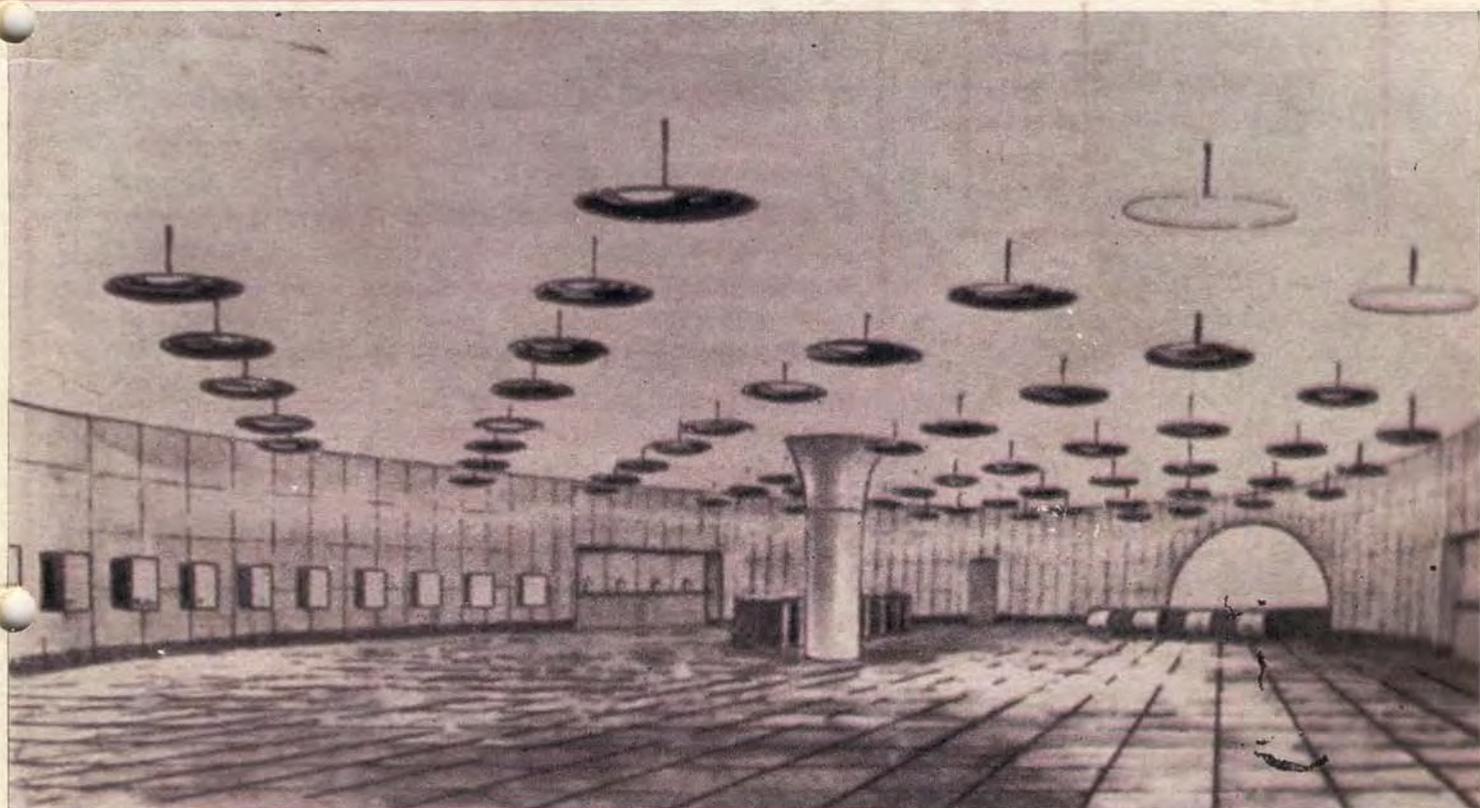


МЕТРО СТРОЙ

4

1973



ИНФОРМАЦИОННЫЙ
НАУЧНО-
ТЕХНИЧЕСКИЙ
СБОРНИК

МЕТРО СТРОЙ

Выпуск

4

1973

Издание
Московского
Метростроя
и издательства
«Московская
правда»

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Е. Д. РЕЗНИЧЕНКО (редактор), А. С. БАКУЛИН, Г. А. БРАТЧУН, П. А. ВАСЮКОВ, С. Н. ВЛАСОВ, Б. П. ВОРОНОВ, А. Ф. ДЕНИЩЕНКО, В. М. КАПУСТИН, Ю. А. КОШЕЛЕВ, А. С. ЛУГОВЦОВ, В. Л. МАКОВСКИЙ, Б. П. ПАЧУЛИЯ, С. А. ПОНОМАРЕНКО, В. И. РАЗМЕРОВ, П. А. РУСАКОВ, А. И. СЕМЕНОВ, В. В. ЯКОБС, И. М. ЯКОБСОН

Издательство «Московская правда»

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

Фото В. Савранского

Технический редактор Н. Милневская.

Л 21432 Сдано в набор 24/V—73 г.

Подписано к печати 9/VII—73 г.

Тир. 4000.

Объем 4 п. л.

Бумага тифдручная 60×90¹/₈.

Зак. 1972

Цена 30 коп.

Типография изд-ва «Московская правда»

В номере:

- Л. КИРСАНОВ, А. ХОЛМЕЦКИЙ — Сетевое планирование на Мосметрострое 1
- М. ДМИТРИЕВ — Автоматизация экономических расчетов 2
- М. ВИНИЦКИЙ, Г. ГЛИКИН — Реконструкция «Дзержинской» 4
- П. ВАСЮКОВ — О заполнении старых выработок цементно-песчаным раствором 5
- С. ЗУКАКЯНЦ, Я. ДОРМАН — Техника специальных способов работ 7
- Б. РЖАНИЦЫН — Химическое закрепление грунтов 10
- В. РЕСИН — Горизонтальное замораживание при проходке коллекторов 12
- Л. ГЕЛЬФГАТ — Радиально-кольцевая система и хордовые линии 13
- В. МАЗИЧКИН — О художественном восприятии подземного интерьера 14
- Я. ТАТАРЖИНСКАЯ — С позиции градостроителя 16
- Ю. ЛАВРЕШИН, П. ПАШКОВ — Односводчатые станции открытого способа работ 17
- А. ДАУШВИЛИ, Д. ДЖИНЧАРАДЗЕ, А. КУРИСЬКО — Тбилисскому метрополитену—односводчатые станции 19
- К. ШЛЯПИН, А. БУРНШТЕЙН — Гидроструйный способ добычи гранита 20
- Г. САЗОНОВ — Буровзрывные работы и деформация земной поверхности 21
- Ю. ЛИМАНОВ, В. СТРЕЛЬЦОВ — Особенности способа продавливания 22
- Ю. АЙВАЗОВ, О. АНТОНОВ — Расчет обжатых в породе сборных обделок 23
- И. МАКОВСКИЙ, В. КОТОВ — Об определении оптимального числа типоразмеров при унификации конструкций метрополитенов 26
- Л. НУРИЕВ — Зримые перспективы 28
- И. МЕРИНОВ — О влиянии расположения штольни на состояние тоннельной обделки 28
- Ю. ШМАЛЬ — Приспособление для спуска и монтажа длинномерных железобетонных блоков 29
- По страницам зарубежных журналов 30
- Е. ТРАУСТЕЛЬ — Наследие первооткрывателей 32

На первой странице обложки: интерьер наземного вестибюля и перронный зал станции «Кузнецкий мост» (архитекторы Н. Алешина, Н. Самойлова и М. Тренни).

СЕТЕВОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ НА МОСМЕТРОСТРОЕ

Л. КИРСАНОВ, А. ХОЛМЕЦКИЙ, инженеры

Системы СПУ в сочетании с диспетчеризацией и электронно-вычислительной техникой создают необходимую базу для внедрения автоматизированных систем управления строительством. Роль систем СПУ значительно повысилась в связи с переходом на новые условия планирования и экономического стимулирования. Применение этих систем дает возможность более правильно оценивать результаты деятельности каждого строительного звена и выработать соответствующую политику в их материальной поощрении.

В СТРОИТЕЛЬСТВЕ сложнейшего инженерного сооружения — метрополитена принимают участие сотни организаций, зависимости и связи между которыми обусловлены технологией производства, объемами ресурсов, горно-геологическими условиями, законодательными и финансовыми положениями и т. д.

Большую помощь строителям в координации работ этих организаций окажут системы сетевого планирования и управления (СПУ).

В системах СПУ план реализации проекта строится в виде сетевого графика, наглядно отображающего порядок выполнения отдельных операций и связи между ними.

Регулярно получая от строительных участков информацию, отражающую состояние процесса реализации проекта на данный контрольный срок и сравнивая эту информацию с принятым сетевым планом, руководитель работ может привести реальное состояние объекта в соответствие с заданием или частично изменить само задание.

Возможность осуществления таких изменений особенно важна в случае изменения внешних условий выполнения работ или появления «возмущающих» воздействий (срыв сроков поставки комплектующих изделий). На основании анализа хода работ руководитель может принять меры, обеспечивающие итоговые сроки осуществления проекта в целом, несмотря на срыв сроков выполнения той или иной промежуточной операции.

Практика применения СПУ различными строительными организациями Минтрансстроя показала возможность получения существенного экономического эффекта по ряду показателей.

При сооружении Ждановского радиуса, Калужско-Рижского диаметра и первой очереди Краснопресненского радиуса на Мосметрострое составлялись сетевые графики, но систематическая корректировка их по данным информации о ходе работ не осуществлялась (информация от строительномонтажных управлений поступала в Управление Мосметростроя нерегулярно).

Задержки поставок материалов и оборудования нарушали нормальную работу строительных участков, что приводило к отставанию от сроков сетевого графика. При отсутствии управляющих воздействий отставание с течением времени все увеличивалось. Это создавало напряженную обстановку в предпусковые периоды.

Серьезные претензии можно предъявить и к самим графикам: учитывались только сроки выполнения работ без обеспечения их соответствующими ресурсами, не были приняты во внимание вопросы поставок и комплектации оборудования, не реализовано основное преимущество сетевого графика (возможность прогноза хода работ).

В разработке систем СПУ должны принимать участие технологи, проектировщики и представители строительных организаций, особенно на стадии установления сроков выполнения работ. Даже самые квалифицированные эксперты сетевого планирования в одиночку не в состоянии предусмотреть все тонкости каждого отдельного производственного процесса и установить его длительность. Принимая непосредственное участие в планировании работ, строительные организации могут детально продумать возможности внедрения более рациональной и прогрессивной технологии работ, их очередности, максимального использования параллельных рабочих процессов.

При больших масштабах долгосрочных строительных работ целесообразно составлять укрупненные сетевые графики на базе подробных поэтапных, разработанных отдельно для каждой организации при ее непосредственном участии. Это даст возможность изыскать экономические резервы планирования и использования их в полном объеме.

В сетевые графики необходимо включать и сферу производства, ведь сроки строительства существенно зависят от работы заводов-поставщиков. Это особенно важно для эффективного использования экономического потенциала, заложенного в системах СПУ. Именно ограниченность, частичным характером охвата работ (только для работ на строи-

тельной площадке) вызваны жалобы на неэффективность сетевых графиков: поставщик сорвет поставку необходимого оборудования, и график теряет всякий смысл.

Сетевой график будет более эффективным, если обеспечено централизованное руководство всей программой работ вне зависимости от ведомственного или иного подчинения.

В настоящее время сооружение 3,8-км участка Калужского радиуса осуществляется по сетевому графику с момента начала строительства. Закачивается составление сетевых графиков для II участка Ждановско-Краснопресненского диаметра, до ввода которого в эксплуатацию еще 2,5 года.

Для быстрого внедрения систем СПУ на Мосметрострое необходимо осуществлять систематический контроль и оперативное управление строительством; на основании информации от строительных участков еженедельно корректировать сетевой гра-

фик, делать его пересчет, проводить оперативные совещания с ответственными исполнителями, проверять выполнение намеченных ранее и разрабатывать новые мероприятия по сокращению критического пути.

В каждом строительном управлении необходим систематический контроль за ходом выполнения работ по сетевым графикам. В строго установленные сроки информацию о ходе работ (наличие отставания или опережения и прогноз хода работ) СМУ должны передавать в Управление Мосметростроя.

Научно-исследовательские институты МНИПСПУ, ЦНИПИАСС и ЦНИИС разрабатывают автоматизированные системы управления строительством метрополитенов (АСУМ). Для успешного перехода на системы АСУМ и решения на этой основе коренного улучшения планирования руководства строительством подразделения Мосметростроя должны энергичнее внедрять систему сетевого планирования.

АВТОМАТИЗАЦИЯ ЭКОНОМИЧЕСКИХ РАСЧЕТОВ

М. ДМИТРИЕВ, канд. техн. наук

В ПРАКТИКЕ проектирования получают распространение автоматизированные методы поиска оптимальных решений, основанные на применении ЭВМ. Критерием выбора оптимальной конструкции являются народнохозяйственные затраты на осуществление проекта, показатель которых — сметная стоимость. Существующие методы составления смет, основанные на ручном труде, не могут обеспечить необходимой скорости для оценки рассматриваемых на ЭВМ вариантов. Необходимо создание алгоритмов, позволяющих включить процесс сметной оценки рассматриваемых проектных решений в общий процесс оптимизации, выполняемый ЭВМ.

К выбранному проектному ва-

рианту прилагается смета-документ, регламентирующий финансовую деятельность строительных организаций. Составление смет может быть выполнено только на последней стадии проектирования, что существенно определяет срок окончания разработки проекта. Таким образом, сокращение затрат времени на составление смет позволит улучшить качество проектных работ, снизить их трудоемкость.

Решение поставленной задачи определяется традициями и психологией инженерного творчества, во многом зависит от технологии проектирования и доступных средств вычислительной техники. Представляется целесообразным автоматизацию сметно-финансовых расчетов прово-

дить поэтапно, начиная с отдельных наиболее трудоемких и нетворческих элементов.

В ЦНИИСе, в лаборатории тоннельных конструкций, разработан алгоритм и отлажена программа «СМЕКАЛКА» (сметная калькуляция) автоматизированного составления и оформления сметно-финансовой документации по форме № 3 для ЭВМ БЭСМ-4. Эта форма расширена введением дополнительного поля с графами «трудоемкость единицы измерения» и «общая трудоемкость», которое отделено от стандартного поля формы линией отрыва.

Решение задачи потребовало разработки таких принципиальных вопросов, как организация работы по составлению смет при

помощи ЭВМ, способы и средства общения человека с ЭВМ, организация архива единичных расценок в памяти ЭВМ, составление алгоритма программы и т. д.

По принятой автором методике общение человека с машиной осуществляется в два этапа. На первом — в память ЭВМ вводятся совокупность единичных расценок, которые предполагается использовать при составлении конкретных смет. Состав введенных в память ЭВМ единичных расценок определяется пользователем, а хранение его на магнитных лентах практически не ограничивает объем архива.

Выбранный пользователем состав единичных расценок оформляется и вводится в память ЭВМ по определенной форме. Машина печатает введенные в ее память расценки в виде отдельных сборников. Расценки в отпечатанных сборниках снабжены «код-командами» — стандартным набором цифр, определяющим положение каждой расценки в памяти ЭВМ. Такие «код-команды» являются заранее заготовленными инструкциями машине о включении соответствующей расценки в составляемую смету.

В программе предусмотрен также набор специальных «код-команд», которые являются стандартными инструкциями программе о печати заголовка сметы, подведения ее итога, разбивки на этапы (или разделы), печати сборника единичных расценок и т. д.

На втором этапе общения человека с ЭВМ осуществляется непосредственное составление и оформление смет. Человек определяет состав и объем затрат, вводит эту информацию в память ЭВМ. Дальнейшая работа выполняется автоматически. Отпечатанная ЭВМ документация подвергается контролю содержания и окончательному оформлению (подпись, печать, внесение наименования сметы, номеров чертежей в заголовок сметы и т. д.).

При разработке алгоритма учтены требования простоты и удобства общения человека с машиной, особенно на втором, многократно повторяющемся этапе. Программа позволяет осуществлять контроль формальных оши-

бок (машина печатает информацию о месте и характере формальных ошибок, допущенные человеком при задании информации о единичных расценках), оперативно изменять единичные расценки, находящиеся в памяти ЭВМ, вводить в конкретную смету единичную расценку, отсутствующую в архиве, печатать исходную информацию, введенную в ЭВМ в форме, удобной для контроля и т. д.

В основе работы алгоритма программы, построенного по блочному принципу, лежит такая последовательность действий:

анализ «код-команды» с диагностикой ошибок;

настройка связей между блоками программы в соответствии с результатами анализа;

выполнение «код-команды» — последовательная работа блоков программы, приводящая к нужным результатам;

возврат к пункту 1 (если «заданное» не исчерпано).

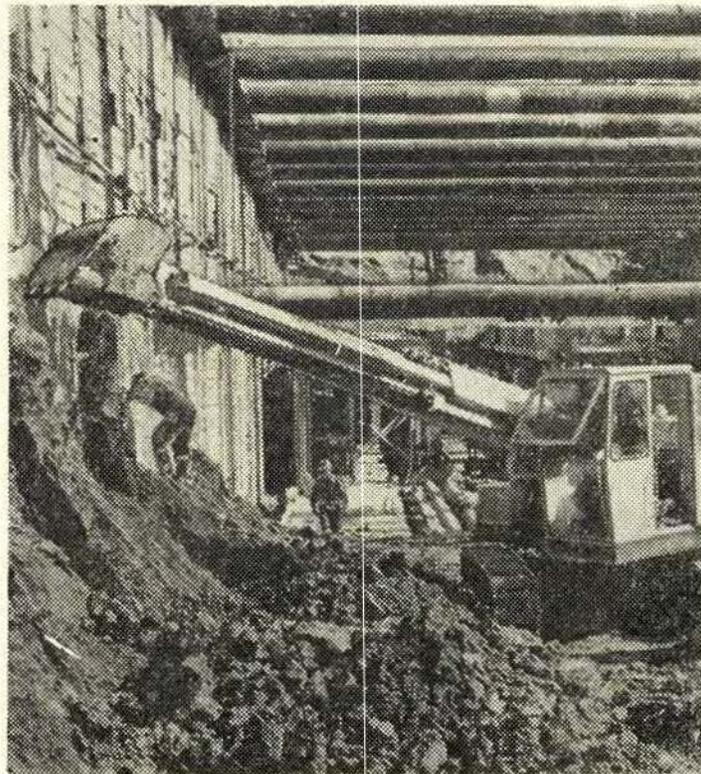
Описанная схема позволяет увеличивать набор «код-команд»,

выполняемых программой, и, тем самым, расширить ее возможности.

Формат «код-команд» рассчитан на последующую автоматизацию процесса составления списка работ или затрат, включаемых в конкретную смету на базе типовых списков, что позволяет включить программу в общий алгоритм поиска оптимального проектного решения.

Разработанная программа «СМЕКАЛКА» универсальна и может быть применена для составления сметно-финансовых расчетов по форме № 3 для любых объектов строительства, стоимость которых может быть определена на базе единичных расценок.

В настоящее время ЦНИИС, Метрогипротранс и Ленметропроект совместно разрабатывают систему автоматизированного составления смет на базе программы «СМЕКАЛКА» для тоннелестроения. По предварительным оценкам, трудоемкость составления и оформления смет при применении нового метода снижается в три-пять раз.



На снимке: новый экскаватор-планировщик, используемый на доработке грунта в котловане станции

РЕКОНСТРУКЦИЯ «ДЗЕРЖИНСКОЙ»

М. ВЕНИЦКИЙ, Г. ГЛИКИН, инженеры

Завершены работы по реконструкции среднего зала одной из первых станций Московского метро. Бригады СМУ-5 под руководством И. Немого, А. Гордова, В. Гусева и И. Маркина обязались ввести его в строй действующих ко Дню строителя.

СЛОЖНЫЕ гидрогеологические условия залегания станции, расположенной в центре города, требовали укрепления неустойчивых пород. Для осуществления проходческих работ на протяженности первых 50 м был применен метод замораживания грунтов, далее — передвижные перегородки-экраны с аварийными мостиками. Поскольку средний зал (рис. 1) сооружали без

из среднего зала были пройдены наклонные выработки для четырех эскалаторов ЛТ-5, распределительный зал и два хода под действующим тоннелем, которые ведут к пересадочному коридору станции «Кузнецкий мост» Ждановско-Краснопресненского диаметра. Одновременно сооружали не более трех проемов. Строительные работы были организованы в такой последовательности: снятие (при помощи двух редуторных лебедок) верхних тубингов с использованием предварительно устроенных металлических подмостей;

проходка нижней штольни размером 1,5×2 м до бетонной отделки путевого действующего тоннеля, фурнели до свода проема и

верхней штольни с деревянным креплением. Две лонгарины диаметром 24—26 см, длиной 5 м, опирающиеся на своды тубинговой и бетонной обделок тоннелей и установленные на расстоянии 0,8 м одна от другой, являлись унтерцугом;

раскрытие калотты до подошвы нижней штольни с установкой лонгарин и сплошной затяжкой 5-см марчеванамн; снятие двух тубингов верхнего ряда при помощи специального устройства и редуторных лебедок. Разработанный грунт спускали по трубе диаметром 600 мм в вагонетки емкостью 0,75 м³, лесоматериалы поднимали с помощью редуторной лебедки грузоподъемностью 3 т (рис. 2);



Рис. 1

перерыва движения поездов, на путевых тоннелях станции были устроены специальные ограждения.

