

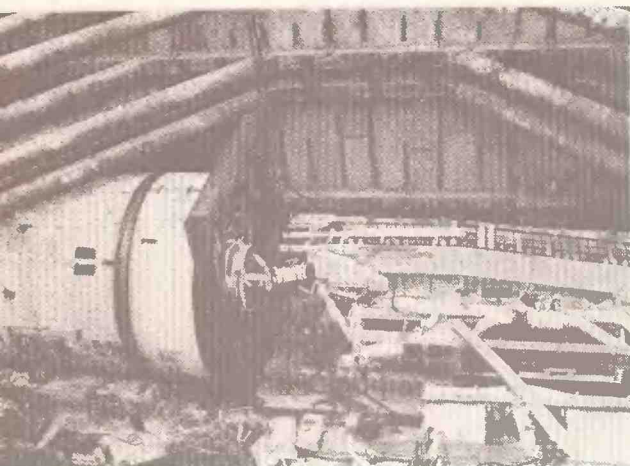
ISSN 0130-4321

7'88

МЕТРОСТРОЙ



НА ПРОХОДЧЕСКИХ ТРАССАХ СТОЛИЦЫ



На снимках (сверху вниз): проходческий комплекс фирмы «Вайсс унд Фрайтаг» (ФРГ) на переходном участке Люблинской линии; на станциях «Ясенево» и «Тимирязевская».

МЕТРОСТРОЙ

7'88

ИНФОРМАЦИОННЫЙ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ СБОРНИК

ИЗДАНИЕ МОСКОВСКОГО МЕТРОСТРОЯ И
ИЗДАТЕЛЬСТВА «МОСКОВСКАЯ ПРАВДА»

ОСНОВАН В 1932 ГОДУ

В НОМЕРЕ:

Дорогу подлинному хозрасчету	1
«Удельная» — «Проспект Просвещения»	5
П. Семенов. Первый на Урале накануне пуска	9
А. Сандаков. Метрополитен в Казани	11
В. Гацько, И. Письмак. Юбилей стройки	13
П. Пашков. С максимальной унификацией	14
Н. Кулагин. Вариант пересадочного узла глубокого заложения и метода его строительства на действующей линии	17
Г. Молодцов, Б. Хихлуха. Повышение безопасности сооружения станций и камер съездов на эксплуатируемых линиях	19
В. Климов, А. Алексеев. О противопожарных требованиях при проектировании метрополитена	21
В. Торгалов. Неотвратимые уроки	22
А. Костылев, К. Гурков, В. Клиماشко, В. Плавских, Н. Чепурной. Пневмопробойники — в метростроение	24
И. Нестеренко, В. Парфенов. О рациональной лестничной конструкции	25
И. Малый. Устойчивость заанкеренных ограждений котлована	26
К. Безродный, А. Егоров, Р. Касапов. Определение природных полей напряжений на тоннелях БАМа	28
Обзор зарубежных журналов	30

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, В. Н. СМЫСЛОВ, Ш. К. ЭФЕНДИЕВ, И. М. ЯКОБСОН, Б. И. ЯЦКОВ.

ДОРОГУ ПОДЛИННОМУ ХОЗРАСЧЕТУ

● Курс на комплексную механизацию и проблемы малой механизации ● Поднять результативность деятельности аппарата Управления ● Должна работать система санкций ● Подряд не терпит формализма ● Зарплата — мерило трудовой отдачи ● В соответствии с укрупненными нормами ● Ясность перспективы и проектирование с прицелом на качество.

НА ПЛЕЧАХ строительно-монтажных управлений Московского метростроя — осуществление небывало обширной пусковой программы пятилетки. Только в будущем году предстоит пройти в недрах столицы в общей сложности 27 км тоннельных выработок. Каков производственный пульс развернувшейся на множестве разноудаленных объектов стройки? Как решаются в коллективах социально-экономические проблемы?

Слово — руководителям части ведущих подразделений Мосметростроя.

Борис Георгиевич Гуназа, начальник СМУ № 10:

— На пусковой «Савеловской» достигнута месячная скорость 96 пог. м. Насквозь прошли СТП и станцию; при сооружении наклонного хода применили породопогрузочную машину. В порядке реализации плана научно-исследовательских работ ЦНИИСа опробована конструкция обделки с уголковыми связями. Установлен результативный творческий контакт с предприятием Министерства черной металлургии, предложившим ассортимент коронок для бурения меняющихся по трассе пород.

Коллектив почувствовал реальную отдачу от внедрения первого этапа хозрасчета. Среди усовершенствований в цикле организации работ отмечу, в частности, процесс монтажа эректора: его ведет та бригада, которая впоследствии обслуживает при проходке. Она входит в состав комплексной бригады и заинтересована в обеспечении хорошего состояния механизма: проведении профилактического ремонта, предотвращении простоев и т. д. Взаимосвязь качества труда и его оплаты здесь очевидна — чем меньше ремонтов, тем больше заработок.

Говоря о насущных сегодня экологических проблемах, важно преодолеть в строителе его «оборотную сторону» — разрушителя, пусть иногда невольного, но порой с последствиями невосполнимости и невозвратности. Кстати, поучителен в умении бережно и «безболезненно» вписываться в плотную городскую застройку опыт наших польских и фин-

ских коллег, наглядно демонстрируемый нам на стройплощадках реконструируемых ими объектов в Москве, Ленинграде, Таллине.

Виктор Васильевич Сидорцев, начальник ТО № 6:

— Курс на комплексную механизацию знаменует сегодня началом внедрения на участке продления Филевской линии комбайна КТ5,6-Д2, изготовленного Ясиноватским машиностроительным заводом. На 930-й шахте Люблинской линии осваивается комбайн для проведения подходных выработок. На переходной зоне с глубокого заложения на мелкое этой же линии в неустойчивых обводненных породах организован экспериментальный участок с применением проходческого комплекса фирмы «Вайсс унд Фрайтаг» (ФРГ) и водонепроницаемой сборной железобетонной обделки из высокоточных блоков сплошного прямоугольного сечения с винтовыми наклонными связями в продольных стыках и связями из стальных шпилек между кольцами.

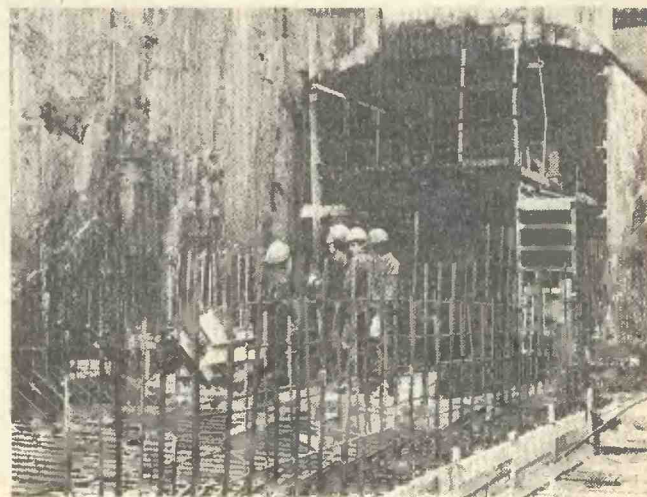
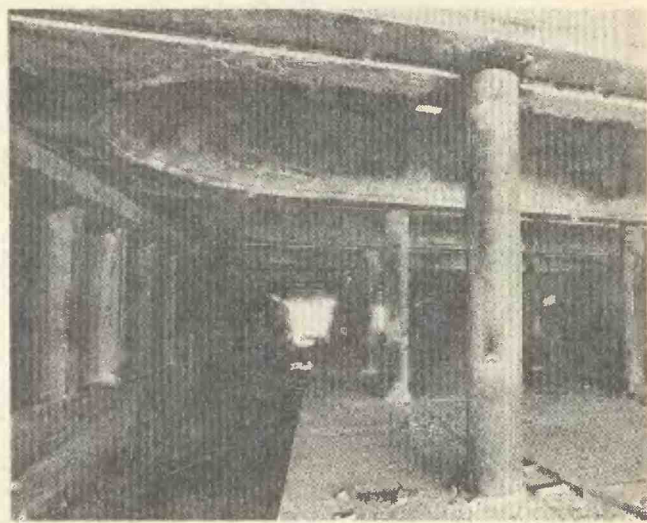
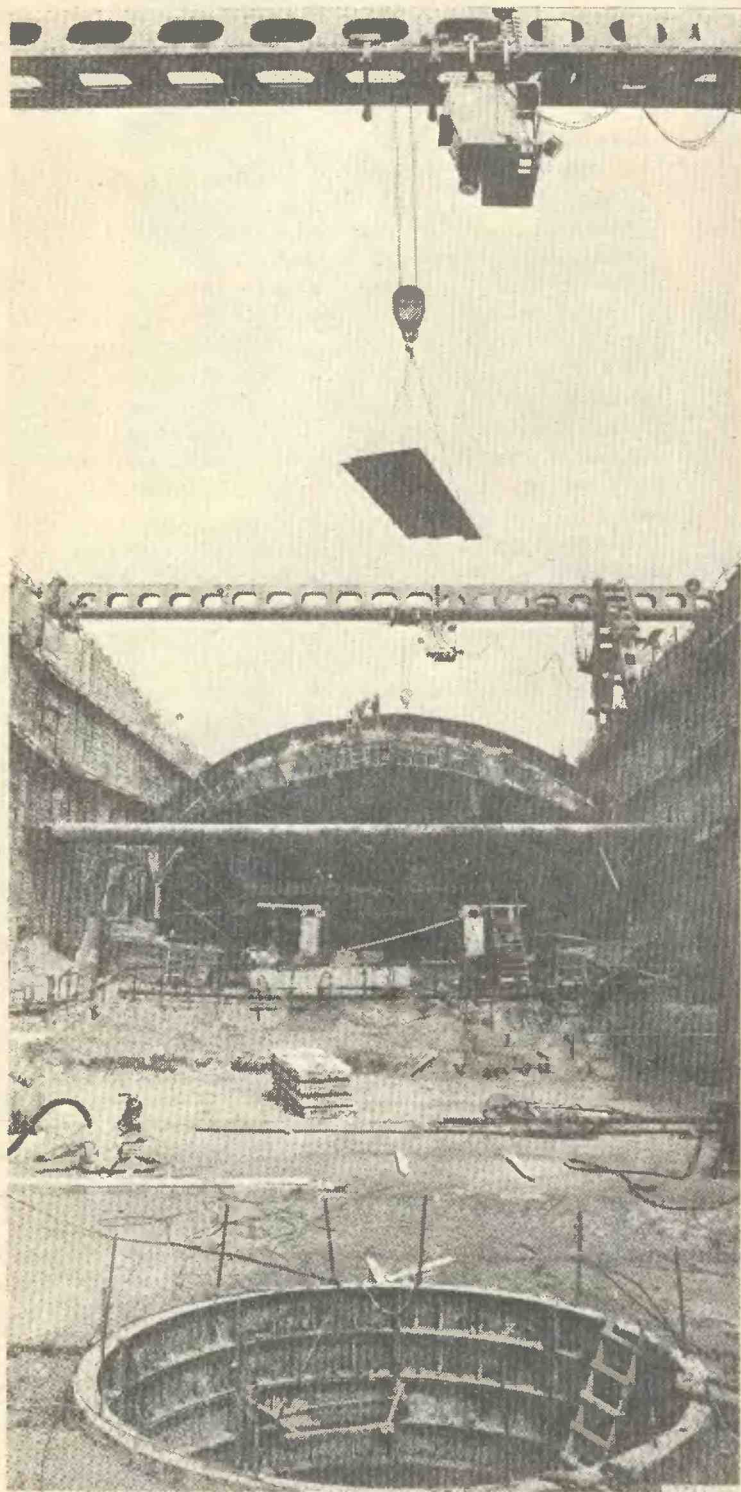
Однако на объектах недостаточно средств малой механизации, часто не хватает самого элементарного инструмента. Этим размывается эффект внедрения образцов мощной проходческой техники.

Для того чтобы полнее использовать потенциал, заложенный в новых методах хозяйствования, нужно смелее задействовать прогрессивные экономические модели. Пора переходить на арендный подряд, тогда действительно можно будет сказать, что мы на подлинном хозрасчете. А то что же выходит? От полученного в прошлом году СМУ миллиона рублей прибыли в фонд оплаты труда, производственного и социального развития было отчислено лишь 12%. Этот фонд должен находиться в прямой зависимости от размера всего полученного хозрасчетного дохода, остающегося после обязательных отчислений в распоряжении коллектива, у которого появится стимул наращивать выручку путем экономии материальных, трудовых и финансовых ресурсов.

Важное условие стабильной работы — ясность перспективы, плавность перехода с одной плановой стройки на другую. Между тем у нас нет сегодня четкого представления картины действий в 13-й пятилетке, возможности изучить заранее проектную документацию, провести достаточную инженерную подготовку. Эту будущую картину заслоняет текучка повседневности, сиюминутное «давай-давай», что неблагоприятно может сказаться на деятельности бригад и участков, осложнит достижение высоких конечных результатов.

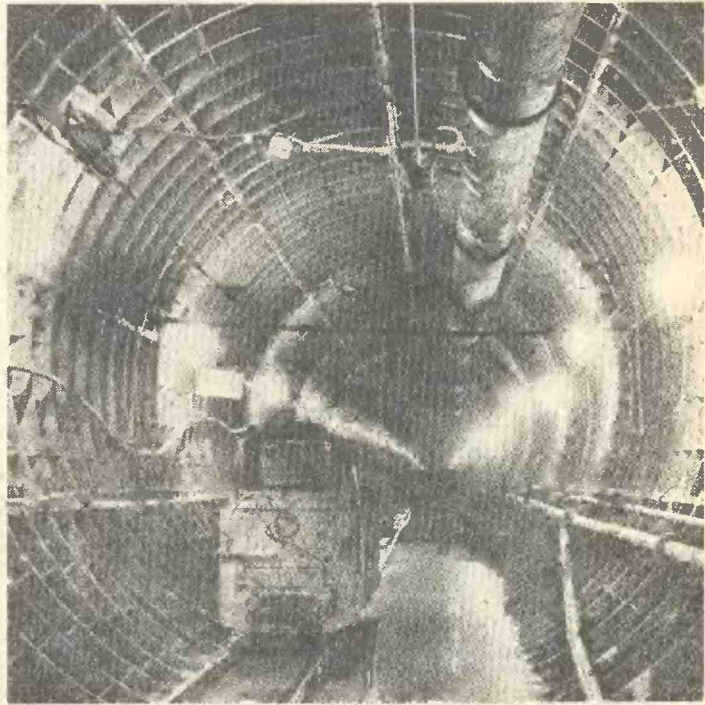
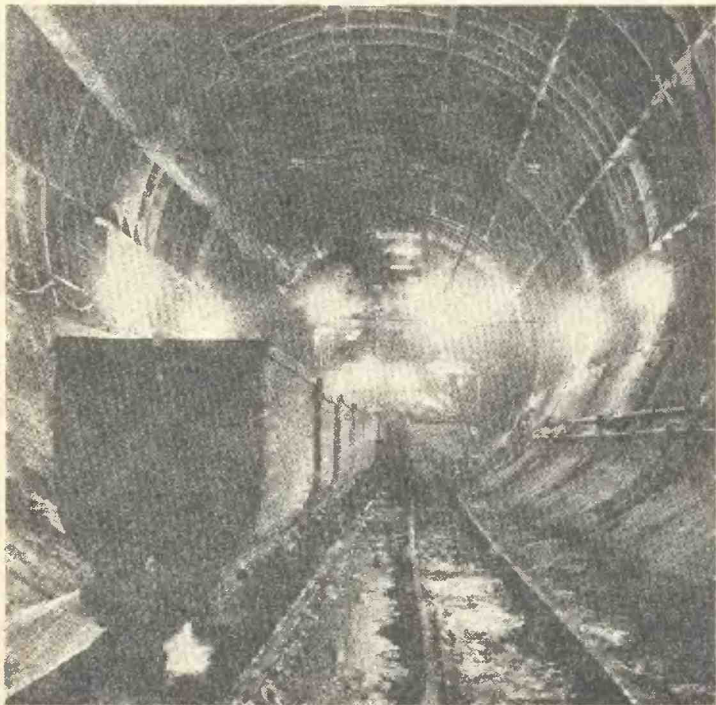
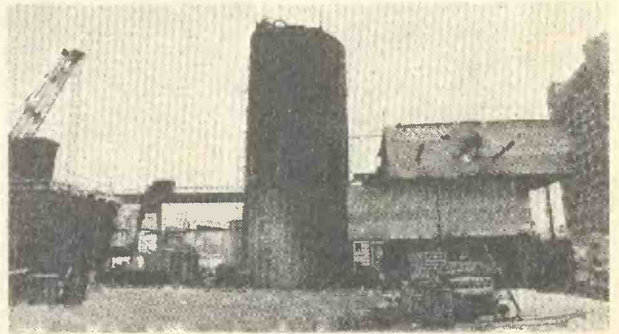
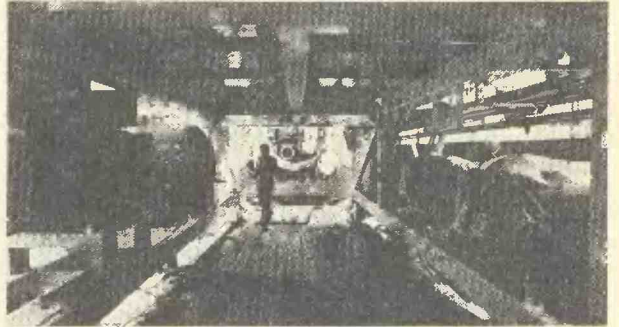
Решению масштабных задач должна соответствовать и структура строительного под-

Панорама московских строительных площадок



На снимках: из фотохроники сооружения станции «Черкизовская»; перегон «Преображенская площадь» — «Черкизовская». Будущая станция «Ясенево»; опалубка монолитной обделки на отрезке «Ясенево» — «Битцевский парк».

На участках Люблинской и Тимирязевской линий.



разделения. За последние три года численность Тоннельного отряда удвоилась. Существует, однако, оптимальный предел, определяющий гибкость, маневренность хозяйственного организма. В этом смысле важна роль последнего в общей системе взаимодействия строительно-монтажных единиц с непременным подтягиванием каждой до уровня передовых, сбалансированностью распределения нагрузки и учетом коэффициента качества труда в совместном метростроевском деле.

Анатолий Алексеевич Полосин, начальник СМУ № 1:

— О первом этапе осуществляемого нашим СМУ строительства односводчатой станции глубокого заложения — «Тимирязевской» с максимальной механизацией рабочих процессов рассуждалось недавно на страницах «Метростроя».

Включаясь в полемику вокруг роли и смысла хозрасчета в современных условиях метростроения, должен заметить, что экономические методы хозяйствования на подземных операциях утверждают себя с трудом. Не отработаны пока все грани индивидуального задания бригадам и звеньям с производственным режимом в три смены или по скользящему графику. Много вопросов по распределению хозрасчетного дохода в многочисленном коллективе и установлению КТУ. Главное — добиться ликвидации уравниловки, выработать методику оптимальной оценки вклада каждого участника трудового процесса.

При правильной организации производства вышестоящая администрация, будучи его равноправным партнером, в случае неэффективных действий или решений несет экономическую ответственность за причиненные хозрасчетным подразделениям прямые или косвенные издержки. В случае технологических сбоев рабочие могут снизить мне, своему непосредственному руководителю, КТУ; я же не имею возможности сделать то же самое по отношению, например, к начальнику УПТК Я. А. Бакалейнику за плохое материально-техническое снабжение и вызванные им простои. При существующем положении дел СМУ бессильны экономически повлиять на работу стоящего над ними управленческого аппарата на основе критерия эффективности.

