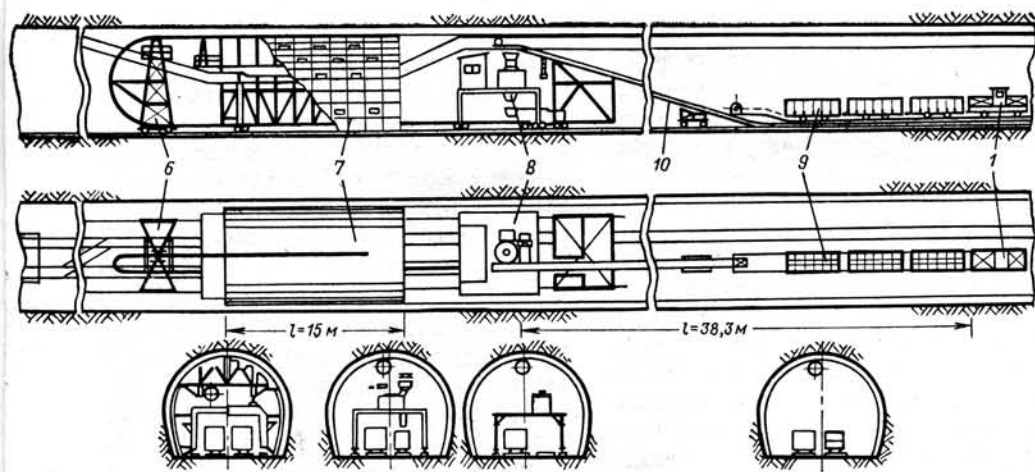
Работы ведутся бригадой 10 человек в смену. Бетонирование выполняется со скоростью 100 м/мес., причем укладка бетона за опалубку на участке длиной 15 м — 10 часов. Продолжительность цикла — 3 суток, включая выстойку бетона в опалубке. Перед бетонированием в местах сосредоточенных течей грунтовых вод производится сбор воды в систему пластмассовых трубок, которые прикрепляются к породе цементным раствором. Вода отводится в дренажные канавки в лотковой части тоннеля.

Вентиляция тоннеля принята при-

точной с подачей чистого воздуха по воздуховодам и вытеснением разбавленного грязного воздуха по всему сечению тоннеля и наклонному стволу.

3-й участок длиной 2750 м. Проходка идет в устойчивых трещиноватых скальных породах уступным способом с центральной опережающей штольней (рис. 5).

Раскрытие забоев по сооружению тоннеля организовано через наклонный ствол длиной 652 м с углом 16° и площадью поперечного сечения 19,8 м². Этот ствол пройден за 14 месяцев буровзрывным способом в крепких трещиноватых породах в обделке из набрызг-бетона с применением металлических анкеров. Ствол оборудован двумя рельсовыми путями, один из которых предназначен для спуска и подъема людей, а также транспорта материалов, конструкций и т. д., другой служит для движения скипа емкостью 12 м³ с разработанной поро-



(США); 3 — вагоны емкостью 15 м³; 4 — буровая рама; 5 — тележка лубка; 8 — бетоносмесительная установка; 9 — вагоны для инертных

центральной штольней:
грузочная машина; 14 — опалубка для стен

дой. Чтобы проветривать забои, по наклонному стволу проложены две трубы $\varnothing 1000$ мм.

На строительной площадке есть бетонный завод производительностью до 60 м³/час. Подача бетона в тоннель производится через пробуренную в рудничный двор у наклонного ствола скважину глубиной 150 м, оборудованную внизу бункером с воздушной подушкой и дозатором. Бетон подвозится аккумуляторными электровозами сцепным весом 10—12 т по рельсовым путям колеи 914 мм.

От забоя порода транспортируется в вагонах емкостью 6 м³ с боковой разгрузкой. В рудворе грунт выгружают в скип, для которого ниже откаточных путей сделана специальная камера.

Проходка центральной штольни велась со скоростью до 150 м/мес. с применением буровой портальной установки фирмы «Фурукава» на четыре стреловые каретки. Верхний уступ сооружался с устройством бетон-

ного свода со скоростью до 120 м/мес. Порода средней штрассы разрабатывалась со скоростью до 300 м/мес.

Разработка ядра и разборка крепления штольни производились параллельно с проходкой верхнего уступа с отставанием от забоя. Породу боковых штрасс взрывали в шахматном порядке небольшими участками в первую очередь под швы бетонирования свода одновременно в нескольких местах по длине тоннеля. Шпурь бурили установками фирмы «Фурукава» на гусеничном ходу с двумя стреловыми манипуляторами.

Столбы стен шириной 3—5 м бетонировали с применением инвентарной металлической переносной опалубки, которая раскреплялась в верхней части (у пяты свода) специальными анкерными устройствами, заделанными в отверстия в пятах свода, а в нижней части — в породу. Под пятой свода оставляли зазор в 150 мм, который в последующем зачеканивали жестким песчано-цементным раство-

ром вручную. Такое решение применялось, чтобы предотвратить образование зазора между пятой свода и верхней частью стены. После этого разрабатывали породу между столбами (в одном сечении) и бетонировали стены с применением передвижной металлической опалубки, созданной для одновременного обслуживания двух противоположных участков длиной 12 м (15—3 м).

