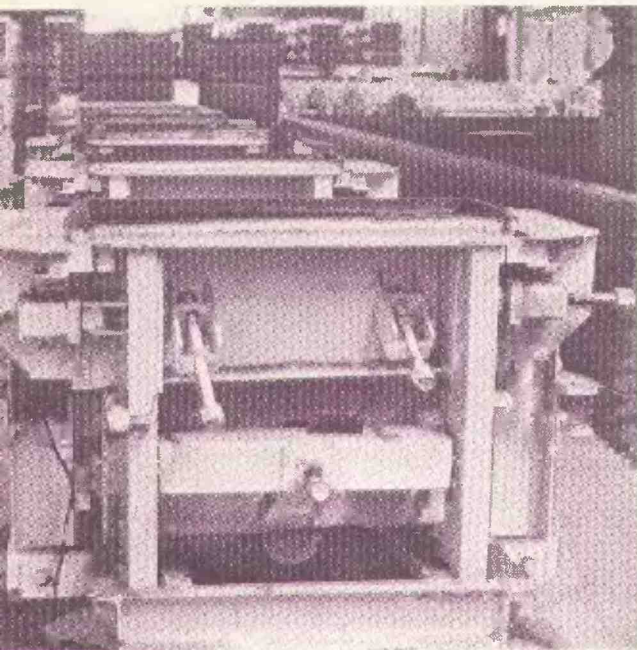
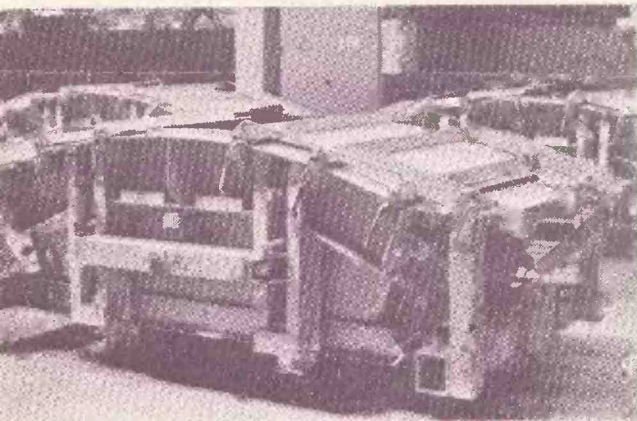


# МЕТРОСТРОЙ







Производство блоков высокоточной отделки на Очаковском заводе ЖБК Мосметрострой.

# МЕТРОСТРОЙ

## 1'89

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

ОСНОВАН В 1932 ГОДУ

Scan. Obolev 2011z

### В НОМЕРЕ:

Ю. Абрамов. На пути к самоуправлению	1
О. Зега. Арендный подряд набирает силу	3
М. Прудовский. Будет ли отделка водонепроницаемой?	5
С. Пономаренко. Если мерило — удешевление	8
А. Закиров. Особенности сооружения второй линии Ташкентского метрополитена	12
Г. Сандул. На строительстве «Петровско-Разумовской»	14
М. Талалай. Еще раз о наименованиях	15
К. Безродный, А. Басов. К оценке несущей способности тоннелей	16
И. Дорман, А. Звягинцев, Г. Векслер, В. Кремер, А. Долгов, В. Норштейн, Л. Ключников. Эффективность виброизолирующих элементов в конструкции пути метрополитена	19
К. Алеквидер. «Тоннели мира — мир тоннелей»	21
Р. Любарский, А. Завальный. Метро в системе общегородского транспорта	22
Ю. Еремеев, Е. Белов, И. Исевич, Т. Барановская. Выбор оптимальной производительности эскалаторов	23
И. Якушкин. Использование основных производственных фондов на метрополитенах	26
Л. Ворожцов, Ю. Добрынин, В. Поздеев. Схема управления вентилятором ВМД-24(А)	28
Н. Томап. Устройство «стены в грунте» из сборных железобетонных элементов	29
Обзор зарубежных журналов	32

#### Редакционная коллегия:

С. А. ПОНОМАРЕНКО (отв. редактор), В. А. ДРОНОВ, Ю. А. КОШЕЛЕВ, В. Е. МЕРКИН, Б. П. ПАЧУЛИЯ, В. И. ПЕТРЕНКО, В. Г. ПРОТЧЕНКО, Ю. П. РАХМАНИНОВ, А. И. СЕМЕНОВ, С. И. СЕСЛАВИНСКИЙ, В. Н. СМЫСЛОВ, Ш. К. ЭФЕНДИЕВ, И. М. ЯКОБСОН, Б. И. ЯЦКОВ.



# НА ПУТИ К САМОУПРАВЛЕНИЮ

Ю. АБРАМОВ,

начальник отдела технического и перспективного развития ГКТУ  
строительства метрополитенов и тоннелей

**НАЧАЛСЯ** четвертый год двенадцатой пятилетки. Чем характерен он для метро-строителей страны? Прежде всего значительным увеличением темпов работ. Если в прошлом году сдано в эксплуатацию немногим более 10 км новых линий, то в нынешнем только в Москве предстоит пуск 18,5 км. Кроме этого, будет введено в строй действующих в Ленинграде — 4,5 км, Киеве — 3,4, Ташкенте — 2,1, Горьком — 2,4, Новосибирске — 1,1, Баку — 3 км метротрасс.

Начнет функционировать тринадцатый метрополитен страны — Свердловский. Его первая очередь составит 8,2 км.

Помимо развития сети метрополитенов в Москве, Ленинграде, Киеве, Минске, Харько-

ве, Тбилиси, Баку, Ереване, Ташкенте, Горьком, Куйбышеве, Новосибирске и Свердловске, в 1989 г. предусмотрено строительство новых — в Челябинске, Омске, Красноярске и Алма-Ате. К 1990 г. метрополитены будут действовать в 14 городах.

Прошедший год был первым годом работы Главтоннельметростроя и его организаций в условиях полного хозрасчета, самоокупаемости и самофинансирования. При этом сам Главк не являлся хозрасчетным звеном, а права его подразделений значительно расширены с целью дальнейшего перехода к полному самоуправлению.

Каковы первые итоги работы по-новому?

Выполнение плана подрядных строительно-монтажных работ по общей программе в 1988 г. составило около 110,8% (в плане был заложен прирост годового объема на 43,4 млн. руб.).

В результате хозяйственной деятельности резко возросли показатели прибыли и выработки.

Однако, несмотря на целенаправленную организационную работу Главтоннельметростроя, действие нового хозяйственного механизма пока не отвечает в полной мере поставленным задачам.

Мы еще не реализовали меры по совершенствованию управления инвестиционным процессом; сохраняем распыление капитальных вложений и ресурсов по многочисленным стройкам; продолжаем включать в план новые объекты, не обеспеченные ресурсами; не смогли совместить планы промышленного производства и поставки оборудования со сроками ввода в действие мощностей и планами подрядных работ. Достижению хозяйственного эффекта мешает также устаревшая и некачественная нормативная база, существующие цены на промышленную продукцию и сметные цены и нормативы в строительстве, не отражающие практические затраты.

Переход на новые тарифные ставки и оклады вызвал на некоторых стройках увеличение фонда заработной платы. Дело в том, что не все из них обеспечили возможность ее повышения за счет должного сокращения численности работников, а также их аттестации.

В течение года наблюдалось увеличение объема зарплаты в общей себестоимости вы-

## ПУСКОВЫЕ—1989

### МОСКВА

Свердловско-Тимирязевская линия:  
от «Савеловской» до «Отрадного» — 8,6 км с 5 станциями — «Дмитровская», «Тимирязевская», «Петровско-Разумовская», «Владыкино», «Отрадное».

### Калужская линия:

от «Теплого стана» до «Битцевского парка» — 3,6 км с 2 станциями — «Ясеневое», «Битцевский парк».

### Кировско-Фрунзенская линия:

от «Преображенской площади» до «Улицы Подбельского» — 3,8 км с 2 станциями — «Черкизовская», «Улица Подбельского».

### Филевская линия:

от «Молодежной» до «Крылатского» — 2,4 км с 1 станцией — «Крылатское».

### ЛЕНИНГРАД

#### Правобережная линия:

от «Площади Александра Невского» до «Садовой» — 4,5 км с 3 станциями — «Лиговский проспект», «Достоевская», «Садовая».

### КИЕВ

#### Сырецко-Печерская линия:

от «Мечникова» до «Золотых ворот» — 3,4 км с 3 станциями — «Мечникова», «Дворец спорта», «Золотые ворота».

### БАКУ

#### Восточный участок III очереди:

от «Нефтчиляр» до «Ахмедлы» — 3,1 км с 2 станциями — «Ханглар достлугу», «Ахмедлы».

### ТАШКЕНТ

#### Узбекистанская линия:

от «Навои» до «Чор-Су» — 2,1 км с 2 станциями — «Гафура Гуляма», «Чор-Су».

### ГОРЬКИЙ

#### Автозаводско-Мещерская линия:

от «Комсомольской» до «Парка культуры» — 2,4 км с 2 станциями — «Кировская», «Парк культуры».

### НОВОСИБИРСК

#### Ленинская линия:

участок от «Студенческой» до «Площади Маркса» — 1,1 км с 1 станцией — «Площадь Маркса»;

участок от «Красного проспекта» до «Площади Калинина» — 1,8 км с 2 станциями — «Гагаринская», «Площадь Калинина».

### СВЕРДЛОВСК

#### Первый участок I очереди:

от «Проспекта Космонавтов» до «Площади 1905 года» — 8,2 км с 6 станциями — «Проспект Космонавтов», «Орджоникидзевская», «Калининская», «Свердловская», «Парк Славы», «Площадь 1905 года».



полняемых процессов и темп роста средней заработной платы опережал за счет этого рост производительности труда. Это сдерживает накопление средств в фондах развития производства, науки и техники, а также социально-культурных мероприятий и жилищного строительства.

Опыт показывает, что переход на вторую модель хозрасчета является способом, заставляющим весь коллектив вникнуть в экономическую суть создаваемого дохода, пересмотреть структуру производства, расстановку людей, отдачу подсобных предприятий.

Прямое следствие этих мер — снижение общего фонда зарплаты в объеме выполняемых работ, что способствует самокупаемости и самофинансированию.

В системе Главтоннельметростроя на вторую модель перешли Ташметрострой, Союзметрострой и ряд других организаций.

Необходимо преодолеть еще немало трудностей в отработке новой системы. Это заставляет активнее искать и находить пути для совершенствования деятельности всех коллективов с целью заинтересованности каждого работника в общем конечном результате. К сожалению, передовые организации, стабильно обеспечивающие выполнение всех плановых показателей (Харьковметрострой, Ленметрострой, Киевметрострой, Тбилтоннельстрой), затягивали внедрение новых современных экономических методов.

Одна из причин неудовлетворительной работы отдельных подразделений (в Ереване и Куйбышеве) — излишние фонды и численность или, скорее всего, недостаточные (принимаемые к выполнению) объемы подрядных работ.

Коренная перестройка управления экономикой требует смелого подхода и конкретных действий.

Представляется, что основными направлениями нашей деятельности должны стать:

- ликвидация убыточности всех организаций и предприятий;
- повышение рентабельности;
- переход на вторую модель хозрасчета;
- непрерывное экономическое и производственное обучение кадров;
- формирование проектно-строительных объединений;
- дальнейшее сокращение числа одновременно возводимых объектов;
- максимальное использование отходов производства и создание кооперативов по изготовлению строительных материалов, конструкций, выполнению строительно-монтажных процессов и различного вида услуг;
- снижение доли государственного заказа в общем объеме работ;
- переход на договорные цены в метростроении;
- обеспечение под обязательства заказчика

и банка своевременной оплаты реализованных подрядчиком заданий по всем объектам, принятым к финансированию;

более детальное рассмотрение проектно-сметной документации при ее согласовании; резкое повышение качества работ;

рациональное использование горнопроходческой техники;

реконструкция и перевооружение промышленной базы;

дальнейшее повышение технического уровня метро- и тоннелестроения;

достижение сбалансированности плана с материально-техническими ресурсами, в том числе путем налаживания прямых хозяйственных связей с поставщиками и по каналам оптовой торговли.

В соответствии с «Комплексной целевой программой на 1987—1990 гг. и до 2000 года по достижению высшего мирового технического уровня» решается ряд задач по следующим основным направлениям:

совершенствование тоннельных конструкций, разработка новых материалов и др.;

развитие существующих технологий в плане интенсификации и механизации строительства, создание кардинально новых, резко повышающих эффективность производства и качество конструкций;

комплексная механизация и автоматизация основных и вспомогательных технологических процессов, полное исключение тяжелого ручного труда.

Реализация программы по разделу «метро- и тоннелестроение» позволит повысить скорость проходки тоннелей в 1,8 раза. В ее выполнении, кроме Минтранsstrоя СССР, участвуют 25 министерств и ведомств. Предстоит большая научно-исследовательская и организационная работа.

Завершается пересмотр оптовых цен и тарифов, направленный на интенсификацию производства, широкое использование экономических методов управления, укрепление полного хозяйственного расчета в целях ускорения социально-экономического развития. После этого начнется пересмотр сметных цен и нормативов.

При расчете новых оптовых цен, однако, прослеживается дальнейшее увеличение и без того высоких цен на машиностроительную продукцию. Это может стать сдерживающим фактором повышения комплексной механизации и производительности труда, так как уменьшается возможность приобретения стройками техники в условиях самофинансирования.

Важная сторона работы специалистов всех уровней управления — всемерное противодействие монопольным тенденциям отдельных предприятий и объединений к завышению себестоимости и цен, искусственному ограничению выпуска и сбыта продукции, пользующейся спросом у потребителей. □



---

---

# АРЕНДНЫЙ ПОДРЯД НАБИРАЕТ СИЛУ

---

---

О. ЗЕГЕ,  
начальник СМУ № 9 Мосметрострой

---

---

**Х**ОЗЯЙСТВЕННАЯ перестройка для нашего управления началась с внедрения коллективного подряда в январе 1987 г. Многие сулил этот метод, но практически никаких перемен не произошло. Кое-что изменилось в оплате труда, появилась возможность самостоятельно формировать свои структуру и штаты, была получена некоторая свобода, но это был лишь полиатив.

Да и как можно было ожидать коренных изменений, если по-прежнему господствовал «вал», если хозяйственники не были заинтересованы в достижении максимальной прибыли, если не представлялось возможным самостоятельно образовывать фонды и тратить заработанные деньги по усмотрению трудовых коллективов.

С большим интересом изучили мы Закон о государственном предприятии и предложенные в нем две модели хозяйственного расчета. Каким путем пойдет трест, что можно ожидать от «второй модели»? Мосметрострой предпочел первый вариант, что в условиях пускового периода было оправдано. В то же время СМУ № 9 это решение ставило в сложное положение. Дело в том, что управление с большим трудом выполняло годовой план прибыли. Внедрение чековой системы лишь на короткое время улучшило создающуюся экономическую обстановку. Наступил критический момент. Необходимо было пересмотреть критерии оценки деятельности подразделений. После размышлений, споров, экспериментов родилась «вторая внутренняя модель». Смысл ее (промежуточной между «первой» и «второй») заключался в том, что каждый участок получал фонд основной заработной платы в зависимости от выполненных объемов работ в номенклатуре. А вот коллективный (поощрительный) фонд определялся из условий полученного дохода. Таким образом, с начала 1988 г. в обиход участков, служб, отделов СМУ № 9 прочно вошел основной термин «второй» хозрасчетной модели — хозрасчетный доход.

Нашей целью было оживить, активизировать деятельность структурных подразделений, установить более тесную связь заработной платы с прибылью.

Мысли об аренде появились позже. Знакомясь с арендным подрядом в сельском хозяйстве, первыми опытами применения его в промышленности, мы все больше убеждались в целесообразности использования его у себя.

Обсудив основные аспекты деятельности СМУ № 9 в условиях аренды и возможные варианты,

СМУ обратилось к руководству Московского метро-строая с просьбой перевести на новые формы хозяйствования. Нельзя сказать, что наше предложение встретили сразу позитивно. И это понятно — ведь дело новое. Но разрешение было получено. Однако потребовалось еще два месяца для отработки показателей, условий работы, заключения договора.

Одновременно шла подготовительная работа внутри управления: разрабатывалось Положение, устанавливались оценочные показатели подразделений, определялась схема хозрасчетных взаимоотношений, проводилось обучение высшего и среднего звена управления.

Нельзя не отметить поддержку и взаимопонимание работников банка. (Что греха таить, нередко в последние годы его учреждения становились тормозом в развитии хозрасчетных отношений, много было бюрократических проволочек и препон). Все возникавшие вопросы решались оперативно с максимальным учетом пожеланий сторон.

Серьезные трудности пришлось преодолеть в организации системы учета и подведения результатов деятельности управления в целом и структурных подразделений. Ведь фонд заработной платы формировался как разница между доходами и расходами, а итоги необходимо подводить по истечении текущего месяца. Сегодня можно утверждать, что без применения компьютерной техники решить бы эту задачу не удалось.

Что выветил небольшой период работы в условиях аренды? Высокую степень заинтересованности всех участников процесса в быстроте и экономичности действий. Повысилась эффективность использования техники и автотранспорта, начался процесс сокращения излишней численности людей.

Одновременно обнажились проблемы и самая главная из них — кадровая. Это касается, прежде всего, экономических служб, да, пожалуй, и всего аппарата управления СМУ. Оценивая деятельность отделов в этот начальный период, с сожалением приходится констатировать, что количество специалистов не переходит в качество.

Очевидно, необходимо изменить организационную структуру, устранить лишние управленческие связи, упростить документацию, перевести на хозрасчетную основу отделы и службы.

В настоящее время разрабатывается система оплаты труда инженерно-технических работников, при которой половина оклада им гарантируется, а другая зависит от качества и количества услуг, оказанных производственным подразделениям.

Другая сторона кадровой проблемы — обучение рабочих принципам арендного подряда. В этом мы видим залог успеха. Каждый рабочий должен почувствовать, что он является подлинным хозяином доверенной ему техники, что высокая производительность и бережливость позволят получить вознаграждение за труд без ограничений по сумме. Представляется важным правильно установить хозрасчетные отношения между администрацией и механизаторами, определить порядок формирования заработной платы. Очевидно, что наиболее эффективна будет сдача механизмов в аренду на длительный срок, до полного износа техники. Тогда появ-



ляется гарантия, что владелец (а именно в таком качестве в этом случае выступает механизатор) экскаватора, бульдозера, машины и пр. будет эксплуатировать их по всем правилам. Если же договор заключается на более короткий срок, соответственно повышается размер арендной платы.

Нельзя не остановиться на вопросах оформления первичной документации. На наш взгляд, проходящий в стране бурный процесс перестройки хозяйственного механизма далеко оторвался от перестройки «бумажного» механизма. Если посчитать, сколько времени и средств тратится на заполнение и обработку различных форм отчетности, то их хватило бы на сокращение аппарата управления не менее, чем на треть.

Возьмем, к примеру, путевой лист. Действующая инструкция по его заполнению достаточно объемна и предусматривает причастность к обработке свыше десятка человек. А если таких путевок проходит несколько тысяч! Пора серьезно заняться «бумажным хозяйством».

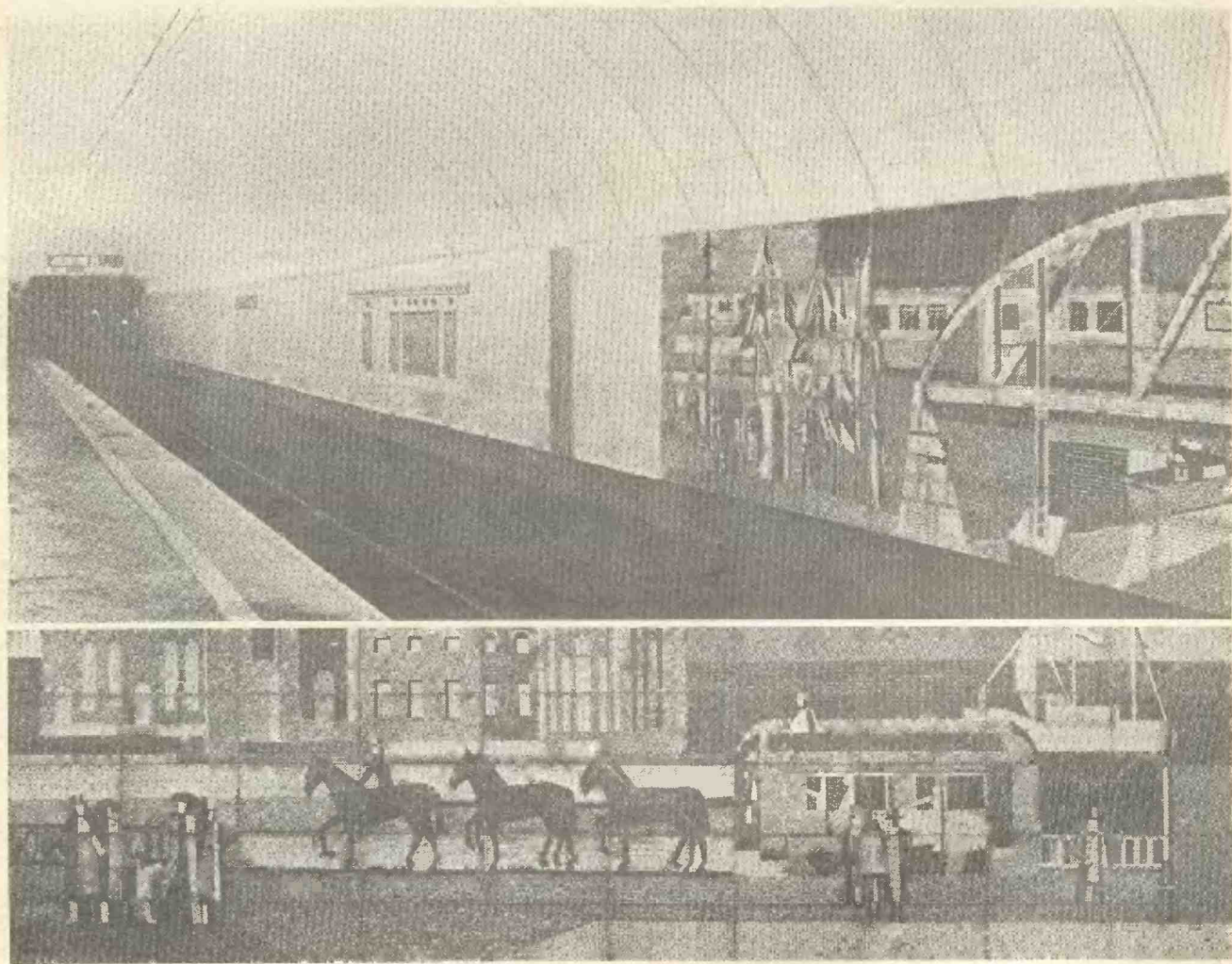
Спрашивается, зачем человеку, взявшему, к примеру, автомобиль в аренду, воровать горючее? Получается, сам у себя тащит. Или разве заинтересован трудовой коллектив, формирующий фонд

оплаты в зависимости от достигнутой экономии, в перерасходе материальных и других ресурсов? Нельзя останавливаться на половинчатых решениях, вопросы надо решать в комплексе.