Пути, мешающие превратить зарплату в мерило подлинной трудовой отдачи, уже привели к оттоку рабочих в кооперативы, где условия оплаты несравненно выгоднее.

Анатолий Васильевич Жигарев, начальник СМУ № 2:

— Основные рабочие адреса коллектива — соединительная ветка Люблинской и Кольцевой линий и предпусковая станция «Черкизовская». На последней применили ограждающую «стену в грунте» и анкерное крепление.

Что касается реализации второй модели хозрасчета, она невозможна без устранения

напряженной ситуации с материально-техническим обеспечением. В неразрешимое препятствие ритмичной работы вырастают из года в год перебои в поставках бетона, цемента, гидростеклоизола. Недостаточно мощная в сопоставлении с нынешним масштабом работ производственная база — главный тормоз в налаживании строительного конвейера. В последнее время подключены к выполнению наших заявок предприятия города, но и это не решило проблемы. Так, Филевский завод по выпуску гидростеклоизола покрывает потребность в нем Метростроя лишь на 200 рулонов в день (только нашему СМУ необходимо ежедневно 130). Много неувязок, несоответствий в организации снабжения: есть рабстор — нет машины, есть машина — негде ставить и т. д. А уж распределение между строительными объектами средств малой механизации — сущий «тришкин кафтан», бесконечно перекраиваемый: снятие с одного участка, переброска на другой...

Стройплощадка требует хорошо рассчитанного материально-технического оснащения. Думается, целесообразно на каждом радиусе иметь мобильный завод по производству бетона. Только комплекс радикальных мер с использованием рычагов хозрасчета может изменить недопустимую далее ситуацию.

Сергиевский Виктор Васильевич, начальник СМУ № 3:

— На участке пусковой трассы «Цветной бульвар» — «Менделеевская» применена обычная эректорная проходка буровзрывным способом, реализован ряд решений, направленных на снижение расхода чугуна.

Станцию открытого способа работ «Владыкино» возводили в котловане с анкерным креплением. По проекту северный ее вестибюль соединялся с платформой одноименной железнодорожной станции 72-метровым пешеходным переходом, сооружение которого предусматривалось под 9 ж.-д. путями методом продавливания. Думая об удобствах пассажиров и одновременно об экономической эффективности, мы предложили изменить планировочное решение, выдвинули гибкую организацию работ, итогом которой стало сокращение на 313 м проходки тоннеля в двухпутном исчислении.

Хотя каждодневная строительная практика многообразно обогащает «привязываемые» к тому или иному объекту типовые проекты, качество изначального проектирования оставляет желать много лучшего.

С переходом на хозрасчет установлены цены на все виды работ в соответствии с фактическими затратами. Но если цена на материалы выросла, то цена труда осталась той же, в старых сметных показателях. Очевидно, заработная плата должна быть скоординирована с выполняемыми укрупненными нормами. Тогда можно будет ощутить действенность хозрасчета. □

«УДЕЛЬНАЯ» — «ПРОСПЕКТ ПРОСВЕЩЕНИЯ»

С ПОЛУДЕННЫМ выстрелом сигнальной пушки Петропавловской крепости 19 августа этого года вступил в эксплуатацию новый участок Ленинградского метрополитена «Удельная» — «Озерки» — «Проект Просвещения» длиной 3,73 км. С пуском этого участка Московско-Петроградской линии общая протяженность транспортной подземной сети в Ленинграде составила 92 км. В 12-й пятилетке Ленметрострой подходит к 100-километровому рубежу.

Сооружение перегонных тоннелей пускового участка осуществлялось механизированными комплексами КТ1-5,6 со средней скоростью 300 м/мес. В сборном железобетоне возведено 7457 м тоннелей, в чугунной обделке — 333 м, в монолитном бетоне — 506 м. Разработано 382 тыс. м³ грунта, смонтировано 38,7 м³ сборной железобетонной обделки, 5,8 тыс. м³ сборного и 35,1 тыс. м³ монолитного бетона и железобетона.

Выполнен большой объем научных исследований и работ по внедрению прогрессивных конструкций, средств механизации и передовой технологии. Так, реализован метод сквозной проходки тоннелей, разработан состав высокопрочного бетона, исследованы и опробованы глиноцементные растворы для инъекции в заобделочное пространство, внедрены новые бетононасосы и пневмобетоноукладчики, испытан механизированный агрегат для сооружения коротких и притоннельных выработок и др.

Внедрено 83 рационализаторских предложения, за счет которых достигнута экономия 690 тыс. руб.

Станция «Озерки» — одноводчатая, с уменьшенной деформативностью по сравнению с ранее построенными такого типа. Вестибюль расположен в строящемся экспериментальном жилом квартале. Документация на архитектурное оформление станции разработана мастерской № 16 ЛенНИИпроекта.

Станция «Проект Просвещения» — колонная. Часть ее сооружена полностью в сборном железобетоне заводского изготовления. После экспериментального опробования на последующих станциях должно быть начато широкое внедрение таких конструкций, что позволит значительно сократить их металлоемкость.

В предпусковые дни.





«Озерки».

На «Проспекте Просвещения» была заложена новая схема ведения проходческих работ, предусматривавшая параллельное сооружение наклонного хода и вестибюля. И до окончания проходки наклонного хода строителями СМУ № 11 был возведен вестибюль — от фундамента до нулевого цикла.

В сжатые сроки осуществлено обустройство наклонного хода и сооружение веерной части, которое также выполнялось по новой схеме: разработка породы и бетонирование штросс велось из натяжной камеры, снизу вверх.

На станции с полной отдачей трудились опыт-

ные проходческие коллективы И. Почаева, В. Жукова, В. Цыпина, Ф. Трофимова, Г. Лосева, звено слесарей-монтажников А. Мамаева.

Архитектурное решение «Проспекта Просвещения» разработано Ленметрогипротрансом.

Уже сегодня проходческие бригады Ленметростроя ведут тоннели к следующему метровокзалу — «Парнасская». За ним будет построено депо «Выборгское». Успешно идут работы на других участках. В будущем году предстоит ввести в эксплуатацию три станции: «Лиговский проспект», «Достоевская», «Садовая». □

«Проспект Просвещения».





Ленметрогипротранс по заданию ЛенНИИпроекта разрабатывает генеральную схему развития метрополитена Ленинграда до 2005 года. Обо всей генсхеме говорить пока рано, предлагаем перспективу метро в городе на 12-ю и 13-ю пятилетки.

В ближайшее время в строй действующих вступит второй участок Правобережной линии «Площадь Александра Невского» — «Садовая». Будут построены три новые станции: «Лиговский проспект», «Достоевская» (пересадочная на станцию «Владимирская» Кировско-Выборгской линии) и «Садовая» (пересадочная на Московско-Петроградскую линию). На

площади Мира в дальнейшем появится еще одна станция — «Площадь Мира»-2 для продления Правобережной линии на северо-запад.

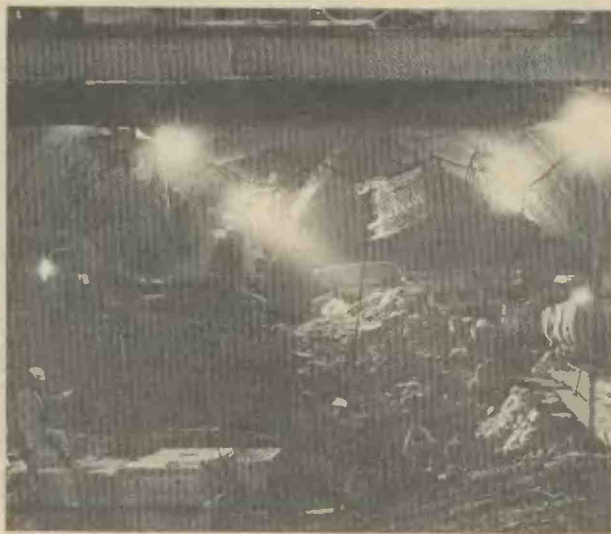
Следующий участок — между станциями «Садовая» и «Старая деревня» протяженностью 8,9 км со станциями «Адмиралтейская», «Спортивная», «Чкаловская», «Крестовский остров» и «Старая деревня» выведет Правобережную линию на север и свяжет центр города со Ждановским районом. В дальнейшем намечено продлить эту линию до станции «Проспект Испытателей», подземный вестибюль которой размещен на перекрестке проспектов Испытателей и Комендантского.



Сменный инженер А. Казначеев.



Слесари-монтажники В. Быков и Н. Ряков, механик участка Г. Кузьменко (СМУ № 15 Ленметростроя).



Строится станция «Лиговский проспект».

В прошлом году Ленметрогипротрансом разработано технико-экономическое обоснование строительства Фрунзенского радиуса метрополитена от станции «Садовая» до станции «Улица Белы Куна» протяженностью 8,3 км. Здесь намечено возвести пять станций: «Пушкинская»-2 (пересадочная на Кировско-Выборгскую линию), «Обводной канал», «Волковская», «Улица Салова», «Улица Белы Куна».

Разрабатывается ТЭО первого участка Кольцевой линии — от станции «Василеостровская» до станции «Выборгская»-2. Проектируемый участок является северной частью Кольца. Он свяжет жилые районы с промышленной зоной, разгрузит работу центральных пересадочных узлов и улучшит эксплуатационные качества метрополитена. Здесь намечено построить шесть станций глубокого заложения, в том числе четыре пересадочные — «Василеостровская»-2, «Спортивная», «Петроградская»-2, «Выборгская»-2.

Следующая проектируемая линия продлит действующую Правобережную на восток от станции «Улица Дыбенко» до «Народной» и закончится электродепо «Правобережное».

В соответствии с разрабатываемой генсхемой намечено продлить строящуюся Правобережную линию на

3,5 км на север от станции «Проспект Испытателей» и закончить электродепо «Ждановское». На этом участке предусмотрено строительство трех станций — две глубокого заложения и одна — мелкого.

В 13-й пятилетке намечено проложить первый участок новой Красносельско-Калининской линии, которая начинается у железнодорожной станции Володарская, свяжет юго-запад через центр с северо-восточной частью города и закончится в районе совхоза Ручьи. Проектируемый на 13-ю пятилетку участок от станции «Улица Партизана Германа» до «Московских ворот»-2 свяжет юго-запад с действующими линиями. Длина участка 10,1 км. Намечено построить 6 станций, в том числе 2 пересадочные на Кировско-Выборгскую и Московско-Петроградскую линии.

В 13-й пятилетке будет продлен нынешний пусковой участок на север до «Шуваловской» с двумя станциями глубокого заложения — «Парнасская» и «Шуваловская».

Названия станций на некоторых строящихся и проектируемых трассах даны условно.

После ввода в эксплуатацию указанных участков метрополитена количество действующих станций увеличится на 33, а длина линий — на 50 км. □

ПЕРВЫЙ НА УРАЛЕ НАКАНУНЕ ПУСКА

П. СЕМЕНОВ,
начальник Свердловскметрострой

СООРУЖЕНИЕ метрополитена в Свердловске началось в августе 1980 г.

В основу его проектирования положены: генеральный план развития Свердловска до 2000 года, комплексная схема всех видов городского транспорта, анализ пассажиропотоков, наличие существующей и перспективной застройки города. Эти документы и материалы стали определяющими в выборе направлений и очередности строительства.

Сеть линий Свердловского метрополитена включает три самостоятельных диаметра, пересекающихся в центральной части города, где образуются пересадочные узлы.

Маршруты тщательно продумывались и разрабатывались с учетом прежде всего численности населения районов.

В перспективе будут проложены три линии: север — юг, запад — восток, северо-запад — юго-запад.

Технический проект первой линии Свердловского метрополитена протяженностью 11,55 км с 9 станциями выполнен институтом «Харьковметрострой». Она пересекает город в направлении наиболее интенсивных пассажиропотоков — промышленной зоны, железнодорожного вокзала, административных, культурных и торговых центров — и разбита на два пусковых участка.

Первый — длиной 8,18 км включает 6 станций, комплекс электродепо с соединительной веткой, инженерный корпус для служб управления движением поездов, собственную производственную базу. Станции «Проспект Космонавтов», «Орджоникидзевская», «Калининская» — мелкозаложенная, открытого способа работ; «Свердловская», «Парк Славы», «Площадь 1905 года» — глубокого заложения.

Генеральный подрядчик — управление строительства «Свердловскметрострой».

Постоянное внимание ведущей стройке города уделяют областной и городской комитеты КПСС, исполком городского Совета народных депутатов. Проводится большая организаторская работа, направленная на привлечение к выполнению заказов для метро промышленных предприятий города и области. Так, изготовление конструкций, литье и механическую обработку чугунных тубингов осуществляют Уралмашзавод, завод транспортного машиностроения им. Я. М. Свердлова, производственные объединения «Уралруда», «Уралгидромаш», «Уралэлектротяжмаш», «Турбомоторный завод», «Уралхиммаш», Качканарский завод по ремонту горного оборудования.

О сложности строительства Свердловского метрополитена свидетельствуют такие данные: объем выемки скального грунта составляет — 1,7 млн. м³; потребность в металле — 110 тыс. т, в сборном и монолитном железобетоне — 270 тыс. м³.

В сложных природных условиях при плотной насыщенности трассы инженерными коммуникациями во многом используется опыт сооружения метро в Москве, Горьком и Ташкенте.

Гидрогеология представлена мягкими породами, перемежающимися с твердыми кристаллическими. Грунты, затронутые выветриванием, малопрочные и средней прочности; в районе городского пруда они сильно обводнены. Трудности при проходке вызывают часто встречающиеся участки скальных пород, требующие применения взрывного способа.

Неустойчивыми оказались грунты в зоне глубинных разломов на перегонах «Парк Славы» — «Свердловская» и «Свердлов-

ская» — «Калининская», где пришлось заменить агрегаты АБТ-5,5 на щитовые комплексы с использованием опережающего крепления сводовой части забоя до горизонтального диаметра.

При проходке левых перегонных тоннелей между станциями «Площадь 1905 года» и «Парк Славы» (под городским прудом), «Свердловская» и «Калининская» метростроевцы столкнулись со значительными водопритоками, достигавшими из отдельных трещин 60—70 м³/ч на забой. Приходилось временно приостанавливать работы.

На участках с высокими фильтрационными свойствами пород (станция «Парк Славы» и прилегающий перегон, «Проспект Космонавтов» с тупиками отстоя и ветка в электродепо) применялось водопонижение скважинами с погружными насосами.

Впервые в практике отечественного метростроения бригады проходчиков ТО № 36, руководимые А. Кобыяковым и Н. Чулпановым, осуществили проходку перегонных тоннелей «Площадь 1905 года» — «Парк Славы» под водоемом с использованием буровзрывного способа. (Пройдено под землей 736 м, в том числе 338 м под городским прудом).

В соответствии с планом внедрения новой техники, комплексной механизации и автоматизации производственных процессов и передовых методов труда на 12-ю пятилетку свердловские метростроители применяют:

механизированный комплекс КМ-43 и комплексы АБТ-5,5 с машинным обуриванием забоев для проходки перегонных тоннелей;

лазерные приборы; анкерное крепление стен котлованов;

автобетоносмесители и бетононасосы при возведении конструкций из монолитного железобетона; суперпластификаторы для производства железобетонных конструкций и изделий.

При содействии института «НИПИгормаш», с которым Свердловскметрострой заключил договор о творческом содружестве, был внедрен комплекс, позволяющий повысить проходческие темпы.



Первый секретарь Свердловского обкома КПСС Л. Ф. Бобыкин на встрече с метростроителями на станции «Парк Славы».

Фото В. Степакова.

Он использован на строительстве эскалаторных тоннелей станций «Свердловская», «Парк Славы» и «Площадь 1905 года». Сначала им пройдена наклонная восстающая выработка сечением 4×6 м², а затем с помощью комплекса ТНУ она доведена до проектного сечения. Обрушенная горная масса перепускалась по наклону вниз, отгружалась в вагоны и выдавалась на поверхность. В результате применения этой технологии сроки проходки сокращены в 1,5 раза.

На Артемовском машиностроительном заводе выпущены специальные вентиляторы для метро.

На строительстве БСП и СТП станций «Парк Славы» и «Площадь 1905 года» впервые внедрены модернизированные комплексы КМ-15-У, изготовленные на Уралмашзаводе. Они отличаются:

наличием секций (постели), создающих жесткое основание комплекса;

механическим откатыванием от лба забоя при ведении взрывных работ на расстоянии до 10 м;

установкой манипуляторов для обуривания забоя;

возможностью использования при различном сечении выработок.

Коллектив завода железобетонных изделий нашей производственной базы освоил выпуск новой конструкции цельносекционной

обделки — ЦСО-6КС, возводимой при сооружении открытого участка ветки в депо с помощью шитового комплекса КМО $5 \times 2,5$ на основании опыта Ташметростроя. Проектным решением здесь предусматривалось строительство тоннеля из семи элементов в котловане со свайным креплением и использованием двух 25-т кранов. Преимущества принятого строителями способа работ очевидны: отпала необходимость в выполнении таких трудоемких процессов, как забирка, крепление котлована, многоэлементный монтаж конструкций, устройство монолитных участков и бетонной подготовки.

КМО $5 \times 2,5$ ведет молодежная бригада А. Бабина.

Внедрение новой технологии дает выигрыш во времени, это — наш большой резерв.

Строительство Свердловского метрополитена вступило в завершающий этап. Заканчивается сооружение конструкций. Производится укладка путевого бетона и постоянного пути. Кроме общестроительных работ, предстоит выполнить монтаж эскалаторов, сборку и наладку оборудования всего комплекса метрополитена. На станциях в настоящее время ведутся архитектурно-отделочные работы.

Оформление интерьеров предложено специалистами институтов «Уралгипротранс», «Свердловскгражданпроект», Уральского отде-

ления «ПромстройНИИпроект», Свердловского архитектурного института. (Был проведен конкурс на лучшие проекты художественного решения комплекса станций первого пускового участка).

Для облицовки широко используются сокровища уральских недр — цветной камень: першинский и тагильский мрамор, «змеевик», гранит.

Станция «Проспект Космонавтов» — колонная; перекрытия поддерживаются цилиндрическими конструкциями. Тема художественного оформления — освоение космического пространства. Изображение на фоне неба фигуры космонавтов будут выложены в стиле флорентийской мозаики.

За станцией расположатся оборотные тупики и ветка в депо.

Станция «Орджоникидзевская» — однопролетная со сводом из монолитного железобетона.

«Каликинская» — колонного типа с плоским горизонтальным перекрытием из сборного железобетона. Два ряда колонн разделяют зал на основной холл и две перронные полосы. Платформенный участок отделяется мрамором «коелга» и «змеевик».

«Свердловская» — трехсводчатая пилоновая из сборного железобетона. Каменные арки символизируют ворота большого индустриального города; три параллельных сводчатых пространства разделяются рядами пилонов. На путевых стенах — барельефы на трудовую тематику.

Станция «Парк Славы» — односводчатая из монолитного железобетона с металлоизоляцией.

«Площадь 1905 года» — трехсводчатая из чугунных тубингов. Рельефная художественная композиция отражает события первой русской революции на Урале.

Для оборота поездов за этой конечной станцией на первом пусковом участке, а также для связи со II очередью метро здесь предусматривается сооружение трех групп камер съездов. В перспективе станция станет составной частью пересадочного узла.

Архитектурно-отделочные работы ведет «Союзметрострой», художественное оформление — творческое производственное объединение «Росмонументискусство».

