

ISSN 0130—4321

7 1981

# МЕТРОСТРОЙ





# МЕТРОСТРОЙ

7 1981

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

ОСНОВАН В 1932 ГОДУ

## В НОМЕРЕ:

Е. Резниченко. Важнейшая стройка Днепропетровска	1
Г. Харитоненко. Инженерно-геологическое обеспечение строительства подземных сооружений	5
В. Горбунов, В. Меркин, В. Скоморохов, Ю. Сыркин. О выборе средств механизации для возведения анкерной крепи	7
В. Чернов, В. Семенов, Е. Катин. Из опыта сварки рельсовых плетей	12
П. Васюков, Г. Молодцов, Б. Хихлуха. Совершенствование метода продавливания тоннелей	13
С. Раков. Съёмка путевых реперов	15
К. Попов, В. Козлов, М. Каган, В. Животов. Полимерцементный изоляционный материал	15
Л. Шагурина. Удостоены Государственных премий	17
Совершенствование перевозочного процесса и технических средств метрополитенов СССР	20

## Редакционная коллегия:

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

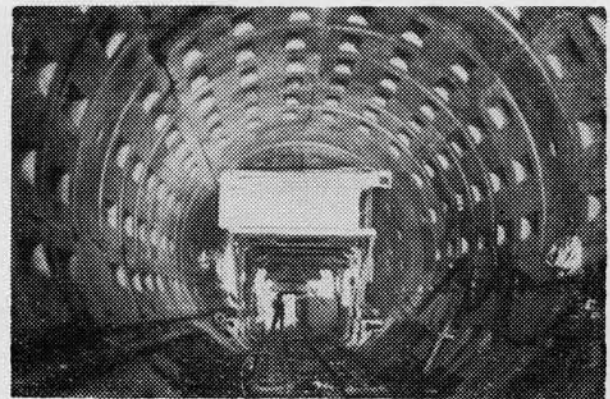
## ПРОДЛЕВАЕМЫЙ ЗАМОСКВОРЕЦКИЙ



На месте будущей станции «Красногвардейская».



Стройплощадка станции «Орехово».



Тоннель, сооружаемый с обделкой, обжатой в породе, комплексом КТ-5,6-Д2 на перегоне «Домодедовская» — «Красногвардейская».

# ВАЖНЕЙШАЯ СТРОЙКА ДНЕПРОПЕТРОВСКА

Е. РЕЗНИЧЕНКО

**В ДНЕПРОПЕТРОВСКЕ** — одном из крупных промышленных, научных и культурных центров страны ведется интенсивная подготовка к развертыванию строительства метрополитена. Сегодня город металлургов и машиностроителей по праву становится городом метростроителей. Значение развития пассажирского транспорта в городе, насчитывающем миллион сто тысяч жителей, определяется также его географическим расположением. Он простирается вдоль Днепра с запада на восток на 32 км и с юга на север на 22 км.

В восьми районах города выросли новые жилые массивы: Западный, Солнечный, Тополь I, Тополь II, Красный камень, Коммунар, Победа, Северный, Запорожский. Ежедневно на маршруты выходят 205 троллейбусов и 346 трамваев (интересно отметить, что в Днепропетровске первые трамвайные пути были проложены раньше, чем в Петербурге и Москве). Объем пассажироперевозок увеличивается. Транспортная проблема не решена, так как наземный транспорт не может полностью обеспечить пассажирских перевозок. Поэтому проект сооружения первоочередной почти двенадцатикилометровой линии метрополитена предусматривает связать такие известные микрорайоны, как Парус, Коммунар, Красный камень в западной части города с крупными металлургическими заводами, железнодорожным вокзалом, центром и жилыми массивами Тополь, Победа на юго-востоке, что явится решающим моментом улучшения обслуживания населения быстрым и удобным транспортом.

Датой рождения Метростроя в своем городе днепропетровцы считают день 20 февраля 1981 года, когда на шахтной площадке будущей станции «Заводская» был вынут первый ковш земли из первой форшахты. Здесь на торжественном митинге жителей и трудящихся города, в котором участвовали метростроевцы-харьковчане, выражалась глубокая благодарность партии и правительству за заботу, отмечалось значение метрополитена в жизни города.

Выступая на митинге, начальник Харьковметростроя Г. А. Братчун от имени метростроителей сказал: «Мы горды вашим доверием, которое нам оказано в деле строительства подземной трассы в замечательном городе Днепропетровске. В свое время труженики Днепропетровска оказали нам помощь в сооружении метрополитена в Харькове. Сегодня мы помогаем вам, днепропетровцам. Могу заверить, что наши специалисты приложат силы, знания и опыт, чтобы выполнить поставленную задачу в срок и с высоким качеством». Эти слова были подтверждены делом. Первая группа метростроителей, прошедших хорошую школу на строительстве харьковского метрополитена, в составе семи человек приступила к освоению шахтных площадок станций «Заводская», «Дворец Ильича» и «Металлургов».

Начальник участка, бывший начальник технического отдела Харьковметростроя М. Ф. Стрекозов тепло характеризует прибывших с ним квалифицированных работников: механика А. А. Пустольгу, бригадира комплексной бригады А. Д. Ляхова, проходчиков Е. Ф. Касьянова, Ю. С. Семейкина и И. Д. Хомичонка, маркшейдера Л. П. Раховича, приехавшего из Волгограда горного мастера А. А. Бутенко.

Учитывая особенности сооружения тоннелей в скальных грунтах, с Дальнего Востока и из Сибири была послана группа опытных строителей: среди них — бывший начальник участка В. Е. Янсон, работающий здесь главным инженером участка, проходчики Н. Н. Никулин, В. И. Решетов и другие. Так было положено начало формирования дружного коллектива кадровых метростроителей, насчитывающего теперь 45 человек.

— Вы спрашиваете, как сложились для метростроевцев первые семь месяцев? Начнем с того, — отвечает заместитель начальника участка Л. С. Губа, — что в те февральские дни было принято решение Днепропетровского обкома партии, в котором строительство метрополитена в городе признано важнейшей стройкой области. В нем воедино были увязаны мероприятия по участию области и города в строительстве метро. В выполнение намеченных мероприятий включились партийные, общественные организации и предприятия города. Для ускорения строительства был создан городской штаб, который возглавляет первый секретарь горкома партии В. П. Ошко. На заседаниях штаба оперативно рассматриваются и решаются все возникающие в процессе подготовительных работ вопросы. Следует отметить, что большая часть предприятий города практически ориентирована на оказание необходимой помощи метростроителям.

С первых же дней проходчики, выполняющие одновременно и монтажные работы, развернули проходку трех форшахт и закрепили их тубингами. Над стволом шахты, где будет сооружаться станция «Заводская», уже смонтирован горный комплекс, включающий металлический копер с эстакадой, двумя металлическими бункерами, тельферной эстакадой для складирования тубингов. Такие же горные комплексы монтируются на шахтных площадках станций «Дворец Ильича» и «Металлургов». На станции «Металлургов» уже пройдены первые метры ствола. Здесь с согласия Харьковметростроя и Харьковметростроем началась работа по прокладке при помощи крана КПШ 10011, не дожидаясь сооружения горного комплекса». Институтом «Метрогипротранс» и Харьковметростроем завершается разработка технического проекта, в Днепрогражданпроекте готовы проекты всех базовых площадок, Приднепровскстройпроект и Днепрогипротранс закончили проектирование первоочередных работ по строительству Войцеховской базы. О ближайших задачах, связанных с расширением фронта работ, говорит М. Ф. Стрекозов: «Нам необходимо получать от города ежедневно 15 м<sup>3</sup> товарного бетона. Мы ощущаем нужду в экскаваторах и бульдозерах типа «Беларусь», и вообще материально-техническое снабжение в 1982 году должно быть предусмотрено планом. Важно ускорить ввод в эксплуатацию прирельсовой базы Днепрометростроя. Пока что участок располагает одной грузовой машиной, одним десятитонным краном и неисправным компрессором, требующим основательного ремонта. Наша работа сегодня — только начало борьбы за преодоление организационных трудностей, но мы знаем, что это необходимый разбег для успешного сооружения тоннелей и станций метрополитена». Во время объезда мы встречаемся с механиком участка по замораживанию грунтов Н. А. Славковым. В своем рассказе о работе на участке он подчеркивает сложность геологических условий всей двенадцатикилометровой



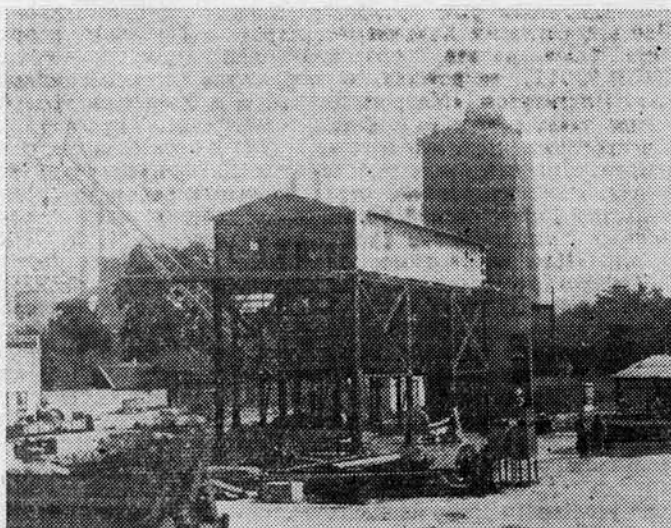
## ПЕРВЫЕ ШАГИ



Первый тунбиг для крепления первой форшахты.



Старое уступает новому.



На базовой площадке будущей станции «Заводская». Завершается монтаж первого копра, бункерной эстакады и всего горного комплекса.

трассы, характерной насыщенностью водоносными и плывунными породами. Опыт проходки стволов в таких условиях показал, что наиболее целесообразным и технически возможным способом проходки является способ замораживания. Создание искусственно замороженной оболочки дает наиболее простое и безопасное решение проходки.

В марте 1981 года начали бурение скважин (работа велась одновременно с возведением горного комплекса), в июле — закончили. Затем смонтировали коллектор и расолопровод, отремонтировали передвижные холодильные установки ПХУ-50. И 14 августа, когда завершили все монтажные работы, станции начали действовать в активном режиме.

Успех был достигнут благодаря тому, что руководители Управления специальных работ подготовили и направили на Днепропетровский участок квалифицированных машинистов холодильных установок из Кривого Рога — П. А. Непомнящую, Л. Е. Шальгину, О. К. Голуб и Р. Д. Вишневскую. Хочу добрым словом отметить также опытного машиниста-наладчика москвича В. Х. Вдовиченко. Он как специалист холодильных установок оказал большую помощь во время пуска установок в эксплуатацию. Все это положительно сказалось на сроках ввода установок в активный режим замораживания. Нами также пробурены все скважины для замораживания ствола шахты станции «Дворец Ильича». Следует отметить буровиков высокой квалификации И. М. Тестова и В. И. Молчанова, работающих в Управлении более 10 лет. Нашему участку оказывают большую практическую помощь заместитель председателя горисполкома А. П. Воловик и начальник дирекции строящегося метрополитена Б. А. Денисенко. Мы получили благоустроенное общежитие и жилье. Многие живут с семьями в новых квартирах.

Задача в том, говорит Н. А. Славков, чтобы закончить в проектные сроки активное замораживание ствола станции «Заводская», как можно быстрее смонтировать рассолную систему на стволе станции «Дворец Ильича» и при переходе к пассивному режиму на «Заводской» начать передислокацию холодильной установки.

Вместе с участниками штаба знакомлюсь одновременно с выполнением работ на объектах и деятельностью дирекции строящегося метрополитена. На тех участках, где мне довелось быть, чувствовался бескомпромиссный спрос с тех, кто отвечает за выполнение работ в намеченные сроки. Для ускорения хода подготовительных работ дирекция заключила договоры с некоторыми предприятиями на сооружение бытовых комплексов, душкомбинатов, проведение водопровода и обустройство шахтных площадок. Вся эта работа находится в центре внимания начальника дирекции, энергичного инженера Б. А. Денисенко, делающего все возможное, чтобы сократить подготовительный период. «Одна из трудностей, — говорит Денисенко, — в переносе инженерных сооружений и подземных коммуникаций; в сносе некоторых старых домиков и переселении. При выборе шахтных (базовых) площадок мы исходили из условий строительства без нарушения транспортного движения и удобств жителей, проживающих в районе ведения работ.

Основная проблема — обеспечение материалами и оборудованием. Как правило, на первый год этого периода по линии подрядной организации фонды на высоковольтный кабель, муфты, силовое оборудование, задвижки и др. не выделяются и вся работа строится на так называемом «давальческом» материале предприятий и организаций города.

Благодаря высокому чувству долга и ответственности хозяйственных руководителей и постоянной помощи со стороны областных и горидских партийных и советских организаций трудности организационного периода успешно преодолеваются. Большую помощь оказывает нам республиканское министерство черной металлургии, а также его управления и объединения: Южный машиностроительный завод и завод по выпуску тяжелых прессов. Существенный вклад в энергоснабжение (кабельная продукция и электрооборудование) внесли заводы: имени Петровского, Днепровский машиностроительный и Днепрокомплетгазстрой. Заводы ДЗМК-2 (Днепропетровский завод металлоконструкций) и Завод металлоконструкций имени Бабушкина) изготовили металлоконструкции для бун-



## ПЕРВЫЕ ШАГИ

керных и тельферных эстакад. Заводы имени Ленина и К. Либкнехта выделили необходимые трубы. Большой вклад в строительство душкобинатов, мастерских, современных зданий внес Днепротранстрой.

Все это позволило нам выполнить план восьми месяцев и вести широким фронтом работы на пяти базовых площадках. Однако имеются еще задержки с освобождением территорий для подготовительных работ по строительству шахтных площадок».

По всей трассе перед нами возникают кварталы жилых домов, разместившихся вдоль зеленой аллеи. С каждой остановкой участников штаба на том или ином участке чувствовалась большая их заинтересованность, большие возможности и полномочия этого общественного контрольного органа.

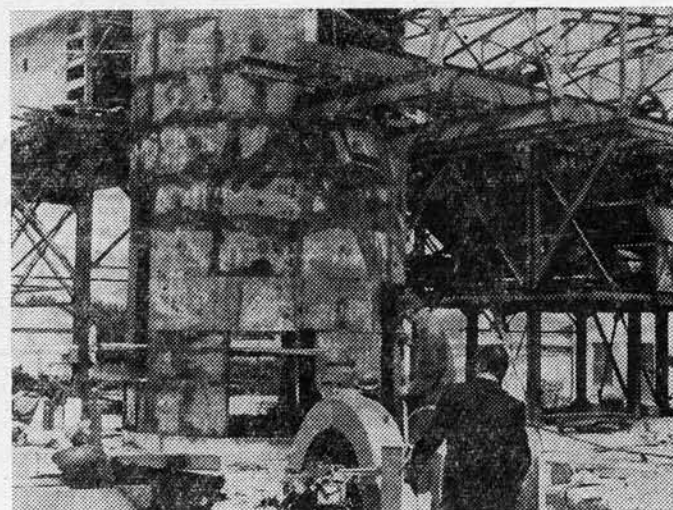
Днепропетровские комсомолы и молодежь сделали первые шаги в оказании помощи своей новой стройке. Они энергично поработали на рытье траншей для прокладки кабелей внешнего энергоснабжения шахтной площадки станции «Заводская».

Большой интерес у населения города вызвал конкурс на лучшие проектные предложения по архитектурно-художественному решению семи станций метрополитена, проведенный исполкомом городского Совета, Правлением днепропетровского отделения Союза архитекторов УССР и Правлением Союза художников УССР. Десятки тысяч днепропетровцев ознакомились с 42 проектами будущих станций, предложенными архитекторами Москвы, Киева, Днепропетровска и Минска. Семи проектам станций: «Коммунарская», «Электровозостроителей», «Заводская», «Металлургов», «Дворец Ильича», «Парк Чкалова» и «Октябрьская площадь» присуждены первые премии.

Следует заметить, что возрождение конкурсов на лучшие предложения по архитектурно-художественному оформлению станций является безусловно ценной формой широкого привлечения архитекторов, художников и общественности к участию в создании метро. Эта форма оправдала себя еще на строительстве первой очереди Московского метрополитена. Уже на подготовительном этапе сооружение Днепропетровского метрополитена вносит немало новых черт в работу всех строительных и проектных организаций города. Это — прежде всего попытка охватить полностью комплекс предварительных мероприятий с тем, чтобы к основным горнопроходческим работам приступить технически вооруженным коллективом. Беседуя с проходчиками, убеждаешься в том, что они хорошо знают перспективу и воодушевлены желанием строить быстрее и лучше. Уже сделанное показывает, какими большими шагами они входят в жизнь Днепропетровска вместе с кратким символическим словом «Метрострой». □



Передвижные замораживающие установки. На втором плане — здание душкобината.



Монтаж горного комплекса станции «Дворец Ильича».



