

ISSN 0130—4321

8 . 1981

# МЕТРОСТРОЙ



# МЕТРОСТРОЙ

8 1981

ИНФОРМАЦИОННЫЙ  
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ СБОРНИК

ИЗДАНИЕ МОСКОВСКОГО МЕТРОСТРОЯ И  
ИЗДАТЕЛЬСТВА «МОСКОВСКАЯ ПРАВДА»

ОСНОВАН В 1932 ГОДУ

## В НОМЕРЕ:

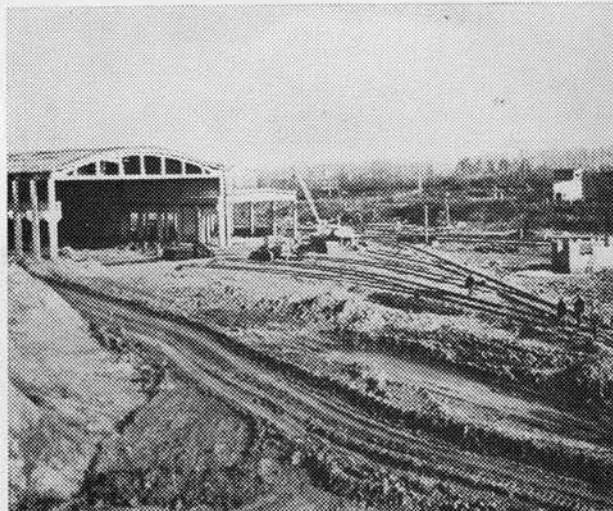
Поздравляем наших лауреатов!	1
Г. Циминтия. Первый автодорожный тоннель через Главный Кавказский хребет	2
Б. Хугашвили. Бетонный завод, совмещенный со складом инертных	3
И. Козлова. На пути к полной механизации	4
Б. Бухарина. Шахта метростроя у Библиотеки имени В. И. Ленина	5
В. Дандуров. Станция нового типа с железобетонными колоннами высокой несущей способности	7
Е. Шкута. К расчету односводчатых станций глубокого заложения	8
В. Мартыненко, В. Штучкин. Осушение грунтов способом забойного водопонижения	13
Б. Тиховидов, В. Плохих, Н. Пасечник, Ю. Прокунин. Усовершенствованные установки вакуумного водопонижения	11
В. Симкин, А. Чирьев, В. Аксаментов. Деформации земной поверхности при строительстве метрополитена мелкого заложения	14
В. Цынков. Плотность бетона блоков	16
М. Каган. Оценка свойств уплотняющего состава	18
В. Шишканов. Меры безопасности при заделке полимерными материалами швов и трещин в обделке	20
Ю. Ярославцев. Оценка фильтрационных свойств вторичных бетонных обделок коллекторов	22
В. Костюк. О критериях качества транспортного обслуживания населения	23
А. Семенов, Н. Сидорина. Новая конструкция стен в служебных помещениях метрополитена	24
А. Александров. Инвентарные здания для строительных и монтажных организаций	26
А. Сладков. Музей в метро	28
Д. Деноак, Т. Слемзина. Рельсовый транспорт на строительстве подземных сооружений	29
Автострада Зеелисберг	31

### Редакционная коллегия:

В. А. АЛИХАШКИН, А. С. БАКУЛИН, П. А. ВАСЮКОВ,  
С. Н. ВЛАСОВ, В. Д. ГОЦИРИДЗЕ, Д. Н. ИВАНОВ,  
П. С. ИСАЕВ, Ю. А. КОШЕЛЕВ, А. С. ЛУГОВЦОВ,  
В. Л. МАКОВСКИЙ, С. А. ПОНОМАРЕНКО, Б. П. ПА-  
ЧУЛИЯ, В. Г. ПРОТЧЕНКО, Е. Д. РЕЗНИЧЕНКО,  
А. И. СЕМЕНОВ, Г. А. ФЕДОРОВ, И. М. ЯКОБСОН

© Издательство «Московская правда», «Метрострой», 1981.

## СТРОИТСЯ СЕРПУХОВСКИЙ РАДИУС



Дено



Участок замораживания грунта



Отделочные работы на «Нагатинской»

# ПОЗДРАВЛЯЕМ НАШИХ ЛАУРЕАТОВ!

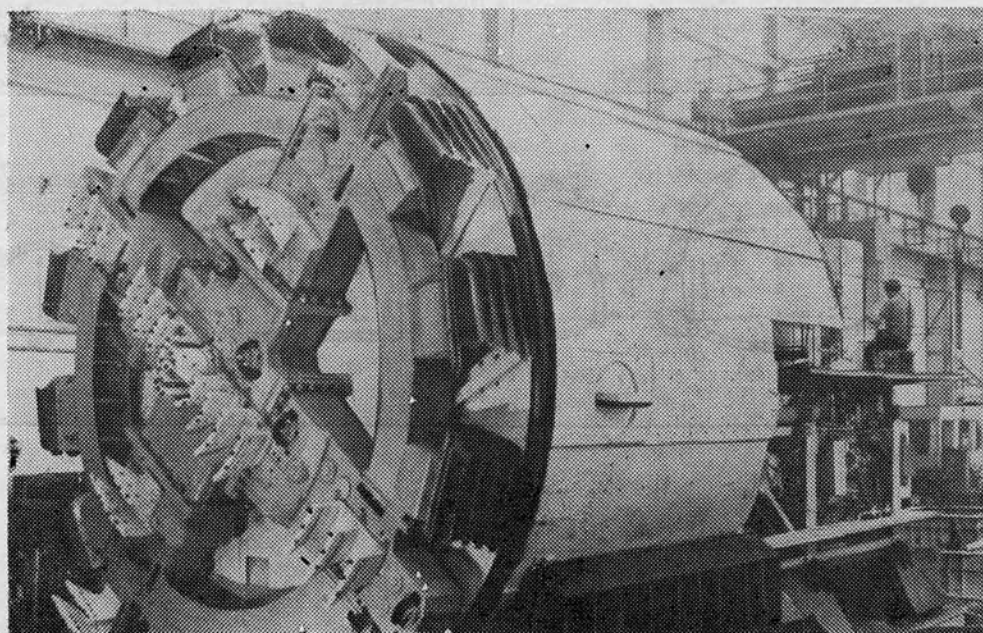
*Создание технологии проходки и высокопроизводительного комплекса машин и механизмов, обеспечивших скоростное строительство тоннелей метрополитена в устойчивых грунтах, отмечено Государственной премией СССР 1981 года.*

Центральный Комитет КПСС и Совет Министров СССР, рассмотрев представление Комитета по Ленинским и Государственным премиям СССР в области науки и техники при Совете Министров СССР, постановляют присудить Государственные премии СССР 1981 года: **Бодрову** Анатолию Петровичу, начальнику, **Татариновичу** Константину Станиславовичу, бригадиру проходчиков, работникам СМУ-15 управления строительства Ленинградского метрополитена, **Горышину** Владимиру Всеволодовичу, главному инженеру, **Шестову** Павлу Константиновичу, главному механику, работникам того же управления, **Власову** Сергею Николаевичу, кандидату технических наук, главному инженеру Главного управления по строительству тоннелей и метрополитенов, **Иванову** Вячеславу Георгиевичу, заведующему отделом специального конструкторско-технологического бюро того же управления, **Гуцко** Владимиру

Антоновичу, главному специалисту Ленинградского государственного проектно-исследовательского института «Ленметрогипротранс», **Полянцеву** Вениамину Александровичу, главному инженеру Всесоюзного промышленного объединения горного машиностроения, **Карцеву** Алексею Константиновичу, главному инженеру Ясиноватского машиностроительного завода, **Недзвецкому** Григорию Абрамовичу, **Фишману** Иосифу Давыдовичу, кандидату технических наук, заведующим отделами Ясиноватского филиала Государственного проектно-конструкторского и экспериментального института по обогащению оборудования, **Шляпину** Кириллу Борисовичу, кандидату технических наук, — за разработку и внедрение технологии проходки и высокопроизводительного комплекса машин и механизмов, обеспечивших скоростное строительство тоннелей метрополитена в устойчивых грунтах.

Основа комплексной механизации горнопроходческих работ по скоростному сооружению перегонных тоннелей — комбайн КТ1-5,6, применение которого позволило установить на Ленметрострое мировой рекорд проходки — 1253 пог. м тоннеля в месяц.

На снимке: монтаж механизированного щита на Ясиноватском машиностроительном заводе.



# ПЕРВЫЙ АВТОДОРОЖНЫЙ ТОННЕЛЬ ЧЕРЕЗ ГЛАВНЫЙ КАВКАЗСКИЙ ХРЕБЕТ

Г. ЦИМИНТИЯ,  
канд. техн. наук

В недрах Главного Кавказского хребта осуществлена сбойка тоннеля под Рокским перевалом. Здесь пройдет Транскавказская перевальная автомобильная магистраль, которая будет работать круглый год. Впервые в истории открывается путь сквозь толщу гор с Северного Кавказа в Закавказье. Значительно уменьшаются сроки передвижения, будут разгружены автопути и железные дороги вдоль побережья Черного и Каспийского морей, расширятся пассажирские перевозки.

В XI ПЯТИЛЕТКЕ предусмотрено закончить строительство автомобильной дороги через Главный Кавказский хребет по Рокскому перевалу. Проходку тоннеля, который является составной частью этой дороги, ведут коллективы ТО №№ 13 и 15 Тблтоннельстроя.

Тоннель сооружается в сложных геологических и суровых климатических условиях. Подъезды к тоннелю проходят по лавиноопасным местам.

Технический проект разработан Ленметрогипротрансом, рабочие чертежи — Кавгипротрансом. Сложный рельеф и большая глубина заложения не позволили проектировщикам провести полные инженерно-геологические изыскания по трассе. Это вызвало необходимость сооружения параллельно основному тоннелю разведочно-вентиляционной штольни, которая по окончании строительства будет использована как вентиляционная выработка.

Обделка Рокского тоннеля — монолитный, морозостойкий бетон марки 300, а в слабых местах используется железобетон той же марки.

При проходке ведется дальнейшая отработка технологической схемы сооружения транспортных тоннелей в скальных грунтах с применением буровзрывных работ. Тоннель строится в два уступа новоавстрийским способом. Сводовую часть возводят с применением высокопроизводительного оборудования. Обуривают забои буровыми агрегатами, снабженными 5 перфораторами с манипуляторами. Используется метод гладкого взрывания, что обеспечивает минимальные переборы породы.

Погрузка и уборка ее производятся отечественными породопогрузочными машинами ПНБ-ЗД, автопоездами МоАЗ грузоподъемностью 20 т и автосамосвалами.

В качестве временного крепления применяются железобетонные и металлические анкеры длиной 2,5 м, устанавливаемые в шахматном порядке в комбинации с металлической сеткой ячейками 100×100 мм. Установка анкеров и сетки производится автопогрузчиком.

Бетонирование свода осуществляется с помощью металлической сег-

ментной опалубки МО-21, которая устанавливается в проектное положение перестановщиком на рельсовом ходу. Комплекс опалубки изготовлен Московским механическим заводом № 5 по проекту СКТВ Главтоннельметростроя.

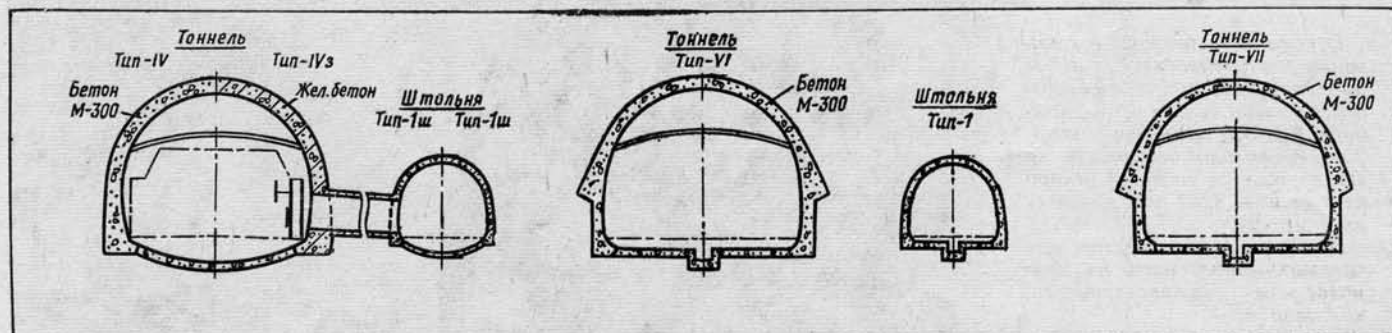
Проходка разведочно-транспортной штольни со стороны северного портала ведется субподрядной организацией — орджоникидзевским Тоннельно-строительным управлением. Забой здесь разрабатывается на полное сечение, крепится анкерами, дугами и сеткой. В штольне применяются следующие механизмы: СБУ-2к, ПНБ-ЗД, ППМ-4э, автосамосвалы для вывоза грунта, электровозы 8 АРП, а также (в порядке опыта) гидро-транспорт. Бетонирование обделки штольни ведется при помощи металлической переставной опалубки ОПР-2, сконструированной СКТВ Главтоннельметростроя и изготовленной Московским механическим заводом № 5.

Среднемесячная скорость проходки и бетонирования основного тоннеля с одного забоя составляет 45 пог. м.

На строительстве Рокского тоннеля осуществляется ряд технических новшеств, предложенных инженерами и проектировщиками Г. Кипиани, А. Хуцишвили, П. Бочикашвили, М. Капанадзе, Л. Дждедже, А. Шарадзендзе, Г. Николаишвили, Р. Вартанов, В. Хугашвили, в частности, такие, как устройство выносной пяты свода; уменьшение сечения разведочно-транспортного тоннеля; применение безрельсового транспорта в его средней части; изменение схемы рабочей вентиляции и т. д.

Бригады проходчиков и бетонщиков успешно работают по методу бригадного подряда.

Коллективы тоннельных отрядов, включившись в социалистическое соревнование, осуществили сбойку в дни празднования 64-й годовщины Октября. □



# БЕТОННЫЙ ЗАВОД, СОВМЕЩЕННЫЙ СО СКЛАДОМ ИНЕРТНЫХ

Б. ХУГАШВИЛИ,  
инженер

**П** РОМЫШЛЕННАЯ база для строительства тоннеля под Главным Кавказским хребтом была заложена на берегу реки Заки-Дон в 150 м от устья тоннеля. По проекту она включала в себя душкомбинат, бетонный завод СБ-70 (поступил же и был смонтирован СБ-75), ряд других служб. В первые же годы эксплуатации выявились допущенные при проектировании промбазы и выборе ее места просчеты. Участок оказался лавиноопасным. Серьезную угрозу представляла собой и горная река. Возникли осложнения и из-за отсутствия утепленного склада для инертных материалов. Песок и щебень завозили на самосвалах за 110—120 км из Орджоникидзе. Зимой инертные материалы смерзались еще в пути. Поэтому встал вопрос о переносе промбазы в другое место. Его выбрали непосредственно у устья тоннеля. Однако размеры новой площадки были крайне ограничены — с одной стороны обрывом, с другой — крутым склоном. Расположить необходимые службы при обычной, предусмотренной проектом планировке оказалось сложным: не хватало места для склада инертных материалов и цементохранилища. Тогда решили совместить бетонный завод со складом инертных материалов емкостью 1,5 тыс. м<sup>3</sup>. Необходимые расчеты и проект выполнили своими силами. Завод и склад инертных построили под одной крышей, помещение утеплили, установили водонагревательный котел. На всю отопительную систему потребовались трубы Д-150, уложенные в лотки, Д-100 мм для регистра и Д-219 для подачи и обратной системы отопления. Для горячей воды на высоте пять метров был смонтирован десятикубовый бак. Оттуда вода поступает в расходный бак и с помощью насоса подается в мешалку.

Смонтированная нами система даже в самое холодное время (до  $-30^{\circ}$ ) позволяла поддерживать в помещении плюсовую температуру (площадь одного склада 314 м<sup>2</sup>, высота—6 м).

Инертные материалы в расходные бункеры подаются ленточным транспортером. Загрузка его производится погрузчиком ТО-18 через приемный бункер, расположенный ниже уровня пола на 2 м (см. рисунок). В конце транспортера смонтирован откидывающийся желоб, позволяющий направлять песок и щебень в нужный бункер.

Для приема цемента с автосамосвалов у боковой стенки склада инертных материалов устроен бункер емкостью 10 т. Под ним установлен пневмовинтовой насос. С его по-

мощью цемент по трубам Д-150 мм поступает в силосную банку, под которой смонтирован еще один насос для подачи цемента в расходную банку бетонного завода. При такой системе транспортировки ежедневно можно принимать до 100—150 т материала.

Стены склада инертных материалов на высоту 3 м выполнены из бетона, выше — из кирпича и перекрыты шестиметровыми плитами. Стены помещения смонтированы из утепленных деревянных плит и обиты асбестоцементными.

С целью создания нормальных условий для работы обслуживающего персонала в крыше склада встроен вентилятор для отсасывания загрязненного воздуха. Для поддержания

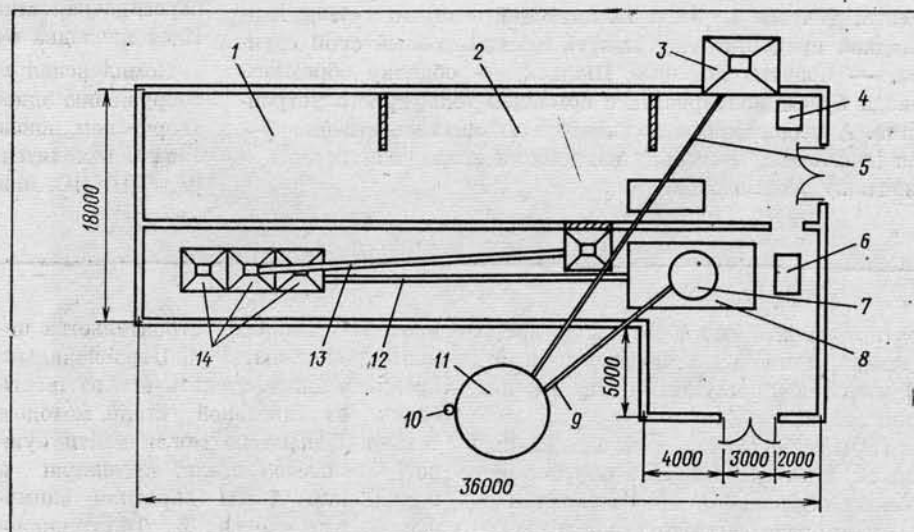


Схема бетонного завода СБ-75:

1 — место для песка; 2 — для щебня; 3 — бункер для приема цемента; 4 — котел; 5 — труба для приема цемента из бункера; 6 — кабина; 7 — расходная банка; 8 — смесительный узел; 9 — труба для подачи цемента со склада в расходную банку; 10 — труба для приема цемента из цементовоза; 11 — силосная банка из тюбингов; 12 — трубопровод бетонного завода; 13 — то же для подачи инертных материалов; 14 — бункеры дозаторов.

# НА ПУТИ К ПОЛНОЙ МЕХАНИЗАЦИИ

И. КОЗЛОВА

**ПРОЙДЕТ** чуть больше года, и на месте копра шахты № 316 на берегу Черной речки в Ленинграде появится новая станция метрополитена — еще одна, связанная с именем Пушкина.

На продлеваемом участке Московско-Петроградской линии возводят сейчас три односводчатых станции глубокого заложения — «Черная речка», «Пионерская» и «Удельная», где под единым сводом размещаются не только пассажирский зал, но и СТП, натяжная камера, другие служебные помещения.

...Остался позади трехклетевой шахтный ствол «Черной речки». Мы в обширном рудничном дворе с тремя подъездными путями. Диаметр этой части тоннеля на 2,5 м больше обычного: повышение производительности подъема требует развития околоствольных выработок.

С главным инженером СМУ № 15 Ленметростроя Олегом Вячеславовичем Шалаевым идем по тоннелю, выполненному с обделкой, обжатой в породу, к центру строительного комплекса — будущему метровокзалу. Контуры его уже намечаются. На значительном пространстве свод затянут в железобетонную броню. Общую протяженность станции предполагается увеличить на 75 метров.

Сердцевину выработки выгрызают стальные зубы электроекскаватора с ковшом активного действия. Он смонтирован здесь, под землей. Как хвост металлического гиганта, тянется от него извивающийся шланг. «Под площадкой предстоит еще вынуть шестиметровый слой грунта, — попутно поясняет Шалаев, — обделку обратного свода будем монтировать с помощью тельферного устройства. А первые шаги экскаватора начинались отсюда», — он показывает в сторону наклонного хода, уже готового к монтажу эскалаторов.

Поднимаемся на макушку плотно спрессованной кембрийской глины. «Верхнюю прорезь разрабатываем пока отбойными молотками, но скоро и этот процесс будет механизирован, — говорит Олег Вячеславович, — к концу года опробуем специальный агрегат. Тогда степень механизации таких станций, как эта, достигнет 95%. И к нему мы со временем так же привыкнем, как не мыслим теперь проходки тоннелей без комплекса КТ1-5,6».

В перегоне «Черная речка» — «Пионерская» послушный воле машиниста и маркшейдера проходческий щит продвигается в глубь тоннеля. Под магистральным транспортером четверо рабочих сменной бригады В. М. Аklusа разгружают подвозимые с четкой периодичностью блоки обделки, механизированно подаваемые к месту монтажа. Работа идет слаженно, как бы на одном дыхании коллектива.

Проходчики единодушны во мнении: комбайн КТ1-5,6 незаменим в ленинградских условиях, удобен и почти полностью исключает ручной труд. Говорили мы и о планируемой автоматизированной, безлюдной проходке. Кто-то из членов бригады, однако, заметил: «Без человека под землей не обойтись...». Возможно, это и так, но труд станет качественно иным — трудом оператора.

В ближайшей строительной программе СМУ № 15 — пересадочная станция «Площадь Александра Невского». Идет проходка очередного шахтного ствола.

Комплексная механизация горнопроходческих работ по сооружению односводчатой станции — на повестке дня. В творческом поиске новых способов решения этой важной задачи находятся филиал СКТБ, ленинградская лаборатория ЦНИИС, инженерные службы Ленметростроя. □

оптимальной температуры двери склада утеплены, закрываются и открываются дистанционно из кабины оператора.

Размещение склада и завода под одной крышей, компактное расположение основных узлов позволили в полтора раза сократить число рабочих, занятых на обслуживании завода, — со всеми задачами успешно справляются три человека. Но главное, имея утепленный склад, мы смогли вести бетонные работы и в зимнее время.

Большие трудности возникли при

решении вопроса строительства цементохранилища.

Первоначально предполагалось сделать его из шести банок из листовой стали методом сварки. Однако не могли найти нужное количество стали, не нашли и подрядчика. Тогда обратили внимание на имеющиеся в Тбилтоннельстрое тубинги Д-6 м. Сделали необходимые расчеты и пришли к решению: собрать из них силосную банку емкостью до 400 т. Таким образом, выигрывали в площади, отказавшись от монтажа шести банок на 200 т каждая. Монтаж банки

из тубингов произвели быстро своими силами, с помощью болтов и гаек без сварочных работ. После окончания строительства тоннеля можно будет легко произвести демонтаж цементохранилища, используя тубинги или по прямому назначению, или для строительства силосной банки в ином месте.