Малый срок работы на аренде не дает нам возможности делать далеко идущие выводы. Но уже сейчас четко выделяется один показатель — соотношение между темпами роста производительности труда и средней заработной платы. Исчисляемый по старой методике он становится серьезным тормозом ресурсосбережения. Ориентированная на «вал» производительность никоим образом не способствует снижению материалоемкости, применению дешевых материалов, внедрению передовых технологий.

Как нам кажется, единственным принципом формирования единого фонда оплаты труда должна стать его зависимость от хозяйственного дохода, и рост средней заработной платы одного работника не может превышать темпов роста дохода, приходящегося на одного работающего.

Арендный подряд в СМУ № 9 только набирает силу, но ясно одно: нельзя останавливаться на достигнутом. Диалектика хозяйственного расчета не терпит застоя. □



На «Савеловской».



## БУДЕТ ЛИ ОБДЕЛКА ВОДОНЕПРОНИЦАЕМОЙ?

М. ПРУДОВСКИЙ,  
главный инженер Очаковского завода ЖБК  
Мосметростроя, канд. техн. наук

НИ ОДНА страна в мире не строит одновременно так много объектов метро и так дешево, как СССР.

Большой опыт накоплен у нас по изготовлению сборных железобетонных обделок. В споре внедренных в практику различных технологий и конструкций выявлялись сильные и слабые стороны вариантов. Предпочтение, как правило, отдавалось решениям, снижающим затраты материалов и труда на изготовление обделок, что достигалось высокой степенью механизации работ. В результате отечественные обделки круглого очертания для закрытого способа работ являются самыми экономичными конструкциями (к примеру, цена изготавливаемой в Венгрии аналогичной железобетонной обделки  $\varnothing 5,5$  м в 7 раз выше!).

Однако в условиях погони за дешевизной и количеством добиться водонепроницаемости железобетонных обделок без специальных защитных экранов до сих пор не удалось, несмотря на десятилетия непрерывных усилий различных научных и производственных коллективов. Немало выполнено исследований, получено авторских свидетельств, защищено диссертаций (в том числе и автором этой статьи), посвященных повышению качества блоков. Теоретические изыскания в основном были верными, что подтверждалось лабораторными и практическими экспериментами, но предприятия-изготовители не хотели и не могли довести дело до заветного конца: низкой оптовой ценой на изделия они были загнаны в чересчур тесные рамки расходов. Среди ряда других причин неудач в достижении водонепроницаемости — недостаточно высокий технический уровень в смежных отраслях. Даже при выделении средств на оплату точных металлических форм — сделать их металлообрабатывающая промышленность не могла. Качество материалов для производства бетона отличалось крайней нестабильностью.

И все же движение вперед в этих условиях

происходило. На Очаковском заводе ЖБК Мосметростроя уже несколько лет, как блоки тоннельной обделки  $\varnothing 5,5$  м стали отвечать требованиям ГОСТа и ТУ по точности геометрических размеров, а физико-механические свойства бетона изделий позволили устанавливать их на участках трассы с гидростатическим давлением до 1—1,5 ати.

Ограниченные возможности применения железобетона в водонасыщенных грунтах и неудовлетворительное состояние тоннелей в эксплуатации не давали основания считать обделку водонепроницаемой. Нужна была гарантия применительно к гидростатическому давлению до 3 ати, что соответствовало бы необходимым требованиям для подавляющего большинства случаев.

При изучении зарубежного опыта было установлено, что западногерманской фирмой «Вайсс унд Фрайтаг» разработаны современные горнопроходческая техника и технология проходки тоннелей с ис-

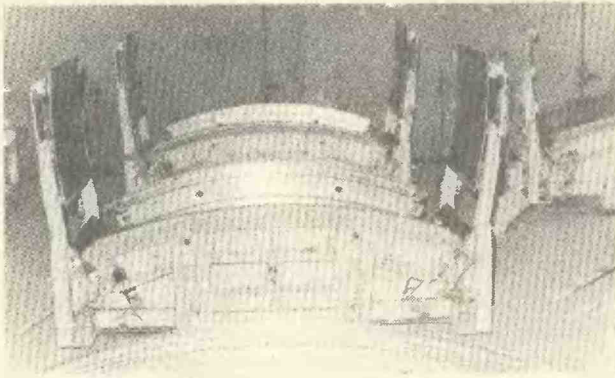


В производственном цехе.

пользованием сборной железобетонной обделки при давлении воды до 3 ати. В 1987 г. с фирмой был заключен контракт о поставке Мосметрострою щитового комплекса для сооружения тоннелей  $\varnothing 6$  м в неустойчивых грунтах переходного участка Люблинской линии и металлических форм для изготовления железобетонных блоков обделки.

Из контракта следовало, что при общей технической гарантии водонепроницаемости со стороны фирмы поставка тубингов (следовательно, гарантия их водонепроницаемости) — за советской стороной. Эту задачу, доселе неразрешимую, должен был решить Очаковский завод ЖБК Мосметростроя, которому предстояло в импортных формах и по рекомендациям фирмы наладить выпуск тубингов.





Подготовка форм к бетонированию.

Конструкция новой обделки отличается от ранее применяемых увеличенной толщиной блока (35 см против 20), большей прочностью бетона на сжатие (класс В45), наличием связей растяжения и перевязки колец.

С целью обеспечения водонепроницаемости стыков и недопущения контактов блоков по бетону, во избежание механических повреждений на готовые элементы наклеиваются по периметру уплотнительная неопреновая рамка, а в определенные зоны — наубитовые прокладки. Соединение внутри кольца происходит путем вворачивания стальных штекеров (шурупов) из одного блока в полиэтиленовые дюбели, установленные в теле соседних блоков. Кольца связаны между собой через паз-выступ и с помощью стальных шпилек, запрессованных в полиэтиленовые дюбели усилием щитовых домкратов.

Каждое кольцо состоит из 9 блоков: шести нормальных, двух смежных и одного ключевого. С учетом левого и правого угловых колец в конструкцию обделки входят 22 типоразмера блоков, что представляет немалые трудности для организации технологических процессов, особенно при изготовлении арматурных каркасов.

Важную роль в достижении водонепроницаемости обделки играет точность ее размеров, с которой связаны обеспечение расчетной схемы, повышение трещиностойкости, отсутствие повреждений при монтаже. Полученные по контракту формы отвечали в этом отношении многолетней мечте специалистов по изготовлению обделки. В каждой форме располагается один блок спинкой вверх. Борты сложной конфигурации выфрезерованы на карусельном станке с точностью  $\pm 0,2$  мм из стальных листов толщиной 70—100 мм. Поверхностный слой металла, обращенный к изделию, обработан до зеркальной чистоты. Все 4 борта откидные на шарнирах, однако прокладка между ними и поддоном трубки из силиконовой хирургической резины предотвращает вытекание цементного молока. Наружная поверхность блоков формуется под двумя крышками, плотно прижатыми к бортам замками «бидонного» типа.

Бетонная смесь, подаваемая в зазор между крышками, уплотняется вибраторами, установленными под днищем формы. Частота колебаний 6000 об/мин, что в несколько раз повышает интенсивность вибрации (по сравнению с частотами 3000

и 1500 об/мин) и положительно сказывается на уплотнении смеси.

Все 54 формы на 6 колец обделки прикреплены анкерами к полу через специальные резиновые амортизаторы. Стационарная (стендовая) установка форм и отказ от перемещения их краном гарантирует неизменяемость размеров последних и обеспечение допусков на основные размеры блоков  $\pm 0,5$  мм. Это подтверждается ежедневными замерами микрометром ширины каждой формы перед бетонированием, а раз в месяц каждую форму и блок из нее подвергают всесторонним обмерам и обследованиям.

Качественно улучшена подготовка форм к бетонированию, их чистка и смазка. При необходимости производится зачистка тонкой наждачной бумагой и немецким средством под названием «стальная шерсть» (израсходование его может поставить нас в тупик в связи с отсутствием аналогичного отечественного материала). Смазка форм осуществляется средством «Конутект-66», выбранным, по сообщениям фирмы, на основе испытаний 25 видов. Вопрос смазки, обычно недооцениваемый нами, является ключевым. Правильно подобранная смазка — это сохранность формы, ее размеров, бездефектная расформовка изделий, снижение трудозатрат, уменьшение поверхностных пор в блоках и, в конечном итоге, высокий показатель водонепроницаемости.

Известно в принципе негативное влияние искусственной тепловой обработки (пропарки) на свойства бетона, усиливающей процессы трещинообразования. Прежде мы не могли позволить себе отказаться от пропарки, что значило бы «нерациональное» использование площадей, форм, перерасход цемента. Сейчас ради достижения водонепроницаемости мы от нее отказались. Блоки сутки твердеют в форме в естественных условиях под полиэтиленовой пленкой. Учитывая холодные зимы, в полу цеха проложили паровые трубы с выходом на поверхность. В результате и зимой под пленочным укрытием удастся сохранять температуру среды  $+20^{\circ}\text{C}$ .

Продуманно решены вопросы расформовки блоков, их складирования и транспортировки. Все направлено на недопущение механических повреждений, трещин, сколов и просто ударов по телу блоков. Для этого оборудование, используемое на на-



Смазка форм.



званных операциях, обрезинено, деревянные прокладки выполнены с учетом кривизны элементов обделки, каитование по условиям их монтажа исключено.

Блоки монтируются не ранее 28-дневного естественного хранения при температуре  $+10^{\circ}\text{C}$  и выше после набора ими проектной прочности.

Во внедренной технологии имеется новая, выполняемая в 5 этапов операция — обработка паза расформованных блоков под уплотнительную неопреновую рамку, точнее, заделка пор в пазу. Операция демонстрирует серьезность подхода к качеству, в ней участвует 8 специальных материалов. (В прошлом подобные поры замазывались подручным цементом, если вообще замазывались).

Ряд изменений произошел в приготовлении бетонной смеси. Прежде всего обновили бетономесительное оборудование, произвели ремонт старого. Химическую добавку (суперпластификаторы С-3 и 10-03) с целью уменьшения погрешности при ее дозировании стали применять в виде раствора слабой концентрации.

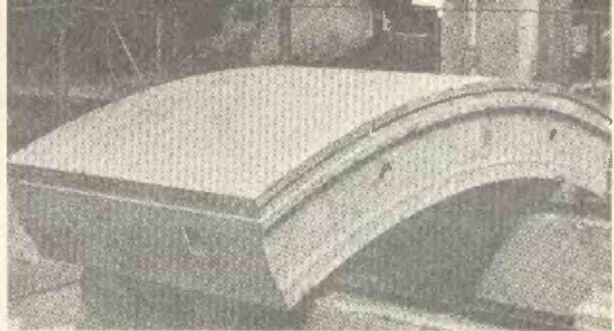
Все возможное в заводских условиях сделали для повышения качества песка и щебня. От первого организовали отсеивание крупных включений. Выловленные различные посторонние предметы уже не могли вызвать в обделке течей. Гранитный щебень, получаемый с карьеров в смеси фракций 5—20 мм, с помощью грохочения разделен на фракции менее 5,5—10, 10—20 и более 20 мм. Две средних стали использовать в приготовлении бетона в оптимальной, а не случайной пропорции.

Большие надежды на водонепроницаемость блоков связаны с высокой точностью изготовления и конструированием арматурного каркаса. Основной принцип — восприятие блоками усилий не только горного давления, но и щитовых домкратов, распалубки, транспортировки, нагнетания за обделку. Это достигается более частым распределением арматурных стержней за счет уменьшения их диаметра и введением в каркас дополнительных конструктивных элементов. Для обеспечения точности созданы специальные шаблоны и кондукторы для плоских сеток и сборки пространственных каркасов.

Готовый каркас необходимо установить в форму так, чтобы нигде не нарушить защитный слой бетона. Применение импортных фиксаторов обеспечивает 3 его проектных значения со стороны всех граней блока. Шагом к достижению водонепроницаемости является также замена этими фиксаторами из фазобетона (дисперсно-армированный бетон) традиционно применяемых у нас пластмассовых (полиэтиленовых): из-за отсутствия адгезии между последними и бетоном легко проходила вода.

Решены и основные организационные вопросы. Для работы на участке отобраны хорошо зарекомендовавшие себя рабочие, прошедшие специальное обучение. Внедрена так называемая «ВАЗовская» система оплаты их труда, при которой тарифная ставка может быть увеличена коэффициентами за выполнение нормированного задания, за обеспечение высокого качества работ, технологической дисциплины и высокой культуры производства.

Усилен контроль служб за качеством приготовления бетонной смеси. Каждый замес осуществ-



Готовый блок.

ляется в присутствии инженера лаборатории, по решению которого бетон направляется на линию или на менее ответственные участки. Неоднократно в течение смены проводятся определения воздухоувлечения смеси, распыла конуса по немецким ДИН, влажности песка. Ежедневно контролируется концентрация раствора суперпластификатора, соотношения фракций в щебне, температура бетона и его составляющих.

За короткий срок на Очаковском заводе реконструирован один из формовочных пролетов под выпуск новой продукции, произведен монтаж форм и реализованы мероприятия, позволившие освоить проектную мощность — 6 колец в сутки. На основании визуального осмотра блоков специалисты двух стран высоко оценили труд коллектива завода по обеспечению высокого качества изделий. Сейчас, когда статья уже напечатана, эту оценку произвел, можно сказать, сам сооружаемый тоннель. И если он не сухой, то причинами проницаемости могли явиться трудности, решить которые нам пока не удалось. Это —

нестабильность свойств материалов для бетона; избыток мелких частиц в песке;

отсутствие стендов для испытания блоков на водонепроницаемость;

большой объем пор на их поверхности;

наличие усадочных трещин, избежать которых не позволил расход цемента, превышающий рекомендации фирмы;

применяемый сварной арматурный каркас, имеющий избыточную жесткость и напряженное состояние, что способствует в отличие от вязаного каркаса появлению трещин в бетоне.

Производство железобетонных блоков по предлагаемой технологии требует скрупулезного выполнения требований по обеспечению качества, подчинения его показателям всех остальных, в том числе стоимостных, внимания к любым «мелочам». Затраты труда на 1 м<sup>3</sup> изделий здесь в 6—7 раз превышают его затраты при традиционной поточно-агрегатной технологии изготовления унифицированной обделки  $\varnothing 5,5$  м. Соответственно должна быть гарантирована оптовая цена на блоки, соразмерная этим затратам, т. е. затратам на качество. Попытки улучшить его без дополнительных вложений безуспешны и идеалистичны (тем более сейчас, когда предприятия стали хозрасчетными).

Сегодня мы уже имеем определенные результаты по обеспечению водонепроницаемости обделки  $\varnothing 6$  м. Когда писалась эта статья, обделка еще не монтировалась и автор с волнением думал: будет ли она водонепроницаемой? □



# ЕСЛИ МЕРИЛО — УДЕШЕВЛЕНИЕ

С. ПОНОМАРЕНКО

«ЭТОТ царственно поставленный... город...», — написал о Нижнем Новгороде столетие назад побывавший здесь художник И. Е. Репин.

Укреплениями древних стен и башен торжественно ступают по кручам высокого откоса сооружения Кремля. Основанный в 13-м веке на месте слияния Волги и Оки раскинулся на три десятка километров вдоль каждой из этих рек современный Нижний — Горький. Нагорное правобережье с отметками от 40 до 130 м над меженным их уровнем и низменное левобережье — Заречная часть города связаны сегодня тремя мостами через Оку с высокой концентрацией транспортных потоков.

В промышленном Заречье четвертый год действует метрополитен, пущенный десятым в стране. Одна из его станций — «Автозаводская» вплотную подводит трассу к горьковскому автогиганту. Ежедневный пассажирооборот первой, Автозаводско-Междерской линии, эксплуатируемой между станциями «Московская» и «Комсомольская», достигает 175 тыс. человек. Продлевается I очередь, началось строительство участка II — Сормовско-Нижегородской. Но застопорилось, так и не развернувшись в Нагорной части: протесты общественности заставили убрать в мае 1988 г. выставленный метростроевцами забор, который должен был ограждать стройплощадку на месте будущей станции «Горьковская».

**В УПРАВЛЕНИИ** Горметростроя листаю кипы газетных подборок, запечатлевших ход недавних событий, высвечивающих проблемы происходящего. «Горьковская правда», «Ленинская смена», «Горьковский рабочий» в полемических заголовках, оперативных фоторепортажах. На одном из снимков на фоне памятника Горькому, что на одноименной площади, студент с почти закрытым его транспарантом: «Строительство метро под землей».

Газеты предоставили возможность изложить свою точку зрения «тем, кто заинтересован в развитии Горьковского метрополитена и озабочен сохранением исторического облика древнего города».

Из высказываний на перекрестке мнений:

«Считаю строительство станции метро на площади Горького любым способом, который нарушит ее целостность, просто варварством...»

И. Милушкин, инженер научно-технического центра Горьковского автозавода.

«Мне страшно, что придя через 5—6 лет на любимую площадь, я увижу ее косоугой, с чахлыми прутиками и большими деревьями...»

М. Адясова.

«Неужели время, состояние, наконец, здоровье десятков тысяч людей дороже 70 деревьев?»

Жители улиц Таганская, Усневича и др.».

«Живу в верхней части города вот уже 20 лет, а работаю в заречной. Хватил я горя с нашим транспортом. Нужно, не откладывая, начинать строительство, а потом всем вместе взяться за озеленение площади. Я первый выйду на субботник.»

Э. Логвиновский, модельщик депо им. С. Орджоникидзе.

«На вопросы читателей отвечает главный архитектор города С. А. Тимофеев:

— Действительно, утрата части сквера на площади Горького, где разместится станция метро, болезненно воспринимается многими горожанами... Но эта цена окупится значительным повышением транспортного комфорта».

«Нас, например, поразило, с какой легкостью солидное должностное лицо берется решать вопросы восстановления старовозрастного уникального сквера. А знают ли товарищи архитекторы, что лучшие творения в области ландшафтной архитектуры создавались веками?»

А. Ибрагимов, А. Янсон,  
И. Зайцева, М. Веретенникова  
и другие сотрудники ботанического сада ГГУ».

«И все-таки почему открытый способ? Потому что дешевле?»

Г. Кушинг».

«На берегах Оки стоит дизельный завод, который в скором будущем начнет выпускать двигатели с воздушным охлаждением... Но вот беда, не прислушались городские власти к мнению общественности и построили этот завод на берегу реки, отобрав у потомков Ленинского и Автозаводского районов возможность ходить по набережным Красавицы-Оки. Было сделано как можно дешевле и быстрее. Не получится ли то же самое и с площадью Горького?»

Г. Гленель, начальник транспортного цеха».

«Мелкое заложение заставляет метро шагать с Оки на гору, что называется, через три ступеньки.»

Ю. Немцов».

«Местоположение «Горьковской» надо менять, чтобы уйти от предельных уклонов. Я сторонник того, чтобы крупные проекты оценивались всесторонне и без горячки.»

А. Г. Угодчиков, профессор,  
доктор технических наук».

— **РАБОТАЕМ** в обстановке противостояния, и порой всеобщего, — говорит главный инженер Горметростроя Эдуард Борисович Рубинчик. — Нельзя не считаться с экологическими нормативами, но тенденция урезания необходимых капиталовложений, практика нестабильных материальных поставок и обеспечения проектной документацией далеко не способствуют нормальному развитию производственной организации. В беседу с ним «включился» стрекот телевизионной камеры: старший редактор местной студии телевидения Геннадий Алексеевич Захаров спешил удовлетворить много-



численные просьбы зрителей и получить на исходе года ответ на возникший теперь вопрос — быть или не быть метро в Нагорной части города?

Забегая вперед, словами начальника филиала Метрогипротранса — Горьковметропроекта Владимира Михайловича Лебедева скажем: «Центр без метрополитена оставлять нельзя».

Пожалуй, в этом единодушны все — и общественность, и заказчик, и подрядчик. Камнем преткновения стали подходы к реализации насущной технической и социальной задачи.