Бетон за опалубку подавался пневмонасосами цистерн-миксеров через бункер в центральной части и уплотнялся глубинными пневматическими вибраторами. Темп составлял 6 м³ за 10—12 минут.

В напряженное время на участке было занято 250 человек. Работы организованы в две смены по 10 часов каждая, при 6-дневной рабочей неделе.

4-й участок длиной 5350 м. Работы начались через наклонный ствол длиной 518 м площадью сечения 19,9 м². Для обеспечения транспорта ствол оборудован рельсовым путем с колеи 914 мм.

Разработанная порода подается на поверхность к бетонному заводу ленточным конвейером шириной 1 м со скоростью 1,5 м/с.

В сводовой части ствола проложены трубы $\varnothing 1000$ мм, по которым в забой поступает свежий воздух, трубы водоотлива и сжатого воздуха, электрокабели. В связи с тем, что ствол пересекают разрушенные аргиллиты, его проходка шла малыми темпами в течение 1,5 лет.

Участки железнодорожного тоннеля, примыкающие к наклонному стволу, проходятся через сухие, разрушенные до состояния щебня аргиллиты и алевалиты. Эти участки сооружают методом опорных стен, возводимых в двухъярусных боковых штольнях, проходка которых ведется центральной нижней штольни площадью сечения 14,5 м². Боковые штольни сечением 2,5×2,5 м проходят с креплением замкнутыми металлическими рамами при разработке породы отбойными молотками и выдаче ее в центральную штольню ленточными транспортерами.

Стены в штольнях бетонировались насосами. Скорость проходки боковых штолен — 3 м/сутки, центральной нижней — 5 м.

После сооружения стен разрабатывают грунт калотты. Сначала в прорези устанавливают арки временного крепления свода из двутавра

№ 250 и сразу же пространство между ними заполняется слоем набрызг-бетона толщиной 25 см. С отставанием на 3—4 м от забоя прорези разрабатывается грунт калотты до уровня на 40—50 см выше шельги нижней центральной штольни, со сбрасыванием его через фурнели в вагонетки.

Калотту разрабатывают заходками 80 см и устанавливают с этим же шагом арки временного крепления. Скорость проходки 1,6 м/сутки. С отставанием от забоя прорези на 100÷120 м бетонируют постоянную обделку свода с помощью передвижной металлической опалубки и далее — разрабатывают грунт ядра. Так как работы производились по частям, скорость сооружения готового тоннеля не превышала 7 м/мес.

Для быстрого раскрытия организована проходка в обгон разрушенных пород основного участка в 3,5 км опережающей штольни длиной около 1 км.

Штольня крепится металлическими арками с последующим обетониванием набрызг-бетоном. Она идет параллельно основному тоннелю и бу-

дет служить для транспорта породы и бетона, вентиляции и отвода воды.

В конце пройденной опережающей штольни велась разработка буровзрывным способом камеры для монтажа буровой порталной рамы «Джумбо» фирмы «Фурукава». Камера разрабатывается из нижней штольни с раскрытием ее на грибовидное сечение площадью сводовой части 38 м². Шпуров бурятся ручными перфораторами на пневмоподдержках с передвижных подмостей. Заходки — 80 см. Крепление свода — металлическими арками из широкополочных двутавровых балок № 250, устанавливаемыми с шагом 80 см, и деревянной дощатой забиркой.

Взорванная порода транспортируется по тоннелю аккумуляторными электровозами сцепным весом 12 т в вагонах емкостью 6÷8 м³ с боковой разгрузкой. Порода грузится в вагоны пневматической машиной на рельсовом ходу с ковшом емкостью 0,66 м³.

В руддворе у наклонного ствола порода выгружается в приемный бункер, на решетках которого пневмати-

ческим молотом разбиваются негабаритные куски.

Подача литого бетона марки 160 от завода в руддвор производится по вертикальной скважине в приемный бункер с воздушной подушкой, откуда бетон загружается в пневмобетоннагнетатели на рельсовом ходу емкостью 5 м³ и отвозится к месту укладки за опалубку.

Сухая смесь для нанесения набрызг-бетона поступает в тоннель по ленточному конвейеру, после чего она развозится в специальных вагонах с донной разгрузкой.

Чтобы закрепить грунты и повысить их устойчивость, проводятся бурение из забоя скважин и нагнетание в массив химических растворов. Работы ведутся субподрядной фирмой.

В связи с тем, что геология, представленная в проекте, отличается от фактических условий, применяется бурение разведочных горизонтальных скважин на длину до 150 м.

Средняя скорость проходки тоннеля на полное сечение в гранитах — 130÷140 м/мес.

МОСКОВСКИЙ МЕТРОСТРОЙ, ВЕХИ БИОГРАФИИ

60 ЛЕТ
ОКТЯБРЯ



ГОД 1932



ГОД 1977

ПОДВОДНЫЕ ТОННЕЛИ ИЗ ОПУСКНЫХ СЕКЦИЙ

Л. МАКОВСКИЙ, канд. техн. наук

Во многих странах эксплуатируются, строятся и проектируются подводные тоннели из опускных секций. На европейском континенте строятся три таких подводных тоннеля: в Бельгии, Голландии, Испании; проектируется в Англии. В Бельгии сооружается шестиполосный автотранспортный тоннель в 0,6 км на магистрали Антверпен—Брюссель. Он пересекает р. Рапел и канал Зеэварт. Под дном канала уложена секция из преднапряженного железобетона длиной 137,7 м, а под рекой — две по 99,7 м. В трех секциях двухпролетной конструкции шириной 35,1 м два отсека для трехполосного движения, разделенные служебным каналом.