НОВЫЕ ПРОЕКТЫ

МЕТРОПОЛИТЕН В КАЗАНИ

А. САНДАКОВ,
главный инженер проекта

СТОЛИЦА Татарии с населением свыше миллиона человек, расположенная при впадении реки Казанки в Волгу, на левом берегу водохранилища Волжской ГЭС, — один из крупных промышленных и культурных центров Поволжья.

Территория города вытянута на 20 км вдоль Волги и разделена поймой Казанки на юго-восточную и северо-западную части. Исторически сложившийся городской центр на стыке этих частей сосредоточил в себе около трети всего населения и мест приложения труда. С Заречной частью его связывают три дамбы: Адмиралтейская (железнодорожное и автомобильное движение), Ленинская в районе Кремля (трамвайное, автобусное и троллейбусное) и расположенная на продолжении проспекта Ямашева (автомобильное).

Наземным общественным транспортом ежегодно перевозится свыше 500 млн. чел. В одном только направлении Центр — Ленинская дамба — улица Декабристов ожидается рост пассажиропотока до 25 тыс. чел. в час пик. Единственным решением, обеспечивающим растущие перевозки и удовлетворяющим современным требовани-



ям обслуживания, является создание транспортной системы на основе сети метрополитена.

В разработанном Горьковметропроектом технико-экономическом обосновании его схема принята из трех линий общей протяженностью свыше 46 км.

Первая линия — Центральная намечена от северной промышленной зоны через центр к юго-восточным жилым районам.

Вторая линия — Вокзальная

связывает железнодорожный вокзал через центр с юго-восточным жилым районом.

Третья — Приволжско-Савиновская соединит все основные промышленные комплексы с жилыми массивами Заречья, центром и юго-западной частью города.

Пересадочные метроузлы предусмотрены на площади Куйбышева и вблизи улиц Декабристов, Карла Маркса и Луковского.

На первой линии длиной

При этом красной нитью проходит единая тема: уральский колорит.

За последние годы значительно вырос и окреп коллектив Свердловского метростроя. Повысились квалификация рабочих и ИТР, производительность и качество труда. Многие стали хорошими специалистами своего дела, руководителями звеньев, бригад, участков. Среди них: Ю. Гндин, В. Гусев, Ю. Барбашин, С. ДЕРЕ-

ВЯНИКИН, М. Тахматов, А. Пелинский, В. Новицкий.

С 1 октября 1987 г. управление строительства перешло на коллективный подряд с оплатой по КТУ.

Однако не в полном объеме решены вопросы гарантированной поставки цемента, металлопроката, кабельной продукции. Не всегда своевременно поступают отделочные материалы. Имеют место срывы графиков выдачи проектно-

сметной документации. По этим причинам возникают сбои, неритмичность в работе.

Сейчас принимаются меры по развитию и укреплению материально-технической базы Свердловскметростроя. Вступает в эксплуатацию производственная база УПТК.

Ввод в строй действующих первого участка метрополитена в Свердловске намечен досрочно — в ноябре 1989 г. □

17,24 км будет возведено 11 станций: «Московская», «Улица Декабристов», «Ленинская», «Кремлевская», «Площадь Куйбышева», «Вахитовская», «Агрономическая», «Ометьевская», «Героев Татарстана», «Горки» и «Проспект Победы». «Улица Декабристов», «Площадь Куйбышева» и «Вахитовская» — пересадочные на перспективные линии.

Протяженность первого пускового участка «Ленинская» — «Ометьевская» — 9,58 км с шестью станциями, из которых четыре — мелкого заложения — «Ленинская», «Вахитовская», «Агрономическая», «Кремлевская», одна глубокого — «Площадь Куйбышева» (в центре города) и одна наземная — «Ометьевская».

Строительство трассы мелкого заложения в Заречной части и станций «Кремлевская», «Вахитовская» и «Агрономическая» предполагается в водонасыщенных грунтах, требующих искусственного водопонижения. Низкие значения фильтрационных свойств пород с коэффициентом 2—5 м/сут., а также местами высокое гипсометрическое положение кровли нижнего водоупора вызывает необходимость применения на участках открытого способа работ систем скважин большого диаметра с гравийно-засыпными фильтрами и малоледитными погружными насосами в комбинации с установками легких иглофильтров или УЗВМ; на участках щитовой проходки — при близком залегании водоупорных слоев — используют однорядные системы скважин с малоледитными погружными насосами и дополнительным вакуумированием фильтров. Для предотвращения деформаций наземных и подземных сооружений принята предварительная цементация слоя пород над сводами станционных тоннелей.

Заречную и центральную части

города соединит совмещенный мост через Казанку длиной 160 м, который планируется построить в 212 м от существующего моста с разработкой нового русла реки и засыпкой старого. В связи с геологическим строением этого участка потребуется свайное основание под опоры моста с расчетным заглублением.

Станции мелкого заложения открытого способа работ сооружаются в котлованах с временной крепью, глубокого — с применением проходческих щитов.

Различные участки перегонов прокладываются механизированными комплексами ЦНЭ-2, ТЩБ-7М, а также щитом ЦН-1С.

Пассажиропотоки проектируемой линии предполагаются на 2000 г. 269,8 тыс. чел. в сутки или 79 млн. в год; на 2020 г. — 500,4 тыс. чел. или 146,1 млн.

В соответствии с расчетным пассажиропотоком на первый период эксплуатации первой линии предусматривается организация движения 36 пар пятивагонных поездов; на первом пусковом участке 24 пары четырехвагонных.

Наибольшая нагрузка — 32 тыс. чел. в час пик ожидается на перегоне «Площадь Куйбышева» — «Вахитовская».

На линии предусмотрено обращение вагонов типа «720». Скорость движения составит 42 км/ч; поезда от станции «Московская» до «Проспекта Победы» в среднем займет 23,7 мин. (на первом пусковом участке от «Ленинской» до «Ометьевской» — 12,9 мин.).

Станции «Московская», «Ленинская», «Проспект Победы» запроектированы односводчатыми из монолитного железобетона; «Вахитовская», «Агрономическая», «Героев Татарстана», «Горки» приняты колонными из сборного железобетона, с шагом колонн 6 м; «Ометьевская» — наземная,

на территории электродепо; «Кремлевская» — колонная, с шагом колонн 4,5 м, из сборного железобетона; «Площадь Куйбышева» — пилоная из чугунных тубингов с междупутьем 22 м; «Улица Декабристов» — одноплатформенная, колонная из сборного железобетона.

На большинстве станций в один из вестибюлей предусмотрен эскалаторный трехленточный подъем.

Архитектурная отделка станций, вестибюлей и переходов запроектирована в материалах, отвечающих требованиям эксплуатации. Колонны вестибюлей облицовываются мрамором различных пород; полы на платформах станций и в кассовых залах вестибюлей устилаются полированными плитами гранита, стены переходов и лестничных спусков отделяются глазурированной морозоустойчивой плиткой.

Система тоннельной вентиляции — приточно-вытяжная, реверсивная, рассчитанная на движение 40 пар пятивагонных поездов в час.

Проектом предусмотрены устройство автоматического регулирования скорости; для организации движения хозяйственных поездов в ночное время и вывода с линии составов (с неисправными устройствами АРС) — система автоблокировки. Станции с путевым развитием оборудуются маршрутно релейной и диспетчерской сигнализацией.

В составе I очереди метрополитена — возведение инженерного корпуса электродепо, дома служб, объединенных мастерских, промбазы и др.

В проекте предусмотрены соответствующие мероприятия по охране окружающей среды.

Общий срок строительства первой линии составит 16 лет, первого пускового участка — 8 лет. □

Первые...

♦ Первая в мире трасса контейнерного пневмотрубопровода «Лило-1» для транспортировки щебня построена в 1971 г. близ Тбилиси. Осваивается новая ма-

гистраль «Лило-2» протяженностью 44 км. Готовится к пуску пневмотрубопровод для книг в Библиотеке им. В. И. Ленина в Москве.

♦ Первая электрифицированная железнодорожная линия появилась в СССР в 1926 г.; первые электровазы — в 1933 г.

ЮБИЛЕЙ СТРОЙКИ

В. ГАЦЬКО, главный инженер Харьковметростроя;
И. ПИСЬМАК, секретарь парткома

ДВАДЦАТЬ лет назад, летом 1968 г. взятием первого ковша грунта со ствола станции «Южный вокзал» началось строительство Харьковского метрополитена.

Первый отряд метростроителей, прибывших из Сибири, Баку, Москвы, Донбасса, Подмосковья и других горнорудных центров страны, пополненный молодыми энтузиастами города, сформировался в строительное управление.

В короткий срок была создана производственная база. По кооперации с другими городами изготовлены 8 проходческих щитов и другое оборудование.

Отмечая юбилей стройки, нельзя не сказать добрых слов о первом ее начальнике — Ковале Петре Борисовиче (безвременно ушедшем из жизни), бьющая через край энергия и оптимизм которого во многом способствовали успеху первых шагов и становлению коллектива.

Особое место в развитии технического прогресса отрасли занимает период строительства I очереди. При сооружении в крайне сложных инженерно-геологических условиях с применением специальных методов — замораживания, водопонижения и химического закрепления грунтов — много внимания уделялось совершенствованию технологических и конструктивных решений. Совместно с Харьковметропроектом впервые в стране разработаны и успешно внедрены:

получившие ныне широкое распространение безраспорные односводчатые станции мелкого заложения в монолитном железобетоне с использованием передвижной металлической опалубки, что дало возможность под единым сводом, по единой технологии сооружать весь станционный комплекс, значительно расширить возможности архитектурного оформления;

укрупненные конструкции колонных станций мелкого заложения с модулем 3 м, весом до 20 т, позволившие значительно сократить количество типоразмеров сборных элементов и обеспечившие существенный рост производительности труда;

трехсводчатые станции глубокого заложения в сборных железобетонных элементах;

«кассетные» опалубки для круговой железобетонной отделки, новые отделочные материалы из металлоэмалевых элементов, утепленная галерея метромоста, гидроизвлекатели металлических свай и др.

Изначально взяв курс на творческое сотрудничество с научными учреждениями Харькова, коллектив метростроителей постоянно осуществляет техническое обновление. Так, в содружестве с

ВНИИОМШСем и ХИСИ внедрены новые водопонижительные установки (УЗВМ), обеспечивающие снятие воды в грунтах со слабой фильтрацией; создан совместно с Южгипроцементом гидроизоляционный цемент, существенно превосходящий ранее применяемые материалы по технологичности и надежности, и т. д.

Специалисты Харьковметростроя участвуют в сооружении Днепропетровского метрополитена, Волгоградского скоростного трамвая, объектов различного назначения в Крыму, Сибири и на Дальнем Востоке. Значителен их вклад в строительство Ташкентского, Новосибирского, Горьковского и Куйбышевского метрополитенов, а также в стройки Средней Азии, Урала, Армении, Подмосковья, Архангельской области и т. д.

За заслуги в соревновании в честь 50-летия образования СССР в 1972 г. Харьковметрострою был вручен Почетный Юбилейный знак ЦК КПСС, Президиума Верховного Совета СССР, Совета Министров СССР и ВЦСПС, а в 1982 г. ему присвоено имя «60-летия СССР».

В процессе строительства метрополитена в коллективе выростала плеяда признанных организаторов производства и опытных специалистов. Среди лучших — имена бригадиров М. Лалазарова, Н. Гендина, Н. Горбана, Н. Гончарова, Н. Ключника, В. Кузина, А. Иващенко, К. Тудрия, В. Каташевского.

Сейчас в строю действующих 28,6 км линий и 21 станция. Ведется строительство III очереди.

Реализуется программа технического перевооружения строительства и промышленного производства, в соответствии с которой необходимо, в частности, заменить устаревшее оборудование и пустить новую технологическую линию по безотходной заготовке арматуры и применению химических добавок на заводе ЖБК. Предусматривается значительное обновление автотранспортного парка, совершенствование горных и строительных машин и механизмов.

В ходе осуществления хозяйственной реформы — перехода на полный хозрасчет и самофинансирование коллектив добился за первое полугодие текущего года выполнения производственного плана на 109,8%; задания по производительности труда — на 111,9%; плана по услугам населению — на 100,5%.

Работа в условиях новой экономической реформы требует совершенствования всех сфер производственной деятельности, в частности, сбалансированности плана с выделением ресурсов по основным материалам. □

С МАКСИМАЛЬНОЙ УНИФИКАЦИЕЙ

В КАЖДОЙ ПРОЕКТНОЙ РАЗРАБОТКЕ ДОЛЖЕН БЫТЬ ЗАЛОЖЕН ВЫСОКИЙ УРОВЕНЬ ТЕХНОЛОГИЧНОСТИ И ИНДУСТРИАЛЬНОСТИ

П. ПАШКОВ,
инженер

НАИБОЛЕЕ трудоемкие сооружения станционных комплексов, например, вестибюли со служебно-бытовыми помещениями и подстанции, на большинстве метрополитенов до сих пор возводятся по конструктивно устаревшим решениям. Используются мелкоразмерные элементы массой до 10 тс. Продолжается применение шага колонн 4 м, а входы в служебные помещения устраиваются по тоннелям.

Существующая система ускорения проектирования и обеспечения единства объемно-планировочных и конструктивных решений путем создания типовых проектов цельных станционных комплексов не оправдала себя. Необходим качественно новый, более мобильный подход, в частности, разработка рабочих чертежей конструкторской, а по возможности планировочной частей отдельных участков-модулей для каждого сооружения различных типов комплексов с максимальной унификацией.

При этом модули могут быть повторяющимися (например, для платформенного участка) и не повторяющимися (участок лестницы с платформы в вестибюль и т. д.). Их чертежи на стадии рабочей документации можно использовать как прилагаемые к комплекту строительной части и выполнять в виде маркировочных схем модулей со сводными экспликациями конструкций и таблицами объемов по видам работ. Архитектурно-планировочные чертежи, как правило, разрабатываются индивидуально для каждого станционного комплекса или отдельного сооружения и являются исходным заданием для конструкторской части.

Необходимо определить несколько базовых объемно-кон-

структивных решений, отвечающих современным требованиям эксплуатации и нормативам. Примерами могут служить станции Харьковского метрополитена, в частности, «Площадь Восстания» — односводчатая, включая кассовые залы вестибюлей (от дверей до дверей), и колонного типа из объемно-блочных и отдельных элементов в остальной части. Это решение наиболее технологично в исполнении, дает возможность применять минимальное количество конструктивных деталей и полное использовать подземное пространство.

Для колонного станционного комплекса при стесненных условиях строительства может быть принят тип конструкции, аналогичный «Проспекту Ленина» (рис. 1) с размещением части СТП на антресолях платформенного участка. При значительно стесненных условиях строительства

представляется целесообразной в качестве базового решения станция «Плехановская» (рис. 2), позволяющая уменьшить длину комплекса вдвое против линейного расположения.

Возможны и иные варианты, например, с применением «стены в грунте». Унификация при этом должна обеспечить максимальное использование одних и тех же конструктивных элементов и отдельных узлов.

Практика показывает, что без постоянного совершенствования конструкций нельзя наращивать строительные темпы путем снижения трудоемкости. Поэтому на Харьковметрострое этому вопросу уделяется большое внимание. Малотехнологичные конструктивные элементы заменяются по мере износа оснастки на заводе-изготовителе более современными по унификации и универсальности.

Армирование конструкции пассажирской платформы с применением плиты размером 2×10 м выполнено каркасами, отдельно пролетной и консольных частей, изготовление осуществлено в одной опалубке двух типоразмеров — двухконсольной и пролетной на двух опорах. (Дополнительных чертежных работ не требуется). Применение этой плиты сокращает втрое число элементов в конструкции пассажирских платформ колонных и односводчатых станций.

Освоена плита покрытия станций, вестибюлей и пешеходных

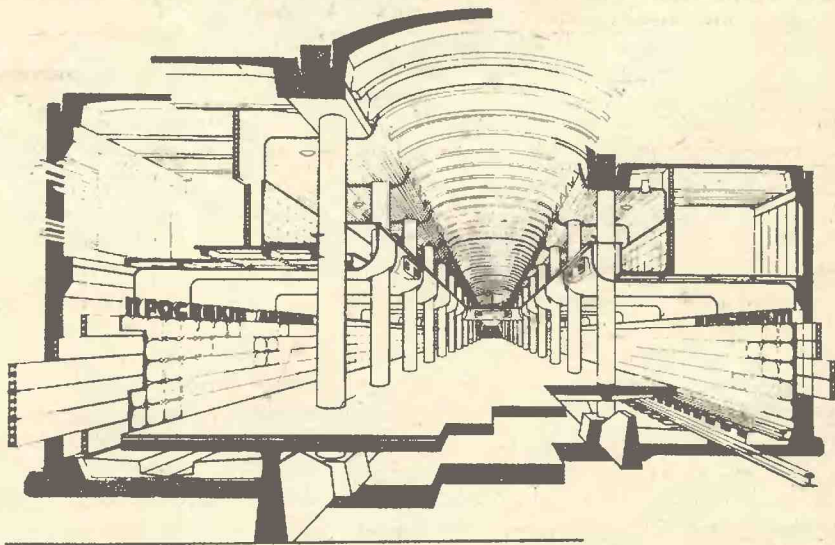


Рис. 1.

тоннелей с изменяющейся формой кессона — круглой, квадратной и многогранной. Аналогичное решение существует для сборно-монолитных перекрытий пролетом до 12 м. Применение цельных лестничных маршей вместо косоуров и плит для образования ступеней лестницы из вестибюля на платформу снижает число конструктивных элементов и монтажных единиц в 2,5 раза. Такие же лестничные марши используют в подулочных пешеходных переходах.

Но для более эффективного повышения технологичности и индустриальности строительства недостаточно совершенствование только отдельных конструктивных элементов. Необходим комплекс работ, включающий улучшение типов односводчатых, колонных и других видов обделок. Например, односводчатая безраспорная, возводимая в котловане, с откосами или с креплением стен, последовательно изменялась от цельномонолитной до полносборной. Если на первом участке 1-й линии Харьковского метрополитена впервые своды конструкции выполнены для трех станционных комплексов из монолитного железобетона с использованием переставной и передвижной опалубок, то на втором участке этой линии для двух комплексов — из сборно-монолитного. На втором участке 2-й линии и в дальнейшем на 3-й — своды полностью сборные, состоящие из пяти монолитно-сопряженных элементов трех типоразмеров (рис. 3). Технично-экономические показатели их на 6 пог. м даны в табл. 1.

Разработанные и внедренные на Харьковском метрополитене объемно-планировочные решения и крупногабаритные конструкции массой до 20 тс с унификацией пролетов и шагов пристанционных сооружений позволили в свое время вдвое сократить количество элементов и их разновидностей.

Дальнейшее совершенствование конструкций колонного типа путем применения объемно-блочных элементов вместо плоских позволило уменьшить их число в среднем еще на 20%, а арматурной стали на 15—18%. Реализация новой обделки типа цельных секций (рис. 4) с общей стенкой двухпутного тоннеля (сочлененные 2 м

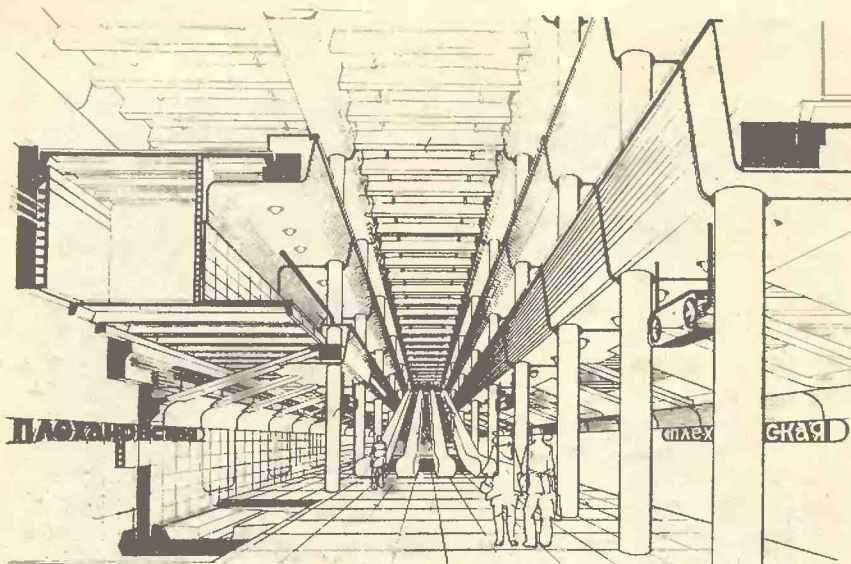


Рис. 2.