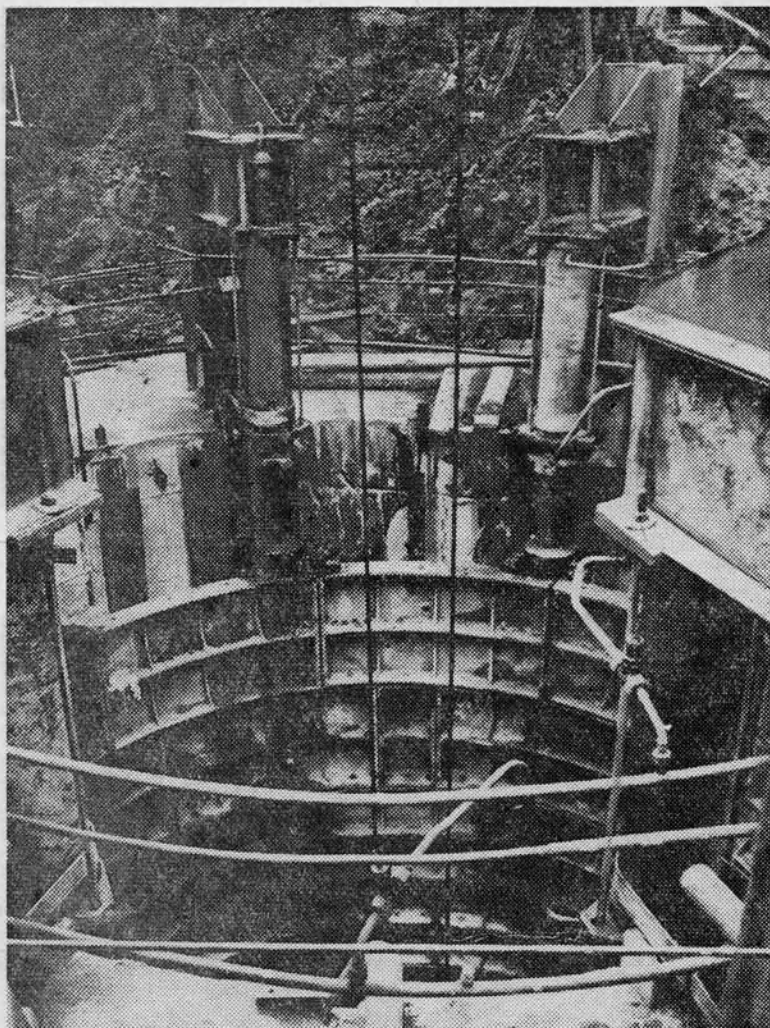
Монтаж бункеров эстакады



Штаб стройки вместе с подрядчиками проверяет строительство прирельсовой базы.



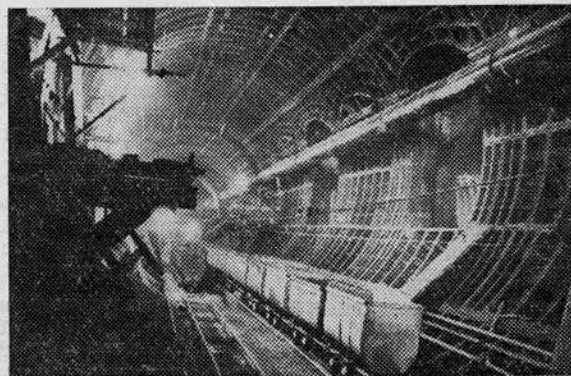
## СТРОИТСЯ СЕРПУХОВСКИЙ РАДИУС



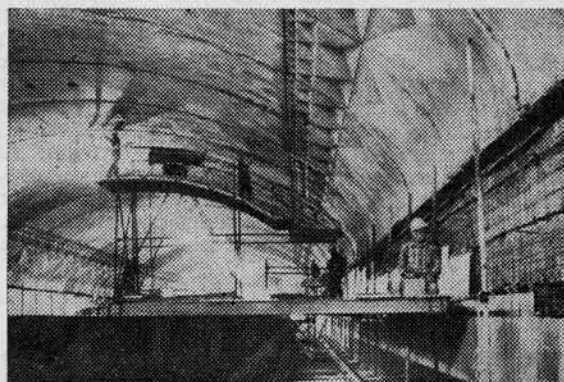
Проходка ствола способом опускной крепи в тиксотропной рубашке.



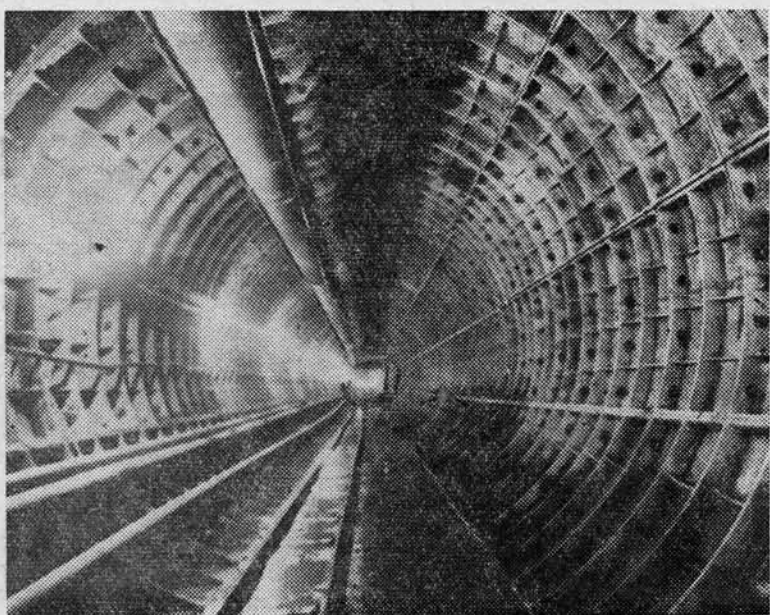
Тоннель с монолитно-прессованной бетонной отделкой, пройденный комбайном ТЩБ-7 между «Нахимовским проспектом» и «Севастопольской».



Возведение среднего зала «Серпуховской».



Облицовочные и штукатурные работы на «Тульской».



Перегонный тоннель между станциями «Серпуховская» и «Тульская».



Отделка станции «Южная».



# ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СТРОИТЕЛЬСТВА ПОДЗЕМНЫХ СООРУЖЕНИЙ

Г. ХАРИТОНЕНКО,  
канд. техн. наук

ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ инженерно-геологических условий строительства городских подземных сооружений осуществляется специальное бурение. Высокая степень изменчивости в распространении пластов пород в плане и в глубину вызывает необходимость сгущать разведочную сеть от 250 до 10—15 м, что приводит к удорожанию горно-строительных работ и увеличению сроков их завершения. Научно обоснованные рекомендации по вопросу выбора расстояний между инженерно-геологическими скважинами на данном этапе отсутствуют. Они принимаются в основном по опыту геологов, ведущих разведку будущих трасс подземных сооружений.

Задача определения расстояний между такими скважинами может быть решена с учетом природных и искусственных факторов, влияющих на технологию ведения горных работ. К природным факторам относятся: состав пород, их обводненность, характеристика залегания пластов и зеркала подземных вод, к искусственным — размеры в поперечном вертикальном сечении выработки (при круглом — ее диаметр), уклон и глубина заложения, способ проведения выработки (обычный без водоотлива, водопонижение, «стена в грунте», замораживание пород, цементация — глинизация или кессон). Основным требованием при этом является исключение возможности возникновения аварийных ситуаций и нарушения технологических процессов при ведении горных работ. Во всех возможных случаях аварийные ситуации, как показывает анализ, вызываются неожиданной обводненностью горных выработок. На рисунке показаны причины их обводненности: 1 — из-за погружения в водоносный горизонт при проведении выработок с уклоном вниз; 2, 3 — выработка «выходит» из толщи слабопроницаемых пород в водоносные через их кровлю или почву; 4 — из-за

выклинивания рабочей зоны фильтров, которые по этой причине не могут обеспечить требуемого понижения уровня подземных вод; 5 — обводнение выработки происходит со стороны почвы при выклинивании водоупора, до которого бурятся замораживающие, инъекционные скважины или же доводится «стена в грунте»; 6 — также из-за выклинивания воздухонепроницаемого экрана, расположенного над горной выработкой, в случае использования ее при проведении сжатого воздуха.

При решении задачи допускается условие, согласно которому следы линий кровли, почвы пластов и зеркала подземных вод, получаемые от сечения вертикальной плоскостью, проходящей через горный массив и ось выработки, являются прямыми. Оно возможно для относительно небольших участков такой структуры, как, например, московская синеклиза.

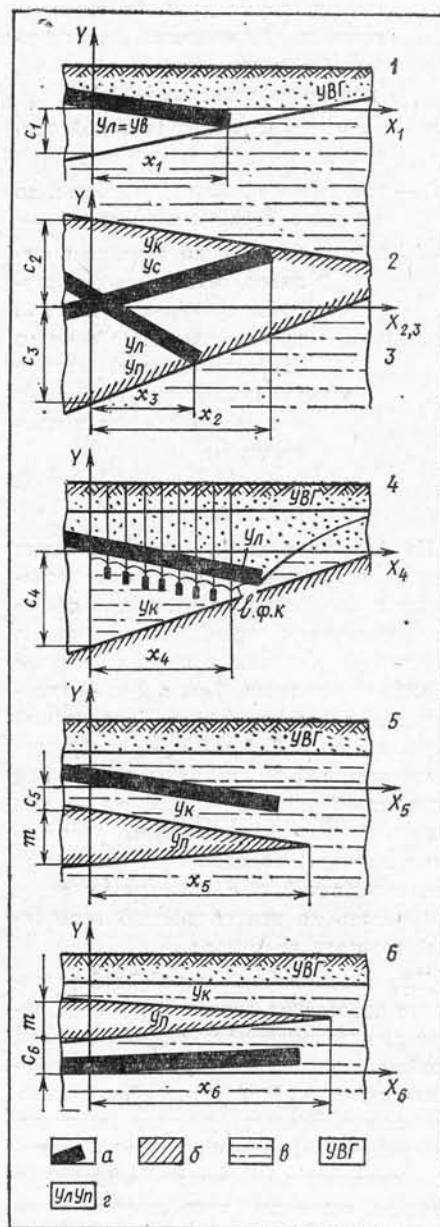
Располагив для всех перечисленных случаев начало осей координат в лотке выработки — коллектора, тоннеля и т. д. — в точке пересечения его с осью первой скважины, можно составить уравнения, описывающие условия сохранения инженерно-геологической обстановки на участке  $X$  (см. рисунок). Решение этих уравнений относительно  $X$  позволяет определить место заложения следующей скважины. Она необходима для получения дополнительной информации, исключающей неожиданное обводнение выработки, а следовательно, нарушение технологии ее проведения.

$$X_1 < \frac{C_1}{\pm i_b \pm i_l} \quad (1)$$

$$X_2 < \frac{C_2 - h_{кр} - d}{\pm i_k \pm i_c} \quad (2)$$

$$X_3 < \frac{C_3 - h_n}{\pm i_n \pm i_l} \quad (3)$$

$$X_4 < \frac{C_4 - l_{\phi} \cdot K}{\pm i_n \pm i_k} \quad (4)$$



Расчетные схемы для определения расстояний между инженерно-геологическими скважинами:

а — профиль выработки; б — слабопроницаемые породы (суглинки, глины); в — обводненные проницаемые породы; У. В. Г. — уровень водоносного горизонта; г — ордината лотка, почвы.

$$X_{5 \text{ и } 6} < \frac{m}{\pm i_k \pm i_n}, \quad (5) \text{ и } (6)$$

где числовой индекс у  $X$  обозначает рассматриваемый случай,  $i$  — градиент или тангенс угла наклона: в — зеркала воды, л — лотка выработки, с — ее свода, к — кровли пласта слабопроницаемых пород (суглинков, глины), п — его почвы — в долях единицы;

$l_{\phi}$  — длина рабочей части фильтра, м;  $K$  — коэффициент, учитывающий искривление депрессии на участке



Значения градиентов залегания кровли, почвы пластов слабопроницаемых пород и зеркала грунтовых вод для территории Москвы

А	К	$\frac{0,038}{0,132}$	К	$\frac{0,040}{0,340}$	К	$\frac{0,0120}{0,028}$	К	$\frac{0,0249}{0,094}$	К	$\frac{0,019}{0,041}$	К	$\frac{0,020}{0,060}$
	П	$\frac{0,056}{0,142}$	П	$\frac{0,040}{0,400}$	П	$\frac{0,011}{0,040}$	П	$\frac{0,021}{0,040}$	П	$\frac{0,016}{0,044}$	П	$\frac{0,017}{0,080}$
	В	$\frac{0,005}{0,060}$	В	$\frac{0,005}{0,060}$	В	$\frac{0,002}{0,012}$	В	$\frac{0,003}{0,073}$	В	$\frac{0,004}{0,028}$	В	$\frac{0,006}{0,025}$
Б	К	$\frac{0,005}{0,038}$	К	$\frac{0,005}{0,060}$	К	$\frac{0,017}{0,094}$	К	$\frac{0,016}{0,025}$	К	$\frac{0,019}{0,066}$	К	$\frac{0,021}{0,079}$
	П	$\frac{0,006}{0,052}$	П	$\frac{0,005}{0,050}$	П	$\frac{0,012}{0,044}$	П	$\frac{0,012}{0,070}$	П	$\frac{0,018}{0,093}$	П	$\frac{0,017}{0,082}$
	В	$\frac{0,012}{0,025}$	В	$\frac{0,005}{0,060}$	В	$\frac{0,009}{0,031}$	В	$\frac{0,001}{0,190}$	В	$\frac{0,009}{0,031}$	В	$\frac{0,006}{0,016}$
В	К	$\frac{0,007}{0,089}$	К	$\frac{0,005}{0,039}$	К	$\frac{0,013}{0,062}$	К	$\frac{0,032}{0,089}$	К	$\frac{0,024}{0,144}$	К	$\frac{0,018}{0,041}$
	П	$\frac{0,007}{0,071}$	П	$\frac{0,005}{0,190}$	П	$\frac{0,012}{0,064}$	П	$\frac{0,021}{0,066}$	П	$\frac{0,030}{0,170}$	П	$\frac{0,010}{0,025}$
	В	$\frac{0,0172}{0,0230}$	В	$\frac{0,004}{0,015}$	В	$\frac{0,007}{0,032}$	В	$\frac{0,005}{0,030}$	В	$\frac{0,005}{0,100}$	В	$\frac{0,010}{0,024}$
Г	К	$\frac{0,065}{0,081}$	К	$\frac{0,023}{0,076}$	К	$\frac{0,018}{0,040}$	К	$\frac{0,0131}{0,055}$	К	$\frac{0,002}{0,060}$	К	$\frac{0,007}{0,028}$
	П	$\frac{0,042}{0,060}$	П	$\frac{0,027}{0,122}$	П	$\frac{0,006}{0,019}$	П	$\frac{0,015}{0,045}$	П	$\frac{0,010}{0,040}$	П	$\frac{0,007}{0,024}$
	В	$\frac{0,006}{0,070}$	В	$\frac{0,006}{0,070}$	В	$\frac{0,005}{0,084}$	В	$\frac{0,001}{0,020}$	В	$\frac{0,001}{0,020}$	В	$\frac{0,002}{0,070}$
Д	К	$\frac{0,055}{0,092}$	К	$\frac{0,014}{0,043}$	К	$\frac{0,018}{0,069}$	К	$\frac{0,006}{0,016}$	К	$\frac{0,023}{0,011}$	К	$\frac{0,029}{0,067}$
	П	$\frac{0,043}{0,080}$	П	$\frac{0,003}{0,067}$	П	$\frac{0,013}{0,071}$	П	$\frac{0,016}{0,023}$	П	$\frac{0,007}{0,012}$	П	$\frac{0,040}{0,041}$
	В	$\frac{0,010}{0,090}$	В	$\frac{0,001}{0,084}$	В	$\frac{0,001}{0,100}$	В	$\frac{0,006}{0,044}$	В	$\frac{0,001}{0,180}$	В	$\frac{0,016}{0,070}$
Е	К	$\frac{0,022}{0,053}$	К	$\frac{0,032}{0,059}$	К	$\frac{0,015}{0,030}$	К	$\frac{0,036}{0,230}$	К	$\frac{0,019}{0,071}$	К	$\frac{0,024}{0,091}$
	П	$\frac{0,030}{0,056}$	П	$\frac{0,015}{0,028}$	П	$\frac{0,011}{0,028}$	П	$\frac{0,027}{0,167}$	П	$\frac{0,014}{0,054}$	П	—
	В	$\frac{0,003}{0,028}$	В	$\frac{0,001}{0,084}$	В	$\frac{0,001}{0,060}$	В	$\frac{0,001}{0,046}$	В	$\frac{0,001}{0,180}$	В	$\frac{0,004}{0,139}$
Ж	—	—	К	$\frac{0,030}{0,076}$	—	—	К	$\frac{0,022}{0,068}$	—	—	—	—
	—	—	П	$\frac{0,023}{0,040}$	—	—	П	$\frac{0,026}{0,118}$	—	—	—	—
	—	—	В	$\frac{0,001}{0,014}$	—	—	В	$\frac{0,001}{0,014}$	—	—	—	—

\* — значения градиентов не определены.

между двумя дренажными скважинами (принимается для крупнозернистых песков равным 1.05, для мелкозернистых — 1.15);

$m$  — мощность слабопроницаемой толщи, м;

$C_i$  — расстояние от лотка выработки до элемента ограничения, м;

$h_k$  и  $h_n$  — размеры по вертикали целиков, оставляемых со стороны кровли и почвы при проведении выработки в слабопроницаемой толще для исключения прорыва в нее подземных вод и плывунов, м;

$d$  — диаметр или высота выработки, м.

Из формул следует, что расстояния между инженерно-геологическими скважинами определяются принятым способом проведения горной выработки, а глубина их бурения в каждом случае вполне определена. Так, в 1-м — скважины должны вскрывать водоносный горизонт; во 2, 3, 5 и 6-м — почву слабопроницаемой толщи, находящейся над выработкой или под ней; в 4-м — при использовании водопонижения необходимо изучить водопроницаемую толщу под выработкой, т. е. скважины следует добуривать до подстилающего водоносный горизонт водоупора.

Для обеспечения бесперебойной технологии проведения горных выработок инженерно-геологическая служба должна особенно тщательно изучить геоморфологические особенности слабопроницаемых пород. В пяти формулах из шести содержатся их характеристики — значения градиентов, мощность пластов и целиков, оставляемых со стороны кровли и почвы выработки.

Для возможности использования формул, позволяющих определять расстояния между инженерно-геологическими скважинами, были исследованы геологические профили территории Москвы общей протяженностью более 120 км. Анализ выполнялся по следующей схеме: сначала на чертеже отмечали пласты слабопроницаемых пород (глин и суглинков) и зеркало подземных вод, затем рассчитывались значения градиентов их залегания. При этом выделялись средние, преобладающие значения градиентов и максимальные. Одновременно определялся процент вероятности проявления последних. В тех случаях, когда в геологическом разрезе было несколько пластов слабопроницаемых пород, показатели средних и максимальных градиентов принимались с учетом каждого пласта.