В комплекс бетонного завода вошла и дробильная установка с одновременной промывкой песка. Балласт для дробления завозится из разрабатываемого нами карьера, находящегося в 30 км от портала. □



## ШАХТА МЕТРОСТРОЯ У БИБЛИОТЕКИ ИМЕНИ В. И. ЛЕНИНА

Б. БУХАРИНА

С ПУСТЯ полвека московские метростроевцы вернулись в центр города, где они возводили станции первой очереди метрополитена. Шахтный копер вновь поднялся в районе Библиотеки имени Владимира Ильича Ленина, где уже действуют три станции метро — «Калининская», «Арбатская» и «Библиотека имени В. И. Ленина».

На картах проектировщиков проложен недавно новый подземный маршрут: через центр города соединены строящийся сегодня Серпуховский радиус, шагнувший в район Чертаново на юг столицы, и перспективный Тимирязевский, который пойдет в северные районы Лианозова, Отрадного и Бибирева. На подземном пути, соединившем эти радиусы, на седьмом диаметре метрополитена запланирована новая станция глубокого заложения — «Библиотека имени В. И. Ленина». Это уже четвертый метровокзал в подземном пространстве вблизи национальной Библиотеки Советского Союза.

Что будет представлять собой новая станция? Планируется сделать ее пилонно-колонного типа, соединить с уже действующими метровокзалами.

Осуществить планы проектировщиков поручено опытным строителям СМУ № 5 Метростроя. Для них район стройки уже хорошо известен. Именно этот коллектив возводил станцию «Арбатская», испытал все сложности гидрогеологии — большую обводненность грунтов, наличие разрывов и т. д.

В начале 1980 года строители пришли на новую площадку. И сразу же встретились с целым рядом организационных трудностей. Они сразу почувствовали, что значит строить

метро в условиях центра города. Площадки на поверхности буквально миниатюрные. Одна — по улице Маркса-Энгельса, напротив нового здания Библиотеки, другая — как раз во дворе по соседству с Пашковым домом, построенным в конце XVIII века по проекту выдающегося русского зодчего В. И. Вазенова.

— Задолго до начала строительных работ на этой шахте мы тщательно обсудили специфику и особенности расположения нашей станции, — сказал заместитель главного инженера СМУ № 5 Метростроя Э. Б. Рубинчик. — Шахта в центре города — это обязательно дополнительные трудности: и при сооружении надшахтного комплекса, и при ведении горных работ.

Стройка началась, как обычно, с сооружения надшахтного комплекса, который поднялся напротив нового здания Библиотеки. При его возведении строители использовали много интересных технических решений и в разработке новых конструкций, и в расположении и оснащении сооружений комплекса.

Шахтный ствол обслуживается здесь новой современной подъемной машиной 2Ц—2×1,1 вместо старой 2ВМ 2000×1030. Машинное помещение оборудовано так, чтобы было удобно обслуживать все узлы нового подъемного механизма: сделаны специальные площадки, мостики, ограждения, перила, что очень облегчает задачу слесарей. Рядом с машинным помещением — мастерская, где хранится требующее ремонта оборудование и сделаны стеллажи для инструмента.

Специальными шумопоглощающими материалами оборудована венти-

ляционная камера, так что шум вентиляторов не доставляет беспокойств жильцам. Кстати, такое решение предусмотрено сами строители.

Не забыли они и об эстетике строительной площадки. Эстакада шахты № 901 выполнена из негорючих материалов. Для отделки стен и перекрытия горного комплекса впервые в практике метростроения использованы экструзионные плиты вместо традиционных материалов — шифера, металла, дерева. В результате строителям удалось не только сэкономить металл и лес, но и во много раз уменьшить трудозатраты на оборудование горного комплекса. Плиты устанавливались с помощью крана. Звено из четырех человек за смену успевало обшить 100 квадратных метров эстакады. Использование экструзионных плит в конструкциях вместо лесоматериалов и шифера позволило исключить гидроизоляционные работы.

По рекомендации Союза художников СССР из экструзионных панелей оформлен фонарь шахтного копра, где в скором времени загорится красным название строительной организации.

Тщательно продумано строителями назначение каждого метра небольшой территории шахтного двора. Все коммуникации, например, заключены в один коллектор.

Шахта оборудована двумя тельферными эстакадами и козловым краном. Если кран выйдет из строя, комплекс будет работать с помощью двух эстакад. Если выйдет из строя одна из них, ее с успехом заменит вторая и козловой кран. Это инженерное решение позволит не нарушать ритма работы под землей, постоянно вести складирование материалов на поверхности.

Сложные инженерно-геологические условия строительства станции при большом притоке грунтовых вод обусловили необходимость тщательно продумать оборудование шахтной поверхности.

Интересно продумана в связи с этим конструкция шахтного растворного узла, где все процессы подачи песка, цемента, бетона полностью механизированы. Один откатчик, управляя механизмами, обеспечивает потребность шахты в этих материалах. На 901-й и выкатка вагонов из клетки, и подача порожняка осуществляются специальными толкателями.

Песок, например, может сеяться одновременно в четыре вагона благодаря поворотному шиберу. Около каждой цементной емкости (а их три) будет обеспечен отсос пыли. Бетонный бункер—двухъярусный. При помощи специальной вибрирующей емкости бетон подается в строго нужном количестве.

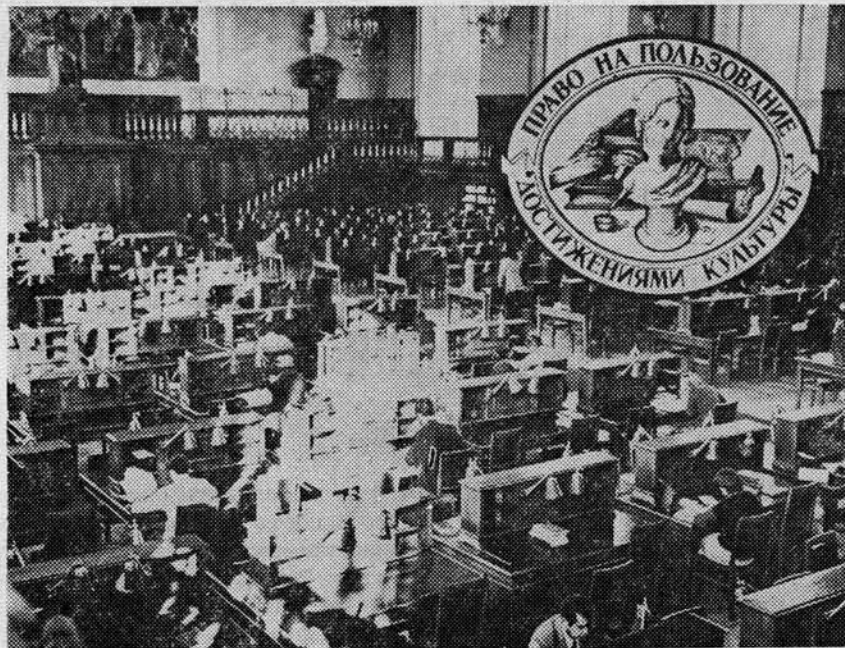
Изменена конструкция эстакады. Пути материальной эстакады оборудованы толкателями верхнего действия с поворотным рычагом и дополнительной поперечной тележкой. Благодаря этому откатчик может вести сортировку и подготовку вагонеток с материалами для спуска в шахту. Вагоны с породой закатываются в клеть с помощью специально сконструированных толкателей нижнего действия. Очистка их производится у каждого опрокида.

На эстакаде применена новая система управления стопорами поперечной тележки. Она упрощает труд машинистки, делает работу стопоров более надежной, а значит уменьшается возможность простоев. Все площадки эстакады находятся в закрытых помещениях с дневным освещением.

Если обычный лесоспуск не позволяет транспортировать без разборки такие механизмы, как электровозы, то здесь смонтирована пятнадцатитонная лебедка, с помощью которой оборудование можно опускать в шахту, не разбирая его. Одна машинистка будет обслуживать две лебедки.

Продуман вопрос оборудования вентиляционной системы. Из этой шахты отток воздуха будет интенсивнее, чем на предыдущих объектах СМУ № 5.

Целый ряд мероприятий предусмотрен для защиты шахты от грунтовых вод. Водоотливная установка рассчитана на двойной резерв по притоку грунтовых вод. Предусмотрено даже, что при частичном повреждении кабеля эта установка будет рабо-



*Государственная ордена Ленина Библиотека СССР имени В. И. Ленина — национальная библиотека Советского Союза, одно из крупнейших в мире хранилищ произведений печати народов СССР, иностранной литературы, рукописных книг и материалов — ценностей отечественной и мировой культуры, общедоступность которых закреплена Конституцией СССР.*

*Библиотека включает почти 31 миллион книг, журналов, годовых комплектов газет, нот, карт на 247 языках народов мира.*

*В будущем году исполнится 120 лет с тех пор, как в Москве на основе коллекции книг графа Н. П. Румянцева, видного общественного деятеля и ученого, была создана первая бесплатная государственная публичная Библиотека. Среди ее читателей были Л. Н. Толстой, Ф. М. Достоевский, А. П. Чехов, В. Г. Короленко, Д. И. Менделеев, К. А. Тимирязев, К. Э. Циолковский. В 1897 году Румянцевскую библиотеку посетил Владимир Ильич Ленин.*

*6 февраля 1925 года Постановлением Президиума ЦИК СССР она была преобразована в Государственную библиотеку СССР имени*

*В. И. Ленина и получила статус национальной.*

*В пятидесятые годы в основном завершилось строительство библиотечного комплекса в центре Москвы по проекту советских зодчих В. А. Щуко и В. Г. Гельфрейха.*

*Сегодня в фондах главнейшей из библиотек страны представлена литература на 91 языке народов СССР. Собрание основного книгохранилища, в котором более 20 миллионов учетных единиц, размещено в 19-ярусном корпусе на книжных полках общей длиной в 165 километров. Общая же длина книжных полок во всех книгохранилищах Библиотеки сегодня приближается к 600 км.*

*В фондах Библиотеки десятки тысяч рукописных книг на старославянском и древнерусском языках, которые представляют практически всю литературу Древней Руси, богатейшее искусство средневековых русских художников, историю духовной жизни народа на протяжении нескольких веков. Важнейшая часть фонда рукописей — более шестисот личных архивов деятелей отечественной истории, науки, литературы и искусства XVIII—XX веков.*

*В Библиотеке 21 читальный зал на 2340 мест. Ежедневно ее посещают около 8 тысяч читателей.*

тать. На случай затопления загерметизированы и насосы.

Эти меры предохраняют не только шахтные выработки, но и от осадков поверхности и деформаций близрас-

положенные здания. Для защиты от притока воды из Арбатского размыва бурятся специальные водопонижающие скважины. Это делается для того, чтобы предотвратить попадание



# СТАНЦИЯ НОВОГО ТИПА С ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫМИ КОЛОННАМИ ВЫСОКОЙ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ

В. ДАНДУРОВ,  
начальник Армгипротранса

**В УСЛОВИЯХ** скальных грунтов станции сооружаются обычно из монолитного бетона, трехсводчатыми, двух типов:

пилоного — с междупутьем 18,4—20,1 м, шириной платформы в среднем распределительном зале 7—8 м и в путевых тоннелях по 3,5 м, ширина пилоного и проемов 3 м;

колонного — с расположением опор в средней проемной части станции и с глухими стенами по концам ее. Между-путье составляет 19,4 м, ширина платформы в среднем распределительном зале 8, в глухих частях путевых тоннелей — 3,25, расстояние между колоннами 3,5 м, сечение каждой (без облицовки) 1×1,5 м.

Инженерно-геологические условия строительства Ереванского метрополитена определили специфические конструктивные решения и способы сооружения станционных тоннелей глубокого заложения.

В скальных грунтах возведены трехсводчатые станции нового типа сборно-монолитной конструкции с колоннами высокой несущей способности.

Планировка таких станций проста и удобна для организации пассажиропотоков и размещения служебных помещений, а также отвечает санитарно-гигиеническим и архитектурным требованиям.

Станция состоит из среднего распределительного и крайних путевых тоннелей. Ширина объединенной платформы принята 11 м, междупутье — 13,9 м. Диаметр железобетонных сборных колонн (без облицовки) 0,63 м, расстояние между их вертикальными осями 5 м.

В связи с характером планировки колонной станции нового типа глухие части в начале и в конце станции отсутствуют, а общая ее длина уменьшена на 10 м.

Сокращение междупутья значительно уменьшило ширину выработки и размеры обделки, упростило производство горнопроходческих работ и снизило трудовые затраты до 16%. В целом сборно-монолитная трехсводчатая станция колонного типа с объединенной платформой на 20% дешевле трехсводчатой пилоного типа из монолитного бетона.

Предстояло решить проблему выбора конструкции колонны с высокой несущей способностью, удобной в изготовлении и монтаже. В частности, встал вопрос о применении металлических колонн либо сохранении ранее принятых и трудно исполнимых из сильно армированного монолитного железобетона: попытка создать сборную железобетонную колонну из обычного бетона не увенчалась успехом, так как в подзем-

ных условиях невозможен монтаж большегабаритной колонны весом около 15 т.

Расход арматурной стали составлял около 300 кг на 1 м колонны.

В связи с этим на одной из станций метрополитена была осуществлена экспериментальная проверка целесообразности использования сборных железобетонных колонн высокой несущей способности в предварительно напряженной спиральной обойме. Благодаря наличию обоймы несущая способность колонны повышается по сравнению с аналогичной без обоймы в 2—2,5 раза, а с монолитной, бетонированной на месте (марка бетона 300—400), в 4—5 раз. Начальное обжатие обоймой создает благоприятные условия деформации бетонного ядра, а это в свою очередь улучшает его сопротивляемость разрушению. Обойма, обжимая бетонное ядро, сдерживает развитие поперечных деформаций и оттягивает момент критического деформативного состояния.

Опытная колонна (длина 4,8 м, наружный диаметр 0,66 м, внутренний — 0,33 м) состояла из бетонного сердечника кольцевого сечения с продольной арматурой, предварительно напряженной спиральной обоймы из высокопрочной проволоки, защитного покрытия, предохраняющего от коррозии и

частиц из размыва в горные выработки, что повлекло бы за собой оседание поверхности.

В условиях непосредственной близости к действующим линиям метрополитена — в зоне станции метро «Арбатская» проходка подземных выработок будет вестись с помощью горнопроходческого комбайна 4ПП-2, изготовленного на Ясиноватском заводе. Использование этого механизма позволит уменьшить объем

буровзрывных работ, которые будут вестись с ограничениями.

Сейчас на 901-й шахте сооружается перекачка впервые с механизированной очисткой шлама, а также новая система очистных устройств, разработанная рационализаторами Мосметростроя и согласованная с Московско-Окским Бассейновым управлением. Это обеспечит откачку грунтовой воды в городской водосток в очищенном

до установленных норм виде. Как только перекачка будет готова, строители выйдут на линию станционных тоннелей.

Каждый строитель должен знать, что он работает сегодня рядом с одним из красивейших зданий Москвы — гордостью русской архитектуры. И это заставит его работать и на поверхности, и под землей с особой осторожностью и бережностью. □

механических повреждений, стальных оголовков и шарниров стаканного типа, при помощи которых осуществлялось сопряжение колонны с ригелями. Вес колонны равен примерно 4 т.

Сердечник наружным диаметром 0,63 м был изготовлен центрифугным способом из бетона марки 600. Арматурный каркас состоял из 24 продольных стержней диаметром 20 мм из стали 30ХГ2С и поперечной проволочной арматуры диаметром 6 мм из стали марки Ст. 3, установленной с шагом 100 мм в средней части и 50 мм — по концам колонны.

Предварительно напряженную спиральную обойму выполнили из высокопрочной проволоки диаметром 4 мм, навитой поверх бетонного сердечника шагом 7,5 мм. Предел прочности проволоки 18800 кг/см<sup>2</sup>; боковое давление обоймы в предельном состоянии около 100 кг/см<sup>2</sup>.

Проволоку наматывали на бетонный сердечник на навивочном станке конструкции ЦНИИСа (при намотке спирали на этом станке в сердечнике не возникают крутящие и изгибающие моменты; он позволяет также устраивать несколько самостоятельных спиралей). На сердечник опытной колонны наматывали две спирали — одну с шагом 15 мм, а вторую — между витками первой. Расход проволоки при этом составил 120 кг или 25 кг на 1 пог. м ко-

лонны. Необходимое натяжение проволоки ( $R_n \cdot 0,65 = 12200$  кг/см<sup>2</sup>) создавали грузом заданного веса. Для защиты спирально армированных конструкций предложили покрытие на основе эпоксидных смол.

Для проверки правильности расчетных предпосылок изготовили две таких же, как опытная, колонны и одну колонну-эталон (без обоймы). Их испытывали в 15-суточном возрасте бетона на горизонтальном прессе грузоподъемностью 3000 т. Центрально приложенную сжимающую нагрузку увеличивали ступенями по 200 т, делая остановки после каждой ступени до затухания деформаций бетона колонны.

Обе спирально армированные колонны разрушились при нагрузке около 1960 т, а колонна-эталон — при нагрузке 850 т.

Разрушение колонн в спиральной обойме при испытании было хрупким, со «взрывом». В месте разрушения — у конца колонн одновременно разрывалось 10—12 витков спирали. Защитное покрытие было повреждено только в местах разрыва витков спирали и разрушения бетона сердечников. Выколов бетона внутрь полости, а также изгибов продольных арматурных стержней не наблюдалось.

Опытную колонну подавали к месту установки по наклонному ходу на те-

лежке и монтировали при помощи лебедки и троса, пропущенного через отводной блок.

Сопряжение колонны с ригелями представляет собой шарнир стаканного типа, изолированный от металла конструкции прослойкой гетинакса. Неровности примыкания опорного листа шарнира к закладному листу ригеля компенсировались подбивкой фибробетона.

На опытной и смежной с ней монолитной колоннах установили измерительные приборы, по показаниям которых можно было судить о величине нагрузки, воспринимаемой бетонными колоннами, степени ее нарастания во времени, а также распределении по сечению.

Последние измерения показали, что нагрузка в обеих колоннах еще не достигла расчетного значения.

Стоимость изготовления одной опытной колонны примерно в 2 раза дешевле металлической и не превысила стоимости колонны из монолитного железобетона.

С применением рационального типа конструкции колонн вариант трехсводчатой станции с объединенной платформой по всем технико-экономическим показателям явился наиболее целесообразным по сравнению с другими вариантами строительства станций в скальных грунтах. □

---

---

## ПРОЕКТИРОВАНИЕ, КОНСТРУИРОВАНИЕ, ИССЛЕДОВАНИЯ К РАСЧЕТУ ОДНОСВОДЧАТЫХ СТАНЦИЙ ГЛУБОКОГО ЗАЛОЖЕНИЯ

Е. ШКУТА,  
инженер

---

---

**В** ОДНОЙ из разработанных Киевским автомобильно-дорожным институтом (КАДИ) и Киевметропроектном конструкций односводчатых станций опорная стена выполнена из отдельных элементов с наружными выступами и с вмонтированной продольной балкой жесткости.

Это решение направлено на увеличение сборности конструкции, уменьшение объема разрабатываемой породы, на

упрощение производства работ при сооружении опорных стен и станции в целом.

Методические рекомендации ЦНИИСа по статическому расчету односводчатых станций составлены для многошарнирных сводчатых конструкций на массивных опорах. Так как опоры рассмотренных конструкций выполнены жесткими, то в расчетных схемах к ним прикладываются контактные напряжения по ус-

ловной боковой поверхности, равной высоте опорной стены и по подошве последней — ее максимальной ширине.

Выполнение опорных стен в разработанных конструкциях в виде отдельных элементов, соединенных между собой шарнирно или упруго с применением податливых прокладок в стыках, предусматривает возможность относительного перемещения элементов, их взаимный поворот. Пренебрежение этими факторами при расчете обделки вносит значительные погрешности в определение напряженно-деформированного состояния основных опорных элементов станции — боковых стен, конструкции в целом.

В этой связи кафедрой Строительных конструкций и мостов КАДИ предложен метод расчета односводчатых станций глубокого заложения с опорными стенами, выполненными из элементов с наружными выступами.

Опорную стену с наружными выступами рассматриваем как цепь соединенных между собой недеформируемых элементов на упругом основании. В ее расчетной схеме к граням каждого опор-

ного выступа прикладываются контактные напряжения, распределенные по трапеции, и силы трения, а в местах примыкания верхнего и обратного сводов—усилия, передаваемые на стену (рис. 1). При реализации схемы используется гипотеза местных деформаций.

Отделив от опорной стены  $n$ -й элемент (рис. 2) и заменив влияние на него соседних элементов продольной, поперечной силами и изгибающим моментом на левом и правом его концах соответственно  $N_n, Q_n, M_n, N_{n+1}, Q_{n+1}, M_{n+1}$ , состав- ляем три уравнения равновесия.

В силу принимаемого допущения о недеформируемости отдельного элемента стены условие равенства углов поворота по граням его опорного выступа выражаем отдельным уравнением. При рассмотрении расчетной схемы всей опорной стены записываются еще три дополнительных уравнения. Первые два при жестком соединении элементов стены рассматриваются как условия, исключающие относительные радиальные и тангенциальные перемещения. При использовании в соединениях податливых

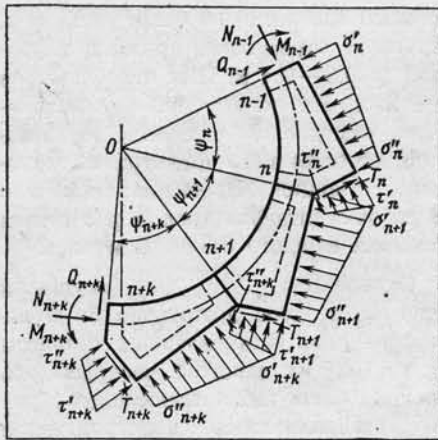


Рис. 1. Расчетная схема опорной стены с наружными опорными выступами.

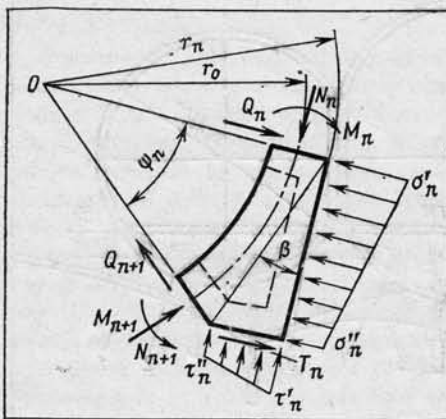


Рис. 2. Расчетная схема элемента опорной стены.

прокладок эти же два уравнения записываются как условия, допускающие перемещения двух соседних элементов на величину деформируемости податливых прокладок. Левые части уравнений представлены суммой проекций перемещений соседних элементов в рассматриваемом стыке на радиальное и тангенциальное направления, а правые, как было отмечено выше, в зависимости от соединения равны или нулю, или величине деформации податливых прокладок.

Третье дополнительное уравнение при жестком соединении предполагается как условие, исключающее относительный поворот двух смежных элементов стены, характеризующееся подобием эпюр контактных напряжений, распределяющихся по соответствующим граням опорных выступов. При шарнирном соединении элементов это уравнение записывается как условие равенства нулю изгибающего момента в рассматриваемом шарнире.