Таблица 1

Показатели	Конструкция		
	монолитная	сборно-монолитная	сборная
Расход железобетона, м ³	189* 168	182 158	164 141
Расход арматурной стали, т	30,3 28,7	25 28,4	22,9 21,8
Затраты труда на строительно-монтажные работы, ч/см	104	82	46
Количество монтажных элементов, т. шт.	—	10 (1 тип)	25 (3 типа)

* Данные в числителе и затраты труда на строительно-монтажные работы приведены для конструкции с обратным сводом в лотке, возводимой в обводненных грунтах.

секции) оказалась эффективной, что доказывают данные табл. 2, приведенные на 6 пог. м.

Таблица 2

Показатели	Разделенные секции (6 пог. м) двухпутного тоннеля	Сочлененные секции (6 пог. м) двухпутного тоннеля
	Расход железобетона, м ³	50,4
Расход арматурной стали, т	9,2	7,7
Масса одного элемента, тс	10,6	19
Количество монтажных единиц, шт	12	6

Значительное внимание уделяется совершенствованию объемно-конструктивной схемы пилоновых станций закрытого способа со сборной железобетонной обделкой.

На двух станциях 3-й линии пилоны выполнены сборными, сечением в плане 1,5×2 м вместо традиционного — 3×3 м. Проемы увеличены до 3,75 м; междупутье уменьшено до 21 м (зазоры между обделками боковых и среднего тоннелей — 85 мм). Пилоны образованы линейными элементами заводского изготовления, которые являются частью обделок, причем пилон состоит из 8 элементов — по 4 в тоннеле. Это решение полностью исключает мокрые процессы по устройству пилонов и сокращает затраты труда на каждый на 44 чел.-дн. По эксплуатационным качествам станция со средним тоннелем диаметром 9,5 м приближается к колонной и дает основание считать ее конструкцией нового типа — пилоноколонной.

Разработана документация унифицированного единого фунда-

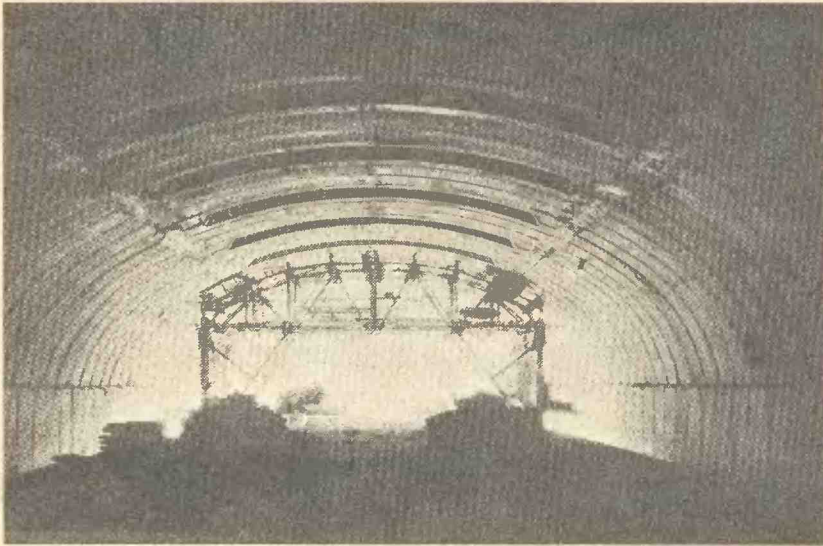


Рис. 3.

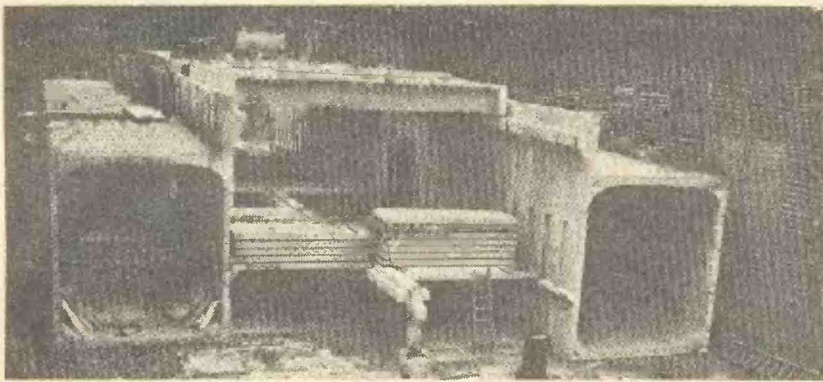


Рис. 4.

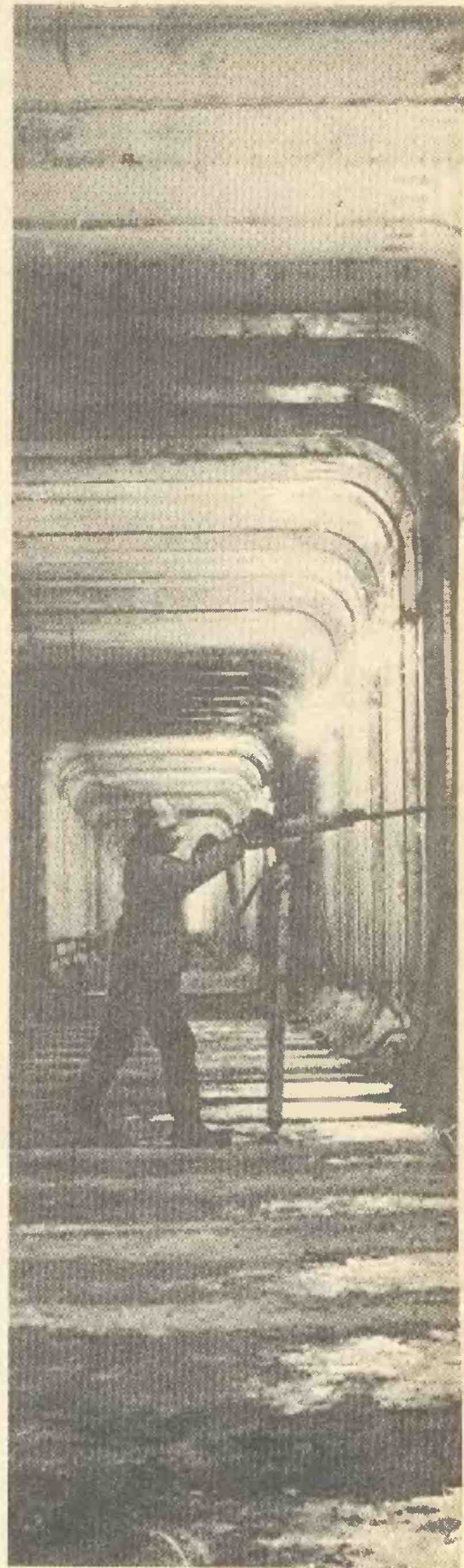
ментного блока для колонных станций, который является одновременно частью конструкции лотка и опорным элементом для колонн и плиты пассажирской платформы. Применение панели путевой стены вместо мелкогабаритных трехпустотных плит в 5—6 раз сократит число монтажных единиц. Плита междуэтажного перекрытия типа 2Т вместо коробчатой позволяет в больших диапазонах изменять его ширину и длину с использованием опалубки одной формы.

Ждет своего внедрения цельная секция подуличных пешеходных переходов, разработанная Метрогипротрансом.

Основной сдерживающий фактор освоения новых конструкций — слабая производственная

мощность стройорганизаций для изготовления новых или модернизации существующих опалубочных форм. Представляется целесообразным создать новое или специализировать существующие предприятия в системе Главтоннельметростроя по выпуску заказной оснастки. Нужен также парк форм для передачи в аренду на изделия, эпизодически применяемые в небольших объемах (например, плиты покрытий вестибюлей с кессонами различной формы).

Необходимость сказанного усугубляется усложнением новой оснастки и повышением требований к точности ее изготовления — по сложности последнего она приближается к нестандартному, а иногда и к серийному технологическому оборудованию. □



Участок ЦСО на второй линии Минского метрополитена.

Фото П. Костромы

ВАРИАНТ ПЕРЕСАДОЧНОГО УЗЛА ГЛУБОКОГО ЗАЛОЖЕНИЯ И МЕТОДА ЕГО СТРОИТЕЛЬСТВА НА ДЕЙСТВУЮЩЕЙ ЛИНИИ

Н. КУЛАГИН,
директор Ленметрогипротранса, канд. техн. наук

В ПРАКТИКЕ строительства метрополитенов бывают случаи, когда на эксплуатируемой линии глубокого заложения, в месте пересечения ее с вновь сооружаемой, без каких-либо предварительных подготовительных работ необходимо возвести без перерыва движения поездов пересадочный узел. Причем желательно при воплощении конструкций, воспринимающих горное давление, сохранить между строящимися и действующими тоннелями охранные породные целики.

Группой авторов Ленметрогипротранса и Ленметростроя предложено конструктивное решение, в котором сделана попытка учесть эти условия и получить удобный в эксплуатации пересадочный узел. Оно базируется на ленинградском опыте строительства однопролетных станций со сводами, обжатых на породу.

Пересадочный комплекс (рис. 1) выполнен с одной общей средней опорой верхних сводов и двумя раздельными боковыми. Железнодорожные пути и пассажирские платформы попутного направления различных линий устроены в двух уровнях под единым сводом. Обделка перегонных тоннелей действующей линии используется в качестве защитно-ограждающей конструкции и опалубки при бетонировании посадочных платформ верхнего яруса — в виде монолитных или сборно-монолитных железобетонных консолей, вплотную прилегающих к обделке действующих тоннелей и соединенных с противоположной стороны с опорами сводов монолитной железобетонной стяжкой — перекрытием под сооружаемыми путями.

Под ними, по всей длине станции, предусмотрены служебные помещения; кабельные коллекторы размещаются под платформами эксплуатируемой линии и в путевых стенах строящейся; СТП могут быть расположены в противоположном от наклонного хода торце каждой станции или — при устройстве наклонных ходов с каждого торца — в отдельных выработках.

Соседние станции одинаковы. Средняя общая опора сводов выполнена в обделке $\varnothing 8,5$ или $9,5$ м. При междупутье на эксплуатируемых тоннелях, равном 25 м, есть возможность получить необходимую ширину опоры, охранные породные целики вокруг действующих сооружений и отточные пути внутри тоннеля

$\varnothing 8,5$ м при бетонировании в нем средней опоры. Боковые опоры выполнены по типу опор существующих односводчатых станций, т. е. забетонированы в тоннелях $\varnothing 5,5$ м. Верхние своды также аналогичны сводам этих станций, из блоков, обжатых в породу; обратные — из монолитного бетона и железобетона (в связи с необходимостью сооружения их по частям под эксплуатируемыми тоннелями). Платформы действующей линии — сборно-монолитные шириной 7,3 м с размещением в их пределах эскалаторов на пересадку 1. Верхние платформы 2 строящегося направления — монолитные шириной 6 м с уширением до 10,5 м в местах примыкания эскалаторов и в торцах станций у наклонного хода.

Компоновка платформ в два яруса позволяет более рационально использовать подсводный стационный объем и получить суммарную ширину двух перронов попутного направления 13,6 м (что на 16% больше, чем на последних односводчатых ленинградских станциях), сократить путь перехода с одной линии на другую, достигнуть выразительного архитектурно-художественного оформления.

Пересадка пассажиров предусматривается с использованием эскалаторов для поездки в попутном направлении с высотой перепада 3,9 м, а в обратном — 6 м,

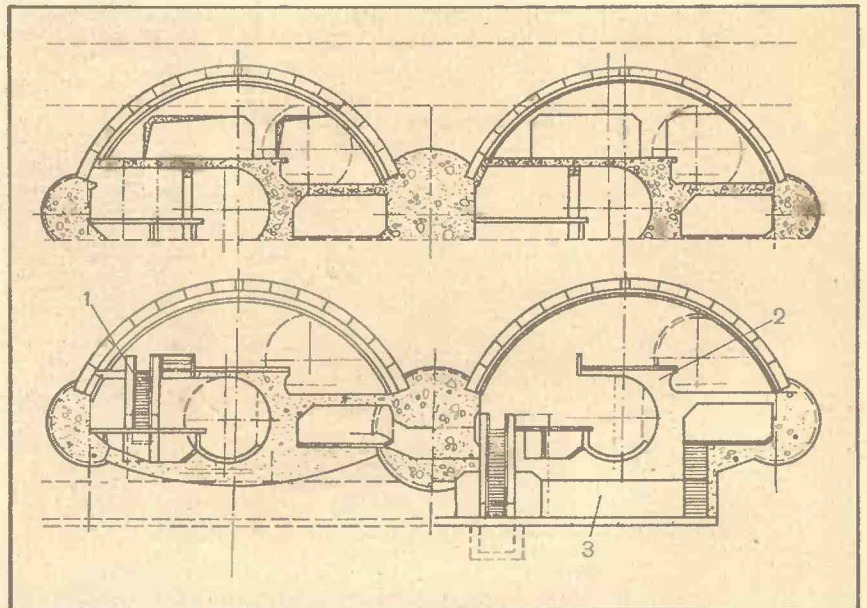


Рис. 1.

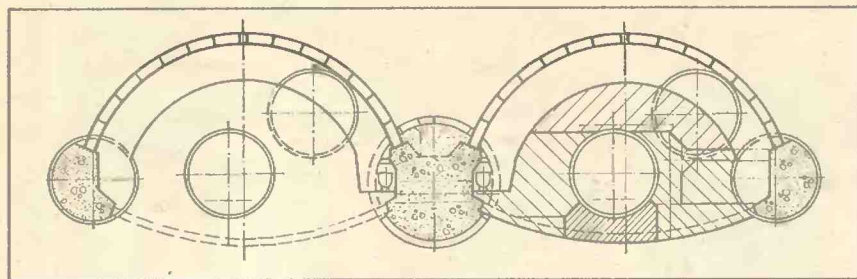


Рис. 2.

а также переходов 3, устраиваемых поперек станций с возможностью соединения с дополнительными наклонными ходами.

Сооружение рассматриваемого пересадочного узла может производиться в такой последовательности (рис. 2):

проходится опорный тоннель \varnothing 5,5 м с сохранением породного целика (3 м до действующего тоннеля) и бетонируется боковая опора свода;

аналогично возводится вторая боковая опора другого свода;

проходится опорный тоннель \varnothing 8,5 м, и в нем бетонируется средняя общая опора двух сводов; при этом также оставляются охраняемые породные целики (4,5—6 м до действующих тоннелей);

с помощью механизированного агрегата АМШ (применительно к ленинградским условиям) или без него устраивается калоттная

прорезь с монтажом свода и разжатием его в породу;

аналогично сооружается свод второй станции также с сохранением породного целика (3 м) над действующими тоннелями;

строятся перегонные тоннели до границы пересадочного узла;

из них на каждой станции разрабатывается верхняя часть породного ядра;

из опорных тоннелей с разборкой в них тубингов временного заполнения штроссами шириной 2,5—3 м разрабатывается грунт ядра, без разборки обделки эксплуатируемого тоннеля. В штроссах бетонируется часть обратного свода и опор платформы верхнего яруса. (Работы ведутся одновременно слева и справа от действующего тоннеля). Для предохранения функционирующих тоннелей от просадок проходка под ними ведется с установкой соответствующего крепления (в самих тоннелях могут быть уложены

разгружающие пакеты, а при движении поездов снижена скорость). Используемая в качестве опалубки при бетонировании опоры платформы верхнего яруса обделка действующего тоннеля раскрепляется с противоположной стороны в опору свода. Работы ведутся одновременно в нескольких штроссах по длине станции, параллельно бетонируется перекрытие под пути;

монтируются водозащитные зонты, сооружается часть платформ нижнего яруса и ведутся другие внутренние строительные, монтажные и отделочные работы;

разбирается часть тубингов действующих тоннелей со стороны платформ нижнего яруса, завершается устройство самих платформ (в ночное время), монтируются междуэтажные эскалаторы.

Для выполнения всех работ (в связи с ведением их в нескольких уровнях как между действующими тоннелями метрополитена, так и по бокам от них) потребуется проходка двух или трех стволов с организацией переподъемов на подходящих выработках. Срок сооружения станционного узла предлагаемой конструкции, по нашей оценке, — 6—7 лет.

Реализация предложенного решения позволит расширить возможности проектировщиков, строителей и эксплуатационников метрополитенов. □

Ученые — производству

♦ Фраза «трамвай не резиновый» похоже скоро совсем исчезнет из обихода. По крайней мере во Франции. Трамвай из винилиновой ткани может действительно растягиваться в длину и достигать более 13 м. Жители парижских пригородов с нетерпением ждут, когда он начнет курсировать между городками Вобиньи и Сен-Сен-Дени.

♦ Выпуск сверхмалого экскаватора DH-0115 начат предприятием «Ставебии стро» в пражском пригороде Зличине. Это гидравлический ковшовый экскаватор с объемом ковша 0,03 м³, т. е. всего в 3—4 ведра. Максимальная глубина копания — 2 м, вынимать землю машина может на высоту 2,2 м. Ширина колеи — 95 см. Масса — 540 кг. К месту работы экскаватор прибывает на буксире, причем вести его может и легковой автомобиль.

Мини-экскаватор имеет широкое применение. Он годится для рытья канав под кабель и различные трубопроводы, ям для установки столбов, из-за своих малых размеров он может работать там, где нет места для более крупной техники или не имеет смысла ее привлекать.

♦ Геофизический радиолокатор, позволяющий выявлять пустоты в пластах каменной соли, создан в Варшавской Военно-технической академии. Обнаружение таких пустот предупредит множество катастроф — обвалов, затоплений, оседания зданий и целых кварталов на поверхности земли. Подземный радиолокатор управляется микропроцессором. Его уже применяют на ряде польских соляных разработок.

♦ Новый класс материалов, получивший название «химически связывающаяся керамика», разработала американская компания «Симмонд ассоушиэйтс» (г. Ланем). Эти материалы имеют во многом схожие свойства с обычной керамикой, но отвердевают при комнатной

температуре. Керамика состоит из композиции порошковых материалов — окислов, силикатов, алюминатов и других веществ, слагающих природные твердые породы. Подобно цементу при смешивании с водой композиция образует прочные химические связи, но в отличие от цемента, который разрушается при давлении 500 кг/см², керамика выдерживает давление в 10 раз больше. Свойства новых материалов можно изменять, добавляя полимеры или армирующие компоненты.

♦ Модульный кирпич, разработанный фирмой «САКМИ», укладывается без цементного раствора, насухую. Только когда кладка достигает уровня междуэтажного перекрытия, в нее подают жидкий цементный раствор. Через имеющиеся в кирпиче вертикальные и горизонтальные отверстия и пазы раствор заполняет кирпичную стенку и прочно скрепляет ее.