Для привязки получаемых результатов к конкретной площади города использовалась его схема, выполненная на сетке, состоящей из 42 квадратов, представленная в таблице (площадь на листе соответствует площади, занимаемой городом, а ее квадраты — отдельным участкам, отражаемым на схематических планах). Каждый квадрат таблицы по горизонтали выделяется буквами, по вертикали — числами, как это принято на план-схемах города, и несет информацию о значениях градиентов залегания кровли, почвы слабопроницаемых пластов пород и зеркала подземных вод,

которые показаны в виде дробей. Первая — это значения градиентов кровли К, вторая — почвы П и третья — зеркала подземных вод В. В числителе каждой дроби приведены средние значения, в знаменателе — максимальные, выбранные из всех вскрытых скважинами в данном квадрате пластов слабопроницаемых пород. Вероятность их проявления оценена от 3% и значительно ниже — десятые и сотые его доли. Как правило, максимальные градиенты характеризуют участки с нарушенными формами залегания пластов, образовавшимися в результате размыва водотоками,



оползаний склонов и ранее выполнявшихся работ по выемке грунта. Максимальные значения градиентов зеркала подземных вод проявляются при приближении к водоемам и водотокам с крутыми и относительно высокими берегами.

Методика определения расстояний между инженерно-геологическими скважинами, учитывающая факторы, связанные с технологией проведения горных выработок, предопределяет такую последовательность выполнения операций: бурение 1-й скважины; составление геологической колонки с выделением водопроницаемых (пески, супеси), слабопроницаемых (суглинки, глины) пород и

положения зеркала воды; с учетом глубины заложения выработки, ее диаметра и данных бурения выбирается возможный способ ее проведения (без водоотлива над зеркалом воды или в слабопроницаемых толщах; водопонижение; замораживание; «стена в грунте» и т. д.); производится расчет места заложения следующей инженерно-геологической скважины. Градиенты, входящие в принятую формулу, принимаются из таблицы средними, остальные параметры вводятся с учетом проектных решений — диаметр и уклон выработки, размеры целиков и т. д. После бурения 2-й скважины выявляется возможность сохранения условий для нормального

ведения горных работ. В случае положительного результата рассчитывается расстояние до следующей скважины в направлении проведения выработки. Если прогноз не подтвердился, бурится дополнительная между 1-й и 2-й. Расстояния между ними определяются при максимальных значениях градиентов залегания кровли или почвы пластов слабопроницаемых пород.

Предлагаемый способ инженерно-геологического обеспечения для проведения выработок городских подземных сооружений в сложных геологических условиях Москвы позволяет оценить ранее выполнявшиеся работы по разведке трасс. □

---

---

## О ВЫБОРЕ СРЕДСТВ МЕХАНИЗАЦИИ ДЛЯ ВОЗВЕДЕНИЯ АНКЕРНОЙ КРЕПИ

**В. ГОРБУНОВ,**  
д-р техн. наук;

**В. МЕРКИН,**  
канд. техн. наук;

**В. СКОМОРОХОВ, Ю. СЫРКИН,**  
инженеры

---

---

**РАСТУЩИЕ** объемы применения анкерной крепи в подземном строительстве обуславливают актуальность разработки и внедрения в практику высокопроизводительных машин и механизмов для ее возведения.

Установка анкеров вручную (занимающая до 30% от общих затрат труда в проходческом цикле) — трудно контролируемая по качеству и длительная операция. При этом не всегда удается совместить во времени установку анкеров с основными проходческими процессами (бурением шпуров или уборкой породы). В случае проходки выработок в слабоустойчивых грунтах, требующих немедленного закрепления обнаженных пород, установка анкеров вручную является операцией с повышенной степенью опасности.

Между тем исследователи считают, что степень механизации анкерного крепления выработок может составить 80—90%.

В связи с поставленной в программе Госкомитета по науке и технике

СМ СССР задачей создания в XI пятилетке технологических комплексов для проходки тоннелей с механизацией установки анкерной крепи проанализированы существующие технические решения по данному вопросу и определены перспективные направления работы. По результатам этого анализа можно отметить, что техника бурения шпуров и установки в них анкеров в последние годы получила значительное развитие. Разработан и испытан ряд соответствующих машин и переносного оборудования конструкций ЦНИИПодземмаша (переносной станок ПА-1 и машина для анкерования МАП-1, бурильные установки БУА-1с, БУА-2, БУА-3), Гипрорудмаша (агрегат для установки анкерной крепи АБК), НИПИГормаша (набор ручного инструмента: сболчитель ПИ-35, насадка М-35, комплект гидрорудмаша УВШ-5/15) и др.

Качественная оценка степени механизации процесса крепления существующим оборудованием, проведенная по методу факторных таблиц (пред-

полагающему сопоставление оборудования по совокупности выполняемых им основных операций), показала, что практически все современные машины выполняют операции бурения шпуров и затяжку гаек на анкерах. Лучшие зарубежные образцы снабжены устройствами для magazинирования анкерных стержней и выполняют операции по подаче стержней в шпур и их закреплению. Машин же для подачи в шпур закрепляющего раствора (например, в ампулпатронах) и навески предохранительной гибкой затяжки (сетки) практически не имеется. В то же время основной тенденцией является создание дистанционно управляемых и автоматизированных универсальных агрегатов, способных выполнять все операции по возведению анкерной крепи.

Для удобства выявления рациональных конструктивных схем предложена классификация средств возведения анкерной крепи.

В качестве существенного признака выделена структура средств установки анкеров, характеризующая количественный состав операционных механизмов и вид их взаимосвязи, а также степень развития механизации этого процесса.

Анкероустановочная машина является одним из звеньев проходческого комплекта, комплекса или агрегата, а результат их совместного функционирования — готовая выработка. Очевидно, чем меньше простоя машин и полнее учет их производительности при изменяющихся условиях проходки, тем выше показатели системы. В этой связи в классификацию включен признак, характеризующий работу машины по возведению анкеров в ряду



других машин проходческого комплекса.

Необходимость повышения производительности труда крепильщиков и одновременного снижения психофизиологических нагрузок продиктовала целесообразность классификации средств механизации возведения анкерной крепи: с местным управлением, дистанционным, программным и телевизионным.

Кроме того, рассматриваемые средства можно подразделить по назначению — для специальных работ (крепление восстающих выработок, стволов и др.), очистных работ в условиях месторождений различной мощности, проходки в выработках большого, среднего и малого сечений;

устройству (самоходные полки, специальные и комбинированные самоходные машины, для установки анкеров в составе проходческих и очистных комплексов, механизированный инструмент и приспособления, переносные станки и оборудование);

составу операций (бурение шпуров, установка анкерных стержней, создание предварительного натяжения, установка анкерных стержней, совмещение во времени бурения шпуров и установки анкерных стержней);

виду устанавливаемых анкеров (клинощелевые, распорные, железобетонные, полимерные, сталеполимерные, винтовые);

способу создания предварительного натяжения (завинчивание стержня в шпур, завинчивание гайки на конце стержня, забивка нижнего клина, выдергивание стержня из шпура);

способу бурения шпуров (вращательное, вращательно-ударное, ударно-поворотное, ударно-вращательное, механо-гидравлическое);

типу устройств установки рабочих органов (телескопическая стрела, шарнирно-складывающаяся рукоять, стреловидный или комбинированный манипуляторы, вращающаяся платформа, колонка, жесткая рама);

способу передвижения (гусеничный ход, колесно-рельсовый, пневмошинный, распорношагающий, на платформе проходческого комплекса или портальной буровой рамы, лебедкой);

типу привода (пневматический, электрический, гидравлический, комбинированный).

Однако данная классификация не позволяет учесть в определенном признаке все многообразие конструктивных исполнений как машин в целом, так и их основных узлов и ме-

ханизмов, а также получить их сравнительную характеристику или определить степень совершенства, не дает ключ к выбору рациональной структурной схемы. Решить эти вопросы представляется возможным рассмотрением средств механизации по функциональному структурному признаку. Согласно работам проф. В. И. Солода\*, классификация по этому признаку может быть проведена априорно на основании перечисления возможных комбинаций независимо от того, осуществлены эти комбинации или нет, что позволяет провести систематизацию всех как существующих, так и возможных конструкций машин.

Устройства, выполняющие функции установки анкерной крепи, можно в общем виде представить следующими функциональными рабочими органами: В — непосредственного возведения анкерной крепи (исполнительный орган), М — установочный, П — перемещения. Накладывая связи и используя принципы вырождения и совмещения, можно составить таблицу 1, в которой приведены возможные структурные формулы средств механизации возведения анкерной крепи. При этом важно учесть, что машины могут иметь только кинематическую (+) и конструктивную (·) связи. Процесс установки анкерной крепи невозможен без наличия исполнительного органа, поэтому во все структурные формулы входит орган возведения.

Первая группа формул описывает индивидуальные рабочие органы: В — это исполнительный механизм, структура которого будет раскрыта ниже, М — манипуляторы и установочные механизмы, П — ходовые тележки на колесно-рельсовом, пневмоколесном или гусеничном ходу и т. п.

Вторая группа представлена структурными формулами полных и неполных комплексов (машины с кинематически увязанными механизмами). Например, формула «В+М» описывает переносные станки типа ПА-1, УВАК, Ш-2, КР-3, КР-У, где связь между сверлом и распорной стойкой представляется кинематической, так как органы сохранили свои индивидуальные особенности и автономность. Структурной формулой «В+П» характеризуется устройство, где связь органов возведения и перемещения кинематическая, а устано-

вочный орган отсутствует. Наиболее совершенным из машин данной группы будет устройство с наличием всех структурных элементов — «В+М+П». Этой формулой описывается машина для анкерования МАП-1 (ЦНИИПодземмаш), приведенная на рис. 1.

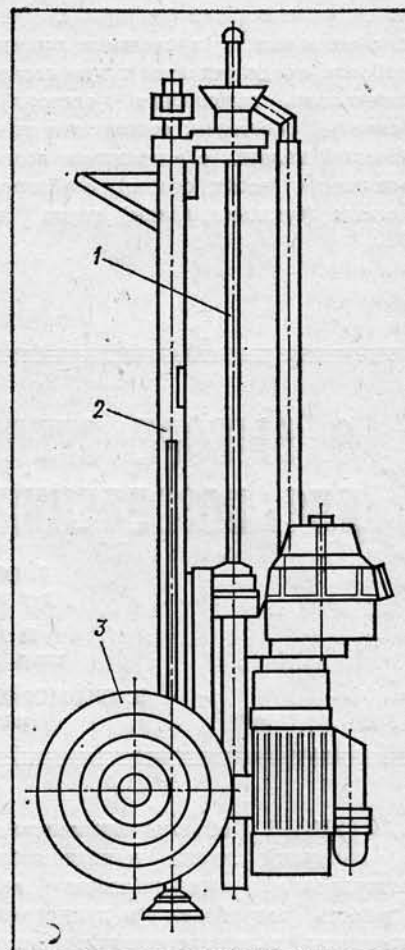


Рис. 1. Конструктивная схема машины для анкерования МАП-1:

1 — орган возведения; 2 — установочный; 3 — орган перемещения.

Крепевозводящие полуагрегаты характеризуются третьей группой структурных формул. Здесь, наряду с кинематической связью (+), имеется конструктивная (·), т. е. отдельные органы имеют базовые элементы. Например, формула «В+М·П» характеризует самоходные полки типа СП-12 ЦНИИЛ Дзержинского ГМК, каретки КСО-12 и КСО-25 института Гипроникель, агрегат САКК 1—2000 ЦНИИЛ Дзержинского ГМК. Формула «В·М+П» описывает устройства с конструктивной связью между органами возведения и установки, а также кинематической связью с органом перемещения.

\* Солод В. И., Первов К. М. Основы проектирования выемочных комплексов и агрегатов. М., МГН, 1973. — 186 с.



Четвертая группа формул относится к семейству машин с кинематически увязанными и соединенными базовыми элементами механизмами — агрегатам. Формула «В·М» описывает устройства с конструктивной связью между элементами В и М. Такими устройствами, орган перемещения в которых отсутствует, часто оборудуются высокомеханизированные проходческие комплексы (например, КН-5Н «Кузбасс»). Формула «В·П» характеризует применяемые в зарубежной практике на месторождениях малой мощности устройства с конструктивной связью между органами возведения В и перемещения П. Например, фирмы «Ингерсол-Ранд», «Галис», «Джой» (США) и др. выпускают серию таких машин.

Структурная формула «В·М·П» описывает самоходные агрегаты типа САКК-3 (ЦНИИЛ Дзержинского ГМК); установки БУА-1с, БУА-2, БУА-3 (ЦНИИПодземмаш); каретки АТН-15, РЕС-22 (рис. 2), РЕС-24 фирмы «Секома» (Франция); каретку BFR 1-300 фирмы «СИГ» (Швейцария) и др.

Структурные формулы табл. 1 описывают машины и оборудование для выполнения процесса крепления в целом. Однако раскрытие средств механизации на данном уровне остается неполным без расшифровки символа В. Для этого рассмотрим непосредственно процесс установки анкера.

В задачу органа возведения в общем случае входит выполнение следующих основных операций:

бурение шпура под анкерную крепь. Механизм, выполняющий эту операцию, присвоим символ В; подача и закрепление анкерного

Структурная схема	Характеристика структурной формулы		
	группа	принцип построения	вид
Индивидуальная машина (механизм)	I	Вырождение структурных элементов	В М П
Крепезоводящие комплексы	II	Сочленение элементов: с вырождением то же полное (базовая формула)	В + М В + П В + М + П
Полуагрегаты	III	Совмещение элементов: частичное то же то же	В + М · П В · М + П В · П + М
Агрегаты	IV	полное с вырождением то же	В · М · П В · М В · П

Таблица 2

Исполнение органов возведения	Характеристика структурной формулы		
	группа	принцип построения	вид
Индивидуальные механизмы	I	Согласование элементов с вырождением	В У Н
Комплекты индивидуальных механизмов	II	Полное (базовая формула)	В - У В - Н У - Н В - У - Н
Полукомплексное	III	Сочленение элементов: частичное то же	В - У + Н В + У - Н В + Н - У
Комплексное	IV	Полное с вырождением то же	В + У + Н В + У В + Н У + Н
Полуагрегатное	V	Совмещение элементов: частичное то же	В + У · Н В · У + Н В · Н + У
Агрегатное	VI	Полное с вырождением то же	В · У · Н В · У В · Н У · Н

стержня в пробуренном шпуре. Символ установочных механизмов — У; создание предварительного натяжения анкерного стержня, необходимого для эффективного закрепления по-

родного массива. Механизмы, выполняющие эту операцию, обозначим символом Н.

В общей схеме механизации технологического процесса установки анкеров эти средства могут быть объединены для совместной работы путем наложения на них технологической (—), кинематической (+) и конструктивной (·) связей.

К схемам механизации процесса анкерования можно применять принцип вырождения структурных элементов (при установке беззамковых конструкций анкеров не требуется создания предварительного натяжения, при бесшпуровом анкерении нет необходимости в бурении шпура и т. д.).

В табл. 2 показано общее структурообразование органов возведения.

Первая группа формул характеризует органы возведения, сохранившие индивидуальную особенность. Это механизмы для выполнения от-

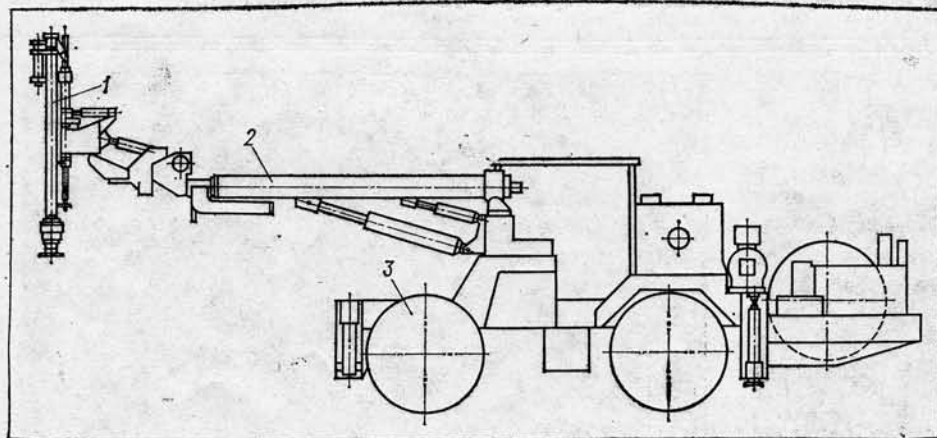


Рис. 2. Конструктивная схема каретки РЕС-22 фирмы «Секома» (Франция): 1 — орган возведения; 2 — установочный; 3 — орган перемещения.



дельных операций: пневмо- и электро- сверла (Б); соответственно для воз- ведения клинщелевых, железобетон- ных и сталеполимерных анкеров — это забивные насадки в комплексе с отбойными молотками, механизмы для нагнетания в шпур раствора, а также предназначенные для подачи сюда ампул с клеящими составами, введения анкерного стержня и раз- мешивания им клеящих составов; гайковерты ПИ-35, ИП-3103 и др., комплект гидроинструмента УВШ-5/15 и т. п. (Н).

Вторая группа формул относится к комплектам, которые имеют толь- ко технологические связи, образова- нные совместным применением меха- низмов первой группы формул. На- пример, формула «Б—Н» описывает электросверло в комплекте с гайко- вертом ПИ-35.

Третья и четвертая группы формул характеризуют семейство кинематиче- ски связанных, но сохранивших свои индивидуальные особенности механиз- мов. При наличии между последними наряду с кинематической также тех- нологической связи имеем полукомп- лексное исполнение органов возведе- ния.

Пятая и шестая группы формул описывают семейство технологически согласованных, кинематически увязан- ных и соединенных базовыми элемен- тами механизмов, выполняющих все операции технологического процесса установки анкеров — полуагрегатное и агрегатное исполнение органов возведения (рис. 3).