Таким образом, совместным решением трех уравнений равновесия находят контактные напряжения и внутренние усилия как функции усилий, передаваемых на стену верхним и обратным сводами.

Расчет мног шарнирного верхнего и обратного сводов производится по аналогии с рекомендациями ЦНИИСа с учетом условий общности перемещений их с опорной стеной в местах примыкания. Так, при расчете конструкции на стадии, предшествующей подведению обратного свода (конструкция разомкнута), учитывается условие совместности горизонтальных перемещений верхнего свода и опорной стены в  $n-1$ -м шарнире.

При расчете конструкции станции на стадии предварительного обжатия вместо уравнений приложения внешней нагрузки от горного давления, а также совместности горизонтальных перемещений пяты свода и опорной стены записывается уравнение совместности вертикальных и горизонтальных перемещений пяты свода и стены в  $n-1$ -м шарнире. Для стадии эксплуатации (конструкция замкнута обратным сводом) учитываются условия совместности горизонтальных перемещений верхнего свода и опорной стены в  $n-1$ -м шарнире, условие совместности горизонтальных перемещений обратного свода и опорной стены в  $n+k$ -м шарнире и условие совместности их вертикальных перемещений в этом шарнире.

Расчет станции заканчивается совместным решением уравнений равновесия, составленных для блоков верхнего и обратного сводов, а также для элементов

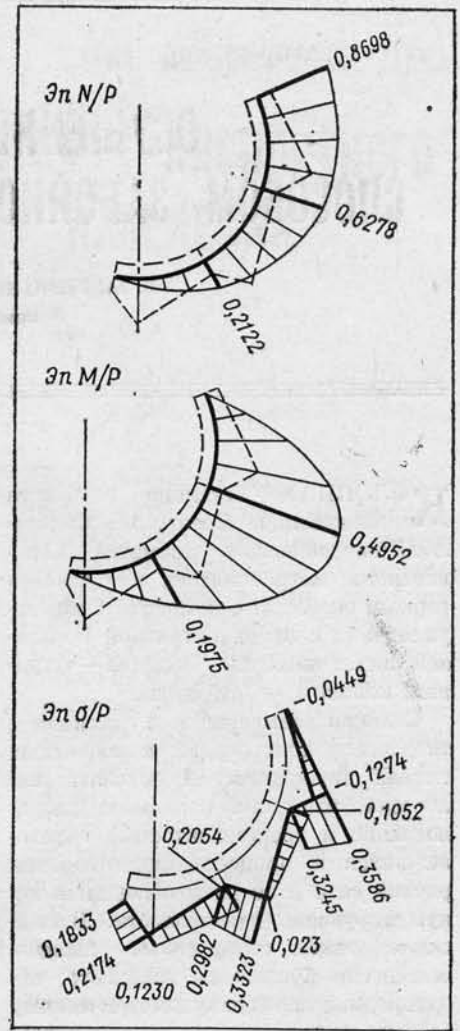


Рис. 3. Эпюры продольных сил, изгибающих моментов и контактных напряжений в элементах опорной стены от единичной нагрузки на стадии, предшествующей подведению обратного свода.

опорной стены, уравнений, характеризующих деформативность соединений элементов стены и их относительный поворот и, наконец, выражающих общность перемещений сводов и опорной стены в местах примыкания. Кроме того, при расчете на стадиях эксплуатации и предшествующей подведению обратного свода, обязателен учет уравнения нагрузки от горного давления.

Рациональным количеством элементов в опорной стене, как с точки зрения распределения контактных напряжений и внутренних усилий (рис. 3), расхода материалов, так и с точки зрения технологии возведения ее, являются три элемента. При этом контактные напряжения по значению не превышают контактных напряжений, возникающих при сооружении монолитных опорных стен, а внутренние усилия в элементах стены при нагрузке на конструкцию в 1 МПа являются вполне допустимыми. □

# ОСУШЕНИЕ ГРУНТОВ СПОСОБОМ ЗАБОЙНОГО ВОДОПониЖЕНИЯ

В. МАРТЫНЕНКО, В. ШТУЧКИН,  
инженеры

**К**ОЛОННАЯ станция глубокого заложения «Советская» Салтовско-Шевченковского диаметра Харьковского метрополитена сооружается горным способом с помощью тубингоукладчика с предварительной проходкой пилот-тоннелей. Обделка — чугунная, колонны — стальные.

Станция размещается в основном в твердых и полутвердых карбонатных глинах нижнекиевской подбиты палеогена, имеющих зональное разуплотнение и трещиноватость, образовавшихся в процессе формирования речной сети и ее размывающей и аккумулялирующей деятельности. Вскрываются также обводненные пылеватые пески бучакского горизонта, неоднородные по гранулометрическому составу (коэффициент неоднородности составляет от 4 до 10), с плавунными свойствами. Инженерно-геологическими изысканиями и наблюдениями при проходке пилот-тоннелей установлено, что повсеместно уровень бучакского водоносного горизонта имеет напор до 1,5—2 м, а коэффициент фильтрации песков равен 0,5—1 м/сут.

Учитывая близость расположения одноименной эксплуатируемой станции, строительство новой необходимо осуществлять без вышусков грунта в забой.

В Харьковметропроекте рассматривались следующие способы осушения грунтов: кессонный, скважинами, оборудованными глубинными насосами и установками забойного водопонижения (УЗВМ), изготавливаемыми на промбазе Харьковметростроя.

Применить кессонный способ практически оказалось невозможным — могла быть нарушена гидроизоляция эксплуатируемой станции.

Использование на опытном участке трех водопонижающих скважин с глубинными насосами и общим сум-

марным дебитом 3—3,4 м<sup>3</sup>/час показало нецелесообразность и неэкономичность этого способа, так как бурение и эксплуатация скважин в условиях плотной городской застройки в пределах площади Советской Укraiны не представляется возможным.

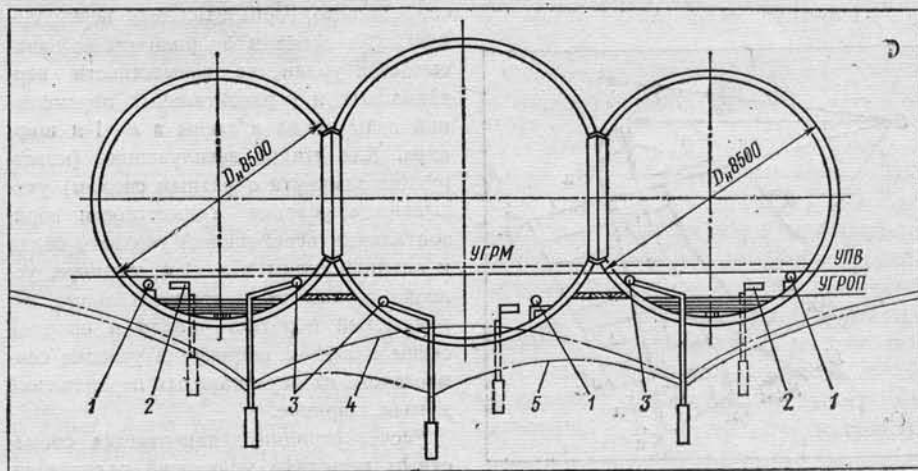
Таким образом, в результате проектных и опытно-производственных проработок определена необходимость применения установок вакуумного забойного водопонижения (УЗВМ), эффективность которых выявлена еще на строительстве Свердловско-Заводского диаметра. Однако внедрение этого способа создавало определенные трудности и требовало уточнения (ранее не было никаких аналогов). В результате творческого сотрудничества со СМУ № 751 Харьковметростроя получили необходимые сведения для практического осуществления проектных разработок.

В правом станционном пилот-тоннеле организовали опытный участок по испытанию работы установки УЗВМ, смонтированной на специальной тележке, передвигающейся на

рельсовом ходу. Замыли 6 иглофильтров в 3 лотковых тубинга, 4 рабочих и 2 наблюдательных. После погружения иглофильтров в бучакские водоносные пески из них начала поступать чистая вода с расходом до 0,02 л/сек. Это свидетельствовало о хорошей работе фильтровых звеньев. В результате двухсуточного действия установки с дебитом около 2 м<sup>3</sup>/час уровень подземных вод в наблюдательных иглофильтрах понизился на 1,4 м, но это не было пределом. Тем самым была доказана возможность осушения бучакских песков принудительным отсасыванием воды иглофильтрами с помощью вакуума, создаваемого насосным агрегатом установки.

Согласно проекту, водопонижение при расширении левого и правого станционных тоннелей осуществлялось установкой УЗВМ, смонтированной на специальной тележке в пилот-тоннеле. Иглофильтры погружались в водоносные пески гидроподъемом через специально оставленные проемы из одного лоткового тубинга. В местах, где пески не были вскрыты, вручную отрывались прямки глубиной до 0,2—0,4 м. Шаг иглофильтров — 2 м. Их погружение осуществлялось замедленно с целью образования качественного фильтра из крупных фракций. Проектом намечено 8 рабочих иглофильтров (с расчетным дебитом каждого 0,3—0,5 м<sup>3</sup>/час).

Определили, что для осушения грунтов в забое достаточно 5—6 иглофильтров, установленных с шагом 2 м. Под их защитой раскрывалась нижняя часть забоя, вынимался грунт и устанавливалась конструктивная крепь. Высвобожденные отдельные иглофильтры подключались к водо-



1 — сбрасывающий трубопровод; 2 — иглофильтр для наблюдения за уровнем воды; 3 — коллектор; 4 — динамический УПВ от работы двух УЗВМ; 5 — то же от работы трех УЗВМ.

сборному коллектору установки впереди тележки. Производительность установки составляла 2—3 м<sup>3</sup>/час.

Схема расположения иглофильтров показана на рисунке.

С целью возможно меньшего нарушения естественной плотности песков под конструкцией станции иглофильтры замыкались строго вертикально и в соответствии с требованиями Инструкции ВСН-127-77 Минтрансстроя.

В период работы водопонизительной установки постоянно велись наблюдения за откачиваемой водой. В случае обнаружения выноса песчаных частиц неисправный иглофильтр извлекался и после ремонта устанавливался с более тщательным выполнением обсыпки. Сброс воды осуществлялся в дренажную траншею по трубе, подходной к стволу.

Для поддержания сниженного уровня подземных вод до окончания гидроизоляционных работ в станционных тоннелях через специально просверленные отверстия Ø 100 мм в лотковом тьюбнге устанавливались игло-

фильтры обособленной УЗВМ. Замыка их осуществлялась без каких-либо осложнений в каждое четвертое кольцо.

Установки УЗВМ в станционных тоннелях располагаются на кронштейнах в местах, наименее влияющих на строительные и монтажные работы. Для обеспечения непрерывной работы водопонизительной сети на всех УЗВМ имеются резервные установки. Приток воды к каждой в боковых станционных тоннелях изменялся от 3 до 6 м<sup>3</sup>/час, а динамический уровень подземных вод, по данным контрольных замеров, находился в 0,3—0,6 м ниже обделки.

Гидрогеологические расчеты и наблюдения за динамическим уровнем подземных вод от работы водопонижающих установок в левом и правом станционных тоннелях показали, что строительство среднего будет осуществляться при сниженном уровне воды. Однако в удалении от работающих водопонижающих скважин опытно-производственного куста в лотке этого тоннеля будет появляться вода

(мощность обводнения 0,5—1 м), что потребует аналогичной организации водопонижения.

Успешная проходка натяжной камеры и камеры № 1 служебных помещений объясняется тем, что эти конструктивные элементы находятся в зоне влияния двух установок УЗВМ и трех скважин опытно-производственного водопонижения.

Обслуживание установок забойного водопонижения и возведение станции осуществляется коллективом участка В. Чижика.

Сегодня, когда пройдены левый и правый станционные тоннели, а в среднем ведется строительство натяжной камеры и служебных помещений, успешно заканчиваются горно-проходческие работы среднестанционного пилот-тоннеля, можно отметить преимущества выбранного способа осушения обводненных плавунных песков и рекомендовать его для аналогичных гидрогеологических и инженерно-геологических условий строительства станций глубокого заложения под густозастроенной частью города. □

## УСОВЕРШЕНСТВОВАННЫЕ УСТАНОВКИ ВАКУУМНОГО ВОДОПОНИЖЕНИЯ

Б. ТИХОВИДОВ, В. ПЛОХИХ,  
кандидаты техн. наук;  
Н. ПАСЕЧНИК, Ю. ПРОКУНИН,  
инженеры

**П**РИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ метрополитенов как открытым, так и закрытым способом широкое применение находят легкие иглофильтровые установки вакуумного водопонижения. Они представляют собой комплект оборудования, состоящий из всасывающей системы (иглофильтры, надфильтровые трубы, коллектор), насосного агрегата и сбросной (сливной) линии.

В зависимости от конструктивных особенностей насосных агрегатов их можно разбить на две группы: установки типа ЛИУ (ЛИУ-2, ЛИУ-5, ЛИУ-6А), состоящие из двух насосов — вакуумного и центробежного,

соединенных параллельно, и типа УЗВМ (УЗВМ-2, УЗВМ-2А), ПУВВ (ПУВВ-1М, ПУВВ-3Д), УВВ-2, включающие центробежный и водоструйный насосы (последний выполняет роль вакуумного насоса), циркуляционный бак.

Основное отличие насосных агрегатов заключается в том, что в установках первой группы удаление воды производится центробежным насосом, во второй — водоструйным.

Очевидно, что установки первой группы более производительны и экономичны, поскольку к.п.д. центробежного насоса выше, чем водоструйного. Это подтверждается дан-

ными таблицы. Так, удельный расход электроэнергии в установках первого типа — 0,157 кВт/м<sup>3</sup>/ч, второго — от 0,37 до 0,5 кВт/м<sup>3</sup>/ч.

Вместе с тем известно, что центробежные насосы резко снижают подачу и напор при попадании во всасывающую линию воздуха. Применение водокольцевого вакуумнасоса, подключенного параллельно центробежному для удаления из системы воздуха, должного результата не дает. Поэтому при работе вблизи водопора установки ЛИУ малоэффективны.

Использование центробежного насоса с целью создания разрежения во всасывающем коллекторе ограничивает глубину снижения уровня грунтовых вод.

Важным показателем в условиях ведения подземных работ является и габарит установки.

Харьковским инженерно-строительным институтом совместно с Харьковметростроем разработаны и внедрены в практику строительства метрополитенов установки УЗВМ-2А, способные работать вблизи водопора и имеющие сравнительно небольшой удельный расход электроэнергии (см. таблицу).

При одноярусном водопонижении целесообразно использовать установ-

Таблица

Тип установки	Область применения по коэффициенту фильтрации грунтов, м/сут.	Максимальная производительность по воде, м <sup>3</sup> /ч	Максимальная производительность по воздуху, м <sup>3</sup> /ч	Потребляемая мощность, кВт	Максимальная разреженность в коллекторе, м.вод.ст.	Удельный расход электроэнергии, кВт/м <sup>3</sup> /ч	Габариты агрегата, мм	Вес силового агрегата, кг
ЛИУ-6 . . . . .	свыше 3	насос № 1 140	40	22	7	0,157	1900×735×1294	738
		насос № 2 65	20	10		0,154		575
ПУВВ-1М . . . . .	0,3÷10	60	48	30	8,5	0,5	3025×1820×1940	839
ПУВВ-3Д . . . . .	0,3÷10	65	48	90 л.с.	8,9	1,04	4820×1850×2400	3000
УВВ-2 . . . . .	0,3÷3	36	39	30	8,5	0,83	4400×1200×1400	1300
УЗВМ-2А . . . . .	0,3÷10	60	36	22	8,9	0,37	1700×3500×1400	1040
ПУВВ-4Е . . . . .	0,3÷40	112	78	10	8,5	0,09	2000×700×1200	700
УВБУ-10-34 . . . . .	0,3÷40 и может быть использована для открытого водоотлива	20	12	2,7	8,9	0,135	990×420×1000	120
УВБУ-90-34 . . . . .	То же	120	60	14	8,9	0,12	1000×500×1300	310

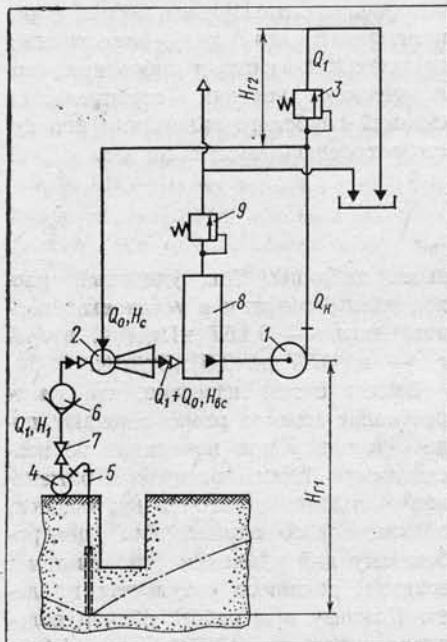


Рис. 1. Принципиальная гидравлическая схема установок типа УВБУ:

1 — центробежный насос; 2 — гидроэлеватор; 3, 9 — регулируемые сбросные клапаны; 4 — коллектор; 5 — иглофильтры; 6 — обратный клапан; 7 — запорная задвижка; 8 — воздухоотделитель.

ки ПУВВ-4Е, разработанные ХИСИ, которые можно отнести к первой группе, так как удаление воды из коллектора и иглофильтров в них производится центробежными насосами. Это позволило довести удельный расход электроэнергии до 0,09 кВт/м<sup>3</sup>/ч.

Установка обладает большой подачей по воздуху, поэтому ее можно использовать для «снятия» воды с водоупора. В отличие от ЛИУ в ус-

тановках ПУВВ-4Е для удаления воздуха применен водоструйный насос, подключенный к вакуумной камере. Отделение воды от воздуха происходит в разделительной камере, соединенной с вакуумной задвижкой с моторным приводом. Управление приводом задвижки осуществляется от двух датчиков — при снижении уровня

воды в вакуумной камере задвижка открывается, и вода из разделительной камеры поступает в вакуумную, восстанавливая прежний уровень.

Установки ПУВВ-4Е работают на слив, т. е. не имеют высоты нагнетания.

При строительстве котлована станции «Киевская» Харьковского метрополитена впервые была применена установка УВВВ-10\*, в которой удаление воды из грунта и подача на заданную высоту производится центробежным насосом. Это значительно уменьшает удельный расход электроэнергии. Разрежение в коллекторе создается водоструйным насосом, нагнетательный патрубок которого подключен к всасывающему центробежного насоса. Такая компоновка основных узлов насосного агрегата позволила довести разрежение в коллекторе до 9,2 м, исключив наступление кавитации в центробежном насосе. Вода к соплу водоструйного насоса подается по ответвлению от напорной магистрали. Удержание воды в насосном агрегате при отсутствии ее в коллекторе осуществляется соответствующей настройкой напорного клапана.

\* См. «Метрострой» № 6, 1979.

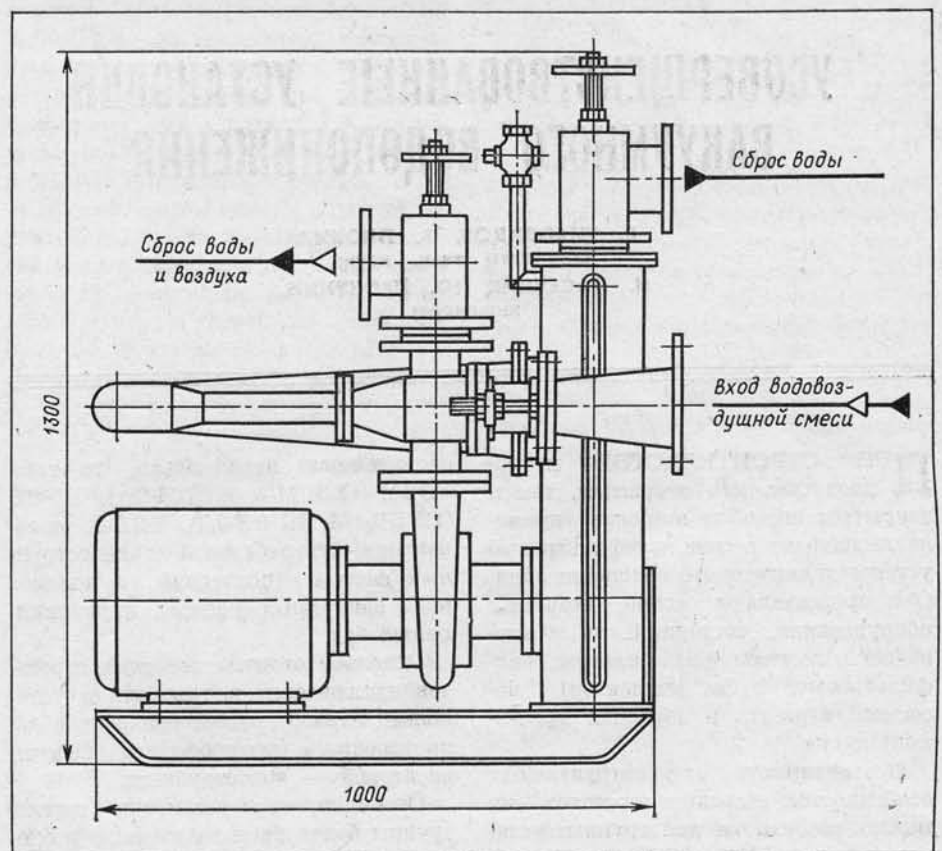


Рис. 2. Силовой агрегат установки УВБУ-90-35.

Для повышения производительности установки УВВБ по воздуху ХИСИ совместно с Управлением Главтоннельмостроя разработана новая установка УВБУ, расчетная схема которой приведена на рис. 1. Здесь воздухоотделитель 8 расположен перед входом в центробежный насос и снабжен сбросным клапаном 9, через который воздух выбрасывается в атмосферу. Подпорный клапан 3, как и прежде, установлен на напорной магистрали центробежного насоса. Назначение водоструйного насоса — создание разрежения в коллекторе и подпора на входе в центробежный. Питание его водой производится по ответвлению от напорной магистрали. Необходимый напор перед соплом создается специальным клапаном или столбом воды в напорной магистрали. Общий вид насосного агрегата изображен на рис. 2.

Перед пуском установки она заполняется водой, закрывается задвижка 7 (см. рис. 1), клапаны 3 и 9 устанавливаются в промежуточном положении, достаточном для создания некоторого избыточного давления во всасывающей линии центробежного насоса. После запуска последнего открывается задвижка 7, водовоздушная смесь из иглофильтров 5 и коллектора 4 поступает в воздухоотделитель 8. Далее, в зависимости от условий работы, производится настройка клапанов 3 и 9.

При работе установки «на слив» (рис. 3 а) клапан 3 (см. рис. 1) полностью закрыт и удаление воды и воздуха производится через клапан 9, настроенный таким образом, чтобы центробежный насос работал под небольшим избыточным давлением во всасывающем патрубке.

Для подачи удаляемой из грунта воды на определенную высоту (рис. 3 б) клапан 3 устанавливается в положение, обеспечивающее пропуск воды через нагнетательный трубопровод и требуемый напор перед соплом водоструйного насоса. Клапан 9 находится в таком положении, при котором через него сбрасывается только воздух. Подобная же система настройки клапанов производится при забойном водопонижении (рис. 3 в).