На берегах реки и канала сооружены два сухих дока. В одном (размерами в плане 240×118 м и глубиной 11,7 м) изготовлена секция из предварительно напряженного железобетона. В другом, стены которого ограждены стальным шпунтом, возведены две секции из обычного железобетона. Одновременно в доках производили водоотлив, используя 88 мощных насосов.

После затопления доков готовые конструкции отбуксировали в канал и реку и опустили в проектное положение. Затем доки использовались как площадки для сооружения подходных участков. Срок строительства тоннеля около 5 лет, стоимость — 38 млн. долларов.

Завершается сооружение подводного тоннеля в Голландии под р. Ауде Маас. Предназначенный для пропуска восьми полос автотранспорта, он расположен на трассе реконструируемой магистрали, соединяющей Роттердам с Антверпеном.

В подрусовой части уложены три секции длиной по 115, шириной 48,3, высотой 8 м и водоизмещением 45 тыс. м³, выполненных в виде четырехпролетных железобетонных рамных конструкций. Их изготавливали в сухом доке в 10 км от тоннеля и транспортировали по воде 4 понтонами и 9 буксирами общей мощностью 11 тыс. л. с. Заведенные в створ тоннеля конструкции опускали на дно подводной траншеи, заполняя водой балластные емкости. Во время опускания, продолжавшегося около 10 час, каждую секцию удерживали двумя 300-т кранами и шестью 100-т лебедками. Для точного ориентирования применяли специальную навигационную систему, фиксирующую малейшие (до 5 мм) отклонения секций от проектного положения.

Установленные на забетонированные в траншее железобетонные блоки секции сопрягали с основанием, нагнетая под днище каждой песчаную смесь, для чего в лотке предусматривались специальные отверстия. После намыва песчаной постели секции освобождали от тросовых оттяжек, герметизировали стыки и откачивали водяной балласт.

Первый в Англии подводный четырехполосный тоннель из опускных секций запроектирован под р. Тис, в 6 км от существующего Ньюпортского моста по новой автомагистрали. Общая длина тоннеля 900 м, подводная часть — 525 м (рис. 1). Ширина реки в месте пересечения состав-

ляет 200 м в межень и до 300 м в паводок; глубина воды 12,2 м, скорость течения — до 0,6 м/сек. Русло сложено твердым мергелем и глиной, покрытыми тонким слоем песчаных и илистых грунтов. 8 тоннельных секций длиной по 63,5 м запроектированы как двухпролетные железобетонные конструкции прямоугольного очертания.

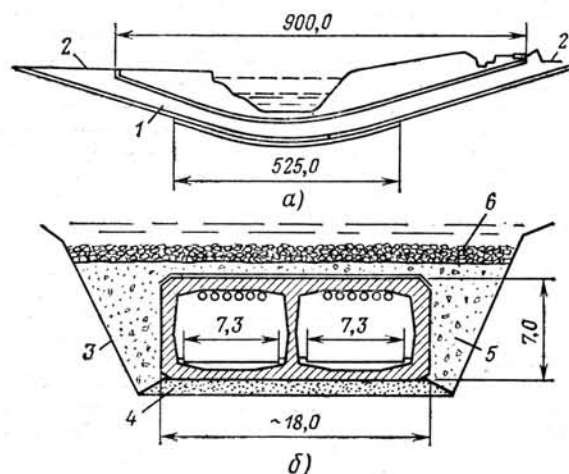


Рис. 1. Продольный профиль (а) и поперечное сечение (б) тоннеля под р. Тис: 1 — тоннель; 2 — рампа; 3 — контур подводной траншеи; 4 — песчаная постель; 5 — обратная засыпка; 6 — каменная наброска

Относительно небольшая длина секций обусловлена стремлением уменьшить стеснение русла реки при их погружении. Ширина проезжей части в каждом транспортном отсеке составляет 7,3, а высота — 5,1 м, что допускает движение двухэтажных автобусов.

Секции намечено изготавливать на северном берегу реки, на специальной площадке с основанием из буровых свай несущей способностью по 500 т. Готовые конструкции водоизмещением по 10 тыс. м³ переместят в реку по каналу, образованному двумя рядами траншейных железобетонных стен, перекрытых поперечными стальными балками (рис. 2). Вначале предусматривается продольная навигация секции на поперечные балки, а затем опускание ее на воду вместе с балками, которые могут перемещаться по домкратным стойкам. Установленные на дно подводной траншеи тоннельные секции будут взаимно состыкованы и засыпаны слоем скального грунта и гравия толщиной около 2,5 м.

Движение откроется в 1981 г., срок строительства определен в 3,5 года, стоимость — 20 млн. фунтов стерлингов.