Э. Б. Рубинчик сетует на отсутствие метро-строительского задела, резкое сворачивание фронта работ: трасса пускового участка II очереди в соответствии с откорректированным ТЭО обрывается у Оки (здесь, за станцией «Московская», придется делать ветку и оборотные тупики. Эти дорогостоящие временные сооружения — неизменное завершение коротких участков ввода. Только на первой линии они задействованы за «Пролетарской», «Комсомольской» и сейчас прокладываются за «Парком культуры»). Отодвинуты сроки осуществления подготовительного цикла (а чтобы врезаться метромостом в оползневый откос, нужны своевременные инженерные мероприятия). Изменение режима финансирования усиливает распыление мощности организации (немалая часть ее сейчас выполняет работы на объектах «не метро» и многогородных стройках — возведении станции «Печатники», прилегающего перегона и ветки в депо на Люблинской линии Московского метрополитена, реконструкции Ставропольского гидротехнического тоннеля и проходе ствола к гипсовому месторождению в Пешелани Арзамасской области. По выражению начальника Горьковметростроя Владимира Владимировича Зборовского, метростроевский коллектив «растаскал» разные тресты. Из предложенного «набора работ», чтобы сохранить штат, взят недавно на сооружение подуличный переход в районе городского Дворца спорта). Наконец, проблема проблем — чугунные тубинги.

Не в дефиците ли в них, в основном, корни горьковметростроевских злослучий?

**ЕСЛИ** сопоставить варианты технико-экономического обоснования проектирования и строительства II очереди Горьковского метрополитена, намечавшаяся к реализации протяженность Сормовско-Нижегородской линии убывает семимильными шагами: с 18 км в первых проработках, где она рассматривается как связующая центры Сормова и площади Минина у Кремля, до 10,45 км в утвержденной документации с трассировкой до площади Горького. Пусковой участок «Куйбышевская» — «Горьковская» длиной 6,45 км сокращен до 3,3 км с выделением комплекса «Куйбышевская» — «Московская».

Углубляясь в историю принятия технических решений, отметим: в соответствии с изначальным ТЭО сооружение тоннелей в Нагорной части предусматривалось глубоким заложением. Но, «учитывая острый дефицит чугунной тубинговой обделки в текущей пятилетке», экспертизой Госстроя СССР было рекомендовано Горьковметропроекту разработать дополнительный вариант трассы мел-

кого заложения с возведением станции «Горьковская» открытым способом. В последующих обосновывающих материалах это решение признано «единственно приемлемым» в неблагоприятных инженерно-геологических и гидрогеологических условиях.

Не столь категорично заключение комиссии в составе ученых ГИСИ, ГГУ, комплексной гидрогеологической и инженерно-геологической партии СВГРЭ, созданной по поручению Горьковского горкома КПСС и Горьковского горнсполкома в разгар общегородской дискуссии, с широким обсуждением альтернативных вариантов: «Объем и информативность выполненных по трассе изысканий на стадии «проект», — говорится в нем, — не дают основания для вывода о невозможности строительства метрополитена глубокого заложения в Нагорной части Горького». К моменту свертыwania здесь соответствующих изысканий ГорьковТИСИЗ осуществил около 50% буровых работ, 15% геофизических исследований, 20% лабораторных определений состава и свойств горных пород и подземных вод. В итоге пространственно-геологическая ситуация, считают ученые, изучена явно недостаточно, чтобы претендовать на конкретность и полноту того или иного обоснования.

Строительство метрополитена, как известно, — не что иное, как хирургическое вмешательство в городской организм. Менее чувствительное при глубоком способе, более ощутимое при открытом.

«Давайте дружно признаем, что все строительные площадки стали нашим общим пугалом, — пишет горьковчанин Т. Сухова. — Минимум ущерба для людей, максимум грязи, пыли, шума. Все это наша горькая правда, и потому, когда сегодня метростроевцы заверяют в том, что строить они впредь будут аккуратнее, с уважением к окружающему ландшафту и к людям, заверения эти вызывают в лучшем случае улыбку».

И как бы ни увещевали иные специалисты на собраниях или газетных страницах озабоченных экологическими последствиями горожан, какие бы аргументы или осложняющие доводы ни приводили («...выявленные водонасыщенные пески при вскрытии переходят в пльвунное состояние», «...при бурении замораживающие скважины могут отклоняться по вертикали и не обеспечат сплошного ледопородного ограждения» и т. д.) решающим фактором выбора строительного варианта, очевидно, остается его капиталоемкость.

Но как знать, что дороже: стоимость ли замораживания целика пород в пределах станционного комплекса и поставки чугунных тубингов (в условиях дефицита по завышенным оптовым ценам неспециализированными заводами) или бесценность исторической памяти — исторической застройки?

Как правило, с трудом обретают свое лицо городские территории после засыпки метростроевских котлованов. Чтобы не пришлось не бесследно залечивать раны в Нагорной части, как это делается сейчас, к примеру, во вспоротом этими котлованами древнем центре Минска, на Немиге, недостаточно иметь в проекте постоянный раздел «по защите окружающей среды от воздействия метрополитена» и строительную готовность «по возможности» свести к минимуму неудобства горожан.



На сохранение национальной старины нужны дополнительные вложения — и материальные и духовные.

Ориентирующаяся ныне на достижение экологически чистых производств мировая промышленная практика не обходится без соответствующих дополнительных ресурсов. Пренебрежение к своевременности принятия мер по охране среды обитания оборачивается неизмеримо большими затратами.

«СТЕНОГРАММУ» командировки заканчиваю на стройплощадке пускового участка подлежаемой в Заречной части Автозаводско-Мещерской линии. От действующей станции «Комсомольская» через сооружаемую «Кировскую» до конечной «Парк культуры» трасса длиной 2,4 км прокладывается на малой глубине. Горный комплекс оригинальной конструкции, щиты, выведенные из вентсбойки... Под нами в левом перегоне — КТ 5,6-Б2, в правом — ЦН-1с в недавнем прошлом, как рассказывает Э. Б. Рубинчик, изрядно изношенные, возрожденные искусством местных механиков и слесарей («в первом, поступившем из Куйбышева, восстановлен деформированный корпус; во втором, полученном из Москвы, полностью заменили гидросистему»). Из-за нехватки тюбингов участок тоннеля в 130 м пройден в водонасыщенных грунтах открытым способом. Технологическая культура производства, как бы в противовес приведенному выше высказыванию изверившейся горьковчанки, — здесь на высоком уровне: станционные котлованы закрываются без промедления, частями, по мере готовности сооружений, разработанный грунт тут же транспортируется на засыпку. Так, помню устранения внешнегородских неудобств, сохраняется внутритоннельный тепловлажностный режим.

Мысли главного инженера — генератора идей, кажется, направлены исключительно на совершен-

ствование метода мелкого заложения, всеобъемлющее приравливание к нему. Это и перспективное внедрение сборных «стен в грунте» с естественной герметизацией блоков, изготавливаемых без пропарки по энергосберегающей технологии; и система непрерывного нагнетания раствора в строннельный зазор при щитовой проходке, циркулирующего по замкнутому циклу, с эффективной конструкцией уплотнительного кольца; и механизированный щит прямоугольного очертания с оборудованием для возведения монолитно-прессованной бетонной обделки применительно к сооружению пешеходных тоннелей и т. д.

Вдоль закрепленного анкером станционного котлована на 92 м из 23 блоков-контейнеров, начиненных всем необходимым, вытянулся метростроевский душкомбинат. После трескучего мороза особенно ощутима теплота его душевых и сушилок, комнат отдыха и столовой. Обивка — из простого арболита. Секция легко и мобильно можно перевезти с объекта на объект.

...Заканчивается мраморная облицовка колонн на станции «Кировская», вчерне готова односводчатая конструкция «Парка культуры». «Если бы стройку не лихорадило с цементом и товарным бетоном, — замечает Эдуард Борисович, — возведение монолитного свода было бы форсированнее. Сбои в поставках — продвигались сниколами».

Лейтмотивом беседы оставалась диспропорция между мощностью организации и ее базовыми возможностями.

Очевидные выводы:

каждому создаваемому метростроевскому коллективу должно быть обеспечено соразмерное гармоничное развитие;

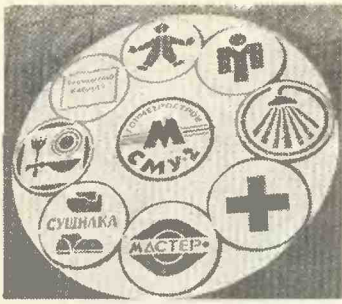
подход к экологии стал одним из главных критериев уровня проектных разработок, мерой ответственности принимающих и реализующих технические решения. □



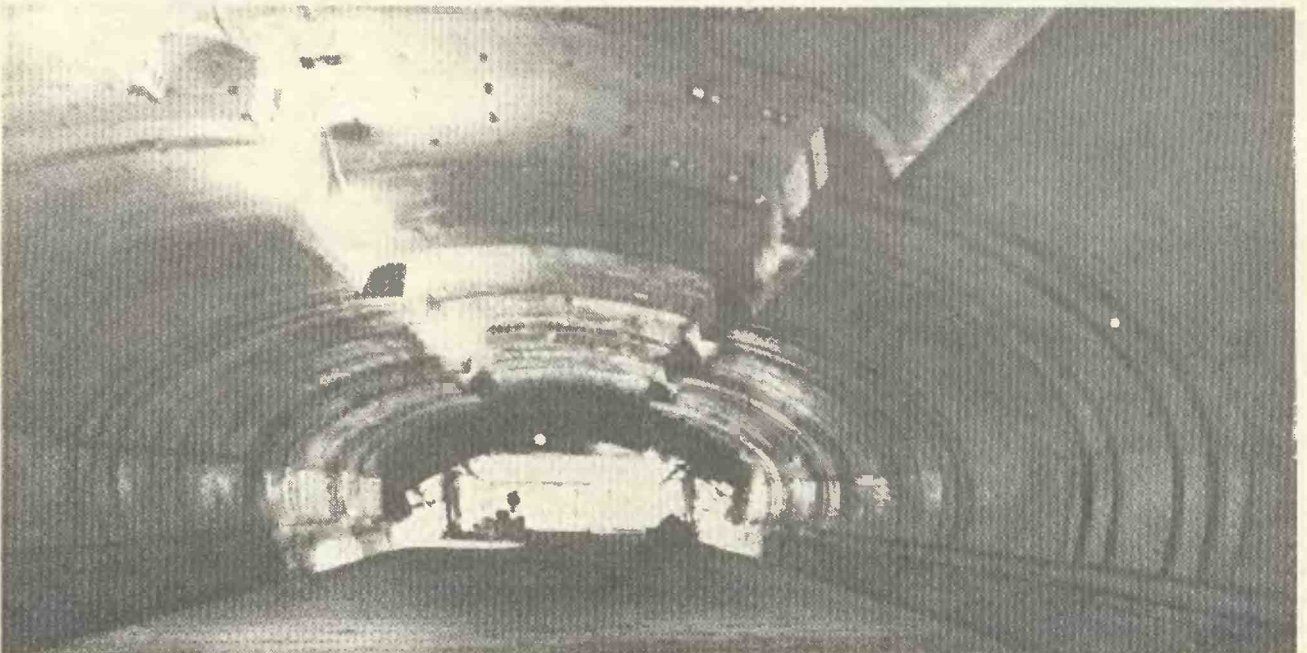
Бригадир СМУ № 2 Горметростроя Анатолий Киреев.

Архитекторы Горьковметропроекта (слева направо): Ю. Сазонов, А. Ракава, Т. Политова.





В секциях душкобината на стройплощадке станции «Парк культуры» Горьковского метрополитена.



Готова вчерне.

Фото Л. Дмитриева.



# ОСОБЕННОСТИ СООРУЖЕНИЯ ВТОРОЙ ЛИНИИ ТАШКЕНТСКОГО МЕТРОПОЛИТЕНА

А. ЗАКИРОВ,  
начальник Ташметропроекта

**ПРОЕКТ** второй — Узбекистанской — линии метрополитена, выполненный Ташметропроектом, реализован Ташметростроем в два этапа: участок «Навои» — «Ташкент» сооружен в декабре 1984 г.; «Ташкент» — «Чкаловская» — в ноябре 1987 г.

Узбекистанская линия соединила центр города с железнодорожным вокзалом и крупнейшим юго-восточным промышленным районом. Трасса длиной 9,2 км — мелкого заложения. На ней возведено семь станций: «Навои», «Проспект Космонавтов», «Ташкент» (колонные), «Узбекистанская», «Чкаловская» (односводчатые) и «Айбек» и «Ташсельмаш» из объемных сборных сейсмостойких железобетонных элементов. «Навои» и «Айбек» — пересадочные на первую (Чиланзарскую) и третью (Юнус-Абадскую) линии метрополитена. Через станцию «Пахтакор» первой линии осуществлена связь между крупным жилым массивом Чиланзар и юго-восточной промышленной зоной города.

В настоящее время ведется строительство продления второй линии в северо-западном направлении протяженностью 6,09 км с четырьмя станциями. Ввод в эксплуатацию намечен в 1991 г.

Проходка осуществляется в сложных геологических, гидрогеологических, сейсмотектонических и климатических условиях. Просадочные и водонасыщенные грунты, девятибалльная расчетная сейсмичность района строительства, сухой жаркий климат и другие факторы повлияли на принятые инженерные решения, отличающиеся от уже апробированных.

Основа принятого по Ташкентскому метрополитену направления подземного сейсмостойкого строительства — максимальное применение сборных железобетонных

конструкций — была развита в проекте его второй линии.

Заложенне подошвы тоннелей везде, где было возможно по условиям трассирования, осуществлено в толще практически непродачных грунтов. В сочетании с

следствие просадочности их при замачивании.

Предложенная к использованию ребристая железобетонная обделка с усиленным болтовым соединением колец (тип I) хорошо воспринимает действие сейсмических волн, направленных вдоль оси тоннеля, и приемлема для скальных и полускальных пород, жесткостные характеристики которых близки к соответствующим показателям железобетона. Однако для лессовидных суглинков, в которых заложены перегонные тоннели в Ташкенте, необходимо было обеспечить, главным образом, поперечную жесткость обделки, поскольку при нагнетании происходит увлажнение окружающего



градостроительными условиями и требованиями сохранения дорожных покрытий и многолетних зеленых насаждений это определило продольный профиль трассы и способы производства работ — открытый и закрытый.

Специфика района строительства вызвала необходимость при конструировании круглой обделки перегонных тоннелей закрытого способа работ учесть действие сейсмических сил на сооружение и возможность разуплотнения пород

грунта и возможны местные просадочные явления со снижением опорных свойств массива.

Основным условием обеспечения сейсмостойкости обделки в поперечном сечении является принцип связи элементов в кольце и в продольном направлении — наличие деформационных сейсмозов по длине тоннеля, компенсирующих его возможные сдвиги. Использование разработанной Метрогипротрансом обделки, представляющей собой сборно-монолитную



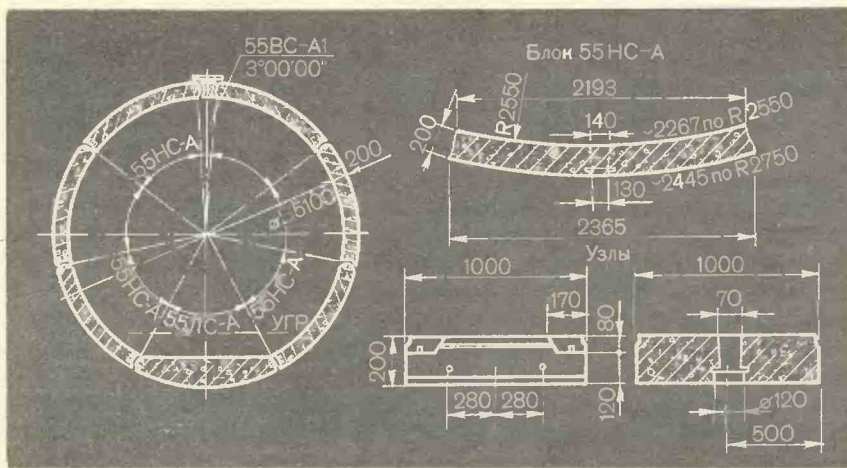


Рис. 1. Сейсмостойкая обделка тоннелей закрытого способа работ.

железобетонную конструкцию из отдельных блоков сплошного сечения со скошенными углами (тип II) выявило ряд ее недостатков, заключавшихся в большой трудоемкости заделки сейсмоузлов бетоном, намного превышающей трудозатраты на весь процесс монтажа. Поскольку в стыках блоков скосы устроены на всю толщину, значительно усложнилось нагнетание.

Для устранения образуемых сквозных отверстий частично изменили конструкцию сейсмоузла. Полученная обделка (тип III) позволила усовершенствовать процесс первичного нагнетания.

Таким образом, на Узбекстанской линии внедрена усовершенствованная конструкция сейсмостойкой обделки. Более простое и надежное скрепление блоков круглой обделки значительно снизило стоимость строительства и трудозатраты, а объем металлического крепежа по сравнению с первоначально принятым сократился на 34% (рис. 1).

Данные по расходу материалов на 1 пог. м обделки перегонных тоннелей закрытого способа работ приведены в таблице.

Значительн о продвинуло вперед технику строительства и сократило его сроки внедрение в 1976 г. цельносекционной обделки (рис. 2). Объемные желе-

зобетонные блоки полностью заводского изготовления 1,5-м длины отвечают требованиям, предъ-

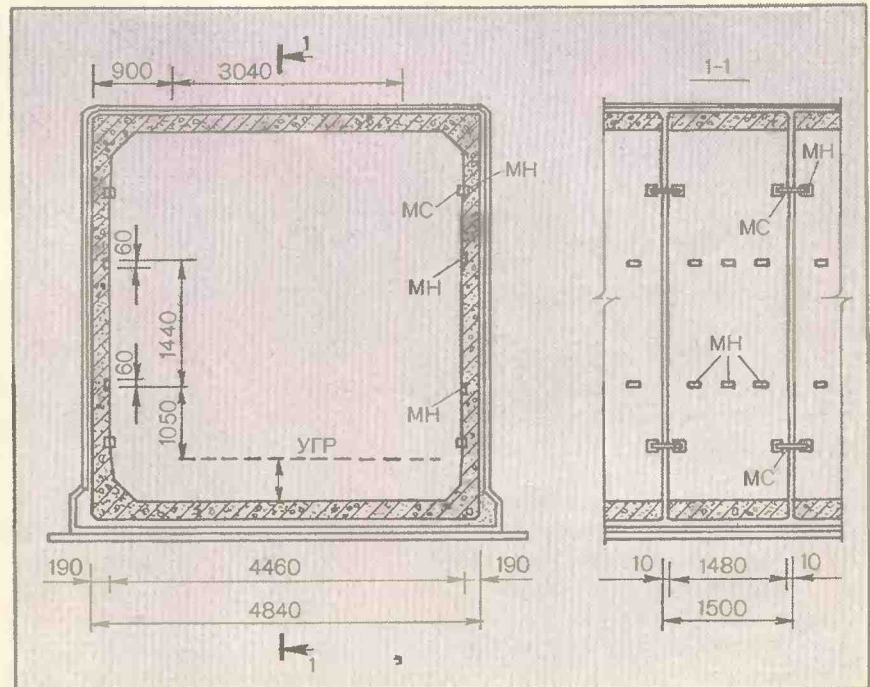


Рис. 2. Сейсмостойкая обделка тоннелей открытого способа работ из блоков ЦСО.

Таблица

Показатели	Типы обделок			
	унифицированная для несейсмических районов	для сейсмических районов		
		I	II	III
Сборный железобетон, м <sup>3</sup>	3,46	3,24	3,61	3,67
Бетон омоволичивания, м <sup>3</sup>	—	—	0,08	0,02
Сталь, кг:	254,3	447	307,3	285
в том числе арматура, кг	227	382,3	237,1	240
Скрепления и закладные детали, кг	27,3	64,7	70,2	45

являемым к сейсмостойкой конструкции. При проходке перегонных тоннелей с такой обделкой общей протяженностью 7,2 км темпы их сооружения достигали 9 пог. м в сутки.

Цельносекционная обделка, которая нашла широкое применение при строительстве не только перегонов, но и основных притоннельных сооружений Ташкентского метрополитена, представляет собой прямоугольную раму с жесткими углами. Она имеет меньшую по сравнению с обделкой, собираемой из отдельных элементов, удельную металлоемкость и вполне отвечает требованиям сейсмостойкого сооружения. Связи элементов между собой в продольном направлении достигаются путем сварки закладных деталей по периметру конструкции.

Впервые в отечественной практике сейсмостойкого метростроения разработана и внедрена обделка пешеходных тоннелей из объемных цельносекционных блоков с внутренним размером в поперечном сечении 6×2,3 м. Это решение существенно сократило сроки возведения таких сооружений, расположенных, как правило, под крупными транспортными магистралями города. □

(Продолжение следует)



# НА СТРОИТЕЛЬСТВЕ «ПЕТРОВСКО- РАЗУМОВСКОЙ»

Г. САНДУЛ

ЭТО — последняя станция глубокого заложения на Тимирязевской линии. Конструкция колонного типа с четырехленточным эскалаторным тоннелем. В перспективе — пересадочная (аналогично «Площади Ногина») на одноименную станцию Люблинско-Дмитровского диаметра — восьмого диаметра столичного метрополитена. В связи с этим на период строительства заложена пересадочная лестница в центре зала и две группы камер съездов. В будущем предусмотрено сооружение второго выхода с противоположного торца. У обеих станций будет объединенный вестибюль.

В связи со сложными гидрогеологическими условиями — с притоком грунтовых вод до 400—500 м<sup>3</sup>/ч и давлением до 4 атм — станцию заглубили на несколько метров.