Модульный кирпич имеет стандартные размеры 25×12,5×6,25 см, причем эти величины выдерживаются с точностью до десятых долей миллиметра. Кирпич выпускают 15 типоразмеров двух видов — прямоугольные и угловые. В каждом есть сквозное центральное отверстие либо прямоугольная выемка, а также вспомогательные круглые отверстия, в которые при строительстве вставляют пластмассовые штифты для выравнивания кладки. В отверстия и пазы можно вставлять металлическую арматуру для повышения прочностных зданий. В результате, после заполнения кладки цементным раствором, образуется железобетонная структура, охватывающая все сооружение, позволяющая ему выдерживать значительные сейсмические нагрузки.

♦ Представьте себе стометровый воздушный корабль, состоящий из дирижабля и четырех вертолетов, подвешенных к нему при помощи кронштейнов. Этот необычный летающий аппарат, сконструированный в США, предназначен для перевозки тяжелых грузов. Чаша дирижабля наполнена таким количеством гелия, что в силах перенести по воздуху грузный поезд. Во время первого полета летающий подъемный кран переносит балласт весом 20 т.

ПОВЫШЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ СООРУЖЕНИЯ СТАНЦИЙ И КАМЕР СЪЕЗДОВ НА ЭКСПЛУАТИРУЕМЫХ ЛИНИЯХ

Г. МОЛОДЦОВ, Б. ХИХЛУХА,
инженеры

ПРИ ПЕРЕСЕЧЕНИИ строящейся линии метрополитена с участком действующего перегонного тоннеля между двумя станциями для создания пересадочного комплекса требуется сооружение новой станции. Так, на Горьковско-Замоскворецкой линии Московского метро на стыке ее со Ждановско-Краснопресненской и Серпуховско-Тимирязевской была построена станция «Горьковская».

В перспективе возведение пересадочных станций «Площадь Коммуны» на пересечении Кольцевой линии со строящейся Люблинско-Дмитровской, «Полянка» — на Калужско-Рижской у одноименной станции Серпуховско-Тимирязевской, «Хмельницкая» — на Арбатско-Покровской линии рядом с одноименными станциями «Площадь Ногина» Ждановско-Краснопресненской и Калужско-Рижской линий.

При строительстве «Горьковской»*, впервые в практике отечественного метростроения осуществлении на действующей линии без перерыва движения поездов и без нарушения нормальной эксплуатации метрополитена, проходка боковых станционных тоннелей над действующими перегонными велась в такой последовательности:

проходили штольни под опоры сводов, устанавливали металлоизоляцию и арматуру опор, бетонировали их; разрабатывали сводовую часть станционных тоннелей до уровня верха опор с одновременным монтажом обделки специальными дугвыми тубингоукладчиками; выбирали грунт до лотка тоннелей, устраивали металлоизоляцию и арматуру и бетонировали их. На завершающем этапе демон-

тировали обделку действующих перегонных тоннелей.

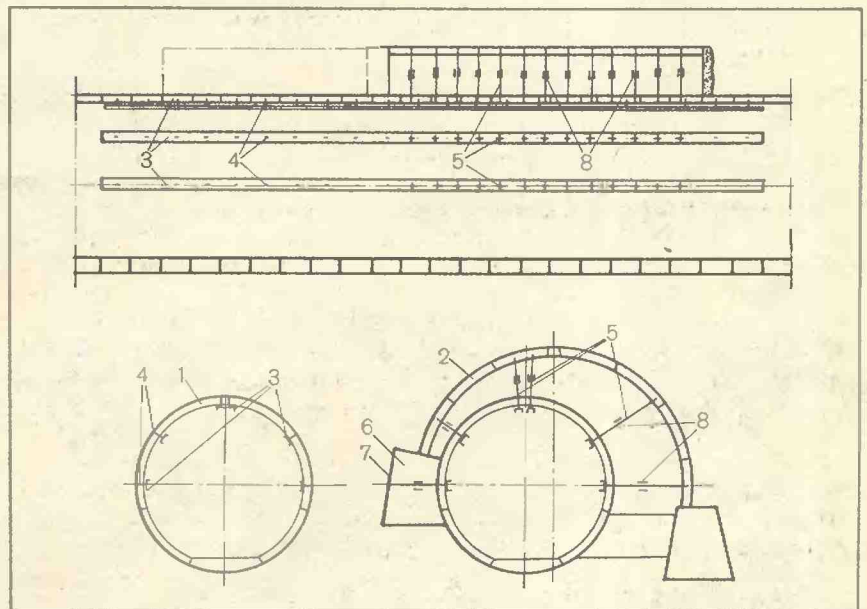
Благодаря достаточно жесткой конструкции перегонных тоннелей, состоящей из чугунных тубингов с болтовыми связями в стыках, равнопрочными основному сечению элементов и практически обеспечивающими сплошность работы обделки, проходка осуществлена без особых осложнений. Однако и в этом случае при раскрытии станционных тоннелей из-за неравномерности перераспределения нагрузок наблюдались деформации обделок перегонных, приводящие к образованию трещин и выколам в ребрах тубингов и к срезке болтов. Во избежание этого были исключены взрывные работы, а разработку грунта вели отбойными молотками или гидроклинком. Чтобы не допустить попадания на рельсы срезанных бол-

тов и отколотых кусков тубингов, в своде предусмотрели страховочную металлическую сетку.

Аналогично ведется сооружение камер съездов на примыкающих соединительных веток к действующим линиям (за исключением сборки обделки камер — при помощи лебедок и комплекта монтажных блоков).

При возведении станций и камер съездов на действующих линиях могут возникнуть осложнения, если обделка перегонных тоннелей смонтирована из железобетонных блоков без связей на межкольцевых стыках и лишь с монтажными шпильками — на продольных. Такая ситуация будет иметь место при сооружении станции «Полянка» на Калужско-Рижской линии Московского метрополитена.

При строительстве камеры съез-



1 — обделка действующего тоннеля; 2 — то же, строящегося; 3 — продольные балки; 4 — анкерные болты; 5 — тяги-распорки; 6 — штольня-опоры; 7 — крепление штолен; 8 — винтовые муфты.

* «Метрострой» № 4 и № 6, 1979; «Техника молодежи» № 3, 1979.

дов соединительной ветки Серпуховского радиуса на примыкании к связующей ветке Калужской и Кольцевой линий на участке проходки предусматривалась установка объемлющих подхватывающих металлических рам (одна—две на кольцо) для обеспечения устойчивости сборной железобетонной обделки. Однако, учитывая, что этот процесс трудновыполним как в действующем тоннеле, так и на соединительной ветке с ограниченным движением поездов, на этой ветке на период сооружения камеры были установлены сплошные жесткие подхватывающие рамы, а движение поездов прекращено.

Чтобы сохранить сборную обделку действующего тоннеля и обеспечить безопасность движения поездов во время проходки боковых станционных тоннелей или

камеры съездов, предлагается перед началом работ к обделке действующего тоннеля прикрепить продольные балки, которые затем крепят к обделке строящегося при помощи тяг-распорок (см. рисунок).

Балки выполняют из двутавров или швеллеров и крепятся к блокам анкерными болтами — не менее двух к каждому. Концы балок выводят за пределы проходимого сечения на 2—3 кольца. По мере проходки продольные балки через специально пробуренные отверстия в обделке действующего тоннеля крепятся к обделке выработки при помощи тяг-распорок. Каждая из них состоит из двух элементов, соединенных между собой регулирующей винтовой муфтой. Регулировка производится на основании данных маршейдерской службы, что обеспечивает

стабильное положение обделки действующего тоннеля.

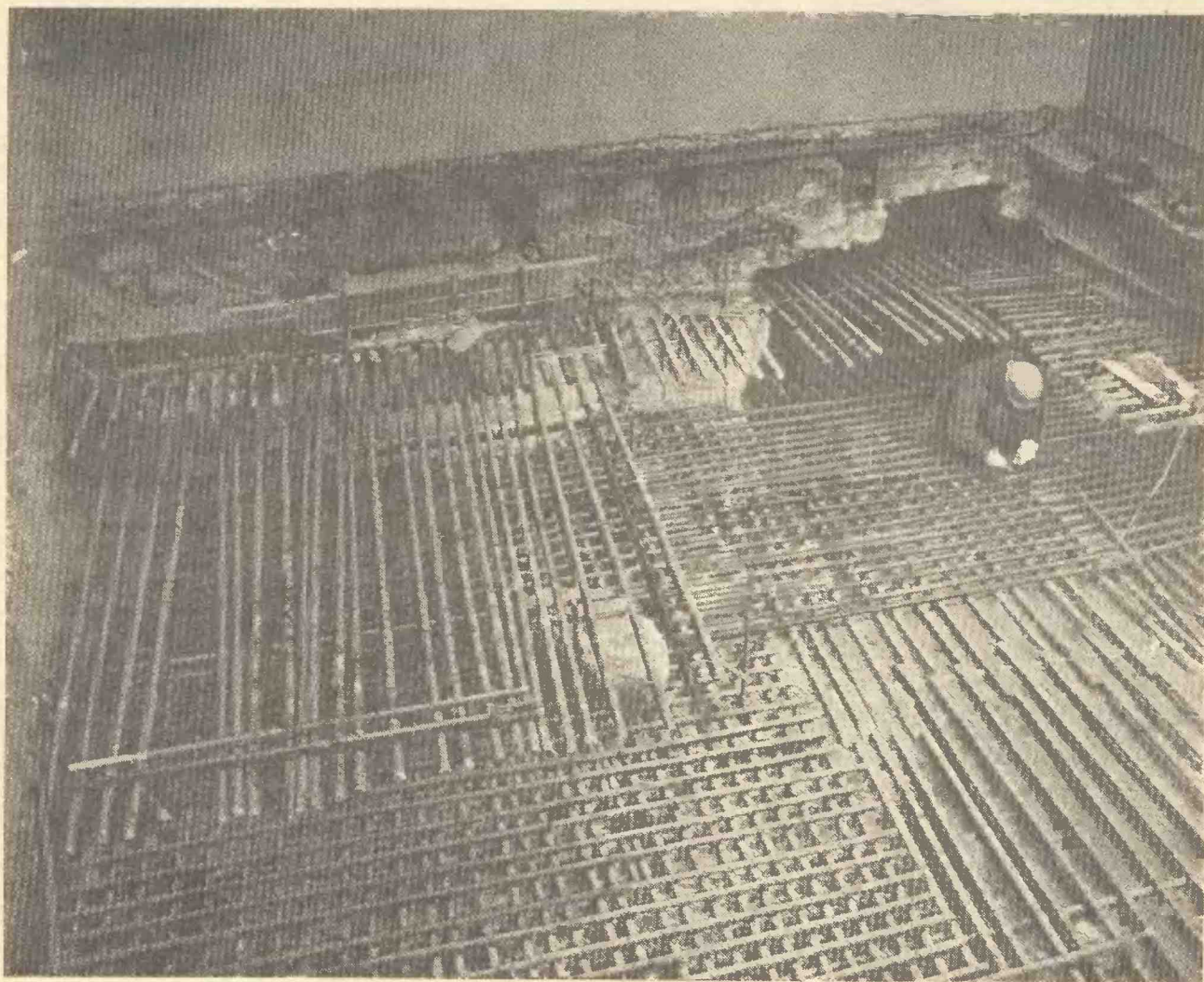
Технологическая последовательность в этом случае аналогична описанной при сооружении бокового тоннеля «Горьковской». После проходки демонтируют обделку действующего тоннеля, продольные балки и тяги-распорки.

Предлагаемое решение по сооружению боковых станционных тоннелей и камер съездов на действующих линиях метрополитена позволяет:

создать надежное крепление обделки действующего перегонного тоннеля на период сооружения тоннеля большого сечения, предотвращающее ее деформации;

сократить работы в действующем тоннеле в ночное время;

обеспечить безопасность движения поездов и сохранность устройств метрополитена. □



Укрепление фундамента здания, где пройдут перегонные тоннели второй линии Минского метро.

Фото П. Костромы

О ПРОТИВОПОЖАРНЫХ ТРЕБОВАНИЯХ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ МЕТРОПОЛИТЕНА

В. КЛИМОВ, гл. специалист Ленметрогипротранса;
А. АЛЕКСЕЕВ, начальник технического отдела

ВВЕДЕННЫ в действие с 1 июля 1988 г. «Изменения к СНиП II-40-80, метрополитены», разработанные Метрогипротрансом с участием ВНИИЖТа и ЦНИИСа и с учетом замечаний и предложений Ленметрогипротранса и ЛФ ВНИИПО.

Внесены поправки и дополнения в четыре раздела СНиП (наибольшие изменения и дополнения — в разделы «Вентиляция, теплоснабжение, отопление, водоснабжение, водоотвод, канализация» и «Противопожарные требования» и в меньшей мере — «Станции, вестибюли» и «Электрооборудование»).

Однако, практически используя «Изменения», проектировщики встретились с рядом вопросов, требующих разъяснения.

Так, согласно п. 7.3, «система тоннельной вентиляции в комплексе с другими инженерно-техническими мероприятиями должна обеспечивать во время пожара эффективную противодымную защиту путей эвакуации». Такая формулировка позволяет дискутировать об «инженерно-технических мероприятиях», т. е. не дает четкого определения требованиям при внедрении в проект. Анализируя его, специалисты берут за основу те мероприятия, которые обеспечивают подачу воздуха по наклонному ходу навстречу эвакуируемым пассажиропотокам. При этом реализуются меры, предусмотренные «Инструкцией о порядке действия работников и режимах работы шахт тоннельной вентиляции...», утвержденной МПС в 1982 г., и п. 12.25. Хотелось бы получить точное и определенное требование и рекомендации, обеспечивающие его выполнение.

Согласно п. 12.2, строительные конструкции подземных сооружений метрополитена должны выполняться из негорючих материалов в пределах огнестойкости, указанных в «Изменениях». Используя по этому пункту «Пособие по определению пределов огнестойкости» ЦНИИСК им. Кучеренко (1985 г.), трудно рекомендовать Метрострою соответствующие материалы. В связи с этим в замечаниях к первой редакции «Изменений» Ленметрогипротрансом внесены предложения о дополнении его «Приложением», где предлагались бы современные огнестойкие материалы.

На конференции 1987 г. «Оценка пожарной опасности строительных материалов» Л. С. Ланцова, Э. В. Ани и др. показала полезную работу с

полимерными материалами. Хотелось бы найти и пользоваться справочными данными по строительным материалам, сведенными в «Пособие» для организаций, занимающихся проектированием объектов типа метро.

В статье «Защита объектов автоматическими противопожарными системами» М. Ф. Шайтанов касается проблемы допускаемых проектировщиками ошибок. Надо, чтобы в предлагаемые «Изменениями» пункты 12.22, 12.23, 12.24 и 12.25 была внесена полная ясность. Это, во-первых, определение вида установок пожаротушения (в зависимости от применяемых средств), проектируемых, согласно п. 12.23, в кабельных коллекторах, подвалах и т. д., а также защита подбаллюстрадных пространств, машинных помещений, натяжных камер эскалаторов и оборотных тупиков; во-вторых, — АСОП подземных сооружений. Необходимо уточнить типы датчиков, устанавливаемых в помещениях метрополитенов, так как «Требования к выбору и размещению АСОП в подземных сооружениях» (1985 г.) нуждаются в совершенствовании и согласовании с разработчиками.

Анализируя п. 12.6, абзац 2, о водоотводящих зондах и требовании выполнения их из негорючих материалов, задаемся старым вопросом: какие покрытия (негорючие) можно применять в их конструкции при обязательном использовании в технологии гидроизоляционных материалов. То же можно сказать и о сложности использования негорючих материалов для деформационных швов.

Действующее сегодня в проектных организациях «Руководство по определению категорий и классов пожаро- и взрывоопасности основных производств предприятий и объектов метрополитенов» (1980 г.) не удовлетворяет требованиям ОНТП 24-86 по ряду вопросов, вызывая расхождения у проектировщиков. Желательно обновить «Руководство» силами одной из наиболее специализированных организаций. «Изменения» содержат пункты об автоматике систем вентиляции и вопросы, касающиеся «телесигнала» о пожаре (п. 12.26), а также оборудования станций и оборотных тупиков громкоговорящей системой оповещения (п. 12.27, 12.33). Для уточнения их нужны практические рекомендации специалистов, в частности, при определении мест установки систем и соответствия технических условий применяемой пожарной техники. □

НЕОТВРАТИМЫЕ УРОКИ*

ТРАВМАТИЗМ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ
ОБЪЕКТОВ КОТЛОНаДЗОРАВ. ТОРГАЛОВ,
гл. технолог Главтоннельметростроя

УСТАНОВКИ, работающие под давлением (паровые котлы, компрессоры, воздухохраники и др.), а также подъемно-транспортная техника и съемные захватные приспособления достаточно сложны в техническом отношении и обслуживании.

Объектами повышенной опасности являются грузоподъемные краны. Известно, что значительная часть их (около половины) отработала нормативный срок службы; при этом в элементах металлоконструкций накапливаются усталостные явления, которые могут привести к внезапным нарушениям и аварийным ситуациям. Большинство грузоподъемных машин продолжительное время функционирует на открытом воздухе, что также ослабляет их выносливость и надежность. Для предотвращения возможного возникновения неблагоприятной обстановки необходимо периодически осуществлять тщательный профилактический осмотр машин. Возможность их дальнейшего использования определяет комиссия с участием компетентных представителей специализированных организаций, учитывающая интенсивность и степень эксплуатации механизма по грузоподъемности, длительность приложения перекосных нагрузок и т. п.

Козловые и башенные краны задействованы большей частью на временных, подверженных сезонному влиянию грунтовых условиях путей, и отклонения их плано-высотных отметок часто превышают допуски. Поэтому так важно своевременно и качественно проводить специальную инструментальную съемку.

Для предупреждения схода кранов с рельсового пути устанавливают тупиковые упоры, которые имеют ряд существенных недостатков: значительная масса (97 кг); сложность и трудоемкость в изготовлении (33 детали); недолговечность в эксплуатации (3—5 лет); затруднения в перемещении и установке.

Специалистами Главмосстроя создан облегченный (13,5 кг) безударный тупиковый упор с иным принципом работы: кинетическая энергия движущегося крана расходуется на плавный его подъем по наклонной плоскости.

Новый упор представляет собой сварную конструкцию с двумя прижимами для крепления к рель-

су и разводками для раскрытия щек захвата ходовой тележки. Устанавливается упор так, чтобы его наклонная поверхность была направлена в сторону тележки, и крепится стандартным гаечным ключом. При приближении ее к тупиковому упору разводки раскрывают щеки захвата: кран наезжает на тупик и плавно останавливается.

Во избежание повреждения или опрокидывания крана необходима обязательная его установка на захваты даже при кратковременной отлучке машиниста. Известен случай, когда снятый с них на время текущего ремонта ККТС-20, обладающий большой парусностью, был подхвачен порывом ветра. Во время самопроизвольного движения от перекоса одна из «легких» ног механизма подвернулась и возникла угроза падения многотонной махины на подготовленную к сдаче станцию метрополитена. Лишь оперативные и умелые действия строителей предотвратили непредсказуемое.

Согласно действующим правилам руководители организаций обязаны обеспечить содержание грузоподъемных машин и съемного оборудования в исправном состоянии, для чего назначаются ответственные из числа ИТР. За обеспечение безопасного перемещения грузов на каждом участке в течение каждой смены отвечает только один человек. Его фамилия, имя, отчество и должность должны быть четко выписаны на табличке и вывешены в месте производства работ.