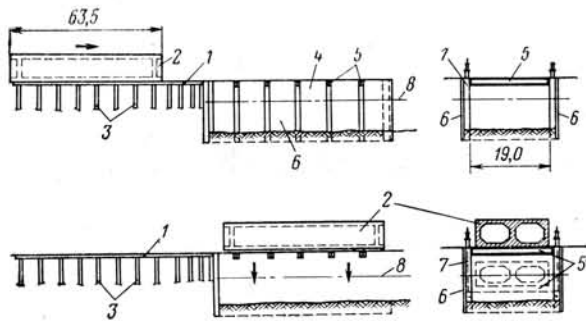


Рис. 2. Схема опускания на воду секций тоннеля под р. Тис:

1 — монтажная площадка; 2 — тоннельная секция; 3 — буровые сваи; 4 — канал; 5 — поперечные балки; 6 — траншейные стены; 7 — домкратные стойки; 8 — уровень воды

В Бильбао (Испания) в 1974 г. начали строить первый в стране подводный тоннель длиной 980 м. Он располагается в районе акватории порта и рассчитан на четырехполосное автодвижение. Опускные секции запроектированы двухпролетной рамной конструкции из монолитного железобетона с габаритами каждой транспортной зоны 7,5×4,1 м (рис. 3). Глубина заложения относительно поверхности воды 18 м. Стоимость сооружения составит около 50 млн. марок.

В США под Чесапикским заливом (1972—1975 гг.) построен двухполосный автодорожный тоннель длиной 2286 м. Это второй тоннель на автомагистрали, соединяющей города Хэмптон и Норфолк. Он входит в состав тоннельно-мостового перехода. Сопряжение с низководными мостами выполнено искусственными островами. Подводный участок сооружен из 21 секции, две из которых имеют длину по 115 м, остальные 103,5 и 89 м. Конструкция каждой состоит из железобетонной цилиндрической оболочки диаметром 11 м, покрытой снаружи 8-мм металлоизоляцией и октогональной бетонной облоймой. Полная ширина секции 12,5, а высота 12,1 м. Стальные каркасы изготовлены на стапелях в Мериленде. Опущенные на воду оболочки обетонировали (750 м³ на одну секцию). Смесь готовили на барже. После бетонирования конструкции приобретали отрицательную плавучесть около 400 т и опускались поочередно в подводную траншею (ширина по низу 13, глубина от 14 до 18 м при крутизне откосов 1:1,5). Ее вскрывали отдельными заходками, равными длине секции. Установленным на барже 50-т краном отсыпали на дно гравий, разравнивая его скребковым устройством и контролируя качество подготовки лазерными приборами. Секции опускали с барж-катамаранов кранами и лебедками. Стыкование выполняли в два этапа. Вначале соседние конструкции стягивали 4 домкратами, а затем после герметизации стыка откачивали воду, и происходило обжатие резиновых прокладок неуравновешенным гидростатическим давлением около 3 тыс. т. После этого на торцовые диафрагмы надевали фасонные хомуты, и стык снаружи обетонировали.

Строительство завершено в 1975 г.

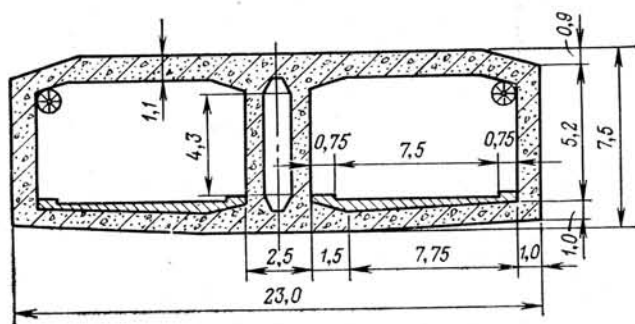


Рис. 3. Поперечное сечение подводного тоннеля в Бильбао

Способ опускных секций получает развитие и в Японии. Так, в 1971—1974 гг. по трассе между портом Кавасаки и искусственным островом в 570 га, намытым в 700 м от берега (при глубине воды до 12 м), сооружен четырехполосный автодорожный подводный тоннель «Огидзима». Общая его протяженность 1525 м, длина подводной части — 660 м. 6 тоннельных секций длиной 110, шириной 21,3, высотой 6,9 м и водоизмещением 14,5 тыс. м³ выполнены как сталежелезобетонные оболочки бинокулярного поперечного сечения. Каркасы из стальных листов толщиной 9 мм изготовлены на стапеле и по воде отбуксированы к пирсу. Здесь произведено бетонирование обделок толщиной 85—90 см. Секции были опущены в подводную траншею, состыкованы и засыпаны грунтом. Стоимость сооружения — 32,4 млн. долларов.

Под бухтой Токийского залива строится шестиполосный автотранспортный тоннель длиной 1035 м (рис. 4). Он заложен на глубине до 23 м от поверхности воды. На подрусловом участке предусмотрена установка 9 секций длиной по 115, шириной 37,5, высотой 8,8 м и водоизмещением 38 тыс. м³. Расположение тоннеля в районе с частыми землетрясениями обусловило изготовление конструкций из монолитного железобетона с наружной металлоизоляцией.