«Петровско-Разумовская» возводится под железной дорогой с интенсивным движением поездов. В связи с этим осуществлен ряд мер, предотвращающих осадки и деформацию пути. Это:

последовательное раскрытие выработок;

усиление крепления забоев;

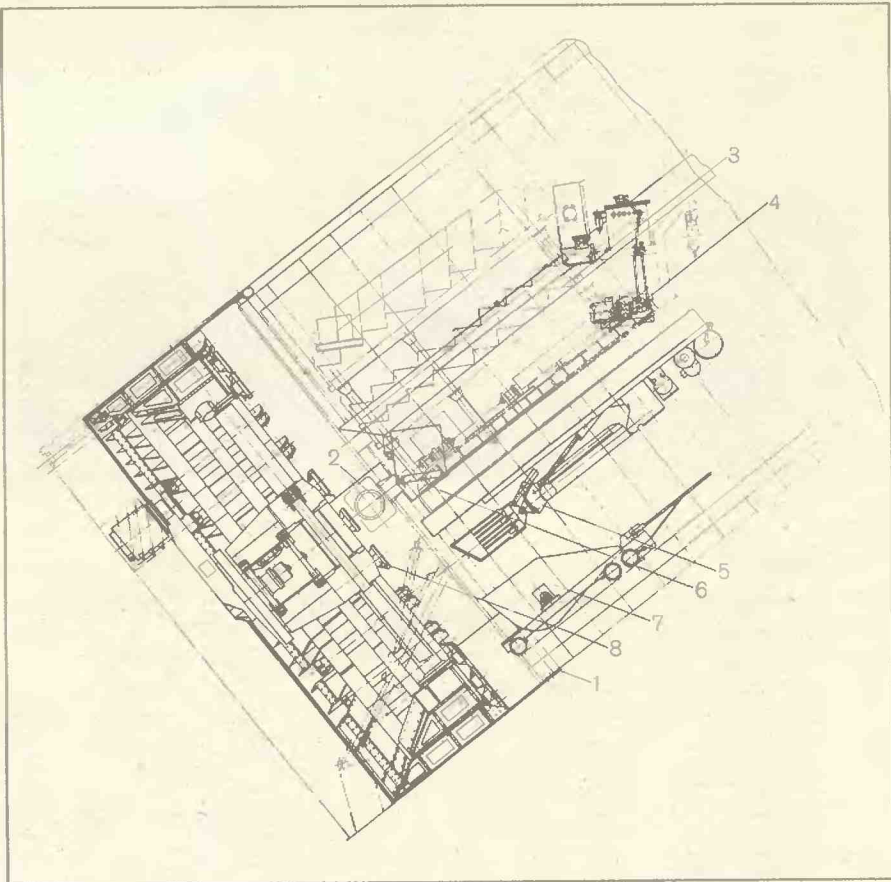
тщательный контроль за первичным нагнетанием раствора за обделку;

установка дополнительных реперов;

ежесуточное наблюдение за состоянием пути совместно с представителями железной дороги.

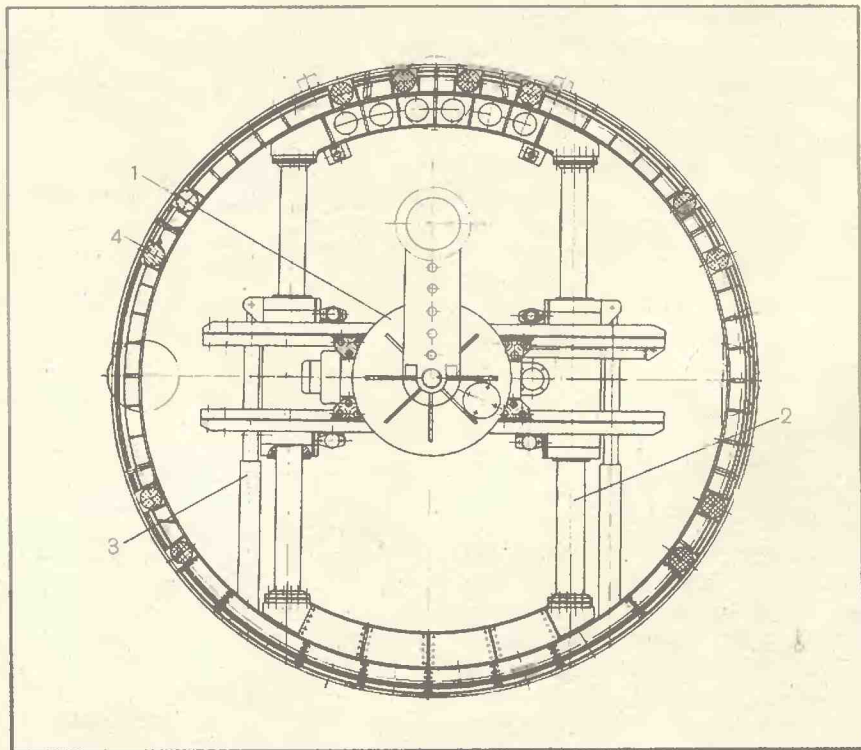
Строительство станции осуществляет коллектив СМУ № 5 Мосметростроя.

Об особенностях сооружения «Петровско-Разумовской» рассказал главный инженер этого строительного управления



Проходческий комплекс КП-9,5 с укладчиком тоннельной обделки:

1 — оболочка щита; 2 — рычаг для монтажа кольца обделки; 3 — выдвижная площадка для укладки тубингов; 4 — маслостанция; 5 — погрузочная машина; 6 — укладчик тоннельной обделки ТНУ-4; 7 — скип; 8 — щитовые домкраты.



1 — исполнительный орган; 2 — направляющие рамы; 3 — домкраты подъема; 4 — гидроцилиндры радиального распора.



Александр Михайлович Андреев:

— С целью сдачи станции (как и всего участка до «Отрадного») на год раньше установленного срока, в декабре 1989 г., коллектив принял встречный план. Разработаны соответствующие графики производства работ. Задействованы на данном объекте практически все силы СМУ.

Освоение стройплощадки началось два года назад на месте пустыря: не было никаких строений для временного размещения людей, отсутствовала теплотрасса, предстояло перенести линию электропередач...

Для возведения станции открыли 8 забоев. Одновременно вели проходку дополнительных выработок.

Чтобы обеспечить ритмичную выдачу породы, подъем горного комплекса оснастили автоматическими кулачками, что позволило достигнуть оборачиваемости 200 вагонов в смену и сократить численность обслуживающего персонала.

Сооружение станционных тоннелей и прилегающих выработок осуществлялось горнопроходче-

ским комплексом КП-21. В процессе эксплуатации выявились конструктивные недостатки, в частности, гидравлических устройств. Их доводку производили на месте. Разработчику — СКТБ ГТМ — следует учесть это при дальнейшем совершенствовании комплекса. Целесообразно также упростить его конструкцию.

Разработку породы на участке наклонного хода впервые в метростроении ведет проходческий комплекс КП-9,5, созданный ЦНИИподземмашем. Конструкцию следует признать удачной. Ножевая часть снабжена механизмами подъема-опускания; с помощью специальных роликов ее можно сдвигать влево или вправо. Это дает возможность разрабатывать породу сразу на полное сечение. Обделка монтируется укладчиком, оборудованным грейферным погрузчиком. Он прикреплен к раме укладчика, являющейся одновременно опорой.

Процесс разработки породы практически полностью механизирован.

Комплекс обслуживает бригада из 6 человек.

Даже в процессе его освоения,

при усилении отдельных узлов, были хороши скоростные показатели.

Для сокращения сроков строительства наземный вестибюль возводится одновременно с проходкой наклонного хода.

После заключения хозяйственного договора со СМУ № 9 значительно улучшилось положение с автотранспортом. Для более рационального его использования желательно, чтобы определенные машины обслуживали ряд шахт одного куста, а не направлялись бы в разные концы города.

Отрадно, что наладилась поставка чугунных тубингов, однако качество их литья, точность изготовления оставляют желать лучшего.

Работы ведутся на четырех участках в 3 смены в четко налаженном ритме.

Наиболее высокие производственные показатели в бригадах, руководимых А. Кошелевым, Р. Нугаевым, М. Глебовым, М. Мустафинным, С. Комаристым и др.

Возведению объекта помогают проходчики ТО № 11 Бамтоннельстроя, сооружающие группу камер съездов. □

## ЕЩЕ РАЗ О НАИМЕНОВАНИЯХ

**Н**УЖНО лишний раз объяснять важность точного наименования городских объектов? Казалось бы, ясно: название должно быть кратким, легко произносимым, а главное — обозначающим место, где этот объект находится, и потому единственным, уникальным. На карте Ленинградского метрополитена противоположные примеры отложились густо: «Комсомольская», «Пионерская», «Пролетарская»... Времена меняются, и мы уже, кажется, можем не бояться появления других безликих, многократно тиражируемых названий. Но вот недавно открылись новые станции метро: «Озерки», а следующая за ней — вы думаете, «Шувалово»? Нет, «Прспект Просвещения».

Постараюсь объяснить, почему такое название, мягко говоря, некорректно. Во-первых, в названиях станций метро не предполагается участие улиц и проспектов. Это понимали 30 лет назад. Сравните: «Чернышевская», «Горьковская». Во-вторых, название «Прспект Просвещения» такого типа, что лишний раз подчеркивать его неудобно: почему вдруг в этой части города речь заходит о просве-

щении? Может, там читают больше? Как известно, ленинградские вузы и библиотеки находятся далеко от этого места.

Наконец, самое главное: на другом конце проспекта Просвещения уже есть станция метро «Гражданский проспект». А одно из непреложных правил топонимики гласит: нельзя одну из нескольких стоящих на одном проспекте станций называть именем этого проспекта.

К сожалению, все это говорится «вслед уходящему поезду», хотя автор этой заметки еще год назад обращался с предложением целесообразного названия и в Ленметрострой, и в комиссию по наименованиям при исполкоме Ленсовета. Но название новой станции метро так и не прошло общественного обсуждения.

Хочется верить, что процесс принятия решений о дальнейших наименованиях станций метро будет демократичным. И тогда, возможно, на карте Ленинградского метрополитена появится не «Лиговский проспект», а традиционное краткое название «Лиговская», вместо неуклюжей «Парнасской», просто «Парнас», а вместо безликой «Спортивной» на Петроградской стороне возникнет какое-нибудь истинно ленинградское имя.

**М. ТАЛАЛАЙ,**  
сотрудник Ленинградского отделения Советского фонда культуры, куратор комиссии «Топонимика»



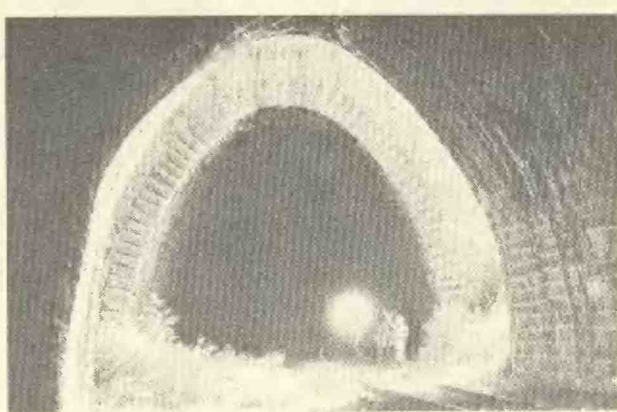
Звено Великого Сибирского пути — Кругобайкальская железная дорога на всем своем протяжении проложена по берегу Байкала, огибает его южную часть и соединяет станции «Байкал» на западном берегу озера и «Мысовая» на восточном. Длина дороги — 259,84 км, открыта в 1903 г.

Западный участок построен у подножия крутого отрога Саянского хребта с сильно разрушенными породами. Горные мысы пришлось прорезать 38 тоннелями, защитить дорогу от обвалов 47 каменными и 3 железобетонными галереями, возвести подпорные стенки у полотна.

Тоннели в большинстве своем имеют круглое сечение; десять из них — параболического профиля. Сооружения обделаны каменной кладкой. В некоторых тоннелях, где грунт оказался достаточно надежным, часть стен оставлена без обделки.

За исключением отдельных случаев вывала породы, строительство тоннелей не сопровождалось особыми осложнениями.

Кругобайкальская железная дорога с насыщенностью искусственных сооружений является одним из значительных памятников русской инженерной мысли;



тоннели, мосты и галереи, гармонично вписавшиеся в ландшафт, можно отнести к шедеврам отечественного зодчества.

**В**О ВРЕМЯ строительства тоннелей Кругобайкальской железной дороги их обделки в зонах неустойчивых и слабоустойчивых грунтов были загружены горным давлением. В районе значительные температурные воздействия (амплитуды колебания сезонных температур достигают 60—70°C, а суточных 20—25°C). При незначительной протяженности каждого из тоннелей температурные колебания происходят по всей их длине. В период эксплуатации сооружения подвергались нескольким землетрясениям от 4 до 7 баллов. Во время одного из них 9 июля 1905 г. в пределах двух тоннелей произошло смещение горного массива по сбросам, что привело к разрушению нескольких колец.

В результате землетрясения 1912 г. в одном из тоннелей была нарушена обделка из-за смещения горного массива по сбросу. Во время землетрясения 10 мая 1929 г. сдвинулся, а затем обрушился горный блок, разбивший подпорную стенку и оба пути.

Таким образом, известные нарушения обделки связаны со сдвиговыми смещениями горных массивов по сбросам как со следствием землетрясений. Сейсмические волновые воздействия нарушений в конструкциях не вызывали.

Исследования, проведенные в 1987 г. лабораторией строительства тоннелей БАМа, включали: обследование тоннелей; определение деформативных свойств вмещающего массива и материала обделки; характеристику напряженного состояния системы «массив—обделка»; теоретическую оценку несущей способности обделок на горное давление и сейсмические воздействия.

Обследование 36 тоннелей общей протяженностью 8,7 км показало, что массив, вмещающий тоннели, сложен в основном породами разной степени трещиноватости. При действующих уровнях напряжений они не обладают свойствами ползучести и

## К ОЦЕНКЕ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ТОННЕЛЕЙ

К. БЕЗРОДНЫЙ, канд. техн. наук;  
А. БАСОВ, канд. геол.-минер. наук

длительного деформирования, поэтому горное давление в основном реализовалось в период строительства.

Осмотр ниш в тоннелях показал, что между обделкой и грунтом нет сплошного контакта (нагнетание за готовую обделку не производили). Таким образом, между ними возможна реализация только нормальных напряжений сжатия и то не по всей поверхности контакта.

Наибольшие нарушения выявлены в жестких железобетонных конструкциях рамных галерей, где наблюдаются трещины и выколы бетона с обнажением в нем арматуры.

В галереях тоннельного типа, покрытых сыпучим грунтом, обнаружены продольные трещины в сводовой части конструкции на всем ее протяжении. В обделках предпортальных участков, выполненных открытым способом либо с незначительной глубиной заложения, имеются в своде продольные, а то и поперечные трещины. В обделках тоннелей с большей глубиной заложения нарушений не замечено. Продольные трещины в сводовой части расположены с нагорной стороны.

Ряд протяженных тоннелей имеет в средней части штольни для вывозки грунта, пройденные в сторону Байкала (без крепления) и на время обследования не имели вывалов и обрушений. У обделок всех тоннелей нет обратного свода. Стены заглублены в скальное основание. Обследование показало



нормальное эксплуатационное состояние подземных конструкций.

Для оценки несущей способности обделки определены деформативные свойства массива и ее материала. Применен метод сейсмоакустического прозвучивания. Обычно для изучения деформационных свойств грунтов используют прессиометры, штампы, контроль образцов. Эти статические виды дают характеристику деформационных свойств практически только для пунктов испытаний и относятся к точечным. Экстраполировать данные таких опытов даже на соседние точки можно со значительной долей риска, так как реальный горный массив всегда неоднороден в своем объеме.

В соответствии с известными методиками получены модули упругости грунтов, соответствующие различным типам обделок, и модуль упругости их материала: при типе конструкции 3 — 5000 МПа, 3<sup>а</sup> бис — 3000; 4 — 2500 и 5<sup>а</sup> — 1000 МПа.

Модуль упругости материала обделки оказался равным 2300 МПа. Как видно, четко прослеживается зависимость конструкции от характеристики грунта. Зная деформативные его характеристики и материала обделки, на основании действующих нормативных и методических документов рассчитали усилия в обделках, расположенных в худших инженерно-геологических условиях, от горного давления и сейсмических воздействий, которые за время эксплуатации тоннелей появились в результате землетрясений.

Расчеты на сейсмическое воздействие в 7 баллов показали, что во всех обделках возникающие усилия незначительны. В соответствии с методикой\* рассматривали только те участки, где глубина заложения оказалась более трех высот выработки.

Величину горного давления определяли по СНиП II-44-78. Для обделки циркульного очертания типа 5<sup>а</sup> (рис. 1) вертикальное давление составило 0,138 МПа, горизонтальное — 0,007 МПа.

Расчет обделки методами механики сплошной среды (табл. 1) показал, что напряжения, вычисленные по найденным усилиям, например, в сечении 1, равны на наружном контуре 0,08 МПа, на внутреннем — 1,4 МПа (оба растягивающие); в сечении 2 на наружном контуре — 0,2 МПа (сжи-

мающе), на внутреннем — 0,9 МПа (растягивающе).

Расчет методами механики стержневых систем обделки циркульного очертания типа 5<sup>а</sup> (табл. 2) показал, что в сечении 1 напряжения на внутреннем контуре обделки равны 3,82 МПа (растягивающие), на наружном — 4,12 МПа (сжимающие). В остальных сечениях растягивающие напряжения также превышают допустимые, т. е. в обделке должны были бы образоваться трещины и для их предотвращения конструкцию требовалось бы армировать. Обследование же обделки показало отсутствие трещин.

Аналогичным образом выполнены расчеты обделки параболического очертания типа 5 (рис. 2), расположенной в худших инженерно-геологических условиях. В соответствии со СНиП II-44-78 вертикальное горное давление на обделку составляет здесь 0,138 МПа, горизонтальное — 0,007 МПа.

Напряжения в сечениях обделки, вычисленные

\* Фотиева Н. Н. Расчет крепи подземных сооружений в сейсмически активных районах. М., изд-во «Недра», 1980.

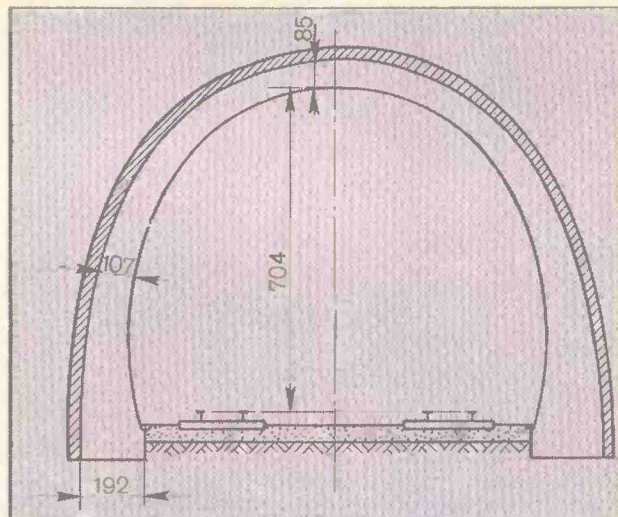


Рис. 1.

Таблица 1

№ сечения	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Изгибающий момент, тм	8,22	7,18	3,97	-1,08	-6,21	-9,64	-11,43	-12,2	-12,2	-0,73	11,77	18,5	20,72
Нормальная сила, Т	64,24	30,95	-60,3	-181,95	-290,21	-353,73	-378,63	-363,63	-352,14	-146,7	32,37	96,49	114,17

Таблица 2

№ стержней	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11
Изгибающий момент, тм	46,7*	42,3	25,3	6,7	-13,3	-42	-42,9	-45,1	-34,2	-28,1
	-42,3	-25,3	-6,7	19,3	42	42,9	45,1	34,2	28,1	0
Нормальная сила, Т	-12,4	-15,2	-28,2	-37,3	-48,9	-58,9	-61,4	-61,4	-60,6	-6,7

\* Первая цифра — значение изгибающего момента в начале стержня, вторая — в конце.



ММ сечений	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Изгибающий момент, тм . . . . .	3,1	2,21	0,75	- 0,56	-2,28	-4,82	-7,26	-8,69	-9,19	- 0,37	8	13	14,96
Нормальная сила, Т . . . . .	22,76	3,21	-40,74	-91,69	-137,78	-170,87	-190,03	-200,58	-190,99	-69,45	22,45	51,78	59,08

Таблица 4

ММ стержней	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11
Изгибающий момент, тм . . . . .	6,6	4,9	3,3	- 0,6	- 4,3	- 6,9	- 5,3	- 5,6	-11,3	-12,1
Нормальная сила, Т	-4,9	- 3,3	0,6	4,3	6,9	5,3	5,6	11,3	12,1	0
Нормальная сила, Т	-13,6	-17,7	-22	-26,2	-29,7	-32,2	-33,7	-34,4	-34,8	- 7,5

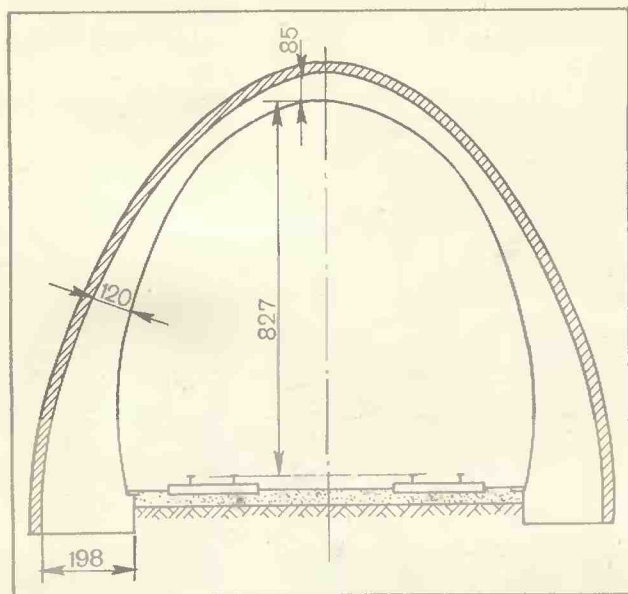


Рис. 2.

по результатам расчетов методами механики сплошной среды (табл. 3), оказываются меньше допустимых.

Иную картину дают результаты при использовании метода механики стержневых систем (табл. 4). В сечении 1 на внутреннем контуре — растягивающие напряжения равны 2,7 МПа, на наружном — сжимающие 3,06 МПа. В остальных сечениях растягивающие напряжения также превосходят допустимые.