Как видно, преимущество установок УВБУ заключается в том, что для преодоления геодезической высоты нагнетания здесь используется напор, создаваемый непосредственно центробежным насосом, а в установках УЗВМ применяется напор за диф-

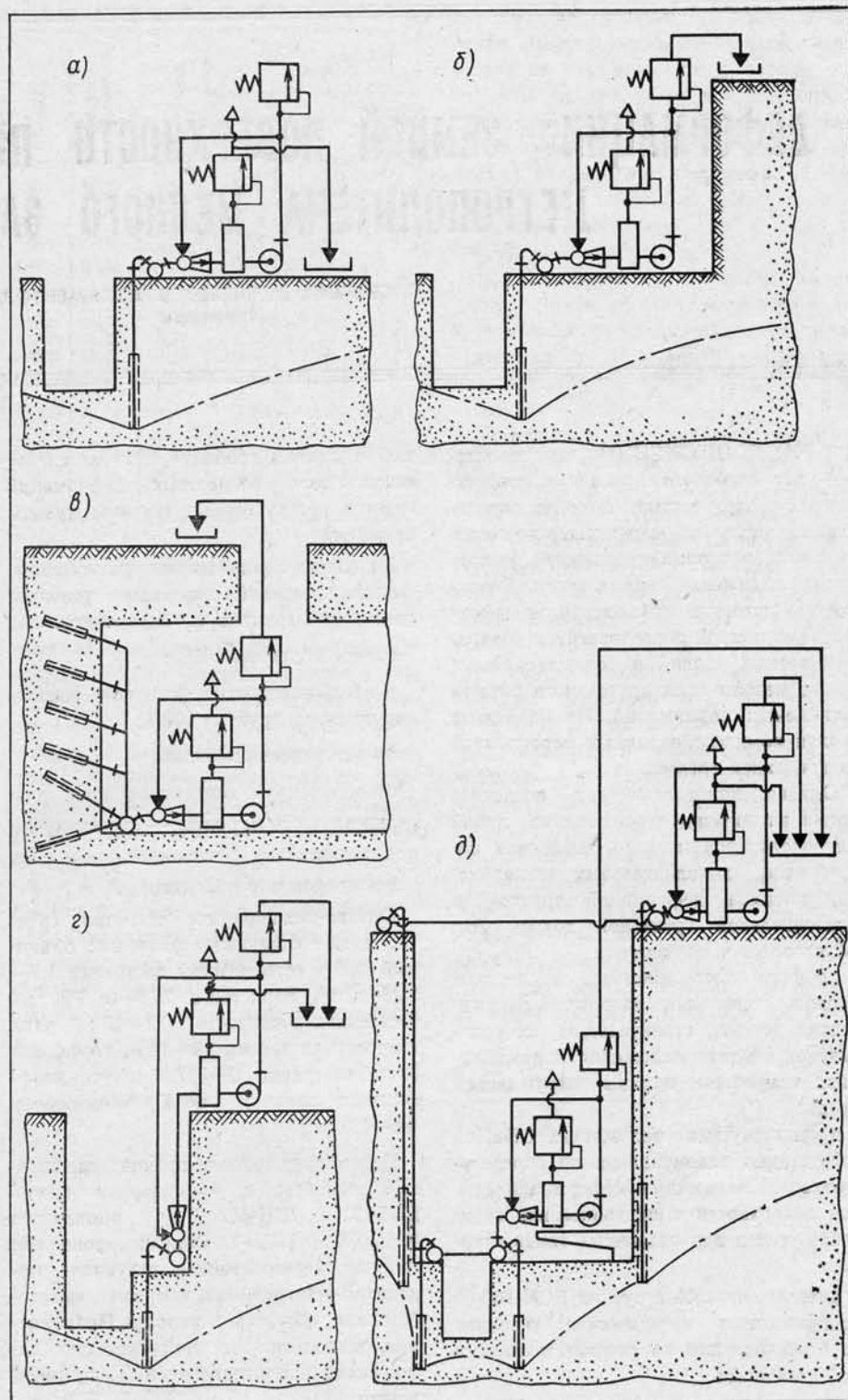


Рис. 3. Технологические схемы применения водопонижительных установок типа УВБУ:

а — водопонижение с безнапорным сливом воды; б — то же с напорным сливом воды; в — забойное водопонижение; г — с расположением гидроэлеватора в котловане; д — комбинированное двухъярусное водопонижение.

фузором водоструйного насоса.

Для удобства ведения работ в котлованах водоструйный насос может быть размещен внизу, а центробежный — с воздухоотделителем на борту котлована (рис. 3 г). Настройка клапанов 3 и 9 производится так же,

как для случаев работы по схемам 3 б, 3 в.

Установки УВБУ могут применяться при двухъярусном водопонижении (рис. 3 д) с непосредственной выдачей воды с нижнего яруса на поверхность. □

# ДЕФОРМАЦИИ ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ МЕТРОПОЛИТЕНА МЕЛКОГО ЗАЛОЖЕНИЯ

В. СИМКИН, А. ЧИРЬЕВ, В. АКСАМЕНТОВ,  
инженеры

ПРИ СООРУЖЕНИИ метрополитенов глубокого заложения, отечественных и зарубежных, накоплен определенный материал маркшейдерско-геологических натурных наблюдений за процессом сдвижения горных пород. Разработаны методики наблюдений за деформациями земной поверхности и подрабатываемых зданий и сооружений, а также методы предварительного расчета ожидаемых деформаций. На их основе создан комплекс охранных мероприятий окружающей среды.

Однако наметившееся в последнее время расширение строительства линий метрополитенов мелкого заложения потребовало дополнительных исследований процесса деформаций грунтов и надтоннельной грунтовой толщи. Это обусловлено следующим:

до настоящего времени не решены вопросы типизации инженерно-геологических условий строительства метрополитенов мелкого заложения в приложениях к проблеме охраны окружающей среды;

в существующих положениях СНиПов отсутствуют рекомендации по определению зоны возможных деформаций земной поверхности и надтоннельной грунтовой толщи для различных типов грунтов;

в положениях Инструкции ВСН-160-69 не приводятся методические указания по наблюдениям за соответствующими деформациями.

В результате проектные параметры зоны возможных деформаций грунтов в одних случаях оказываются заниженными, в других — завышенными. Например, при сооружении перегонных тоннелей в неводонасыщенных раздельнозернистых (сыпучих) грунтах в Минске фактическая зона деформаций грунтов (ширина мульды сдвижения) оказалась шире проектной (т. е. зоны возможных деформаций) в среднем на 30%. Действительное же положение ве-

шей в данной проблеме диктует следующее: зона возможных деформаций грунтов всегда больше ширины мульды сдвижения.

На основе анализа инженерно-геологических изысканий проведено условное разделение грунтов на пять типов:

супесь моренная 100%;

раздельнозернистые (сыпучие) неводонасыщенные грунты 100%;

то же водонасыщенные;

необходимая контактная зона, раздельнозернистые грунты — супесь моренная в различных сочетаниях;

то же контакт обводненный.

Физико-механические свойства грунтов имеют следующие значения: объемный вес в естественном состоянии 1,9—2,25 г/см<sup>3</sup>, пористость 24,8—38,3%, естественная влажность 3,2—25%, угол внутреннего трения 19—42%, коэффициент фильтрации 0—327,5 м/сут., коэффициент крепости по Протодьяконову 0,6—1,5.

Перегонные тоннели проходятся щитовым способом с применением щитов ЩН-1Х, ЩН-1С и комплексов КМ-19М и ТЩБ-7. Обделка тоннелей: сборная железобетонная, чугунная, монолитно-прессованная, сборная железобетонная, обжатая в породу. Применяемая технология не предотвращает деформаций надтоннельной грунтовой толщи.

Маркшейдерской службой Минскметростроя и кафедрой Инженерной геодезии Белорусского политехнического института проводятся систематические маркшейдерско-геодезические наблюдения с целью определения средних значений граничных углов сдвижения для различных типов грунтов, выявления основных закономерностей процессов деформаций и разработки методов расчета параметров этих процессов в кон-

кретных инженерно-геологических условиях.

Размеры наблюдательных станций определялись размерами перегонов строящегося метрополитена. Число профильных линий, перпендикулярных оси тоннеля, выбиралось в соответствии с инженерно-геологическими условиями сооружения тоннеля. За основу взяли расстояние 25—30 м.

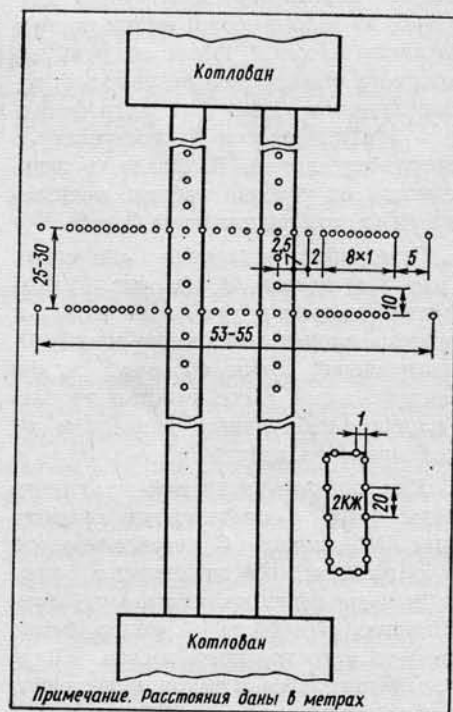


Рис. 1. Схема наблюдений станции.

Расстояния между деформационными реперами также выбраны на основе анализа инженерно-геологических условий и предыдущих исследований в этой области (рис. 1). Вне зоны возможных



деформаций грунтов одновременно с закладкой деформационных реперов устанавливались исходные (опорные). Цикличность и точность наблюдений соответствовала требованиям Инструкции ВСН-160-69.

При анализе результатов наблюдений отмечено, что для 1-го условного типа грунтов (супесь моренная) удается осуществить качественное заполнение песчано-цементным раствором пустот вокруг тоннельной обделки и избежать перебора породы в грудь забоя. В связи с этим фактическая зона деформаций не достигает проектной. Для 2-го, 3, 4, 5-го типов грунтов при возникновении и протекании процесса сдвижения определяющими являются два независимых фактора:

заполнение грунтом пустоты между наружным контуром щита и внешним контуром деформирующейся сборной обделки;

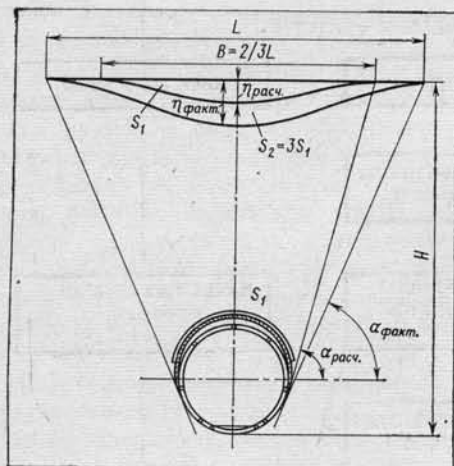


Рис. 2. Расчетные и фактические параметры мулды сдвижения.

систематический перебор грунта в грудь забоя, который обуславливается несовершенством ее временной крепи, дроблением и извлечением валунов, корректировками положения щита во время его движения и излишней выемки породы в период разработки. Как следствие, на земной поверхности образуется асимметричный, корытообразный прогиб, площадь поперечного сечения которого, как правило, в 3÷3,8 раза больше проектной, а ширина мулды сдвижения боль-

Параметры процесса сдвижения грунтов	min	max	Средневзвешенное значение по результатам многократных наблюдений
<b>Раздельнозернистые (сыпучие) неводонасыщенные грунты</b>			
Граничные углы мулды сдвижения, правые, в поперечном сечении тоннеля, град. ( $\alpha$ )	39	29	36
То же левые	39	29	34
Ширина правого крыла мулды сдвижения грунтов, м	9,4	14,3	11,33
Ширина левого крыла мулды сдвижения грунтов, м	9,8	13,6	11,25
Граничные углы мулды сдвижения в осевом направлении тоннеля, град. ( $\gamma$ )	34	19	27
Вертикальные оседания осевых грунтовых реперов, мм	156	295	225
Вертикальные оседания свода тоннельной обделки, мм	20	138	50
То же лотка, мм	11	72	28
Деформации горизонтального диаметра тоннельной обделки, мм	5	75	20
Период оседаний осевых грунтовых реперов, дн. (Т)	14	18	16
Опережение груди забоя мулдой сдвижения, м	6,02	11,06	8,60
Величина движущейся призабойной части мулды сдвижения, м	20	28,8	24,4
Суточные скорости периода плавных деформаций земной поверхности, м/сут.	0,001	0,003	0,002
То же периода опасных деформаций, м/сут.	0,010	0,150	0,080
<b>Супесь моренная</b>			
Деформации грунтов незначительные			

ше проектной в среднем на 30% (рис. 2).

Известно, что главным параметром, характеризующим границу зоны сдвижения грунтов, является граничный угол сдвижения  $\alpha$ . Величина его зависит от глубины заложения тоннеля. В существующих проектах по сооружению перегонных тоннелей метрополитена в Минске основным инструментом для определения величин граничных углов служит формула:

$$\alpha = 45^\circ - \frac{\varphi}{2},$$

где  $\varphi$  — угол внутреннего трения.

Применение указанной формулы не всегда позволяет достаточно точно рассчитать действительные значения граничных углов сдвижения. В связи с этим на основе данных натурных наблюдений и их анализа для условий сооружения перегонных тоннелей в неводонасыщенных раздельнозернистых (сыпучих) грунтах предлагается формула:

$$\alpha = 45^\circ - \frac{\varphi}{6}.$$

Для расчета параметров процесса мулдообразования в пределах гранич-

ного угла сдвижения определены методы их расчета, которые рекомендованы в качестве основы создания оптимальных мер защиты подрабатываемых объектов.

Анализ полученных на разных участках сооружения тоннелей величин угловых параметров процесса сдвижения грунтов показывает, что их средние значения  $\alpha = 39^\circ$  и  $\gamma = 34^\circ$  рассчитаны достаточно верно и могут быть использованы для определения границ мулды сдвижения раздельнозернистых неводонасыщенных грунтов.

Сопоставление величин параметров процесса сдвижения земной поверхности в пределах его граничных углов с данными натурных наблюдений показывает их хорошую сходимость.

Учитывая, что своевременная разработка надежных методов прогнозирования параметров процесса деформаций грунтов позволяет избежать неоправданных затрат, заложенных еще на стадии проектирования; величины параметров процесса сдвижения земной поверхности, указанные в данной работе, рекомендуется применять в качестве основы для разработки оптимальных мер защиты подрабатываемых объектов в соответствующих условиях. □

# ПЛОТНОСТЬ БЕТОНА БЛОКОВ

В. ЦЫНКОВ,  
канд. техн. наук

ДЛЯ СОЗДАНИЯ водонепроницаемой сборной железобетонной тоннельной обделки, пригодной для замены конструкции из чугунных тюбингов, необходимы сборные элементы, отвечающие заданным требованиям.

На рис. 1 схематически показаны основные производственно-технологические факторы, определяющие прочность, водонепроницаемость и геометрические размеры в процессе их изготовления на заводе ЖБК. Естественно, что достижение желаемых показателей возможно только в том случае, если характеристики исходных материалов, составов бетонной смеси, параметры оснастки, оборудования и технологических процессов не выходят за допустимые пределы. Как видно из схемы, на водонепроницаемость влияет наибольшее количество факторов.

Если не удастся удержать в заданных пределах характеристики каких-либо операций, делают попытки компенсировать недостатки одной избыточным воздействием на другую. Так, несовершенство формования или термообработки часто пытаются компенсировать составом бетонной смеси с завышенным расходом цемента и увеличенной пластичностью. Низкое качество заполнителей в некоторой степени может быть компенсировано применением жесткой бетонной смеси и интенсивным ее виброуплотнением.

На рис. 2 представлен технологический процесс изготовления и контроля блоков тоннельной обделки на примере одного из заводов ЖБК Мосметростроя (процесс приготовления смеси и арматурные работы в схему не включены).

Контролируются: прочность бетона (по результатам испытаний контрольных кубов), толщина и ширина элементов (выборочно), наличие сколов, непроформованных участков, установка закладных деталей, отверстия в блоках. Проверка арматурных кар-

касов, собираемых в кондукторах, производится визуально. Температурный режим в пропарочных камерах задается автоматически. Чистка, смазка и сборка форм, формование наблюдаются эпизодически.

Этот процесс достаточен, чтобы обеспечить прочность блоков и точность геометрических размеров, имеющих наиболее важное значение при существующих требованиях к качеству сборки обделки.

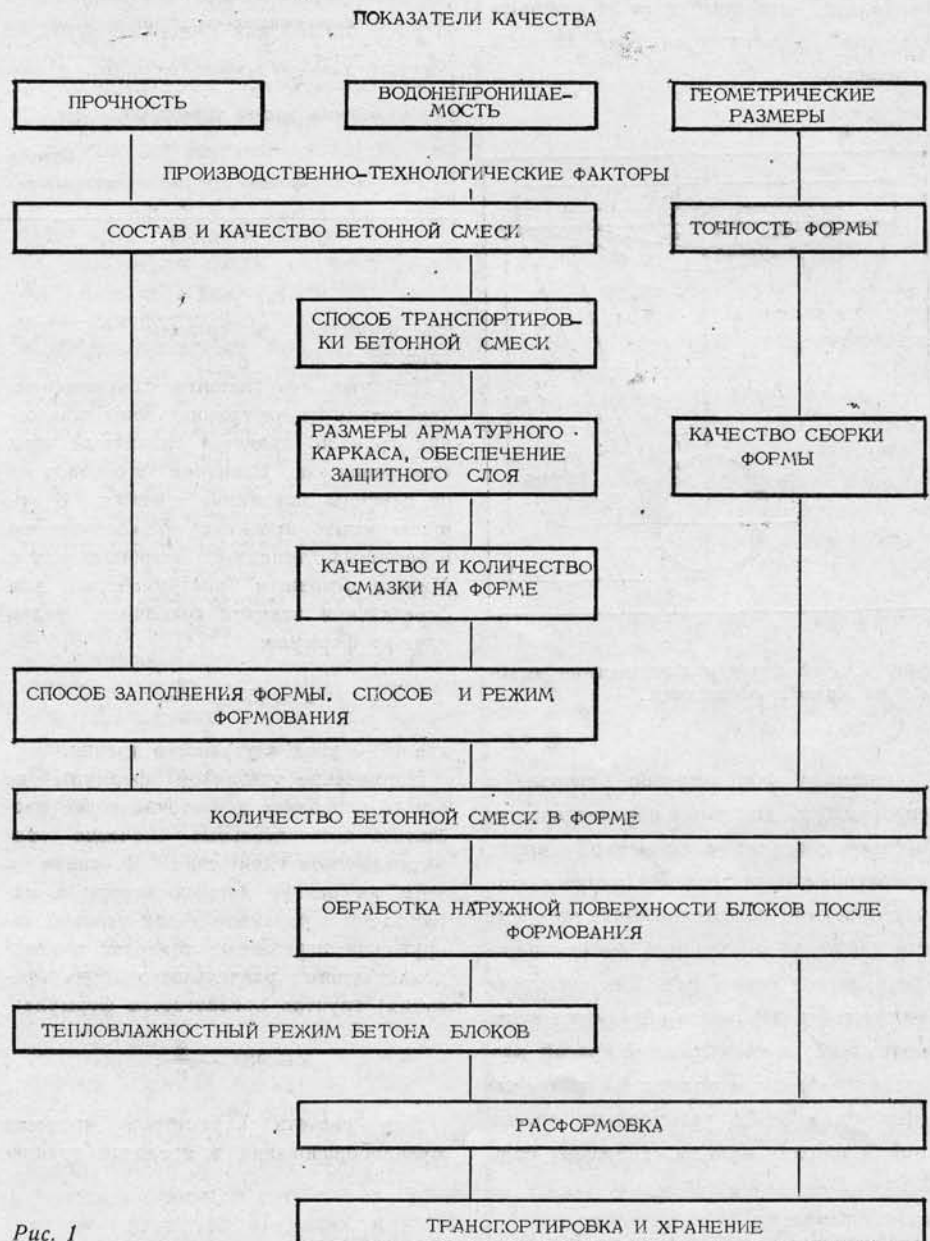


Рис. 1

Организационное построение технологического контроля не направлено на достижение водонепроницаемости, так как в поле зрения ОТК не попадает ряд факторов, влияющих на этот показатель (режим формования, величина защитного слоя, количество бетонной смеси и др.).

Следует отметить, что отделка часто эксплуатируется при нагрузках ниже расчетной. Поэтому не будут зафиксированы и не отразятся на эксплуатационных показателях местные (по объему изделия) участки недоуплотненного бетона с пониженной прочностью.

Таким образом, прочность изделия (проницаемого) — показатель, который в среднем (для всего изделия) не должен быть ниже проектной величины. Подобный подход к проницаемости неприменим. Определение последней для контрольных образцов дает возможность судить только в отдаленной степени о пригодности смеси данного состава для изготовления водонепроницаемого бетона.

Недоуплотнение бетонной смеси на одном участке с образованием «свища» не может быть компенсировано высокой плотностью бетона по всему остальному изделию. Чтобы обеспечить водонепроницаемость, требуется более строгое соблюдение всех условий технологического процесса по сравнению с изготовлением проницаемых изделий такой же прочности.

Подробнее остановимся на формовании и сопряженных с ним этапах технологического процесса с точки зрения проницаемости блоков тоннельной обделки. Бетонная смесь уплотняется и распределяется по форме в соответствии с конфигурацией изделия. Применяемые на заводе ЖБК виброударные площадки с вакуумным креплением форм УВ-20 обеспечивают высокое качество уплотнения смеси жесткостью до 50—60 сек.

Из-за криволинейного очертания изделий, формируемых выпуклой стороной кверху, и наличия арматурных каркасов достигнуть одинаковой степени проницаемости образцов и изделий из одной к той же смеси в большинстве случаев не удается. Образцы-цилиндры из бетонной смеси производственного состава водонепроницаемы при напорах 8—10 кгс/см<sup>2</sup>, чего нельзя сказать о блоках конструкции даже при значительно меньших напорах воды.