Половина несчастных случаев происходит из-за отсутствия или неисправности приборов безопасности и предохранительных устройств, особенно ограничителей грузоподъемности и автоматических сигнализаторов напряжения; треть — из-за допуска к эксплуатации персонала, не прошедшего проверку знаний; в остальном из-за работ вблизи ЛЭП без наряда-допуска, нахождения людей в опасной зоне, применения неисправных приспособлений, нечеткой организации надзора.

При строительстве участка железнодорожного пути укладку стрелочного перевода производили краном, находившимся в технически неудовлетворительном состоянии: выносные упоры не были установлены, блокировочное устройство ограничителя грузоподъемности оказалось неисправно. Это привело к тому, что кран потерял устойчивость и опрокинулся.

Другой случай произошел на полигоне завода железобетонных конструкций при выгрузке из пропарочной камеры готовой продукции. В ходе служебного расследования установлено, что руководство цеха допустило к работе с башенным краном и приспособлениями машиниста и формовщиков, не прошедших обучения по правилам ТБ. Принятый технологическим процессом порядок выгрузки был нарушен. Кран к тому же не был освидетельствован и зарегистрирован в инспекции котлонадзора. В результате один из формовщиков тяжело травмирован.

Основные нарушения — неправильная строповка груза и нахождение людей в опасной зоне.

Особенно «коварны» при перемещении грузы плоские и длинномерные и со смещенным центром тяжести.

* Начало см. в «Метрострое» №№ 2—6, 1988.

На складе одного из промпредприятий произошло несчастье с грузчиком, которому поручили работу стропальщика. Застропив пачку листового металла с нарушением, он из опасной зоны не удался. Крановщик, подняв груз, переместил его и начал спуск на платформу автомобиля. Из-за неумелого маневра машиниста металл лег со смещением на 300—400 мм относительно продольной оси машины. Платформа накренилась, часть листов резки скользнула в сторону штабеля, где стоял грузчик. Итог подвели врачи: ампутация правой ноги.

Нелепый случай произошел при перемещении башенным краном пакета досок, строповка которого проводилась примитивно. Рабочий взял подвернувшийся отрезок каната, опоясал им пакет и завязал узлом. Свободные концы прикрутил проволокой к стропу своей «конструкции». Навесив все это на крюк, он отправился к месту приема. Во время движения груз над ним сорвался, так как крюк был навешен на один из свободных концов каната.

При укладке плит в котловане строящегося промышленного объекта обнаружилось, что одна из них уложена с перекосом. Рабочие решили при помощи крана поднять ее, чтобы подсыпать песчаную подушку. Во время этой операции канат стрелы оборвался и последняя упала, задев одного из рабочих. Были допущены и перегруз, и нахождение людей в опасной зоне. Вина крановщика очевидна.

Известны факты травмирования кранами работающих из-за входа их в негабаритную зону. Нужны предупреждающие знаки.

Таким образом, при эксплуатации грузоподъемных механизмов необходимо:

правильное назначение приказами ответственных по надзору за обеспечением безопасного состояния машин и четким выполнением перемещения грузов;

своевременное освидетельствование и регистрация кранов;

наличие и исправность соответствующих приборов и предохранительных устройств;

удовлетворительное техническое состояние и безопасная эксплуатация съемных захватных приспособлений и тары;

осуществление периодической проверки знаний и аттестации руководителей, инженерно-технических работников и обслуживающего персонала;

повышение ответственности машинистов.

Не менее категоричны требования правил устройства и безопасной эксплуатации установок, работающих под давлением. Если при использовании компрессоров положение сравнительно благополучно, то при потреблении, в частности, сжатого воздуха неприятности происходят достаточно часто.

Так, при установке опалубки для возведения монолитной конструкции в подземной горной выработке необходимо было пробурить несколько шпуров под стержневую арматуру. Оказалось, что воздухоподводящий шланг для подключения перфоратора к вентилю трубопровода короток. Тогда один из «инициативных» проходчиков решил использовать в качестве удлинителя металлическую емкость — бак для воды, снятый с автобетоносмесителя. После включения в сеть сжатого воздуха и наполнения она не выдержала создавшегося давлe-

ния. Сорванная торцевая крышка ударила незадачливого рационализатора.

Другой случай произошел при торкретировании обделки гидротехнического тоннеля. Во время подачи сжатого воздуха в аппарат произошел разрыв дополнительно установленной емкости. Оторвавшееся днище травмировало рабочего. Впоследствии установлено, что для обеспечения принудительной подачи воды под необходимым напором по указанно начальника участка емкость изготовили из отрезка стальной трубы диаметром 800 мм и длиной 3 м. Технический уровень ее исполнения был низким: сварка швов некачественная; испытания проведены на полутонное давление от нормативного. Указанные операции производились без технической документации и разрешения органов котлонадзора.

Известны также факты обрыва гибких воздухоподводящих шлангов в месте присоединения к машинам с пневматическим приводом в результате длительной эксплуатации под воздействием знакопеременных нагрузок, примесей масла в сжатом воздухе и т. д. Внешним осмотром обнаружить такие повреждения трудно (особенно на импортном оборудовании, где шланги зачастую армированы стальной защитной сеткой и их концы в месте подвода к пневмомашине не крепят цепочкой или тросиком к неподвижным жестким опорам).

Как показывает практика, взрывоопасными являются емкости для хранения цемента при подводе к ним сжатого воздуха. Так, при попытке обрушить с помощью последнего цементную пробку сорванной крышкой емкости был травмирован поднявшийся на нее рабочий. Подобное имело место и при выгрузке цемента из цистерны пневматическим способом. Когда разгрузочное устройство засорилось, мастер смены не обратил внимания на показание манометра и дал задание открыть крышку люка. При его выполнении дежурного слесаря отбросило и травмировало. Крышка оказалась самодельной, а предохранительный клапан неисправным.

В разное время, но с одинаковым исходом произошли несчастные случаи во время сварочных операций в закрытом сосуде и при замене вентиля цистерны. В первом случае слесарь паяльной лампой отогревал патрубков аппарата со взрывоопасной жидкостью. Во втором — цистерну поставили на ремонт, не очистив от остатков нефти и газа, а рабочие, которых не проинструктировали, применили открытый огонь.

В одной из организаций в работу принимали паровой котел КВ-300, который не имел: паспорта, инструкции по эксплуатации, манометра, предохранительного клапана для сброса взрывной волны в топочном устройстве (котел был снабжен рычажным клапаном).

Для обслуживания котла были направлены слесарь и кочегары, не прошедшие соответствующего обучения и не получившие удостоверения. Запуск его в работу по указанию прораба производил слесарь, который установил манометр со шкалой в системе единиц СИ в мегапаскалях (ошибочно приняв их за кгс/см²). Поскольку давление КВ-300 составляет 0,7 кгс/см² (0,07 МПа), с целью доведения

ПНЕВМОПРОБОЙНИКИ — В МЕТРОСТРОЕНИЕ

А. КОСТЫЛЕВ, проф., д-р техн. наук;
К. ГУРКОВ, В. КЛИМАШКО, В. ПЛАВСКИХ, Н. ЧЕПУРНОЙ,
кандидаты техн. наук

ПОЛУЧИВШИЕ широкое распространение как принципиально новый класс машин для проходки скважин в уплотняемых грунтах и забивания в них стальных труб пневмопробойники (см. таблицу) серийно выпускаются одесским заводом СОМ и минским ПО «Строймаш».

Таблица

Модель	Технические данные			Габаритные размеры, мм		Масса, кг
	диаметр скважины, мм		диаметр забиваемых труб, мм	длина	диаметр	
	без расширителя	с расширителем				
ИП-4610	55	—	—	1500	55	14
СО-144	71	100 и 120	—	1350	71	28
ИП-4605А	95	180	—	1500	95	55
ИП-4603А	130	200	до 150	1500	130	90
СО-134А	155	245	до 300	1700	155	150
СО-166	—	—	до 530	1710	235	370
М-200	—	—	до 720	2265	262	710
М-400	—	—	до 1400	2590	400	1600

На пневмопробойники, разработанные Институтом горного дела СО АН СССР, получены десятки авторских свидетельств и зарубежных патентов, продано 10 лицензий в США, ФРГ и Францию.

Опыт по эффективному применению этих механизмов накоплен трестом «Мосоргпромстрой» Главмоспромстроя. Здесь с помощью пневмопробойников выполняются:

проходка горизонтальных и наклонных скважин;

то же, вертикальных скважин как сверху вниз, так и снизу вверх;

забивка и извлечение стальных труб;
затягивание асбестоцементных (или полиэтиленовых) труб в скважины;
формование их в грунте;
изготовление набивных свай;
устройство дренажа;
глубинное уплотнение грунта;
забивка и извлечение шпунта и электродов заземления.

Интересен также опыт бестраншейной прокладки подземных коммуникаций с помощью пневмопробойников экспериментально-строительного участка «Оргтехстрой» Главновосибирскстроя, который ежегодно укладывает этим способом от 4 до 6 км кожухов и трубопроводов. Средняя длина проходки равна 20—25 м, максимальная — до 80 м. Диаметры забиваемых в грунт труб от 108 до 720 мм.

На строительстве Новосибирского метрополитена СибЦНИИС МПС совместно с ИГД СО АН СССР проведены промышленные испытания нескольких вариантов устройства грунтовых анкеров с использованием пневмопробойников для крепления котлована станции «Октябрьская». В результате проверки установлено, что анкера надежно обеспечивают устойчивость бортов котлованов. После отработки обнаружена значительная экономия средств и металла. Сокращаются сроки строительства.

ИГД СО АН СССР заключает договора с предприятиями и организациями на совместную разработку и постановку в серийное производство новых пневмопробойников с повышенными показателями технического уровня и качества; на научные исследования и создание усовершенствованных технологий, оснастки и различных приспособлений; на консультацию и обучение специалистов.

Адрес института: 630091, Новосибирск-91, Красный проспект, 54. □

его до указанной отметки слесарь передвинул груз на предохранительном клапане до отказа — вывел клапан из рабочего состояния. При давлении пара около 0,2 МПа в топке и поддувале взорвался газ жидкого топлива, а затем и сам котел.

Из приведенных фактов видно, что основными

причинами аварий на объектах котлонадзора являются: допуск к обслуживанию необученного и не аттестованного персонала; эксплуатация оборудования, не соответствующего требованиям безопасности; применение самодельных устройств и приспособлений. □

НА ПРОХОДЧЕСКИХ, монтажных, гидроизоляционных, ремонтно-эксплуатационных и других работах получили распространение приставные переносные лестницы с параллельно расположенными и уширенными книзу тетивами из стали и древесины, изготавливаемые, как правило, в условиях стройплощадок.

Противоречивость требований действующих нормативных документов, отсутствие систематизированных материалов по расчету конструкций приводят к тому, что их габариты и масса изменяются в широких пределах, что зачастую не способствует технологичности и безопасности в эксплуатации.

Выбор рациональной конструктивной формы, соответствующей функциональным особенностям человека, определяется ее размерами (включая шаг ступеней), сечением, узловыми соединениями и материалом.

Длина лестницы должна быть кратной модулю, равному шагу ступеней (максимальная в соответствии с ГОСТ 12.2.012-75 — не более 5 м). Промежуточные значения стандартами не устанавливаются, их назначают из условия рационального выбора типажа, позволяющего повысить серийность выпуска, расширить возможности механизации и улучшить качество изготовления.

Применительно к метростроению рациональны лестницы длиной 3, 4 и 5 м. Ширину их следует определять с учетом удобного и безопасного положения рук и ног на ступенях.

Оптимальна конструкция шириной между тетивами 0,45 м. Угол обзора по свободной длине ступени при движении по лестнице — 22—30°. Шаг ступеней 0,15—0,25 м по ГОСТ 12.2.012-75 удовлетворяет этим требованиям. Однако на практике редко случается использовать нижний предел и промежуточные значения. Поэтому следует ограничиться модулем 0,25 м по всей длине для уменьшения массы и повышения технологичности применения лестниц.

Проверка устойчивости последних с параллельным расположением тетивы показала, что они удовлетворяют требованиям безопасности, более компактны (это важно в стесненных условиях) и менее трудоемки в изготовлении, чем трапециевидные.

Нормой для установления предельно допустимого значения массы лестницы может стать величина груза в 20 кг (перемещаемого вручную на расстояние до 25 м при весе рабочего до 80 кг).

О РАЦИОНАЛЬНОЙ ЛЕСТНИЧНОЙ КОНСТРУКЦИИ

И. НЕСТЕРЕНКО, В. ПАРФЕНОВ,
инженеры

Динамические нагрузки вызывают колебания лестницы с возрастающими амплитудами. Конструкции из стали, древесины и алюминиевых сплавов, обеспечивая несущую способность по прочности, могут иметь прогибы в 1/50—1/100 длины, что значительно превышает допустимые. Лестницы с относительным прогибом 1/150 от длины менее «чувствительны» к динамическим воздействиям.

Наблюдаемые перемещения узлов лестницы в плоскости решетки, перекосы создают напряжение неустойчивого равновесия.

Жесткость лестницы как безраскосной фермы под действием сдвигающих сил крайне незначительна и определяется сопротивлением изгибу от воздействующих узловых моментов и податливостью узлов. Поскольку погонная жесткость ступеней много меньше погонной жесткости тетивы, величина момента может иметь большие значения. Напряжения изгиба в ступенях снижают применением рациональных сечений с распределением материала в соответствии с их величиной и направлением. Так как при изгибе сечение работает крайними точками, расположенными в плоскости действия нагрузки, и по мере приближения к нейтральной оси напряжения снижаются до нуля, кольцевые ступени неэкономичны. Практика выполнения ступеней из круга или трубы в еще большей степени нецелесообразна по условиям эксплуатации: отшлифованная и загрязненная со временем производственными маслами и жирами скользкая опорная поверхность становится причиной травм.

Что касается выбора материала, проектный анализ конструкций, устанавливаемых с углом наклона 75° и расчетной нагрузкой 1200 Н, разработанных СКТБ ГТМ, показал (см. таблицу), что применение малоуглеродистой стали (обыкновенного ка-

Таблица

Характеристика	Лестница											
	деревянная с металлическим наконечником			деревянная с резиновым наконечником			металлическая с металлическим наконечником			металлическая с резиновым наконечником		
Ширина ступени, м	0,45											
Шаг ступеней, м	0,25											
Их количество	11	15	19	11	15	19	11	15	19	11	15	19
Габариты, м:												
длина	3	4	5	3	4	5	3	4	5	3	4	5
ширина	0,546	0,546	0,546	0,546	0,546	0,546	0,527	0,527	0,527	0,527	0,527	0,527
толщина	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,075	0,075	0,075	0,075	0,075	0,075
Масса, кг	14,4	20,4	28,2	14,2	20,2	28	21	24	35	20,5	23,5	34,5

УСТОЙЧИВОСТЬ ЗААНКЕРЕННЫХ ОГРАЖДЕНИЙ КОТЛОВАНА

И. МАЛЫЙ,
инженер

ПОТЕРЯ общей устойчивости ограждения — обрушение вместе с окружающим массивом грунта — одно из наиболее сложных аварийных состояний крепления. Его возникновение вероятнее для глубоких котлованов, при разнообразии видов грунтов в основании, а также расположении стенки на откосе или крутоспадающих пластах породного массива.

Поэтому для заанкеренных конструкций наряду с расчетом устойчивости их по так называемым «глубоким» плоскостям, условно проходящим через основание ограждения и центр заделки анкера*, необходимо выполнять проверку этого свойства по некоторым криволинейным плоскостям скольжения. В качестве последних обычно принимают цилиндрические, определяемые наиболее простыми уравнениями (логарифмические спирали, параболы и т. д.). Для тонких подпорных стен наиболее подходящим является метод круглоцилиндрических поверхностей скольжения. Это подтверждается опытными данными об их форме при оползнях вращения и многочисленными замерами в натуре. Самое невыгодное положение поверхности находится расчетом.

Наличие анкерного крепления вносит коррективы в известный метод определения устойчивости подпорных стен и оснований по круглоцилиндрическим поверхностям скольжения.

При расчете ограждения с многоярусным креплением исходит из предположения, что подпорная его стенка через анкеры объединена с массивом грунта за ней в единый монолит, который при потере устойчивости оползает по криволинейной поверхности скольжения. Это обосновывается тем, что при такой схеме нагрузка на анкеры не увеличивается и не превышает

* См. «Метрострой» № 3, 1979.

чества с гнутым профилем рационального сечения) не позволяет рекомендовать лестницы длиной более 3 м. Использование стали повышенной прочности приводит не столько к снижению массы, сколько к повышению трудоемкости и стоимости изготовления. Это объясняется ограниченностью сортов материалов и невозможностью реализовать в полной мере (сечение основных элементов, имеющих большую длину, определяется предельным состоянием по деформациям) достоинства прочностных характеристик высокопрочных материалов.

Применение древесины хвойных пород плотностью $\gamma = 0,6 \text{ т/м}^3$ позволяет, не превышая предельно допустимого значения массы, удлинить лестницу до 4 м. Относительная непрочность, пластич-

ность и хорошая делимость материала создают предпосылки для обработки и получения требуемых профилей. Трудоемкость и стоимость изготовления деревянных лестниц в значительной степени ниже, чем стальных.

Эффективны алюминиевые сплавы различных марок, обладающие малой плотностью, $\gamma = 2,7\text{—}2,8 \text{ т/м}^3$, достаточно высокой несущей способностью и неплохими эстетическими данными. Прессованные профили двутаврового и швеллерного сечений из сплавов АМ_п, АМ_г2 и др. свободно поддаются механической обработке, легко свариваются и дают возможность оформлять узловое соединения без дополнительных деталей (масса 5-м лестницы из этих сплавов не превышает 20 кг). □

ность и хорошая делимость материала создают предпосылки для обработки и получения требуемых профилей. Трудоемкость и стоимость изготовления деревянных лестниц в значительной степени ниже, чем стальных.

Эффективны алюминиевые сплавы различных марок, обладающие малой плотностью, $\gamma = 2,7\text{—}2,8 \text{ т/м}^3$, достаточно высокой несущей способностью и неплохими эстетическими данными. Прессованные профили двутаврового и швеллерного сечений из сплавов АМ_п, АМ_г2 и др. свободно поддаются механической обработке, легко свариваются и дают возможность оформлять узловое соединения без дополнительных деталей (масса 5-м лестницы из этих сплавов не превышает 20 кг). □

$$R^2 = (H + Y_c)^2 + X_c^2, \quad (1)$$

где R — радиус поверхности;
 $H = H_k + H_a$ — полная высота ограждения.

Здесь H_k — глубина котлована; H_a — глубина заделки ограждения.

При проектировании необходимо учесть наличие анкеров и воздействие их усилий, передающихся на стенку и в грунт, на устойчивость вмещающего массива.

Возможны два случая взаимного расположения анкеров и следа поверхности скольжения:

анкер в пределах расчетной длины l_p полностью размещается внутри отсека обрушения (см. рис. 1; анкеры №№ 1, 2 и 3). Длина принимается до центра зо-

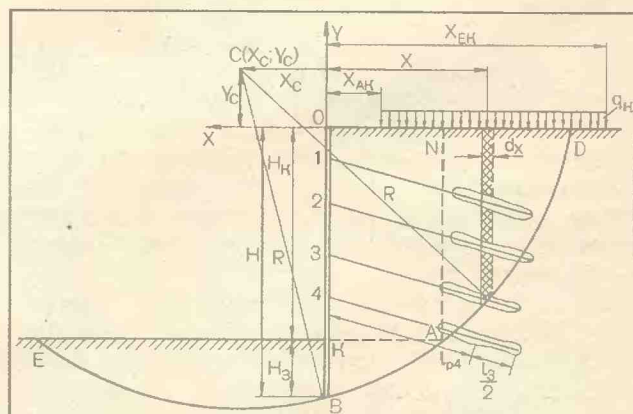


Рис. 1. Схема к расчету устойчивости анкерного крепления по круглоцилиндрическим поверхностям скольжения.