#### Выводы:

обследование тоннелей выявило ряд нарушений обделки в виде трещин на предпортальных участках, где невелика глубина заложения, — в результате сейсмических воздействий;

тоннели претерпели ряд семибалльных землетрясений. По степени уязвимости на первом месте галерей рамного типа, на втором тоннельного (засыпанного снаружи грунтом), на третьем предпортальные участки с небольшой глубиной заложения. При большей глубине последних нарушений нет;

расчеты обделок (в соответствии с действующи-

ми нормативными и рекомендательными документами) методами механики сплошной среды на горное давление и на сейсмические воздействия отвечают реальной картине состояния конструкций. Выполненные же на основе механики стержневых систем дают картину усилий, вызывающих разрушение конструкции в существующем виде; в натуре же нарушений нет;

в связи с разделением обделки по длине на отдельные блоки и с отсутствием сцепления ее с грунтом конструкция благоприятно воспринимает колебания суточных и сезонных температур. □



## Виктор Иванович КОРЕШКОВ

жизнь была неразрывно связана с Киевметростроем, где прошел трудовой путь от рядового инженера до главного инженера Управления.

В. И. Корешков внес большой творческий вклад в строительство Киевского метрополитена. Под его непосредственным техническим руководством построены 14 станций, много объектов жилищного, коммунального и транспортного хозяйства города. Разработаны и внедрены новые прогрессивные конструкции станций, тоннельных сооружений, высоко-механизированные проходческие комплексы и другие научно-технические ресурсы берегающие разработки.

В. И. Корешков принимал конкретное и непо-

средственное участие в первые дни работ по ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС.

Он вел большую общественную работу: избирался депутатом Ленинского районного совета народных депутатов, членом дорпрофсоюза ЮЗЖД, председателем объединенного профкома Киевметростроя. За заслуги перед Коммунистической партией и Советским государством награжден орденом Трудового Красного Знамени, медалями, знаком «Почетный транспортный строитель».

Светлая память о Викторе Ивановиче Корешкове всегда с нами.

От коллектива Киевметростроя **В. И. Петренко, В. С. Парников, А. К. Охотников, Л. В. Панасюк.**

На 57 году жизни скоропостижно скончался главный инженер Управления «Киевметрострой» **Виктор Иванович Корешков.**

В. И. Корешков родился в 1932 г. в станице Вешенской.

По окончании в 1956 г. Новочеркасского политехнического института работал на шахтах Ростовской области. С 1959 по 1961 г. был первым секретарем Гумковского горкома ВЛКСМ.



# ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВИБРОИЗОЛИРУЮЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ В КОНСТРУКЦИИ ПУТИ МЕТРОПОЛИТЕНА

И. ДОРМАН, д-р техн. наук;  
 А. ЗВЯГИНЦЕВ, Г. БЕКСЛЕР, кандидаты техн. наук;  
 В. КРЕМЕР, А. ДОЛГОВ, В. НОРШТЕЙН,  
 Л. КЛЮЧНИКОВА, инженеры

ОДНИМ из технических решений по снижению шума и вибрации в близрасположенных жилых домах от движения поездов по тоннелям метрополитена мелкого заложения является конструкция обделки, в которой балластное корыто разъединено с лотковой частью упругими демпфирующими прокладками (амортизаторами), выполненными из различных эластомерных материалов.

Несколько лет назад на Московском метрополитене было сооружено два участка с различным расположением виброизоляторов между балластным корытом и лотком\*. Однако из-за отсутствия в то время специальных амортизаторов они были сделаны из листовой маслбензостойкой резины, что не позволило достичь значительного эффекта виброизоляции.

В ЦНИИСе совместно с Загорским филиалом НИИРПА в последние годы проведены исследования по разработке новых конструкций виброизоляторов.

По оценке их эффективности и долговечности проводились эксперименты для определения требуемых параметров.

Моделирование системы «нижнее строение пути — виброизолятор — обделка» осуществлялось с помощью установки на базе испытательной машины УРС-50/50 (рис. 1) с электрогидравлическим возбуждением, позволяющей имитировать любые колебательные процессы, в частности, в тоннельных конструкциях.

Экспериментальные образцы виброизоляторов изготовлены на опытном заводе ЗФ НИИРП из резины на основе полиизопренового каучука марок 1346, 1365, 51-5010, БН-4, ТУ 38005295-77. Они представляют собой квадратные плиты 400×400×90 мм с 25 глухими отверстиями (испытывались две разновидности конструкций, отличающиеся только диаметрами отверстий 58 и 40 мм).

Испытания проводились в два этапа:

на первом определяли виброгасящие свойства каждой пары амортизаторов и на основе полученных данных выбирали оптимальную конструкцию и марку резины, на втором — устанавливали характер изменений жесткостных свойств виброизолятора в зависимости от количества циклов нагружения.

Опытные амортизаторы 1 (см. рис. 1) устанавливались под углом 45° к горизонтали на нижней опоре 2, моделировавшей балластное корыто, между бетонны-

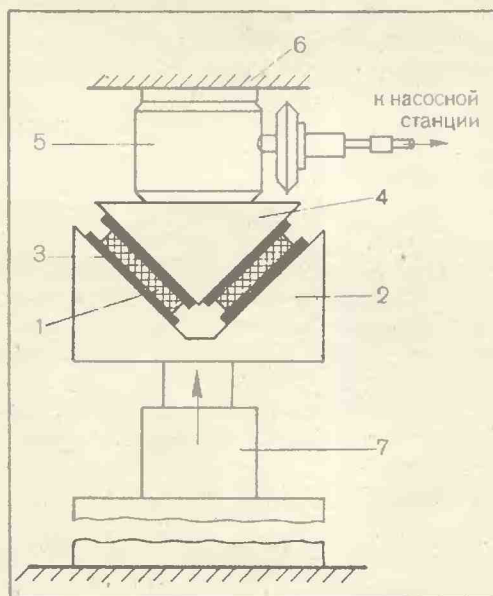


Рис. 1.

ми прокладками 3, которые имитировали поверхности обделки и балластного корыта. Верхней опорой служила «призма» 4, моделировавшая обделку. Сверху на нее устанавливалась «гидропневмопружина», состоящая из гидродомкрата 5 с гидроаккумулятором, соединенного шлангом со вспомогательной насосной станцией и прикрепленного к торцу датчика 6 машины УРС-50/50.

Вибрации, возбуждаемые гидроцилиндром 7, через нижнюю опору передавались на амортизаторы и далее через верхнюю опору — на шток гидродомкрата. Таким образом, вибронгрузка при нагружении образцов передавалась по цепи: гидроцилиндр — нижняя опора — амортизаторы — «призма» — «гидропневмопружина» — датчик силы — силовая рама.

Упругие свойства обделки тоннеля и прилегающего грунта, т. е. реальную жесткость системы «обделка — грунт» моделировала «гидропневмопружина». Упругость ее обусловлена возможностью сжатия газа во внутренних полостях гидродомкрата и гидроаккумулятора; жесткость имела гиперболическую зависимость от величины нагрузки и составляла 670 кН/м при 20 кН и 2400 кН/м при 120 кН.

При подаче динамической составляющей нагрузки (вес железобетонного лотка плюс эффективный вес ва-

\* А. Горст, И. Дорман, Г. Вогомолов, Ю. Муромцев, И. Фомичева. Виброизолированная конструкция нижнего строения пути. «Метрострой» № 2, 1981.



гона) жесткость изменялась в небольших пределах, поэтому при испытаниях ее величина принималась постоянной для каждой из ступеней статической нагрузки (20—120 кН). Однако она могла регулироваться подачей в систему масла с помощью вспомогательной насосной станции и соответственно выпуском или впуском воздуха из атмосферы. Процесс расширения — сжатия последнего в динамике на данной ступени статической нагрузки был практически изотермичным.

Перед проведением испытаний было установлено: при высоких нагрузках (80—120 кН) воздух внутри гидродомкрата сжимался до такого объема, что во время подачи динамической нагрузки виброперемещения штока гидродомкрата и «призмы» не обеспечивали достаточные для регистрации виброускорения. Поэтому для увеличения первоначального объема сжимаемого воздуха к гидродомкрату (ДГ100-2) подсоединили гидроаккумулятор (А-1), заряженный воздухом под давлением 0,4 МПа (4 атм).

Усилия измерялись датчиком силы, а перемещения штока нагружающего гидроцилиндра — датчиком перемещений машины УРС-50/50. Сигналы с них поступали в стойку ее управления. Показания снимались с цифрового индикатора.

Для определения степени вибропоглощения регистрировались виброускорения на задающем штоке и штоке гидродомкрата. Отфильтрованный октавными фильтрами сигнал подавался на вход виброизмерительного прибора 11003 «Роботрон». Показания снимались со стрелочного индикатора. Погрешность измерений нагрузки и перемещений, выраженная показате-

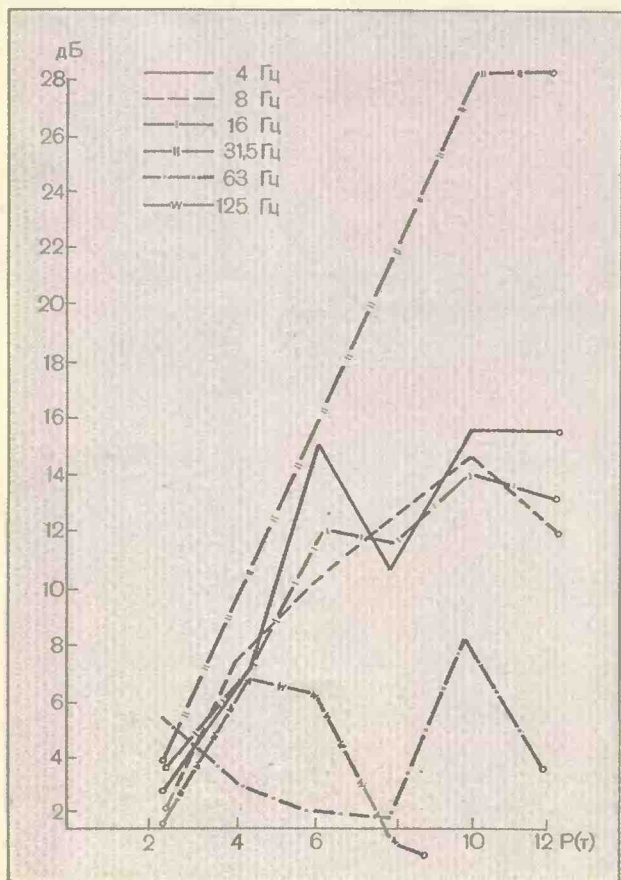


Рис. 2.

лем среднеквадратичного отклонения в относительной форме, составляла  $\pm 3\%$ .

Критерием отбора амортизаторов той или иной марки резины являлась степень вибропоглощения под нагрузками. Необходимо было выбрать оптимальные прибор и нагрузку, при которой лучше всего проявляются свойства амортизатора как виброизолирующего. Образцы нагружались с шагом 20 кН.

Амплитуда динамического воздействия на каждой частоте задавалась таким образом, чтобы виброускорения соответствовали реальным условиям на лотке тоннеля мелкого заложения при прохождении поезда (без амортизаторов).

Характеристика применявшихся акселерометров становится линейной, начиная с частоты 10 Гц. Вибрации приспособления усиливаются на частотах 63 и 125 Гц, т. е. в этом диапазоне находится, вероятно, резонансный пик. Таким образом, амортизаторы выбирались по данным, полученным на средних частотах, но именно на них и наблюдается максимум потока виброэнергии при движении поезда в метро.

Максимум отношения амплитуд виброускорений (эффект виброизоляции) наблюдается у амортизаторов из резины марки БН-4 с отверстиями  $\varnothing 58$  мм при статической нагрузке 100 кН на два элемента. Виброизолирующие свойства при разном нагружении показаны на рис. 2.

Ресурсные испытания предусматривали 1 млн. циклов динамического нагружения, что соответствует реальной работе амортизаторов в течение года. Вид суммарного нагружения определялся по тем же условиям. Наименьшая статическая нагрузка выбрана равной 20 кН из условия, что каждое балластное корыто опирается на 6 амортизаторов, наибольшая — 100 кН (суммарный вес лотка и поездной нагрузки при максимальном заполнении вагона).

Для установления времени нарастания или спада нагрузки на виброизолятор от приближающегося или удаляющегося поезда была принята схема, представленная на рис. 3 а, полученная из следующих предположений.

Рассмотрим балку (участок пути) на трех упругих опорах. Сосредоточенная нагрузка действует над одной из них, т. е. средняя опора максимально деформирована. Требуется найти такое расстояние  $2l$  между крайними опорами, при котором деформация их пренебрежимо мала (промежуточные опоры в расчет не принимаются). Деформация среднего виброизолятора  $f$  под нагрузкой определяется из его жесткостной характеристики экспериментально.

С другой стороны, деформация балки на двух опорах выражается:

$$f = \frac{P \cdot (2l)^3}{48 EI},$$

где  $P$  — нагрузка,  $E$  — модуль упругости,  $I$  — момент инерции сечения балки,  $l$  — прогиб.

Отсюда

$$l = \frac{\sqrt[3]{(48 EI f) / P}}{2}.$$

Примем скорость поезда  $V = 40$  км/час = 11 м/сек. Под балкой подразумевается нижнее строение пути



(корыто), момент инерции которого  $I=0,0296 \text{ м}^4$ , материал — бетон с модулем упругости  $E=3,32 \cdot 10^{10} \text{ н/м}^2$ . Время нарастания нагрузки —  $t=l/V=0,8 \text{ сек}$ .

Анализ реальных спектров колебаний обделки показал, что максимальная плотность энергии приходится на частоту 4 Гц, поэтому испытания проводились в ее диапазоне.

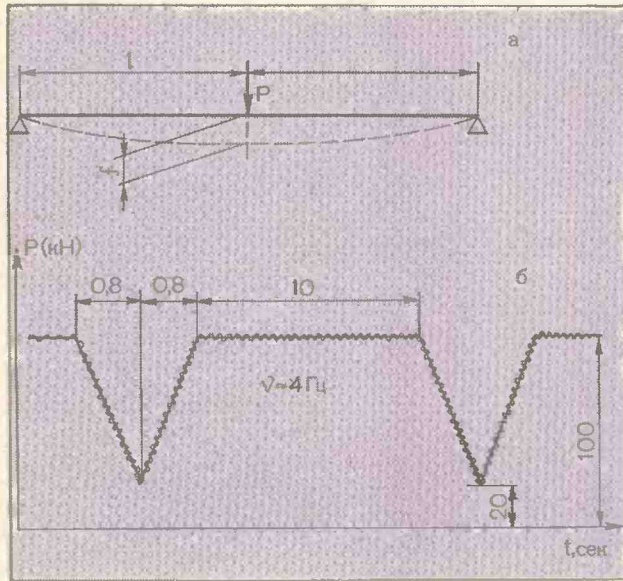


Рис. 3:  
а — динамика изменения нагрузки; б — форма кривой нагружения.

Время выдерживания образца под максимальной статической нагрузкой в зависимости от скорости поезда и его длины — 10 сек (рис. 3б), а под минимальной — нулевое. При таком режиме образцы оказываются в гораздо худших условиях, чем при нормальной работе, так как во время интервала между поездами они находятся в разгруженном состоянии.

За один рабочий день отработывалось 100 тыс. циклов. В течение первых трех дней фиксировали изменения температуры внутри образца с использованием термодатчиков и измерительного моста. В среднем температура повышалась в течение дня на  $2^\circ\text{C}$ . После каждых 100 тыс. циклов измеряли осадки образцов под нагрузкой — изменений жесткостной характеристики виброизоляторов не наблюдалось.

С помощью экстраполяционного анализа можно сделать вывод, что в благоприятных (не таких жестких по сравнению с экспериментом) условиях работы в тоннеле виброизолирующие элементы могут прослужить без замены не менее 5 лет. Наилучшие показатели по эффективности виброизоляции показали амортизаторы из резины БН-4 с отверстиями  $\varnothing 58 \text{ мм}$ : не менее 20 дБ при долговечности 5 лет.

Таким образом, результаты экспериментов показали перспективность применения эластомерных элементов в качестве виброизоляторов в конструкции пути метрополитена при близком расположении зданий к трассе или непосредственно над тоннелем. □

## «ТОННЕЛИ МИРА — МИР ТОННЕЛЕЙ»

К. АЛЕКСАНДЕР,  
канд. техн. наук

НАУЧНО-ПОПУЛЯРНУЮ монографию под таким названием выпустило берлинское издательство «Транспресс». Ее автор — д-р техн. наук Герман Г. Зайтц, руководитель бюро дорожно-транспортного проектирования города Эрфурт. Книгу без преувеличения можно назвать энциклопедией мирового тоннелестроения. При свойственном труду научной обстоятельности и профессиональной компетентности он написал живым, образным языком. История возникновения тоннелей, как инженерных сооружений, показана в контексте смелой инженерной мысли, не боящейся обоснованного риска.

Современное тоннелестроение начинается с постройки первой в мире железной дороги, связавшей английский город Ливерпуль и Манчестер, на которой силами горняков к 1830 г. соорудили два тоннеля (один из них, Эдж-Хиллский, имеет длину 2 км).

В 1825—1841 гг. в Лондоне был построен первый подводный железнодорожный тоннель под рекой Темзой под руководством нью-йоркского архитектора М. И. Брюнеля при помощи изобретенного им деревянного горнопроходческого щита прямоугольного сечения.

В середине прошлого — начале нынешнего века определились основные направления современного тоннелестроения. Получили развитие:

высокогорные тоннели (прежде всего в Альпах, на Аппеннинском, Земмерингском, Мон-Сени, Сен-Готтардском, Арлбергском и др. (длина наиболее протяженных из них — 15—20 км);

тоннели городских железных дорог — метрополитенов, появившиеся в 1860-х гг. в Лондоне, затем в Глазго, Вудапеште, Париже, Берлине и т. д.;

автотрассовые тоннели (как городские, так и высокогорные).

На конкретных примерах рассмотрено возникновение основных методов тоннелестроения и их разновидности — закрытого и открытого, а также кессонного и наплавного способов.

Значительное место уделено проблемам создания многоуровневых и многофункциональных общественно-транспортных комплексов массового посещения на базе сооружений

метрополитена. Так, в Париже, над станциями и тоннелями новых линий регионального экспресс-метрополитена возведены подземные автостоянки общего пользования емкостью более 7 тыс. мест. Приведен пример сооружения в самом центре Парижа, расставшегося для этого со знаменитым крытым рынком «чрево Парижа», крупнейшей пересадочной станции «Шатле» (трех линий экспресс-метро) с 4 платформами и 7 путями, построенной в котловане глубиной 25 м и площадью свыше 50 тыс.  $\text{м}^2$ . Над ней расположены 4 подземных уровня, связанных между собой 53 эскалаторами и 3 движущимися тротуарами длиной 153 м. Кроме пешеходных коммуникаций, на глубине разместили многофункциональный общественно-торговый центр, так называемый «Форум», с открытым центральным двором и остекленными галереями. Прежнее «чрево Парижа», на время превратившееся в «яму» Парижа, теперь стало именоваться «перекрестком Парижа». Доходы от эксплуатации подземных магазинов, кафе, киосков, автостоянок повысили рентабельность самого метрополитена.

В одной из глав много места отведено Московскому метро, а также метрополитенам СССР и их архитектуре; освещена история тоннелестроения горных регионов СССР — Закавказья (от Сурама до Мегрэдзора), Забайкалья, БАМа и др.

Представлены в книге и крупные тоннели различного назначения. В частности, автотрассовые на Рокском перевале (Кавказ) и Салагский под Гиндукушем (Афганистан), железнодорожный Сейнанский под проливом Цугару (Япония) и другие, в том числе и проектируемые. При этом демонстрируется их положительная экологическая и природоохранительная роль.

В заключительной главе помещены краткие биографии с портретами 18 выдающихся инженерно-тоннелестроителей разных стран мира.

Издание объемом в 312 страниц включает 180 иллюстраций, 64 таблицы и библиографию из 90 названий. Поскольку книга представляет значительный интерес для широкого круга читателей, целесообразен ее перевод на русский язык. □



# МЕТРО В СИСТЕМЕ ОБЩЕГОРОДСКОГО ТРАНСПОРТА

Р. ЛЮБАРСКИЙ, канд. техн. наук;  
А. ЗАВАЛЬНЫЙ, инженер

**М**ЕТРОПОЛИТЕН становится главным транспортом крупнейшего города.

По мере развития его линий доля метро в общем объеме внутригородских перевозок возрастет с 5 до 40%. Его эффективность выражается в достижении временной компактности города, позволяющей решить важную социальную проблему снижения затрат времени населения на внутригородские передвижения.

Метрополитен влияет на маршрутную систему уличного транспорта, значительная часть маршрутов которого становится подвозящими к станциям. (В Харькове, например, из 24 трамвайных, 44 троллейбусных и 45 автобусных маршрутов соответственно 75%, 56 и 75% подвозящие).

Вместе с уличным электро-транспортом метрополитен осваивает 80—90% общего объема пассажироперевозок. Это обуславливает необходимость создания единой комплексной системы «метрополитен—подвозящий транспорт». По мере расширения территорий городов потребность в этой системе возрастает. Ее визитной карточкой становятся постоянные месячные билеты для поездок на всех видах городского транспорта.

В формировании единой транспортной системы важное место принадлежит пересадочным узлам. В градостроительном аспекте они классифицируются на компактные сосредоточенные (остановки уличного транспорта находятся в непосредственной близости от выходов из метро), компактные рассредоточенные (удалены от станций метрополитена не более чем на 200 м), а также разобценные в одном или разных уровнях (с повышением расстояния в 200 м),

требующие непрерывного конвейерного транспорта для обеспечения нормативных затрат времени на пересадки\*. Для оценки качества планировочных решений пересадочных узлов предложен прогрессивный графо-аналитический метод.\*\* однако он не нашел еще должного отражения в строительной практике.