Во время разработки проемов

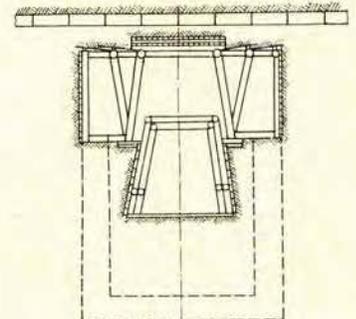
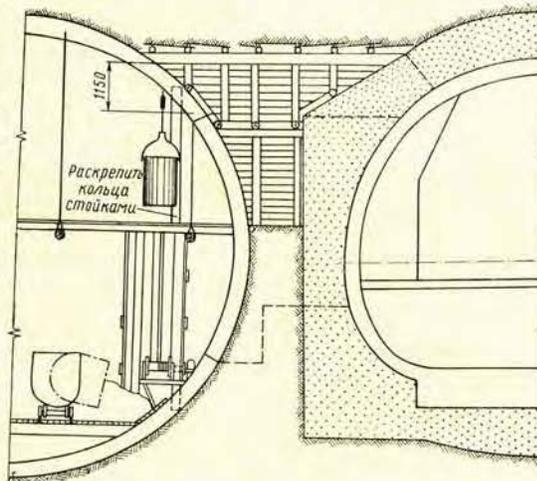


Рис. 2

монтаж металлонизляции свода и боков проема из сваренных металлических листов толщиной 8 мм с анкерами и нагнетание за опалубку цементно-песчаного раствора (рис. 3);



Рис. 3.

снятие тубингов нижней части проема и разработка породы штросс и лотка. После разработки породы штросс под стены устанавливали металлические трубы диаметром 300 мм, длиной 2 м, затем вели монтаж металлонизляции и нагнетание цементно-песчаного раствора;

разрушение бетонной обделки действующего путевого тоннеля до железобетонной рубашки бу-

ровзрывным способом (взрывные работы производили только после снятия напряжения тока, в ночное время, одновременно взрывалось не более 10 шпуров длиной 0,5 м каждый с зарядом ВВ не более 1 кг);

устройство рамы проема возле железобетонной рубашки путевого тоннеля, монтаж металлонизляции и нагнетание за нее цементно-песчаного раствора;

разрушение железобетонной рубашки путевого тоннеля после снятия напряжения, устройство сопряжения с бетонной обделкой действующего тоннеля, укладка сетки из 6-мм арматуры по металлонизляции. Один проем сооружали за месяц с затратой 3800 чел.-часов и выполнении норм на 150—160%.

По окончании сооружения проемов были начаты гидронизоляционные и чеканочные работы. Последние вели с передвижной металлической тележки — вначале чеканили свод, затем боковые и лотковые части тоннеля.

Бригада из шести человек, работая в одну смену, выполняла за месяц 1200 пог. м швов.

После завершения чеканочных

работ забетонировали жесткое основание. Платформу среднего тоннеля сооружали из монолитного железобетона, под ней возводили служебные помещения. К зонту из асбоцементных панелей подвешивали арматурную сетку из 6-мм железа и производили оштукатуривание и побелку (рис. 4).



Рис. 4

Одновременно со строительными работами вели и отделочные. Архитектурное оформление средней части станции решено в простых и строгих формах. Пилоны облицованы мрамором «коелга», полы устланы гранитными плитами.

О ЗАПОЛНЕНИИ СТАРЫХ ВЫРАБОТОК ЦЕМЕНТНО-ПЕСЧАНЫМ РАСТВОРОМ

П. ВАСЮКОВ, главный инженер Мосметростроя

Старые выработки целесообразно ликвидировать путем заполнения их раствором низкой марки с применением установки для пневматической подачи. Кроме экономических преимуществ, этот способ дает возможность подавать материал для заполнения труднодоступных выработок без устройства подъемников и организации откатки. Значительно сокращаются сроки работ и уменьшаются трудовые затраты. При этом улучшаются условия труда и техники безопасности: строители выводятся из зоны работ.

ОДНА из трудоемких операций в тоннелестроении — ликвидация старых подходных выработок путем закладки их бутовым камнем на растворе. Она производится после сдачи объекта в эксплуатацию и обычно затягивается на продолжительный период, иногда до двух лет и более. Это требует содержания дополнительного обслуживающего персонала, использования водоотливных средств и других механизмов и оборудования.

В связи с переходом многих строительных организаций на новые условия планирования и эко-

номического стимулирования и в условиях расчета за выполненные работы по объекту в целом или этапам, хозяйственники особенно заинтересованы в скорейшем окончании намеченных работ. Поэтому целесообразно рассмотреть мероприятия, которые могли бы снизить затраты труда на ликвидацию выработок и сократить сроки строительства.

В материалах ВНИИГПЭ Комитета по изобретениям и открытиям Совета Министров СССР имеется ряд защищенных авторскими свидетельствами предложений, касающихся спосо-

бов и механизмов по заполнению горных выработок. Среди этих предложений следующие:

ударно-вращательная металлическая закладочная машина, 1937 г., а/с № 51352;

устройство для забрасывания породы в забут, 1953 г., а/с № 95323;

способ закладки породой выработанного пространства и машина для ее осуществления, 1957 г., а/с № 112422;

установка для закладки породы в выработанное пространство, 1957 г., а/с № 113234.

Однако в метро- и тоннелестроении ни один из предложенных способов и механизмов не нашел практического применения. Ликвидация выработок обычно выполняется вручную бутовым камнем, укладываемым на цементно-песчаном растворе с последующим нагнетанием раствора в пустоты.

Вместе с тем, за последние годы Московский Метрострой приобрел опыт ликвидации горных выработок путем заполнения их цементно-песчаным раствором низких марок механизированным способом. Так, тоннельным отрядом № 6 выполнены работы по ликвидации двух старых выработок II очереди строительства метро, расположенных рядом с действующими тоннелями метрополитена. При этом использовался вентиляционный ствол и произ-

водилась проходка подходных выработок к камерам. Одна из выработок объемом 720 м^3 располагалась в стороне от трассы тоннелей и имела длину 26 м, ширину 4,7 и высоту около 6,2 м. Другая — объемом 910 м^3 (длина 21 м, ширина 6,2 м, высота 7,3 м) — находилась между перегонными тоннелями. Общий объем забутовки этих камер и подходных выработок составил 1800 м^3 .

Камеры заполняли цементно-песчаным раствором низкой марки при помощи пневмобетоноукладчика. (Каждая камера делилась в поперечном направлении на отсеки деревянными перегородками). После заполнения очередного отсека и схватывания раствора перегородки разбирали и проверяли качество заполнения выработки. Один из отсеков первой камеры объемом 350 м^3 заполнялся в течение пяти дней, второй 370 м^3 — за 4 дня. Заполнение второй камеры $V=910 \text{ м}^3$ выполнено в той же последовательности за пять дней. За 17 дней при круглосуточной работе ликвидировано несколько выработок общим объемом 1800 м^3 при численности рабочих на шахте от 25 до 47 человек в различные периоды работы.

За смену в выработки подавалось в среднем $35-40 \text{ м}^3$ раствора. В результате значительно сокращены сроки выполнения работ и достигнута экономия в размере 42 тыс. рублей.

В прошлом году коллективом ТО № 6 по той же технологии выполнены работы по ликвидации выработок шахты на II участке Калужско-Рижского диаметра. Общий объем выработок составил 2300 м^3 . Пневмобетоноукладчик ПБУ-0,5 был установлен на 4—5 кольцах ствола, над ним располагался приемный бункер для раствора.

Расчеты показывают, что при закладке выработок бутовым камнем на растворе затраты труда составляют 621 чел.-час. на 100 м^3 забутовки (погрузка бутов в вагон, спуск по стволу в шахту, транспортировка, укладка на растворе, последующее нагнетание раствора в кладку). Заполнение выработок тощим раствором с помощью ПБУ-0,5 требует затрат 252 чел.-час. на 100 м^3 выработки.

Сравнение стоимости материалов показало, что 1 м^3 раствора марки 50 стоит 12 руб. 70 коп., а 1 м^3 забутовки — 13 руб. 66 коп. (экономия по материалам 96 коп. на 1 м^3). Общая экономия с учетом сокращения сроков работ составила 18,2 тыс. рублей.

Заполнение выработок вела комплексная бригада из 12 человек при двухсменной работе в течение двух месяцев. Суточная производительность составила 80 м^3 раствора. При заполнении же выработки бутовым камнем производительность равна 24 м^3 забутовки в сутки (при обслуживающем персонале 8 человек).

После окончания строительства I участка Краснопресненского радиуса общий объем подлежащих ликвидации выработок шахты, через которую велось строительство станции «Баррикадная», составил около 3500 м^3 . СМУ-153 осуществляет организацию работ, предусматривающую заполнение выработок раствором низкой марки при помощи пневмобетоноукладчика. Реализация этого мероприятия позволит значительно сократить сроки выполнения этих работ и снизить трудозатраты в 2,5—3 раза.

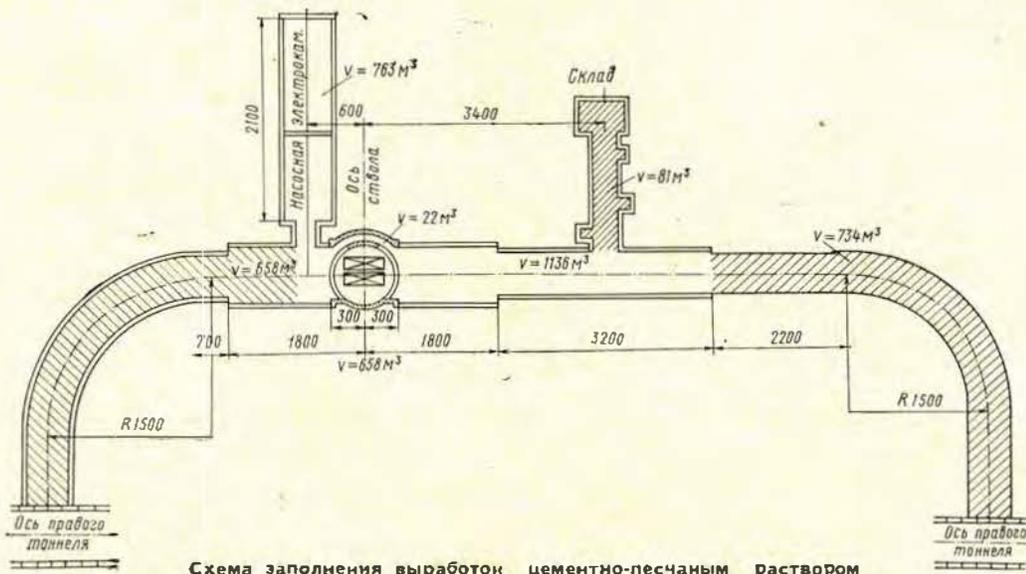


Схема заполнения выработок цементно-песчаным раствором

ТЕХНИКА СПЕЦИАЛЬНЫХ СПОСОБОВ РАБОТ

СОВЕРШЕНСТВОВАТЬ И ОБНОВЛЯТЬ ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ЗАМОРАЖИВАНИЯ ГРУНТОВ, ВОДОПониЖЕНИЯ И ХИМИЧЕСКОГО ЗАКРЕПЛЕНИЯ ПОРОД

С. ЗУКАКЯНЦ, инженер,
Я. ДОРМАН, доктор техн. наук,
профессор

Н АРАСТАЮЩИЕ из года в год объемы работ по строительству метрополитенов в стране требуют значительного увеличения использования специальных способов работ, связанных с применением замораживания, водопонижения и химического закрепления грунтов.

Управлением № 157, на которое в системе Минтрансстроя возложено выполнение всех специальных работ, совместно с научно-исследовательскими и проектными организациями, широко внедрены мобильные иглофильтровые установки и глубинные насосы с электродвигателями, применяется дистанционное управление работой насосов. В сложных условиях испытываются более современные методы расчета водопонижительных установок. Расширена сфера применения замораживания грунтов. Обновляется холодильное оборудование. Созданы и внедрены в производство установки наклонного бурения при сооружении глубоких эскалаторных тоннелей. Внедряется вибропогружение в грунт замораживающих колонок. Начато освоение зонального замораживания. Обобщен опыт замораживания грунтов и водопонижения. Изданы массовым тиражом рекомендации для специалистов этого профиля.

Однако технический уровень производства специальных работ не может удовлетворять требованиям новых задач. Сроки выполнения специальных работ еще очень большие, а стоимость снижена недостаточно. Техника замораживания фильтрующих грунтов разрабатывается слабо. Контрольно-измерительная аппаратура и приборы для определения отклонения скважин, а также контроль и прогнозирование льдогрунтовых ограждений находятся в стадии опытных работ. Медленно ведутся разработки по созданию новых современных станков для работы в условиях города и для горизонтального бурения.

Процесс дальнейшего совершенствования методов и техники бурения — одна из главных задач. Бурение — тот фундамент, на котором строятся основные процессы, связанные с производством специальных методов работ.

В содружестве науки и производства предусматривается разработка следующих научно-технических проблем метрополитроения в области специальных способов работ:

Зональное замораживание грунтов

Основным недостатком способа искусственного замораживания грунтов еще остается относительная длительность работ и высокая их стоимость. Это определяет необходимость совершенствования технических средств и технологии способа замораживания.

Оптимальным технологическим способом является зональное замораживание грунтов.

Сущность зонального замораживания заключается в теплоизоляции верхней части замораживающих колонок и замораживании грунтов только в тех интервалах глубин (зоне), где это необходимо по технологическим причинам (рис. 1).

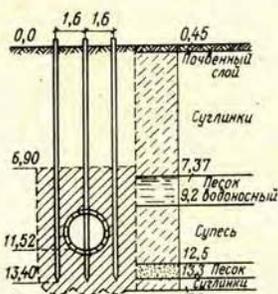


Рис. 1

Применение зонального замораживания сокращает непродуцибельные потери холода на 50—60%, что позволяет уменьшить холодопроизводительность замораживающей станции и стоимость работ.

При строительстве станционных и перегонных тоннелей метрополитенов в водонасыщенных грунтах льдогрунтовое ограждение образуется в виде сплошного массива через вертикальные замораживающие скважины, расположенные в несколько рядов вдоль оси выработки.

Во многих случаях, когда достаточная прочность ограждения обеспечивается замораживанием грунтов в непосредственной близости от выработки или верхняя часть разреза представлена устойчивыми водоупорными грунтами, замораживание грунтов от земной поверхности не требуется.

В этих случаях рациональным является зональное замораживание.

В условиях городского строительства зональное замораживание обеспечивает возможность сохранения подземных коммуникаций без их переноса и предотвращения (или уменьшения) вспучивания грунтов.

Наиболее эффективным является метод площадного зонального замораживания, заключающийся в изоляции нерабочей части замораживающих колонок различными конструкциями диафрагм, форм и сечений труб.

Эффективность, возможность и степень реализации преимуществ зонального замораживания зависит от научной разработки и правильной оценки теплоизолирующих свойств конструкции колонок, теоретических и экспериментальных исследований эффективных и надежных методов зонального замораживания грунтов при строительстве метрополитенов.

Горизонтальное замораживание грунтов

Разработка метода горизонтального замораживания грунтов значительно сокращает объемы буровых работ, снижает количество металла (труб) и мощность холодильной установки.

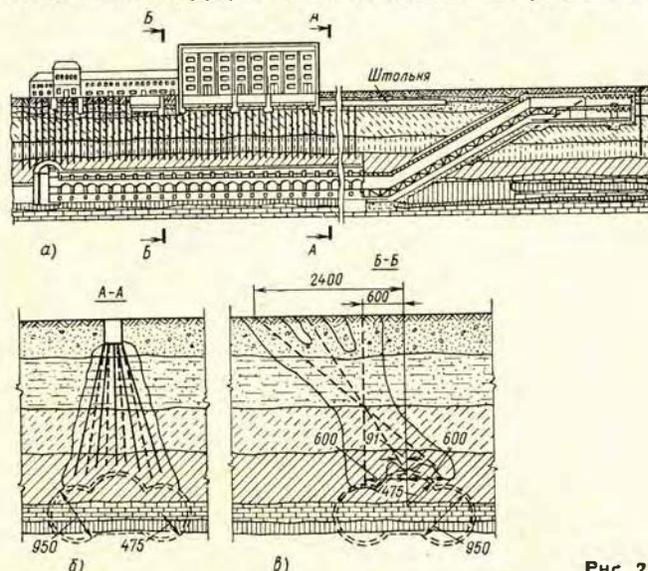


Рис. 2

Замораживание грунтов при проведении горизонтальных выработок различного назначения (главным образом тоннелей) в неустойчивых водонасыщенных грунтах в настоящее время осуществляют вертикальными или наклонными скважинами (рис. 2) с поверхности земли и очень редко из подземных выработок.

С земной поверхности грунты замораживают по всей высоте замораживающих колонок.

Горизонтальными скважинами, пробуренными из подземной выработки, замораживали свод наклонного тоннеля станции «Арсенальная» Киевского метрополитена (рис. 3) (сопряжение эскалаторного тоннеля с подземным вестибюлем).

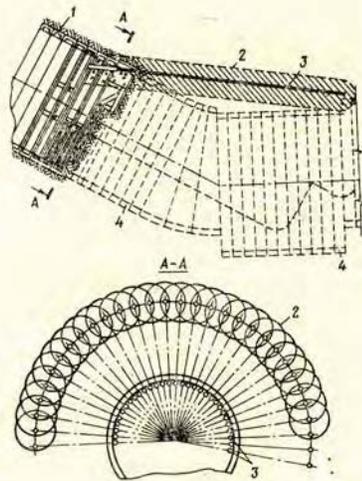


Рис. 3.

Выбор способа замораживания обосновывается технико-экономическими расчетами.

Решающим фактором при выборе способа замораживания водонасыщенных грунтов в горизонтальных выработках является совершенствование техники бурения, а также снижение стоимости бурения и монтажа замораживающих скважин.

Кроме того, замораживание грунтов горизонтальными колонками целесообразно в случаях, когда водонепроницаемые породы залегают на большой глубине от подошвы сооружаемой подземной выработки, а также на объектах, где по местным условиям бурение вертикальных скважин невозможно.

Сравнительный расчет показывает, что при применении горизонтальной схемы затраты только на бурение и монтаж колонок могут быть уменьшены в среднем в 3,5 раза, а необходимая холодопроизводительность замораживающей станции — в 2 раза. Предусмотренные исследования по технологии замораживания грунтов горизонтальными замораживающими скважинами при проходке тоннелей метрополитенов в сложных гидрогеологических условиях являются актуальной задачей.

В связи с наличием сложных объектов строительства и перспективных строек, где рациональным может быть способ горизонтального замораживания грунтов, основным вопросом исследования является разработка способа бурения горизонтальных замораживающих скважин из подземных выработок в водонасыщенных напорных грунтах максимальной протяженности и минимально допустимыми отклонениями.

Анализ существующей практики проектирования горизонтальных ледогрунтовых ограждений и опыт производства работ по горизонтальному замораживанию показал, что теоретические и экспериментальные исследования по данному вопросу практически отсутствуют, а небогатый производственный опыт не позволяет делать общих выводов.

Совместными усилиями науки и производства намечаются на опытной площадке экспериментальные исследования по бу-

рению горизонтальных скважин; разработка методов организации буровых работ в подземных условиях; разработка конструкций специальных станков для бурения горизонтальных скважин в подземных условиях; создание приборов для измерения отклонений горизонтальных замораживающих скважин; разработка способов замораживания (рассольный, безрассольный низкотемпературный); совершенствование методики расчета ледогрунтовых горизонтальных ограждений с учетом неоднородности грунтов и разработка надежной системы контроля за образованием горизонтальных ледогрунтовых ограждений.

Безрассольное замораживание грунтов с использованием жидкого азота

Разработка и внедрение способа безрассольного замораживания грунтов без холодильных установок при помощи непосредственного испарения жидкого азота в замораживающей сети значительно ускоряет процесс замораживания грунтов.

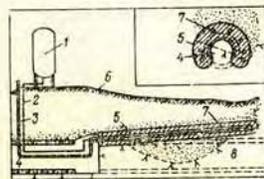


Рис. 4.

Так как температура испарения жидкого азота ($-195,8^{\circ}\text{C}$) во много раз ниже температур охлаждающего рассола при обычном (рассольном) замораживании, открываются новые свойства грунтов: пределы прочности сжатия увеличиваются до 450 кг/см^2 при температуре грунта около $-70-80^{\circ}\text{C}$ (рис. 4).

В тоннелестроении жидкий азот найдет применение при образовании ледогрунтовых ограждений, ликвидации внезапных прорывов воды или плывуна в выработке при проходке тоннелей метрополитенов.

Способ возведения подземных сооружений в водоносном грунте

При строительстве тоннелей в неустойчивых обводненных грунтах, когда отсутствует водоупорный пласт, ледогрунтовое ограждение образуется в виде сплошного массива через вертикальные замораживающие скважины, расположенные в несколько рядов вдоль оси выработки. Такое расположение скважин характеризуется значительным объемом бурения, большими сроками строительства, низкими скоростями проходки тоннелей в сплошном мерзлом массиве, высокой стоимостью работ, большим количеством требуемых труб и мощной холодильной станцией.

Возведение подземного сооружения в водоносном грунте (а/с 369815) исключает перечисленные недостатки.