ны заделки, в которой условно прикладывается усилие, передающееся от анкера в грунт. В этом случае оно является внутренним для призмы обрушения, и расчет устойчивости производится так же, как и без анкера;

поверхность скольжения пересекает анкер так, что зона заделки (считая по центру) находится вне возможного отсека обрушения. Такой случай вероятен для глубокого котлована с многоярусным креплением и длинными анкерами.

Здесь при формировании расчетного усилия, кроме удерживающих моментов от сил трения $M_{тр}$ и сцепления M_c , учитываются дополнительные удерживающие и возможные опрокидывающие моменты M_a от анкерного усилия, передающегося через узел закрепления на конструкцию ограждения, от увеличения трения за счет преднатяжения анкеров $M_a^{тр}$, от прочности тяги на срез по поверхности скольжения M_a^c .

Условие устойчивости имеет вид:

$$\frac{\Sigma M_{уд}}{\Sigma M_{сдв}} = \eta_{к.п.} \quad (2)$$

где $\Sigma M_{уд}$ — сумма удерживающих моментов от сдвига грунта основания по поверхности скольжения относительно центра последней;

$$\Sigma M_{уд} = M_c + M_a + M_a^{тр} + M_a^c;$$

$\Sigma M_{сдв}$ — сумма сдвигающих моментов относительно того же центра; $\Sigma M_{сдв} = M_G + M_q$;

M_G — сдвигающий момент от собственного веса грунта;

M_q — то же, от внешних нагрузок на поверхности;

$\eta_{к.п.}$ — коэффициент устойчивости при расчете по круглоцилиндрическим поверхностям.

Для упрощения расчетов заменяем возможную многослойность основания двумя приведенными слоями грунта — выше дна котлована с характеристиками γ , φ , C и ниже — γ' , φ' , C' .

Сечение сдвигаемого тела, образованное следом поверхности скольжения дугой ЕД и контурами поверхности грунта, разбивается на части по схеме, представленной на рис. 2.

Эти преобразования позволяют отказаться от традиционно принятого графоаналитического способа и использовать прием нахождения сдвигающего момента от собственного веса грунта и удерживающего момента от сил трения интегрированием по переменной расстояния от центра вращения до элементарной площадки шириной dX . Такой прием упрощает вычис-

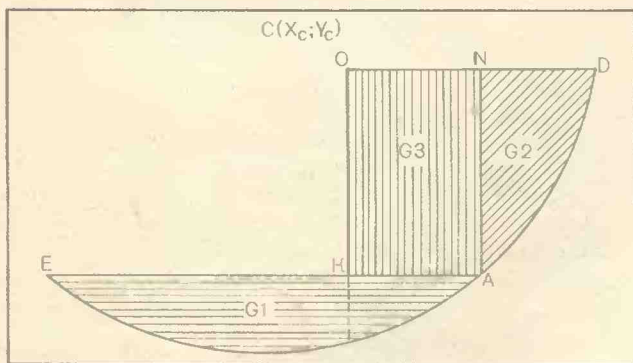


Рис. 2. Схема разбивки сечения сдвигаемого тела на части.

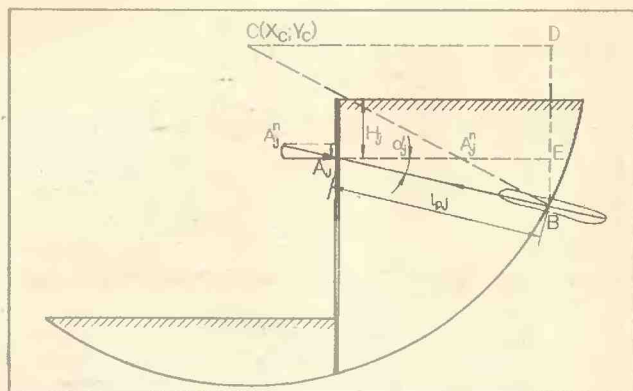


Рис. 3. Схема к расчету момента от усилий в анкерах.

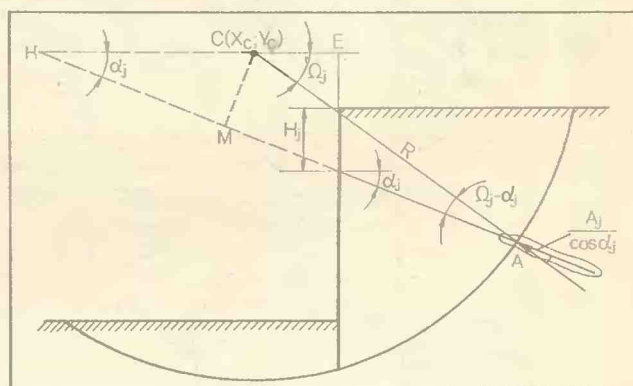


Рис. 4. Схема к расчету дополнительного момента от сил трения за счет действия анкеров.

ления и дает возможность определять силовые воздействия для массива в целом:

1. Момент от усилий в анкерах M_a (рис. 3):

$$M_a = \sum_{j=1}^m M_{aj},$$

где m — количество ярусов анкерной;

j — номер яруса;

$$M_{aj} = A_j (H_j + Y_c - X_c \operatorname{tg} \alpha_j \eta_{к.п.})$$

при $(X_c + l_{pj} \cos \alpha_j)^2 + (Y_c + H_j + l_{pj} \sin \alpha_j)^2 > R^2$. (3)

В остальных случаях $M_{aj} = 0$.

2. Дополнительный момент от сил трения, вызванный натяжением анкеров, $M_a^{тр}$ (рис. 4). Этот силовой фактор и соответствующий момент возникают вследствие передачи усилий на грунт от напряженных анкеров, в которых действует усилие, равное расчетному:

$$M_a^{тр} = \sum_{j=1}^m M_{aj}^{тр}.$$

При выполнении условия (3)

$$M_{aj}^{тр} = \frac{A_j}{\cos \alpha_j} \cos (\Omega_j - \alpha_j) \operatorname{tg} \varphi \cdot R,$$

где A_j — горизонтальная проекция расчетного анкерного усилия в j -м ярусе;

α_j — угол наклона анкеров в j -м ярусе;

Ω_j — угол между направлением радиуса до точки пересечения анкера с кругом скольжения и горизонталью.

В остальных случаях $M_{aj}^{тр}$ равен 0.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРИРОДНЫХ ПОЛЕЙ НАПРЯЖЕНИЙ НА ТОННЕЛЯХ БАМа

К. БЕЗРОДНЫЙ, канд. техн. наук;
А. БАСОВ, Р. КАСАПОВ, инженеры

ГОРНОЕ давление, воздействующее на подземные сооружения, в значительной степени определяет выбор способа проходки и конструкций обделок.

При строительстве подковообразного тоннеля на БАМе с некоторым опережением проходят транспортно-разведочно-дренажную штольню (ТРДШ). Расстояние между их осями таково, что последняя практически не оказывает влияния на напряженное состояние массива вблизи тоннеля. В силу большого поперечного сечения он изменяет напряжения около штольни. Для получения приближенных методик вычисления природного поля использовалось решение для круга (указанные выработки были представлены круговыми).

Обоснование возможности его применения осуществлено сравнением результатов вычисления напряжений в массиве на удалении 15 м (штольни от тоннеля) от подковообразного и кругового тоннеля. Сравнение точного (подковообразное сечение) и приближенного (круговое) решений показывает, что на таком расстоянии разница величин напряжений в массиве составляет от 2 до 8%. Это вполне допустимо. Представим несколько методик определения рассматриваемого природного поля.

Датчики установлены в забое вблизи контура одиночной выработки и по мере удаления забоя фиксируют изменения напряжений (рис. 1). В массиве за контуром выработки их не менее четырех. Углы α_i могут быть любые. По мере удаления забоя датчики фиксируют нормальные тангенциальные напряжения $\sigma'_\theta + \alpha_i$ дополнительного поля, суммарные же будут равны $\sigma_\theta + \alpha_i + \sigma'_\theta + \alpha_i$. Здесь $\sigma_\theta + \alpha_i$ — нормальные тангенциальные напряжения природного поля в месте положения датчика; i — его номер: 0, 1, 2...

$$\sigma'_{\theta+\alpha_i} = (\sigma_2 + \sigma_1) \left(A_i - \frac{1}{2} \right) + (\sigma_2 - \sigma_1) \cos 2\theta \left(B_i - \frac{1}{2} \right) \cos 2\alpha_i - (\sigma_2 - \sigma_1) \sin 2\theta \left(B_i - \frac{1}{2} \right) \sin 2\alpha_i, \quad (1)$$

3. Дополнительный удерживающий момент за счет прочности арматуры на срез M_a^c :

$$M_a^c = \sum_{j=1}^m M_{aj}^c.$$

При выполнении условия (3) $M_{aj}^c = m_a R_j^c f_T R$,

где m_a — коэффициент условий работ;

R_j^c — расчетное сопротивление материала тяги на срез;

f_T — площадь сечения тяги анкера.

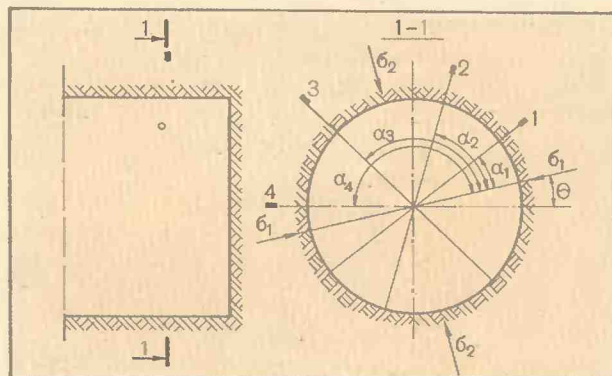


Рис. 1. Схема к измерению напряжений вблизи контура одиночной выработки: 1, 2, 3, 4 — датчики; σ_1, σ_2 — компоненты главных напряжений природного поля.

$$\text{где } A_i = \frac{r_i^2 + R^2}{2r_i^2}; \quad B_i = \frac{r_i^4 + 3R^4}{2r_i^4}.$$

Возникающее дополнительное поле до подхода забоя проявляется на 20÷40% своей полной величины*. Следовательно, измеренные напряжения (в забое) будут составлять лишь 60÷80% полной величины нормальных тангенциальных напряжений этого поля. Поэтому при вычислении природного поля $\sigma'_{\theta+\alpha_i}$ в (1) необходимо вводить с коэффициентом. Подставляя искомые $\sigma'_{\theta+\alpha_i}$ и соответствующие им α_i и r_i в систему, находим компоненты главных напряжений σ_1, σ_2 и угол их наклона θ .

Датчики установлены вблизи контура штольни, забой которой опережает забой тоннеля.

* Влох Н. П., Зубков А. В., Феклистов Ю. Г. Метод частичной разгрузки на большой базе. В сб. ИГД СО АН СССР «Диагностика напряженного состояния породных массивов». Новосибирск, 1980, с. 37—42.

Методика расчета составлена так, что исходя из наличия одной обязательной точки линии скольжения (основание стенки ограждения), положение центра вращения варьируется до тех пор, пока не будет найдена минимальная фактическая устойчивость к обрушению. Если требуемый запас ее для системы $\eta_{к.п.}$ не обеспечивается, то изменяется схема крепления или увеличивается заглубление.

Изложенная методика реализована как составная часть программы определения оптимальных параметров анкерного крепления на ЭВМ. □

Проходка в массиве, в котором действует природное поле с главными напряжениями σ_1 и σ_2 , будет вызывать дополнительное с σ'_1 и σ'_2 .

Обозначив его компоненты в полярных координатах через σ'_ρ и σ'_θ , запишем:

$$\begin{aligned} \sigma'_\rho = & \sigma_2 \left[\frac{l^2 - R^2}{2l^2} - \sin^2 \theta - \right. \\ & \left. - \cos 2\theta \left(\frac{l^4 - 4R^2l^2 + 3R^4}{2l^4} \right) \right] + \sigma_1 \left[\frac{l^2 - R^2}{2l^2} - \right. \\ & \left. - \cos^2 \theta + \cos 2\theta \left(\frac{l^4 - 4R^2l^2 + 3R^4}{2l^4} \right) \right]; \quad (2) \\ \sigma'_\theta = & \sigma_2 \left[\frac{l^2 + R^2}{2l^2} + \cos 2\theta \left(\frac{l^4 + 3R^4}{2l^4} \right) - \cos^2 \theta \right] + \\ & + \sigma_1 \left[\frac{l^2 + R^2}{2l^2} - \cos 2\theta \left(\frac{l^4 + 3R^4}{2l^4} \right) - \sin^2 \theta \right]. \end{aligned}$$

Из (2) находим σ_1 и σ_2 природного поля.

Вычисление природного поля по смещению контура одиночной выработки по мере отхода забоя.

За основу приняты решения о концентрации напряжений на торце скважины, полученные Хокингом** и для пластины с круговым отверстием (см. сноску*).

Измеряется изменение диаметров выработки (рис. 2). Углы их наклона θ_i могут быть любыми:

$$\begin{aligned} \frac{\Delta U_i 2E}{D(1-\mu)} + 2\sigma_x K_0 = & (\sigma_1 + \sigma_2) [2(1+\mu) - (K_{\parallel} + K_{\perp})] + \\ & + (\sigma_1 - \sigma_2) \cos 2\theta [4 \cos 2\alpha_i (1+\mu) - \cos 2\alpha_i (K_{\parallel} - \\ & - K_{\perp})] - (\sigma_1 - \sigma_2) \sin 2\theta [4 \sin 2\alpha_i (1+\mu) - \\ & - \sin 2\alpha_i (K_{\parallel} - K_{\perp})], \quad (3) \end{aligned}$$

где ΔU_i — измеренное смещение по i -му диаметру;

$$K_{\parallel} = -0,3\mu + 1,66 \quad (0,1 \leq \mu \leq 0,3)$$

$$K_{\perp} = 0,2\mu - 0,12 \quad (0,1 \leq \mu \leq 0,3)$$

$$K_0 = 0,75\mu - 0,23 \quad (0,1 \leq \mu \leq 0,5);$$

σ_1, σ_2 — главные нормальные напряжения в массиве в плоскости забоя выработки;

σ_x — нормальное напряжение, действующее по оси выработки;

K_{\parallel}, K_{\perp} — усредненные коэффициенты концентрации по осям действия главных нормальных напря-

**Hocking C. Three-dimensional elastic stress distribution around the flat end of a cylindrical cavity. «Jut of Rock Mech. and Mining Sci». 1976, 13, № 12, p. 331—337.

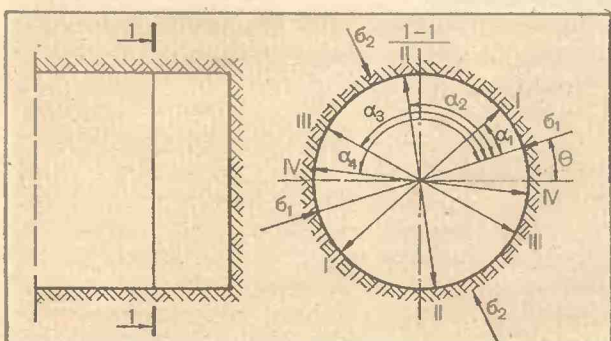


Рис. 2. Схема к измерению смещений контура выработки:

I—I, II—II,

III—III, IV—IV — измеряемые диаметры.

жений соответственно в направлении, параллельном и перпендикулярном действующему в плоскости забоя напряжению;

K_0 — то же, но от напряжения, действующего по оси выработки;

D — ее диаметр;

E — модуль упругости массива;

μ — коэффициент Пуассона массива.

Из (3) находим компоненты главных напряжений σ_1, σ_2 природного поля и угол их наклона θ .

Вычисление природного поля по смещению контура штольни при проходке параллельно ей тоннеля.

Как было отмечено, проходка тоннеля в массиве, в котором действуют главные напряжения природного поля, будет накладывать дополнительное с компонентами σ'_1, σ'_2 , вызывающее смещения контура штольни. Замерив их, можно последовательно вычислить оба поля. Зная U_i , компоненты второго определяем следующим образом:

$$U_i = \frac{D(1-\mu^2)}{E} [\sigma'_1 + \sigma'_2 + 2(\sigma'_1 - \sigma'_2) \cos 2\theta_i]. \quad (4)$$

Найдя дополнительное поле напряжений по формулам (2), получим σ_1, σ_2 и θ природного.

Результаты:

Согласно описанной выше методике в трех сечениях ТРДШ одного из тоннелей были установлены марки в стенах, по которым, по мере отхода забоя, измерялись радиальные смещения контура выработки. Расчеты показали, что в первом сечении $\sigma_1/\sigma_2=0,81$ угол θ равен -2° , а σ_2 равно приблизительно γH ; в двух других — $\sigma_1/\sigma_2=1,14$, θ равен 5° , а σ_2 близко к γH .

На одном из участков штольни на различном удалении от контура в шпурь поместили фотоупругие датчики, измеряющие напряжения при параллельной проходке тоннеля. Результаты следующие: $\sigma_1/\sigma_2=0,24$; $\theta=2,2^\circ$; σ_2 близко к γH . Таким образом, природное поле, кроме гравитационного, представлено и тектонической составляющей — горизонтальными сжимающими напряжениями. На некоторых участках они вызвали «стреляние» горных пород. Используя найденные значения (природного поля напряжений и прочностных характеристик грунтов), были выполнены теоретические исследования по выбору рациональных конфигураций выработки и видов крепления, предотвращающих это явление: приняли шатровую кровлю и нанесение набрызгбетона непосредственно в забое с выравниванием контура после взрыва.

Длительные наблюдения показаний фотоупругих датчиков и измерительных баз свидетельствуют, что изменения поля напряжений заканчиваются после отхода забоя на 30 м и затем стабилизируются, т. е. массив (при действующем уровне напряжений) работает в упругой стадии на 90% протяженности тоннеля и к моменту возведения постоянной отделки горное давление полностью воспринимается вмещающим тоннель грунтом. Результаты исследований позволили широко применять при строительстве ТРДШ облегченные набрызгбетонные конструкции взамен монолитных бетонных.

На другом тоннеле по мере его проходки было организовано несколько участков измерений природного поля. Из таблицы видно, что оно имеет гравитацион-

ОБЗОР ЗАРУБЕЖНЫХ ЖУРНАЛОВ

Развитие технологии бетона в тоннелестроении — тема настоящего раздела. Его авторы — С. ЧЕРНЯХОВСКАЯ и М. КАРАМЫШЕВ.

ПОВЫШЕНИЕ качества бетонных и железобетонных конструкций крепей и обделок — одна из важных, не снимаемых с повестки дня задач тоннелестроения.

Новую технологию устройства крепи из набрызгбетона, заглаживаемого в процессе нанесения специальной опалубкой, опробовала фирма «Тэкиэн инсэцу» на строительстве гидроузла Синаногава в Японии¹. При этом полностью исключен отскок смеси и запыление выработок, т. е. улучшены условия труда и достигнута экономия строительных материалов на 25—30%. Новшество применено при проходке 13-м участка гидротехнического тоннеля сечением в черне 70,16 м² (калотты — 33,39 м²) новоавстрийским способом в алевролитах и туфах прочностью на одноосное сжатие от 1 до 10 МПа, местами обводненных при напоре 0,4—0,85 МПа. Набрызгбетон послойно наносили мокрым способом при помощи порталной установки на ширококолейном рельсовом ходу, представляющей собой профилированную (параллельно очертанию выработки) направляющую раму. По ней перемещается каретка рабочего узла с гидроцилиндром для его подачи на заглаживаемую поверхность. Узел оснащен соплом, ориентированным под острым углом к торкретируемой поверхности, с механизмом возвратно-поступательного перемещения и заглаживающей опалубкой в виде бесконечной ре-

зиновой ленты (шириной 1,2 м и длиной зоны контакта с бетоном — 0,85 м) с приводом и натяжным механизмом. Рама рабочего узла имеет специальную конструкцию, позволяющую изменять его геометрию на криволинейных участках.