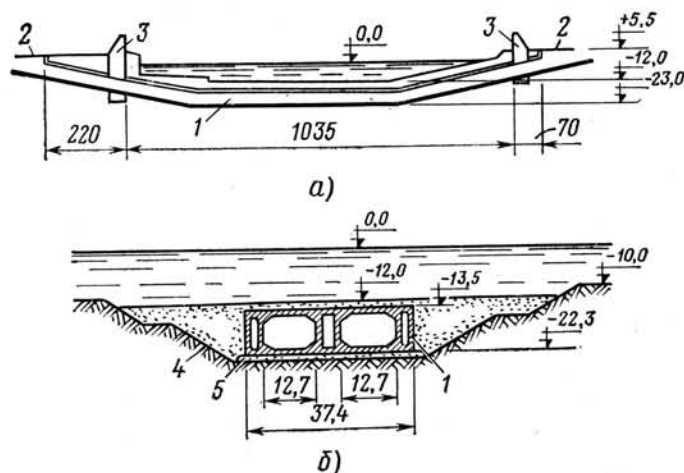


Рис. 4. Продольный профиль (а) и поперечное сечение (б) тоннеля под Токийским заливом:

1 — тоннель; 2 — rampa; 3 — вентиляционное здание; 4 — контур подводной траншеи; 5 — песчаная постель; 6 — обратная засыпка

Все секции возводили одновременно в сухом доке размерами в плане 639×124 м, соединенном с заливом каналом глубиной 10 м. Доставленные в створ тоннеля секции опускали с баржи-катамарана при заполнении водой балластных емкостей. Соединение производили упругими прокладками, обеспечивающими достаточную податливость стыков (±40 мм.). Для равномерного опирания секций на основание под днище их нагнетали тампонажную смесь цемента (150 кг на 1 м³ смеси), бентонита (37,5 кг), воды (647 л) и песка (750 кг). Через 7 суток несущая способность искусственного основания составила 1,46 кг/см², через 14 — 2,49 и через 28 — 3,42 кг/см². Нагнетание вели через отверстия (диаметр 75 мм), устроенные в днище в два ряда через 4,8 м с каждой стороны секции. Ультразвуковым прибором проверяли качество заполнения. На одном из участков секции опирали на искусственное свайное основание. Стоимость строительства составила около 60 млн. долларов.

Как новые решения обращают на себя внимание способ опускания секций на воду подъемником (проект тоннеля под р. Тис), технология нагнетания песчаной смеси через отверстия в днище конструкций (под р. Ауде Маас и под Токийским заливом), а также состав нагнетаемой смеси с бентонитом (Токио).

Для решения возникающих проблем изыскиваются рациональные очертания подводных траншей, изучается взаимодействие опускаемых секций с водным потоком, выявляются динамические характеристики тоннелей, подверженных действию сейсмических сил и др.

НОВЫЕ СПОСОБЫ КРЕПЛЕНИЯ КОТЛОВАНОВ

Э. МАЛОЯН, канд. техн. наук;
В. МОРОЗОВ, В. ЛЕРНЕР, инженеры

Для решения проблем внутригородского общественного транспорта прокладываются линии метро и другие заглубленные сооружения в густонаселенных частях города. Стоянки для транспорта, например, по экономическим и эстетическим соображениям устраиваются под землей в виде многоэтажных гаражей.

В связи с быстрым развитием городского строительства сегодня открытые котлованы сооружают таких размеров, которые два десятилетия тому назад могли показаться неосуществимыми. Глубина котлованов достигает 25 м, а длина или ширина более 100 м. Они нередко сооружаются в непосредственной близости от существующих зданий. Расходы на возведение и ограждение котлована достигают уже 10% общей стоимости многоэтажного здания и 50% строительства метро. Котлован, таким образом, является существенным фактором стоимости. Поэтому выбору оптимального ограждения котлованов придается большое значение.

В зависимости от гидрогеологических условий и расположения смежных застроек для ограждения котлованов немецкие строители применяют следующие виды крепления: балочное, шпунтовое, свайные стенки, «стена в грунте» и инъекционные анкеры.

Балочное и шпунтовое крепление. В последние годы все чаще прибегают к погружению балок в предварительно пробуренные скважины. При этом достигается снижение шума и отсутствие сотрясения грунта. В устойчивых грунтах скважины бурят без обсадных труб. В неустойчивых — проходка ведется с обсадными трубами или под глинистым раствором.

Пространство между стенкой скважины и балкой, после установки последней, заполняют песком, известковым раствором или другим уплотняющим материалом.

Балочное крепление податливо, поэтому его можно применять на боковых сторонах строительного котлована, который не граничит непосредственно со смежной застройкой.

Шпунтовые стены сооружают обычно в котлованах, лежащих ниже уровня грунтовых вод и используют их преимущественно в гидротехническом строительстве.

Основной недостаток шпунтовой стенки — это высокий уровень шума и вибрации при ее возведении. Поэтому шпунтовые стены в крупных городах применяются крайне редко.

Свайная стена относится к малодеформирующимся видам крепления. Поэтому возводится она преимущественно перед зданиями, близко расположенными к строительному участку.

Наряду с восприятием горизонтальных нагрузок свайная стенка может одновременно выполнять функции элемента фундамента для вертикальных нагрузок. В таких случаях применение свайной стены экономично.