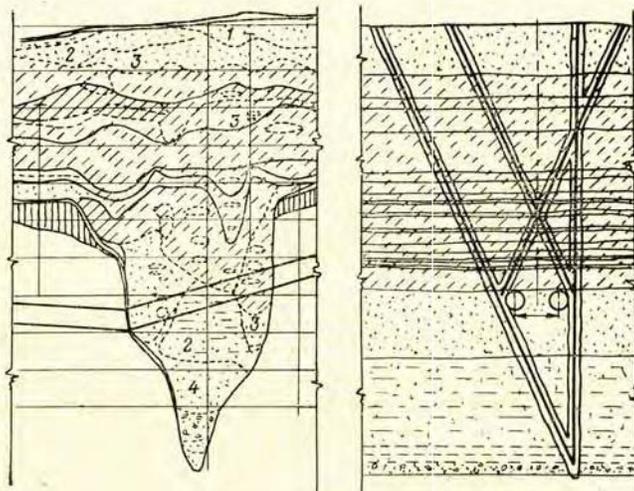


Рис. 5.

Сущность способа заключается в создании водонепроницаемого контура в толще водоносных грунтов при отсутствии водоупорного пласта путем бурения ряда взаимно пересекающихся замораживающих скважин, через которые нагнетается холодоноситель для замораживания грунтов по трассе тоннелей за пределами их сечения (рис. 5). Такое расположение замораживающих скважин значительно уменьшает объем работ, снижает их стоимость и сокращает сроки.

Разработка методов искусственного оттаивания грунтов

Переход грунтов из талого состояния в мерзлое и обратно сопровождается рядом физико-механических процессов.

Оттаивание замороженных грунтов может происходить естественным путем или производиться искусственно.

В ряде случаев необходимо искусственное оттаивание грунтов. Исследование и разработка методов искусственного оттаивания грунтов позволит управлять процессом оттаивания (размораживания) и регулировать развитие деформаций сооружений при вспучивании грунтов от искусственного замораживания их, предупреждая последующие осадки поверхности земли.

Разработка методов оттаивания грунтов позволит решить также вопрос гидроизоляции тубингового крепления тоннелей, возводимых в условиях искусственного замораживания грунтов.

Метод «стена в грунте» и анкерное крепление

В последние годы широкое применение при строительстве различного рода подземных сооружений мелкого заложения, особенно в сложных гидрогеологических условиях, получил метод «стена в грунте».

Сущность этого способа заключается в устройстве стен подземных камер путем разработки узких и глубоких горных выработок (траншей) под защитой глинистых растворов с последующим подводным их бетонированием (в случае создания ограждающих или несущих стен) методом вертикально-перемещающейся трубы (ВПТ), либо заполнением траншеи пластичным глинистым материалом (в случае создания противоплотинных завес). Глубина разрабатываемых траншей достигает 20—25 м, иногда 40 м, ширина в пределах 0,6—1,0 м.

Указанный метод широко применяется в зарубежной практике при строительстве авто- и железнодорожных вокзалов, тоннелей мелкого заложения, подземных автомагистралей и транспортных «развязок», глубоких фундаментов и ограждений больших котлованов в условиях городской застройки. Как правило, этот метод выбирается при наличии сложных гидрогеологических условий.

Применение метода «стена в грунте» стало возможным после создания специальной техники для устройства глубоких и узких траншей, изучения свойств глинистых растворов, способных обеспечить устойчивость стенок, а также разработки технологии устройства буровых анкеров для удержания стенок котлованов.

Организации, ведущие строительство методом «стена в грунте», имеют специальное оборудование для разработки траншей, приготовления (и очистки) глинистого раствора и бетонной смеси, крановое оборудование для монтажа армокаркасов и производства бетонирования методом ВПТ с помощью специальных приспособлений, а также буровые станки и инструмент для наклонного и горизонтального бурения при устройстве анкерного крепления стен.

Однако изготовленные образцы специальных машин для сооружения ограждающих стен в грунте требуют проведения испытаний и переделки применительно к практике метроостроения.

В настоящее время управление № 157 приступило к освоению работ по сооружению железобетонных стен в грунте с применением барражной машины БМ-0,5/50-2М конструкции института ВИОГЕМ (гор. Белгород).

В 1973 году намечается проведение дальнейших исследований и испытаний предложенного способа в более широких масштабах с целью отработки технологии проходки и бетонирования траншей, а также доработка применяемого оборудования применительно к условиям метроостроения.

На участках открытого способа в разрабатываемых котлованах предполагается в сочетании с методом «стена в грунте» внедрение анкерного крепления вместо двух- и трехъярус-

ных расстрелов». Анкерное крепление, осуществляемое с помощью бурения, должно выполняться станками горизонтального бурения.

Совершенствование способа искусственного понижения уровня грунтовых вод

В последние годы в связи с развитием линий мелкого заложения большое распространение в метроостроении получил способ искусственного понижения уровня грунтовых вод.

Основным недостатком при ведении водопонижительных работ является несовершенство имеющихся технических средств (невысокое качество и ограниченность типоразмеров погружных насосов; неотработанность конструкции фильтров для мелкозернистых и глинистых песков). Не решены вопросы водопонижения при небольшой мощности водоносного пласта, а также снижения высоты остаточного слоя воды при расположении дна выработки вблизи от водоупора и др.

Для повышения эффективности водопонижения, снижения стоимости и обеспечения безопасного ведения тоннельных работ, состоявшееся по инициативе управления № 157 Главтоннельметростроя научно-техническое совещание наметило решение следующих вопросов:

разработку обоснованных проектных решений и методов расчета;

совершенствование автоматического и дистанционного управления водопонижительных систем;

разработку высокопроизводительных и малогабаритных буровых станков для нужд водопонижения;

изучение технико-экономической эффективности применяемых способов и средств водопонижения, снижение стоимости водопонижающих систем;

совершенствование контрольно-измерительной аппаратуры и методики контроля за процессом водопонижения.

Решение этих задач предусматривается в тесном сотрудничестве специалистов производственных и проектных организаций, работников научно-исследовательских институтов и вузов.

Разработка химических способов закрепления грунтов при сооружении тоннелей метрополитенов

При мелком заложении подземных сооружений (тоннели) метрополитенов целесообразным является: применение химического способа закрепления грунтов для безопасной проходки тоннелей в неустойчивых грунтах; укрепление грунтов, предотвращающее перекладку и осадки подземных городских коммуникаций; укрепление фундаментов зданий, расположенных вблизи сооружаемых тоннелей и др.

Экономическая эффективность от применения химического способа закрепления грунтов, исключающего снос зданий, осадки поверхности земли и перекладки подземных коммуникаций, выражаются в огромных суммах, а также в сокращении сроков работ.

Целью совместного исследования науки и производства, предусмотренного перспективным планом, является разработка рекомендаций областей и условий применения химического способа закрепления грунтов при строительстве метрополитенов.

При решении вопросов развития техники специальных способов работ, внедрении в производство новой техники, прогрессивной технологии и научной организации труда важная роль принадлежит специализированным организациям.

Главное направление — усиление мощностей этих организаций, особенно в части создания достаточно оснащенной материально-технической базы, опытно-производственных участков, обеспечивающее внедрение новой техники и прогрессивной технологии, резкое усиление работ по созданию современного бурового оборудования, отвечающего условиям технологии производства специальных методов в условиях городской застройки, создание и дальнейшее совершенствование контрольно-измерительной аппаратуры и приборов, внедрение в производственных условиях метода «стена в грунте» и метода горизонтального бурения для анкерного крепления котлована и замораживания.

Дальнейшее развитие специальных методов должно осуществляться в тесном сотрудничестве производства и науки, с обобщением отечественного опыта, изучением зарубежной практики при широком участии специалистов различных профилей.

ХИМИЧЕСКОЕ ЗАКРЕПЛЕНИЕ ГРУНТОВ

Б. РЖАНИЦЫН, профессор

ЕЩЕ при строительстве первой очереди Московского метрополитена для предотвращения осадок зданий, расположенных вблизи трассы, применен разработанный в СССР способ двухрастворной силикатизации песчаных грунтов.

В подлежащий закреплению грунт через систему металлических трубок (инъекторов) поочередно нагнетались растворы силиката натрия и хлористого кальция. В результате химической реакции, происходившей между этими растворами, в порах грунта выделялся гель кремниевой кислоты, который и превращал рыхлый песчаный грунт в водонепроницаемый монолит с пределом прочности при сжатии от 15 до 50 кг/см².

После успешного применения на Метрострое способ силикатизации для закрепления грунтов был использован в промышленном и гидротехническом строительстве.

Развитие химической промышленности, особенно химии полимеров, позволило разработать способы закрепления грунтов с коэффициентом фильтрации более 0,5 м/сутки путем нагнетания в них только одного раствора.

На рис. 1 приведена классификация растворов, применяемых в настоящее время для закрепления песчаных грунтов с различными коэффициентами фильтрации. Одни из этих растворов обеспечивают значительную прочность грунта, другие — только водонепроницаемость, что необходимо в гидротехническом строительстве.

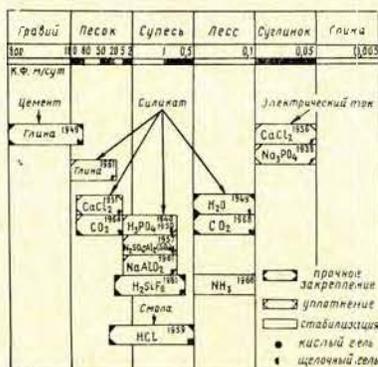


Рис. 1

Эффективным методом закрепления мелких песков, получившим в последнее время широкое применение в фундаментостроении и горном деле, является инъекиро-

вание в грунт растворов на основе смол. В состав гелеобразующего раствора входят карбамидная смола (марок КМ, КМ-2, КМ-3, МФ-17) и отвердитель — соляная или щавелевая кислота. Вязкость раствора 3—4 сип.

Способ предназначается для закрепления песков мелких и средней крупности с коэффициентом фильтрации от 0,5 до 25 м/сут, прочность на сжатие составляет 10—50 кг/см². За последние 10 лет этим способом выполнен большой объем работ по укреплению оснований зданий и сооружений.

Так, в Ленинграде в связи с сооружением машинного зала и второго наклонного хода станции «Невский проспект», пришлось закреплять грунт под зданием филармонии. Наклонный переход проходили с применением замораживания грунтов, при оттаивании которых можно было ожидать больших деформаций. Во избежание этого грунт под ленточными фундаментами на глубине 2,9 м закрепили методом смолизации. Применили гелеобразующий раствор, состоящий из карбамидной смолы, марки крепитель М (КМ) и 3%-ной соляной кислоты. Грунт предварительно

обрабатывался 3%-ной соляной кислотой. В каждую скважину закачивали 480 л раствора при расходе 5 л/мин и давлении нагнетания 5 атм.

В результате закрепления несущая способность грунта под фундаментами увеличилась в 5—6 раз, повысилась его водонепроницаемость, что позволило исключить осадки основания при проходке наклонного перехода.

В 1971 году Мосметрострой и НИИ Оснований провели работу по химизации грунтов на станции «Полежаевская» Краснопресненского района. Для защиты зданий от возможной осадки при вскрытии котлована была создана подпорная стенка размерами 75×6×1,2 м из закрепленного грунта в сочетании со шпунтовым ограждением. Непосредственно под фундаментом здания устроены сваи из закрепленного грунта. Общий объем обработанного массива составил 1000 м³. Были применены гелеобразующие растворы на основе смол МФ-17 и КМ-2 с отвердителем — соляной кислотой. Контроль качества работ выявил монолитность массива; кубиковая прочность отобранных образцов закрепленного грунта равна 16 кг/см² при инъектировании смолой МФ-17 и 22—35 кг/см² — КМ-2, что отвечало проектному заданию.

Карбонидные смолы марок КМ и МФ-17 содержат соответственно 3,5% и 3% формальдегида, раздражающе действующего на дыхательные органы. Это делает их непригодными для закрепления грунтов при проходке подземных выработок. Кусковский химический завод начал выпускать менее токсичную смолу марки КМ-2 (2% формальдегида) и нетоксичную смолу КМ-3 (0,5% формальдегида), которые рекомендованы для закрепления грунта при проходке тоннелей.

На ряде объектов предварительно закреплен грунт у зданий по очертанию сводов, расположенных под тоннелем, пяты которого залегают на уровне лотка. На рис. 2 приведены примеры выполненных работ.

Двухлетний опыт Московского метростроя по закреплению грун-

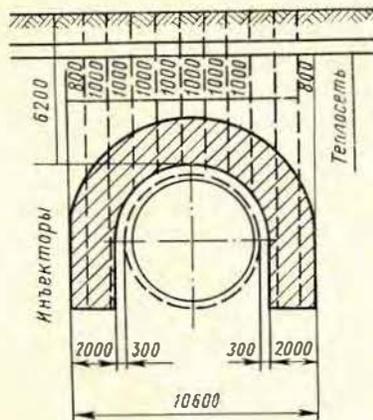


Рис. 2

тов растворами на основе смол показал следующее:

гелеобразующие растворы проникают в грунт под небольшим давлением и обеспечивают достаточно правильную форму закрепленного массива;

химизация породы правильно запроектированных и выполненных контуров позволяет осуществлять проходку тоннелей и устройство котлованов вблизи зданий без их осадки;

закрепление целого по сравнению с проектным контура может вызвать осадки здания.

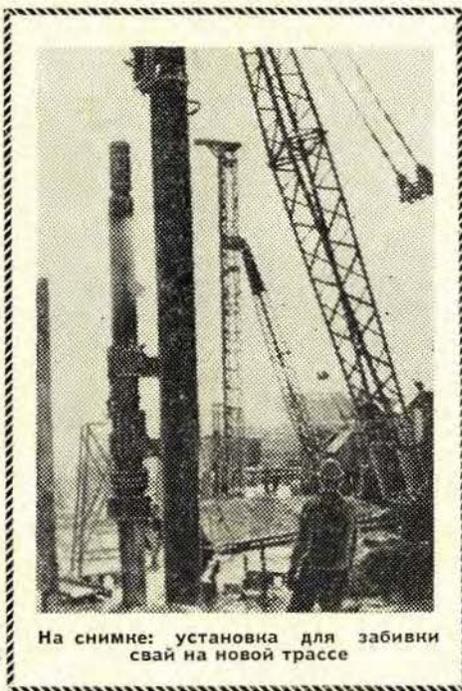
В практике строительства метростроя за рубежом химическое закрепление грунтов используется в больших масштабах. При проходке тоннелей Парижского метрополитена применяется предварительное закрепление грунта до начала проходки, осуществляемое из забоя тоннеля. Для этого устраивают скважины с применением глинистого раствора, в них вставляют пластмассовые инъекционные трубки диаметром 25—30 мм с манжетами и нагнетают поочередно три раствора: цементно-глинистый, силикатный и смолу. Такой способ позволяет выбирать при проходке точный объем закрепляемого грунта и исключить осадки зданий и коммуникаций.

Химизация грунтов при строительстве метростроя применяется также в Японии, Англии, ФРГ, Италии. При строительстве Пражского метро уже закреплено более 15 тыс. м³ породы.

Рассматриваемый метод может оказаться эффективным не только для сохранения отдельных зданий, но и при проходке тоннелей в неустойчивых грунтах по всей трассе. Он широко используется и для устройства анкеров при строительстве тоннелей открытым способом. Вместо распорного крепления котлована в зарубежной практике строительства в последние годы применяют химическое закрепление грунтов с устройством анкеров, раскрепляющих боковые стенки котлованов. Установлено, что усилие на такой анкер составляет 100—150 т. Конструкция крепления представляет собой заранее пробуренную скважину глубиной 10—15 м, в которую устанавливается металлический анкер и нагнетается цементный раствор. После испытания анкера его соединяют с несущими конструкциями.

Основным преимуществом такого крепления является то, что оно может быть осуществлено при любой степени застройки городской территории. Аналогичная анкеровка потребуется и при строительстве тоннелей открытым способом с применением нового метода «стенка в грунте».

Конструкция анкерного крепления разработана и в НИИ Оснований, в ближайшее время предполагается испытать опытные образцы.



На снимке: установка для забивки свай на новой трассе

ГОРИЗОНТАЛЬНОЕ ЗАМОРАЖИВАНИЕ ПРИ ПРОХОДКЕ КОЛЛЕКТОРОВ

В. РЕСИЦ, инженер

СВЫШЕ 120 км коллекторных тоннелей и 100 км стальных трубопроводов большого диаметра предполагается соорудить в Москве подземным способом. По предварительным данным к 1980 году в столице должно быть проложено около 230 км коллекторных тоннелей, в Ленинграде 100—120 км. Строятся коллекторы и в других городах. Поэтому становится очевидным, какие объемы работ предстоит выполнить в ближайшие 5—8 лет.

Учитывая небольшие глубины заложения коллекторных тоннелей, сооружение их осуществляется, как правило, в сложных геологических условиях с применением специальных способов проходки. Одним из них является способ искусственного замораживания с вертикальной схемой образования ледопородных ограждений, недостатки которой связаны с необходимостью переключения городского движения, разрушения капитальных дорожных полотен, а также замораживанием объемов лишнего грунта. В некоторых случаях — под зданиями, железнодорожными полотнами, центральными автомагистралями, водными преградами — невозможно осуществить вертикальную схему расположения замораживающих колонок.

Преимуществами перед вертикальной схемой замораживания грунтов обладает горизонтальная. Она обеспечивает замораживание наиболее рациональных объемов грунта, резкое снижение стоимости и объема буровых и монтажных работ, обычный ритм и маршруты городского движения, сохранность дорожных покрытий зеленых насаждений и подземных коммуникаций в районе проходки выработок, возможность применения безрассольного замораживания. При этом горизонтальное ледопородное ограждение может выполнять роль долговременной конструкции.

Однако внедрение прогрессивной схемы в строительную практику сдерживает отсутствие научно обоснованной методики расчета процесса горизонтального замораживания, оборудования и технологии создания ледогрунтового ограждения. Если вопрос определения толщины последнего в какой-то мере можно считать решенным (методика канд. техн. наук В. Пуголкина), то теплотехнические расчеты, используемые в практике проектирования, не отражают специфических условий формирования горизонтального ограждения.

Особенность формирования ледогрунтового ограждения состоит в том, что оно расположено на незначительной глубине, а, следовательно, на этот процесс может повлиять теплоприток с земной па-

верхности. В существующих методиках последний фактор не учитывается, а между тем, теплоприток, особенно в летнее время, может быть настолько большим, что уменьшит скорость формирования ледогрунтового ограждения в верхней его части по сравнению с нижней. А это, в свою очередь, приведет к заметной неравномерности формирования толщины ограждения, к тому же за расчетный период оно может и не сомкнуться в верхней его части.

Коллекторные тоннели зачастую прокладывают вблизи действующих теплопроводов, канализационных каналов, силовых кабелей, вокруг которых наблюдается повышение температуры горных пород до 30—50°C. Естественно, что проходка коллекторов с помощью горизонтального замораживания в местах с локальными источниками тепла может быть успешной, если влияние последних учтено в расчете процесса.

К настоящему времени предложен прямоточный способ горизонтального замораживания.

Для правильного ведения работ по этой схеме и оценки ее эффективности необходимо изучить характер теплообмена между холодоносителем и горной породой, а также распределение температуры по длине колонки (в довольно широких пределах).

Учитывая, что наиболее важным и ответственным этапом при проектировании является расчет процесса теплопритоков к замораживающим колонкам, от определения которого зависит как холодопроизводительность, так и сроки замораживания, следует больше внимания уделить изучению таких параметров, как величина удельного теплового притока к колонкам, изменение температуры стенки колонки в процессе замораживания в зависимости от его режимов.

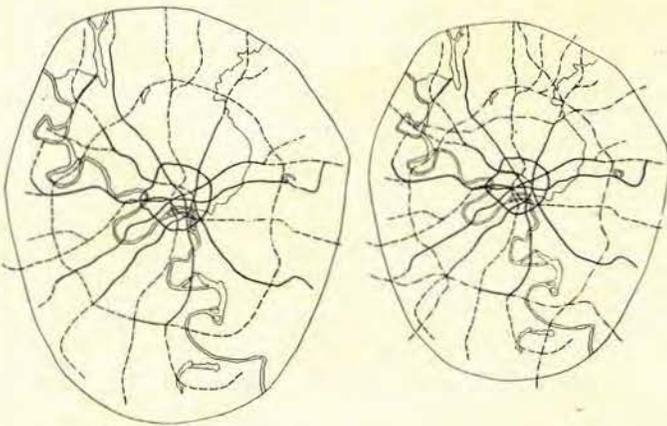
Успех горизонтального замораживания в значительной степени зависит от возможности прокладки колонок необходимой длины с минимально-допустимыми отклонениями. Наиболее перспективен при этом способ прокола. Однако необходимо определить оптимальные условия прокола для задавливания замораживающих колонок.

В нашей стране и за рубежом накоплен значительный опыт устройства горизонтальных скважин в области водоснабжения, эксплуатационного и строительного водопонижения. Доказана техническая возможность прокладки горизонтальных скважин протяженностью более 50 м. Следует учесть этот опыт при прокладке горизонтальных колонок.

РАДИАЛЬНО-КОЛЬЦЕВАЯ СИСТЕМА И ХОРДОВЫЕ ЛИНИИ

Л. ГЕЛЬФГАТ, инженер

ИСТОРИЧЕСКИ сложившаяся радиально-кольцевая планировка Москвы обусловила развитие перспективной схемы метрополитена из диаметральных и кольцевых линий. Сейчас в столице эксплуатируются четыре диаметральные линии, проходящие через центр города, одна кольцевая и четыре радиальные, которые в будущем станут составной частью трех новых диаметров. Относительно намечаемого в перспективе Большого кольца метрополитена в настоящее время нет единого мнения.



Перспективная схема линий Московского метрополитена. Слева — вариант с Большим кольцом, справа — вариант с выделенными хордовыми линиями.

В одном из вариантов перспективной схемы научно-исследовательский и проектный институт Генерального плана предлагает систему хордовых линий по трассе Большого кольца с организацией по ним совмещенного движения.