Не достигнуто четкое взаимодействие между метрополитеном и подвозящим уличным транспортом, маршруты которого подразделяются на продольные (относительно линий метро), проходящие между станциями метрополитена, поперечные, обеспечивающие подвоз (отвоз) пассажиров из прилегающих районов, и продольно-поперечные, выполняющие обе вышеуказанные функции.

Оптимальная протяженность рассматриваемых маршрутов устанавливается графо-аналитическим

методом\*\*\*. При сложившейся скорости движения городского транспорта она колеблется от 1 до 2,5 км. Как показывает анализ, в Харькове в часы пик в пределах этой протяженности интервал движения уличных видов транспорта (по наложению для 60%) идентичен соответствующему интервалу между поездами метрополитена. Несовпадение же интервала на остальных маршрутах приводит к большим потерям времени пассажиров, пользующихся системой «метрополитен — подвозящий транспорт». Сверхнормативная продолжительность поездки вызывает транспортную усталость, отрицательно влияет на производительность и качество труда (по данным Косого Ю. М., каждые 10 мин. сверхнормативного времени поездки снижают производительность на 4%).

Все возрастающий объем пассажироперевозок в крупнейших городах в пределах нормативных затрат времени может быть обеспечен только при четком взаимодействии всех видов пассажирского транспорта.

Особое внимание должно быть уделено комплексным систематическим транспортно-социологическим обследованиям с учетом передвижения и во взаимосвязи с различными видами транспорта. В Москве и Харькове преобладающая часть пассажиров, пользующихся метрополитеном, подъезжа-

\* «Метрострой» № 6, 1984.  
\*\* «Метрострой» № 2, 1988.

\*\*\* «Метрострой» № 2, 1986.

Надорвите соответствующий квадрат						Надорвите соответствующий квадрат
	трамвай	троллейбус	городской автобус	поезд	междугородный (пригородный) автобус	
	Какой вид транспорта подвез Вас к станции метрополитена?					
	Каким видом транспорта Вы продолжите свой путь?					
	трамвай	троллейбус	городской автобус	поезд	междугородный (пригородный) автобус	
						



# ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ЭСКАЛАТОРОВ

Ю. ЕРЕМЕЕВ, Е. БЕЛОВ, кандидаты техн. наук;  
И. ИСАЕВИЧ, Т. БАРАНОВСКАЯ, инженеры

**П**ОСТОЯННЫЙ рост объемов перевозок на метрополитенах создает напряженные ситуации на станциях. Одним из путей повышения их пропускной способности является увеличение числа эскалаторов в наклоне или строительство дополнительных наклонов\*. Это не всегда возможно на действующих метровокзалах и, кроме того, связано с большими капитальными затратами.

Другой путь — использование резервов повышения производительности самих эскалаторов, которая, как известно, зависит от двух основных факторов: ширины ступеней и скорости движения лестничного полотна. Оказывает свое влияние и ряд

\* Холщевников В. В., Валакин С. А., Хетчинков С. И. Методика выбора числа эскалаторов для станций метрополитенов. Вестник ВНИИЖТа, № 2, М., 1986, с. 49—52.

ет или отъезжает от его станций. Кафедрой градостроительства ХИИКСа разработан талон (см. рисунок), позволяющий учесть разнообразие передвижений. На лицевой стороне его изображены определенные виды подвозящего транспорта. Надрывая тот или иной квадрат в верхней части талона, пассажир отмечает, каким видом транспорта он подъехал к метро, в нижней — на котором отъехал. Следующие до станции и от станции только пешком, талон не надрывают.

Потребность населения в услугах городского транспорта зависит от колебаний его спроса с учетом сезонной (месячной), недельной (суточной), часовой и внутрисуточной неравномерности пассажиропотоков\*\*\*\*; изменений по длине и направлению последних и от других факторов. Это ставит работу городского транспорта в непосредственную зависимость от спроса на поездки во времени и пространстве, вызывает необходимость в соблюдении плановой иерархичности ритма их работы.

При разобленном ведомственном административно-командном методе управления предприятиями городского транспорта обостряются противоречия двух социально-экономических аспектов: выгодный предприятию положительный результат часто оказывается низким по своей народнохозяйственной и общественной эффективности. Так, если для повышения уровня фондоотдачи рационально расширять объем пассажироперевозок за счет уменьшения количества подвижного состава на линии, увеличивается интервал движения между поездами, их наполнение; возрастает время и снижается комфортабельность поездки. Это приводит к «транспортной» усталости и, как следствие, — к снижению производительности труда работников, пользующихся метрополитеном. Так в дальнейшем продолжаться не может.

Город и транспорт развиваются одновременно и этим общим процессом нужно управлять из единого центра, исходя из условий народнохозяйственной и социальной эффективности.

В настоящее время транспортные услуги характерны высокой

косвенных факторов: наличие сооружений (затрудняющих или наоборот облегчающих вход пассажиров), геометрические размеры площадок перед эскалаторами, скорость входа на них, количество ожидающих и т. п. (При этом следует принимать во внимание психологическую напряженность процесса движения пассажиров, которая оказывает влияние на параметры пассажиропотока — скорость  $V$  и плотность  $D$ ).

Проведенные ранее исследования выявили, что характер движения перед эскалатором не повышает его производительность: определяющим фактором является пропускная способность портала. При этом, однако, не учитывали влияние скорости лестничного полотна.

По вопросу рассматриваемой зависимости нет единого мнения. В отечественной литературе ут-

себестоимостью пассажироперевозок при низком тарифе за проезд.

В условиях планово-убыточной работы большинства транспортных предприятий представляется целесообразным государственную дотацию вкладывать в основные фонды и на оборотные средства, расходы же на службу движения покрывать за счет оплаты пассажиров. Это позволит последним рассчитываться непосредственно за транспортные услуги, экономически воздействуя на качество пассажироперевозок.

Доходы от оплаты за проезд будут воздействовать на народнохозяйственную и общественную эффективность транспортных предприятий, а дотация пойдет на их техническое содержание и совершенствование.

По завершении строительства первоначальной схемы линий метрополитена из трех диаметров, как правило, пассажироперевозки на нем преобладают. Поэтому считаем целесообразным службы движения уличного пассажирского транспорта передать метрополитену — основному виду транспорта крупнейшего города. □

\*\*\*\* «Метрострой» № 5, 1982; № 7, 1983.



верждается, что в рабочем диапазоне от 0,5 до 0,9 м/с производительность эскалатора растет. Отсюда следует, что для ее повышения необходимо увеличивать скорость движения полотна. Так, на станциях I очереди она составляла 0,5 м/с; в 1938 г. — 0,75, а с 50-х годов этот показатель доведен до 0,9÷0,94 м/с. Однако многолетний опыт эксплуатации показал, что, начиная со скорости 0,75 м/с, роста производительности не наблюдается. Появляется явно выраженный интенсивный износ узлов и механизмов, приводящий к сокращению межремонтных циклов. (На зарубежных метрополитенах диапазон рабочих скоростей эскалаторов колеблется в пределах 0,47—0,75 м/с).

Исследования по установлению указанных показателей провели специалисты ВНИИЖТа и кафедры архитектуры гражданских и промышленных зданий МИСИ на станции «Тургеневская» Московского метрополитена на подъемной машине № 1 (тип ЛТ-5) малого наклона. В начале 1988 г. она была оборудована системой регулирования, позволяющей плавно изменять скорость полотна от 0,04 до 1 м/с.

Неоднократные натурные наблюдения проводились с 8.00 ч. до 9.30 ч. и в непиковые часы суток на характерных участках движения пассажиров перед эскалатором (рис. 1), работающим на подъем.

Для установления закономерностей движения пассажиропотоков на участках 1, 2, 3 и 4 и самом эскалаторе использовался метод видеосъемки. Для создания необходимых плотностей пассажиропотока на исследуемых участках соседние эскалаторы (№ 2 и № 3) периодически перекрывались. Запись велась как вдоль оси симметрии эскалатора с камеры, расположенной перед участком № 1, так и с камеры поперек оси для четкой фиксации проходящих через гребенку людей. Таким образом, опре-

делялись параметры потока на всех участках, фиксировалось число входящих пассажиров, их расположение на лестничном полотне.

При расшифровке видеокассет установлено некоторое снижение скорости пассажиропотока на 1-м и 2-м участках при одной и той же его плотности в зависимости от скорости полотна. Это объясняется тем, что при обработке натуральных наблюдений не учитывалась величина образующегося перед эскалатором скопления людей, которое увеличивалось со снижением скорости (менее 0,7 м/с) и распространялось почти на всю площадь распределительного зала. При обработке полученных данных определялась скорость пассажиров, которые уже некоторое время двигались в потоке в определенном темпе. В диапазоне больших скоростей картина образования пассажиропотока несколько иная: отдельные группы двигались быстрее, нежели в сплошной массе, в результате чего при скоростях полотна свыше 0,7 м/с были получены более высокие скорости движения пассажиров.

Максимальная плотность пассажиропотока, зафиксированная на 2-м участке, составила 5 чел/м<sup>2</sup>, причем, как объяснялось выше, скорость потока менялась от 10 до 15 м/мин в зависимости от скорости полотна. На 3-м участке после прохода пассажирами самого узкого места портала наблюдалось разрежение потока и резкое увеличение его скорости — до 40 м/мин.

Результаты обработки натуральных исследований представлены на рис. 2, из которого видно, что производительность эскалатора растет (кривая 1) с увеличением скорости до 0,7 м/с, а затем снижается. Это происходит оттого, что на 4-м участке пассажир должен скорректировать свою скорость со скоростью полотна. Чем меньше разница между рассматриваемыми показателями, тем быстрее едущий ориентируется и, следовательно, задержка перед гребенкой будет уменьшаться. При  $V = 0,7$  м  $\Delta V = |V_{\text{эск.}} - V_{\text{пасс.}}|$  минимальна. Проходя через гребенку, пассажиры продолжают свой путь практически в том же темпе и задержка перед полотном будет наименьшей. Если скорость ленты превышает скорость пассажиров, ее заполняемость резко снижается.

Отметим, что вышеприведенные рассуждения относятся к часам пик, когда происходит скопление пассажиров перед эскалаторами и наблюдается явление разрежения потока на 3-м участке. Для периода с плотностью потока не более 3 чел/м<sup>2</sup> производительность возрастает от 7 до 18% (за счет повышения скорости пассажиров при более свободном проходе на всех участках), однако характер ее изменения остается прежним — кривая 2.

Экспериментальные исследования показали, что при скоростях выше 0,75 м/с производительность может достигать 9000 чел/час — кривая 3. Последняя характеризует предельное значение работы эскалатора в зависимости от геометрических размеров площадок подхода и портала. С изменением параметров пассажиропотока этот показатель может меняться в пределах, ограниченных кривыми 1 и 3. Дополнительная кривая 4 построена по реко-

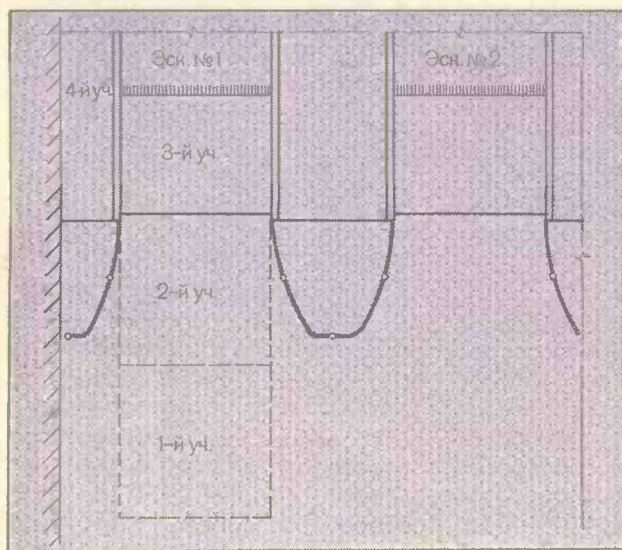


Рис. 1. Исследуемые участки пути движения пассажиров к эскалатору:

1 — до портала; 2 — портал; 3 — участок до гребенки входной площадки; 4 — гребенка.



мендациям литературных источников\*\*, исходя из прямолинейной зависимости коэффициента заполнения от скорости движения ленты; кривая 5 — по данным, приводимым в рекламном проспекте фирмы «Otis». Характер этой зависимости несколько отличается от кривых 1 и 2, хотя численные значения производительности одного порядка, что и полученные для станции «Тургеневская» в диапазоне 0,5÷0,75 м/с. Ее максимум несколько смещен в область повышенных скоростей — 0,85 м/с — и падение производительности не носит такого резкого характера (опровергать или подтвердить такой характер зависимости трудно, так как не оговорены условия, при которых она была получена).

Для машин, работающих на спуск, ее численные значения несколько выше за счет прохода части людей по левой стороне полотна, однако характер зависимости останется прежним: динамика пассажиропотока на участках, аналогичных рассмотренным, сохранится и в верхнем вестибюле.

Таким образом, при решении задачи оптимизации работы наклонов следует принимать следующие исходные положения: в часы пик скорость эскалатора должна быть выбрана порядка 0,7÷0,75 м/с; в остальное время суток ее значения определяются из графика рис. 2 по кривой 2 в зависимости от количества пассажиров. Однако устанавливать скорость их перевозки ниже 0,5 м/с, по-видимому, нецелесообразно: в диапазоне 0,3÷0,5 м/с у людей появляется чувство явного дискомфорта, что заставляет их двигаться в основном пешком даже по работающему на подъем эскалатору.

Наибольшего экономического эффекта за счет уменьшения величины пробега машин можно добиться применением автоматической системы регулирования скорости с обратной связью по величине нагрузки на лестничное полотно, которая определяется датчиками для подсчета пассажиров. При отсутствии на нем последних рекомендуется скорость порядка 0,04 м/с для исключения динамических ударов при выходе на оптимальную и обеспечения смазывания трущихся частей механизмов.

\*\* Олейник А. М., Поминов И. Н. Эскалаторы. М., Машиностроение, 1973, с. 256.

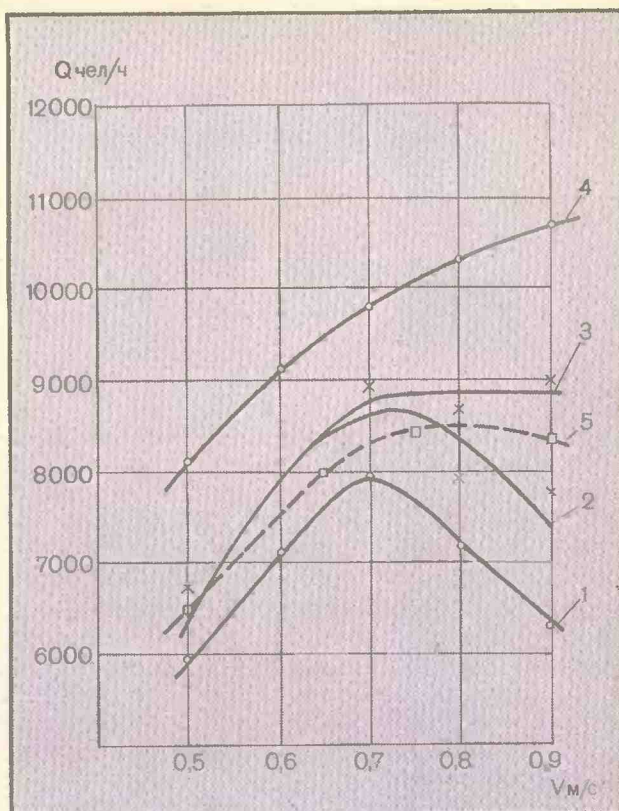


Рис. 2. Зависимость производительности эскалатора от скорости движения лестничного полотна  $Q=f(V)$ :

1 — в часы пик; 2 — в непиковые периоды; 3 — предельные значения; 4 — теоретическая зависимость этих показателей с учетом значений коэффициента заполнения; 5 — согласно данным фирмы «Otis».

Анализ выполненных исследований позволяет сделать два основных вывода:

эксплуатация эскалаторов со скоростями выше 0,7÷0,75 м/с нецелесообразна;

при проектировании станций метрополитенов и выборе числа лент на наклоне следует учитывать, что в условиях эвакуации больших масс пассажиров производительность одного эскалатора не может быть реализована более чем 8000 пасс./час.

## Ученые — производству

♦ Автодорожный мост, сооруженный вблизи столицы Нигерии — Лагоса, рухнул. Расследование специальной комиссии не выявило ни ошибок в проекте, ни отступлений от него в ходе строительства.

Более детальное изучение обломков моста показало, что причиной его разрушения стал... сухопутный тропический моллюск «стагнария гранда». Именно личинки этого моллюска неожиданно пришли «по вкусу» бетону, применяемому при сооружении опор моста. За неполный месяц личинки, проделав в бетонной массе множество извилистых ходов, подточили опоры настолько, что первая же серьезная нагрузка вызвала аварию. Об этом сообщает агентство Рейтер.

♦ 20 млн. фунтов стерлингов составили в 1986 г. потери Лондонского метрополитена от применения фальшивых монет в билетных массах, сообщает английское издание «Комьютер уилли». Это одна из причин, побуждающих администрацию метрополитена начать внедрение автоматизированной билетной системы, в которой предусматривается, в частности, более надежная компьютерная защита от фальшивомонетчиков.

Кроме того, после полного ввода этой системы в эксплуатацию большая часть билетов будет продаваться через автоматы, и которым доступ инкассаторов будет осуществляться через отдельное помещение.

Сегодня случаи нападения на инкассаторов в момент изъятия металлических денег из автоматов в Метро остаются довольно частыми.

♦ Голландская фирма «Люим и Бал» производит специальный захват для автоматизированной укладки бетонной брусчатки. Захват монтируют на гидравлическом экскаваторе, и он аккуратно выкладывает мостовую из блонов. Затем кладку остается уплотнить вибратором, и дорожное полотно готово к эксплуатации. Агрегат обслуживают три человека. За день они могут уложить до пятисот квадратных метров покрытия.

♦ Последняя новинка итальянской краностроительной фирмы «Икома» — гидравлический кран с телескопической стрелой для подъема и перемещения универсальных крупнотоннажных грузов. Эта машина должна служить связующим звеном между разными видами транспорта. Захват на конце стрелы может поворачиваться на 240°, что позволяет крану подходить к грузу под любым углом или сбоку. Этим экономится время и место, так как не нужны сложные маневры. Грузоподъемность крана — 40 т.



# ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОСНОВНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ФОНДОВ НА МЕТРОПОЛИТЕНАХ

И. ЯКУШКИН,  
канд. техн. наук

**К**АК показано в предыдущей статье\*, инструмент управления качеством перевозок и перевозочным процессом на метрополитенах найден, причем умение применять этот инструмент облегчает решение проблемы реализации резервов максимального использования основных производственных фондов (ОПФ). Недоиспользование перевозочных средств в течение последних 15—20 лет в результате ежегодного снижения (волевым порядком, без расчетов и обоснований) частоты движения поездов с увеличением межпоездных временных интервалов вынуждает население тратить дополнительное время на транспорт и оценивается миллионами рублей\*\*.

Степень реализации ОПФ регламентируется главным показателем перевозочного процесса — КПД каждой линии по провозной способности. Половина капитальных затрат на строительство — недоиспользуемые и как бы необоснованные вложения. Задача, стоящая перед проектировщиками и эксплуатационни-

ками метрополитена, — добиваться максимальных значений КПД.

Несмотря на высокую пропускную способность линий — до 45 поездов в час — при достаточной степени технической оснащенности ОПФ и перевозочными средствами, не полностью реализуются их возможности, не приводятся в действие резервы совершенствования организации перевозок и технологии перевозочного процесса.

Как пассажиры используют вагоны? На одной из самых загруженных линий — Ждановско-Краснопресненской — при соблюдении допустимой нормы наполнения вагона  $m_{доп}^{max}(15) = 170$  пасс./ваг. Среднее по поезду на лимитирующем перегоне равно 129,4. Коэффициент неравномерности распределения пассажиропотоков в составе по показателю наполнения каждого вагона —  $K_B = m_{доп}^{max}(15) \cdot m^{cp} = 170 : 129,4 = 1,31$ . Коэф-

фициент внутрисетевой неравномерности поступления пассажиров —  $K_{15} = 1,2$ . Отсюда КПД линий по перевозкам с учетом  $K_B$  и  $K_{15}$  составляет 67% ( $100 : 1,31 \cdot 1,2 = 67$ ). Провозная способность линии фактически недоиспользуется примерно на 1/3. Подобное положение существует на всей сети метрополитена (рис. 1 и 2).

На КПД линии негативное влияние оказывают также коэффициенты: неравномерности перевозок по дням недели  $\nu$ , направлениям движения  $K_D$  и нерегулярности движения поездов  $K_{рег.}$ . Окончательное значение рассматриваемого показателя получаем с учетом этих коэффициентов, аккумулируемых в виде величины интегрального  $K_0$  (произведение шести видов неравномерностей перевозок и пассажиропотоков):

$$K_0 = \mu \cdot \nu \cdot K_D \cdot K_B \cdot K_{15} \cdot K_{рег.}; \text{КПД} = 100 : K_0 \%$$

Формула показывает, что воскрешение ОПФ возможно, если снизить значения всех ее шести коэффициентов (например, на 0,01), научившись управлять распределением пассажиропотоков.

Чем меньше величина каждого входящего в формулу параметра, тем выше КПД и степень использования ОПФ линии. Для метрополитена в целом увеличение КПД ОПФ составит в данном примере в одном направлении с 52,4% до 55,2% ( $100 : 1,09 \cdot 1,08 \cdot 1,21 \cdot 1,19 \cdot 1,29 \cdot 1,01 = 55,2\%$ ) и в обоих — с 43,1 до 45,6% (по всему перегону), т. е. соответственно 2,8 и 2,5%.