Различают три группы свайных стен: с прерывистым расположением свай, с тангенциальным их сопряжением и секущиеся (рис. 1).

Стены из секущихся свай сооружают, когда дно котлована ниже уровня грунтовых вод. На первом этапе используют сваи без арматуры. На втором — после затвердения бетона этих конструкций между ними изготавливают сваи таким образом, чтобы бетон соседних частично подрезался. Сваи армируются. Благодаря полученному сцеплению создается сплошная водонепроницаемая стена.

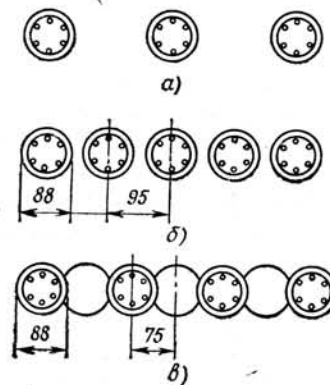


Рис. 1
а — стена с прерывистым расположением свай; б — с тангенциальным сопряжением свай; в — из секущихся свай

Обычно диаметр свай колеблется от 570 мм до 1300 мм. Секущиеся сваи чаще всего имеют диаметр 880 мм с межосевым расстоянием 750 мм.

Отдельные сваи диаметром до 670 мм и длиной до 12 м изготавливаются с помощью обсадных труб. При этом используют канатные грейферы. Для производства свай без обсадных труб используют станки вращательного бурения.

На рис. 2 представлены глубины бурения в зависимости от применяемых механизмов.

Более крупные сваи можно изготавливать с помощью так называемых трубокрепежных установок. Обсадная труба в них захватывается гидравлически запираемой манжетой и возвратно-поступательным вращательным движением вдавливаются в грунт. Благодаря этому бурильная труба опережает грейфер. Таким образом предотвращается размыв стенки скважины в песчаных грунтах при сильном притоке воды.

Трубокрепежные установки размещают обычно на экскаваторах. С помощью подобных агрегатов можно изготавливать сваи диаметром до 1800 мм и глубиной до 35 м.

Использование свайной стены целесообразно тогда, когда не предусматривается значительного перемещения огражде-

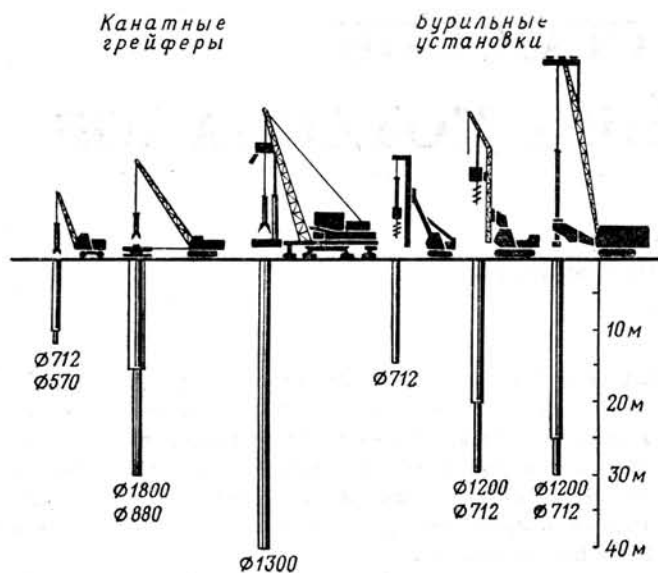


Рис. 2

ния строительного котлована. В этом случае стену котлована возводят со стороны улиц с интенсивным движением или перед близлежащими зданиями. Вследствие небольшого диаметра бурения изменения напряжений в грунте не значительны, поэтому исключается возможность осадок зданий.

«Стена в грунте» способна воспринимать как горизонтальные нагрузки от давления породы, напора грунтовых вод, так и вертикальные — от веса сооружений. Возведение сплошной железобетонной конструкции обеспечивает водонепроницаемость стены. Поэтому такой вид крепления рационален в непосредственной близости от зданий и участков с интенсивным движением транспорта; в случае, если котлован расположен ниже уровня грунтовых вод и необходимо отказаться от дорогостоящего водоотвода и когда «стена в грунте» является строительным элементом возводимого сооружения.

«Стену в грунте» сооружают толщиной от 0,4 до 1 м и глубиной до 35 м и более.

После достижения проектной глубины в траншею опускают арматурный каркас и бетонируют ее снизу с одновременным вытеснением глинистого раствора.

Для точного ведения грейфера перед началом работ разрабатывают пионерные траншеи глубиной от 1 до 1,5 м с направляющими стенами. Последние выполняются из монолитного бетона, готовых бетонных или железобетонных деталей. Во время проходки траншеи пространство между направляющими служит резервуаром для глинистого раствора, уровень которого должен быть всегда внутри стен.

На концах захватки траншеи после достижения необходимой глубины устанавливают по одной стальной трубе или готовую деталь. После бетонирования трубы убираются, а готовые детали остаются в траншее. При этом формируется соединительный шов.

Бетон подается с помощью вибрационных труб, достигающих дна траншеи. При этом используются литые бетонные смеси. При содержании цемента от 350 до 400 кг на m^3 бетона достигается прочность от 300 до 400 кгс/см².