Несколько иная система хордовых линий предлагается инженером И. В. Бордуковым¹.

Одна из трех предлагаемых им хордовых линий намечается для связи юго-западных жилых районов с восточной промышленной зоной.

В статье рассматривается целесообразность строительства хордовых линий, соединяющих в обход центра жилые районы с промышленными зонами, с точки зрения обеспечения их достаточными пассажиропотоками.

Радиально-кольцевая система при наличии пересадочных узлов на пересечении линий наиболее экономична по суммарным затратам времени пассажиров на поездку. По сравнению с другими принципиальными схемами построения сети эта система имеет также наименьший коэффициент непрямолиней-

ности сообщений², минимальное количество всех корреспонденций при наименьшей средней длине последних.

Следует отметить, что диаметральные линии, проходящие через центр, и кольцевая линия в Москве, запроектированные в направлении сложившихся массовых потоков пассажиров, имеют высокую нагрузку. По отчетным данным Управления Московского метрополитена за 1972 год, нагрузка диаметральных линий составляла 14—15 млн. человек³, а кольцевой — около 17 млн. человек в год на 1 км эксплуатационной длины линий.

При радиально-кольцевой системе значительное число пассажиров, вынуждены, однако, пользоваться метрополитеном с пересадкой (в Москве около 40%) и концентрируются в центральной зоне сети, так как часть из них следует в центр города только для пересадки на другую линию.

Предложения о строительстве хордовых линий исходят из условия, что при наличии непосредственной связи между крупным жилым массивом и промышленной зоной возникнут достаточно мощные и устойчивые пассажирские потоки, которые обеспечат рентабельную работу линии. Для проверки этого предложения был проведен анализ корреспонденций на Московском метрополитене, по данным обследований пассажирских потоков между юго-западными жилыми районами и частью восточной промышленной зоны, обслуживаемой метрополитеном.

Поскольку наибольший интерес представляют трудовые связи между районами, была определена суммарная высадка прибывших на работу на станциях промышленной зоны в период с 7 до 9 часов утра в день обследования и удельный вес пассажиров, прибывших в этот период со станций метрополитена рассматриваемых жилых районов.

Результаты анализа приведены в таблице 1.

Таблица 1

Наименование станций в промышленной зоне	Высадка с 7 ч до 9 ч утра, тыс. чел.	В том числе до станций						
		«Юго-Западная»*	«Проспект Верянского»*	«Университет»*	«Калужская»*	«Молодежно-режиссерская»*	«Профсоюзная»*	«Академическая»*
«Пролетарская»	8,3	0,023	0,09	0,094	0,03	0,087	0,125	0,086
«Волгоградский проспект»	10,6	0,01	0,072	0,133	0,045	0,092	0,140	0,119
«Текстильщик»	5,7	0,021	0,05	0,092	0,01	0,059	0,094	0,051
Итого:	24,6	0,054	0,212	0,319	0,115	0,239	0,359	0,256
Всего из юго-западных районов 1,55 тыс. чел.								

² Коэффициентом непрямолинейности сообщения называется отношение расстояния между двумя пунктами по транспортной сети к расстоянию между теми же пунктами по прямой.

³ Кроме Калужско-Рижского диаметра, который эксплуатируется с 1972 года.

¹ «Городское хозяйство Москвы» № 5 за 1970 г.

Из 24,6 тыс. человек, прибывших утром на станции восточной промышленной зоны, только 1,55 тысячи или 6% следуют из юго-западных районов города. Малая корреспонденция может объясняться нежеланием части пассажиров пользоваться метрополитеном с двумя пересадками и тем, что только часть восточной промышленной зоны обслуживается скоростным транспортом. Мастерская № 5 ЦИИП Генплана выполнила анализ фактических корреспонденций пассажиров южных районов города, следующих на работу пешком и на всех видах городского транспорта, по данным переписи населения в 1970 году. Результаты приводятся в таблице 2.

Таблица 2

Наименование районов	Следует на работу (%)			
	к центру с высадкой в южном секторе города до Солового кольца	в центр на Соловое кольцо и другие районы города	в восточную промышленную зону	в западные районы города
Теплый стан, Бельево	43*	39	8	10
Чистяково	47*	35	12	6
Ирюдено	47*	35	12	6
Ленино	51*	33	12	4

* В том числе на работу в зоне пешего подхода в рассматриваемом районе.

Итак, корреспонденция из южных районов в восточную промышленную зону, по данным переписи, тоже невелика. Оче-

видно, при сооружении прямой линии скоростного транспорта корреспонденция увеличится. Можно ли предположить, что в этом случае будут достаточно крупные потоки пассажиров для обоснования строительства линии скоростного транспорта? Следует учесть, что размеры культурно-бытовых поездок на линиях, не проходящих через центр города, будут меньше, чем на диаметральных и действующей кольцевой линии и основная нагрузка хордовых линий должна определяться трудовыми поездками.

Рассмотрены фактические корреспонденции между некоторыми крупными жилыми и промышленными районами, связанными действующими линиями метрополитена. По данным переписи населения 1970 года, только 12% работающих из Волгоградского района выезжают на работу в соседнюю промышленную зону Ждановского района.

Другой пример. Только 8 тыс. человек или менее 13% следуют из близлежащего жилого массива Химки-Ховрино (ср. станция «Речной вокзал» и «Водный стадион») в соседнюю крупную промышленную зону, обслуживаемую станциями метро «Сокол», «Аэропорт», «Динамо».

Эти примеры показывают, что предположение об обязательном наличии больших корреспонденций при соединении линией скоростного транспорта крупных жилых и промышленных районов не является бесспорным.

На расчетный срок утвержденного Генерального плана развития г.р. Москвы, предполагается завершить, в основном, строительство диаметральных линий, рентабельная работа которых не вызывает сомнений.

Для окончательного решения вопроса о строительстве дорогостоящих линий скоростного транспорта на более отдаленную перспективу требуется тщательный анализ как сложившихся корреспонденций в городе, так и тенденции их изменения в будущем.

О ХУДОЖЕСТВЕННОМ ВОСПРИЯТИИ ПОДЗЕМНОГО ИНТЕРЬЕРА

В. МАЗИЧКИН,
зам. начальника службы тоннельных сооружений Московского метрополитена

На вновь строящихся станциях наряду с высококачественной отделкой важно шире использовать средства монументальной пропаганды — в форме разнообразных панно, металлических литых, чеканки по металлу и других композиций.

Мы, работники подземной магистрали, сохраним их на долгие годы и будем содержать в таком состоянии, чтобы они постоянно радовали пассажиров метрополитена.

ХУДОЖЕСТВЕННЫЕ произведения — барельефы, скульптуры, мозаичные панно и др. — органически вписы-

ваются в интерьеры многих станций Московского метро. Подземные залы и переходы облицованы мрамором и гранитом, керамикой и металлом. Чтобы постоянно содержать художественные произведения и облицовку станций в хорошем состоянии, работники службы тоннельных сооружений установили за ними тщательный уход.

Скульптуры, выполненные из мрамора, своевременно очищают и регулярно промывают теплой водой. Особенно сложно в подземных условиях содержать фрески. На их состоянии сказывается запыленность, повышенная влажность, вибрация от проходящих поездов и влияние других агрессивных факторов.

Пыль с фресок приходится удалять флейтцами с особо мягким волосом и тщательно оберегать изделия от царапин и ударов.

В каменные поры барельефов и скульптур проникает пыль. Патинированные изделия со временем блекнут, сырость съедает краски. На скульптурах и горельефах из шлифованного мрамора появляются пятна, изменяющие его тональность. Мозаичные панно теряют отдельные камни. Разрушаются неповторимые по своей красоте керамические панно, например, на пилонах «Таганской». На многих керамических изделиях, с течением времени исчезает позолота. Особенно это заметно на та-

ких станциях, как «Белорусская» и «Октябрьская», путевые стены которых облицованы глазурованной плиткой с позолотой.

На некоторых вестибюлях и станциях разрушенные фарфоровые украшения заменены на гипсовые.

Особенно в неблагоприятных условиях находятся лепные украшения, рельефы, скульптуры, расположенные на наружных стенах фасадов вестибюлей или установленные непосредственно около них. Особого содержания и тщательного ухода требуют уникальные художественные произведения. Так, назрела необходимость реставрации мозаичных панно на станциях «Семеновская», «Бауманская», «Автозаводская».

Ежегодно заключаются договоры с художественными мастерскими на выполнение реставрационных работ. За последнее время получили первоначальный вид некоторые панно, скульптуры и барельефы. Например, патинирована находящаяся у входа станции «Электрозаводская» большая скульптурная группа «Метростроители». На «Краснопресненской» расположенные в сводах барельефы приведены в соответствие с авторским замыслом — отделаны под цвет слоновой кости. Обновлены барельефы на «Новокузнецкой». Реставрированы декоративные металлические решетки, утерявшие со временем часть деталей, на станциях, построенных до 50 годов.

Сейчас ведется работа по замене гипсовых скульптур на бронзовые, установленные в нишах на пьедесталах в среднем зале «Бауманской». Эти скульптуры защитников Родины и тружеников тыла (скульптор В. А. Андреев), созданные еще в 1944 году, постепенно утратили свой первоначальный вид.

Предстоят реставрационные работы и на других станциях, в первую очередь, на «Маяковской». Эта станция занимает особое место в ряду архитектурных сооружений метрополитена. Сверкающие полосы нержавеющей стали в оправе из натурального камня, колонны, облицованные полудрагоценным естественным камнем — родонитом (орлец), придают ей неповторимый вид. К сожалению, в настоящее время часть облицовки колонн, выполненной из каменной фанеры, отстала.

Здесь временно проведена имитация под камень. Предстоит большая работа по восстановлению утраченной облицовки.

В свое время в запале борьбы с архитектурными излишествами с некоторых станций и вестибюлей убрали скульптуры и барельефы. Много лет, например, в нишах фасада вестибюля станции «Проспект Маркса» были скульптуры спортсменов. Они не гармонировали с ансамблем примыкающих к вестибюлю зданий, их сняли. Вид фасада теперь обеднен. Работники метрополитена обратились в Управление внешнего благоустройства ГлавАПУ с просьбой разработать новые скульптуры.

Представляется целесообразным переформирование торцевой стены среднего зала станции «Киевская-кольцевая». Установленный там портрет В. И. Ленина не велик по размерам и выполнен без увязки с мозаичными панно зала,

Требуется художественного завершения интерьер вестибюля «Арбатской». В свое время на стене против эскалаторов находилось большое мозаичное панно, ныне — побеленная стена. Нуждаются в художественном оформлении торцевые стены средних залов таких станций, как «Университет» и «ВДНХ», расположенных близ известных архитектурных ансамблей.

Архитектурное оформление новых станций, вестибюлей и переходов при простоте конструктивных форм требует высокого качества отделочных работ и многообразия облицовочных материалов.

За последние годы расширен ассортимент применяемых материалов как естественных, так и искусственных. Для облицовки путевых стен стали использовать новые типы рельефной глазурованной плитки, однако качество ее оставляет желать лучшего. Например, на станциях «Водный стадион», «Преображенская», «Юго-Западная» и др. облицовка путевых стен из глазурованной плитки отстает от конструкций, падает на путь. На трубокблоках, как правило, отсутствует насечка, в результате — слабое сцепление цементного раствора с блоком. Причина падения плиток, вероятно, в колебании обделки под влиянием подвижной нагрузки поездов, а также усадочных трещин. Только в этом году на путевых стенах станции «Варшавская» отстало от основания и вновь уложено свыше 300 м² глазурованной плитки.

Подбор плиток для восстановления облицовки путевых стен связан с большими трудностями и удорожает содержание сооружений.

Принимая в эксплуатацию новые станции с поверхностями полов и стен, облицованными самой разнообразной по форме, цвету и размеру плиткой, метрополитен не получает от Метростроя аналогичной для ремонта. В сметах не учитываются нужды эксплуатации, а заводы впоследствии не принимают заказы на изготовление плитки, необходимой для замены отставшей. На место разбитой приходится ставить лишь ту плитку, которая имеется в наличии (но часто не подходит по цвету и форме). Следует внести в смету строительства определенный процент облицовочных материалов для замены их и ремонта в период эксплуатации (с последующей передачей метрополитену).

Опыт эксплуатации построенных за последние годы станций из сборных железобетонных конструкций показал, что архитектурно и конструктивно в перекрытиях не обосновано наличие полочек-ниш в местах примыкания потолочных плит к стеновым. На полочках оседает пыль. Частое ее удаление сопряжено со значительной затратой времени.

Надо отметить, что внутренний и внешний облик некоторых вестибюлей и переходов порой напоминает базар — снаружи и внутри вокруг разнотипных торговых киосков идет бойкая торговля. Только вокруг фасада вестибюля «Комсомольской-кольцевой» установлено двенадцать торговых точек, в вестибюле станции «Арбатская» восемь. Эти киоски портят архитектурный облик. Разрешение на их установку дано без учета

внешнего вида вестибюля, они мешают нормальному движению пассажиропотоков. Расстановку и внешнее оформление торговых точек следует увязывать с общей архитектурой станции. При проектировании и строительстве новых станций надо предусматривать ниши, соответственно оформленные для размещения в них прилавков для продажи цветов, книг, театральных билетов, медалионов и т. п.

Для улучшения внутреннего вида вестибюлей в арсенале у проектировщиков еще мало используемое средство — введение в композицию интерьеров вестибюля декоративных растений и цветов. Убедительным примером служит внутренний вид наземного вестибюля станции «Проспект Вернадского», где два небольших газона с постоянно зеленой травой, придают павильону особый колорит.

Вполне возможно насадить декоративные растения внутри вестибюлей таких недавно построенных станций, как «Баррикадная» и «Площадь 1905 года» с большими площадями остекленных витражей, через которые широким потоком льется дневной свет.

Совершенствование строительной техники дает возможность создания и применения более разнообразных конструкций, облицовочных и декоративных материалов, позволяет в еще большей степени обогатить архитектурный облик станций.

Появление новых типов водоотводных зонтов из алюминиевых профилей и пластика в эскалаторных тоннелях и сводах станций «Тургеневская», «Колхозная», «Киевская» и «Баррикадная» внесло разнообразие в облик сооружений, значительно облегчило их обслуживание.

В дальнейшем надо совершенствовать конструкции зонтов и добиться такой обработки поверхности, чтобы она равномерно отражала падающие световые потоки.

У нас еще недостаточно используются пластические материалы, декоративные качества которых успешно себя зарекомендовали на новых станциях зарубежных метрополитенов.

На Московском метро пластиком облицованы станция «Ленинские горы», вестибюль «Университета» и некоторые другие в крайне ограниченном количестве. Голубой пластик находится в эксплуатации на «Ленинских горах» свыше десяти лет, а выглядит хорошо, не изменил цвета, не потрескался, придает станции нарядный вид, хорошо гармонирует с общей цветовой гаммой в сочетании с ландшафтом реки.

Сейчас, когда промышленность выпускает большое количество различных пластиков, открываются широкие возможности применения их для отделки станций.

На Могилевском комбинате синтетического волокна, например, разработаны из отходов новые марки дорожных бетонов. Характерная особенность этих бетонов — их низкая стоимость, ценное свойство — цвет. Цветной пластбетон взамен черного асфальта должен найти применение в условиях метрополитена для обогащения цветовой гаммы его сооружений.

С ПОЗИЦИИ ГРАДОСТРОИТЕЛЯ

ПОДЗЕМНЫЙ УРОВЕНЬ КАК ЧАСТЬ ЕДИНОГО АРХИТЕКТУРНО-ПРОСТРАНСТВЕННОГО РЕШЕНИЯ ГОРОДА

Я. ТАТАРЖИНСКАЯ, архитектор

ПОСТРОЙКА каждой новой линии метро всегда своего рода веха для города и особенно развития его подземного уровня. Сооружения нового Краснопресненского радиуса наглядно демонстрируют успехи метростроителей столичного метрополитена. Можно отметить много отдельных достижений в конструктивно-архитектурной трактовке новых станций и вестибюлей.

Увеличение шага колонн в центральном зале станций мелкого заложения расширяет внутреннее пространство, создает более напряженную и динамичную конструктивную схему.

Вступившие в строй станции и вестибюли различны по композиции несмотря на применение одного и того же типового проекта. Внутреннее пространство каждой станции хорошо связано с интерьерами подземных вестибюлей и переходов в общем архитектурном ансамбле. Малыми средствами, различным цветом мраморной облицовки колонн и стен, рисунком отопительных и кабельных решеток, расположением надписей достигается индивидуальный неповторимый облик сооружений.

Краснопресненский радиус предложен в местах, связанных с историческими революционными событиями, которые нашли отражение в архитектурном облике подземных залов станций «Баррикадная» и «Улица 1905 года».

Планировочная структура новых сооружений мало изменилась со времени строительства Калуж-

ского радиуса, когда она была оправдана с градостроительной точки зрения. В настоящее время подземные переходы и вестибюли новой линии недостаточно связаны с основными пунктами тяготения пассажиров в наземной части города — торговыми предприятиями, магазинами, остановками общественного транспорта.

Поэтому рассматривая новые станции и вестибюли нельзя не задуматься о путях дальнейшего развития планировочной структуры и принципов построения архитектурной композиции сооружений Московского метро.

Планировочная структура метрополитена всегда была связана с развитием города и отражала тот или иной уровень градостроительной науки и практики. Поэтому, несмотря на большой интерес некоторых прежних планировочных решений, они не могут служить образцом для нынешних архитекторов.

Проблема подземного строительства сейчас вызывается общими закономерностями жизни крупнейших городов, сопровождающимся увеличением мобильности населения.

Развитие подземного хозяйства Москвы заставляет особенно детально прорабатывать общую сеть будущих линий метрополитена, учитывая, что они явятся главными подземными артериями, определяющими структуру нижнего городского уровня. Уже на стадии детальной планировки новых линий необходима взаимосвязь их с другими подземными

сооружениями будущего города: транспортными тоннелями, гаражами и автостоянками, участками пригородных железных дорог и инженерными коммуникациями.

Структура узловых комплексов должна обеспечить полную безопасность и удобство пешеходного движения в наземной части города, минимальную потерю времени при пересадке на другие виды общественного транспорта и оптимальную связь с наземными общественными сооружениями.

Постройки, связывающие линии метрополитена с наземным уровнем, могут быть различного типа: одно- или двухъярусные с минимальным количеством подземных переходов; многоярусные комплексы, которые будут обеспечивать связь станций и вестибюлей метрополитена с пригородными железными дорогами и автовокзалами, гаражами и автостоянками, торговыми центрами, зрелищными и обслуживающими предприятиями.

Пассажир в ближайшем будущем должен без специальной целевой поездки иметь возможность приобрести товары первой необходимости в торговых киосках и автоматах, посетить предприятия общественного питания и коммунально-бытового обслуживания вблизи основных транспортных сооружений.

Чтобы наиболее рационально решить сложные узловые комплексы, необходимо в процессе проектирования прорабатывать их в полном объеме с учетом далекой перспективы.

ОДНОСВОДЧАТЫЕ СТАНЦИИ ОТКРЫТОГО СПОСОБА РАБОТ

Ю. ЛАВРЕШИН, П. ПАШКОВ, инженеры

ОДНОСВОДЧАТЫЕ станции метрополитенов открытого способа работ, несмотря на ряд положительных сторон, до настоящего времени не нашли широкого применения. В нашей стране только станция «Аэропорт» в Москве построена открытым способом без промежуточных опор.

Коллектив филиала института Харьковметропроект разработал конструкцию и объемно-планировочные решения станционного комплекса с односводчатой обделкой, которые применены для трех станций участка Харьковского метрополитена, находящихся в стадии строительства, и для двух станций проектируемого участка. Такие же станции строятся в Ташкенте и Тбилиси.

Геометрическая схема свода станции принята в виде полуэллипса (рис. 1). Общая длина свода станционного комплекса для пятивагонного состава составляет 238—270 м. При высоте уровня грунтовых вод до 1,5 м над головкой рельса лоток выполняется без обратного свода, при высоте от 1,5 до 5 м устраивается обратный свод. Конструкция свода устойчива к сейсмическим воздействиям величиной до 9 баллов.

Принятые геометрические размеры свода позволяют возводить его в котловане такого же размера, как и для колонной станции (причем котлованы могут быть со свайным креплением и с откосами). Свод выполняется из монолитного железобетона с применением инвентарной передвижной металлической опалубки, снабженной подъемно-опускным и передвижным гидравлическим устройством. Номинальная длина опалубки 6 м*.

Скорость возведения свода с одним комплектом опалубки — 18—24 м (летом) и 12—18 м (зимой) за месяц, затраты труда 0,5 чел.-дня на 1 м³ железобетона. Совершенствование конструкции свода, внедрение автоматической и полуавтоматической сварки арматуры, доставка на площадку ее стержней общей длиной 18—20 м, отработка отдельных производственных процессов позволят значительно сократить затраты труда. Применение двух комплектов опалубки, устанавливаемых последовательно, даст возможность повысить скорость возведения свода до 36—42 м в месяц, то есть бригада из 18—20 человек сможет возвести его за 6—8 месяцев.

«Харьковметропроект» выполнил технические решения односводчатой обделки станционного комплекса из сборно-монолитного железобетона. Статическая схема конструкций та же, что и для монолитной железобетонной. Железобетонные элементы приняты весом 11—15 т, использовано всего 8 типов размеров, коэффициент сборки — свыше 0,9.

Конструкция станционного комплекса постоянна за исключением участков свода с проемами.

Станционный комплекс для пятивагонного состава включает 800—900 железобетонных элементов. Сборка конструкции и замоноличивание узлов сопряжения предусматривается выполнять с применением металлической подъемно-переставной инвентарной опалубки.