Таким образом, каждая группа формул, приведенных в таблицах 1 и 2, отражает одновременно и качест- венную ступень развития средств ме- ханизации технологического процесса возведения анкерной крепи. Причем, каждая последующая группа описы- вает семейство машин и механизмов,

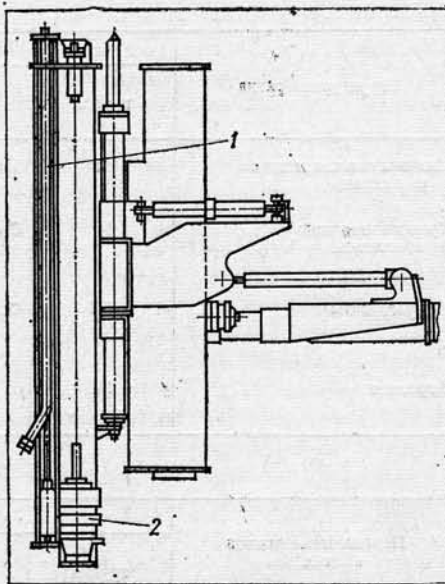


Рис. 3. Конструктивная схема органа возведения агрегатного исполнения:

1 — механизм для зарядки шпуров ампулами с клеящим составом; 2 — механизм установки анкерных стержней и придания им предварительного натяжения.

находящихся на более высокой ступени своего развития.

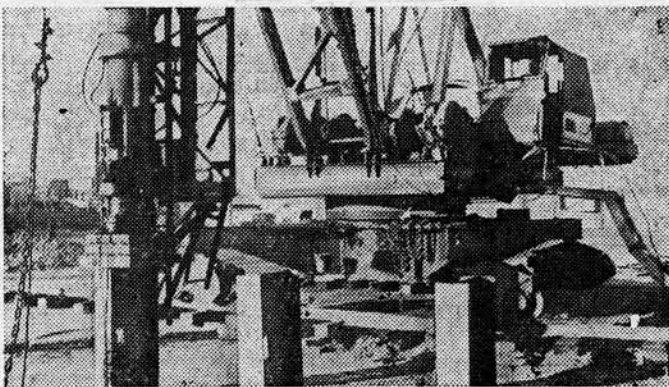
Таким образом, развитие механизации технологического процесса возведения анкеров шло от возникновения переносных станков до полностью механизированных самоходных крепе- возводящих агрегатов, а органов возведения — от индивидуальных меха- низмов, выполняющих отдельные опе- рации указанного процесса, к созда- нию анкероустановочных модулей, полностью механизмирующих процесс непосредственной установки анке- ров.

При структурном анализе той или иной машины присваивается опреде- ленная формула из табл. 1 — маши- не в целом, а из табл. 2 — органу

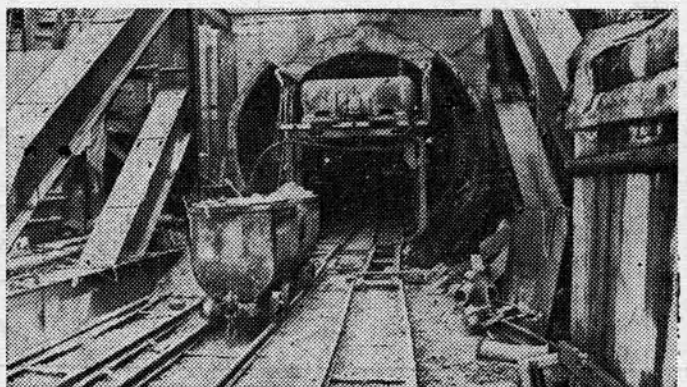
возведения. Сопоставление машин и оценка их совершенства производится путем определения количества струк- турных элементов и существа их взаимосвязей в структурной формуле. Наибольший уровень механизации со- ответствует самоходным крепильным агрегатам с полным совмещением эле- ментов машины «В·М·П» и конструк- тивными связями в исполнительном органе агрегатного типа «Б·У·Н». Напротив, отсутствие конструк- тивных связей в формулах опи- сания машины и исполнительного ор- гана, например «Б—У—Н», свиде- тельствует о низком уровне механиз- ации процесса установки анкеров.

Анализируя подобным образом из- вестные отечественные и зарубежные средства механизации установки анке- ров, представилось возможным уста- новить перспективную структурную схему для создаваемого устройства, удовлетворяющую высшим мировым достижениям.

В настоящее время в отечествен- ном тоннелестроении анкеры в боль- шинстве случаев устанавливают с верхних ярусов буровых рам и подь- емных площадок самоходных буров- ых установок, а также со специаль- ных гидроподъемников САКН-1-2000, МШС-2ТП, самые совершенные из которых описываются структурной формулой «В+М·П». При этом не- посредственный процесс выполняется комплектом механизмов — бурильной установкой и гайковертом, т. е. струк- турная формула органа возведения «Б—Н». Очевидно, применение этих серийных машин, слабо механизму- ющих процесс крепления выработок анкерами, не может решить задачу ликвидации ручных работ. Кроме то- го, создание анкероустановочных ма- шин для каждого типа выработок и для различных горно-геологических условий нерационально. □



ГОРЬКИЙ: Забивка свай на станции «Пролетарская».



Врезка щита ТЩБ-7 в направлении к станции «Пролетар- ская».

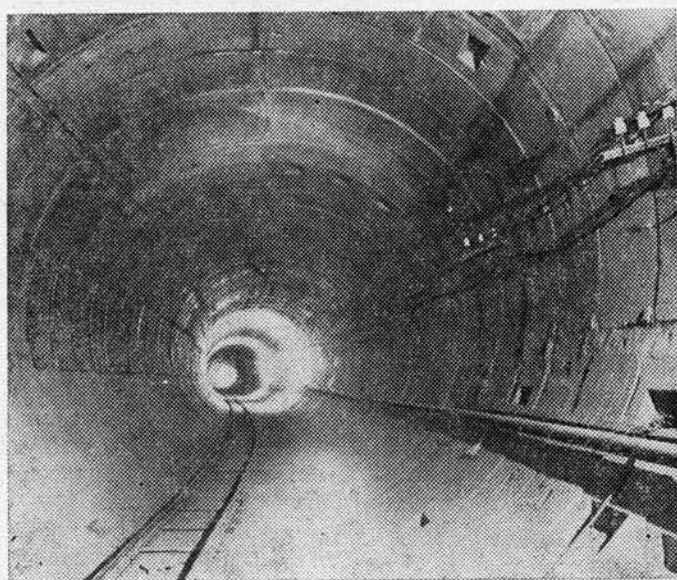


## МЕТРО В ГОРЬКОМ И КУЙБЫШЕВЕ

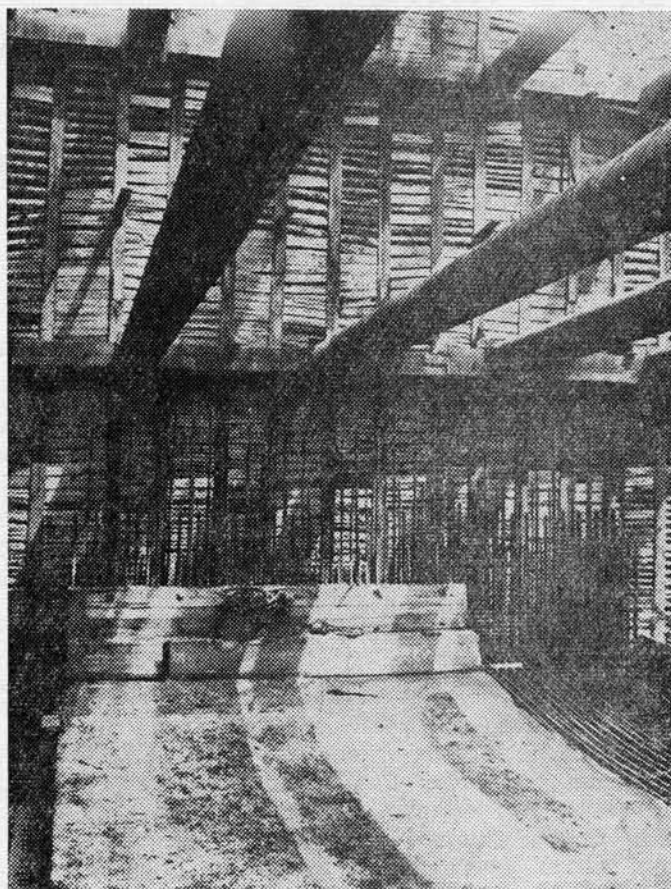


Последние метры тоннеля в монолитно-прессованной бетонной обделке на перегоне «Заречная» — «Ленинская», сооруженном комплексе ТЩБ-7. Щит выводился в разработанный котлован вентсбойки № 1 ст. «Ленинская». Для формирования последних 15 м установили два дополнительных пояса крепления торцевой стены сопряжения тоннеля с вентсбойкой на уровне рассекающих площадок.

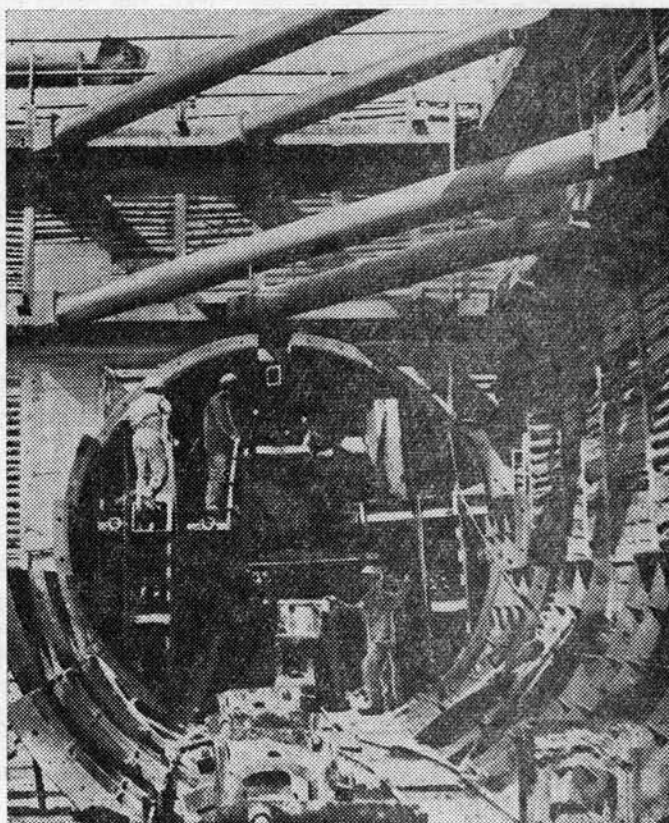
Когда щит подходил к сваям, затяжка между ними по площади агрегата была убрана, сваи по контуру щита вырезаны. Для формирования последних 7 м, когда щит находился уже в вентсбойке, его распирали в железобетонные конструкции.



Перегон «Ленинская» — «Чкаловская», пройденный в песках с водопонижением комплексом ШМ-17 с обделкой, обжимаемой в породу, и с узлом разжатия на горизонтальном диаметре.



КУЙБЫШЕВ: Сооружение лотковой части станции «Кировская».



Врезка щита на перегоне «Кировская» — «Безымянка».

# ИЗ ОПЫТА СВАРКИ РЕЛЬСОВЫХ ПЛЕТЕЙ

В. ЧЕРНОВ, В. СЕМЕНОВ, Е. КАТИН,  
инженеры

ческой термопарой. Грубая и чистая обработки стыка велись шлифовальными станками, подвешенными на электротельферах. Последние позволяли перемещать стыки в продольном и поперечном направлениях по отношению к плети. Для удобства обработки подошвы рельса превышение плети от путевого бетона на участке шлифовки было принято высотой 1100 мм.

### Техническая характеристика шлифовального станка:

Габариты:	
длина, мм . . . . .	1650
ширина, мм . . . . .	670
высота, мм . . . . .	400
Привод . . . . .	электрический
Мощность, кВт . . . . .	5,6
Число оборотов, об/мин . . . . .	2900
Соединение с приводным механизмом . . . . .	жесткое

Применение малой механизации, высокопроизводительных станков позволило качественно, без больших физических усилий производить зачистку стыка по всему периметру. Обработанный и охлажденный стык проверяли дефектоскопом ДУК-13И.

На концах технологического участка длиной 150 м были уложены стрелочные переводы для пропуски материалов и рельсовых плетей в оба плеча строящегося тоннеля.

Для перевозки и снятия плети с роликов применяли специальные тележки, оборудованные винтовыми захватами.

Электроснабжение сварочного комплекса осуществлялось от трансформатора мощностью 400 кВА. Суммарная установочная мощность комплекса составляла 350 кВА. Из них: электроприемники — сварочная машина К-355 — 150 кВА и нормализатор — 98 кВА.

Все технологические операции, начиная с подготовки рельсов под сварку и кончая спуском готовой плети с роликов, выполняла бригада из 8 человек. За смену бригада сваривала в среднем 750—800 пог. м плетей. Производительность труда на одного рабочего составила 120—150 пог. м плети. Таким образом, было сварено 16,5 км рельсовых плетей Р-50 и 8,5 км контактных.

Использование малой механизации позволило практически исключить ручной труд. □

Затем сваренные плети перемещали роликовым транспортером (РТ), зажимные диски которого захватывают боковую поверхность головки рельса, чтобы пропустить вваренный в плеть изоляционный стык.

### Техническая характеристика роликового транспортера:

Тяговое усилие (максимальное), тн/с . . . . .	5
Число пар дисков . . . . .	6
Скорость движения, м/сек . . . . .	0,2÷1
Электродвигатель МТВ-512-8:	
Мощность, кВт . . . . .	40
Число оборотов, об/мин . . . . .	725

Сваренный стык из губок машины К-355 при температуре свыше 850°C проходил через станок обрубки утолщений (гратообрубщик) и правильный стол для получения прямой линии бесстыковой плети.

### Техническая характеристика гратообрубщика:

Максимальное продольное срезающее усилие, тн/с . . . . .	60
Максимальное вертикальное усилие зажатия рельса, тн/с . . . . .	100
Скорость движения резцов на стык, мм/сек . . . . .	10
Габаритные размеры:	
длина, мм . . . . .	1600
ширина, мм . . . . .	665
высота, мм . . . . .	1275

Нормализация подошвы рельса в месте сварки велась нормализатором контактного действия. Обрубленный стык в горячем состоянии перемещался и устанавливался между губками нормализатора. Подошва рельса гидроцилиндром с усилием до 40 тн/с прижималась к губкам. Затем производили местный нагрев подошвы рельса до 700—750°C. Температура контролировалась встроенной в губки нормализатора электри-

СВАРКА и замена рельсовых плетей на пусковых участках строящегося метрополитена обычно производятся после завершения строительно-монтажных работ и укладки шпальной решетки. Сроки процесса жесткие, а требования к качеству работы предъявляются высокие.

В условиях Ташкентского метро неглубокого заложения лучший вариант — расположение рельсосварочного комплекса (РСК) на левом пути метромоста через реку Салар. Причина — в удобстве монтажа и расположения технологического оборудования и подачи двадцатипятиметровых рельсов для сварки в плети, а также в возможности устройства временных стрелочных переводов и транспортировки плетей в оба плеча строящихся тоннелей.

Учитывая опыт московских метростроителей и Рельсосварочного поезда № 14 МПС, была принята поточно-циклическая схема расположения оборудования, то есть одновременное выполнение операций на потоке.

Разгрузка, подготовка и подача на поток рельсов производились двумя трехтонными электротельферами. Перемещали рельс к месту сварки тремя самоходными роликами (рольгангами). Сварку выполняли подвесной контактной сварочной машиной К-355.

### Техническая характеристика К-355:

Мощность, кВА . . . . .	150
Продолжительность включения сварочного тока (ПВ), % . . . . .	50
Номинальный сварочный ток, А . . . . .	20000
Номинальный первичный ток, А . . . . .	395
Наибольшее сечение сварных рельсов, мм <sup>2</sup> . . . . .	10000
Вес, т . . . . .	2,5



# СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДА ПРОДАВЛИВАНИЯ ТОННЕЛЕЙ

П. ВАСЮКОВ, Г. МОЛОДЦОВ, Б. ХИХЛУХА,  
инженеры

**П**РИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ существующего оборудования для продавливания тоннелей, когда первая секция обделки жестко соединена с ножевой секцией агрегата, проходка осуществляется, как правило, со значительными отклонениями конструкции от проектного положения (150÷250 мм, а иногда и более на длине участка продавливания в 30÷40 м). При этом существующие способы управления продавливанием с помощью опорных плит или элеронов, которыми снабжена ножевая секция, оказались малоэффективными.

Применение недостаточно жесткой чугунной обделки приводило к значительным деформациям поперечного сечения тоннеля. Эллиптичность, как правило, достигала 100—150 мм. Установка стяжек для сохранения круглой формы обделки не дала положительных результатов. В свою очередь, отклонение поперечного сечения тоннеля в каждом кольце, наличие выступов между ними и большая шероховатость наружной поверхности тьюбингов увеличивают усилие продавливания в ряде случаев значительно быстрее, чем возрастает длина тоннелей. Кроме того, указанные выше

свойства обделки способствуют появлению дополнительных усилий, вызывающих отклонение тоннеля от проектного положения. При продавливании тоннелей на малой глубине наблюдался подъем и сдвиг железнодорожного полотна, что требовало дополнительных мер по ликвидации или недопущению указанных явлений.

Эффективность мероприятий, предусмотренных для снижения сил трения, возникающих между обделкой и грунтовым массивом при движении тоннеля, — нагнетание раствора бетонитовой глины и покрытие наружной поверхности тьюбингов эпоксидной мастикой — недостаточно изучена, так как в практике применения метода продавливания они редко использовались в полном объеме.