Расширив «узкие» места в технологическом процессе перевозок, мы сможем осваивать их с сокращением

\* «Метрострой» № 5, 1968.  
\*\* Узкие места метрополитена. «Городское хозяйство Москвы» № 10, 1966.

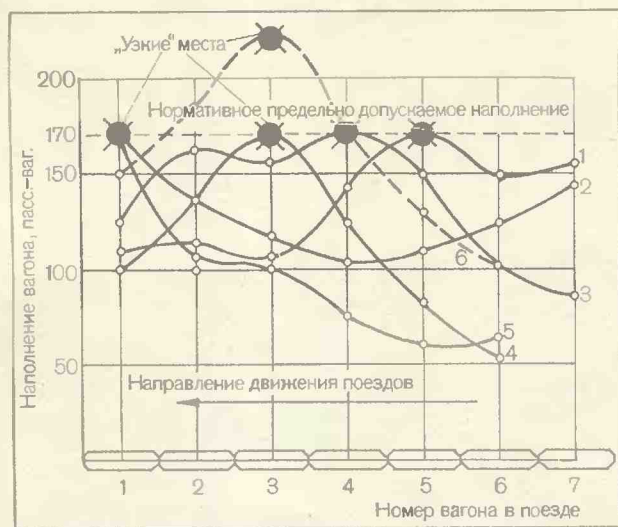


Рис. 1. Наполнение вагонов на лимитирующих перегонах Московского метрополитена (данные приведены к максимально допустимому по СНиПу): 1 — «Дзержинская» — «Проспект Маркса»; 2 — «Текстильщики» — «Волгоградский проспект»; 3 — «Щербаковская» — «Рижская»; 4 — «Проспект Мира» — «Новослободская»; 5 — «Студенческая» — «Киевская» (6 — фактическая, а не приведенная).



частоты движения поездов на 2,8 и 2,5%, т. е. вместо, например, 40 составов в час выпускать на линию 39. Это даст экономию электроэнергии, уменьшит износ вагонов и т. д.

Анализ показал, что по главному показателю — провозной способности на лимитирующих перегонах в условиях нормальных перевозок (когда  $m_{\text{доп}}^{\text{пак}}(15) < m_{\text{норм}}$  — без перегрузок) линии недоиспользуются до 55% в одном направлении и до 70% — в обоих (таблица), т. е. около 50% в среднем в одном и около 2/3 — в обоих направлениях. Иначе говоря, еще при проектировании до половины капитальных вложений омертвляется.

Согласно таблице, одна линия, например, используется на 64%, другая на 45% (в одном направлении). Последнюю можно было бы спроектировать, допустим, на 55%. Об омертвлении капитала и недоиспользовании резервов производства особенно явно можно судить по Филевской и Кольцевой линиям. Затем следуют Калининская, Ждановско-Краснопресненская и Горьковско-Замоскворецкая. Наиболее удачны Кировско-Фрунзенская и Арбатско-Покровская линии — с максимальным КПД — 64% в одном направлении. Но и здесь заложены немалые резервы повышения ОПФ (см. данные таблицы — опережающие значения  $K_v$ ).  $K_v$  — отношение величины максимального наполнения вагона за анализируемый отрезок времени к средней по поезду.  $K_v$  формируется под влиянием многих факторов, решающими из которых являются:

взаиморасположение функционально-планировочных элементов станций (входов-выходов, переходов) и вагонов во время остановки поезда на платформе;

координация работы метро и наземного общественного транспорта, включая внутригородские участки железных дорог пригородного сообщения;

время начала работы предприятий (достаточно перенести его на 15 мин., чтобы снять или смягчить

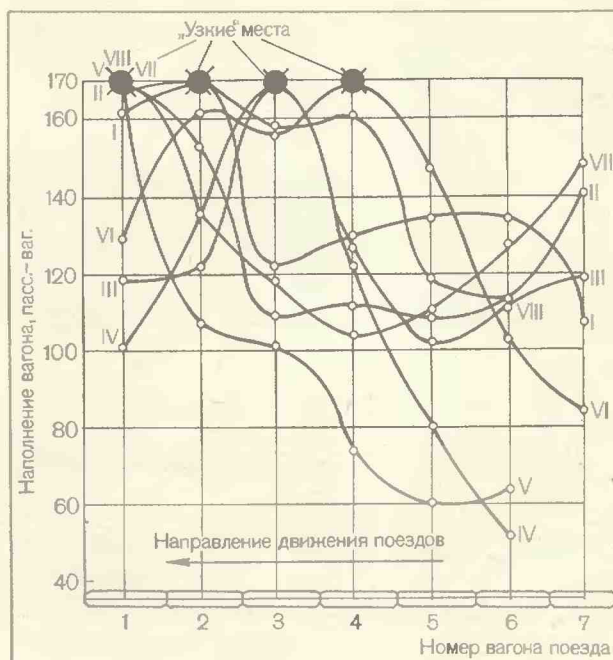


Рис. 2. Неравномерность наполнения вагонов (данные получены обследованиями методом визуальных подсчетов):

I — Кировско-Фрунзенская линия; II — Горьковско-Замоскворецкая; III — Арбатско-Покровская; IV — Кольцевая; V — Филевская; VI — Калужско-Рижская; VII — Ждановско-Краснопресненская; VIII — Калининская.

дискомфортность условий в вагоне в часы пик и снизить напряженность работы поездных бригад);

плотность размещения жилых массивов и мест приложения труда в пешеходной зоне по отношению к вестибюлям метро.

В пояснении нуждается первый пункт — о взаиморасположении входов-выходов, переходов и вагонов

Таблица  
Степень использования ОПФ линий по данным талонного и оперативных повагонных обследований пассажиропотоков

Линия	Коэффициенты неравномерности распределения пассажиро-потоков						КПД линии, %		Доля омертвленного капитала, %		Интегральный коэффициент, $K_v$ (оба направления)
	по месяцам, $\rho$	дням недели, $\gamma$	по направлениям движения поездов, $K_n$	$K_v$ вагонам	внутри часа по 15-минутным периодам, $K_{15}$	по нерегулярности движения поездов*, $K_{\text{рег}}$	лимитирующий перегон		одно направление, $O_I$	два, $O_{II}$	
							одно направление, $\rho_I$	два, $\rho_{II}$			
Кировско-Фрунзенская . . . . .	1,11	1,1	1,11	1,18	1,17	1,02	64	58	36	42	1,72
Горьковско-Замоскворецкая . . . . .	1,09	1,08	1,25	1,21	1,22	1,02	57	45	43	55	2,21
Арбатско-Покровская . . . . .	1,09	1,08	1,28	1,37	1,04	1,02	64	46	36	54	2,18
Кольцевая . . . . .	1,07	1,1	1,02	1,55	1,06	1,02	51	50	49	50	2,01
Филевская . . . . .	1,09	1,09	1,49	1,42	1,29	1,02	45	30	55	70	2,22
Калужско-Рижская . . . . .	1,12	1,09	1,05	1,2	1,17	1,02	63	52	37	48	1,83
Ждановско-Краснопресненская	1,1	1,08	1,09	1,2	1,2	1,02	58	53	42	47	1,89
Калининская . . . . .	1,11	1,12	1,48	1,2	1,2	1,02	55	37	45	63	2,69
По метрополитену в среднем . . . . .	1,1	1,09	1,22	1,2	1,3	1,02	52	43	48	57	2,32

\* Принято предположительно (необходимы дополнительные исследования).



## СХЕМА УПРАВЛЕНИЯ ВЕНТИЛЯТОРОМ ВОМД-24 (А)

Л. ВОРОЖЦОВ, Ю. ДОБРЫНИН, В. ПОЗДЕЕВ,  
инженеры

**С**УЩЕСТВУЮЩАЯ схема управления вентилятором ВОМД-24(А) (типовой проект ТС-107) не в полной мере отвечает требованиям надежности и удобства в эксплуатации. Так, в качестве основного аппарата используется выключатель серии АЕ, не обладающий достаточной чувствительностью при коротком замыкании для защиты оборудования тоннельных венткамер; тепловой расцепитель не обеспечивает пуск вентилятора в неблагоприятных условиях.

Опыт эксплуатации показывает, что пуск лучше всего производить при закрытых направляющих аппаратах, так как предотвращается нежелательное раскручивание вентилятора потоком набегающего воздуха, создаваемым движущимся поездом. Не исключена также возможность ошибочных действий обслуживающего персонала, т. е. реверсирование вентилятора до полной его остановки. Нет желательного в зимний период обогрева шкафа и др.

Горьковметропроектом разработана усовершенствованная схема управления вентилятором ВОМД-24(А), в которой реализован ряд мер по устранению этих недостатков и улучшению эксплуатационных характеристик:

стабилизация напряжения в цепях управления, выполненная на феррорезонансном стабилизаторе напряжения, исключает «развал» схемы из-за глу-

во время пассажирообмена. Большая часть (до 90%) пассажиров на станции отправления в часы пик стремится совершить поездки в определенных вагонах, причем выбирают те, что на станции назначения останавливаются ближе к выходу: когда остаются доли секунд до начала работы, пассажир экономит времени предпочитает комфорту.

Итак, главная причина неравномерного пассажирообмена и наполнения вагонов в поездах — неудачная планировка станций. Показатель  $K_v$  характеризует степень рациональности планировки. Нельзя, например, на всех станциях участка входы-выходы и переходы располагать с одной стороны платформы по ходу поезда.

Обладая современной электронно-вычислительной техникой, пользуясь существующими закономерностями повагонного распределения пассажиропотоков\*\*\*, проектировщики могут выбрать из возможных планировочных сочетаний оптимальный их вариант. Без по-

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

бокого снижения первого при пуске вентилятора, особенно при значительной длине питающей линии; защита от перегрузок выполнена на токовых реле КА1, КА2. Срабатывает она лишь в том случае, когда длительность режима перегрузки превысит время установки реле — КТ2;

с целью облегчения процесса пуска вентилятора включение его производится при закрытых направляющих аппаратах. Интервал, по истечении которого они открываются, определяется временем пусковой перегрузки;

в качестве защитного аппарата используется выключатель АЗ794Б с полупроводниковым расцепителем;

после отключения вентилятора осуществляется его электродинамическое торможение, длительность которого задается реле времени КТ1 и подбирается экспериментально для каждого агрегата;

предусмотрена блокировка схемы на время торможения, что исключает ошибочные действия персонала по реверсированию вентилятора до его остановки. Блокировка выполнена на элементах К2, К3, КТ1;

шкаф подогревается резисторами, подключаемыми посредством реле К1 от сигнала датчика температуры ВК3;

применен счетчик времени наработки СВН с блоком питания;

после отключения от действия защиты схему можно вернуть в рабочее состояние только при местном управлении.

Отключение в аварийных режимах осуществляется:

от перегрузки посредством реле КТ2, К4 и К6; от перегрева подшипников через реле К6 и К8. Информация о режимах работы передается диспетчеру.

Разумеется, предложенная схема не решает всех проблем, связанных с эксплуатацией вентилятора ВОМД-24(А). Например, желательна установка датчика его вращения и др. □

лучения таких расчетов-обоснований заказчик не должен давать разрешения на строительство или реконструкцию станции или линии. Подробный анализ коэффициентов  $\mu$ ,  $\nu$ ,  $K_n$ ,  $K_v$  и  $K_{рег}$  выявляет их значение, а также заложенные в каждом резервы.

Итак, для предоставления пассажиру высококачественных услуг необходимо:

преодолеть недооценку социально-экономической эффективности участия метро в жизни города;

взять на вооружение существующие методы и рекомендации по совершенствованию функционального проектирования линий, а также способов организации перевозок и технологии процесса;

изучать и далее спрос на перевозки с применением средств автоматизации и механизации, ЭММ и ЭВТ. Важно систематическое исследование пассажиропотоков в соответствии с «Методическими указаниями...» (ВНИИЖТ), результаты которых явятся основой для составления «Паспорта линии метрополитена» (с «фотографиями» пассажиропотоков) и решения всех задач перевозочного процесса. □



Продолжается сооружение Пражского метрополитена — стройки советско-чехословацкого сотрудничества. Его эксплуатационная длина — 32,4 км с 36 станциями и двумя депо. Действуют три линии. Средние темпы строительства — 10 км за пятилетку.

С октября 1988 г. функционирует участок IIIБ протяженностью 5,035 км с тремя метровокзалами.

Одним из субподрядчиков «Метростава» является специализированное Управление (треста «Водни ставбы»), возводящее подземные сооружения с использованием спецтехнологий. Мы ознакомили его директора

т. З. Ратая со спецметодами, применяемыми на строительстве метро в СССР, и попросили рассказать об аналогичном опыте, практикуемом в ЧССР. Представляло интерес в первую очередь устройство «стены в грунте» из сборных железобетонных элементов в качестве ограждения котлована постоянных несущих конструкций. Способ опробован на ряде объектов и внедряется в порядке эксперимента на строящейся линии метрополитена VB.

В. БОЧАРОВ,  
главный советский консультант по строительству метрополитена в Праге

## УСТРОЙСТВО «СТЕНЫ В ГРУНТЕ» ИЗ СБОРНЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Н. ТОМАН,

инженер специализированного Управления по сооружению оснований государственного предприятия «Водни ставбы», Прага

**З**А 20 ЛЕТ существования Управлением построено более 2000 объектов в Чехословакии и за рубежом.

Специальные методы были использованы при сооружении Пражского метрополитена и объектов городской наземной транспортной системы; строительстве мостов на магистральных дорогах страны, уникальных зданий и др.

В настоящее время в нашей производственной программе применяются следующие технологии:

бетонные и железобетонные монолитные подземные стены толщиной 600, 800 и 1000 мм как ограждающие, так и несущие;

сборные железобетонные стены (350, 400 и 600 мм) — с аналогичными совмещающими функциями;

глиноцементные подземные оболочки, защищающие от попадания промышленных стоков в подземные воды;

операции по устройству буровых свай диаметром от 600 до 3000 мм, бетонированных на месте под глинистой эмульсией; шнековое бурение скважин с заполнением их бетоном (при извлечении шнека). Технология проходит стадию производственных испытаний;

крепление при помощи прутковых, проволоочных и тросовых анкеров. Последние находят наибольшее применение;

микросваи, несущей частью которых является толстостенная труба с корнем, образуемым при помощи нагнетания раствора. Используются при реконструкции зданий. Бурение в подвалах выполняется малогабаритными машинами;

классический метод закрепления скальных пород и несвязанных грунтов, повышающий их несущую способность;

забивка шпунта с понижением уровня грунтовых вод инфильтрами с вакуумным насосом.

Внедренная в строительство высоконапорная инъекция стала самым новым и наиболее эффективным способом закрепления грунтов и снижения их фильтрации.

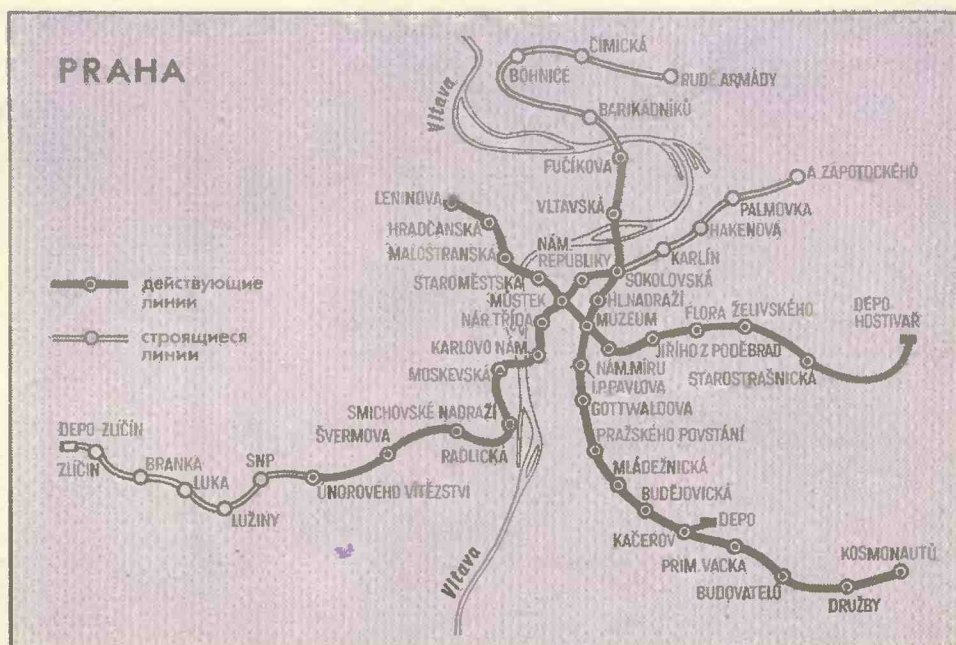




Рис. 1:

1 — сборная железобетонная стена; 2 — детали «А» и «В»; 3 — растительный слой; 4 — засыпка; 5 — защитная стяжка с 10-см сеткой; 6 — изоляция; 7 — разуклонка; 8, 9 — железобетонная конструкция; 10 — гидроизоляция; 11 — бетонная подготовка; 12 — песчаная подсыпка.

Подробнее остановимся на описании прогрессивного метода подземных стен из сборных железобетонных элементов. Среди преимуществ возведения этих стен — их готовая лицевая поверхность; они воспринимают вертикальные нагрузки и могут использоваться как основания для перекрытий или вышележащих конструкций. Объем работ по устройству гидроизоляции минимален, что при высоких скоростях монтажа значительно сокращает время строительства. Уменьшается объем разрабатываемого грунта и используемых материалов.

Этот метод в настоящее время реализуется на перегонном участке (217,5 м) линии ВВ Пражского метрополитена в районе Лужины (рис. 1).

В основании тоннеля залегают крепкие сланцы, над ними — трещиноватые, еще выше — разрушенные породы. Вода имеет сульфатную агрессивность.

Траншея разрабатывается специальным механизмом чехословацкого производства в среде самоупрочняющейся глиноцементной эмульсии.

Сборные железобетонные панели толщиной 400 мм, шириной 1980 мм, длиной от 8,8 до 14 м опускаются в траншею шириной 800 мм.

После окончания твердения эмульсии закрепляет элемент в заданном положении и обеспечивает контакт с породой на тыльной стороне панели, а также создает увеличенную площадь для передачи вертикальной нагрузки на основание.

К сборной конструкции предъявляются высокие требования по водонепроницаемости. Вертикальные швы между панелями уплотняются резиновыми шлангами  $\varnothing 112/95$  мм, которые с заглушенным нижним концом опускаются в полукруглые пазы в боковых плоскостях смежных панелей. Внутренний объем шланга заполняется цементным молоком и под давлением до 2 МПа при закрытом кране на верхнем конце выдерживается до схватывания.

Перед нагнетанием смеси панели закрепляются в проектном положении: давление может привести к раскрытию шва. Фиксация достигается соединением элементов в уровне верхней грани приваркой арматурных прутков, в нижней части — при помощи направляющих крюков. Они обеспечивают требуемое положение элемента при опускании его к предыдущему как в плоскости стены, так и в перпендикулярной плоскости (рис. 2).

Для предотвращения протечки воды в местах примыкания к стене лотка и перекрытия гидроизоляция последних приваривается к ленте из фолы ПВХ (заложеной в панель при ее изготовлении). В стыках концы этой ленты после монтажа конструкций распрямляются, гнездо заполняется эпоксид-

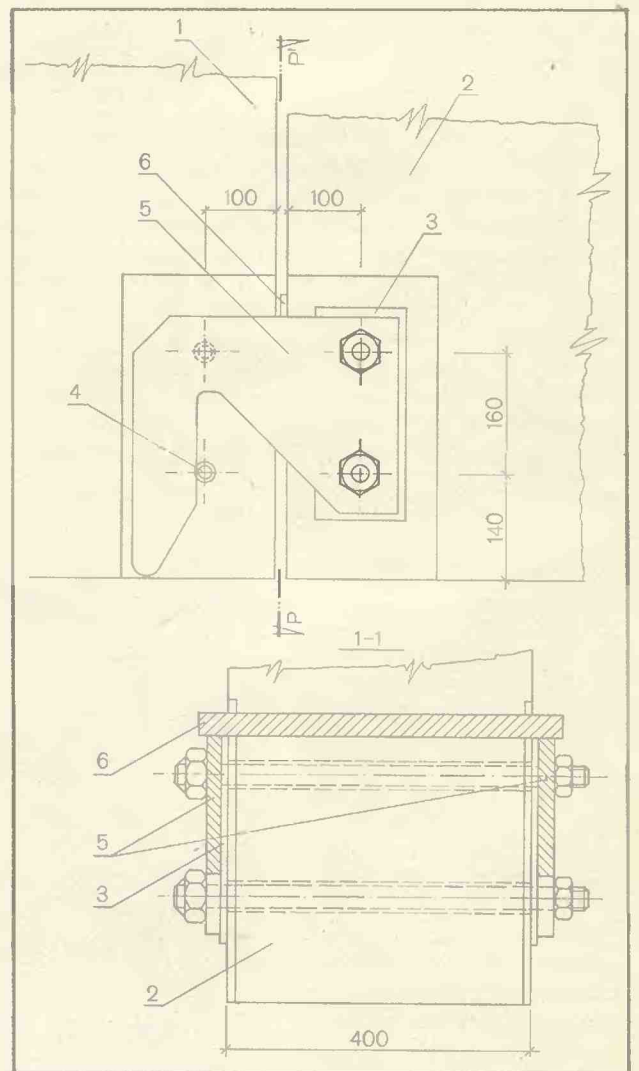
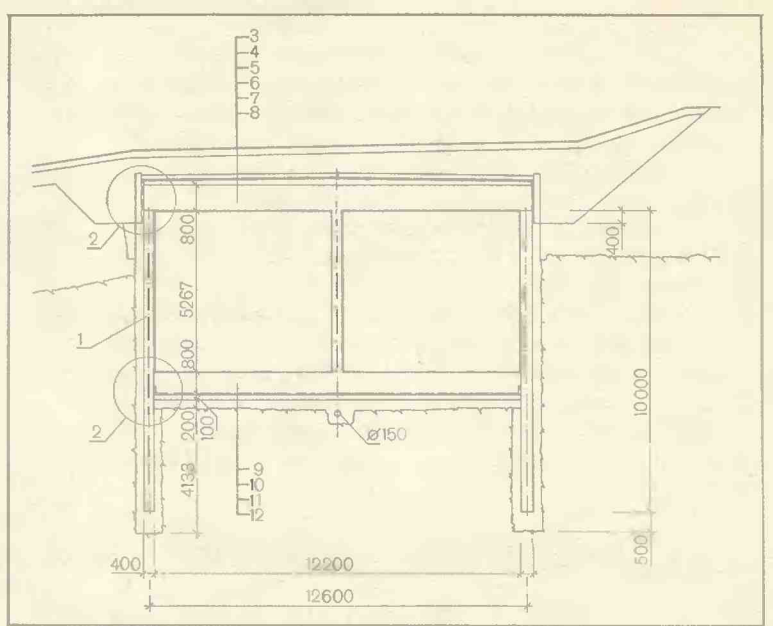


Рис. 2:

1 — панель 1; 2 — панель 2; 3 — подкладка; 4 — штырь; 5 — притягивающий крюк; 6 — соскребающий нож.