* Подробное описание конструкции и возведения свода см. в журналах «Метрострой» № 1—2, 1970 и «Транспортное строительство», № 11, 1972.

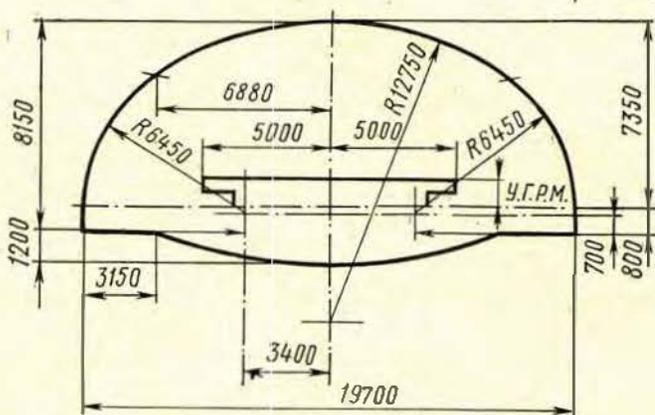


Рис. 1.

тарной опалубки, разработанной для монолитной конструкции. Применение сборно-монолитной конструкции даст экономию на каждом станционном комплексе 1000—1200 м³ железобетона по сравнению с монолитной.

Внутренние конструкции, монтируемые после возведения свода, приняты унифицированными. Шаг опор 6 м, пролеты по 4,35 м, общее количество типоразмеров — 9. Монтаж конструкций производится автопогрузчиком, оборудованным гуськом с траверсой.

Трудоемкой операцией в период строительства оказалось устройство путевой стены и подготовка ее под отделку. Уменьшить затраты труда на эту работу можно применением измененной конструкции (рис. 2).

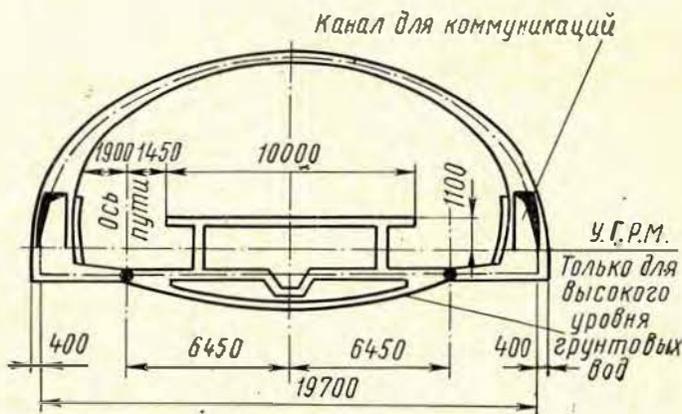


Рис. 2.

Применение односводчатой обделки дает возможность разнообразить планировочные решения вспомогательных и служебных помещений. Лестницы располагаются непосредственно на платформе, открытыми, с перильными ограждениями (рис. 3).



Рис. 3.

Сообщение кассовых залов с платформой, как правило, лестничное, но разработано техническое решение устройства эскалаторов на подъем высотой до 4,4 м.

Новым, присущим только односводчатой конструкции, является планировочное решение, при котором лестницы-сходы устраиваются непосредственно вблизи входов. Разменные кассы и автоматические контрольные пункты устанавливаются на уровне платформы; последняя соответственно удлиняется (см. рис. 3). Такое решение позволяет сосредото-

чить пассажиропотоки на участках от вагонов до лестницы и создать большой простор. Общие размеры комплекса станции и площади служебных и вспомогательных помещений при этом сохраняются.

Опыт проектирования и строительства убеждает, что при односводчатой конструкции возможно большее разнообразие архитектурного оформления станций.

Монолитный свод может выполняться с гладкой или рельефной поверхностью (рис. 4).

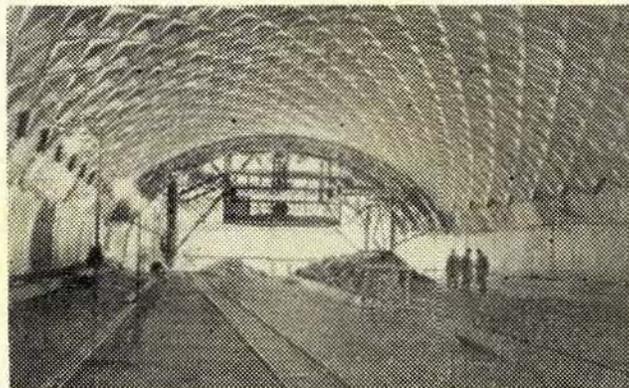


Рис. 4.

При постоянном поперечном сечении односводчатой конструкции ее можно сооружать отдельными повторяющимися захватками. При использовании монолитного железобетона эти захватки приняты равными 6 м и строго увязаны с разбивочными осями колонн внутренних конструкций. Захватки разделяются поперечными рустами, которые образуются уголками 40×40, приваренными обушками вверх к обшивке опалубки. Это простое приспособление хорошо фиксирует опалубку в проектом положении и исключает при бетонировании затекание «нового» бетона на «старый». Полное повторение производственных операций на каждой захватке позволяет организовать поточный метод строительства, отработать все производственные процессы и максимально их механизировать.

В ходе строительства выявилась необходимость увеличения высоты свода на 150—200 мм против принятой. При сооружении односводчатой конструкции сложно получить гладкую наружную поверхность: нужна дополнительная обработка ее перед наклейкой гидроизоляции. Односводчатая схема организации пространства требует большего внимания к распределению пассажиропотоков, чем колонная. Вместе с тем, очевидно, что односводчатые конструкции для станционных комплексов следует использовать наравне с колонными, для чего необходимо разработать типовые конструктивные решения отдельных узлов и технологических карт производственных процессов. По предварительным данным, стоимость комплекса с односводчатой обделкой из монолитного железобетона на 50—70 тыс. руб. меньше стоимости станционного колонного.

ТБИЛИССКОМУ МЕТРОПОЛИТЕНУ— ОДНОСВОДЧАТЫЕ СТАНЦИИ

А. ДАУШВИЛИ, д-р техн. наук,
Д. ДЖИНЧАРАДЗЕ, А. КУРИСЬКО,
кандидаты техн. наук

ВЫБОР конструкции станции для определенных инженерно-геологических условий, как правило, сопряжен со специальными научными исследованиями, инженерно-техническими расчетами и многовариантными конструкторскими проработками.

На метрополитене Тбилиси получили распространение станции глубокого заложения из монолитного бетона двух типов — колонные и трехсводчатые пилонные. Совершенствование конструктивных решений в течение 20 лет привело к предпочтительному выбору станции колонного типа с промежуточными опорами из предварительно напряженного железобетона (рис. 1, а). Конструкция колонны разработана и внедрена в практику ЦНИИСом и Кавгипротрансом.

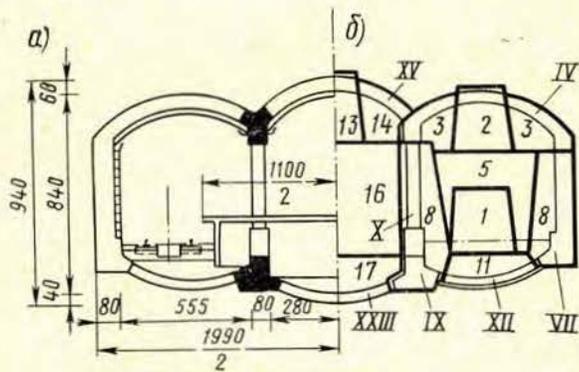


Рис. 1.

Несмотря на высокие технико-экономические показатели, этот тип станции не лишен конструктивных, строительных и эксплуатационных недостатков.

Три верхних и три нижних свода станции опираются на стены и колонны. Увязка всех элементов в единую конструктивную систему практически трудновыполнима, часто деформации возникают именно в местах сопряжений. Сложна система водоотвода, процесс облицовки промежуточных колонн и стен; в неблагоприятных условиях находится выработка (контур ее по сопряжениям сводов имеет выступы). Концентрация напряжений в местах выступов вызывает дополнительную нагрузку на обделку и вы-

валы в породе. Частое заполнение вывалов бетоном связано со значительными дополнительными затратами.

Расчет обделки трехсводчатой станции имеет много условностей и допущений; действительная работа конструкции значительно отличается от принятой расчетной схемы (фактическая неуравновешенность распоров соседних сводов, закон изменения сечений сводов в связи с наличием переборов и вывалов, заполненных бетоном).

Для сооружения станции необходимо осуществить 30 последовательных операций (рис. 1, б). Большинство из них выполняется на участках протяженностью 3—6 м. Таким образом, фронт работ в каждой операции очень мал, а выполнение смежных операций зависит одна от другой; осложнены арматурные работы. Отсутствие возможности в полной мере применить современные средства механизации приводит к большим трудо- и временным затратам. Как показывает практика, сроки пуска в эксплуатацию линий лимитируются готовностью станции.

В процессе эксплуатации наличие колонн создает определенные неудобства для пассажиров. Продольные ряды колонн разобщают станцию на три объема (распределительный зал и посадочные платформы). Распределительным залом пользуются в основном, пассажиры, прибывающие на данную станцию; отъезжающие же от входа направляются к посадочной платформе для получения информации о движении поезда или выбора места ожидания — места наименьшего скопления пассажиров. Вынужденные перемещаться в продольном направлении по относительно узкой полосе, не выходя за пределы колонн, пассажиры фактически не пользуются распределительным залом.

В конструкции односводчатой станции нет этих недостатков. Статистически такая конструкция наиболее целесообразна; простота решения обеспечивается применением рациональных способов, значительным сокращением трудовых затрат и сроков строительства.

Односводчатые станции нашли широкое распространение в практике мирового метростроения (Париж, Мадрид, Барселона, Токио, Осака).

Станции метрополитена в Тбилиси сооружаются в прочных скальных породах, где применением односводчатых конструкций можно добиться значительного технико-экономического эффекта.

Еще в 1967—1969 годах для станции «Исани» разработан проект односводчатой станции: конструкция из монолитного бетона марки «300» изображена на рис. 2, а.

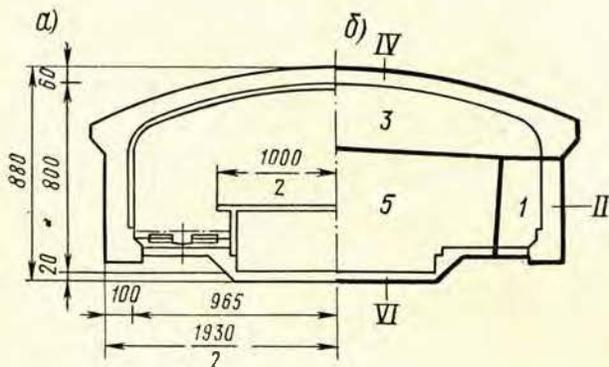


Рис. 2.

Количество конструктивных элементов обделки сократилось с 10 до 4, ликвидированы колонны и

средние стены, сложные железобетонные узлы сопряжений, контур выработки стал более плавным, без выступов. Упрощена расчетная схема станции. Теперь это обычный свод, опертый на стены.

Вместо 30 операций в процессе строительства осталось 8 (рис. 2, б). Появилась возможность бетонировать стены и лоток на всю длину одновременно. Благодаря укрупнению отдельных операций по проходке и увеличению фронта работ улучшились условия использования механизмов.

Стоимость строительства односводчатой станции меньше трехсводчатой. В таблице приведены основные показатели станций двух типов.

Наименование показателя на 1 пог. м	Ед. изм.	Конструкция станции	
		трехсводчатая	односводчатая
Объем грунта	м ³	158	155,6
Объем бетона и жел. бет.	"	37	28,9
Объем бетона заполнения	"	7,1	—
Площадь нагнетания	м ²	33,1	30
Площадь зонтов	"	21	20
Стоимость	тыс. руб.	710	600
Скорость сооружения всей станции	год	1,5	1

К. ШЛЯПИН, канд. техн. наук,
А. БУРНШТЕЙН, инженер

ГИДРОСТРУЙНЫЙ СПОСОБ ДОБЫЧИ ГРАНИТА

Его внедрение позволит более рационально осуществлять разработку месторождений естественного камня. Поставка полученных новым способом крупных и средних блоков на камнеобрабатывающие заводы обеспечивает повышение производительности пилорамы в 2—3 раза; увеличение выхода плит из 1 м³ блоков на 15—20%; снижение их себестоимости; уменьшение объема подготовительных работ при распиловке блоков.

ПОТРЕБНОСТЬ в крупных блоках и облицовочных плитах из естественного камня твердых пород, например, гранитов возрастает с каждым годом. Однако существующая технология добычи блоков в карьерах при помощи взрыва имеет крупные недостатки: при неравномерном отрыве их от массива неизбежны значительные потери материалов. Вырезка блоков гранита в карьерах камнерезными машинами практически невозможна из-за быстрого изнашивания инструмента. Испытания же машин, основанных на терморезании, показали, что вследствие воздействия высоких температур, в блоке и окружающем его горном массиве образуется система трещин. Поэтому промышленного применения на карьерах такие машины не нашли.

Исследованиями, выполненными в СССР и за рубежом, доказана возможность разрушения скальных горных пород, в том числе гранитов, струями воды высокой скорости.

В лаборатории разработки горных пород ЦНИИСа создана конструкция погружного водоструйного резака, с помощью которого в горных массивах можно прорезать глубокие щели шириной 25—30 мм. Используя систему таких резаков, перемещающихся в трех взаимно-перпендикулярных плоскостях, можно вырезать из массива блоки правильной формы и заданных размеров.

Обработка конструкции резака, параметров струи и режима ее работы выполнялась на стендовых установках, одна из которых показана на рис. 1. В гранитных блоках нарезали щели глубиной до 1 м (рис. 2).

Технологический комплекс оборудо-

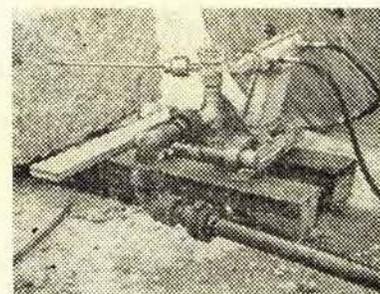


Рис. 1. Стендовая установка с погружным водоструйным резаком.



Рис. 2. Щели, нарезанные в блоке гранита струей воды.

вания для добычи блоков гранита в карьерах гидроструйным способом должны включать:

- насосную установку;
- водоструйный агрегат с погружными резаками;
- высоконапорные коммуникации для подачи воды от насосной установки к резакам;
- системы управления и контроля.

Для подачи воды под давлением целесообразно использовать насосный агрегат, выпускаемый промышленностью. Он обеспечивает давление до 700 кг/см² при производительности 23 м³/ч. Мобильный насосный агрегат монтируется на грузовом автомобиле марки КраЗ-21-9.

Высоконапорные коммуникации также могут быть приняты стандартными, из

стальных цельнотянутых труб с коленными шарнирными соединениями, поставляемых в комплекте с насосным агрегатом.

Водоструйный агрегат конструктивно может быть выполнен в различных вариантах и с разным количеством погружных резаков. Однако неперенным условием является обеспечение возможности нарезания в гранитном массиве щелей в трех взаимно перпендикулярных плоскостях.

Управление и контроль работы установки могут осуществляться из кабины водителя автомобиля, в которой дополнительно устанавливается соответствующая аппаратура. Дистанционное управление водоструйным агрегатом из кабины автомобиля обеспечивает достаточно безопасные условия работы.

Эксперименты, выполненные с применением нового насосного агрегата, показали, что средняя производительность щелеобразования в гранитах составляет 2 м²/ч. Для блока с размерами поперечного сечения 1×1 м и длиной 2 м требуется нарезать 5 м² щелей. Следовательно, на вырезку блока объемом 2 м³ необходимо затратить 2,5 ч. С учетом подготовительно-заключительных операций и технологических простоев сменная производительность водоструйной установки составит не менее 4 м³ блоков, что в 2—3 раза превосходит производительность бригады рабочих при буровзрывном способе. Кроме того, гидроструйный метод позволяет получать блоки правильной формы и заданных размеров.

БУРОВЗРЫВНЫЕ РАБОТЫ И ДЕФОРМАЦИЯ ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ

Г. САЗОНОВ, инженер

СДВИЖЕНИЕ горных пород и земной поверхности, как известно, может происходить вследствие нарушения их устойчивости в забое (вывалов, выплываний, прогиба слоев), при образовании переборов грунтов над обделкой тоннеля, в результате изменений гидродинамического режима подземных вод, которое может вызвать депрессионное обжатие сильносжимаемых пород в массиве.

Производство горных работ в крепких скальных породах может не вызывать их сдвижений (или последние могут развиваться крайне медленно). Даже при разработке полезных ископаемых в прочных породах с обрушением кровли, деформации поверхности начинаются через длительный промежуток времени, исчисляемый месяцами и годами.

Известняки, доломиты и мергели верхнего и среднего карбона, в которых, обычно сооружаются тоннели метрополитена глубокого заложения в Москве, также являются достаточно устойчивыми и прочными породами. В них деформации развиваются крайне медленно; при минимальных переборах грунта и при нагнетании цементно-песчаного раствора за обделку здесь не наблюдается прогиба слоев или явлений обжатия обделки породой.

При строительстве Московского метрополитена неоднократно вскрывались крупные карстовые полости, многие из которых имели плоскую кровлю без следов обрушений и большую площадь распространения, то есть являлись своего рода естественными подземными выработками. Крупные карстовые полости, площади которых исчислялись десятками квадратных метров, были вскрыты при сооружении станций «Белорусская»,

«Комсомольская», в районе «Турганевской», при проходке северного наклонного тоннеля «Площади Ногина».

Несмотря на значительные размеры карстовых полостей, их наличие не вызывало сдвижений верхних скальных пород и земной поверхности. Это служит дополнительным доказательством устойчивости слоев карбона. Вместе с тем, создается определенное противоречие: с одной стороны существуют карстовые полости не нарушают равновесного состояния пород в массиве, а с другой — оказывается, что создание меньшего по размерам, чем настольная полость, искусственно выработанного и быстро закрепленного пространства — горной выработки, сопровождается деформациями поверхности и, следовательно, сдвигами пород в массиве.

Неясность причины этого явления побудила отдел инженерной геологии Метрогипротранса провести детальные исследования с помощью глубинных реперов на строительстве одной из станций глубокого заложения. Станция сооружена в глинах карбона и вскрывает сводом на 2—3 м толщу известняков и доломитов, сильно трещиноватых, с прослоями доломитовой муки.

Мощность скальных пород — 10 м. Непосредственно на кровле каменноугольных пород залегают пески и супеси четвертичного возраста. Над станцией было установлено более ста наземных реперов и шесть глубинных, два из которых были заглублены в толщу скальных пород, остальные — в толщу рыхлых отложений.

Наблюдения за оседаниями реперов позволили выяснить следующие закономерности сдвижения пород в массиве (рис. 1):

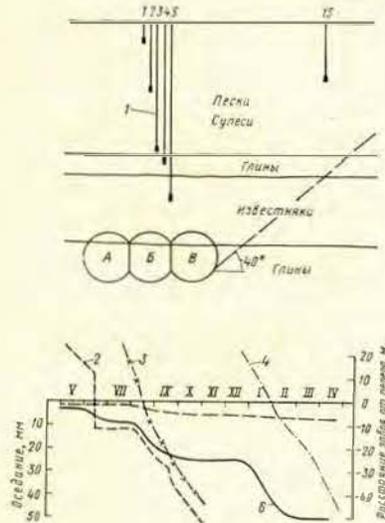


Рис. 1. Оседания глубинных реперов над станцией в известняках.

1 — глубинные реперы; 2, 3, 4 — продвижение забоев тоннелей; 5 — оседание реперов 1—5.

оседания наземных и глубинных реперов в четверичных породах происходят синхронно с оседаниями реперов, установленных в скальных породах, увеличиваясь по мере приближения забоя;

величина оседаний четверичных пород и поверхности соответствует величине оседаний кровли скальных пород;

сдвигание реперов происходит под влиянием взрывных работ, так как в периоды временного прекращения последних прекращались и оседания реперов;

проходка каждого стационарного тоннеля вызывает оседание поверхности на 15—25 мм (суммарное оседание 50—60 мм);

зона заметного действия сейсмозрывных волн в толще скальных пород ограничивается углами 20—25°.

Взрывы, многократно воздействующие на горный массив при проходке перегонных тоннелей и особенно многочисленных при строительстве станций, производят перекомпоновку отдельных блоков породы, их сдвигание, вызывают закрытие трещин. Происходит некоторое уменьшение трещинной пустотности и объема толщи скальных пород с одновременным оседанием земной поверхности.

В зоне исследований, при оседании кровли толщи скальных пород на 50—60 мм, уплотнение известняков составило 0,5% от мощности их слоя.

Аналогичные закономерности процесса оседаний поверхности определены на опытном участке строительства Пражского метрополитена. Опытная выработка диаметром 6 м была пройдена в палеозойских сланцах толстолитчатых, трещиноватых. Выше свода выработки толща составля-

ет 7 м. На сланцах, вплоть до поверхности земли, залегают пески мощностью 4,5 м.