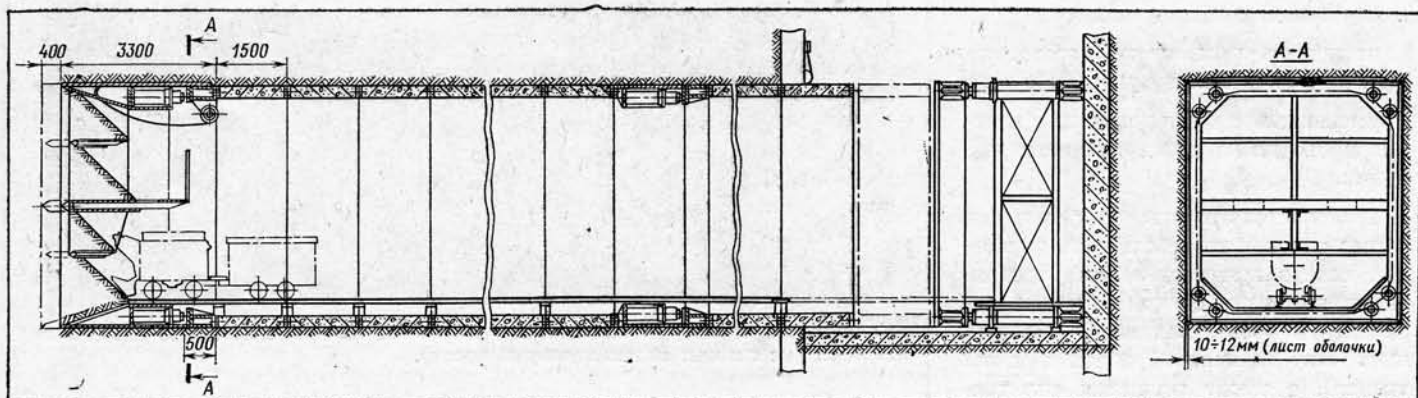
Указанные выше отрицательные факторы, присущие применяемым в настоящее время оборудованию и обделкам, ограничивают длину участка продавливания до 30—40 м. Между тем в практике строительства метрополитенов часто встречаются участки трассы мелкого заложения длиной 70—100 м, расположенные под железнодорожными путями или другими коммуникациями, проходка кото-

рых наиболее эффективно могла бы быть осуществлена с использованием метода продавливания. Этой цели способствует предлагаемая конструкция агрегата, изображенная на рисунке.

Ножевая секция агрегата представляет собой жесткую пространственную конструкцию прямоугольного сечения, оснащенную рассекающими горизонтальными площадками, вертикальной перегородкой и хвостовой оболочкой. В опорной части ножевой секции размещены гидравлические домкраты с ходом плунжера 400 мм, общим усилием 1200÷1600 т. В верхней головной части ножевая секция снабжена скруглениями и прорезями для пропуска стальных лент из агрегата на наружную поверхность тоннеля. Ленты, намотанные на барабаны, закреплены на промежуточном вкладыше, а их свободные концы, пропущенные через скругления и прорези, — на ограждении котлована. Необходимо отметить, что применение стальных лент наиболее оправдано при проходке перегонных тоннелей под железнодорожными путями, расположенными на небольшой глубине от головки рельса.

Основная домкратная установка размещена в котловане и выполнена по типу существующих. Она снабжена 36 шитовыми гидравлическими домкратами, равномерно распределенными по контуру сечения обделки, общим усилием 3600 т. Усилие от домкратов передается на секцию обделки через распределительную раму и может обеспечить продавливание тоннеля на длину до 50—70 м. При исчерпании усилия основной домкратной установки и необходимости продавливания на большую длину агрегат следует оснастить промежуточной установкой.

В качестве обделки принята пря-



моугольная железобетонная цельно-секционная шириной 0,8÷1 м, рассчитанная на осевую нагрузку до 3600 т. Наружная поверхность секции защищена стальным листом, одновременно выполняющим роль гидроизоляции. Торцы секции выполнены из стального листа толщиной 24÷40 мм и соединены с защитным листом на сварке. При этом удельное давление на торец не превысит 70 кгс/см<sup>2</sup>, что исключает разрушение обделки, выполненной из армированного железобетона марки 400. Секции могут быть соединены между собой при помощи сварки или шпилек.

Первая секция обделки жестко соединена с промежуточным вкладышем, имеющим зазор 20÷24 мм. Он размещен внутри оболочки ножевой конструкции, выполненной из стального листа толщиной 12÷16 мм.

Для снижения сил трения между грунтовым массивом и продавливаемой обделкой на наружную поверхность секций наклеивается пленочный или листовой полиэтилен с односторонней волокнистой структурой по методике, разработанной в НИИОСП. При этом в зависимости от грунтов, в которых осуществляется проходка, коэффициент трения может быть уменьшен в 1,5÷2 раза. Возможно также нагнетание в зазор между породой и обделкой раствора бентонитовой глины. При небольшом заглублении тоннеля и применении стальных лент, предотвращающих сдвигку железнодорожных путей, наружную поверхность перекрытия обделки можно дополнительно ничем не покрывать.

Предлагаемая конструкция агрегата позволяет:

- сохранить направление продавливаемого тоннеля;

- увеличить длину участка продавливания без использования промежуточной домкратной установки до 50—70 м в зависимости от грунтов, в которых осуществляется проходка, и глубины заложения тоннеля;

- исключить применение дорогостоящей и дефицитной чугунной обделки;

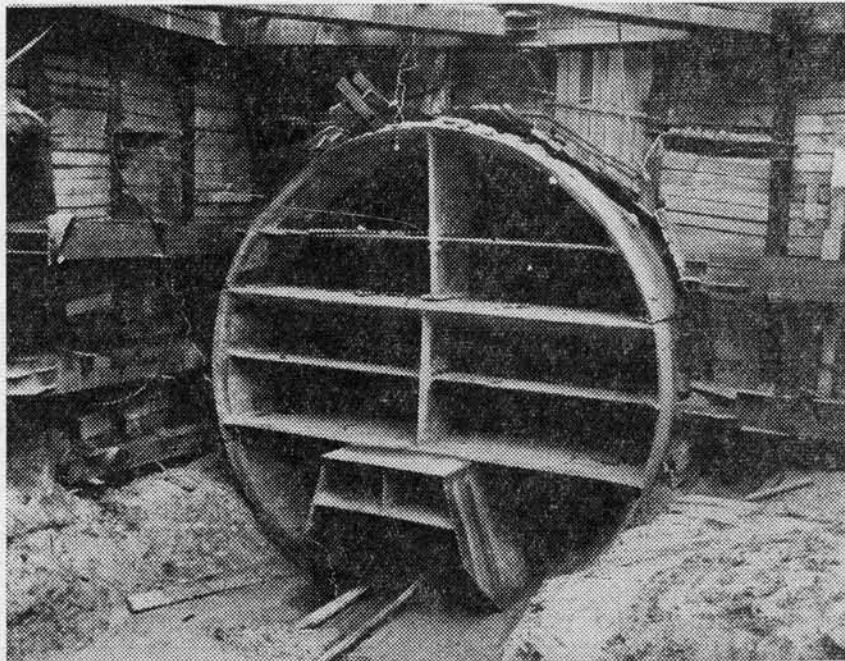
- уменьшить неблагоприятное влияние проходки на различные коммуникации.

Достигается это тем, что снижается общее силовое воздействие на грунтовой массив при раздельном вдавливании ножевой секции (усилие резания) и проталкивании в готовую выработку тоннельной обделки (силы трения), а также снижении сил тре-

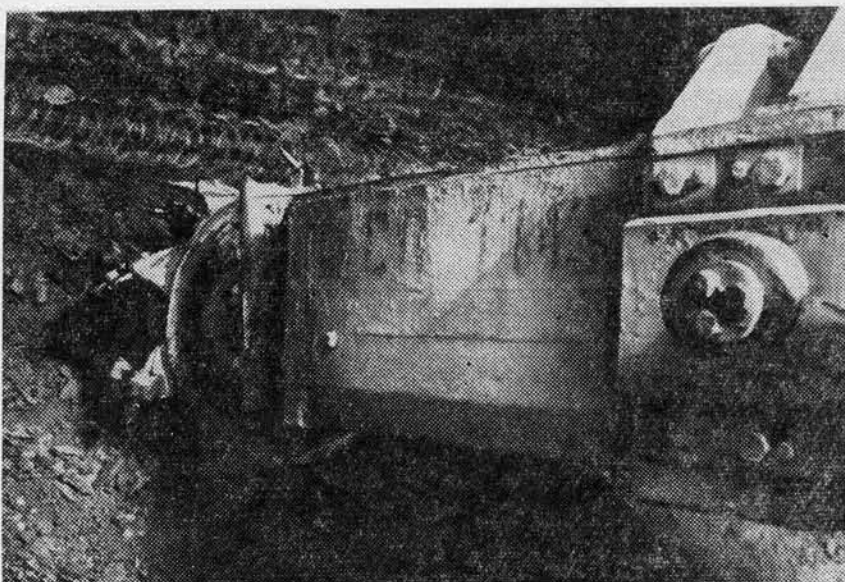
ния в результате наклейки на наружную поверхность полиэтиленовой пленки и применения стальных лент; при продавливании на небольшой глубине практически исключается продольный сдвиг путей, так как грунт выше продавливаемой обделки располагается не на поверхности перемещающейся конструкции, а на неподвижных стальных лентах; сохраняются геометрические размеры тоннеля на

участке продавливания за счет жесткости цельносекционной обделки.

При переходе на цельносекционную железобетонную обделку целесообразно рассмотреть вариант устройства металлоизоляции со стороны внутренней поверхности конструкции, который успешно осуществлен Московским метростроем при строительстве транспортного тоннеля на территории ЗИЛа. □



Ножевая часть агрегата для продавливания тоннеля под Автозаводским мостом.



Сооружение подходной штольни к станции «Полянка» с помощью комбайна ГПК-сп (на снимке: исполнительный орган).



## СЪЕМКА ПУТЕЙСКИХ РЕПЕРОВ

(В ПОРЯДКЕ ОБСУЖДЕНИЯ)

С. РАКОВ,  
гл. маркшейдер Киевметростроя

ПРИ СЪЕМКЕ путейских реперов на круговой кривой в Киевметрострое применяется метод засечек для независимого определения смещения репера с двух смежных полигонометрических знаков, находящихся в пределах этой круговой кривой (или условно

«приведенных» к этой кривой по пикетажу и смещению, если П. З. находится за ее пределами).

Метод опробован в течение ряда лет и дает надежные результаты при хорошей скорости и малой трудоемкости как в полевых наблюдениях, так и при

математической обработке съемки. Он основан на том, что до момента съемки реперов в плане их пикетаж уже был определен для подьемки на проектную отметку (рис. 1). Следовательно, известны центральные углы  $\gamma_1$  и  $\gamma_2$

$$\frac{\Delta PK_{1,2}}{R} = \gamma_{1,2}$$

в радианах, либо

$$\frac{\Delta PK_{1,2} \cdot 180}{\pi \cdot R} = \gamma_{1,2}$$

в градусах.

Непосредственно измеряемые углы  $A_7$  и  $A_8$  — малые, с величиной обычно в  $1^\circ$ — $2^\circ$ , а для таких углов, как известно, ошибка центрирования теодолита на точность определения угла практически не влияет. Измерение этих углов производится непосредственно на шпильку, вставляемую в отверстие репера. Точ-

## ПОЛИМЕРЦЕМЕНТНЫЙ ИЗОЛЯЦИОННЫЙ МАТЕРИАЛ

К. ПОПОВ, В. КОЗЛОВ, М. КАГАН,  
кандидаты техн. наук;В. ЖИВОТОВ,  
инженер

В БОЛЬШИНСТВЕ работ, посвященных водонепроницаемости тоннельных сооружений, отмечается, что жесткие материалы для зачеканки стыков сборных конструкций не обеспечивают в достаточной степени герметичность швов обделки. В процессе эксплуатации появляются микротрещины, как правило, в зоне контакта изоляции с прилегающими поверхностями. Чтобы воспрепятствовать проникновению воды, необходимо иметь изоляционные составы с хорошими деформативными качествами и адгезией к бетону и чугуну.

Использование композиций на основе цементов не позволяет получить материалы с требуемыми свойствами. В связи с этим решается проблема применения полимеров либо самостоятельно, либо в комплексе с минеральными вяжущими. Как один из вариантов предлагается полимерцементная смесь, содержащая в качестве основных вяжущих глиноземистый цемент М-400 и эпоксидную смолу

ЭД-20. Это позволит сочетать свойства полимерного и минерального вяжущих, а кроме того, исключит усадку композиции при твердении и ее хрупкость. Смесь содержит также комплексный отвердитель, включающий аминифенол АФ-2 или полиэтиленполиамин (ПЭПА), пластифицирующий отвердитель ПО-300, улучшающий деформативные качества материала, ускоритель твердения УП-606/2. Для снижения стоимости вводят наполнитель — кварцевый песок до 60% по массе. Совместное твердение минерального и полимерного вяжущих обеспечивается поверхностно-активным веществом — эмульгатором.

Предлагаемая композиция после набора прочности имеет высокие показатели — прочность при сжатии 35 МПа, при изгибе 18 МПа, адгезионную прочность к бетонной поверхности при сдвиге 3,5 МПа, при отрыве от бетонной поверхности — 4 МПа, от металлической — 3 МПа, модуль

упругости  $E_p = 6 \times 10^3$  МПа. Кроме того, предлагаемый материал технологичен — быстро твердеет (45—60 мин), набирает до 90% прочности за первые трое суток, обладает регулируемым начальным расширением до 1—2%, что достигается введением соответствующего компонента (например, ГКЖ-94) и высокой водо- и химической стойкостью.

Полимерцементный состав является композицией с регулируемыми свойствами. Это обеспечивается различным соотношением входящих в него компонентов.

Гидроизоляционный чеканочный материал предполагается выпускать в двух упаковках: одна — полимерное и минеральное вяжущее, эмульгатор, расширяющий компонент; другая — отвердитель полимерной смолы и наполнитель. Вода затворения цемента вводится на месте.

Состав и технология приготовления композиции приводятся в заявке на изобретение № 2995275/23—26. □

ность углов рассматривается в долях миллиметра, которые дает «люфт» шпильки в отверстии репера. Поэтому углы  $A_7$  и  $A_8$  достаточно измерить одним приемом теодолита типа «Т-2».

Углы  $A_5$  и  $A_6$  вычисляются как разности дирекционных углов с П.З на П.З и с П.З на центр кривой и поэтому не имеют ошибок. В результате получаются суммарные углы  $(A_7 + A_5)$  и  $(A_8 + A_6)$  с точностью, обеспечивающей определение смещения реперов от центра кривой с ошибкой около  $\pm 1$  мм.

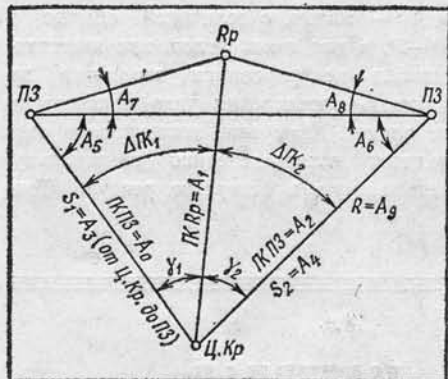


Рис. 1

Как отмечалось выше, углы  $\gamma_1$  и  $\gamma_2$  являются функцией радиуса кривой и пикетного приращения  $(ПК_{п.з.} - ПК \cdot R_p)$ , определенного с некоторой, иногда довольно значительной ошибкой. Именно они и являются основным источником погрешностей в определении смещения реперов. Эта погрешность не зависит от расстояния от П.З. до  $R_p$ , но только от абсолютной величины ошибки в определении пикетажа репера. Чтобы обеспечить необходимую точность установления смещения репера, достаточно определить его пикетаж с ошибкой  $\pm 30$  мм.

Для математической обработки определяемых реперов составлены шаблонные формуляры двух видов — для вычислений с помощью таблиц тригонометрических функций и для обработки на ЭКВМ с программным управлением («Искра-124»). Определение реперов в обоих случаях заключается в решении формул:

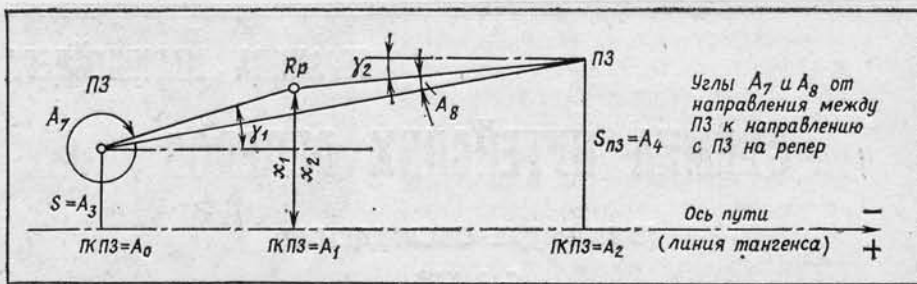


Рис. 2

$$X_1 = A_3 \frac{\sin(A_5 + A_7)}{\sin[(A_5 + A_7) + \gamma_1]} =$$

$$= A_3 \frac{\sin(A_5 + A_7)}{\sin\left[(A_5 + A_7) + \frac{\Delta ПК_1}{R} \cdot \frac{180}{\pi}\right]},$$

$$X_2 = A_4 \frac{\sin(A_6 + A_8)}{\sin[(A_6 + A_8) + \gamma_2]} =$$

$$= A_4 \frac{\sin(A_6 + A_8)}{\sin\left[(A_6 + A_8) + \frac{\Delta ПК_2}{R} \cdot \frac{180}{\pi}\right]}$$

и сравнении величин  $X_1$  и  $X_2$  на допустимость расхождения между ними. Сходимость  $X_1$  и  $X_2$  доказывает, что не было допущено ошибок ни на одном этапе, начиная с определения смещений и пикетажа пунктов полигометрии и кончая съемкой реперов и их обработкой.

На практике допускается расхождение между значениями  $X_1$  и  $X_2$  до 3 мм. При отсутствии ЭКВМ типа «Искра-124» для обеспечения необходимой точности величины синусов в вышеприведенных формулах необходимо выбирать до семи знаков. Этот же метод засечки реперов с двух полигометрических знаков применяется и для определения реперов на прямой и переходной кривых. Сущность его ясна из приведенной схемы на рис. 2.