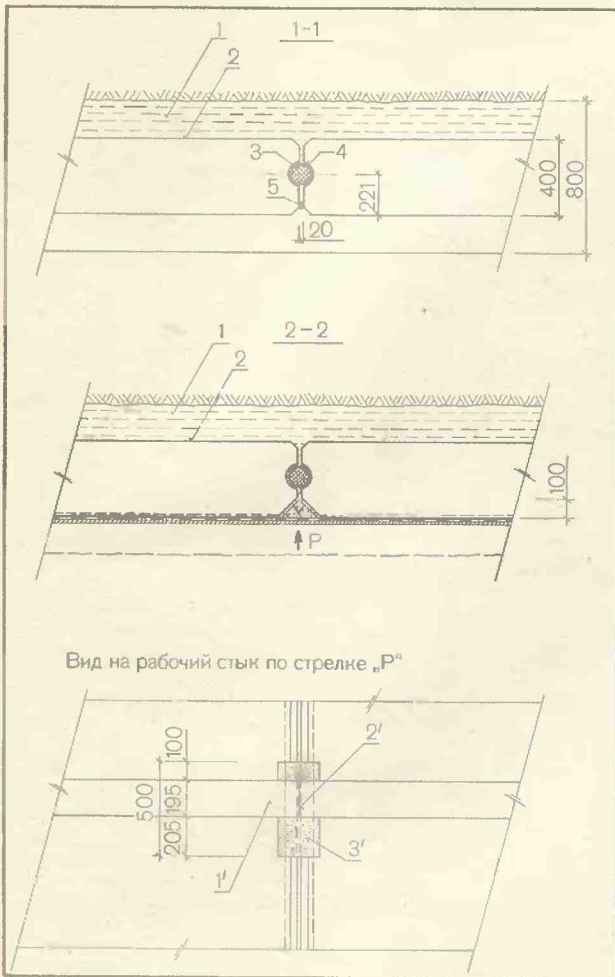


Рис. 3:

1 — самотвердеющая эмульсия; 2 — покраска эпоксидным лаком; 3 — нагнстине цементного молока; 4 — резиновый шланг  $\varnothing 112/95$  мм; 5 — резиновое уплотнение; 1' — лента ПВХ, забетонированная в панели; 2' — то же, отогнутая и сваренная; 3' — эпоксидная паста «Унипур».

ной пастой «Унипур», после чего они свариваются (рис. 3, 4, 5). При изменении направления стены в плане применяются угловые конструкции.

Для защиты от агрессивной среды на наружную поверхность панелей наносится эпоксидный лак; при разработке породы в котловане они покрываются желатиновым слоем, что упрощает снятие затвердевшей эмульсии с внутренней поверхности.

Дальнейшая технология возведения перегонных тоннелей заключается в бетонировании на спланированной поверхности плиты перекрытия. После того, как она наберет прочность, экскаватором разрабатывается порода внутри конструкции и сооружается лоток.

По такому принципу в Праге недавно построены подземные двухэтажные гаражи, примыкающие к существующему административному зданию.

Применение сборных железобетонных подземных стен является оптимальным решением с разных точек зрения — конструктивной, экономической, экологической. □

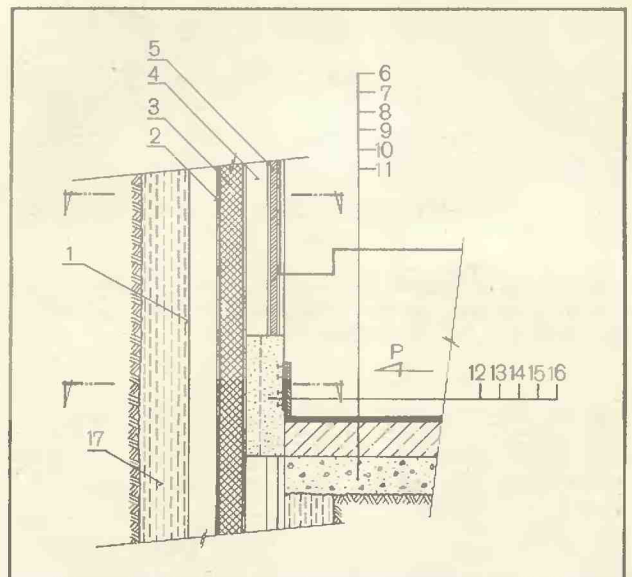


Рис. 4:

1 — грань панели, покрытая эпоксидным лаком; 2 — резиновый шланг  $\varnothing 112/95$  мм; 3 — цементное молоко; 4 — железобетонная панель; 5 — резиновое уплотнение; 6 — железобетонная плита; 7, 9 — изохран (синтетический нетканый материал); 8, 14 — изоляция ПВХ (фолна гидрофол 801 толщиной 1 мм; синтетический материал, соединяется свариванием); 10 — стяжка; 11 — песчано-гравийная подготовка; 12 — эпоксидная паста «Унипур»; 13 — лента ПВХ (закладная деталь); 15 — полистерен толщиной 20 мм; 16 — железобетонный лоток; 17 — глиноцементная самотвердеющая эмульсия.

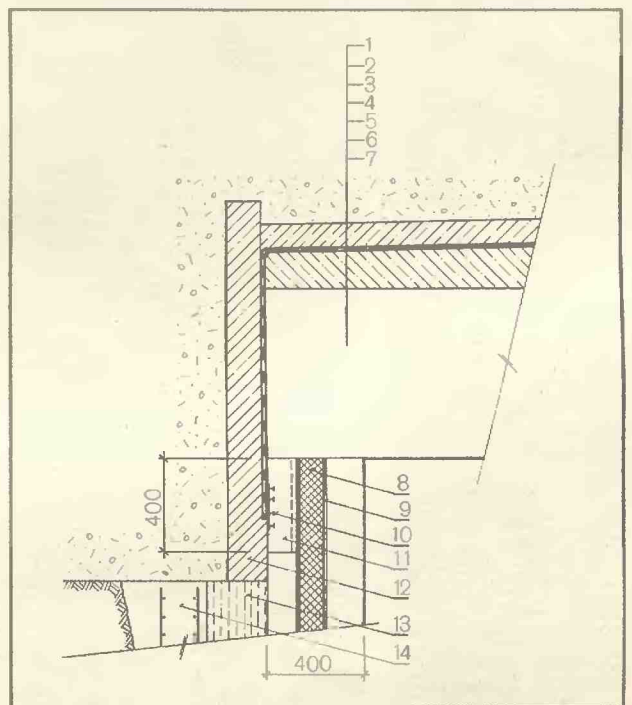


Рис. 5:

1 — засыпка; 2 — защитная армостяжка; 3, 5 — изохран; 4 — гидронизоляция фолна ПВХ; 6 — бетонная разуклонка; 7 — железобетонная плита; 8 — цементное молоко; 9 — резиновый шланг  $\varnothing 112/95$  мм; 10 — лента ПВХ (закладная деталь); 11 — эпоксидная паста; 12 — защитная стенка; 13 — глиноцементная эмульсия; 14 — стенка пилот-траншеи.



# ОБЗОР ЗАРУБЕЖНЫХ ЖУРНАЛОВ

В настоящей статье рассматриваются различные варианты крепления котлованов. Раздел ведут С. ЧЕРНЯХОВСКАЯ и М. КАРАМЫШЕВ.

Для современного этапа сооружения тоннелей метрополитенов открытым способом характерны разнообразие конструкций и технологий, применяемых для крепления котлованов, растущая гибкость в их выборе.

Вступивший в 1987 г. в эксплуатацию новый участок метро в Марселе (Франция) включает станцию «Националь» и примыкающий к ней перегон<sup>1</sup> общей длиной 454 м. Станционный тоннель протяженностью 70 м, шириной в свету 17,5 м выполнен из монолитного железобетона с обратным сводом и плоским перекрытием без колонн, а в длину — с двумя температурными швами. Непосредственно примыкающий к станции 15-м отрезок двухпутного тоннеля конструктивно объединен с коллектором реки Жибб и оперт на фундамент из буронабивных свай. Следующие 289 м перегона проложены в двухпутном тоннеле со сводом размерами сечения в свету 7,85×5,8 м, а последние 80 м сопряжения с эстакадой — в выемке с плитным перекрытием на фундаменте из свай. За исключением части станции и перегона, заложенных в слабом и обводненном четвертичном грунте эрозивной мульды под рекой Жибб, линия проходит в устойчивом песчанике и мергеле.

Тоннель сооружали в котлованах с вертикальным или наклонным до 1:10 креплением. В четвертичном грунте применили шпунтовое ограждение с расстрелами. В наиболее слабых местах станционное ограждение дополнительно усилили металлическими столбами, опущенными в скважины. В песчанике в качестве крепления использовали набрызгбетон толщиной 70 мм с нагелями или железобетонными анкерами по сетке 1,5×1,5 м, в мергелях — двутавровые сваи НЕВ320 с шагом 2,5 м, опущенные в скважины Ø 600 мм, с затяжкой из набрызгбетона по металлической сетке. На переходном участке между четвертичным грунтом и песчанником проводилось химическое закрепление. Конструкцию станционного тоннеля возводили в два приема сверху вниз. При этом крепкий скальный грунт разрабатывали буровзрывным способом, поскольку гидроударники вызывали сильную вибрацию окружающего массива. Обделку перегонного тоннеля бетонировали с помощью передвижной металлической опалубки длиной 12 м, выполняя через каждые 24 м температурные швы шириной 2 см с гидроизоляцией. Общие объемы работ и расход материалов на данном объекте составили:

при возведении станции:	
земляных работ	19 тыс. м <sup>3</sup>
забивка шпунта	165 т
укладка арматурной стали	540 т
бетона	6 тыс. м <sup>3</sup>
при сооружении перегонного тоннеля:	
земляных работ	31 тыс. м <sup>3</sup>
устройство скважин под буронабивные сваи Ø 1 м	510 м
то же, Ø 1,5 м	440 м
скважин под сваи ограждения Ø 0,8 м	1130 м
забивка двутавровых свай	135 т
устройство расстрелов	300 т
применение набрызгбетона	4600 м <sup>3</sup>

забивка шпунта	350 т
металлических свай	40 т
укладка арматурной стали	530 т
бетона	6800 м <sup>3</sup>
обратная засыпка	16,5 тыс. м <sup>3</sup>

Максимальное перемещение шпунтового ограждения станционного котлована составило 3 см, перегонного — 18 см; максимальная нагрузка в креплениях первого — 300 кН, второго — 280 кН на стадии разработки с одним ярусом расстрелов и 550 кН — с двумя.

При сооружении котлованов большой ширины, например, под подземные депо подвижного состава, в слабых грунтах в районах сплошной городской застройки применить анкеры часто не представляется возможным из-за неизбежного выхода их под прилегающие объекты. На метрополитене Токио накоплен положительный опыт устройства таких тоннелей с расстрелами.

Тупиковый тоннель с оборудованием для технического обслуживания подвижного состава на линии № 7 длиной 389 м и переменной шириной от 16 до 53 м (общая площадь 15,3 тыс. м<sup>2</sup>) построили в котловане с монолитным железобетонным ограждением «стена в грунте» толщиной 800 мм под защитой временного многопролетного перекрытия<sup>2</sup>. По горизонтали котлован закрепили расстрелами в пяти уровнях и межъярусным перекрытием, которое забетонировали в процессе выемки грунта. В зоне максимальной ширины тоннеля разработку котлована и возведение постоянной конструкции производили в два приема с разделением центральной стенкой.

Траншей глубиной 24 м в неустойчивом суглинке, глине и иле прокладывали захваткой 6 м (в угловых частях котлована — 4 м) с допуском отклонением от вертикали (контролируемым способом ультразвуковой эхолотации) 1:300. Использовали тиксотропную суспензию двух видов (в скобках — допустимый диапазон для регенерированной суспензии):

	Бентонитовая	Полимерная
дозировка на 1 м <sup>3</sup> суспензии, кг		
бентонитовой глины	60	30
карбометилцеллюлозы	1	—
полимерного компонента	—	3
диспергатора	1	1
плотность, г/см <sup>3</sup>	1,04 (1,03—1,15)	1,02 (1,01—1,08)
подвижность, с	28 (23—40)	28 (23—45)
pH	8 (8,5—11)	9,6 (8,5—11)
механически отделяемая вода, см <sup>3</sup>	20 (не более 20)	3 (не более 6)

С целью исключения фильтрации грунтовых вод на 1,32 м выше проектного обреза ограждения выполнили перемышку из отвержденной бентонитовой суспензии, армированной двутавровыми стальными стойками с необходимой прочностью материала на одноосное сжатие не ниже 0,7 МПа. В бентонитовый тиксотропный раствор, наполняющий траншею, вводили вначале сликат натрия (из расчета 50 кг на 1 м<sup>3</sup> раствора), а затем портландцемент по 200 кг/м<sup>3</sup>. Полимерный раствор вытесняли чистым бентонитовым (80,6 кг бентонита на 808,9 л воды), затем добавляли в него отвердитель с дозировкой на 1 м<sup>3</sup> траншеи: 149,6 кг доменного шлака, 18,7 кг гипса, 22,4 кг портландцемента и 93,4 л воды.

Для обеспечения устойчивости ограждений и возможности работы техники на стадии разработки котлована слабые породы укрепили известковыми столбами Ø 400 мм по сетке 1,5×1,5 м (от центров крайнего ряда до ограждения — 1,2 м), что позволило повысить удельное сцепление грунта в среднем в 1,5 раза. После вытрамбовки скважины вдавливанием обсадной трубы с усилием 100 кН/м<sup>2</sup> последнюю извлекали и нагнетали в отверстие негашеную известь под давлением 0,6 МПа.

<sup>1</sup> «Tunnels et Ouvrages Souterrains», 1987, № 79, с. 8—20.

<sup>2</sup> «Тоннэру то тина», 1987, т. 18, № 10, с. 7—14.



Перед разработкой котлована во избежание выпучивания его дна под действием гидростатического давления из нижележащего галечника, равного 0,12 МПа, производили глубинное водопонижение, а по мере приближения к указанному пласту — дополнительное вакуумное.

Максимальные измеренные значения характеристик работы крепления составили: изгибающий момент в ограждении — 495 кН/м, прогиб последнего — 39,1 мм, нагрузка в расстрелах (в 4-м ярусе) — 1185 кН.

Для дна подвижного состава на линии № 12 того же метрополитена построили двухъярусный тоннель<sup>3</sup> размерами поперечного сечения 58,3×13,75 м и длиной 330,5 м; верхняя часть котлована залегала в суглинке, нижняя — в обводненном плотном гравии. Заглубленное в водоупор водонепроницаемое ограждение выполнили в виде сплошной стенки из грунтоцементных свай Ø 55 см, устроенных путем инъецирования раствора через штангу шнекового бура (технология RIP). Вначале одношпindelным шнековым оборудованием рыхлили грунт по каждой скважине, затем с помощью трехшпindelного инъецировали раствор (с дозировкой на 1 м<sup>3</sup>: 350 кг цемента, 15 кг бентонита и 630 л воды) в количестве 80% к расчетному объему скважины. В каждую погружали стальной двутавр H250 длиной 19 м, который подвешивали к крану и опускали под собственным весом. Выступающий из скважины зашламованный грунт выдерживали в отстойнике в течение 1—2 суток, после чего вывозили в самосвалах. Котлован разрабатывали таким образом: устроив временные ограждения из стальных свай с затяжкой, расчленили боковые части выработки шириной по 17 м с расстрелами и возвели в них соответствующие элементы постоянной конструкции тоннеля, после этого, используя последние в качестве упоров для расстрелов, расчленили центральное ядро. Рассматривали также вариант с возведением вначале центральной части постоянной конструкции шириной 23 м в котловане с незакрепленными откосами, но расчеты показали, что они могут быть приближены к ограждениям минимально на 10 м (что затруднило бы последующую установку расстрелов).

На Антверпенском метрополитене (Бельгия) при строительстве станции «Ван Иден»<sup>4</sup> Т-образное сопряжение «стен в грунте» в зоне, где прокладка траншей не представлялась возможной из-за наличия остатков старинных фундаментов, соорудили несущее водонепроницаемое ограждение глубиной 29 м в песке по следующей технологии: произвели гидроразрыв скважины диаметром около 70 см высоконапорной струей воды из вращающегося инъектора; засыпали в наполненную песчаной взвесью скважину гравий и укрепили его способом струйной цементации. Бурение этих столбов по сетке 50×50 см в три ряда позволило получить сплошное ограждение толщиной не менее 160 см и прочностью образцов на сжатие 25—30 МПа. По мере разработки котлована по ограждению укладывали слой монолитного железобетона толщиной 1 м.

Перспективным является применение прогрессивной технологии струйной цементации для устройства анкерного и нагельного креплений повышенной несущей способности. На строительстве котлована под здание фирма «ГРН Келлер» (Англия) установила 40 экспериментальных анкеров<sup>5</sup> длиной 18—20 м (зацементированной части — 4—6 м) в илисто-песчаном грунте. Обычным способом бурили скважину Ø 90 мм, затем расширили ее на цементируемом участке анкера до диаметра 300—360 мм. Через вращающийся инъектор нагнетали струю раствора под давлением 25—30 МПа и устраивали

в зацементированной скважине анкер. При расчетном (для традиционной технологии) значении выдерживающего усилия 1178 кН экспериментальные анкеры выдерживали в момент потери устойчивости нагрузку 1216 кН, а при извлечении — 1267 кН.

В Японии фирмой «Обаяси-гуми» внедряется новая технология устройства нагельного крепления<sup>6</sup>. Во время бурения скважины вдоль ее оси направляется высоконапорная струя цементного раствора. Благодаря этому достигаются опережающий размыв грунта, облегчающий образование скважины, а также цементация окружающего массива. В относительно устойчивых породах нагель погружается в зацементированную таким образом скважину, в наиболее слабых можно забивать неизвлекаемый нагель, снабженный буровой короной. Создано оборудование для производства описанных работ, состоящее из копийеризованного раствора нагнетателя и нагелеустановщика на гусеничном (масса 6,9 т) или салазочном (1,8 т) ходу. По данным испытаний, выдерживающая нагрузка нагелей, устроенных с применением струйной цементации, в сравнении с традиционным способом составляет в выветреном алевролите порядка 35 кН против 10—20, в несвязном песчано-гравелистом грунте — 25 кН против 7. При этом цементированный грунт в радиусе 15—20 см вокруг нагеля имеет скорость распространения упругих волн в 2 и более раз выше, чем в натуральных условиях. □

## Ученые — производству

♦ Если ткань обработать специальными составами, то, как утверждают специалисты Министерства сельского хозяйства США, она будет аккумулировать и сохранять тепло при повышенной температуре и высвобождать его, когда температура понижается. Из такой ткани предполагают шить одежду для исследователей, работающих в экстремальных условиях.

♦ Датские инженеры планируют создать в Гренландии, в 450 км к северу от Полярного круга, подземную тепловую электростанцию. Источником энергии для нее должен служить перепад температур между холодной поверхностью грунта и более теплой водой подземных озер, залегающих на большой глубине. Аналогичные электростанции существуют в Норвегии, но там системы станции находятся в скальных породах. Гренландскую электростанцию предстоит соорудить в слое вечной мерзлоты, не вызвав его разрушения из-за неизбежного нагрева. Удовлетворить это требование позволит сложная автоматическая система регулирования температуры.

На 1-й стр. обложки: шахтный комплекс на станции «Петровско-Разумовская» Тимирязевской линии Московского метрополитена; на 4-й стр.: проекты станций Сорновско-Нижегородской линии Горьковского метро.

Художественно-технический редактор Е. К. Гарнухин  
Фото Е. П. Политова

Сдано в набор 19.12.88. Подписано в печать 27.01.89. Л—21515. Формат 60×84%. Бумага офсетная № 2. Гарнитура новоготическая и литературная. Печать офсетная. 4,0 печ. л. 5,26 уч.-изд. л. Тираж 3197 экз. Заказ 4300. Цена 40 коп.

Адрес редакции: 103031, Москва, К-031, Кузнецкий мост, 20, 2-й этаж, телефоны: 925-86-02, 923-77-72.

Ордена «Знак Почета» типография издательства «Московская правда», 123845, ГСП, Москва, Д-22, ул. 1905 г., д. 7.

<sup>3</sup> «Тоннелю то тика», 1988, т. 19, № 1, с. 45—52.

<sup>4</sup> «Tunnels et Ouvrages Souterrains», 1987, № 83, с. 210—212.

<sup>5</sup> «Ground Engineering», 1988, т. 22, № 6, с. 16—17.

<sup>6</sup> «Кэнсэцу но кикайга», 1987, № 10, с. 17—21.