Грунт из траншеи извлекают тяжелыми канатными грейферами (весом около 8 т) или гидравлическими, которые перемещаются по специальным направляющим.

Первые можно использовать с любым тяжелым экскаватором или краном с двусторонней барабанной лебедкой. Благодаря большому весу грейферов изготовление вертикальной стены не представляет сложности. В скальных грунтах вместо грейфера применяют долото.

Управлять гидравлическими грейферами проще, чем канатными. Благодаря гидравлическим цилиндрам грейфер имеет большее запирающее усилие (усилие замыкания челюстей). Недостатком же является большая уязвимость гидравлической системы. Кроме того, установка вместо грейфера долота для скального грунта требует значительно больше времени, чем у канатного.

Для приготовления глинистого раствора используют бентонитовые глины, способные к набуханию.

При концентрации 30—60 кг бетона на m^3 воды — плотность раствора в пределах 1020—1050 кг/м³.

Схема циркуляции глинистого раствора при разработке траншеи показана на рис. 3.

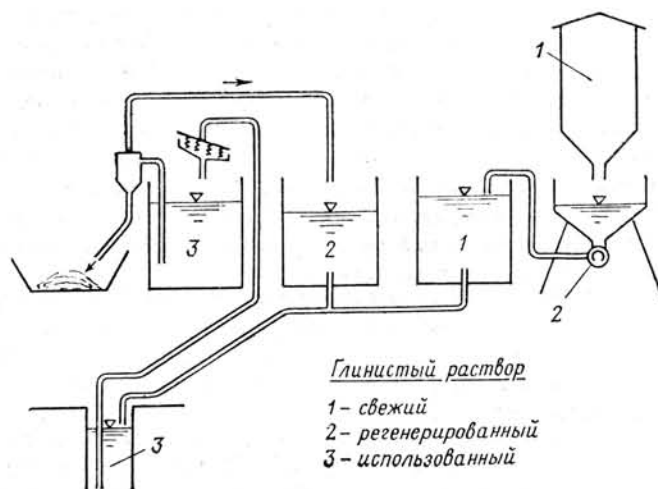


Рис. 3

Свежеприготовленный глинистый раствор перемешивают быстходными механизмами или высокоскоростными центробежными насосами. Затем его по шлангам или трубам подают из емкости 1 к месту расположения траншеи.

В процессе разработки траншеи глинистый раствор загрязняется частицами грунта. При бетонировании использованный раствор откачивается в емкость 3, где он проходит обработку в циклонных установках, затем очищенный подается в емкость 2 и по мере необходимости обогащается бентонитовым глинопорошком. При последующих этапах разработки траншеи в нее поступает раствор из емкостей 1 и 2, свежеприготовленный и регенерированный.

Фирма Бауэр впервые произвела анкерование стен большого строительного котлована в Мюнхене с помощью инъектируемых анкеров и тем самым смогла отказаться от расстрелов.

Развитие анкерного способа крепления показано на рис. 4. Рабочая нагрузка на анкер в несвязных грунтах колеблется в пределах от 40 до 100 т, в связных — от 20 до 60 т.

Все виды анкеров изготавливают, в основном, одинаковым способом. С помощью бурильной установки проходят скважину, укрепленную обсадными трубами. Бурят ударным, ударно-вращательным или вращательным способами с промывкой. В

особых случаях буровую скважину, не укрепленную обсадными трубами, можно соорудить путем промывки глинистым раствором.

После достижения намеченной глубины в скважину вводится анкерная тяга. Буровая труба поэтапно вытягивается. При этом через нее одновременно нагнетается цементный раствор, который образует рабочую зону — корень. Если необходимо получить корень определенной длины, то буровую трубу после достижения нужного уровня раствора вытягивают уже без дальнейшего нагнетания. У анкеров, изготавливаемых без обсадных труб, после введения анкерной тяги в буровую скважину цемент подается снизу вверх с помощью специальной трубки.

Примерно через семь дней на анкер можно передавать предусмотренную для него нагрузку.

Анкер представляет собой стержень из предварительно напряженной стали (одностержневой анкер) или это несколько отдельных стержней (пучковый анкер). На свободной длине анкерная тяга заключена в пластиковую трубу. Это дает возможность анкеру свободно деформироваться во время натяжения, а также предотвратить коррозию. Нижняя рабочая часть его состоит из цементного затвердевшего раствора и служит для передачи усилия на окружающий грунт. Анкер на стене котлована крепится оголовком. На рис. 5 представлена схема анкера.

Наиболее распространенный тип анкера — простой натяжной. У него усилие от стальной тяги посредством сил сцепления передается непосредственно на корень анкера. Реактивные силы проявляются в контакте корня с грунтом. Это создает в корне растягивающие напряжения, ведущие к образованию трещин. Расстояние между трещинами 3—5 см. Они расположены вертикально относительно оси анкера или имеют небольшой косой наклон вперед.