В силу малости углов  $\gamma_1$  и  $\gamma_2$  ошибка в определении пикетажа репера сказывается весьма незначительно на установлении его смещения от оси пути (или линии тангенса).

$$\Delta ПК_1 \cdot \operatorname{tg} \gamma_1 = m_1 \quad m_1 + A_3 = X_1$$

$$\Delta ПК_2 \cdot \operatorname{tg} \gamma_2 = m_2 \quad A_4 - m_2 = X_2$$

Несложно свести данные для вычисления реперов в таблицы, позволяющие провести их обработку на ЭКВМ.

Большая часть данных должна вноситься в таблицы заранее (отчасти и до бетонирования реперов). По мере поступления пикетажа реперов и измеренных на них углов и заполнения таблиц производится их обработка на ЭКВМ, что при наличии готовых программ больших затрат времени не требует.

Как говорилось выше, основное достоинство предлагаемого метода — его малая трудоемкость: съемка реперов производится сменным маркшейдером с одним или двумя рабочими. Практически она выполняется так: берутся последовательные отсчеты при одном круге на все реперы, куда устанавливает шпильку маркшейдерский рабочий, удаляясь от теодолита, пока не дойдет до следующего полигометрического знака. После взятия отсчетов на него начинаются отсчеты при другом круге на те же реперы.

Сменный маркшейдер, производя съемку реперов в плане, применяет одну и ту же методику, не зависящую от того, находится ли данный репер на прямой, на переходной или на круговой кривой.

Съемка реперов ведется от полигометрии с длинами сторон до 100 м (однако оптимальные результаты получаются на участках до 70 м).

Независимые засечки реперов с двух полигометрических знаков делают ненужной и съемку реперов «во вторую руку», и их вычисление «во вторую руку», так как сходимость смещений репера, полученных с двух полигометрических знаков, возможна только при отсутствии ошибок на всех этапах определения репера. □



## УДОСТОЕНЫ ГОСУДАРСТВЕННЫХ ПРЕМИЙ

Л. ШАГУРИНА,  
архитектор

**В**ЫСТУПАЯ в 1931 г. в Моссовете перед архитекторами и скульпторами, нарком просвещения А. В. Луначарский сказал:

«Нужно помнить, что мы, разумеется, не можем базироваться на метафизическом суждении о красоте, а можем говорить только в классовом аспекте. Будет ли оформление понижать энергию, производить психостению в мыслях и в каких случаях будет поднимать и настраивать... Нельзя на одном утилитарном инструменте играть всю нашу социалистическую музыку, нельзя строгим утилитаристам поручать хотя бы и временно строительство городов».

Когда был объявлен конкурс на архитектурное оформление станций метрополитена, Московский комитет партии и Моссовет обратились к архитекторам столицы, чтобы они «вернулись лицом к метро». На конкурс было представлено 140 проектов. Отбор был строгий: в первый тур допустили только 6 работ.

В 1936 г. вышел сборник работ архитектурных мастерских (издание Моссовета, РК и КД) под редакцией К. С. Алабяна, И. А. Голосова, В. А. Дедюхина, И. В. Жолтовского, В. Д. Кокорина, Н. Я. Колли, М. В. Крюкова, И. А. Еремина, Д. Ф. Фридмана и А. В. Щусева. В выпуске были такие строки:

«Наш метрополитен, первенец грандиозной реконструкции Москвы, является не только технически совершенным... он является прообразом общего социалистического благоустройства, и в этом его огромное историческое значение. Строительство метро начинается новый высший этап советской архитектуры, которая должна найти воплощение в реконструкции Москвы и других городов нашего Союза». Поэтому, когда были вве-

дены Государственные премии СССР в 1941 г., одними из первых их удостоились авторы-архитекторы станций метро «Кропоткинская» («Дворец Советов»), «Комсомольская»-радиальная и «Киевская» Арбатского радиуса.

Вот что писали создатели станции «Кропоткинская» архитекторы А. Душкин и Я. Лихтенберг\*:

«В основу композиции мы стремились положить следующие основные моменты: дать пассажиру метро ощущение легкости, свободы и жизнерадостности, так, чтобы ему в голову даже не приходило, что он находится под землей. Новейшие достижения строительной техники и конструкции сочетать с архитектурным наследием прошлого».

Достигли ли авторы задуманного? Да. Станция «Кропоткинская» до сих пор является архитектурным шедевром. Для увеличения высоты было принято безбалочное монолитное перекрытие. Колонны превратились в своего рода светильники, бросающие рассеянный, ровный и мягкий свет на перрон. Свет отражается от пятиконечной капители-рефлектора, переходящего рядом несложных профилей в плиту перекрытия. В отделке станции использованы светлые тона. Десятигранная колонна облицована беловато-серым уральским мрамором. Капитель выполнена из бетона. На путевых стенах была уложена керамическая плитка. Впоследствии ее заменили мрамором, а асфальтовые полы гранитом. Прошло более 46 лет с момента пуска станции в эксплуатацию, но до сих пор она являет собой образец архитектурного творчества.

\* «Строительство Москвы», № 2—3, 1935.

Станция «Комсомольская»-радиальная решена в двух уровнях, с учетом пассажиропотоков трех вокзалов: Ярославского, Казанского и Ленинградского. Архитектурное оформление по конкурсному проекту было выполнено архитектором Д. Чечулиным. От Метропроекта на «Комсомольской»-радиальной работал А. Тархов. Много внимания было уделено тщательной прорисовке кессонированных потолков и другим архитектурным деталям. Части стен северного аванзала облицованы двумя большими сюжетными панно из цветной майолики, выполненными на тему участия комсомола в строительстве метро по эскизам академика живописи Е. Ланса-ре.

Станционные колонны, отделанные розовато-желтым мрамором «чергунь», завершаются бронзированными капителями с эмблемой «КИМ». Колонны на балконе прежде были бетонными, затем их облицовали мрамором «газган».

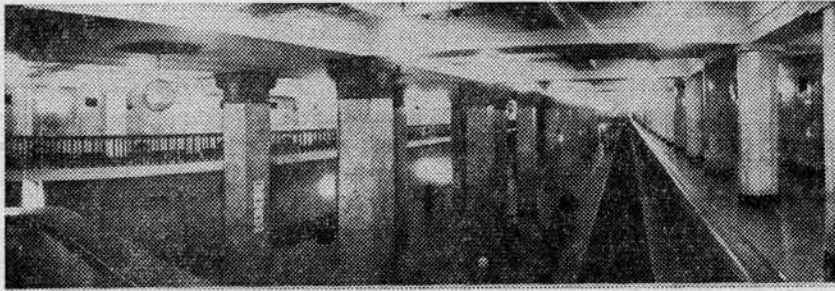
Станция «Киевская» Арбатского радиуса вступила в эксплуатацию в 1938 г. Два ряда колонн поддерживают плоское перекрытие с рядом небольших белых куполов — отражателей света. Ранее облицованные ониксом, ныне колонны отделаны мрамором. 46 фарфоровых капителей изготовлены Ленинградским фарфоровым заводом.

Архитектор Д. Чечулин создал радостный и яркий образ станции, со звучный цветущей Украине.

Государственные премии СССР были присуждены в 1946 г. за архитектуру станции и вестибюля «Электрозаводская», вестибюля «Новокузнецкая» и станции «Автозаводская»; в 1950 г. — за архитектуру станций «Октябрьская»-кольцевая и «Курская»-кольцевая; в 1952 г. за архи-



«Кропоткинская»



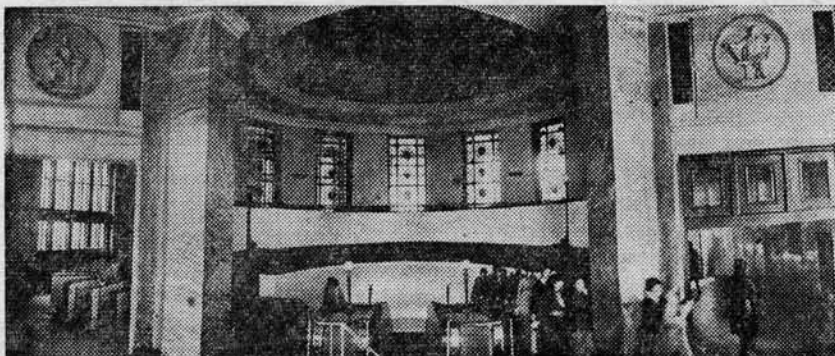
«Комсомольская»-радиальная



«Киевская» Арбатского радиуса



«Электrozаводская»



Вестибюль «Новокузнецкой»

тектуру станций Кольцевой линии — «Белорусская» и «Комсомольская». Проекты этих станций создавались в Великую Отечественную войну или вскоре после ее окончания. Охваченные общенародным патриотическим подъемом архитекторы ставили перед собой задачу отразить в своем творчестве величие советского народа, борющегося с фашизмом и победившего его. Произведения авторов характеризуются широким использованием синтеза искусств, живописи, скульптуры. Тема барельефов станции «Электrozаводская», выполненных скульптором Г. Мотовиловым (авторы — архитекторы В. Гельфрейх и И. Рожин), — «Все для фронта». Перед пассажирами проходят образы самолетостроителей, железнодорожников, колхозников — всех, кто ковал победу над фашизмом.

Станция «Электrozаводская» отличается монументальностью и цельностью архитектурного замысла. Белые пилоны, завершением которых являются барельефы, хорошо просматриваются на фоне красной путевой стены. Красиво решение пола — в виде ковра (в разработке проекта участвовали архитекторы П. Капланский и Л. Шагурина, инженеры — Б. Уманский и М. Семиз).

Проектирование станции «Автозаводская» началось еще в 1938 г. В конкурсе, проходившем в несколько туров, участвовали видные архитекторы: Л. Поляков, В. Андреев, В. Ершов, Н. Андриканис, И. Рожин, Ю. Швердяев и другие. Станция построена по проекту А. Душкина. Автор придал колоннам еще более изящный и стройный вид, чем на «Кропоткинской».

На путевых стенах размещены большие мозаичные панно, посвященные труду и ратному подвигу советского народа.

Тематику станции «Октябрьская»-кольцевая автор — архитектор Л. Поляков посвятил победе нашей Родины в Великой Отечественной войне. Скульптор Г. Мотовилов с большим мастерством осуществил эту тему как в наземном вестибюле, так и на станции. Идея триумфа возникает в вестибюле, но наиболее сильного звучания достигает в центральном зале. Ритмический ряд подпружных арок объединяет несущие пилоны. Барельефы героев Великой Отечественной войны обрамлены лавровыми венками. Цветовое решение станции основано на сочетании белых, черных и



золотистых тонов, создающих торжественное настроение.

Станция «Курская»-кольцевая (архитекторы Г. Захаров и З. Чернышева с участием в разработке А. Фокиной, инженер Л. Горелик) — колонная глубокого заложения.

Перронный зал ее производит впечатление праздничности. В простом и ясном композиционном построении, не загроможденном деталями, звучит тема расцвета социалистической Родины. Основные тона — белые и золотистые. Рельефные украшения, решетки — из анодированного под золото алюминия.

Тема станции «Белорусская»-кольцевая посвящена героическому белорусскому народу (авторы — архитекторы Н. Быкова и И. Таранов, соавторы — архитекторы З. Абрамова, А. Марова, Я. Татаржинская и Ю. Черепанов, художник Г. Опрышко). По эскизам Опрышко на своде станции выполнены 12 мозаичных панно. В торце станции установлена скульптурная группа партизан.

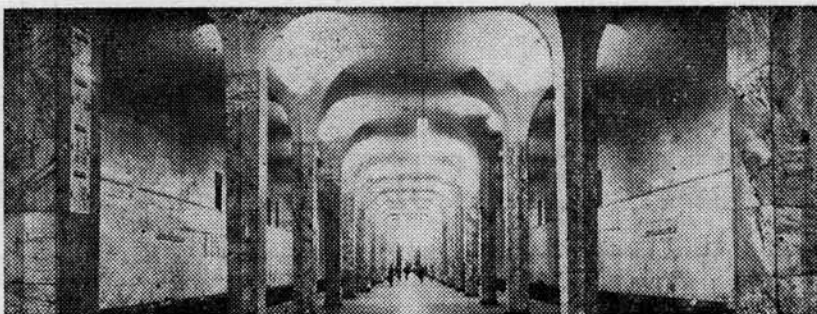
Средние и боковые залы станции объединены одним мотивом декора, повторяющимся также на сводах проходов. Такое решение способствует восприятию пространства трех залов как единого целого.

На станции «Комсомольская»-кольцевая средствами монументального искусства прославлен подвиг нашего народа. Автор — академик А. Щусев (соавторы: В. Кокорин, А. Заболотная, В. Варванин) назвал ее залом победы. Инженерное решение этой станции, разработанное конструкторами Метрогипротранса под руководством А. Семенова, уникально. Ширина платформы 12 м, высота сооружения до шельги свода 9 м. Богата цветовая гамма во всех видах материалов.

Панно из смальты выполнены по эскизам и шаблонам заслуженного деятеля искусств П. Корина большим коллективом мозаичистов, среди них: Т. Шеловская, Б. Корин, К. Сороченко, Л. Хаютина, Г. Калмыкова, А. Карнаухов, Н. Кульбачко, В. Шереметьев, А. Иванов и другие.

\* \* \*

Прошедший в этом году съезд архитекторов наметил в свете решений XXVI съезда КПСС пути повышения качества и мастерства возводимых сооружений. И, безусловно, среди новых станций метрополитена будут удостоенные Государственных премий.



«Автовзводская»



«Курская»-кольцевая



«Октябрьская»-кольцевая



«Белорусская»-кольцевая



«Комсомольская»-кольцевая

# СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПЕРЕВОЗОЧНОГО ПРОЦЕССА И ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ МЕТРОПОЛИТЕНОВ СССР

*В Ленинграде летом этого года состоялась Всесоюзная научно-техническая конференция. Ее участники — Главное управление метрополитенов МПС и управления метрополитенов страны, Всесоюзный научно-исследовательский институт железнодорожного транспорта, Центральный научно-исследовательский институт информации, технико-экономических исследований и пропаганды железнодорожного транспорта — обсудили вопросы совершенствования перевозочного процесса и технических средств метрополитенов СССР. Выступления публикуются в сокращении.*

● Динамике роста пассажиро-перевозок и организационно-техническим мероприятиям по увеличению пропускной способности линий метрополитена посвящен доклад начальника Московского метрополитена Ю. Сениюшкина:

— В условиях непрерывного развития Москвы, осуществления в больших масштабах жилищного и культурно-бытового строительства, постоянно растущей подвижности населения и изменения структуры пассажиропотоков, особое значение приобретает улучшение транспортного обслуживания населения метрополитеном и наземными видами транспорта, а также координация их работы в целях более эффективного использования каждого из них.

За период между последним (1980 г.) и предыдущим (1973 г.) талонными обследованиями пассажиропотоков на Московском метрополитене увеличение объема перевозок опережало рост напряженности линий. Длина последних за эти годы увеличилась на 23,8%, а объем пассажиро-

перевозок возрос на 35,3%. Пассажиронапряженность, характеризующаяся количеством пассажиров на 1 км сети, увеличилась с 36,7 тыс. человек в сутки в 1973 г. до 40,1 тыс. в 1980 г.

Представляют интерес данные сплошного обследования пассажиропотоков о средней дальности поездки по годам. В 1946 г. она составила 5,5 км, в 1973 — 9,8 км, а в 1980 — 10,52 км. При этом дальность поездки беспересадочных пассажиров, например, по Ждановско-Краснопресненской линии от «Планерной» до «Ждановской» равна 35,9 км, а пересадочных между станциями «Планерная» и «Щелковская» — 37,3 км.

Чтобы иметь представление об объеме перевозочной работы на Московском метрополитене, приведу такие цифры. В день обследования по всем восьми линиям зарегистрировано на входах 7 млн. 376 тыс. человек, а если учесть количество пересадочных пассажиров, то эта цифра достигает 11 млн. 19 тыс.

Наибольшая неравномер-

ность между максимальным и минимальным количеством входящих в метро пассажиров — на Ждановско-Краснопресненской, Калужско-Рижской и Кировско-Фрунзенской линиях, более равномерное распределение на Кольцевой и Филевской линиях.

Одним из важных факторов, характеризующих условия перевозки пассажиров, является степень наполнения вагонов. Данные обследования показывают, что эта величина на отдельных участках превышает допустимую. Для решения этой проблемы намечается замена вагонов типа «Е» на более вместительные типа 81-717 и 81-714, а также повышение частоты движения и увеличение количества вагонов в составах.

Немалое влияние на пропускную способность линий метрополитена оказывают эскалаторы. С этой целью большая часть их переведена на повышенную скорость движения лестничного полотна, но это в полной мере проблему не решает. Необходимо строительство дополнительных вестибюлей на отдельных действующих станциях и модернизация трехленточных наклонных ходов на четырехленточные.

С учетом динамики роста пассажирских перевозок на Московском метрополитене осуществляется ряд организационно-технических мероприятий по увеличению пропускной и провозной способности линий. Одним из основных является дальнейшее развитие сети метрополитена. В одиннадцатой пятилетке намечено

построить 29,4 км новых линий с 17 станциями.

Существенное значение для рациональной организации пассажиропотоков имеют средства информации.

Для повышения общего уровня эксплуатационной деятельности метрополитена с учетом современных требований большое внимание уделяется совершенствованию системы управления производством, улучшению стиля и методов работы, повышению ответственности контроля и проверки исполнения.

● Вопросы комплексного подхода к развитию действующих станций рассмотрел главный инженер службы движения Ленинградского метрополитена Д. Зорин.