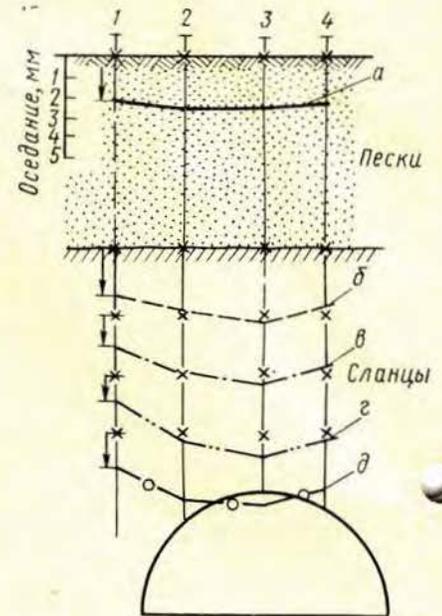
Над выработкой было пройдено несколько рядов скважин (рис. 2), в которых на глубинах 4 м (кровля сланцев), 6, 5, 8 и 9 м были установлены глубинные реперы, фиксирующие вертикальные смещения пород.

В момент производства взрывных работ происходили одновременные и примерно одинаковые (2—3 мм) сдвигания всех точек толщи (кривые б, в, г, д) и реперов на земной поверхности (кривая а).

Основным результатом экспериментов следует считать впервые установленную возможность уменьшения объема скальных трещиноватых пород в массиве при буровзрывных работах на метрострое и влияние их, в числе прочих факторов, на оседание земной поверхности.

Рис. 2. Сдвигание пород в массиве и земной поверхности при взрывных работах:

1, 2, 3, 4 — скважины, х — глубинные реперы, а — оседание земной поверхности, б, в, г, д — сдвигание пластов сланцев.



ОСОБЕННОСТИ СПОСОБА ПРОДАВЛИВАНИЯ

Ю. ЛИМАНОВ, д-р техн. наук, профессор,
В. СТРЕЛЬЦОВ, инженер

ПОДЗЕМНЫЕ пешеходные переходы прокладывают обычно под автомагистралями с большой интенсивностью движения. В этих условиях очень важно обеспечить непрерывный пропуск транспорта и исключить деформации поверхности земли.

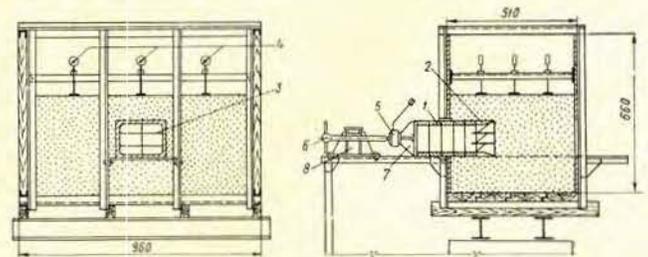
Сооружение тоннелей пешеходных переходов в нашей стране осуществляется, в основном, открытым способом, а при строительстве их под железной дорогой — с устройством временных мостов для пропуск поездов. Это вызывает длительные перерывы движения транспорта, большой дополнительный объем работ и значительно увеличивает стоимость сооружения.

Практика строительства показывает, что наиболее прогрессивным и экономически эффективным способом возведения таких тоннелей под железнодорожными путями является продавливание.

В нашей стране оно широко применяется при строительстве трубопроводов, дюкеров, водозаборных и других сооружений.

Выявление причин и определение деформаций земляного полотна, возникающих при сооружении тоннелей на глубине 0,6—1,5 м под подошвой: рельсов способом продавливания, позволит разработать рекомендации по уменьшению деформаций, обеспечить безопасное движение железнодорожного транспорта.

В лаборатории моделирования тоннелей ЛНИЖТа исследовались вопросы влияния глубины заложения тоннеля, формы поперечного сечения обделки, величины заходки продавливания, количества горизонтальных перегородок в ножевой секции, угла заострения ее и других факторов на деформацию земляного полотна железной дороги.



Испытательный стенд:

1 — блоки модели обделки; 2 — ножевая секция; 3 — горизонтальные рассекающие перегородки; 4 — индикаторы часового типа; 5 — индикатор сжатия типа ДС; 6 — винтовой домкрат; 7 — распределительная плита; 8 — упор домкратов.

Для стендовых испытаний на моделях применен метод эквивалентных материалов, прочностные, деформативные и другие характеристики которых соответствовали естественным условиям. Физико-механические характеристики грунта были приняты следующими: объемный вес — $1,8 \text{ т/м}^3$, угол внутреннего трения — 23° , сцепление — $0,05 \text{ кг/см}^2$, естественная влажность — 15% .

В качестве эквивалентного материала был принят кварцевый песок, смешанный с малой слюдой при соотношении объемов $2:0,8$. Объемный вес такой смеси составил — $1,2 \text{ кг/см}^3$ и угол внутреннего трения — 23° . Силой сцепления ввиду ее малой величины в модели пренебрегли.

При сооружении тоннелей мелкого заложения способом продавливания возникают два вида деформаций земляного полотна: вертикальные (вспучивание) и горизонтальные (сдвиг грунта). Эти деформации, как показали опыты, находятся в зависимости от толщины слоя грунта над тоннелем.

Для определения зависимости деформаций от глубины заложения тоннеля слой грунта над ним моделировали толщиной $0,6; 0,9; 1,2$ и $1,5 \text{ м}$.

В процессе продавливания модели обделки тоннеля проводили замеры вертикальных (с помощью индикаторов часового типа) и горизонтальных перемещений грунтового массива.

Наблюдение за горизонтальным перемещением осуществлялось фотофиксацией марочек, установленных на поверхности грунта, относительно неподвижных шкал. Пленку расшифровывали с помощью микроскопа МПР-12.

На основании многочисленных опытов построены кривые вертикальных и горизонтальных перемещений грунта. Установлено, что вспучивание грунта начинается на расстоянии $3-4 \text{ м}$ впереди щита, достигает максимума над ножевой секцией и больше не увеличивается. Результаты вертикальных деформаций, полученные на моделях, приведены в таблице.

Толщина слоя грунта над тоннелем:

на моделях, мм в натуре, м	4	6	8	10
	0,6	0,9	1,2	1,5
Вертикальные деформации земляного полотна на моделях, мм	8	5	3,9	1,5
Вертикальные деформации земляного полотна, пересчитанные к натуре, см	12	7,5	6	2,3

Поперечные деформации вспучивания по мере удаления от оси тоннеля постепенно затухают и на расстоянии $23; 20; 18$ и 12 см почти не проявляются.

Горизонтальные перемещения поверхности земляного полотна в основном зависят от глубины заложения тоннеля, достигают на модели максимальной величины при заложении 4 см и очень незначительны при заложении 10 см (в натуре — $1,5 \text{ м}$).

Определено также, что при сооружении тоннелей мелкого заложения способом продавливания, существенное влияние на вертикальные деформации оказывают также величина заходки (задавливания) и количество горизонтальных перегородок ножевой секции.

Максимальные вертикальные деформации при заходке $1; 2$ и 3 см соответственно составляют $1,5; 5$ и 12 см (в натуре $2,7$ и 15 м). Значительное увеличение деформаций при заходке 3 см объясняется тем, что впереди щита образуется грунтовая «пробка».

Продавливание обделки рекомендуется производить заходками по 15 см с последующим отбором грунта с рассекающих горизонтальных площадок.

Применение эпоксидной смолы в качестве гидроизоляции наружных поверхностей блока снижает силу сцепления обделки с грунтом и почти в два раза уменьшает горизонтальные деформации земляного полотна.

Результаты экспериментов использованы в проекте пешеходного тоннеля сечением $3 \times 3,6 \text{ м}$, который пройдет под железнодорожными путями.

Тоннель длиной 117 м будет сооружаться способом продавливания на глубине $1,5 \text{ м}$ под подошвой рельсов без перерыва движения транспорта. Строительство тоннеля на такой глубине в отечественной практике осуществляется впервые.

На опытным участке, расположенном под четырьмя заводскими путями, строители отработают технологию продавливания и после этого приступят к проходке основного участка.

Проектирование, конструирование, исследования

РАСЧЕТ

ОБЖАТЫХ В ПОРОДУ СБОРНЫХ ОБДЕЛОК

Ю. АЙВАЗОВ, О. АНТОНОВ, кандидаты техн. наук

Метод расчета, изложенный в статье, основан на теории криволинейных брусьев на упругом основании. Реализован наиболее простой конструктивный подход к определению усилий в обделке: последние определяются из условий равновесия элементов конструкции. Модель основания — винклеровская, силы трения связаны с нормальными контактными напряжениями по формуле Кулона.

Полученные зависимости и таблицы позволяют рассчитывать обжатие обделки существующих разновидностей с разжатием из лотка, шельги и от уровня горизонтального диаметра кольца. Предусмотрено определение усилий в конструкции как в стадии обжатия, так и в эксплуатационной.

БОЛЬШИНСТВО современных конструкций сборных тоннельных обделок кругового очертания имеет многошарнирную схему. При расчете такую конструкцию следует рассматривать как замкнутую кинематическую цепь из криволинейных брусьев, заложённую в податливой среде горных пород*. Наиболее эффективно многошарнирная конструкция работает при условии ее предварительного обжатия в породе.

При изучении статической работы обжатой в породе обделки выделяют две стадии ее напряженно-деформированного состояния (предварительного обжатия и эксплуатационную). В первой стадии обделка практически воспринимает только усилия предварительного обжатия, поскольку горное давление еще не проявляется, а вес ее элементов незначителен по сравнению с остальными действующими силами.

* Основные принципы такого расчета обоснованы ранее — см. «Метрострой» № 4, 1967 г. и «Транспортное строительство» № 3, 1969 г., стр. 47—48.

По мере развития горного давления и частичной релаксации усилий предварительного обжатия наступает момент, когда основной нагрузкой на обделку становится горное давление, то есть конструкция вступает во вторую (эксплуатационную) стадию работы.

Расчетные схемы для рассмотренных стадий работы обделки различны. В случае, когда величина усилий от предварительного обжатия превышает усилия, вызываемые горным давлением, первую стадию рассматривают как эксплуатационную.

В основу расчета обделки положены условия равновесия жестких круговых брусьев на упругом основании; для связи радиальных контактных напряжений σ и перемещений ω используется гипотеза местных деформаций. Следует отметить, что для расчета реальных мног шарнирных обделок выбор модели упругого основания практически не влияет на расчетное напряжение состояния конструкции, как и допущение о жесткости ее элементов.

В процессе деформаций обделки происходит смещение наружного контура блоков по породе и вследствие действия сил трения возникают тангенциальные контактные напряжения τ . Они могут быть представлены как произведение радиальных контактных напряжений σ на коэффициент трения μ обделки по породе $\tau = \mu \sigma$.

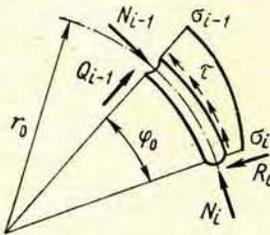


Рис. 1.

Расчетные зависимости получены из условий равновесия каждого элемента обделки (рис. 1). Нормальные N_i и N_{i-1} и поперечные Q_i и Q_{i-1} силы заменяют действие соседних блоков. Распределение радиальных контактных напряжений в пределах блока подчиняется зависимости, полученной из теории расчета круговых брусьев на упругом основании*.

$$\sigma = \frac{\sigma_i \sin \psi_i + \sigma_{i-1} \sin(\psi_i - \psi)}{\sin \psi_i}, \quad (1)$$

где σ_i и σ_{i-1} — значение радиальных контактных напряжений на уровне i и $i-1$ шарниров, ψ_i — центральный угол охвата i блока, ψ — текущая угловая координата, начало отсчета которой $i-1$ шарнир.

Уравнения равновесия для каждого i блока:

$$Q_{i-1} \cos \psi_i - Q_i + N_{i-1} \sin \psi_i - \sigma_{i-1} m r_0 A_i - \sigma_i m r_0 B_i = 0, \quad (2)$$

$$N_{i-1} \cos \psi_i - N_i - Q_{i-1} \sin \psi_i - \sigma_{i-1} m r_0 C_i - \sigma_i m r_0 D_i = 0, \quad (3)$$

$$N_{i-1} - N_i - \sigma_{i-1} m^2 r_0 E_i - \sigma_i m^2 r_0 E_i = 0; \quad (4)$$

$$\text{где } A_i = \frac{\sin \psi_i (\sin \psi_i - \mu \cos \psi_i) + \mu \psi_i}{2 \sin \psi_i}, \quad (5)$$

$$B_i = \frac{\psi_i (\sin \psi_i - \mu \cos \psi_i) + \mu \sin \psi_i}{2 \sin \psi_i}, \quad (6)$$

$$C_i = \frac{\sin \psi_i (\cos \psi_i + \mu \sin \psi_i) - \psi_i}{2 \sin \psi_i}, \quad (7)$$

$$D_i = \frac{\psi_i (\cos \psi_i + \mu \sin \psi_i) - \sin \psi_i}{2 \sin \psi_i}, \quad (8)$$

$$E_i = \frac{\mu (1 - \cos \psi_i)}{\sin \psi_i}, \quad (9)$$

$m = \frac{r_n}{r_0}$ — отношение наружного радиуса обделки к осевому.

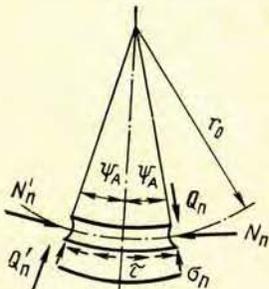


Рис. 2.

В случае, когда один из блоков расположен в лотке на оси симметрии (рис. 2), уравнение равновесия будет иметь вид:

$$Q_n + N_n \frac{\sin \psi_n}{\cos \psi_n} - \sigma_n m r_0 F_n = 0, \quad (10)$$

где

$$F_n = \frac{\psi_n + \sin \psi_n (\cos \psi_n + \mu \sin \psi_n)}{2 \cos^2 \psi_n},$$

n — порядковый номер нижнего элемента кольца обделки, не считая лотковый,

ψ_n — половина центрального угла охвата лоткового блока.

Радиальное перемещение i шарнира ω_i в соответствии с гипотезой местных деформаций определяется по формуле:

$$\omega_i = \frac{\sigma_i}{\kappa_0 b}, \quad (11)$$

где κ_0 — коэффициент упругого сжатия породы,

b — расчетная ширина кольца обделки.

Приращение касательного перемещения в пределах i -го блока (рис. 3):

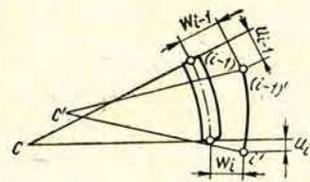


Рис. 3.

$$\Delta u_i = - \int_0^{\psi_i} \omega d\psi = \frac{\sigma_{i-1} + \sigma_i}{\kappa_0 b} \cdot \frac{1 - \cos \psi_i}{\sin \psi_i}. \quad (12)$$

Касательное перемещение любого j -го шарнира

$$u_j = u_0 - \frac{1}{\kappa_0 b} \sum_1^j \frac{(\sigma_{i-1} + \sigma_i)(1 - \cos \psi_i)}{\sin \psi_i}, \quad (13)$$

где u_0 — касательное перемещение нулевого шарнира.

Если в обделках все блоки одинаковой длины, то очевидно

$\psi_i = \psi_0$ и $\psi_n = \frac{\psi_0}{2}$. В этом случае индекс i при коэффициентах A, B, C, D может быть опущен, то есть для всех блоков их значения будут одними и теми же.

В практике тоннелестроения применяются обделки как с шарниром в лотке на оси симметрии (рис. 4, а), так и со сплошным лотковым блоком (рис. 4, б). Для удобства расчета обозначим их соответственно обделками I и II типов.

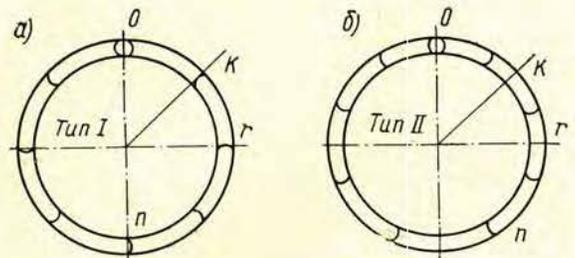


Рис. 4.

Расчетная схема обделки в стадии предварительного обжатия принимается в зависимости от места приложения распорного усилия. Наиболее реальны три таких положения: в шельге свода, у горизонтального диаметра кольца и в лотке. Расчет сводится к определению усилий в шарнирах и контактных напряжениях в уровне шарниров. Для обоих типов обделки и в любом случае расположения распорного устройства количес-

* См. Сб. «Автомобильные дороги и дорожные строительство», вып. 6, Киев, 1970, стр. 101—103.

во усилии, подлежащее определению $3n + 3$ (n — число блоков в полукольце); n раз записываются уравнения (2)—(4) при $i = 1, 2, \dots, n$. Недостающие три уравнения находятся из условий, учитывающих расположение распорных элементов и тип обделки.

Первое уравнение для обоих типов обделок $Q_0 = 0$. Второе уравнение для I типа обделки $Q_n = 0$, а для II типа это равенство (10). Третье уравнение: а) для разжатия из шельги (рис. 5, а) $N_0 = N_p$, где N_p — распорное усилие; б) при обжатии у диаметра (рис. 5, б) $N_n = N_p$, при разжатии из лотка (рис. 5, в) $N_n = N_p$. При разжатии у горизонтального диаметра во всех уравнениях (2)—(9) для $i \leq k$ знак перед μ меняется на обратный; при обжатии в лотке знак перед μ меняется на обратный для всех значений i .

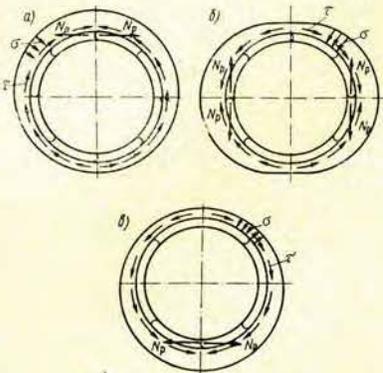


Рис. 5

Таким образом, предлагаемый метод расчета позволяет определять усилия в обделке при любом возможном размещении распорных устройств и при различных размерах блоков и способах их размещения в кольце.

Расчет обделки в эксплуатационной стадии (продольная сила распора N_p на горизонтальном диаметре меньше величины горного давления) выполняется путем составления системы уравнений равновесия (2)—(4), (10) и условия приложения нагрузки от горного давления. Это условие заключается в приравнивании продольной силы на горизонтальном диаметре кольца N_z величине суммарной нагрузки от горного давления P_0 (рис. 6, а).

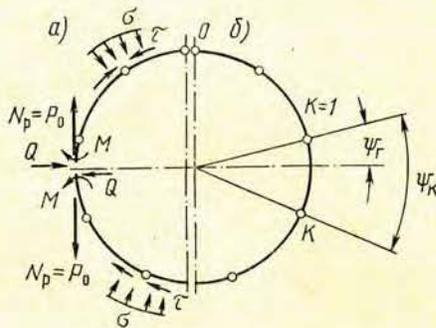


Рис. 6.

Количество неизвестных усилий в стыках обделки так же, как и в стадии предварительного обжатия, равно $3n + 3$. Для их отыскания для обделки типа I записываются n раз уравнения (2)—(4) для $i = 1, 2, 3, \dots, n$ и условия приложения нагрузки от горного давления $N_z = P_0$. Два недостающих уравнения: $Q_0 = 0$ и $Q_n = 0$.

Для расчета обделки типа II записываются уравнения (2)—(4) при $i = 1, 2, 3, \dots, n$, уравнение (10), а также условия $Q_0 = 0$ и $N_z = P_0$. Здесь N_z — значение нормальной силы в сечении, расположенном на горизонтальном диаметре, определяемое по формуле

$$N_z = N_{i-1} \cos \psi_z - Q_{k-1} \sin \psi_z + m r_0 \sigma_{k-1} \left(\bar{a} + \frac{\cos \psi_k}{\sin \psi_k} \bar{b} \right) - \frac{m r_0 \sigma_k \bar{b}}{\sin \psi_k}; \quad (14)$$

где ψ_z — угол охвата участка k -го блока от его верхнего конца до горизонтального диаметра (рис. 6, б),

k — порядковый номер блока, пересекающего горизонтальный диаметр,

ψ_k — центральный угол охвата этого блока.

$$\bar{a} = \frac{\psi_z (\sin \psi_z - \mu \cos \psi_z) - \mu \sin \psi_z}{2}, \quad (15)$$

$$\bar{b} = \frac{\psi_z (\cos \psi_z + \mu \sin \psi_z) - \sin \psi_z}{2}. \quad (16)$$

Состав системы уравнений для обделки I и II типов в зависимости от места расположения распорных устройств приведен в таблице 1.

В результате решения полученной системы уравнений находят усилия в шарнирах обделки. Определение изгибающих моментов, продольных и поперечных сил производится по правилам строительной механики с использованием найденных усилий в шарнирах*.

Таблица

Места приложения нагрузок	Состав системы уравнений	
	для обделки I типа	для обделки II типа
В стадии предварительного обжатия		
Распорное усилие N_p шельге свода (шарнир 0)	$N_0 = N_p$, $Q_0 = 0$, $3n$ уравнений (2)—(4) при $i = 1, 2, \dots, n$, $Q_n = 0$.	$N_0 = N_p$, $Q_0 = 0$, $3n$ уравнений (2)—(4) при $i = 1, 2, \dots, n$, 1 уравнение (10).
Распорное усилие N_p у горизонтального диаметра (шарнир j)	$Q_0 = 0$, $3n$ уравнений (2)—(4) при $i = 1, 2, \dots, n$, (перемена знака μ при $k \leq j$), $N_j = N_p$, $Q_n = 0$.	$Q_0 = 0$, $3n$ уравнений (2)—(4) при $i = 1, 2, \dots, n$, перемена знака μ при $k \leq j$, $N_j = N_p$, 1 уравнение (10).
Распорное усилие N_p у лотка (шарнир n)	$Q_0 = 0$, $3n$ уравнений при $i = 1, 2, \dots, n$ (перемена знака μ при всех i), $Q_n = 0$, $N_n = N_p$.	$Q_0 = 0$, $3n$ уравнений (2)—(4) при $i = 1, 2, \dots, n$ (перемена знака μ при всех i), 1 уравнение (10), $N_n = N_p$.
В эксплуатационной стадии		
Равнодействующая вертикального горного давления P_0 в сечении на горизонтальном диаметре (сечение Γ)	$Q_0 = 0$, $3n$ уравнений (2)—(4) при $i = 1, 2, \dots, n$ (перемена знака μ при $i \leq k$), $N_z = P_0$, $Q_n = 0$.	$Q_0 = 0$, $3n$ уравнений (2)—(4) при $i = 1, 2, \dots, n$ (перемена знака μ при $i \leq k$), $N_z = P_0$, 1 уравнение (10).