Для получения высокого качества работ смесь должна в первые 15—30 сек. после нанесения иметь высокую пластичность, затвердевать не более чем за 2 ч и набирать через сутки (и более) прочность не ниже, чем у обычного набрызгбетона. Это достигается применением смеси со следующими параметрами: В/Ц=0,65, дозировка цемента на 1 м³ — 400 кг, доля песка в заполнителе — 70% (наибольший размер зерен — 15 мм), осадка стандартного конуса при использовании суперпластификатора — 24±2 см и повышенная дозировка ускорителя схватывания — 7—8% вместо 6. Как показали испытания, такой материал превосходит по прочности обычный (без пластификатора), причем его 28-суточная прочность на сжатие превышает 30 МПа. Доказана и удовлетворительная (в возрасте 7 суток — 1,6 МПа) прочность сцепления набрызгбетона с породой.

На экспериментальном объекте применили смесь с В/Ц=0,6, осадкой конуса 24±2 см и дозировкой ускорителя 9%. Слой толщиной 20 см наносили заходкой в 1 м по двутавровым аркам Н125 и металлической сетке ячей 100×100 мм. Средняя запыленность забоя по сравнению с традиционным способом составляла (при исходном уровне 0,63—0,72 мг/м³): через 5 мин после начала операции — 1,05 мг/м³ против 4,01, через 10 мин — соответственно 1,29 и 4,08, через 20 мин — 1,25 и 4,41 мг/м³. Данный производственный цикл занимал в среднем — 2 ч 50 мин (обычно — 1 ч 40 мин), из которых собственно торкретирование, выполняемое в три приема — левый скат и правый снат, шельга свода — заняло 1 ч 19 мин, остальное время затрачено на перемещение установки и ее подготовку к работе. Усовершенствование установки и рационализация технологии в целом позволит в будущем значительно сократить сроки выполнения этих операций. За сутки удавалось сделать максимум четыре

¹ «Тоннэру то тика», 1987, т. 18, № 10, с. 21—28.

ную и тектоническую составляющие, причем, горизонтальная составляющая везде превосходит вертикальную.

Таблица

№№ участков	σ_1/σ_2	θ°
1	5	-2
2	1,02	-21
3	1,21	0,4
4	1,02	-8,5
5	1,23	14

Разброс значений напряжений объясняется расположением участков измерений в различных скальных блоках, пересеченных трассой тоннеля. Зная природное поле, рассчитали усилия в массиве, вызванные проходкой тоннеля. Сравнение их с прочностными показате-

лями породы выявило значительный запас его несущей способности.

Величина природного поля изменяется во времени, что связано с сейсмической активностью района и тектоническими процессами.

Тоннель и штольня на всем протяжении (кроме зон разломов) находятся в устойчивом состоянии без обделок в течение нескольких лет.

Вывалы и своды обрушения, на которые в соответствии со СНиП рассчитана обделка на горное давление, отсутствуют. Нормативы, однако, не учитывают природного поля напряжений, определяющего (наравне с трещиноватостью и физико-механическими свойствами массива) устойчивость выработки и соответственно выбор рациональных способов проходки и ее конфигурацию.

Исследования позволили практически отменить постоянную обделку в ТРДШ вне зон разломов, что дало существенный экономический эффект. □

заходки в калотте с креплением описанным способом. В зонах с водопритоком, достигавшим в целом по забою 70 л/мин (локально — 30), пользовались средствами закрепного водоотвода и, не применяя пленочную гидроизоляцию, добились полного отсутствия течей. Выбуривание кернов подтвердило однородное высокое качество бетона на всю толщину крепи. По данным контрольных измерений, ее механическая работа в процессе перераспределения напряжений в грунтовом массиве особенностей (по сравнению с обычными участками) не имела.

Для ремонта, усиления и гидроизоляции тоннельных обделок научно-исследовательским институтом технологии железнодорожного транспорта Японии рекомендованы тонкие, до 8 см, оболочки из фибронабрызгбетона на стекловолокне¹ (сталефибронабрызгбетон не годится из-за отскока, коррозии и неэффективной работы фибры). Последнее — щелочестойкое, с добавкой двуокиси циркония, связанное поливинилацетатной эмульсией в пучки по 30 нитей при толщине каждой 13 мкм. Разработаны технология и средства механизации внесения такого волокна, непрерывно нарубаемого из мотка 25-мм отрезками, сжатым воздухом в поток сухой смеси или непосредственно в сопло, исключая повреждение пучков.

Описанную технологию реализовали на 10-м участке (площадь обработанной поверхности 150 м²) эксплуатируемого железнодорожного тоннеля с протекающей кирпичной кладкой возрастом 76 лет. После зачистки ее поверхности высоконапорной струей воды с примесью силикатного песка и устройства водоотвода наносили 20-мм слой фибронабрызгбетона. Использовали смесь с В/Ц=0,45, дозировкой цемента 512 кг и стекловолокна 54 кг на 1 м³. Работы выполнены за 2 дня. По данным испытаний образцов, характеристики прочности фибробетона в возрасте 7 и 28 суток составили соответственно: на сжатие 32,8 и 28,3 МПа, на изгиб — 13 и 14,9 МПа (предел упругости при сжатии — 10 и 12 МПа). Спустя 3 месяца на экспериментальном участке течей не обнаружено, тогда как на соседнем, где ремонт производили набрызгом полимербетона, на лицевой поверхности обделок появились трещины.

Применение самоупраляющих химических добавок типа «этрингит» — один из путей повышения трещиностойкости изделий из сборного железобетона при существенном уменьшении поперечного сечения, а следовательно, и массы элементов.

Фирмами «Дэнки кагаку ногё» и «Цуруми конкрит» (Япония) проведены исследования особенностей механической работы целносекционных тоннельных обделок и водопропускных труб прямоугольного сечения из самоупраляемого железобетона по сравнению с обычными².

В первой серии испытывались модели труб с вариантами размеров сечения в свету 90×60 и 120×60 см, толщины стенок 13,5 и 10 см и распределения нагрузки, сосредоточенной в одной или

двух точках плиты перекрытия. Использовали бетонную смесь с В/Ц=0,4 (без учета самоупраляющей добавки) на обычном портландцементе с арматурой Ø 10; 13 и 16 мм из стали пределом текучести 400 МПа. Добавку вводили в количестве 50 кг на 1 м³. Бетон укладывали при температуре смеси 10°C и пропаривали, распалубку производили через 24 ч, затем выдерживали с орошением 14 суток и далее на открытой площадке в течение 3—4 мес. Измерения на образцах показали, что при дозировке самоупраляющей добавки до 62,5 кг потери прочности бетона не наблюдается, однако при 70 кг, когда деформация самоупраляения достигает 0,081%, а соответствующая расчетная величина преднапряжения 1,62 МПа, бетон теряет около 15% прочности (по сравнению с контрольным).

Независимо от добавки и характера нагрузки, трещины в моделях возникали вначале в центральной части нижней поверхности плиты перекрытия, затем в верху боковых стен и по углам с внешней стороны. Нагрузка (при образовании трещин) в самоупраляемых трубах в большинстве случаев была заметно выше, чем в контрольных, причем с увеличением толщины перекрытия разница между ними возрастала. Значения разрушающих нагрузок у обеих моделей были приблизительно равны.

Во второй серии экспериментов для определения нормы самоупраляющей добавки испытания проводили при 0; 55; 62,5; 70 кг на 1 м³ смеси. Нагрузка при образовании трещин у модели с дозировкой 62,5 кг/м³ оказалась самой высокой.

В третьей серии проводили сравнительные испытания двух железобетонных труб сечением в свету 2,4×2,4 м: обычной с толщиной перекрытия 24 см и самоупраляемой (величина преднапряжения 2 МПа)—20 см. Количество арматурных стержней последней у внутренней поверхности плит лотка и перекрытия было увеличено с 8 до 9 штук. Бетон укладывали при температуре 40°C, через 24 часа без пропаривания снимали опалубку, выдерживали сутки с орошением и две недели на открытой площадке. Трещины в обоих случаях появились при нагрузке 100 кН, в боковых стенах — при 160 кН, текучесть арматуры перекрытий — при 240 кН. При нагрузке 140 кН ширина трещин в первой трубе не превышала 0,18 мм, во второй — 0,2 мм. После снятия нагрузки трещины сузились соответственно до 0,03 и 0,06 мм, а остаточная относительная деформация арматуры в обеих моделях составила 0,012%; прогиб перекрытия из самоупраляемого железобетона при нагрузке 73 кН был равен 0,7 мм при пределе текучести арматуры 5 мм.

По итогам исследования сделан вывод, что самоупраляемый железобетон при оптимальном — не более 60—70 кг/м³ — количестве добавки можно эффективно использовать для изготовления сборных целносекционных конструкций в подземных сооружениях. Экономия материалов при этом достигает 20%, стойкость к образованию трещин в перекрытии не снижается, а их способность к закрытию после снятия нагрузки заметно улучшается.

Получить высококачественную бесшовную кон-

¹ «Конкрит кагаку», 1988, т. 26, № 2, с. 15—22.

² «Concrete International», 1988, т. 10, № 5, с. 76—82.

струкцию позволяет разработанная в ФРГ технология сооружения тоннеля механизированным щитом с возведением монолитно-прессованной обделки в секционной опалубке при постоянном давлении прессования (последнее автоматически поддерживается как в периоды нагнетания смеси за опалубку, так и в промежутках между ними с помощью встроенных в прессующие гидроцилиндры пневмоаккумуляторов). По данным проведенных исследований¹ из 29 л смеси, содержащих 5,8 л воды (что соответствует растеканию стандартного конуса 60—65 см) при 0,15 МПа за полчаса ее вытесняется до 0,8 л, при 0,3 МПа — до 1,2 л. Угол внутреннего трения смеси за несколько минут достигает 44°. Распалубочная прочность бетона на сжатие, равная 12 МПа, приобретает за 12 ч, тогда как 28-суточная превышает 35 МПа. В умеренно обводненных грунтах такая обделка работает как водонепроницаемая однослойная. При повышенном гидронапоре ее применяют в сочетании с монолитной рубашкой и пленочной гидроизолирующей. Максимальная скорость сооружения тоннеля (Лионский метрополитен) составила 280 м/мес.

Описанная однослойная обделка применяется в настоящее время на проходке тоннеля длиной 3,5 км для гидроузла Синаногава². На глубине до 80 м в третичных алевролитах прочностью на одноосное сжатие 3—4 МПа и углом внутреннего трения 4—25° работает щит диаметром 8,4 м с фрезерующим исполнительным и экскаваторным породопрогрузочным органами, механизмами для крепления забоя и обустройством для возведения обделки толщиной 40 см. Последнее включает сборно-разборную секционную тубинговую опалубку — 13 колец по 1,2 м; кольцевой укладчик для ее монтажа-демонтажа с механизмом подачи вдоль всего участка бетонирования; пресс-кольцо с 12 гидроцилиндрами и устройствами для поддержания постоянного давления; систему бетоноводов диаметром 100 мм (для циклической раздачи смеси через вертикальный распределитель на 8 отверстий в торцевой опалубке). Оно сконструировано с расчетом на следующие параметры бетонной смеси: исходная осадка конуса — 24±2 см, то же, в возрасте 3 ч — не менее 20 см, суточная прочность на сжатие — не ниже 10 МПа, 7-суточная — 24 МПа. Средняя скорость сооружения готового тоннеля на данном объекте — 211 м/мес. В процессе проходки систематически проводят бурение опережающих разведочных скважин, а при обнаружении напорной обводненности — дренажных.

Для получения высококачественного, равномерного уплотненного и не имеющего ранних трещин бетона при возведении монолитных обделок и рубашек с вибрационным уплотнением смеси фирма «Гифу когё» (Япония) предложила конструкцию перфорированной металлической опалубки³. При ее применении избыточная вода и пузырьки воздуха из свежееуложенной смеси вытесняются за пределы конструкции прессующим действием горного давления. Это способствует дополнительному уплотне-

нию смеси на уровне микроструктуры. Способ апробирован на 789-м участке коллекторного тоннеля диаметром в свету 3,5 м в г. Осака.

Монолитную рубашку бетонировали секциями по 10,5 м на полный профиль тоннеля при помощи складной опалубки с перестановщиком, доставляя смесь пневмонагнетателем «Пресс-крит» рабочим объемом 3 м³ на рельсовом ходу. Ниже уровня пят свода стальная опалубка была выполнена с перфорацией в виде прорезей длиной 100 мм и шириной 150 мкм (расположенных в шахматном порядке с промежутками 50 мм), пробивка которых производилась лазерным лучом. По внутренней поверхности опалубки плазменным напылением (t — около 10000°C) нанесли микропористое керамическое покрытие высокой износостойкости. Оно пропускает воду и воздух, но задерживает частицы цемента.

Для рубашки номинальной прочностью на сжатие 22,5 МПа использовали смесь с исходным В/Ц=0,56 и осадкой конуса 15±2,5 см. Ее укладку производили в восемь приемов от шельги свода, выдерживая периодичность 3-м³ порций равной 30 или 15 мин. Предварительное уплотнение в лотке производилось двумя электрическими стержневыми вибраторами, погружаемыми в бетон через смотровые окошки в опалубке, — в течение 10—15 сек. на каждом; в дальнейшем — наружными вибраторами мощностью по 250 Вт — в течение минуты. Интенсивный выход воды через перфорацию в форме капель начинался на стадии начального уплотнения и продолжался 1—2 ч по завершении бетонирования, после чего примерно за 3 ч постепенно прекращался.

По данным измерений, средний выход воды на 10,5-м секции составил порядка 250 л, т. е. около 10 л на 1 м³ бетона, или 5,5% от исходного влагосодержания смеси. Примерно 2/3 этого количества выделилось во время ее укладки. Таким образом, В/Ц снижалось на 3%, а значит, по нормограммам 7-суточная прочность бетона должна увеличиваться на 11%, 28-суточная — на 8%. Фактически измеренная на образцах 15-часовая прочность материала была на 16—30% выше, чем у контрольного, а 28-суточная — в среднем на 30%. При этом качество поверхности было значительно лучше, чем у обычного бетона, как по количеству шербиин, так и по наибольшему размеру каждой. Обделка имела глянцевую поверхность с четкими отпечатками смотровых окошек и перфорации. □

На 1-й и 4-й стр. обложки: из фотохроники строительства станции «Крылатское» и перегона «Ясенево» — «Битцевский парк».

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

Сдано в набор 15.09.88. Подписано в печать 20.10.88.
Л—53176. Формат 60×84¹/₈. Бумага офсетная № 2.
Гарнитура новогазетная и литературная. Печать офсетная. 4,0 печ. л. 5,12 уч.-изд. л. Тираж 3153 экз.
Знак 3168. 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.

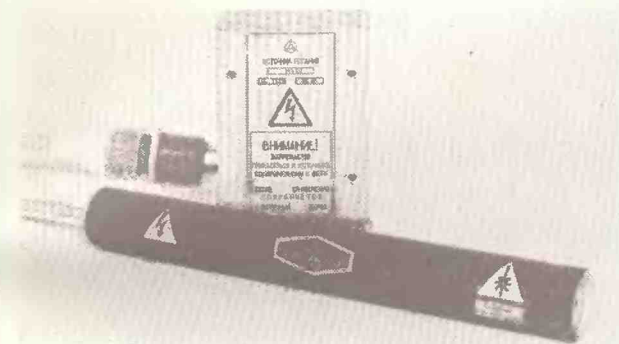
¹ «Beton», 1988, т. 38, № 3, с. 95—98.

² «Женсоцу но кикайга», 1988, № 4 (458), с. 30—34.

³ «Тоннэру то тина», 1988, т. 19, № 4, с. 27—32.

МАЛОГАБАРИТНЫЕ ГЕЛИЙ-НЕОНОВЫЕ ЛАЗЕРЫ

ЛГН-207 А,Б и ЛГН-208 А,Б



Гелий-неоновые лазеры ЛГН-207 А,Б и ЛГН-208 А,Б имеют самые минимальные габариты из всех серийно выпускаемых отечественных газовых лазеров.

С 1989 г. лазеры могут поставляться с общепромышленным источником питания 3.976.003, что позволит применять их как самостоятельные приборы, полностью заменяющие ЛГ-78 и ЛГН-105 и значительно превосходящие их по массо-габаритным показателям и ряду технических данных.

ЛАЗЕРЫ ЛГН-207 А,Б и ЛГН-208 А,Б ПРЕДНАЗНАЧЕНЫ И ИСПОЛЬЗУЮТСЯ:

- в системах центрирования и выставления объектов — управление процессом сварки, монтаж подъемных кранов, центрирование турбогенераторов;

- в системах контроля качества и обнаружения дефектов — контроль качества изготовления материалов и изделий, выявление поверхностных дефектов;

- в системах считывания и передачи информации — видеопроигрыватели, электронно-вычислительная техника, высокоскоростная печать;

- в системах управления машинами и механизмами — проведение дренажных и любых землеройных работ, требующих задания опорного направления, перемещение транспортных тележек в складских помещениях;

- в маркшейдерских и инженерно-строительных работах — проходка тоннелей, коллекторов, прокладка труб, кабелей, проводов, регулирование и контроль высоты дорог, тротуаров, контроль плоских поверхностей как внутри здания, так и на строительной площадке.

Конструкция лазеров обеспечивает их эксплуатацию в различных условиях без дополнительной подъюстировки.

Устойчивость к механическим и климатическим воздействиям дает возможность ис-

ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ
ЛГН-207 А,Б и ЛГН-208 А,Б
С ИСТОЧНИКОМ ПИТАНИЯ 3.976.003

Параметры	Приборы			
	ЛГН-207А	ЛГН-207Б	ЛГН-208А	ЛГН-208Б
Длина волны излучения, мкм	0,63			
Мощность излучения, Вт	$1,5 \times 10^{-3}$	1×10^{-3}	2×10^{-3}	1×10^{-3}
Соотношение мощностей излучения с поляризацией:				
	ортогональной		1:1	1:1
линейной		500:1	500:1	
Диаметр пучка излучения, мм:				
	на расстоянии 500 мм, не более		1,4	
на расстоянии 40 мм	0,5—0,7	0,4—0,8		
Характер излучения	поляризованный	поляризованный	неполяризованный	неполяризованный
	Одномодовый			
Режим работы	Одномодовый			
Наработка на отказ, ч, не менее	5000			
Напряжение питания для источника питания	220 ± 10 В			
	частота 50 ± 1 Гц			
Потребляемая мощность для источника питания, Вт, не более	13			
Габариты, мм, не более излучателя	$\varnothing 35 \times 280$			
	источника питания $168 \times 135 \times 45$			
Масса, кг, не более излучателя	0,5			
	источника питания 1,2			
Цена ориентировочная, руб.	1400			

пользовать лазеры с равным успехом как в лабораторных, так и в полевых условиях.

Простота конструкции наших приборов и их небольшая стоимость позволят создать Вам дешевые, надежные и эффективные системы в различных областях техники.

Заказы направляйте по адресу: 290034, г. Львов, Бюро заказов.

МЕТРОСТРОЙ

Индекс 70572
Цена 40 коп.