— В соответствии с утвержденным Генеральным планом развития Ленинградского метрополитена на 1981—1990 гг. и на перспективу до 2000 г. строительство первоочередных линий направлено на обеспечение транспортного обслуживания крупнейших растущих массивов в периферийных районах города, численность населения в которых достигает 200—500 тыс. чел., а выходящие из них в час пик пассажиропотоки — 35—80 тыс. чел. Вместе с тем развитие линий метрополитена должно обеспечить нормальную эксплуатацию действующей сети и, прежде всего, перегруженных участков Московско-Петроградской линии и центральных пересадочных узлов: «Невский проспект» — «Гостиный Двор» и



особенно «Площадь Восстания» — «Маяковская».

В целом темпы метростроения в Ленинграде должны возрасти с 2—2,5 км в год в настоящее время до 4,2—6 км в 1981—1990 г. После 1990 г. — до 8—10 км. Общая протяженность линий Ленинградского метрополитена к этому времени достигнет 112 км. Однако темпы его роста отстают от предусмотренных Генпланом. В результате происходит постепенное снижение уровня транспортного обслуживания населения, выражающееся в значительном возрастании затрат времени на поездки (с 35 мин. в среднем в 1960 г. до 50—55 мин. в 1980 г.), повышении числа пересаживающихся пассажиров (с 20% до 50%) и наполнения подвижного состава в часы пик, достигшем в 1980 г. 8,3 чел. на 1 м<sup>2</sup>. Этим объясняются очень высокие удельные нагрузки: 11,6 млн. пассажиров на 1 км линии метрополитена в год.

Проанализирована работа пересадочных узлов «Площадь Восстания» — «Маяковская» в настоящее время, на перспективу до 1985 г. и в условиях примыкания Правобережной линии к Невско-Василеостровской.

Изучена работа пересадочного узла «Гостинный двор» — «Невский проспект» с учетом продления Московско-Петроградской линии до станции «Удельная». Кроме того, определен пассажирооборот новых пересадочных узлов и выполнены расчеты распределения пассажиропотоков по направлениям в каждом из них. Это позволило установить значение новых пересадочных узлов для нормализации пропуска пассажиров по существующим. Даны эксплуатационные предложения по организации и улучшению работы пересадочных узлов Ленинградского метрополитена.

● На основных принципах расчета пассажиропотоков организован главный специалист ЛенНИИпроекта **А. Дынкин**:

— В отечественной практике расчеты пассажиропотоков на

метрополитене производятся в следующих типовых ситуациях: при возникновении в городе мощных и протяженных пассажирских тяготений, величина и продолжительность которых исключает возможность их освоения наземным уличным транспортом;

при необходимости создания новых линий в дополнение к уже действующим и продления последних.

Важнейшей предпосылкой проведения расчетов является рассмотрение метрополитена в увязке с другими видами транспорта.

Методика расчета пассажиропотоков на ЭВМ позволила впервые в отечественной практике проектирования определить единовременную загрузку системы пассажирского транспорта (пассажиропотоки) и улично-дорожной сети (транспортные потоки) в условиях ограниченной провозной и пропускной способности.

Общая схема расчета пассажиропотоков является обычно двухэтапной. На первом — определяются размеры пассажирских корреспонденций между районами города, на втором — прогнозируется распределение пассажиров по транспортной сети.

Полученные на первом этапе данные позволяют определить следующие основные показатели:

общий объем пассажироперевозок на сети метрополитена и на отдельных его линиях;

удельный вес перевозок; средневзвешенные затраты времени на передвижения, характеризующие социальную эффективность создания и развития метрополитена;

пересадочность, характеризующую рациональность запроектированной сети в целом либо рациональность трассировки отдельных линий;

удельную загрузку сети или отдельных линий (количество перевезенных за год пассажиров, отнесенное к протяженности сети или линии), отражающую эффективность работы сети метрополитена дан-

ного города в сравнении с метрополитенами других городов либо сравнительную эффективность работы отдельных линий.

На втором этапе определяются параметры загрузки перегонов (пассажиропотоки) и узлов (пассажирообороты) запроектированной сети.

Методика расчета пассажиропотоков, используемая при проектировании отдельных линий или участков метрополитена, аналогична данной. Однако в этих случаях предварительно устанавливаются границы зоны тяготения к проектируемой линии (участку) и при районировании территории города данная зона выделяется в самостоятельный транспортный район или их совокупность (при значительной протяженности проектируемой линии).

При проектировании метрополитена следует исходить из следующих критериев:

экономия затрат времени на поездки;

удельная загрузка линий, величина которой позволяет судить о наиболее удачной трассировке;

приведенные затраты, которые свидетельствуют о наиболее экономичном решении.

● О совершенствовании перевозочных процессов в Москве, Киеве, Баку, Тбилиси рассказали заместитель начальника службы движения Московского метрополитена **В. Хохлова**; заместитель начальника Киевского метрополитена **А. Слободской**; главный инженер службы движения Бакинского метрополитена **Г. Мигунов**; главный инженер службы движения Тбилисского метрополитена **Т. Арчвадзе**:

— За 46 лет эксплуатации Московского метрополитена объем пассажирских перевозок возрос в 35 раз, количество станций в 9, протяженность линий в 16 раз. В отдельные дни 1980 г. объем перевозок достигал 7,8—7,9 млн. пассажиров.

Если в 1946 г. нагрузка на «критическом» перегоне (на од-

ном из его путей) была 14,2 тыс. пассажиров, то в 1980 г. она составила 74 тыс.

Населенность вагона на некоторых линиях превышает 200 человек.

За последние годы введены устройства контроля скорости; внедрены системы ее автоматического регулирования, (что дало возможность на отдельных линиях обеспечить размеры движения до 42 пар поездов в час и телеуправления), усилена мощность и резервирование подстанций.

Парк подвижного состава пополняется новыми поездами с промежуточными бескабинными вагонами повышенной вместимости.

Несмотря на это, размеры движения в часы пик не всегда удовлетворяют потребности пассажиров. Для совершенствования организации перевозочного процесса необходимо решить такие проблемы, как:

нормирование населенности вагонов и межпоездного интервала в непииковые часы; составление графиков движения поездов;

автоматизация и механизация обработки данных обследований, составления прогноза пассажиропотоков, разработки графика движения поездов, составления графика оборота составов, его вычерчивание и ведение;

диспетчерский контроль за движением поездов. Следует создать технику, подробно отражающую поездное положение с помощью табло, дисплеев и поездографов;

диспетчерское регулирование движением поездов в условиях сбоя графика. Здесь требуется разработка электронной человеко-машинной системы, работающей в режиме советчика;

автоматизация процессов управления эскалаторами.

Целесообразно рассмотреть вопрос замены многоэтажных билетов магнитным единого образца. При этом необходимо тщательно проработать проблемы снабжения магнитной лентой, ее учета, выдачи, сбора использованных билетов,

способов уничтожения и многое другое.

Большая работа проведена по повышению пропускной способности отдельных направлений. Для реализации размеров движения в 42 пары поездов в час были частично реконструированы станционные и перегонные устройства СЦБ, сокращены стоянки, в том числе за счет отправления резервных поездов на станции с большой загрузкой пассажирами («Кузьминки»). При этом обеспечивается более интенсивный режим разгона поездов.

\*\*

По пассажиронапряженности Киевский метрополитен уступает лишь Московскому. Только за годы десятой пятилетки себестоимость перевозок снижена на 3,6%, производительность труда возросла на 21,9%.

В качестве основных направлений совершенствования перевозочного процесса на Киевском метрополитене приняты:

разработка оптимальных графиков движения поездов и предложений по координации пассажирского городского транспорта на основе систематического оперативного учета пассажиропотоков с использованием специальных средств автоматизации;

увеличение пропускной и провозной способности лимитирующих элементов;

повышение скоростей движения и культуры обслуживания пассажиров с применением технических и организационных средств.

Переход на автоматизированные системы учета пассажиропотоков позволит иметь оперативную информацию в любой момент. Элементы такой системы уже внедряются, а результаты учета пассажиропотоков нашли практическое применение в работе по составлению графиков движения поездов, организации и совершенствованию перевозочного процесса.

Систематический оперативный учет пассажиропотоков дал возможность подготовить

предложения по координации автобусного городского транспорта, а также установить резерв пропускной способности станций метрополитена.

Широкое применение получили данные о пассажиропотоках на лимитирующих перегонах, определенные с помощью подсистемы автоматического взвешивания составов с пассажирами — ВИУ, разработанной рационализаторами метрополитена в содружестве с Киевским институтом автоматики имени XXV съезда КПСС.

Используя результаты обследования загрузок критических перегонов, полученных с помощью ВИУ, на первом этапе были разработаны и введены рациональные графики движения поездов в часы пик: в наиболее напряженное время группа поездов пропускалась с уменьшенным интервалом.

Реализация мероприятий по повышению скоростей движения позволила увеличить эксплуатационную — на 1,97 км/ч, а техническую — 1,3 км/ч и, главное, без привлечения дополнительного подвижного состава. Общий экономический эффект превысил 100 тыс. руб. Все эскалаторы перевели на повышенную скорость — 0,94 м/с. Это позволило сэкономить для пассажиров более 3,5 млн. часов в год.

Важное значение имеют комплексные оперативные обследования пассажиропотоков наиболее крупных станций. В результате проведенного анализа намечен ряд организационно-технических мер по улучшению условий пассажироперевозок по станции «Левобережная», в частности, перенос автобусных остановок для равномерной загрузки вестибюлей и др.

\*\*

Ежедневно метрополитен Баку перевозит в среднем 370—380 тыс. пассажиров, а в отдельные дни — до 420 тыс.

В общегородских перевозках его удельный вес по сравнению с 1977 г. возрос на 3,2% и в настоящее время равен 30%. Интенсивность движения в часы пик составляет 28

пар поездов в час, формируемых из четырех вагонов.

Рост пассажирских перевозок требует дальнейшего наращивания провозной и пропускной способности линий.

Прочно вошли в организацию поездной работы варианты графики движения метрополитена. Постоянно проводятся мероприятия и по координации работы наземного городского транспорта и метрополитена.

На метрополитене действует система программного управления устройствами сигнализации и связи, которая предусматривает полную автоматизацию как по приготовлению маршрута, так и по управлению указателями направления движения. В поездах установлены радиоинформаторы. На некоторых станциях имеются схемы увязки городского наземного пассажирского транспорта с метрополитеном.

Все станции оборудованы новейшей современной техникой. Мощные вентиляторы и санитарно-технические устройства позволяют поддерживать под землей нормальный микроклимат. В самые жаркие дни температура воздуха под землей не превышает +24°. Специальная лаборатория строго следит за микроклиматом.

\*\*

Максимальное удовлетворение потребностей населения в быстрой и комфортабельной перевозке в значительной степени зависит от правильной координации работы метрополитена и других видов городского пассажирского транспорта.

Движенцы Тбилисского метрополитена постоянно вносят необходимые предложения по ликвидации параллельных маршрутов, более удобной перевозке пассажиров, опираясь при этом на результаты талонного обследования пассажиропотоков и анализы других данных.

В числе мер по повышению пропускной способности — разработка совместно с Институтом технической эстетики новых видов информации с помощью светореклам, кото-

рые внедрены на всех станциях метрополитена.

Сооружена дополнительная платформа на станции «Дидубе», составлены проекты удлинения платформ для размещения 5-вагонных составов, увеличено количество АКП и др.

Особое внимание уделяется безопасности движения поездов. Осуществлен ряд мероприятий, в частности, по автоматическому ограничению скорости составов на тупиковых станциях, резервному управлению основными стрелками, оборудованию системой АРС новой Сабурталинской линии и др.

Однако все еще низок уровень механизации уборочных работ.

● Построение на ЭВМ графика движения поездов метрополитена и автоматизация производства тяговых расчетов — тема выступления профессора МИИТа Л. Баранова:

— Одной из главных задач подсистемы АСУ-Метро «Управление перевозочным процессом», — сказал он, — является расчет графиков движения (ГД) поездов с помощью ЭВМ. Он осуществляется поэтапно и включает в себя следующие модели:

выбора оптимального участкового времени хода из условия минимума удельных суммарных затрат;

расчета «ниток» графика движения или «маршрутной сетки», удовлетворяющей заданному размеру движения. Это позволяет получить движение составов с минимальным расходом электроэнергии и обеспечивает построение ГД для основных режимов движения поездов — стационарного, режимов ввода или снятия составов;

построения графика оборота (ГО) составов;

оптимального согласования графика движения и графика оборота на основе целочисленной задачи о назначениях.

На основе перечисленных моделей в МИИТе разработаны базовая система программных модулей применительно к



ЭВМ типа ЕС, составляющая основу комплексного алгоритма, и технорабочий проект.

Решена задача автоматизации производства на ЭВМ тяговых расчетов в рамках АСУ перевозочным процессом. Программа позволяет проводить расчеты для перегонов с одним и многократным включением тяги для заданных времени хода поезда, а также для любого подвижного состава и различных напряжений на токоприемнике.

Разработанная программа производства на ЭВМ тяговых расчетов дает возможность повысить точность вычислений, ускорить процесс расчетов, снизить расход энергии за счет выбора оптимальных режимов ведения поезда. Результаты тяговых расчетов используются при построении графиков движения, выборе режимов ведения, построении программ автоведения и определении норм расхода энергии. Данная программа используется на Московском и внедряется на Ленинградском метрополитенах.

● Основные показатели работы зарубежных метрополитенов представил зам. зав. отделом ЦНИИТЭИ МПС А. Шермет:

— В настоящее время метрополитены эксплуатируются в 73 городах 31 страны мира.

К крупнейшим по протяженности и количеству станций относятся: Нью-Йоркский — 393,5 км с 471 станцией; Лондонский соответственно 387,9 с 248, Парижский (вместе с экспресс-линиями) — 280,8 с 414 и Токийский — 186 км с 180 станциями.

По годовому объему перевозок первое место среди зарубежных метрополитенов занимает Токийский — 1862 млн. чел., далее Парижский — 1303,3, Нью-Йоркский — 1099,2, Мехико — 837,5 млн. человек.

По максимальной пропускной способности показатели распределяются следующим образом: Нью-Йоркский — 40 пар поездов, Парижский — 38, Лондонский — 34 и Токийский — 33 пары поездов.

Наибольшая средняя техническая скорость достигнута на метрополитене Сан-Франциско — 70 км/ч, в Филадельфии она составляет 60, в Вашингтоне — 56, в Париже — 48,1 км/ч.

Показатели производительности труда (количество перевезенных пассажиров в сутки в расчете на одного работника) колеблются в широком диапазоне: от 685 пасс./чел. на метрополитене Мюнхена до 43 пасс./чел. в Сан-Франциско.

Один из путей повышения пропускной и провозной способности метрополитенов, сокращения времени оборота составов, уменьшения расхода электроэнергии, лучшего обслуживания пассажиров — внедрение автоматизированных систем управления движением поездов, которые находят широкое применение. Наряду с этим разрабатываются и внедряются автоматизированные системы управления, контролируемые в комплексе весь процесс эксплуатации. Такие системы реализованы, например, на метрополитенах Саппоро (Япония), Сан-Паулу (Бразилия).

Большое внимание уделяется повышению культуры обслуживания пассажиров: станции оборудуются новой системой информации, основанной на применении символов, индексов, пиктограмм; устанавливаются билетные автоматы, принимающие бумажные деньги и дающие сдачу; станции пересадки оборудуются движущимися тротуарами; внедряются системы телевизионного контроля и наблюдения за платформами, вестибюлями и эскалаторами; новый подвижной состав имеет принудительную вентиляцию.

● Вопросы совершенствования систем автоблокировки и АРС осветил зав. лабораторией ВНИИЖТа В. Дмитриев:

— Перспективными с точки зрения дальнейшего не только количественного, но и качественного улучшения эксплуатационно-технических и экономических показателей систем интервального регулирования являются централизо-

ванные системы с сосредоточением аппаратуры на станциях и использованием рельсовых цепей без изолирующих стыков (БРЦ). Преимущества их наиболее полно проявляются при отказе от установки проходных светофоров, механико-электрических автостопов и организации движения поездов по сигналам АРС.

ВНИИЖТом совместно с конструкторским бюро Главного управления сигнализации и связи выполнен комплекс работ, связанных с созданием централизованной системы регулирования. Разработаны рельсовые цепи без изолирующих стыков с использованием несущих частот и частот модуляции. Аппаратура рельсовых цепей с приборами кодирования сигналов АРС размещается на центральных пунктах, в пути располагаются лишь согласующие элементы — трансформаторы или дроссель-трансформаторы. Аппаратура соединяется с рельсовой линией сигнальным кабелем.

Испытания бесстыковых рельсовых цепей на Московском метрополитене дали положительные результаты.

Размещение на станциях всей аппаратуры, исключение путевых светофоров, изолирующих стыков и механоэлектрических автостопов позволит значительно повысить надежность систем регулирования, сократить время на поиск и устранение неисправностей. Централизованное размещение дает возможность широко применить современные средства телесигнализации и открывает практические возможности для автоматического резервирования устройств.

● О внедрении системы интервального регулирования с централизованным размещением аппаратуры рассказал профессор МИИТа Ю. Кравцов:

— Совершенствование эксплуатационных характеристик системы может быть достигнуто при размещении аппаратуры лишь на станциях с путевым развитием. Для этого необходимо разработать технические решения, обеспечиваю-

щие удаленность аппаратуры от объектов контроля и управления на расстояние до 5 км. Наибольшие трудности при этом связаны с реализацией рельсовых цепей, выполняющих функции датчиков контроля свободности и исправности участков пути, а также каналов связи для передачи информации на локомотив о поездной ситуации устройствами частотной автоматической сигнализации.

Ограничения по максимальной удаленности аппаратуры определяются энергетическими возможностями путевых устройств автоматической локомотивной сигнализации, максимально допустимым уровнем сигналов на входе кабельной линии и на конкретных элементах аппаратуры.

При заданном типе дроссель-трансформаторов определены оптимальные параметры приборов питающего и релейного концов, обеспечивающих при фиксированной величине удаленности аппаратуры выполнение нормального, шунтового и контрольного режимов. Получены соотношения, связывающие длину рельсовой цепи, длину кабельной линии, а также коэффициенты трансформации устройств согласования по концам рельсовой линии с уровнями на входе кабельной линии.