Эксперименты, проведенные в ЦНИИСе совместно с заводами

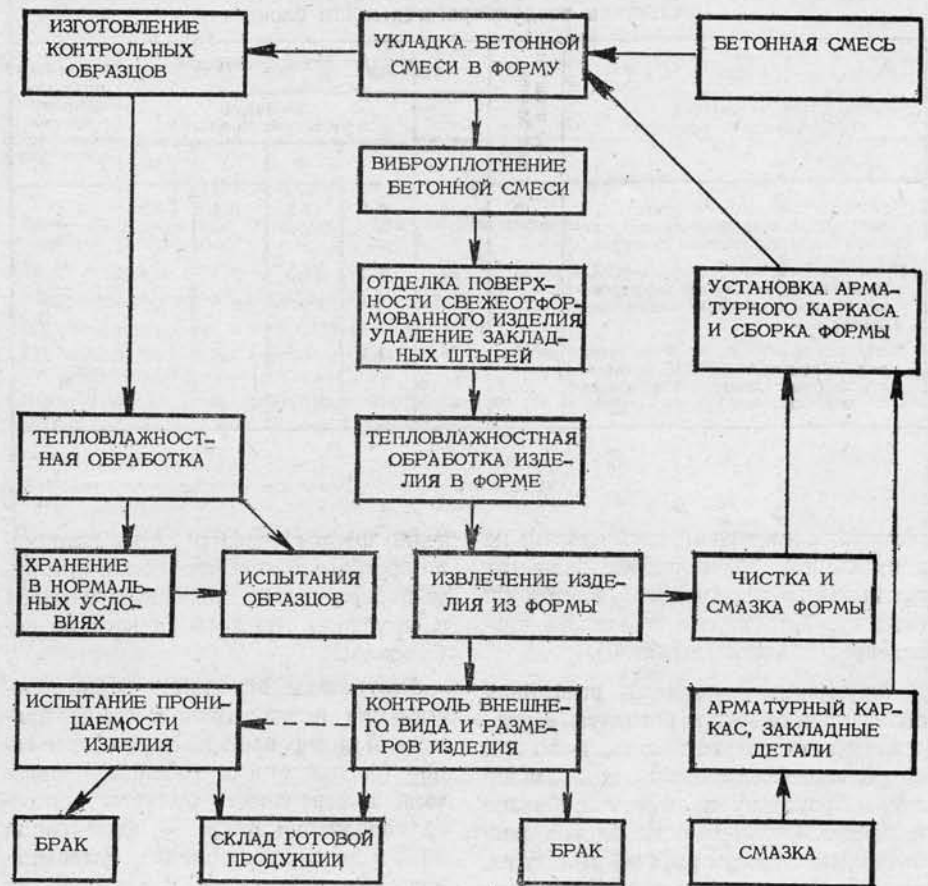


Рис. 2

ЖБК Метростроя при изготовлении блоков круговой обделки диаметром 5,5 м, позволили установить влияние смазки форм и способа укладки смеси на проницаемость изделий. Предварительно 16 блоков (без видимых дефектов) испытывались на воздухопроницаемость. Их устанавливали в стенд вогнутой стороной кверху, изолировали по периметру пневмоуплотнителем. Снизу на блок давил воздух, а сверху (для выявления точек фильтрации) заливалась вода.

На поверхности блоков точки фильтрации размещались неравномерно, и для удобства классификации вогнутая поверхность условно разделялась на характерные зоны (рис. 3). Результаты фильтрации воздуха сквозь блоки по зонам при напоре 1 кгс/см<sup>2</sup> приведены в таблице (строка 3). Наибольшее количество точек фильтрации сосредоточено в зонах 1 — непосредственно у продольных торцов и 2 — вблизи расположения стержней рабочей арматуры.

Двухблочные полуразъемные формы блоков тоннельной обделки на

заводе ЖБК смазываются обработанным машинным маслом. Оно наносится на теплые (после пропарки) поверхности формы. Избыточная смазка стекает с бортов и выпуклого поддона, скапливаясь в местах их примыкания. При формовании она попадает в бетонную смесь. Вполне естественно было предположить,

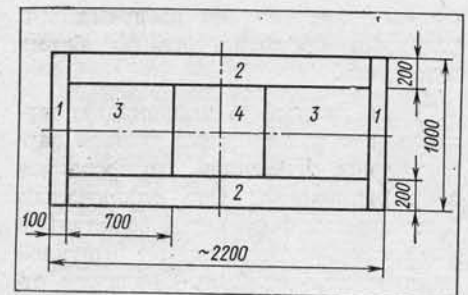


Рис. 3

что одной из причин проницаемости в зоне 1 является избыток смазки. Для проверки этого при изготовлении следующей серии блоков тщательнее чистились рабочие поверхности форм,

Показатели воздухопроницаемости блоков

Технологические особенности изготовления	К-во испытанных блоков, шт.	Количество точек фильтрации				Количество воздухопроницаемых блоков, шт, %	
		всего	по зонам в расчете на 10 блоков				
			1	2	3		4
Производственный эксперимент. Дозированное виброформование с последующим наложением пригруза	12	9	2,5	3,3	0,8	0,8	7 58
Производственный эксперимент. Заполнение форм из бетонораздатчика с последующим наложением пригруза	13	25	2,3	18,5	0	3,8	2 15
Заводское производство. Формование под наблюдением ЦНИИС (с последующим визуальным отбором изделий для испытаний)	16	56	23,8	20,6	3,1	9,4	5 31

накладывался тонкий слой смазки, не допускалось ее скопление в местах примыкания продольных бортов к поддону. Результаты испытаний приведены в таблице (строка 2).

Фильтрация в зоне 1, вызванная попаданием смазки в бетонную смесь, практически отсутствовала, а во 2-й ее размеры фактически не изменились. Поскольку в этой зоне близко к вогнутой поверхности блоков расположены стержни рабочей арматуры, возможно, что течи в зоне 2 связаны с конструкцией арматурного каркаса и способом формования.

Форма, установленная на виброплощадку, заполнялась из бетонораздатчика; количество смеси определялось визуально. Затем включалась вибрация и накладывался гравитационный пригруз, образующий выпуклую поверхность изделия. При таком способе пригруз, помимо уплотнения смеси, перераспределяет ее по форме в соответствии с конфигурацией изделия. В процессе пригрузки возможны деформации каркаса; после снятия пригруза он распрямлялся, разрушая свежееуплотненную бетонную смесь.

Чтобы уменьшить деформацию каркасов, при изготовлении третьей партии блоков применили дозированное виброформование. Оно заключалось в заполнении форм через решетчатую диафрагму, совпадающую с выпуклой поверхностью изделия. Размеры отверстий в диафрагме подбирались так, что бетонная смесь проходила сквозь них только при включенной вибрации. При отключении последней разрыв смеси происходил по низу диафрагмы; наложенный пригруз только доуплотнял и выравнивал выпуклую поверхность изделия. Запол-

нение формы через решетку протекало постепенно, при наложении пригруза перераспределения бетонной смеси и смещения стержней каркаса не наблюдалось.

Результаты испытаний серии блоков, при изготовлении которых применяли дозированное виброформование (первая строка таблицы), показали эффективность принятого способа заполнения форм — фильтрация во 2-й зоне существенно уменьшилась. Следовательно, для получения водонепроницаемых блоков при равных условиях необходимо исключить повышенное содержание смазки в бетоне, предотвратить защемление, деформирование каркаса при формовании с последующим его возвращением в исходное положение. Для этого целесообразно применять специальные смазки, хорошо удерживающиеся на поверхности формы и не скапливающиеся в паузах. Дозированное виброформование — не единственный способ предотвращения обратной деформации каркасов. Можно применять также менее жесткий каркас; повысить подвижность бетонной смеси и уменьшить предельную крупность заполнителя; обеспечить твердение под пригрузом; отказаться от пригрузки при формовании; использовать подвижные бетонные смеси, укладываемые в формы с крышками. Наиболее предпочтительно последнее решение, так как формование под крышкой позволяет получать точные геометрические размеры изделий по высоте. Однако отказ от пригрузки повышает требования к эффективности виброуплотнения, качеству заполнителей и стабильности состава бетонной смеси, предполагает применение пластифицирующих и уплотняющих химических добавок. □

## СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ

ОЦЕНКА СВОЙСТВ  
УПЛОТНЯЮЩЕГО  
СОСТАВА

М. КАГАН,  
канд. техн. наук

ДЛЯ РАСШИВКИ швов между железобетонными и чугунными блоками тоннельной обделки на Московском метрострое применяется быстросхватывающаяся уплотняющая смесь (БУС).

При физико-механических испытаниях состава проводится статистическая оценка результатов. В статье отражены данные за календарный год. Отобрано 227 проб, что соответствует 45 сериям. Данные обчислены на вычислительных машинах.

Первоначально обрабатывались результаты по форме, приведенной в табл. 1. Из оцениваемых характеристик требует пояснения лишь время открытия образцов — от начала затворения до момента распалубки. По нормативным документам оно неодинаково и находится в пределах от 30 до 60 мин. Из табл. 1 видно, что начало схватывания в среднем наступает через 5,4 мин., конец — через 19. Затворение проводится водой со средней температурой 12°C (что соответствует температуре воды в тоннеле). Прирост линейного расширения в 28 суток по сравнению с суточным возрастом составляет 8%. БУС обеспечивает прочность на сжатие 450 кгс/см<sup>2</sup> в возрасте 28 суток.

Коэффициент изменчивости начала схватывания оказался ниже, чем для его конца. Для линейного расширения его величина практически одинакова при всех сроках. В то же время для прочности на сжатие отмечается существенное снижение коэффициента изменчивости в 3 и 28 суток по сравнению с суточным возрастом.

В приводимых испытаниях отсутствуют результаты, которые являются следствием грубых ошибок. Это выявляется сравнением утроенного стандарта с максимальным абсолютным отклонением от среднего значения.

Определенную информацию несет проверка результатов на нормальность распределения. Вычисляют эмпирические

Таблица 1

Наименование характеристики	Обозначение	Среднее X	Стандарт S	Коэффициент изменчивости, %	$(x_i - \bar{x})_{\max}$	Нормальность распределения			
						А	Е	Вывод	
								А	Е
Начало схватывания, мин. . . . .	НС	5,4	0,9	16,61	1,6	0,15	-0,68	+	+
Конец схватывания, мин. . . . .	КС	19	4,85	25,51	10	-0,12	-0,92	+	+
Температура воды затворения, °С	t	12	2,51	20,91	5	0,51	0,93	+	+
Время раскрытия образцов, мин.	T	43	10,88	25,30	17	-0,09	-1,35	+	+
Линейное расширение, %, в возрасте									
1 сут. . . . .	$\epsilon_1$	0,86	0,2271	26,40	0,43	-0,42	-1,08	+	+
3 сут. . . . .	$\epsilon_3$	0,88	0,2149	24,42	0,37	-0,27	-1,19	+	+
28 сут. . . . .	$\epsilon_{28}$	0,92	0,2282	24,80	0,43	-0,45	-0,98	+	+
Прочность на сжатие, кгс/см <sup>2</sup> , в возрасте									
1 сут. . . . .	$R_1^{сж}$	230	64,13	27,88	167	0,86	-0,16	+	+
3 сут. . . . .	$R_3^{сж}$	371	35,69	9,62	69	0,13	0,16	+	+
28 сут. . . . .	$R_{28}^{сж}$	466	33,05	7,09	68	0,63	-0,63	+	+

значения асимметрии А и эксцесса Е и сравнивают их с теоретическими дисперсиями. Последние зависят только от числа испытаний, и для наших данных  $D(A)=0,3$  и  $D(E)=0,62$  нормальность распределения обеспечивается.

Чтобы оценить взаимосвязь свойств, использовался коэффициент корреляции. В табл. 2 приведены данные для его вычисления. По главной диагонали представлены суммы значений свойств — в числителе и суммы квадратов их — в знаменателе. Например, для КС сумма значений 45 испытаний составляет 851, а сумма их квадратов — 17127.

Выше главной диагонали находятся суммы почленных произведений для всех сочетаний. Например, если пере-

множить каждое значение конца схватывания на соответствующее линейное расширение в 28 сут. для этих же испытаний и найти сумму, то получим величину 766,36, которая находится на пересечении КС и  $\epsilon_{28}$  выше главной диагонали. И так для каждой пары свойств. Значения коэффициентов корреляции  $r$  приведены ниже главной диагонали: в числителе — его величина, в знаменателе — доверительный интервал при уровне значимости  $\alpha=0,05$ . Например,  $r$  между концом схватывания и линейным расширением в 28 сут. равен — 0,35 и находится на пересечении КС и  $\epsilon_{28}$  ниже главной диагонали (имеет зеркальное расположение по отношению к одноименной сумме 766,36, необходимой

для вычисления этого  $r$ ). После вычисления коэффициентов корреляции проверяется их значимость, т. е. выясняется, отличны ли они от нуля в статистическом смысле. Если коэффициент отличен от нуля, то его доверительный интервал не включает последний. Например, для  $r$ , равного 0,35, доверительный интервал простирается от —0,06 до —0,58.

Если коэффициент корреляции не отличен от нуля, то стоит звездочка и доверительный интервал включает нуля. Например,  $r_{КС-\epsilon_1} = 0,10^*$  и его доверительный интервал проходит от —0,20 до +0,38.

Посредством коэффициента корреляции можно оценить взаимосвязь некоторых свойств БУС. Сильная прямая связь вплоть до строгой прямой существует между линейным расширением в различные сроки ( $r=0,86 \div 0,98$ ). Умеренная прямая связь прослеживается между прочностью в эти же сроки ( $r=0,50 \div 0,83$ ). Слабая обратная отмечена между началом схватывания и линейным расширением ( $r=-0,36 \div -0,61$ ), причем абсолютные значения увеличиваются с возрастом. Значения корреляции конца схватывания с линейным расширением наблюдаются лишь в возрасте 28 суток ( $r=-0,35$ ). Сроки схватывания связаны с температурой воды затворения слабой прямой связью. Для начала схватывания  $r=0,46$ , а для конца схватывания  $r=0,3$ . Время раскрытия (распалубки) образцов слабо влияет на конец схватывания и  $R_{сж_1}$  в суточном возрасте ( $r=0,49$  и 0,44).

Таблица 2

Число серий 45	НС	КС	t	T	$\epsilon_1$	$\epsilon_3$	$\epsilon_{28}$	$R_1^{сж}$	$R_3^{сж}$	$R_{28}^{сж}$
НС	236 1272	4590	2840	10240	203,39	208,83	211,77	54086	87350	109694
КС	0,17* -0,13; 0,44	851 17127	10240	37625	734,01	753,54	766,36	201911	316735	395428
t	0,46 0,19; 0,66	0,3 0,01; 0,55	533 6589	23050	455,61	468,94	468,63	122604	196996	248356
T	0,28* -0,02; 0,53	0,49 0,22; 0,68	0,16* -0,14; 0,43	1930 87980	1692,2	1738,95	1823,3	457905	715660	902295
$\epsilon_1$	-0,36 -0,07; -0,59	0,1* -0,2; 0,38	-0,05* -0,30; 0,29	0,35 0,06; 0,58	38,57 35,3275	36,0604	37,4682	9083,14	14404,91	17975,91
$\epsilon_3$	-0,46 -0,19; -0,66	0,09* -0,21; 0,38	-0,01* -0,3; 0,29	0,38 0,1; 0,61	0,98 0,96; 0,99	39,62 36,9154	38,5902	9298,53	14790,11	18444,91
$\epsilon_{28}$	-0,61 -0,39; -0,77	-0,35 -0,06; -0,58	-0,87 -0,78; -0,93	0,43 0,15; 0,64	0,86 0,76; 0,92	0,98 0,97; 0,99	41,42 40,4154	9732,02	15545,96	19284,77
$R_1^{сж}$	-0,09* -0,37; 0,21	0,44 0,17; 0,65	-0,01* -0,29; 0,29	0,45 0,18; 0,66	0,32 0,03; 0,56	0,3 0,01; 0,54	0,31 0,02; 0,55	10355 2563759	3896399	4900902
$R_3^{сж}$	-0,21* -0,47; 0,09	0,09* -0,21; 0,37	-0,24* -0,50; 0,06	-0,06* -0,35; 0,23	0,23* -0,07; 0,49	0,22* -0,07; 0,49	0,46 0,19; 0,66	0,5 0,25; 0,7	16712 6262508	7824276
$R_{28}^{сж}$	-0,18* -0,45; 0,12	-0,13* -0,41; 0,16	0,02* -0,27; 0,32	0,21* -0,09; 0,47	0,03* -0,27; 0,32	-0,03* -0,32; 0,26	-0,03* -0,32; 0,27	0,83 0,71; 0,9	0,77 0,61; 0,87	20961 9811695

Начальное линейное расширение  $\epsilon_1$  имеет слабую прямую связь со временем раскрытия образцов и прочностью в суточном возрасте ( $r=0,35$  и  $0,32$ ). Аналогичная тенденция у линейного расширения в промежуточный срок  $\epsilon_3$  ( $r=0,38$  и  $0,30$ ). Одна из ответственных характеристик — конечное линейное расширение  $\epsilon_{28}$  — зависит от всех перечисленных (за исключением  $R^{сж}_{28}$ ). Кроме отмеченной связи со сроками схватывания, можно выделить сильную обратную связь с температурой воды затворения ( $r=-0,87$ ) и слабую прямую со временем распалубки ( $r=0,43$ ). Имеется слабая прямая связь с прочностью в 1 и 3 суток ( $r=0,31$  и  $0,46$ ) и отсутствует с прочностью в 28. Заметим, лишь в суточном возрасте линейное расширение коррелирует с прочностью в тот же срок. В 3 и 28 суток нет значимой линейной связи между расширением и прочностью в том же возрасте. Время

раскрытия образцов слабо сказывается на линейном расширении, а также на прочности в суточном возрасте ( $r=0,45$ ).

Приведенный корреляционный анализ позволяет в определенной степени управлять свойствами БУС. Например, один из действенных приемов регулирования сроков схватывания, а главное — конечного линейного расширения — изменение температуры воды затворения. Увеличивая  $t$ , можно добиться снижения  $\epsilon_{28}$  и наоборот. Причем с достаточной точностью. Необходимо только построить линию прогнозирования  $\epsilon_{28}$  по  $t$  (см. табл. 1 и 2).

Линия прогнозирования имеет вид  $\epsilon_{28} = -0,08 t + 1,86$  с ошибкой  $0,06$ . Если взять воду затворения с  $t 15^\circ\text{C}$ , то линейное расширение в 28 суток будет  $0,66 \pm 0,06$ . Так же вычисляется время начала и конца схватывания за счет изменения температуры воды затворения.

Подбирая соотношение компонентов БУС (глиноземистый, гипсоглиноземистый, портландский цементы и асбест), можно уменьшить сроки схватывания, что увеличит величину линейного расширения и прежде всего  $\epsilon_{28}$ .

Повышение прочности в суточном возрасте (например, за счет портландцемента) гарантирует высокую прочность в 28 суток, а иногда и увеличивает линейное расширение. Имеются и другие освоенные практически приемы воздействия на свойства БУС.

Оценка свойств БУС позволяет получить более полную информацию о материале без проведения дополнительных испытаний, а также количественный анализ некоторых качественных характеристик. Методы оценки просты, надежны, объективны и доступны для практического пользования, о чем свидетельствует опыт их применения на Московском метрострое. □

---

---

## МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ЗАДЕЛКЕ ПОЛИМЕРНЫМИ МАТЕРИАЛАМИ ШВОВ И ТРЕЩИН В ОБДЕЛКЕ

В. ШИШКАНОВ,  
канд. техн. наук

---

---

ИЗВЕСТНО, что железобетонные транспортные конструкции во многих случаях имеют недостаточную трещиностойкость и долговечность при эксплуатации на открытом воздухе в условиях переменной влажности окружающей среды.

С целью улучшения свойств бетона в его состав вводят различные добавки поверхностно-активных веществ (ПАВ) в количестве от сотых долей до нескольких процентов от массы цемента (полимерцементные бетоны); в ряде случаев в качестве вяжущего, полностью заменяющего цемент, применяют синтетические смолы (полимербетон).

Опыт эксплуатации железнодорожных и пешеходных тоннелей показывает, что нарушение нормальной работы этих сооружений часто обуславливается не прочностью конструк-

ции, а специфическими факторами, в первую очередь высокой обводненностью.

Проблема борьбы с обводнением в тоннелях, несмотря на многообразие рекомендованных способов и средств, по-прежнему актуальна. Применяемые способы гидроизоляции конструкций далеко не совершенны и не всегда обеспечивают нужный эффект. Они трудоемки и многодельны и, кроме того, требуют специального оборудования.

В МИИТе разработан и испытан новый способ устранения течей в железобетонных обделках тоннелей путем закрытия и омоноличивания изнутри сооружений проникаемых швов и трещин полимербетоном на основе фурановых, эпоксидных и других синтетических смол.

По условиям эксплуатации эти материалы должны обладать достаточ-

ной прочностью, морозостойкостью и долговечностью, повышенной деформативностью при растяжении и сдвиге, стабильным прилипанием к влажной бетонной поверхности и водонепроницаемостью. Кроме того, они должны быть нетоксичны как в период производства работ, так и эксплуатации сооружения. Мелкозернистые полимербетоны исследованных составов достаточно полно удовлетворяют перечисленным требованиям.

Разработка герметизирующих составов полимербетонов проведена с использованием в качестве связующих эпоксидных смол: отечественных ЭД-5, ЭД-6, чехословацкой Э-2200. Пластификация составов осуществлялась введением в смолы тиксола и дибутилфталата. Наполнителями служили портландцемент, строительный песок и асбест (крошка).

Всего исследовано 16 составов и из них выбраны и рекомендованы для внедрения 3 оптимальных, прочность которых при разрыве приведена в табл. 1.

Таблица 1

Полимербетон	Прочность при разрыве, кг/см <sup>2</sup>
ЭД-5 состава:	
№ 1 (грунтовочный) . . . . .	135
№ 2 (переходный) . . . . .	29
№ 3 (основной) . . . . .	172
Э-2200 состава:	
№ 1 (грунтовочный) . . . . .	260
№ 2 (переходный) . . . . .	88
№ 3 (основной) . . . . .	139

Производственные испытания полимербетонных проводили в грузопассажирском тоннеле железнодорожного вокзала в Киеве. Всего закрыто и омоноличено 14 водопроницаемых участков в железобетонной обделке (7 осадочных швов, 2 перерезывающие трещины, 5 источников течи в местах опирания плит перекрытия на вертикальные стены).

Работы проводили в следующем порядке. На дефектных участках отбойными молотками снимали облицовочную плитку и штукатурку на расстоянии до 1 м по обе стороны от источника течи. В потолочной части удаляли металлическую сетку, удерживающую штукатурный слой, на полу снимали керамическую плитку, вскрывая бетонную подготовку. Осадочные швы и трещины в железобетонной обделке расширяли по периметру тоннеля вглубь под углом около 45° до обнажения ближайших стержней арматуры. Для предотвращения возможных подвижек смежных секций тоннеля их арматуру соединяли стальными короткими стержнями диаметром 12 мм с шагом 10—15 см на сварке.

Из-за отсутствия смол ЭД-5 и ЭД-6 применяли эпоксидную Э-2200. Составляющие дозировали по весу. В смолу добавляли ускоритель (белая паста), а после перемешивания — отвердитель. Затем смесь снова тщательно перемешивали в течение 5—8 мин., далее вводили в нее наполнители и окончательно перемешивали до получения однородной массы.

Для закрытия и омоноличивания стыков и трещин применяли три состава, приведенные в табл. 2.

Таблица 2

Составляющие	Содержание составляющих в весовых частях состава		
	№ 1 (грунтовочный)	№ 2 (переходный)	№ 3 (основной)
На смоле ЭД-5			
Смола . . . . .	100	100	100
Тиокол НВТ-1 . . . . .	80	80	40
Отвердитель (полиэтиленполиамин) . . . . .	10	10	10
Портландцемент . . . . .	—	76	60
Песок . . . . .	—	266	210
Асбест . . . . .	—	38	30
На смоле Э-2200			
Смола . . . . .	100	100	100
Ускоритель . . . . .	0,6	0,6	0,6
Отвердитель . . . . .	8	8	8
Портландцемент . . . . .	—	—	60
Песок . . . . .	—	90	210
Асбест . . . . .	—	10	30

Первоначально наносили грунтовочный слой из смолы без наполнителя толщиной 1—1,5 мм, затем после отверждения последней — переходный слой (около 10 мм) из эластичного полимербетона, армированного асбестом. Окончательную заделку производили мелкозернистым полимербетонном основного состава с последующей отделкой поверхности грунтовочным составом.