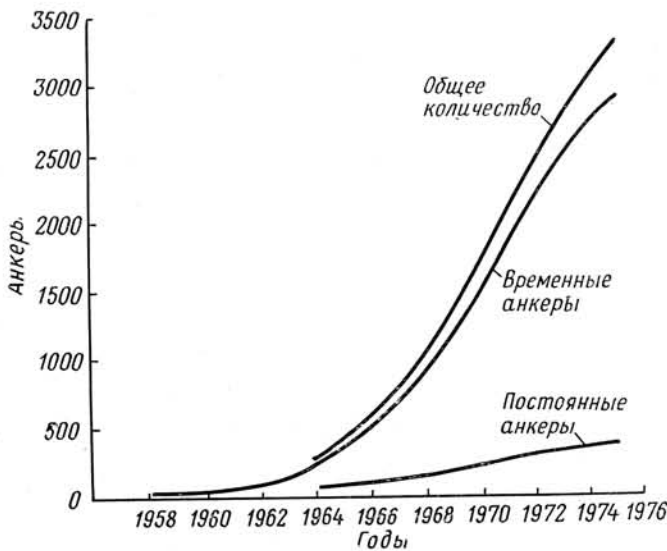


Рис. 4

Соответственно изменяется как напряжение в стали, так и распределение касательных напряжений вдоль рабочей зоны.

Данный тип анкера применяют для временного крепления. Для постоянной службы разработан анкер с опорной трубой, у которого усилие на конце стальной тяги передается че-

рез навинчивающуюся на опорную трубу муфту. Для улучшения сцепления поверхность опорной трубы имеет переменный профиль. Здесь усилие отводится с конца анкера в его корень. Подобно предварительно напряженному бетону цементный раствор испытывает сжимающие напряжения. Этим достигается отсутствие трещин.

Временные анкеры используются не более двух-трех лет. Поэтому одетая на свободную часть тяги хлорвиниловая труба достаточна для защиты от коррозии. На участке рабочей зоны сталь защищена цементным раствором.

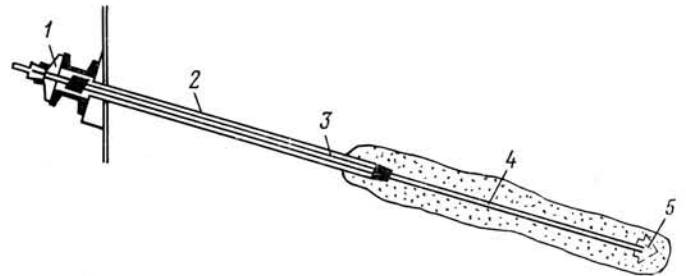


Рис. 5: 1 — оголовок анкера; 2 — труба-оболочка; 3 — тяга; 4 — корень анкера; 5 — пята

Антикоррозийная защита постоянных анкеров должна быть стойкой к влаге, химическим воздействиям и блуждающим токам, кроме того достаточно эластичной, чтобы деформироваться вместе со стальной тягой во время натяжения.

На строительной площадке каждый анкер перед закреплением на ограждении котлована проверяется: временные анкеры испытываются с коэффициентом минимум 1,2, постоянные — до 1,5 их рабочей нагрузки.

До сих пор нет точного метода расчета несущей способности корня анкера. Опыт показал, что в несвязанных грунтах, таких как щебень и песок, достаточно отрезка нагнетания примерно в 5 м для того, чтобы передать грунту необходимое анкерное усилие. В связных и глинистых грунтах требуется более протяженный участок нагнетания (от 5 до 8 м).

Сегодня метод анкерования практически вытеснил другие виды жесткого крепления котлована.

ТАБЛИЦА

Виды крепления	Производительность, м ² /день	Затраты, марки/м ²
Балочное	10—20	110—150
Шпунтовая стена	60—100	100—130
Свайная стена	20—35	250—300
Стена в грунте	40—80	250—300
Анкеры	60—120 м/день	50—80 марки/м

В таблице приведены стоимостные показатели и производительность отдельных видов крепления. Однако свайная стена или «стена в грунте» могут быть в плане всего проекта дешевле, чем балочное крепление.

Данные фирмы Бауэр показывают, что применение свайной стены целесообразнее на менее крупных стройках из-за малого использования механизмов, а на больших — экономичнее «стена в грунте».

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

Л-95097 Сдано в набор 22/VIII-77 г. Подписано к печати 5/X-77 г. Формат бумаги 60×90¹/₈. Бумага типографская № 2. Объем 4,0 п. л. Тираж 5000 экз. Заказ 2973. Цена 30 коп. Адрес редакции: 103031, Москва, К-31, Кузнецкий мост, 20, 2-й этаж. Телефоны: 295-86-02, 223-77-72. Типография изд-ва «Московская правда», Потаповский пер., 3.

ТОВАРИЩИ МЕТРОСТРОЕВЦЫ,
ТОННЕЛЕСТРОИТЕЛИ
И РАБОТНИКИ ЭКСПЛУАТАЦИИ!

Не забудьте подписаться

НА ИНФОРМАЦИОННЫЙ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ
СБОРНИК

«МЕТРОСТРОЙ»

на 1978 год.

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

ИНДЕКС СБОРНИКА «МЕТРОСТРОЙ»
ВО ВСЕСОЮЗНОМ КАТАЛОГЕ
«СОЮЗПЕЧАТИ» **70572.**

Стоимость подписки

на год — 2 руб. 40 коп.

на полгода — 1 руб. 20 коп.