* См. Сб. «Автомобильные дороги и дорожное строительство», вып. 6, Киев, 1970, стр. 101—103.

ОБ ОПРЕДЕЛЕНИИ ОПТИМАЛЬНОГО ЧИСЛА ТИПОРАЗМЕРОВ ПРИ УНИФИКАЦИИ КОНСТРУКЦИЙ МЕТРОПОЛИТЕНА

И. МАКОВСКИЙ, канд. техн. наук,
В. КОТОВ, инженер

РАЗВИТИЕ и совершенствование строительства тоннельных сооружений метрополитена связано с широким внедрением сборных конструкций из железобетонных элементов заводского изготовления. Для повышения сборности конструкций, сокращения числа их типоразмеров и марок необходимо унифицировать элементы сборных железобетонных тоннельных конструкций. При этом имеется в виду унификация основных планировочных параметров, расчетных нагрузок и геометрических размеров элементов.

Унификация, связанная с сокращением числа типоразмеров и марок изделий, приводит к улучшению показателей, характеризующих заводское изготовление элементов. При этом, однако, некоторые из них получают излишние запасы несущей способности и, следовательно, обладают повышенной материалоемкостью. Эти факторы являются определяющими при установлении оптимального числа типоразмеров несущих конструкций подземных сооружений метрополитена.

Для определения перерасходов, связанных с уменьшением числа марок плит перекрытий были построены гистограммы распределения проектируемых станций метрополитена в зависимости от глубины засыпки (рис. 1).

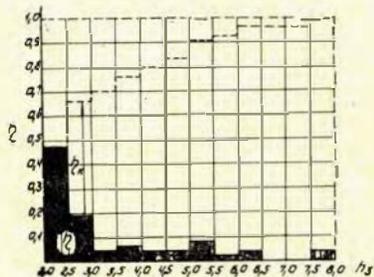


Рис. 1

При этом общее число сооружений — 53 станции метрополитена принято за единицу. На рис. 2 представлен график изменения стоимости плит перекрытий в зависимости от глубины засыпки. Перерасходы при сокращении числа марок определяются суммированием частных показателей в каждом интервале засыпки. Умножением стоимости элемента данного интервала на относительное число

сооружений η определяется стоимость железобетонных конструкций каждого интервала. Суммируя эти показатели для всех интервалов определяем относительную стоимость элементов при заданном числе марок. В табл. 1 представлены относительные стоимости плит перекрытий при шаге градации $\Delta h_3 = 0,5$;

1,0; 1,5; 3,0; 6,0 м, т. е. при числе марок 12; 6; 4; 2; 1.

Стоимость плит перекрытий при 12 марках принята за 100%. На рис. 3 дана кривая относительных перерасходов при уменьшении числа марок. Например, при 2-х марках относительный перерасход составляет $\sim 10\%$.

Таблица 1

Интервал h_3 (м)	$\eta_{ис}$	$\nu = 12$			$\nu = 6$			$\nu = 4$			$\nu = 2$			$\nu = 1$		
		η	C	C_{η}	η	C	C_{η}	η	C	C_{η}	η	C	C_{η}	η	C	C_{η}
2-2,5	0,17	0,47	398	187	0,06	408	269	0,698	418	292	0,831	448	372	1,00	508	508
2,6-3	0,66	0,19	408	77,6												
3,1-3,5	0,69	0,038	418	15,9	0,095	428	40,6	0,133	448	59,6	0,169	508	86	1,00	508	508
3,6-4	0,755	0,057	428	24,4												
4,1-4,5	0,793	0,038	43	16,6	0,076	448	34,1	0,038	508	19,3	0,038	508	19,3	1,00	508	508
4,6-5	0,831	0,038	418	17,0												
5,1-5,5	0,907	0,076	458	34,8	0,091	468	44,0	0,131	478	61,3	0,169	508	86	1,00	508	508
5,6-6	0,925	0,018	468	8,4												
6,1-6,5	0,962	0,037	478	17,6	0,037	488	18,0	0,038	508	19,3	0,038	508	19,3	1,00	508	508
6,6-7	0,962	0	488	0												
7,1-7,5	0,962	0	498	0	0,038	508	19,3	0,038	508	19,3	0,038	508	19,3	1,00	508	508
7,6-8	1,000	0,038	508	19,3												
		$C_c = 418,6$			$C_c = 425,0$			$C_c = 432,2$			$C_c = 458$			$C_c = 508$		

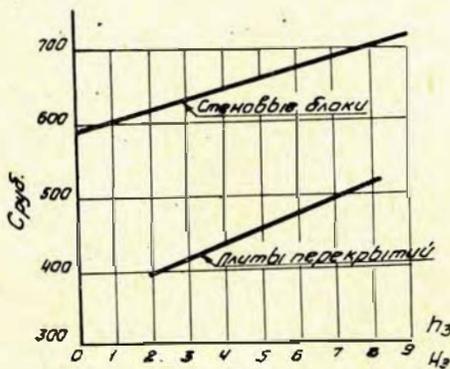


Рис. 2

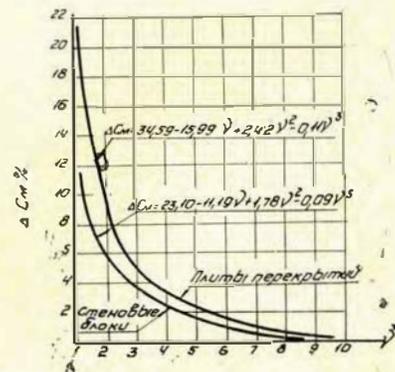


Рис. 3

Уменьшение числа типоразмеров и марок приводит к увеличению производительности оборудования и снижению себестоимости и трудоемкости изготовленных железобетонных элементов.

Относительное увеличение себестоимости продукции при возрастании числа марок от 1 до ν может быть определено по формуле. [Рудерман Л. Г. Методика оценки эффективности унификации железобетонных изделий заводского производства. В сб. «Унификация элементов зданий различного назначения» М., Госстройиздат, 1962.]

$$\Delta C_{изг} = \frac{(\nu - 1) \cdot t_1 \cdot n_1}{(1 + \rho) \cdot [t \cdot n - (\nu - 1) \cdot t_1 \cdot n_1]} \quad (1)$$

где ν — число марок;

t_1 — время на переналадку при изготовлении нового типоразмера;

t — среднее время выпуска комплекта или хранения на складе;

m — число рабочих, занятых на переналадке;

n — число рабочих на технологической линии;

ρ — отношение переменных заводских затрат к постоянным.

Величина ρ зависит от вида изделий и составляет 0,5—1,9. Время на переналадку определяется усредненным показателем времени переналадки по каждой марке изделия, полученным на основе хронометражных наблюдений в зависимости от технологии изготовления.

Относительные перерасходы при изготовлении определены по формуле (1) и представлены графически на рис. 4.

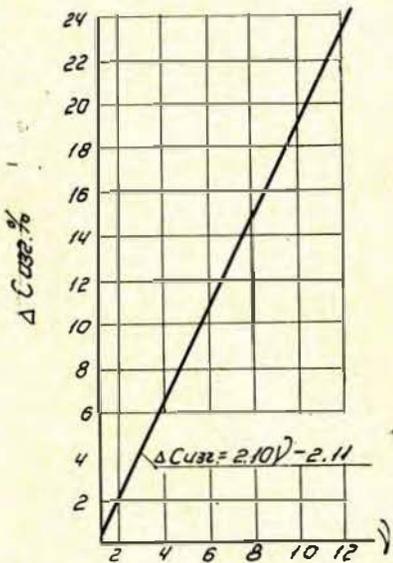


Рис. 4

Оптимальное число типоразмеров определяется из условия минимальной суммы перерасходов средств на материалы

и изготовление. [Захаров В. В. — Стандартизация железобетонных конструкций и сооружений. М., Стандартиздат, 1966.]

$$\Delta C = \alpha \Delta C_M + \beta \Delta C_{изг} \quad (2)$$

где $\Delta C_M, \Delta C_{изг}$ — перерасход средств на материалы и на изготовление;

α, β — удельный вес затрат на материалы и на изготовление.

Кривые относительных перерасходов (см. рис. 3, 4) могут быть представлены степенными полиномами вида:

$$\Delta C_M = a_0 + a_1 \nu + a_2 \nu^2 + a_3 \nu^3; \quad (3)$$

$$\Delta C_{изг} = b_0 \nu + b_1 \quad (4)$$

Заменяя $\Delta C_M, \Delta C_{изг}$ выражениями (3) (4) и дифференцируя по ν получим:

$$3a_3 \nu^2 + 2a_2 \nu + (a_1 + \beta b_1) = 0$$

Тогда оптимальное число типоразмеров определится в виде:

$$\nu_{opt} = \frac{-2a_2 \pm \sqrt{4a_2^2 - 12a_1 a_3 - 12a_3 \beta b_1}}{6a_3} \quad (5)$$

Оптимальное число марок плит перекрытий определено графически (рис. 5)

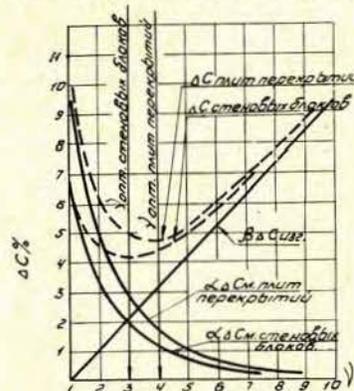


Рис. 5

и аналитически по формуле (5) при $a = 34,59; a_1 = -15,99; a_2 = -2,42; a_3 = -0,11; \beta_1 = 2,1; \beta_2 = -2,1$; n составляет 4 марки.

При установлении оптимального числа марок стеновых блоков, необходимо учитывать, что несущая способность элементов зависит не только от глубины заделки над перекрытием — h_3 , но и, в большей степени, от уровня грунтовых вод относительно низа лотка — h_8 . Степень влияния этих показателей определяется в зависимости от относительной величины воздействия, оказываемого ими на напряженное состояние конструкции. В качестве критерия влияния принят максимальный изгибающий момент в стеновом блоке. Результаты показали, что увеличение h_3 на 1 м эквивалентно увеличению h_8 на 0,34 м.

Таким образом, параметром типизации была принята эквивалентная высота

$$H_9 = h_8 + 0,34h_3.$$

В зависимости от H_9 построена гистограмма распределения станций (рис. 6),

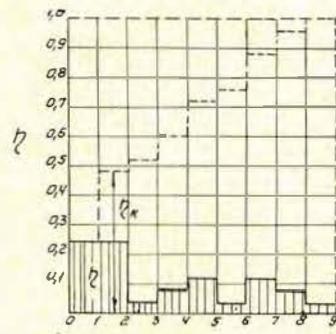


Рис. 6

определены перерасходы (табл. 2) и оптимальное число марок стеновых блоков ($\nu_{opt} = 3$).

Аналогично может быть определено оптимальное число марок других конструктивных элементов.

Таблица 2

Интервал H_9 (м)	η_k	$\nu = 9$			$\nu = 6$			$\nu = 3$			$\nu = 2$			$\nu = 1$		
		η	C	C_η	η	C	C_η									
0-1	0,24	0,24	589,0	141,0	0,24	589,0	141,0									
1-2	0,48	0,24	605,4	145,0	0,24	695,4	141,0	0,52	621,8	324,0	0,52	621,8	324,0			
2-3	0,52	0,04	621,8	24,8												
3-4	0,60	0,08	638,2	51,0	0,12	638,2	76,8									
4-5	0,72	0,12	654,6	76,8				0,24	671	161,0						
5-6	0,76	0,04	671,0	26,8	0,16	671,0	107,0				0,16	720,4	346			
6-7	0,88	0,012	687,4	82,5	0,2	703,8	141,0									
7-8	0,96	0,08	703,3	65,4				0,24	720,4	173,0						
8-9	1,0	0,04	720,4	28,8	0,04	720,4	28,8									
		$C_c = 634,8$			$C_c = 665,6$			$C_c = 668,0$			$C_c = 670,0$			$C_c = 720,4$		

ЗРИМЫЕ ПЕРСПЕКТИВЫ

Л. НУРИЕВ, начальник Бакметрополитена
им. В. И. Ленина

ЕДЕМ ли мы на работу или на отдых, в гости к друзьям или на учебу, время для нас одинаково дорого. Но мы спокойны: поезд метро с точностью часового механизма доставит нас к месту назначения.

За годы почти шестилетней эксплуатации протяженность линий Бакинского метрополитена увеличилась на 70%, количество станций — вдвое.

В первые дни подземные поезда ежедневно перевозили 100—110 тысяч пассажиров, сейчас объем пассажироперевозок составляет 250—260 тысяч человек в сутки.

Эксплуатационники провели значительную работу по улучшению освещения тоннелей и станций, модернизации и поездной радиосвязи, переводу на автоматическое управление понизительных подстанций и на телеуправление тяговых. Постоянно совершенствуется технологический процесс ремонта подвижного состава, что способствует значительному увеличению межремонтного пробега вагонов.

Коллектив Бакинского метрополитена за эти годы вырос более чем на 50% и ныне насчитывает почти 2200 человек. Втрое увеличилось количество инженерно-технических работников.

Более 1200 труженников метрополитена стали ударниками коммунистического труда. Высокого звания «Коллектива коммунистического труда» удостоены 115 бригад, участков и околотков: 20 цехов и все службы метрополитена завоевали право называться «Предприятием коммунистического труда».

В прошлом году сверх плана перевезено более 2,5 млн. пассажиров, себестоимость эксплуатации снижена на 3,5%, производительность труда повышена на 16,3%, сэкономлено почти 20 квт-ч электроэнергии, внедрено в производство 98 рационализаторских предложений с годовой экономией свыше 30 тыс. рублей.

За период с 1968 года по 1972 год рационализаторы Бакинского метрополитена подали 565 рационализаторских предложений с условно-годовым экономическим эффектом около 140 тыс. рублей.

Новая подземная линия с тремя станциями — «Азизбеков», «Аврора» и «Нефтчилар» охватывают большую промышленную зону города, крупнейший и самый отдаленный от центра жилой массив поселка «8-й километр» с населением более 120 тыс. человек.

Стены конечной станции «Нефтчилар» украшены яркими мозаичными панно, посвященными труду бакинских нефтяников.

Станция «Азизбеков», являясь пересадочной на станции электрички, имеет три выхода (непосредственно на платформу станций электрички, к заводу «Азэлектросвет» и на железнодорожный путепровод).

Новый участок метрополитена намного приблизил поселок «8-й километр» к центру города. Раньше затраты времени на поездку отсюда в центр города составляли 45—50 мин, сейчас это почти десятикилометровое расстояние голубые экспрессы проходят за 20—21 мин.

Ныне сеть Бакинского метрополитена протяженностью почти 17 км охватывает четыре из пяти основных расположенных в черте города районов, где сосредоточено более 70% промышленных объектов и 60% жилых массивов с населением почти 800 тысяч человек.

Завтрашний день и зримые дальние перспективы подземных магистралей, в соответствии с Генеральным планом развития Баку, подчинены дальнейшему улучшению транспортных и культурно-бытовых условий трудящихся. Проектируются линии подземных экспрессов к западным окраинам города, где расположены жилые микрорайоны, Академгородок и высшие учебные заведения.

Не за горами время, когда гостеприимно примет бакинцев новая станция «Низами», находящаяся в зоне густонаселенных жилых массивов нагорного плато.

Начинается строительство второй очереди Бакметрополитена, протяженностью почти 7 км с тремя станциями глубокого заложения. Они будут расположены в Академическом городке, поселке им. Мусабекова и зоне микрорайонов.

О ВЛИЯНИИ РАСПОЛОЖЕНИЯ ШТОЛЬНИ НА СОСТОЯНИЕ ТОННЕЛЬНОЙ ОБДЕЛКИ

И. МЕРИНОВ, инженер

СТРОИТЕЛЬНО-МОНТАЖНЫМ поездом № 121 Главтоннельметростроя реконструирует железнодорожный тоннель. Сложность производства работ обусловлена несколькими причинами:

железная дорога предоставляет для работы строителям не более 5 ч в сутки;

в тоннеле расположены контактные провода, находящиеся под напряжением 25 кв;

по внутреннему контуру деформированной обделки установлены металлические кружала двутаврового сечения;

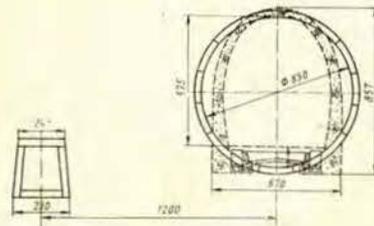
по всей длине реконструируемого участка путь уложен на подвесном пакете из рельсов.

Разборку деформированной обделки и увеличение диаметра тоннеля до проектных размеров осуществляли участками длиной 0,8 м, затем помощью эректора мотатировали чугунных тубингов кольцо длиной 0,75 м и наружным диаметром 8,5 м. Работы выполнялись по циклограмме по мере предоставления окон в такой последовательности:

демонтаж одного металлического кружала, бурение шпуров в пределах стен, взрывание огневым способом, доборка породы и удаление ее за пределы тоннеля;

те же работы ниже уровня головки рельса;

укладка тубингов на половине кольца ниже горизонтального диаметра; разборка деформированной кладки и увеличение диаметра тоннеля в пределах свода; монтаж второй половины кольца выше горизонтального диаметра.



ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ СПУСКА И МОНТАЖА ДЛИННОМЕРНЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ БЛОКОВ

Ю. ШМАЛЬ, канд. техн. наук

ПАССАЖИРСКИЕ платформы средних станционных тоннелей метрополитена собираются из тонкостенных (4—5 см) железобетонных блоков длиной до 5 м и шириной до 1 м при максимальной толщине ребер 15 см. На определенной стадии строительства необходимо доставить и уложить в конструкцию станции несколько сотен таких блоков. Эта задача иногда усложняется отсутствием сообщения между станцией и дневной поверхностью через портал или сбойку. В таких случаях сборный железобетон участков глубокого заложения опускают через ствол: блоки длиной до 3 м на тележках в клету, а свыше этой величины — в лесоспускном отделении ствола и под клетью. Для ускорения строительства станции большое значение имеет правильная организация труда и наличие вспомогательных средств, позволяющих быстро и без потерь выполнить трудоемкий комплекс работ по спуску и монтажу сборного железобетона.

Для спуска длинномерных блоков рекомендуется изготовить и применить несложное инвентарное приспособление. Оно позволяет зафиксировать блок перед спуском, направить его вниз по стволу, принять и уложить на тележку в околоствольном дворе. Приспособление (рис. 1) состоит из двух одинаковых траверсов и шпилек, размеры которых следует выбирать по габаритам

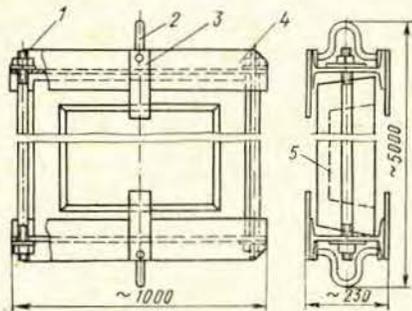


Рис. 1. Приспособление для спуска блоков:
1 — шпилька; 2 — скоба; 3 — ограничитель;
4 — траверса; 5 — блок.

Применение предлагаемых приспособлений позволяет опустить и собрать железобетонную платформу среднего станционного тоннеля за 1,5—2 смены. Устройства могут оказаться полезными на вновь строящихся участках метрополитенов, где еще нет сообщения с дневной поверхностью через портал или сбойку.

опускаемых блоков. Верхняя скоба траверсы предназначена для прицепного устройства подъемного каната, за нижнюю скобу блок оттягивают при заводке в ствол и приемке в околоствольном дворе. Ограничители и шпильки траверсы предохраняют блок от боковых смещений и в отличие от канатных или цепных стропов надежно защищают его от повреждений при неизбежных ударах во время вспомогательных операций и спуска. В околоствольном дворе, опущенный блок грузят на тележку, а высвобожденное приспособление поднимают на поверхность. В целях снижения простоев ствола в ожидании строповки блоков, рекомендуется иметь на нулевой отметке два-три таких приспособления.

После доставки на тележках к месту монтажа каждый блок должен быть уложен на специальных опорных конструкциях перпендикулярно продольной оси станции. Для укладки блоков применяют различные устройства в зависимости от конкретных возможностей и условий. Во многих случаях преимуществами об-

ладают те конструкции, которые можно изготовить и смонтировать силами участка, например, рекомендуемое приспособление, состоящее из электротали грузоподъемностью 1—3 т, монорельса тали длиной 10—12 м, захватов монорельса и лебедки (рис. 2).