Многолетняя эксплуатация сооружения подтверждает эффективность предложенного метода: приток воды в тоннель полностью прекращен. Стоимость работ сократилась в 16 раз, их продолжительность — в 7.

Применение полимербетонных весьма перспективно. Однако необходимо помнить, что широкое их использование в транспортном строительстве требует обязательного соблюдения правил техники безопасности. Эпоксидные смолы и их отвердитель — полиэтиленполиамин (холодное отверждение) при длительном хранении требуют осторожного обращения с ними.

Для безопасного применения эпоксидных смол в подземных условиях необходимо установить предельно допустимые концентрации выделяющихся летучих веществ. Для летучих компонентов ЭД-5 и ЭД-6 (выделяющихся при нагревании смол до 60—90° и выше; при обычной температуре эпоксидные смолы — малолетучие жидкости) рекомендуется такая их концентрация, при которой содер-

жание эпихлоргидрина в тоннеле составляет 0,001 мг/л.

Проведение работ со смолой в тоннелях допускается на специально выделенных рабочих местах, оборудованных вытяжными устройствами. В железнодорожных и пешеходных тоннелях неотвержденные смолы, отвердители и растворители могут храниться в небольших количествах в хорошо закрытой таре и под вытяжной тягой.

Причиной загрязнения воздуха может явиться несовершенство технологии производства, а также отсутствие вытяжной вентиляции в местах загрязнения, разогрева эпоксидной смолы и приготовления ее смеси с отвердителем.

При применении эпоксидных смол необходимо добиваться устранения прямого контакта их с кожей, поскольку большинство соответствующих производственных операций выполняется, как правило, вручную. Удалять прилипшую к коже смолу рекомендуется мягкой бумажной салфеткой, затем вымыть руки горячей водой с мылом и щеткой. Лишь в случае значительного загрязнения разрешается использовать минимальное количество ацетона.

Для предупреждения контакта кожи рук с эпоксидными смолами и их отвердителями все работающие должны быть обеспечены полиэтиленовыми перчатками на бязевой подкладке или кожаными полуперчатками (для тонкого манипулирования). Рекомендуется также применять защитные пасты (или мази) типа мази Селисского.

При попадании отвердителей, в частности, аминов или ангидридов кислот на кожу или в глаза последние следует тщательно промыть водой.

Работающие с эпоксидными смолами должны обеспечиваться защитной спецодеждой, менять которую нужно не реже одного раза в неделю, а в случае облива — немедленно.

Хранение и прием пищи, а также курение при обращении с эпоксидными смолами запрещаются.

Усвоение правил предосторожности подтверждается подписью приступающего к работе.

Работающие с эпоксидными смолами и их отвердителями должны периодически проходить медицинские осмотры в соответствии с действующими инструктивно-методическими указаниями Министерства здравоохранения СССР. □

# ОЦЕНКА ФИЛЬТРАЦИОННЫХ СВОЙСТВ ВТОРИЧНЫХ БЕТОННЫХ ОБДЕЛОК КОЛЛЕКТОРОВ

Ю. ЯРОСЛАВЦЕВ,  
инженер

**Д**ОЛГОВЕЧНОСТЬ коллекторных тоннелей зависит от водонепроницаемости как самой несущей крепи, так и вторичных бетонных обделок. Начальный фактор, приводящий впоследствии к разрушению конструкции, а иногда и отдельных участков тоннелей, это — выщелачивающаяся реакция воды, фильтрующей через «сквозную» пористость и микротрещины. Последние оказывают пагубное воздействие на дальнейшую целостность вторичных обделок. Микротрещины наблюдаются в местах с наименьшими силами связей между частицами цементного камня или ими и зернами заполнителя. Трещинообразование — вполне закономерный процесс при твердении бетонной смеси. Однако, как известно, не все трещины являются путями фильтрации, а лишь с раскрытием от  $1 \cdot 10^{-4}$  до 2 мм, которые формируются за счет изменения структуры. В начальных стадиях большое действие оказывают способы уплотнения и процессы седиментации, а в последующих — температурно-влажностные условия твердения.

В настоящее время коллекторные тоннели в большинстве случаев проницаемы — продольные трещины, свищи, каверны, участки повышенной пористости. Причина — в технологии приготовления бетонной смеси, ее доставки, уплотнения и твердения. Заполнители (щебень, песок) еще не удовлетворяют требованиям по гранулометрическому составу и фракционированию, а активность цемента не превышает марки бетона. Подобные явления усугубляются спецификой возведения. Сюда относятся также применение сборно-разборных деревянных и металлических опалубок и ручной укладки, некачественное уплотнение, нарушение условий твердения. Накладывает свой отпечаток и расслоение при транспортировке бетонной смеси к устью шахты, а также дальнейшая ее доставка к месту укладки. Перечисленное свидетельствует

о необходимости строгого контроля каждого звена в технологическом цикле и особенно в процессе возведения.

Лабораториями кафедр СПСШ МГИ и Геотехнологии МГРИ проведены исследования. Они направлены на установление открытой (сквозной) пористости и коэффициента фильтрации вторичных бетонных обделок коллекторов в зависимости от технологии их возведения. Изучалось влияние водоцементного отношения (в/ц) и воздухововлекающей добавки (СПВ) на формирование открытой пористости и коэффициент фильтрации. На универсальном компрессионном приборе конструкции ОКБ ВНИИГиМ экспериментам подвергались образцы — цилиндры  $\varnothing 100$  мм и  $h=100$  мм. Изготовили две партии: с изменением в/ц=0,3, 0,4, 0,5 и различным процентом добавки СПВ 0,05%, 0,1%, 0,15%, отнесенной к массе цемента при постоянном в/ц=0,4. Процент открытой пористости определялся величиной водонасыщения образцов под вакуумом. Их взвешивали, затем устанавливали в камеру и герметично закрывали крышкой. В камере создавали разрежение порядка 10 мм рт. ст., пускали воду до полного погружения образца и выдерживали 15 мин., после чего вынимали, протирали насухо и взвешивали с точностью до  $\pm 0,1$  г. Приращение массы, выраженное в единицах объема воды, приравнивали к открытой пористости:

$$n = \Delta W = W_n - W_c. \quad (1)$$

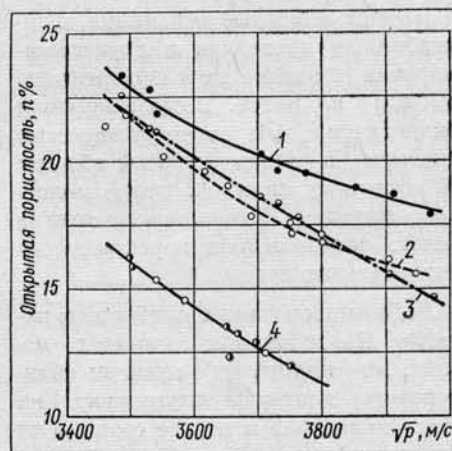
Для определения объемной и направленной фильтрации образцы готовили так: сначала изолировались торцевые поверхности, фильтрация была возможна лишь через боковую поверхность. Чтобы создать направленную, герметизировали боковую поверхность, и жидкость проникала только через нижнюю торцевую. Коэффициент фильтрации подсчитывали по формуле ГОСТа

19426-76 с учетом предлагаемых рекомендаций:

$$K_\phi = \eta K'_\phi \frac{Q \delta}{S t \Delta P}, \quad (2)$$

где  $\eta$  — коэффициент относительной вязкости воды для различной температуры;  $K'_\phi$  — коэффициент, учитывающий размеры и форму образца;  $Q$  — количество фильтра, см<sup>3</sup>;  $\delta$  — толщина образца, см;  $S$  — его площадь, см<sup>2</sup>;  $t$  — время, в течение которого изменяется объем фильтра;  $\Delta P$  — разность давлений на входе и выходе, атм.

По результатам открытой пористости ( $n$ ) и коэффициенту фильтрации в зависимости от изменения в/ц и СПВ представлена графическая зависимость (на рисунке кривые 1, 2).



Чтобы установить связь скорости прохождения упругих волн с процентом открытой пористости, выполнено также ультразвуковое прозвучивание каждого образца до и после эксперимента. Подсчет произвели по выведенной формуле:

$$n = 0,018 (V_{p\max} - V_p) + 2,8, \quad (3)$$

где  $V_{p\max}$ ,  $V_p$  — максимальная и скорость упругих волн в м/с; 0,018 и 2,8 — безразмерные коэффициенты.

Используя приближенную формулу (3), получаем:

$$K_\phi = K_0 \cdot n_{28}. \quad (4)$$

Здесь  $K_\phi$  — коэффициент фильтрации, см/сек;  $K_0$  — коэффициент скорости движения воды, принимаемой для В-6  $4 \times 10^{-7}$ , см/сек;  $n_{28}$  — пористость в 28-суточном возрасте.

Определив коэффициент фильтрации, сравнили его и пористость с данными, полученными стандартным способом.

В натуральных исследованиях изучалось влияние способов укладки и циклов



## О КРИТЕРИЯХ КАЧЕСТВА ТРАНСПОРТНОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ НАСЕЛЕНИЯ

В. КОСТЮК,  
канд. экон. наук

твердения вторичных бетонных обделок на их водонепроницаемость. Обследовано 8 коллекторных тоннелей диаметрами от 2 до 4 м, сооруженных трестами ГПР-1 и ГПР-3 Главмосинжстроя. Материалом служил гидротехнический бетон М-400, В-6, по водонепроницаемости усиленный армокаркасами. Применялась сборно-разборная деревянная и металлическая, а также цельнометаллическая опалубки. Открытую пористость и коэффициент фильтрации определяли на 28-е сутки с момента изготовления. В качестве регистрирующей аппаратуры использовали сейсмостанцию СНЦ (опытный вариант) с блоками накопления, памятью и автоматической записью. Обследовали участки в своде, стенах и лотковой части обделки.

Основным регистрирующим датчиком служили сейсмографы типа СВ-30, позволившие получить четкий «неразмытый» сигнал. Шаг сейсмоприемников установлен кратным 2 м. Упругие колебания в бетонной среде возбуждались механически. Основной схемой являлось прямое и обратное профилирование на базе 12 м. Регистрировались первые вступления продольных волн, строили годографы и рассчитывали скорости. Используя выражения (3) и (4), подсчитывали открытую пористость и коэффициент фильтрации (кривая 3).

Обследования показали, что факторами, оказывающими воздействие на проницаемость обделок, являются стесненные условия производства работ для  $\varnothing$  2 м по сравнению с  $\varnothing$  4. Выявлены расхождения в коэффициентах фильтрации по периметру сечения за счет ручной и механизированной укладки бетонной смеси. Условия твердения, как известно, оказывают существенное действие на формирование пористости и в итоге на коэффициент фильтрации. В наиболее благоприятном положении оказывается бетонная обделка, твердевшая во влажностных условиях (шелыга — лоток).

Поперечные значения коэффициента фильтрации близки к литературным данным и сильно отличаются от величин гидравлических испытаний. Это объясняется тем, что при таких испытаниях подвергается напору весь исследуемый участок (сюда входят неплотности в швах, каверны и другие дефекты, на которых происходят фильтрационные потери), в то время, как полученные результаты затрагивают только монолитный бетон. В данном различии кроются значительные резервы в повышении водонепроницаемости вторичных обделок, а следовательно, и долговечности тоннельной крепи. □

**С**ЛОЖИВШАЯСЯ система основных оценочных показателей работы предприятий городского транспорта (доходы, прибыль или снижение убытка, себестоимость, объем пассажироперевозок и др.) ориентирует эти хозяйства главным образом на улучшение финансовых результатов и не способствует выполнению главной задачи — систематически повышать качество транспортного обслуживания населения.

Несовершенство критериев и методов оценки эффективности работы предприятий городского транспорта в настоящее время отрицательно сказывается на наиболее правильном сочетании общегосударственных, коллективных и личных интересов транспортников.

Думается, настало время изменить существующий порядок планирования, финансирования и оценки хозяйственной деятельности предприятий городского пассажирского транспорта. В этой связи заслуживает внимания новый подход к выбору оценочных критериев. Основными показателями эффективности работы городского транспорта следует считать объем предоставленных транспортных услуг и их качество, а не простое сопоставление полученных доходов, прибыли (убытка) и производственных затрат.

Если эффективность работы промышленного предприятия можно оценивать его финансовыми результатами, то на пассажирском транспорте главным критерием должно быть качество обслуживания пассажиров.

Какой показатель следовало бы принять для этой цели? Поскольку население пользуется городским транспортом прежде всего для экономии времени, очевидно, основным критерием качества должно служить

время, затрачиваемое пассажиром как на поездку, так и на ожидание транспортных средств на остановках. Данная экономия является важным резервом увеличения свободного времени для населения. Качество работы городского транспорта, влияя на снижение усталости пассажиров, в значительной мере способствует повышению производительности общественного труда. Это и есть тот главный социально-экономический эффект, который получает общество в результате улучшения работы транспортных предприятий.

Время, затрачиваемое на поездку, определить нетрудно. Среднюю дальность нужно разделить на скорость движения. Что же касается ожидания транспорта на остановках, то его можно определить выборочным путем. Принимая за основу расчет перевезенных пассажиров и величину стоимости создаваемого общественного продукта за один человеко-час, можно подсчитать размер социально-экономического эффекта в денежном выражении.

Однако было бы неправильно ограничиваться одним лишь показателем времени при оценке качества транспортного обслуживания населения. Любой отдельно взятый показатель, каким бы универсальным он ни был, как правило, характеризует лишь одно какое-нибудь свойство качества. Наиболее полная его оценка может быть произведена лишь на основе системы показателей, к числу которых можно отнести:

качество перемещения — продолжительность поездки, время, затрачиваемое пассажирами на 1 км движения, плавность хода, безопасность движения и т. д.;

условия обслуживания — время ожидания транспорта на остановках,

# НОВАЯ КОНСТРУКЦИЯ СТЕН В СЛУЖЕБНЫХ ПОМЕЩЕНИЯХ МЕТРОПОЛИТЕНА

А. СЕМЕНОВ, Н. СИДОРИНА,  
инженеры

**С**ТЕНЫ и перегородки между служебными и техническими помещениями в вестибюлях, тяговых и понизительных подстанциях, под платформами станций до настоящего времени на всех метростроях выполняются из кирпича на песчано-це-

ментном растворе с последующей штукатуркой поверхности.

На станцию мелкого заложения с двумя вестибюлями и одной понизительной подстанцией в среднем требуется около 8000 м<sup>2</sup> стен, 6000 м<sup>2</sup> штукатурки, т. е. 900 м<sup>3</sup> кирпичной

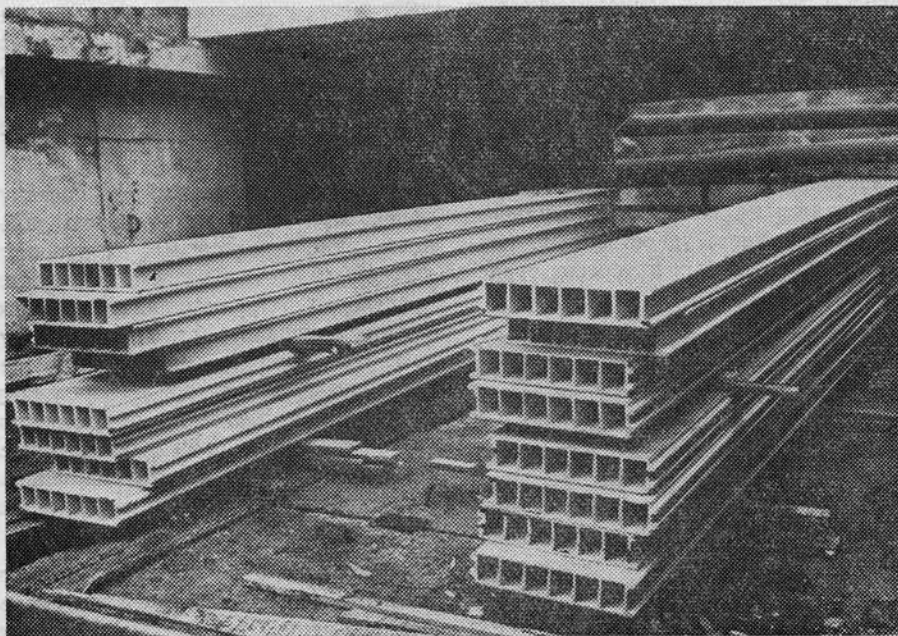
кладки. Для станции глубокого заложения с одним вестибюлем, понизительной подстанцией и подплатформенными помещениями необходимо кирпичных стен — 2000 м<sup>2</sup>, штукатурки — 4000 м<sup>2</sup>, что соответствует объему кирпичной кладки — 600 м<sup>3</sup>.

Возведение таких конструкций требует применения большого количества ручного труда (каменщиков, штукатуров) и расхода дефицитного материала — кирпича.

Попытка строить стены сборными из железобетонных элементов заводского изготовления не дала положительных результатов по причине большого разнообразия типоразмеров и необходимости последующей штукатурки поверхностей стен.

В 1975 г. Метрогипротранс разработал проект сборных облегченных стен-перегородок между служебными помещениями из асбоцементных пустотелых экструзионных панелей марки ПАЭ. Впоследствии эта работа была включена в план новой техники проведения научно-исследовательских и опытно-экспериментальных работ и продолжена Метрогипротрансом совместно с ЦНИИСом.

Стены-перегородки состояются из экструзионных панелей, установ-



Экструзионные панели

обеспеченность пассажиров местами (наполняемость) и комфорт последних, температура воздуха и его влажность внутри салона, освещенность вагонов и их санитарно-гигиенический вид, беспересадочность сообщений, соответствие маршрутов направлению пассажиропотоков;

надежность работы транспорта — регулярность, частота движения, безаварийность, количество сходов ваго-

нов с рельсов, число наездов, столкновений, случаев обрыва проводов, количество возвратов подвижного состава в депо и число заходов в тупик по техническим неисправностям и т. д.

Приведенная система, разумеется, не единственно возможная. Она требует дальнейшего изучения и совершенствования, но, видимо, может быть одним из первоначальных ва-

риантов обобщения и систематизации того различного рода показателей, которые имеются в практике. Оценка эффективности работы предприятий городского транспорта на основе показателей качества стимулировала бы не только улучшение обслуживания населения, но и, что очень важно, положительно сказалась бы на повышении производительности общественного труда. □

ливаемых вертикально на железобетонные перекрытия основной конструкции в паз, образуемый двумя уголками прокатного профиля или швеллером, втиснутыми в подготовительный песчано-цементный слой под чистым полом.

Сопряжение панелей с потолком осуществляется через алюминиевые уголки, пристреленные к железобетону верхнего перекрытия.

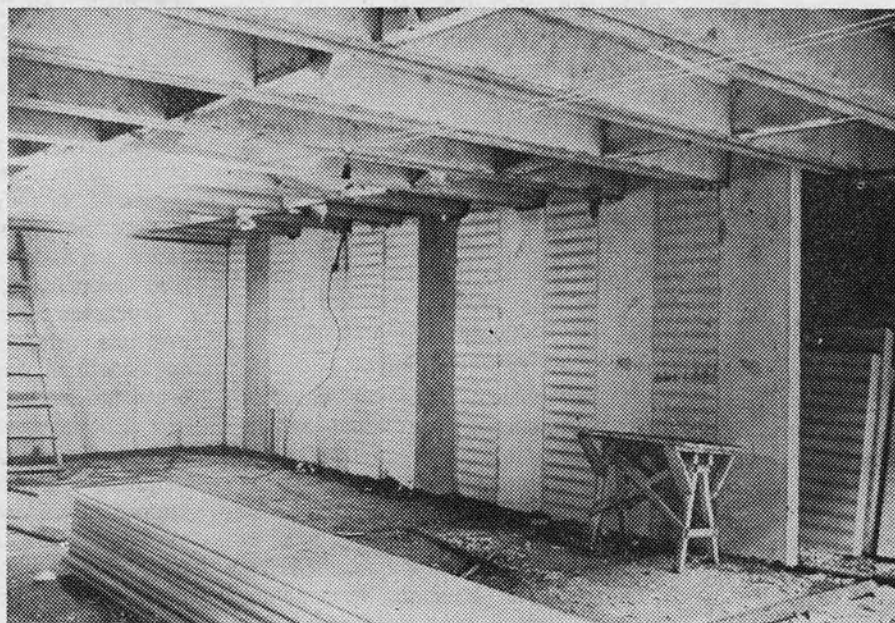
Панели имеют ширину 60 см, толщину — 12 и 6 см, с одного края — паз, с другого — гребень; изготавливаются они производственным предприятием Министерства

Московским метростроем на строительстве Калининского и Серпуховского радиусов. Опыт оказался удачным и прогрессивным.

В Главтоннельметрострое проведен семинар по теме: «Возведение внутренних перегородок в вестибюлях, электроподстанциях и в подплатформенных помещениях станций метрополитенов с применением экструзионных асбоцементных панелей взамен кирпичной кладки».

— Переход при строительстве стен и перегородок на облегченные экструзионные панели из асбоцемента, изготавливаемые заводским спосо-

Участники семинара прослушали доклады и сообщения по вопросам проектирования и монтажа конструкций стен из асбоцементных экструзионных панелей заводского изготовления на стройках Главка. В частности, главный инженер Мосметростроя П. С. Исаев и главный инженер СМУ № 8 Л. А. Евдокимов рассказали о положительном опыте возведения внутренних стен из асбоцементных экструзионных панелей на строительстве Калининского и Серпуховского радиусов столицы. Хотя панели ставились пока вручную, без применения механизации, процесс



Служебные помещения из экструзионных плит на строящейся станции «Тульская»

промышленности строительных материалов в Воскресенске Московской области.

Соединяются панели в шпунт, образуемый пазом на одной панели и гребнем на соседней. Поверхность получается ровная и гладкая, не требующая последующей обработки, кроме покраски.

Стены, собранные из экструзионных панелей, являются огнестойкими, прочными, долговечными, легко поддаются сверлению. Панели при монтаже можно пилить, строгать и обрубать топором, что очень важно при креплении оборудования и прокладки коммуникаций.

Впервые стены и перегородки из асбоцементных экструзионных панелей в опытном порядке применены

бом, — сказал, открывая семинар, главный инженер Главтоннельметростроя С. Н. Власов, — позволит при незначительном увеличении стоимости (около 1% стоимости вестибюля) существенно улучшить качество, исключить мокрые процессы и более чем в 3 раза снизить трудозатраты.

В семинаре приняли участие метростроители Москвы, Ленинграда, Киева, Харькова, Ташкента, Минска, Горького, Еревана, Новосибирска, представители Главного технического управления, Главтоннельметростроя, проектных организаций и ЦНИИСа. Среди них бригады проходчиков, горные мастера, начальники участков, технических и производственных отделов и начальники СМУ метростроев.

монтажа шел во много раз быстрее, чем при возведении стен из кирпича. На Московском метрострое экструзионные асбоцементные панели успешно использовались при строительстве временных сооружений.

Участники семинара ознакомились с материалами конструкций внутренних стен, собираемых из облегченных асбоцементных экструзионных панелей, и проектами механизации их монтажа. Для большей наглядности был организован показ механизированного монтажа внутренних стен из экструзионных панелей на строящейся станции «Тульская» Серпуховского радиуса и душевого кабинета СМУ № 3, сооруженных с применением экструзионных панелей. □

# ИНВЕНТАРНЫЕ ЗДАНИЯ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ И МОНТАЖНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ

А. АЛЕКСАНДРОВ

**«Н**ОВАЯ ПЯТИЛЕТКА, — сказал в своем докладе на XXVI съезде партии товарищ Л. И. Брежнев, — будет серьезным экзаменом для строителей». Чтобы выдержать его, надо шире внедрять прогрессивные методы производства, современную технику. Сложные задачи стоят перед тоннеле- и метро-строителями при освоении новых районов Сибири и Дальнего Востока. Землепроходцы в новых необжитых районах должны располагать необходимыми условиями для работы и отдыха. Это жилые дома, магазины, столовые, бани, амбулатории, детсады, ясли. Требуется строительство и временных поселков. Их возводят из инвентарных, т. е. сборно-разборных зданий, то же самое относится и к объектам промзоны. Они должны отвечать специфике отдаленных районов — периодическое перемещение вместе с производством тоннельных работ. Соответственно к инвентарным зданиям предъявляются свои требования и главное — транспортабельность в виде отдельных конструкций или блоков-контейнеров. Выбирая их размеры, проектировщикам необходимо учитывать средства транспортировки и монтажа. Следует брать в расчет и технологию заводского изготовления (легкость конструкций, простота соединения-разъединения узлов и т. п.), наличие или отсутствие сетей водоснабжения и канализации, природно-климатические условия. Комплексный подход удовлетворит все требования архитекторов, конструкторов, технологов, а главное тех, кому работать и жить во временных зданиях.

Недавно на ВДНХ СССР работала отраслевая выставка «Инвентарные здания для строительных и монтажных организаций». Организованная Госстроем СССР, она ярко продемонстрировала развитие инвентарно-

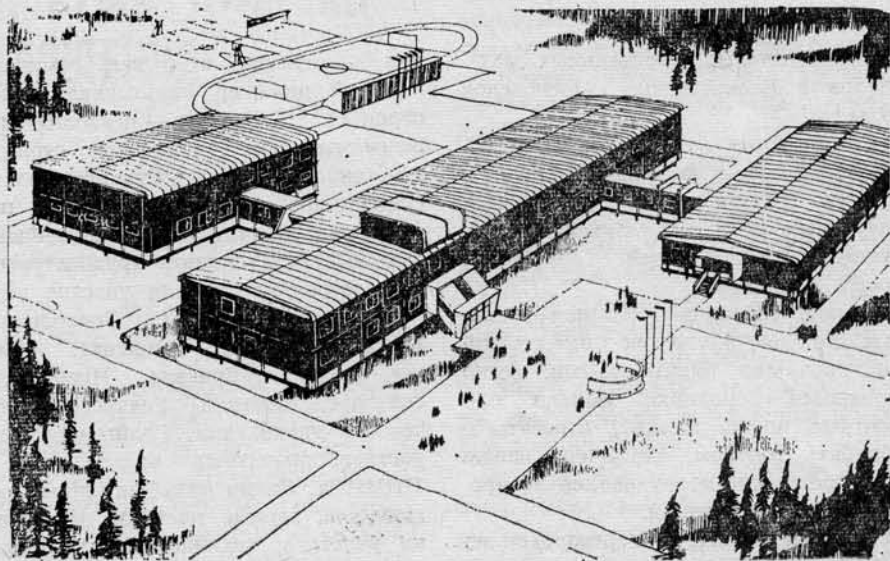
го домостроения в нашей стране. Экспозиция посвящалась росту сборно-разборного и контейнерного домостроения. Минтрансстрой представил четыре стенда, в частности, здания контейнерного типа для временных поселков транспортных строителей; передвижное общежитие серии ПТС.

Внимание посетителей привлекли трехкомнатный жилой дом из объемных блок-контейнеров, изготовленный на Солгинском ДСК Главстройпрома, а также передвижной кабинет по технике безопасности Пушкинского РМЗ Главстроймеханизации.

Инвентарные здания применяются для комплексной застройки временных поселков от 500 до 2000 жителей, в том числе и для БАМа. Здания эксплуатируются в регионах с расчетной температурой  $-50^{\circ}\text{C}$  и вечномерзлыми грунтами. Объемный блок собирается из плоских трехслойных панелей (пол с металлической обвязкой, четыре стены и потолок) на спе-

циальном стенде с проклейкой швов и закреплением шурупами. Панели включают деревянный антисептированный и антиперированный каркас (из брусков, соединяемых в стыках кляммерами), обшитый с двух сторон твердой древесно-волоконистой 7-мм плитой. Утеплитель — фенольный пенопласт марки ФРП-1, плотностью  $60\text{ кг/м}^3$ . Заливка утеплителя и приклейка обшивки производятся на специальном прессе. Наружные листы — из профилированных пропитанных антипиренами досок, асбестоцементных или цементно-волоконистых плит. Серийное производство контейнерных зданий налажено на Нижнеудинском заводе. Ими оснащаются строительномонтажные подразделения Минтрансстроя. Опытные образцы объемных блоков прошли всесторонние испытания, проведенные ЦНИИСом. Проекты зданий разработаны Гипропромтрансстроем. В каждом можно разместить: жилой дом, общежитие на 5 человек, здравпункт с изолятором на две койки, пункт бытового обслуживания на 5 рабочих, библиотеку, контору прораба, гардероб.

Представлял интерес экспонат под девизом «Модуль». Это здание сборно-разборной панельно-стоячной конструкции полной заводской готовности. Поставляется оно комплектно. В одно- и двухэтажном доме размещаются административно-бытовые и жилые помещения. Основные элементы — панели наружных стен и пола, покрытия и внутренние стойки. Первые — клефанерные с металлическим каркасом. Стойки из стальных квадратных труб. Панели перегоро-



Общественные здания для строительства базовых поселков.

док — самонесущие, клефанерные. Все конструкции заполнены эффективным утеплителем — мочевиноформальдегидным пенопластом марки МФП-3 заливочной композиции в виде «жидкой пены», которая непосредственно высыхает в конструкциях. Он отличается низким коэффициентом теплопроводности (не более 0,04 ккал/м.ч.°С), плотностью — 15—30 кг/м<sup>3</sup>, водопоглощением не более 0,5—0,8 кг/м<sup>2</sup>, устойчив к вибрации, обладает хорошей упругостью.

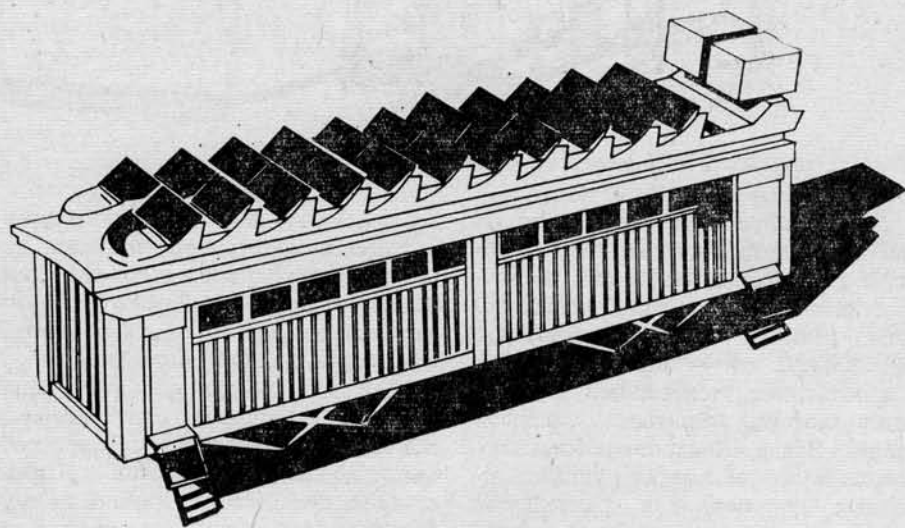
общезитие ОПТС и кабинет техники безопасности, разработанные ПКБ Главстроймеханизации Минтрансстроя и выпускаемые Пушкинским РМЗ. Жилые и технические помещения, инженерное оборудование и другие устройства размещены в цельнометаллическом кузове. Он смонтирован на металлическом шасси с поворотной тележкой и дышлом, двумя осями, рессорами и колесами на грузолентах. Кузов собирается из двух боковых и двух торцевых щитов перего-

для жилых и технологических помещений. Спальный блок на 12 чел. снабжен системой приточно-вытяжной вентиляции. Подобными системами обеспечены баня, прачечная и столовая. В остальных блоках естественная вентиляция. Все они оборудованы электровоздушным отоплением с автоматической регулировкой температуры. Для установки блоков фундаменты не требуются. Систему ЦУБов разработали Главстройпром и 21 ДОЗ. Мобильные жилые комплексы предназначены для 25, 36, 48, 72 и 96 человек.

Трест Мосгорпромстрой показал здания контейнерного типа для размещения инструментальной кладовой, столярной, слесарной и электроремонтной мастерских, бытовых помещений, раздаточной и столовой на 50 мест, двухэтажных бытовых помещений на 364 чел. Несущая конструкция — стальной каркас. Наружные стены и перегородки — щитовые с двусторонней облицовкой по деревянному каркасу асбестоцементными листами и утеплителем из минераловатных плит. Кровля — из оцинкованной листовой стали. Здания бытовых помещений собирают из контейнеров 8×3,5×3,1 м на болтах. Здание рассчитано на многократную оборачиваемость, срок службы 15 лет. Стеновые панели для столовой, раздаточной и бытовых помещений с наружными обшивками из строганой шпунтованной доски, внутренними — из водостойкой фанеры. В мастерских — наружные обшивки из стальных листов, внутренние — из асбестоцемента.

Производственное объединение Волгоградского облисполкома экспонировало контейнерные здания — общежития и блок-столовой типа ИЗКТС-Б36-0 для северных регионов страны. Блок (10,8×6,3×3 м) состоит из объемно-сварного металлического каркаса, покрытого снаружи стальным листом, а изнутри — древесно-стружечной плитой. Утеплитель — минераловатные плиты. Кровля — стальная двускатная.

Павлодарский завод инвентарных санитарно-бытовых помещений продемонстрировал контору прораба на три рабочих места. Она из металлодеревянной конструкции контейнерного типа. Собрана из отдельных продольных и торцевых панелей, внутренних перегородок, крыши и рамы с полом. Последний снизу покрыт гладким металлическим листом, сверху — релином по деревянным доскам, приме-



Гелиодушевая.

Элементы несущего остова соединяются унифицированным безболтовым узлом, обеспечивающим многократный монтаж и демонтаж сооружения. Стыки между панелями уплотняются при монтаже. Все элементы здания с предварительной отделкой: полы — из поливинилхлоридного линолеума, в санузлах — из бакелизированной фанеры. Крыша совмещенная, плоская. Кровля из битумно-наиритовых мастик или четырехслойная рубероидная на битумной мастике. Здание снабжено приточно-вытяжной вентиляцией, водоснабжением от постороннего источника отопления (электроснабжение — 220/380 вольт).

Стройка подобных масштабов, какой является БАМ, растянувшаяся по неосвоенным районам на 3 тыс. километров, сталкивается с большими трудностями. Необходимо не только проложить рельсы в тайге, но и пробить в хребтах тоннели, обустроить станции, поднять поселки. Для временного размещения строителей тоннельных отрядов, СМП и других подразделений необходимо иметь легко перевозимое жилье. Этому отвечает

родок, пола и крыши. Теплоизоляция щитов — пенопласт или пенополиуретан — укладывается между обшивками.

Киевский институт КиевЗНИИЭП демонстрировал два здания типа общежитий на 3—5 и на 25 человек, собираемые из блок-контейнеров размерами 10×3×2,9 м, массой 6 т системы «Тюмень». Каркас контейнера — из гнутых стальных профилей, ограждающие конструкции — из легких трехслойных панелей с наружной обшивкой из алюминиевого гофрированного листа, внутренней — из древесноволокнистой плиты. Каркас панелей — деревянный. Утеплитель — пенопласт марки ФПП-1 или пенополистирол. На плоской безрулонной крыше уложен слой фольгоизола. На 1 м<sup>2</sup> общей площади расходуется: стали — 41 кг, алюминия — 12,5 и древесины — 0,09 кг.

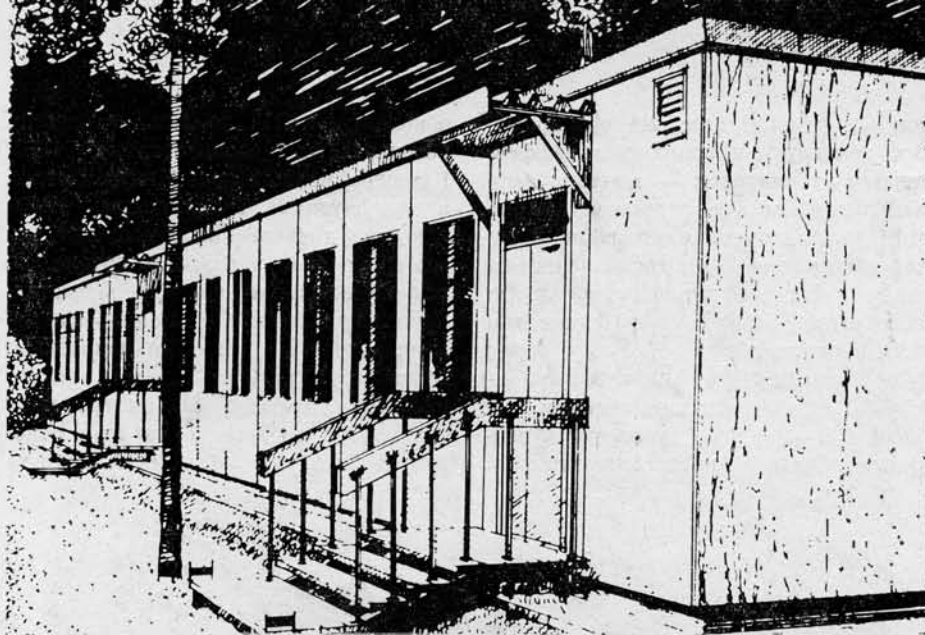
Для размещения в труднодоступных и малоосвоенных местах мобильных комплексов для строителей, геологов, нефтяников и газовиков разработаны металлические цилиндрические унифицированные блоки ЦУБ-3-21-75

жуток заполнен утеплителем из пенопласта ФРП-1. Стены и крыша снаружи обшиты металлическим гофрированным листом, изнутри уложены древесно-стружечными плитами. Утеплитель — ФРП-1.

Главмосмонтажспецстрой изготовляет инвентарные контейнерные здания под девизом «Универсал», где размещаются: гардероб, помещения для обогрева и отдыха, прорабские, здравпункт, кабинет техучебы, складские помещения, буфет и др. Контейнер состоит из металлического каркаса и ограждающих конструкций — из трехслойных металлических панелей с профилированными обшивками.

Конструкция типа «Универсал» обеспечивает блокировку зданий по вертикали и горизонтали и позволяет варьировать объемно-планировочные решения строительных городков с набором необходимых помещений. Габариты здания — 6,4×3,1×2,7 м.

На выставке демонстрировались инвентарные одно- и двухэтажные здания из блок-контейнеров системы «Монтаж», разработанные КиевЗНИИЭПом совместно с СКБ ВНИИ-монтажспецстрой. Оригинально решение инвентарной гелиодушевой, которой можно пользоваться в экспедициях, на базах отдыха, полевых станциях. Здание размером 13,5×3,3 м и массой 10 т монтируется из двух контейнеров. На плоской кровле последних установлены гелионагреватели общей площадью 15 м<sup>2</sup> и два бака емкостью 1,5 м<sup>3</sup> для горячей (45÷55°C) и холодной воды. Зимой или при недостаточной солнечной радиации вода доводится до нужной температуры с помощью котла на твердом топливе. Приборы отопления — плоские стальные радиаторы РЗС. Такая система горячего водоснабжения дает экономно условного топлива 2,38 т в год на одну душевую.



Инвентарная сборно-разборная конструкция.

Главленинградстрой представил на выставку унифицированные контейнеры для размещения в них различных инвентарных зданий. Техническое решение последних (7,34×3,08×3,09 м) — стальной каркас с заполнением утепленными деревянными щитами, обшитыми листовой сталью. Завод «Ленпроммеханизация» освоил массовый выпуск унифицированных фургонов для размещения различных производственных помещений. Кузов — деревянный каркас, утеплитель и обшивка из листовой стали. Ходовая часть — двухосный прицеп на колесах с грузоплотом, поворотным устройством и дышлом. Габариты — 8,85×2,9×3,8 м.

Для застройки базовых поселков с населением от 250 до 2000 чел. в I климатическом районе с расчетной температурой наружного воздуха —60°C и различными грунтовомерзлыми условиями ЛенЗНИИЭП разработал серию сборно-разборных каркасно-панельных зданий типа детских яслей-садов и школ на 80 и 392 учащихся. На легкий каркас навешиваются трехслойные алюминиевые пане-

ли с плитным минераловатным утеплителем и монтируются щитовые деревянные перекрытия и перегородки. Элементы зданий позволяют использовать для их перевозки любые виды транспорта, включая и воздушный.

Щекинский деревообрабатывающий комбинат экспонировал контейнерные здания, где размещаются: гардеробная, душевая и столовая. Каркас сварной, цельнометаллический из гнутых профилей. Наружная обшивка — из листовой холоднокатаной стали, внутренняя — из древесно-волоконистых плит. Утеплитель — минераловатные плиты или пенопласт. Отопление электрическое — типа ПЭТ.

Выставка «Инвентарные здания для строительных и монтажных организаций» показала, что за последние годы значительно выросло число таких зданий, повысилось их качество. Все это создает благоприятные условия для строительных организаций, ведущих работы в отдаленных и сложных климатических условиях, а также для размещения семей строителей, геологов, нефтяников в максимально комфортной обстановке. □

## МУЗЕЙ В МЕТРО

А. СЛАДКОВ

ПРИ СООРУЖЕНИИ метро в мексиканской столице, вместе с пригородами насчитывающей около 15 млн. чел., обнаружены археологические находки. В толще земли строители увидели неизвестные ранее поселения портных и ткачей, старинные орудия производства и предметы обихода, места захоронения. Недавно

на проходке одной из станций, там, где когда-то находилось исчезнувшее озеро Текскоко, открыты солеварни. Именно здесь ацтеки начали возводить свою столицу Теночтитлане, нынешний город Мехико.

Как же поступили с трофеями, добытыми археологами и строителями? На станциях метро решили установить специальные витрины с наиболее интересными находками. Среди них — стрелы с наконечниками, браслеты, серьги, предметы кухонной утвари. Экспонаты привлекают большое

внимание пассажиров, которые, находясь в метро, одновременно становятся и посетителями археологического музея.

Сооружение подземных скоростных трасс в Мехико началось вскоре после проведения здесь Олимпийских игр 1968 г. В 1970 г. ввели в строй первые станции. Ежедневно три линии метро перевозят около трех миллионов пассажиров, что составляет одиннадцать процентов жителей Мехико, пользующихся общественным транспортом. □

## РЕЛЬСОВЫЙ ТРАНСПОРТ НА СТРОИТЕЛЬСТВЕ ПОДЗЕМНЫХ СООРУЖЕНИЙ

Д. ДЕНОАК, Т. СЛЕМЗИНА,  
инженеры

**П**О ДАННЫМ журнала французской Ассоциации подземных работ «Тоннели и подземные сооружения» (№ 40, 1980 г.), применение рельсового транспорта на откатке породы ограничено: уклон путей при этом не должен превышать нескольких промилле, выработки должны быть достаточно сухими и чистыми. Избыток влаги и пыли при уклонах выше 2‰ делает использование рельсового транспорта нежелательным с точки зрения техники безопасности и экономики.

В современном подземном строительстве наиболее употребительны колеи 600 мм, 750, 1000 и 1440 мм. Применяются также транспортные средства с колеей 900 и 1200 мм. Отношение ширины вагона к величине колеи — не более 2,2.

Емкость вагонов не превышает 15 м<sup>3</sup>. Эта статья представляет несколько их типов.

Чаще всего на вывозке породы используют вагоны с поворотным кузовом и одной поворотной стенкой для односторонней разгрузки. Геометрическую ось поворота кузова располагают в плане за пределами шасси и вблизи продольной оси вагона. В первом случае разгрузка, требующая приложения к кузову значительных усилий, может быть автоматизирована и производится тогда во время движения состава без остановки и расцепки вагонов. В этом преимущество вагонов с односторонней разгрузкой. Совершенствование конструкции подобных вагонов ведется по нескольким направлениям: приближение геометрической оси поворота кузова к продольной оси вагонов, уменьшение высоты центра тяжести и диаметра колес.

Широко используются за рубежом вагоны с односторонним опрокидыванием фирмы «Мюльхаузер» (ФРГ).

Она выпускает 16 типоразмеров с емкостью кузова от 3 до 25 м<sup>3</sup> для рельсовых путей с колеей от 600 до 1200 мм (рис. 1). Удобнее всего вагоны емкостью до 6 м<sup>3</sup>. При сооружении австрийского гидротехнического тоннеля ГЭС Лангенегг (длина 5,5 км,

диаметр 3,9 м) откатку породы производили составами из 7 вагонов этой фирмы (емкость по 4 м<sup>3</sup>). На строительстве тоннеля ГЭС Зельрайн — Зильц (Австрия) применили комбинированную систему откатки: вывозили породу такими же вагонами — 6 м<sup>3</sup>

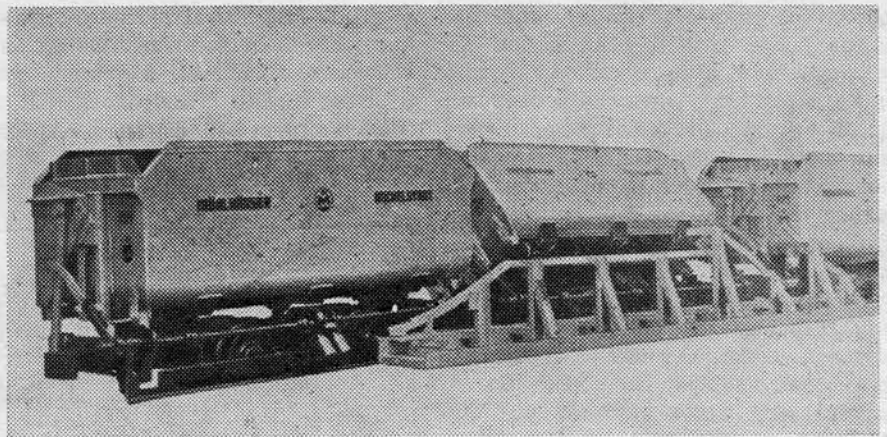


Рис. 1

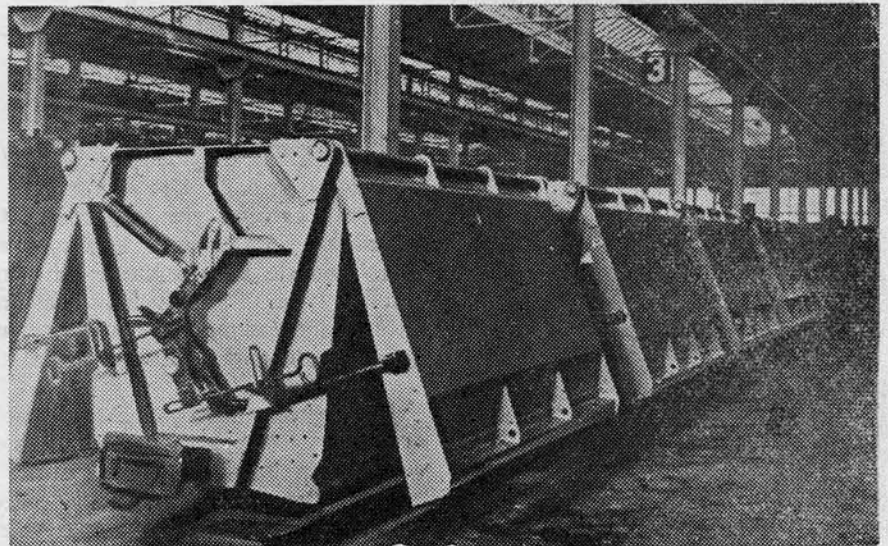


Рис. 2

каждый, а загружали ее с помощью дополнительной, промежуточной между породопогрузочной машиной и ленточным конвейером емкости — вагона с донным питателем фирмы «Хэглундс» (Швеция).