Захваты монорельса состоят из обрезков швеллера № 24—27 длиной по 250—300 мм, соединяемых между собой болтами с распорными трубками. К своду тоннеля эти захваты крепят скобами через технологические отверстия тубингов или блоков. Нижние полки захватов поддерживают монорельс с электроталью. Распорные трубки захватов выбирают такой длины, чтобы монорельс не защемлялся в захватах и мог перемещаться с помощью лебедки параллельно продольной оси станции.

Монтаж блоков перекрытия платформы нужно начинать с тупика узкоколейных путей средней станции. Тележки с лежащими на них блоками подкатываются под монорельс и фиксируются на рельсах башмаками. После этого блок стропится четырехконечным стропом, поднимается электроталью выше уровня платформы, разворачивается на 90° и укладывается на опорные конструкции. Монтаж коротких боковых блоков не представляет особых затруднений: их поднимают на уже готовую платформу, по которой доставляют на катках к своим гнездам. После заполнения платформы блоками на длину монорельса, последний подтягивается лебедкой в новые, заранее установленные захваты.

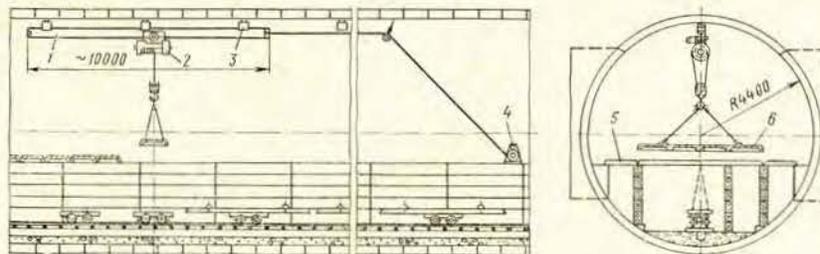


Рис. 2. Схема укладки блонов в среднем станционном тоннеле:
1 — монорельс; 2 — электроталь; 3 — захват; 4 — лебедка; 5 — короткий блок;
6 — длинномерный блок.

Строители монтировали ежемесячно по 9 колец тубинговой обделки. Однако результатами контрольной нивелировки по внутренней поверхности замковых тубингов обнаружены просадки величиной до 170 мм (см. рисунок); более тщательные измерения позволили также определить смещение тубинговых колец в левую сторону от оси тоннеля. Одной из причин дефекта является дренажная штольня, предусмотренная в проек-

те для осушения обделки, возведенной в грунтах, с естественной влажностью до 27%. Научные сотрудники СИБЦНИИСа, изучая причины появления деформаций в монолитно-бетонной обделке тоннеля, определили, что грунты на этом участке промерзают на глубину 1,6 м. Пучение этих грунтов и явилось причиной появления трещин в бетонной обделке тоннеля.

Наблюдения показывают, что все выработки, выполненные в непосред-

ственной близости от наружной поверхности обделки (в грунтах крепостью $f=2$ и менее), приводят к появлению в ней трещин. Проходка штольни приводит к перераспределению горного давления. Штольни, расположенные в 20 м от тоннеля, не влияют на работу обделки. Выработки, сделанные на меньшем расстоянии, вызывают появление деформаций, для предотвращения которых приходится проектировать усиленную конструкцию.

ЭЛЕКТРОННЫЕ ЧАСЫ—КАЛЕНДАРЬ



В кассовом зале вестибюля станции «Площадь революции» московского метрополитена в опытный порядок установлены электронные часы-календарь. Пассажиры теперь имеют возможность видеть не только цифровое обозначение московского времени, но и день недели, число, месяц. Принцип работы часов бесконтактный, с применением полупроводников.

По страницам зарубежных журналов

ВНР

Линия старого метро Будапешта «Фельдалатти» — старейший метрополитен на европейском континенте — была построена в 1896 году ко Всемирной выставке. До настоящего времени на этой линии обращается подвижной состав конца прошлого века, морально и физически устаревший. Слияние в единую сеть с новым метрополитеном, открытым в 1970 году, не представляется возможным из-за ограниченных габаритов тоннеля старой линии. Последнее обстоятельство, а также подвеска контактного провода на высоте 2,7 м над уровнем головки рельса продиктовали особенности конструкции нового подвижного состава. Ширина вагонов 2,22 м, высота 2,59 м, токоприемники установлены над пониженными участками крыши (2,06 м) в торцах 3-вагонных секций. Ввиду ограниченности подвагонного пространства все электрооборудование смонтировано в двух шкафах, занимающих межвагонное пространство над средними тележками. Общая длина секции по сцепным приборам 30,37 м. Два тяговых двигателя, мощностью 44 кв. каждый, обеспечивают максимальную скорость — 60 км/час, вполне достаточную для коротких межстанционных расстояний данной линии.

В связи с обновлением подвижного состава на всех станциях этой линии осуществляется удлинение пассажирских платформ. Полная замена подвижного состава должна быть завершена в 1973 году. Движение будет осуществляться с 2-минутными интервалами.

*

ФРАНЦИЯ

Концерн Хонейвелл-Белл поставляет для Парижского транспортного управления (RATR) две ЭВМ системы 6050 и одну систему Дейтнет 355. Эти ЭВМ первоначально

будут использоваться в службе материально-технического снабжения, а позднее в системе объединенного дистанционного управления (установление интервалов движения и управление движением автобусов и поездов метро).

Данные, собираемые этими ЭВМ, контролирующими входы на пассажирские платформы, будут передаваться на вычислительный центр, где установлено ЭВМ 6050. Последняя будет регулировать движение поездов в зависимости от количества пассажиров.

В 1972 году были начаты работы по расширению линии № 8 метрополитена Парижа. До 1974 года строителям предстоит соорудить 6,3 км пути с шестью станциями, последняя из которых будет расположена в пригороде Крелей. Длина платформ новых станций — 105 м, ширина — 6 м.

Проблема удаления пыли и очистки путей в метро Парижа (336 станций и 340 км рельсового пути) решается применением специальных поездов фирмы «Neu». Поезд состоит из трех платформ общей длиной 33 м. Центральный вагон поезда несет установку для создания воздушной струи (расход 20 тыс. м³/ч) и установку для всасывания образовавшегося действием воздушной струи пылевого облака производительностью 100 тыс. м³/ч. Всасывание пылевого облака осуществляется через фильтры, установленные на двух платформах, с общей фильтрующей поверхностью из нейлоновой ткани 270 м². Фильтры снабжены автоматическими действующими вибраторами для удаления задержанных частиц пыли. Для удаления более крупных частиц предусмотрены инерционные фильтры. Привод вентиляторов установок всасывания и нагнетания осуществляется электродви-

гателями постоянного тока с напряжением 630 в. Подобные поезда изготовлены для метро Монреаля и Лондона. Поезд-пылесос Лондонского метро имеет пять вагонов и производит очистку стен тоннеля.

*

ШВЕЙЦАРИЯ

Управление пассажирского транспорта гор. Санкт-Геллен применяет автоматическую установку для ускоренной мойки подвижного состава, разработанную фирмой «Ультрасоник». Работа установки основана на принципе электростатического отталкивания пылевых и грязевых частиц от поверхности кузова. Основная часть установки — алюминиевая рама с форсунками, перемещающаяся вверх и вниз. При ее помощи на поверхность кузова разбрызгиваются моющие составы. Во время первого цикла движения рамы раствор электростатического препарата с отрицательным зарядом проникает в грязевой слой и изменяет электростатический заряд частиц, вследствие чего его структура нарушается и частицы отталкиваются одна от другой. Во время второго цикла подается положительно заряженный раствор, способствующий отталкиванию частиц от поверхности кузова. Во время третьего цикла подается чистая вода, окончательно смывающая с поверхности остатки грязи. Весь процесс мойки продолжается 3 мин. 50 сек. Используемые химикаты безвредны с точки зрения загрязнения сточных вод.

В Берне заканчивается реконструкция главного железнодорожного вокзала, в подземном уровне которого разместились конечная станция двух линий пригородных железных дорог. Модернизация пригородных линий, завершаемая в 1974 году, включает улучшение их трассировки с укладкой вторых путей и полной изоляцией трассы, на ряде участков строятся тоннели или эстакады. У большинства станций организуется сеть подвозящих автобусных маршрутов, расписание движения которых согласовывается с графиком движения пригородных электропоездов.

*

ФРГ

К концу 1972 года в Кёльне эксплуатировалась сеть скоростного рельсового транспорта протяженностью около 7 км с семью подземными станциями; к лету 1974 года протяженность сети предполагается довести до 23 км (21 станция), из которых около 10 км будут проложены на эстакадах, насыпи или в выемках. Все сооружения, в настоящее время используемые для трамвайного движения, рассчитаны на пропуск поездов метрополитена. На радиальной линии, связывающей центр города с новым жилым массивом Хорвайлер на севере, уже сейчас вводятся в эксплуатацию поезда метро. Через центральный участок сети пропускуются 5 маршрутов трамвая при частоте движения 50 пар поездов в час и скорости сообщения 30 км/час. Пассажироборот наиболее загруженной станции «Ноймиркт» превышает 100 тыс. пассажиров в сутки. На очереди сооружение западно-восточного тоннельного дна метра и присоединение к сети линии междугородного сообщения, в частности, Кёльн—Бонн. Метрополитен Кёльна проектируется и строится, как часть системы городских железных дорог Рейнско-Рурской агломерации. Применяется бесшпальная конструкция пути на бетонном основании, составляющем одно целое с лотком тоннеля или пролетным строением эстакады. Для укладки пути на бесшпальном бетонном основании по земляному полотну разработан бетонировочно-путеукладывающий агрегат производительностью свыше 1 км пути в месяц.

Фирма Сименс запатентовала аппаратуру СЦБ дистанционного действия для предупреждения машиниста поезда метрополитена о занятости станции. Телемеханическая аппаратура

предназначена для вывода информации от путевых датчиков на светофор. Сигнал о занятости приемного пути поступает машинисту на подходе к станции и переключается на разрешение поезда при выходе предыдущего поезда со станции. Предусмотрена схема запрета выезда поезда с предыдущей станции при занятости последующей в направлении движения.

*

АВСТРАЛИЯ

Фирма Спело Интернейшнел (Швейцария) поставила железным дорогам Австралии рельсошлифовальный агрегат. Он состоит из локомотива Мойде мощностью 280 л. с., вагона, на котором размещен электрический генератор мощностью 330 квт и 10 шлифовальных кругов, используемых для шлифовки боковых поверхностей и поверхности катания рельса, 8 восьмитонных вагонов, каждый из которых оборудован шестью шлифовальными кругами для обработки поверхности рельса, и тормозного вагона, где размещен пульт управления.

*

АНГЛИЯ

Между портами Дувр и Кале начал постоянно курсировать паром на воздушной подушке, пересекающий Ла-Манш за полчаса. Паром совершает ежедневно шесть рейсов туда и обратно. Паром «Сиспнд Ховеркрафт» в течение 8 месяцев проходил опытную эксплуатацию, во время которой было перевезено 64000 пассажиров и более 15000 автомобилей.

Особые турникеты для проверки проездных билетов установлены на станции пригородной железной дороги в Глазго. Пропускная

способность турникета — 300 пассажиров в 1 час.

Пассажир может приобрести билет, действительный на 1, 2, 10, 20 и 50 поездок. Исходное число поездок напечатано на билете типографским способом, а также закодировано на магнитной подложке. Невидимая для человеческого глаза информация, закодированная на магнитной подложке билета, автоматически считывается, когда пассажир минует турникет. Билеты проверяются при входе и выходе. Когда пассажир проходит через турникет, на табло указывается разрешенное число поездок, одновременно на магнитной подложке закодированное число уменьшается на единицу. После последней поездки билет остается в турникете на станции назначения. Дата на билете не регистрируется, его можно передавать друг другу, но используется во всех случаях лишь заданное число раз. В зоне действия турникета между входным и выходным барьерами может находиться до четырех пассажиров. Установлены турникеты трех типов: для входа, для выхода и реверсивные. Последние с помощью переключателя могут быть переведены на работу в режиме входа или выхода. При входе на станцию проверяется соответствие билета коду, действительность его для данной станции, наличие хотя бы одной разрешенной поездки. Если билет действителен, то загорается зеленая лампа и барьер пропускает одного пассажира, если нет, то загорается желтая лампа вызова контролера. Каждая станция линии имеет свой цифровой код. Этот код зафиксирован в турникете данной станции, а также записан на билете, так что по билету, действительному для поездки между станциями 9 и 13, можно войти на любой из следующих станций 9, 10, 11, 12, 13, но нельзя войти на других станциях.

НАСЛЕДИЕ ПЕРВООТКРЫВАТЕЛЕЙ

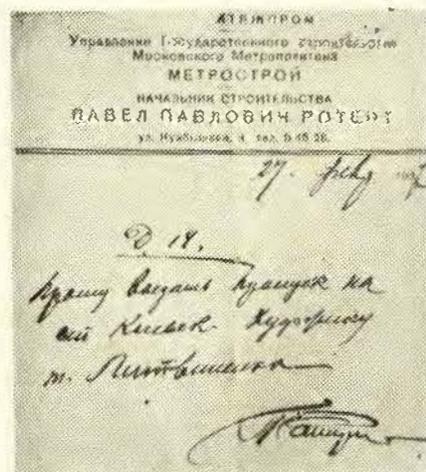
Е. ТРАУСТЕЛЬ, член Оргкомитета музея Метростроя

У РАЗНЫХ эпох в жизни каждого города свои социально-архитектурные приметы. Облик дореволюционной Москвы определяли сорок-сороков церквей и булыжные мостовые. Закрытые мешками витрины и ежи на перекрестках определяли ее облик в военные годы, как определяют его сегодня новые жилые массивы и подземные дворцы метро.

В первой половине тридцатых годов характерными в пейзаже Москвы были вышки и эстакады шахт, траншеи и котлованы. Юноши и девушки, появлявшиеся на улицах в шахтерских спецовках и широкополых шляпах. Приметы огромного строительства не просто сулили москвичам удобный транспорт, но несли в себе черты социалистического будущего советской столицы.

Во «Всекохудожнике», творческом объединении работников изобразительного искусства тех лет, было создано несколько бригад, получивших задание запечатлеть в своих произведениях рождение московского метро.

Два года напряженного не только творческого, но и физического труда. Художники не задерживались на поверхности, хотя и там было вдоволь интереснейшей природы. Об этом свидетельствуют сюжеты их произведений и документы тех лет.



Фотография воспроизводит служебную записку первого руководителя Метростроя П. П. Ротерта. Он просит

начальника одной из шахт выдать пропуск художнице Л. Литвиненко, имеющей производственное «задание сделать зарисовки». На выданном пропуске штамп — «Годен под землю». Они трудились в забое «бок о бок» — мастера отбойного молотка и кисти. Носили одинаковые спецовки, купались в потоках подземной воды, вязли в юрских глинах. В 1935 году, в мае, было пущено метро, а 30 апреля в Музее изобразительных искусств открылась художественная выставка. Может быть, впервые в истории изобразительного искусства она была названа именем строительной организации — «Метрострой».

ЦЕНТРАЛЬНЫЙ КУРС ХУДОЖЕСТВЕННЫХ ВЫСТАВОК
МОСКОВСКОГО ОБЛАСТНОГО СОЮЗА РАБОТНИКОВ ХУДОЖЕСТВЕННЫХ И
ГЛУХОНЕМАЛЬНЫХ МУЗЕЙ ИЗОБРАЗИТЕЛЬНЫХ ИСКУССТВ

с 30 апреля 1935 г.

ОТКРЫТА

ХУДОЖЕСТВЕННАЯ ВЫСТАВКА

МЕТРОСТРОЙ

в организации
ГОСУДАРСТВЕННОГО МУЗЕЯ
ИЗОБРАЗИТЕЛЬНЫХ ИСКУССТВ
МОСКВА, П.

Выставка открыта ежедневно
с 11 до 5 ч., в воскресенье с 12 до 7 ч. вых.

В ПРОЛЕТАРСКОЙ СТОЛИЦЕ — ЛУЧШИЙ В МИРЕ
МЕТРОПОЛИТЕН

Со старой афиши и скромного пригласительного билета глядят на нас имена восемнадцати художников-первопроходчиков московского метро. Не все они дожили до сегодняшнего дня. Нам удалось встретиться с тремя. Это Надежда Вячеславовна Голубец, Лидия Андреевна Литвиненко и Елена Ильинична Родова. Они передали нам фотографии своих работ и уникальные документы, связанные с их деятельностью на Метрострое. Е. И. Родова предоставила нам также копии с работ своего покойного мужа художника Михаила Ранкова. У его произведений особая судьба: это — «солдаты» трудового фронта, погибшие на боевом посту. 29 июля 1941 г. в квартиру-студию художника

попала фашистская бомба. Погибли почти все метростроевские работы. К счастью, сохранился один из вариантов картины, снимок с которой мы публикуем здесь.



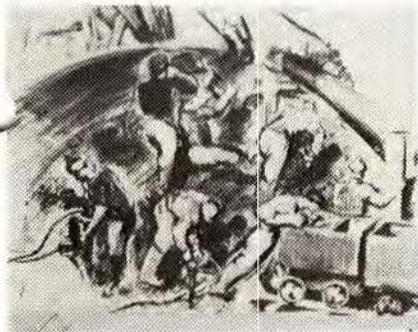
Уцелел, но пока не найден еще один холст художника, выставившийся в 1935 году. Автор назвал его «Бригадный забой».



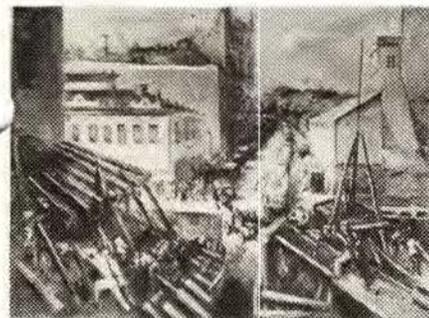
Его центральная фигура — проходчик. Весь он — напряженное усилие. Правая нога — не только опора для

равновесия. Человек словно подпирает бунтующую, не желающую сдаваться земную твердь. Как бы варьируют главного героя другие персонажи картины, составляющие сплоченную рабочую группу.

Ту же напряженность и динамизм видим на рисунке художницы Л. Литвиненко, входящем в созданную ею серию произведений под общим названием «Штурм земли».



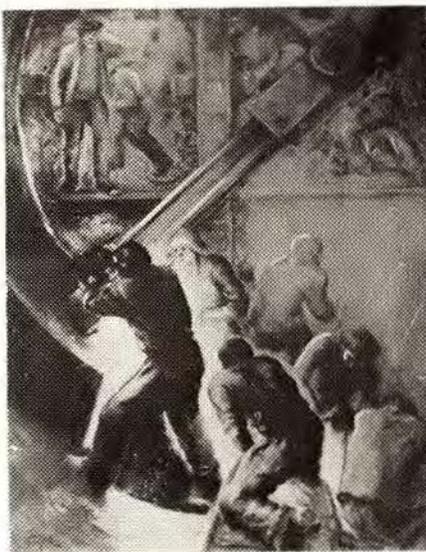
Интересна композиционно и в историческом плане другая картина художницы — «Наклонное бурение для эскалатора станции «Мясницкие ворота» («Кировская»).



Всего лишь толкая досчатан перегородка отделяет шахту от московских улиц, но как контрастно воспринимаются разные части картины. Залитая солнцем, оживленная улица и трудовая напряженность строительной площадки. Метростроевцы здесь работают на поверхности. Но художник бросает на них тень от здания почтамта, настолько глубокую, что создается иллюзия подземного забоя.

Картина интересна и с другой точки зрения: мы видим, как трамваи протискиваются в узкую щель между заборами, грузовики под породу заняли всю проезжую часть улицы. И это наводит на сравнение с нынешним этапом строительства, которое ведется на иных технических горизонтах.

Но техника метростроения и в первые годы строительства приковывает внимание художников. В картине Н. В. Голубец «Униладка блока зрентором» четко выписаны фигуры проходчиков, они традиционно динамичны и напряжены, но центром композиции, объединяющей людей, является работа механизма.



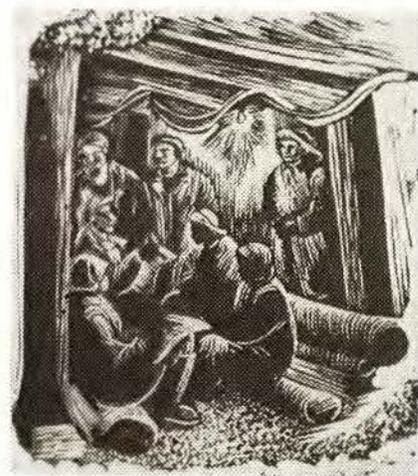
А вот картина художницы Е. И. Родовой «Суд над прогульщиком». Понуро держится молодой и сильный человек. Нелегко держать ответ за нарушение рабочей чести. Картина почти статична, но в ней чувствуется большое внутреннее напряжение. И поэтому она не воспринимается как жанровая сценка из шахтерской жизни, а приобретает черты политического острого, психологического произведения.



Среди корреспондентов и художников «Комсомольской правды», создавших выездную редакцию на Метрострое, была молодая художница Елена Константиновна Проскурякова. Она выступила с серией гравюр из жизни подземного строительства.



На фотографии заставка из газеты тех лет. Показаны основные моменты строительства — работа в забое, готовый тоннель, приход в тоннель пропагандиста.



На гравюре «Собрание в забое» запечатлен момент из жизни бригады. Нависшие своды, скудный свет лампы-временки ненавязчиво, но убедительно передают обстановку. Лица людей спокойны, внимательны, серьезные. Что обсуждают они, вчерашние девчонки и мальчишки с московских заводов? Все они группировались в тесный кружок и не потому только, что в забое тесно. Тесен сам коллектив, объединивший и сплотивший этих людей.