Распространены также вагоны с двумя подвижными боковыми стенками, обеспечивающими двустороннюю разгрузку (рис. 2). Они, как правило, тяжелее вагонов с односторонней разгрузкой, центр тяжести у них выше, поэтому менее устойчивы в транспортном положении. Кроме того, во время разгрузки следует фиксировать шасси относительно рельсового пути при повороте кузова. Это улучшает и ускоряет процесс, но может вызвать опрокидывание вагона, так как разгрузка происходит резко.

Разгрузка вагонов с двумя подвижными стенками практически не автоматизируется. Это стало причиной их меньшего распространения.

Об изготовлении глухих вагонов с опрокидным кузовом подобных опрокидным метростроевским вагонам и вагонам типа УВО-1 Минуглемаша в зарубежной периодической печати и в каталогах специализированных фирм не упоминается. Вагоны с глухим опрокидным моноблочным кузовом используются за рубежом значительно реже вагонов с боковой разгрузкой и, главным образом, на вывозке сильно увлажненного грунта для уменьшения загрязнения выработок. Торцевые и боковые стенки их кузовов снабжены рельефами жесткости различной формы, обращенными как наружу, так и внутрь (рис. 3). Глухие вагоны нередко производят

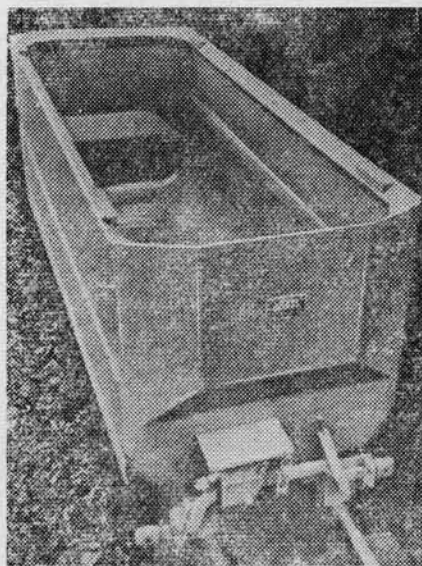


Рис. 3

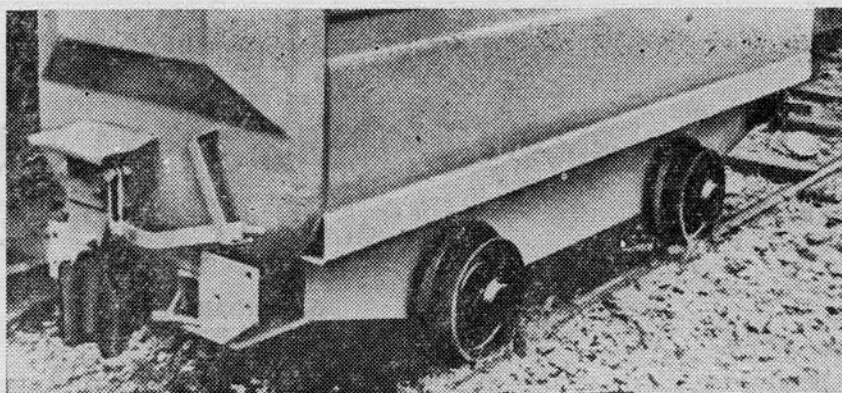


Рис. 4

безрамными, при этом кузов крепится непосредственно на колесную ось.

Большинство перечисленных типов вагонов при всем различии конструктивных решений их кузовов обладает рядом унифицированных элементов. Сцепки вагонов обычно автоматические. В ряде случаев они снабжены рычагом для дистанционного управления расцепкой вагонов. Такими авто сцепками оснащены, например, трехкубовые вагоны с моноблочными кузовами (рис. 4) фирмы «Арбель» (Франция).

простоев решается путем совершенствования методов загрузки в выработках и более широкого применения специализированных транспортных средств, снабженных своими транспортирующими органами.

В практике подземного строительства известны бункер-поезда с горизонтальным донным скребковым конвейером типа ВЗ-40 (рис. 6) фирмы «Зальциттер» (ФРГ). Конвейер выполнен на базе трехрядной круглозвенной цепи с гидравлическим натяжным устройством. Вместимость

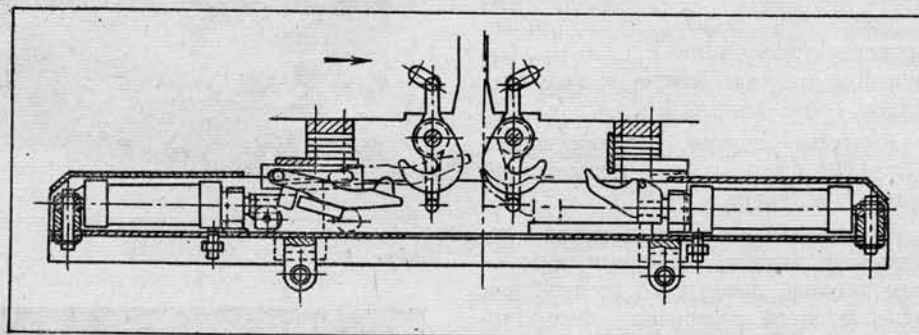


Рис. 5

Используются и крюковые сцепки, но в этих случаях в местах сцепки и расцепки вагонов устанавливают специальные устройства с пневмоприводом, которые механизмируют эти операции (рис. 5). Механизированная сцепка и расцепка вагонов позволяет увеличить длину и соответственно емкость кузова.

В отличие от отечественных колеса вагонов, выпускаемых за рубежом, устанавливают не на роликовые, а на шариковые подшипники; шасси снабжены амортизаторами или рессорами, листовыми либо витыми.

Проблема сокращения времени

бункер-поезда — 40—50 м<sup>3</sup>, загрузочная высота — 1400 мм. Поезд состоит из 22 бункер-вагонов. Колея рельсового пути — 600 мм, наименьший горизонтальный радиус для груженого поезда — 35 м, наибольший допустимый уклон пути 1:30. Бункер-поезда такого типа используются, главным образом, при проходке коротких выработок с малым сечением.

Широко применяются также в сочетании с полнозахватными породопогрузочными машинами составы вагонов с наклонным донным конвейером типа отечественных ВПК-7 и



ВПК-9. Фирма «Хэгглюндс» производит вагоны емкостью до 11,5 м<sup>3</sup>, с жесткой базой 5600 мм. Наименьший радиус кривых — 12 м при скорости 5 км/час. Приводом конвейера каждого вагона служат два пневматических двигателя по 20 л. с., обеспечивающие выгрузку породы в течение 1,5—2 мин.

Нередко один состав вагонов с наклонным донным конвейером используется как для приема породы, так и для ее вывоза. При этом хвостовой вагон постоянно находится у забоя, за породопогрузочной машиной и служит вагоном-накопителем, а головной применяется для откатки. Продолжительность передачи породы из накопителя в головной — около 2 минут. Такая интенсивность перегрузки при малых сечениях забоя (до 14 м<sup>2</sup>) обеспечивает непрерывную проходку: общая продолжительность откатки породы и возвращения по-

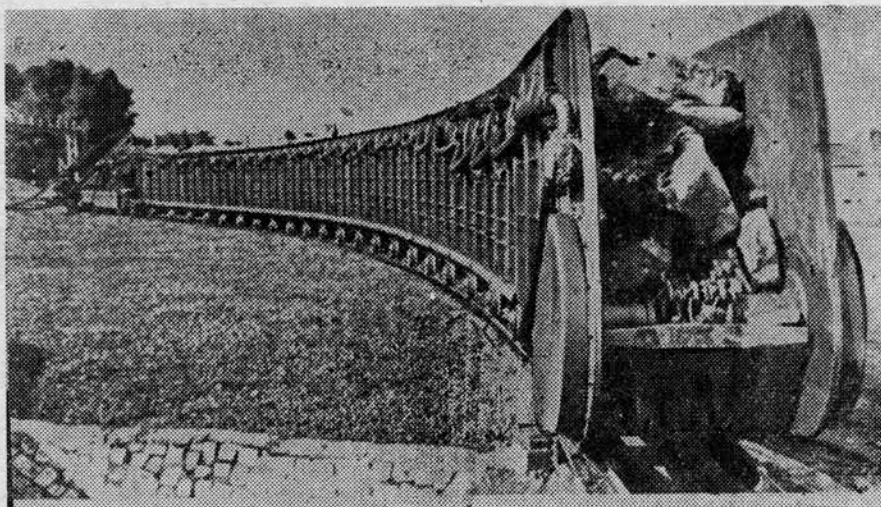


Рис. 6

рожного вагона к забою меньше, чем продолжительность заполнения вагона-накопителя. Подобная технологиче-

ская схема при определенных условиях позволяет отказаться от второго рельсового пути. □

## АВТОСТРАДА ЗЕЕЛИСБЕРГ

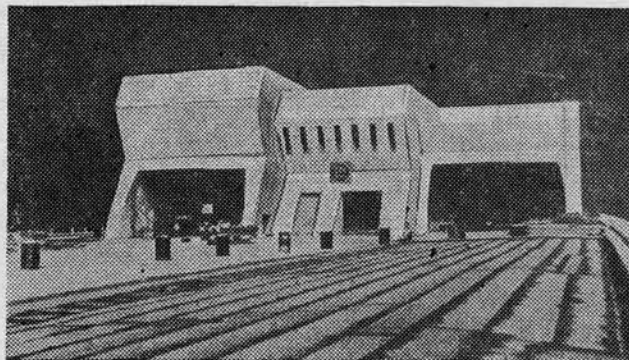
**ЗАВЕРШЕНО** строительство тоннельного комплекса Зеелисберг — одного из участков трансшвейцарской автостреды № 2, ведущей от Базеля (северная граница) до Италии (южная). Поздняя сдача дороги в эксплуатацию объясняется рядом причин: трасса, которая будет сдана в 1987 г., проложена в исключительно сложных инженерно-геологических условиях; в нее включены уникальные транспортные сооружения: тоннель Сен-Готард, виадук Беккенрид, потребовавшие вложения значительных средств, и т. д.

Комплекс Зеелисберг состоит из двух параллельных тоннелей по 9,3 км с односторонним движением.

Строительство тоннелей и вентиляционных шахт продолжалось 9 лет. Наличие на трассе очагов взрывоопасного газа — метана удлинило намеченные сроки. В зависимости от свойств горного массива использовали как буровзрывной способ, так и механизированное щитовое оборудование, в которое входил одноковшовый экскаватор «Биг Джон» для разработки забоя и погрузки породы. Откатку ее производили двумя вагонами «Мини Кар» емкостью 140 м<sup>3</sup> каждый. Средняя скорость проходки — до 10 м/сут., максимальные показатели — 19,5 или 322,5 м/мес.

Метод сооружения определил форму тоннелей: круглую (площадь сечения — 115 м<sup>2</sup>) после щита и подковообразную (площадь — до 125 м<sup>2</sup>) после взрыва. Ширина

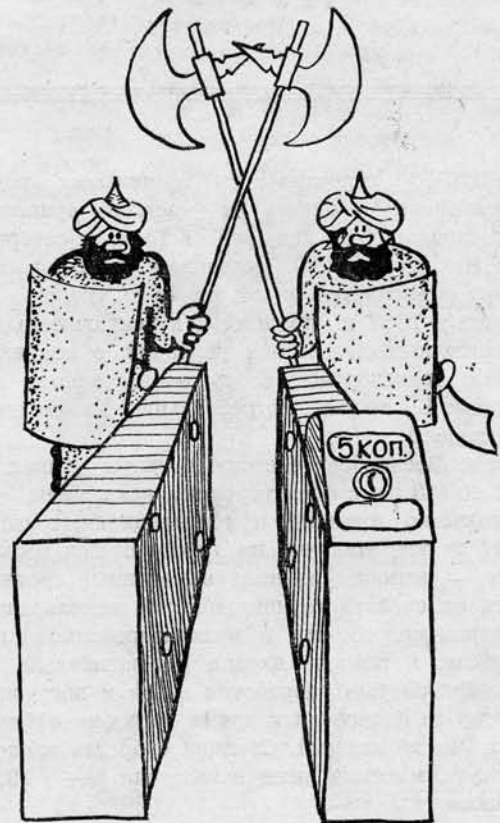
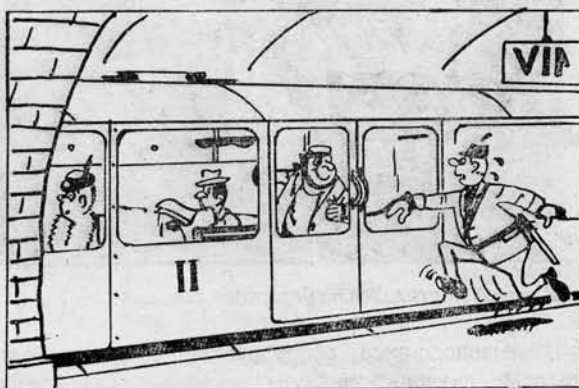
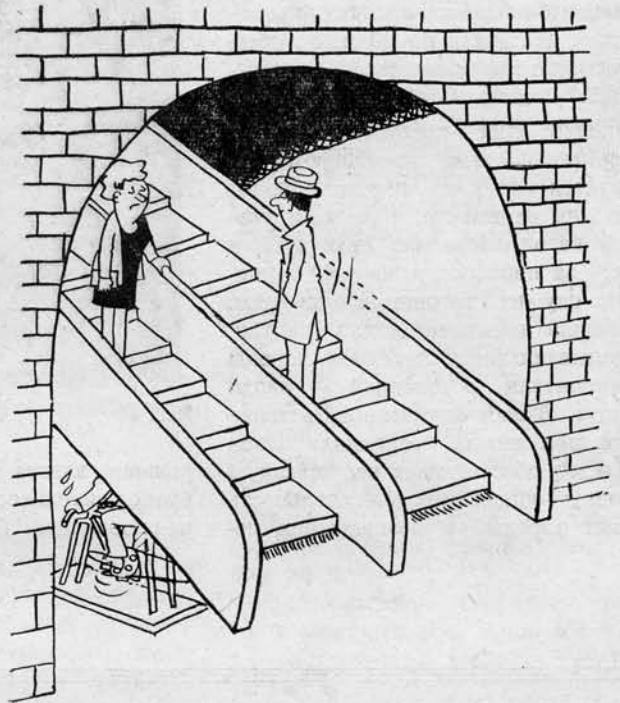
проезжей части в обоих случаях одинакова — 7,5 м. Особое внимание, так же, как на сооружении тоннеля Сен-Готард, было уделено вопросам вентиляции и безопасности при эксплуатации. Около 17 тыс. киловатт электричества постоянно расходуется на проветривание: ежесекундно 20 установок нагнетают через отверстия, расположенные с шагом 8 м, 3450 м<sup>3</sup> воздуха. Система освещения потребляет около 1600 киловатт. Она оборудована флюоресцентными лампами с дистанционно регулируемой мощностью, режим работы которых меняется в зависимости от места расположения и времени суток. Это дает возможность водителю адаптироваться при въезде в тоннель. Через каждые 50 м установлены аварийные светильники, 300 м — телевизионные камеры контроля состояния движения и трехцветные светофоры, которые работают в автоматическом режиме и на ручном управлении.



Южный портал Зеелисбергского тоннеля

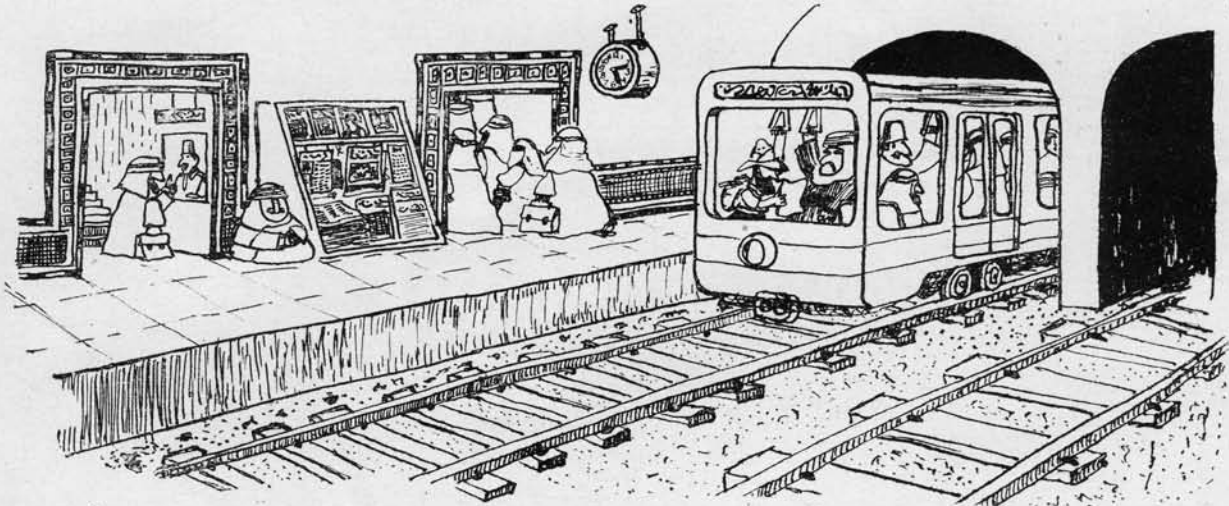
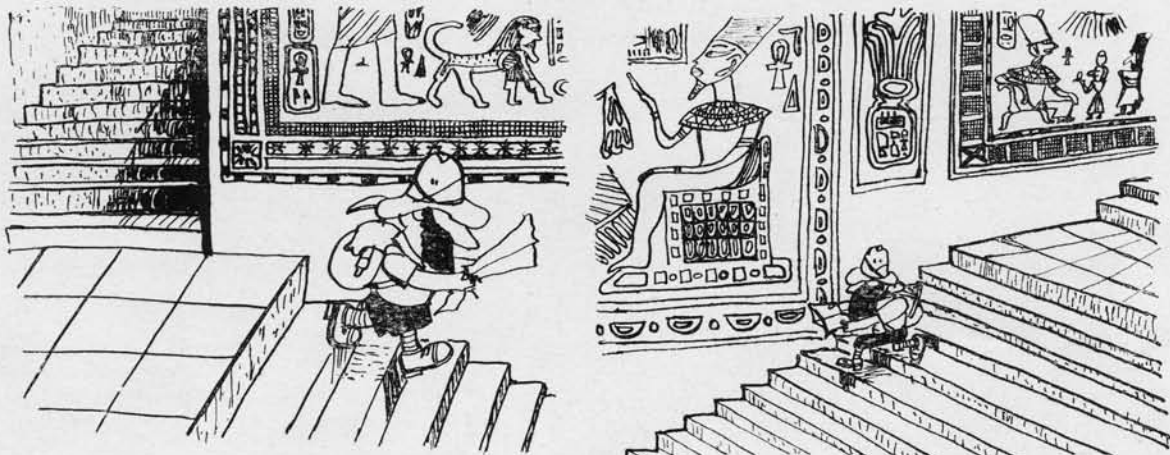
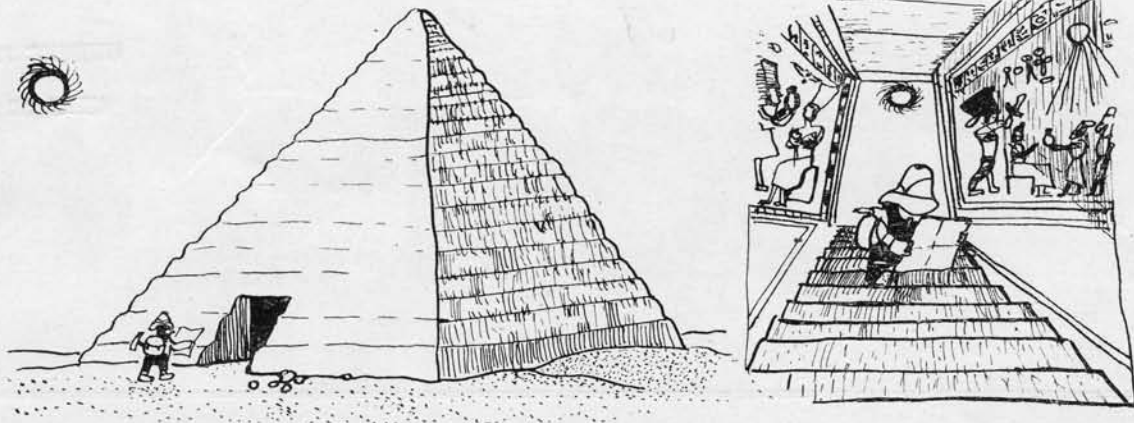
Противопожарное оборудование комплекса включает тепловые датчики, приборы контроля СО и видимости, аварийную сигнализацию, телефоны, комплекты огнетушителей. С интервалом в 300 м тоннели соединены галереями. □

# ЮМОР РАЗНЫХ ШИРОТ



Подборка П. Пузанова.





На 1-й и 4-й стр. обложки: Один из корпусов Библиотеки имени В. И. Ленина, в районе которой сооружается четвертая станция Московского метрополитена. Интерьер «Кропоткинской».

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

Сдано в набор 03.11.81. Подписано в печать 09.12.81. Л-112870. Формат 60×90<sup>1</sup>/<sub>8</sub>. Бумага типографская № 1. Гарнитура новогазетная и литературная. Печать высокая. 4,0 печ. л. 5,2 уч.-изд. л. Тираж 4592 экз. Заказ 3472. 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», Потапвский пер., 3.

**МЕТРОСТРОЙ**

253

ИНДЕКС 70572

ЦЕНА 30 коп.