● Опытом эксплуатации системы АРС поделился главный инженер Харьковского метрополитена Л. Вставский:

— Коллективом Харьковского метрополитена проделана большая работа по совершенствованию технологического процесса, разработке необходимых диагностических стендов. Это позволило добиться за 1979 г. наработки модернизированной системы АРС на один отказ — 4140 час., а с начала 1980 г. — 7300 час.

Внедрение АРС как основного средства обеспечения безопасности при движении поездов позволило:

получить в год более 48 тыс. руб. экономии фонда зарплаты от высвобождения помощников машиниста;

улучшить технико-экономические показатели, отнесенные на 1 км однопутного тоннеля — высвободить часть эксплуатируемого оборудования на сумму 1,4 тыс. руб.; снизить расходы на материалы и запчасти для текущего обслуживания устройств на 0,2 тыс. руб.; сэкономить электроэнергию порядка 5,7 тыс. кВт./час.; высвободить часть обслуживающего персонала из расчета 0,3 человека с годовым фондом зарплат 0,65 тыс. руб.; получить дополнительные возможности дальнейшего повышения пропускной способности.

Предварительные расчеты показывают, что усовершенствование напольных устройств АРС (централизованное их размещение) даст возможность снизить стоимость оборудования при строительстве 1 км тоннеля с 23,3 до 14,1 тыс. руб. Эксплуатационные расходы в расчете на 1 км тоннеля сократятся примерно на 3 тыс. руб. в год. При этом значительно улучшатся условия труда и техники безопасности электромехаников.

● Тема доклада начальника отдела Метрогипротранса **Ф. Гусева** — проектирование устройств автоматики, телемеханики движения поездов (АТДП):

— На новых линиях, начиная с Серпуховского радиуса Московского метрополитена, предусматривается электрическая централизация, централизованные системы АРС, автоматической блокировки, объединенные в комплекс диспетчерской централизации. При этом автоматическая блокировка проектируется без электромеханических автоостовов и защитных участков как резервная система на случай неисправности АРС, а также для организации движения хозяйственных поездов в ночное время.

Исследование пропускной способности оборотных станций в зависимости от путевого развития показало, что наибольшей возможностью обладает 4-путная тупиковая

6-стрелочная станция: 42—43 восьмивагонных поезда в час. При ограничениях организации движения на центральных участках с интервалом 75 сек. возможна только при зонном или виловом курсировании на обоих периферийных участках. Целесообразнее зонное движение, которое реализуется более просто.

Метрогипротрансом постоянно проводится работа по типизации и унификации проектных решений по системам АТДП. Это повышает качество проектов, улучшает эксплуатационные характеристики систем.

Начата разработка программы для автоматизации расчета пропускной способности линий, оборудованных системой АРС.

● О развитии средств поездной радиосвязи рассказал зав. лабораторией ВНИИЖТа **Ю. Ваванов**:

— Существуют два способа организации поездной радиосвязи: с использованием двухпроводной линии передачи (ДЛП) и стационарной радиостанции на каждую линию метрополитена или однопроводной линии передачи (ОЛП) и несколькими подключенными к ней радиостанциями. Система обеспечивает связь поездного диспетчера с машинистами электропоездов. Кроме того, на территории депо связью пользуется дежурный по депо.

Однако к поездной радиосвязи предъявляются новые дополнительные требования. Она должна обеспечивать связь: между машинистами вслед идущих поездов; машиниста восстановительного поезда с диспетчером во время проведения работ; дежурного по перрону с поездным диспетчером, в первую очередь, на станциях, где в часы пик скапливается большое число пассажиров; внутри фронта ремонтных работ в тоннелях и на станциях.

При подвеске в тоннеле ДЛП может обеспечить связь между вслед идущими поездами, что подтверждено испытаниями, проводившимися на Ленинградском метрополитене.

Связь восстановительного поезда с диспетчером может быть обеспечена при использовании ДЛП независимо от местонахождения поезда по отношению к месту проведения работ. Связь дежурных по перрону с диспетчером, а также ремонтников должна осуществляться при помощи автономных систем, то есть на каждой станции, где возникает потребность в связи ДНЦ — ДСП установить стационарную радиостанцию УКВ-диапазона, включенную в диспетчерский канал, а дежурных по перрону снабдить переносными радиостанциями.

Сравнивая существующие способы организации поездной радиосвязи, можно сделать вывод, что предъявляемые к системе требования можно полностью обеспечить только при подвеске двухпроводных линий.

● На вопросах применения автоматизированной системы управления движением поездов метрополитена (АСУ-ДПМ) остановился директор ВНИИЖТа **Б. Никифоров**:

— Разработка АСУ-ДПМ проводится с целью повышения пропускной способности линий, оперативности диспетчерского управления и сокращения затрат на организацию движения поездов при заданных параметрах качества обслуживания пассажиров.

Техническую основу АСУ-ДПМ составляют современные средства вычислительной техники, телемеханики и микроэлектроники. По принципу построения система представляет собой трехступенчатую иерархическую структуру, состоящую из устройств центрального поста управления (ЦПУ), станционных, поездных устройств и каналов связи. АСУ-ДПМ включает подсистемы автоматического регулирования скорости (АРС), автоведения, диспетчерской централизации и радиосвязи. На ЦПУ размещается управляющий вычислительный комплекс (УВК), состоящий из нескольких типов программно-совместимых между собой мини- и

микро-ЭВМ, ориентированных на выполнение конкретных задач. УВК осуществляет управление отправлением поездов со станций, движением по перегонам, регистрацию отклонений поездов от программы движения. В АСУ-ДПМ предусмотрена функциональная и аппаратная избыточность для обеспечения ее надежности. При выходе из строя устройств ЦПУ или каналов связи система переходит на резервный режим работы под управлением станционных и поездных устройств.

Алгоритм управления движением поездов предусматривает компенсацию отклонений от заданной программы на протяжении всего перегона. При этом обеспечивается более полное использование пропускной способности, что особенно важно для работы напряженных линий метрополитена в часы пик.

Автоматическое управление торможением обеспечивает расчетную точность остановки поездов  $\pm 1$  м при времени торможения 18—20 сек.

Разработан алгоритм централизованного составления программы движения поездов, обеспечивающий возможность оперативного перехода на новые графики.

Для повышения гибкости диспетчерского управления в системе предусмотрены средства для организации режима диалога между поездным диспетчером и УВК, что позволяет оперативно контролировать и изменять параметры графика движения, отменять и назначать «нитки поездов».

● Об автоматизированной системе управления материально-техническим обеспечением метрополитенов сделал сообщение зав. лабораторией ИПУ АН СССР **А. Мамионов**:

— Разрабатываемая Московским метрополитеном совместно с Институтом проблем управления и Ленметрополитеном автоматизированная система управления материально-техническим обеспечением метрополитенов (АСУ МТО



Метро) — одна из основных подсистем АСУ-метро. На первых этапах задачей системы является обеспечение выполнения утвержденных планов снабжения. При завершении разработки она должна охватывать все функции службы материально-технического обеспечения: планирование потребности в материальных ресурсах; оперативное управление движением материальных ценностей на складах службы; учет и контроль за выполнением плана поставок, обработка и выдача финансовой и бухгалтерской документации.

Проектируемая АСУ МТО Метро является типовой и строится на модульной основе, позволяющей модифицировать систему применительно к конкретному метрополитену. Ее базой являются технические средства Единой серии ЭВМ.

● Пути повышения организации ремонта и текущего содержания вагонов рассмотрел начальник службы подвижного состава Ленинградского метрополитена **Н. Севостьянов**:

— Особенности ленинградской системы деповских видов ремонта по сравнению с системами других метрополитенов следующие:

все ревизионные работы на подвижном составе выполняются не по срокам, а по видам ремонта;

вагоны типов «Д» и «Е» проходят средний ремонт через 900 тыс. км при утвержденной норме 700 тыс. км, а капитальный — через 3600 тыс. км вместо 2750;

в каждом эксплуатационном депо (кроме «Автово») имеются цехи большого периодического ремонта (ТР-2). Весь состав находится в подкрановой зоне. Длина путей позволяет производить расцепку всех вагонов и выкатку одной тележки для замены колесных пар или тяговых двигателей.

На Ленинградском метрополитене впервые в отечественной и зарубежной практике все виды крупного ремонта вагонов сконцентрированы в одном предприятии — депо

«Дачное» и выполняются на основе передовой технологии. В основных цехах депо создано пять поточных линий ремонта вагонов и их узлов.

● О совершенствовании подвижного состава рассказал главный конструктор Мытищинского машиностроительного завода **В. Завьялов**:

— Дальнейшее совершенствование конструкции вагонов метрополитена должно пойти по линии улучшения его основных параметров, повышения комфорта, безопасности, культуры обслуживания пассажиров. Этим требованиям во многом отвечают вагоны серии «И». При разработке конструкции вагона этой серии ориентация делается на унифицированную тележку с некоторой доработкой в части замены буксового подвешивания.

Сравнительные испытания, проводимые ВНИИВом, ВНИИЖТом, Мосметрополитеном и ММЗ, позволяют найти правильное решение по модернизации колес; создается упругая связь тягового двигателя с редуктором, что уменьшит динамические нагрузки в тяговом приводе.

Кузов — стальной несущей конструкции повышенной прочности; крыша и потолок — арочные, без черпаков; широко использованы легкие сплавы в сочетании с биметаллическим листом в несущих конструкциях; расширена площадь кабины машиниста, ликвидированы люки в полу.

Кабина машиниста — новой планировки в соответствии с рекомендациями эргономистов и дизайнеров.

Целесообразно заняться разработкой нового комплекта электрооборудования, заменить части размещаемого под вагоном разрозненного оборудования комплектом, смонтированным в едином ящике — камере. Необходимо завершить работы по роторному компрессору и крану машиниста.

В отделке салона используются негорючие и трудногорючие материалы, в том чис-

ле огнестойкая обивка диванов. Двери раздвижные с электропневматическим приводом, герметичные в закрытом положении. Это позволит существенно уменьшить шум в вагоне, так как проникновение шума в салон происходит в основном через дверные пазухи.

● Доцент ЛИИЖТа **Н. Семенов** посвятил доклад преимущественному использованию электропривода с асинхронными тяговыми двигателями для вагонов метрополитена:

— Применение таких двигателей дает качественно новые результаты по сравнению с приводом постоянного тока и позволяет:

снимать ограничения по массо-габаритным показателям тягового двигателя;

повысить надежность тяговых двигателей, способных выдерживать любые перегрузки по току, моменту и частоте вращения;

снизить эксплуатационные расходы по электрооборудованию (за счет снижения трудоемкости ремонта);

уменьшить расход электроэнергии применением рекуперативного торможения с плавным регулированием тормозного усилия практически до остановки.

В лаборатории электрической тяги ЛИИЖТа разработан тяговый асинхронный привод для вагонов. Оборудование изготавливается Ленинградским метрополитеном.

Макетный вагон (на базе серийного типа «Е») с новой системой электропривода готовится к всесторонним испытаниям.

Силовая схема вагона включает два автономных инвертора напряжения с широтно-импульсным регулированием; от каждого инвертора получают питание два тяговых асинхронных двигателя, включенных параллельно. Эквивалентная длительная расчетная мощность каждого 110 кВт, максимальная мощность — временно в процессе разгона — около 170 кВт при скорости 30—40 км/ч. Из имеющихся преобразователей предпочте-

ние отдано инвертору напряжения в блочном исполнении с применением быстродействующих тиристоров ТБ-400.

Тяговые асинхронные двигатели выполнены в корпусах электродвигателей ДК-108 с применением активных частей асинхронных двигателей ВР250М4 с увеличенным воздушным зазором. Особенность их — в наличии жестких секций обмотки статора, что является обязательным для тяговых двигателей, питаемых от статического преобразователя частоты.

Испытание первого в нашей стране вагона метро с асинхронным тяговым электроприводом позволит приступить к созданию опытных, а затем и серийных поездов с новой системой тягового привода.

Комплект электрооборудования для перспективного вагона планирует внедрить в серийное производство объединение «Динамо».

● Перспективы развития электрооборудования подвижного состава рассмотрел профессор МЭИ **В. Хвостов**:

— Для увеличения коэффициента тяги и надежности электрооборудования целесообразно в числе некоторых мероприятий разработать одномоторные тележки.

Снизить расход электроэнергии можно за счет рекуперативного торможения, безреостатного пуска, сокращения массы вагона.

Предъявляемым требованиям более всего отвечают бесконтактные системы с тиристорным электрооборудованием, импульсным регулированием и тяговыми двигателями постоянного тока, асинхронными тяговыми двигателями и преобразователями частоты. Наиболее отработана сейчас система импульсного регулирования с тяговыми двигателями независимого возбуждения.

Система управления вагоном и поездом должна иметь минимальное количество контактных элементов и поездных проводов. Она может быть по-

строена на базе полупроводниковых элементов со средней степенью интеграции. Это позволит повысить надежность системы управления и снизить вес электрооборудования.

● Канд. техн. наук ЛИИЖТа В. Некрасов сообщил о разработке тягового и вспомогательного тиристорного преобразователя подвижного состава:

— В электродепо «Московское» Ленметрополитена на контактно - аккумуляторном электровозе внедрена тиристорно-импульсная система регулирования напряжения. Это позволило повысить скорость и весовые нормы хозяйственных поездов. Тиристорно-импульсный преобразователь обеспечивает безреостатный пуск при двух уровнях питающего напряжения (от контактной сети и от тяговой аккумуляторной батареи) и рекуперативное торможение на тяговую батарею. Предложенная структура силовой схемы позволяет реализовать одним преобразователем одновременное регулирование напряжения и возбуждение тягового двигателя в режимах тяги и рекуперативного торможения.

Радиус действия электровоза  $\frac{K}{a} - 07$  на 45% больше, чем электровоза с контактно-реостатной системой регулирования. Годовой экономический эффект от внедрения полупроводникового преобразователя составляет 78 тыс. руб. Применение импульсного регулятора на электровозе дало возможность увеличить время между циклами заряда тяговой батареи. Однако заряд тяговых батарей от контактной сети сопровождается значительными потерями энергии. Для предотвращения этого разработана система, содержащая тиристорно-импульсный преобразователь, позволяющая реализовать заряд и тренировочные циклы заряд — заряд с отдачей энергии батарее другому источнику.

С целью улучшения режима работы и повышения срока службы вспомогательных аккумуляторных батарей ваго-

нов, а также ликвидации потерь в демпфирующих сопротивлениях при заряде разработаны два варианта статических преобразователей тока. Они имеют удовлетворительные внешние характеристики и высокую адаптивность к переменным режимам нагрузки.

● Улучшение энергетических показателей метрополитенов — тема выступления зав. отделением ВНИИЖТа Е. Быкова:

— Из общего количества потребляемой метрополитеном электроэнергии 70—75% приходится на тягу поездов, 20% — на производственные нужды трассы, остальная часть — на ремонтные предприятия и подразделения.

Сравнительная оценка показателей расхода электроэнергии на тягу и производственные нужды на метрополитенах СССР и зарубежных стран свидетельствует о достаточно высокой эффективности мероприятий по экономии энергии, проводимых на отечественных метрополитенах. Как и ранее, они должны распространяться на все звенья хозяйства метрополитенов.

Снижение удельного расхода электроэнергии на тягу поездов может быть достигнуто улучшением эксплуатационных показателей подвижного состава.

Важно повысить эксплуатационную надежность вагонов, улучшить их тягово-энергетические характеристики, совершенствовать режим вождения и дифференцировать ограниченные времени стоянки поездов на станциях, а также оптимизировать уровень и регулирование напряжения в тяговой сети.

Необходимо быстрее внедрение перспективных систем тягового электропривода: постоянного тока с тиристорно-импульсным регулированием скорости двигателей, переменного тока с бесколлекторными двигателями. Это позволит снизить пусковые и тормозные потери и использовать рекуперацию электроэнергии. Следует разработать наиболее

рациональные способы реализации энергии рекуперации, определить основные направления совершенствования системы электроснабжения.

Энергетические показатели системы электрической тяги можно улучшить, используя автоматическое регулирование скорости движения поездов за счет расширения функциональных свойств напольных устройств и совершенствования программ управления.

Пути экономии электроэнергии потребителями производственных нужд трассы — применение тиристорного регулирования в схеме электропривода эскалаторов, автоматизация их пуска и остановки; режимное регулирование, автоматизация управления установками тоннельной вентиляции; модернизация осветительных устройств станций и тоннелей с применением более экономичных светильников, светоотражателей, световых линий.

Следует совершенствовать учет расхода электроэнергии по всем видам ее потребления на метрополитенах с использованием автоматизированных дистанционных систем.

Подлежат уточнению измерители для нормирования расхода электроэнергии как на тягу поездов, так и для производственных нужд трассы.

Важно улучшить систему ведомственного энергонадзора, обобщив передовой опыт Московского и Ленинградского метрополитенов.

● Опыт возврата в первичную сеть тормозной энергии поездов на Московском метрополитене обобщила начальник ПТО службы ЭПС Мосметрополитена Г. Солдаткина:

— Решение вопроса увеличения энергоемкости системы электроснабжения связано с анализом работы подвижного состава и организации движения передачи энергии поездам, находящимся в режиме тяги.

Эффективными способами усиления системы электроснабжения и уменьшения потерь являются внедрение рекупера-

тивного торможения и инвертирования энергии.

Расчеты показали, что при централизованной системе электроснабжения (Кольцевая линия) энергия рекуперации составляет 20,5% от тяги поездов, избыточная — 2%, при распределенной системе (Ждановско - Краснопресненская) полная энергия рекуперации — 24,5%, а избыточная — 3,5%.

При определении рационального режима инверторных преобразователей важно правильно выбрать напряжение включения инвертора, которое определяется его устойчивой работой, уменьшением потерь от токов циркуляции между инверторным преобразователем и параллельно работающим выпрямителем, а также возможностью получения максимальной энергии инвертирования.

Параллельно с выполнением аналитических расчетов реализована практическая программа. Комплекс испытаний проведен на участке «Киевская» — «Новослободская». Выбор трассы обусловлен тем, что Кольцевая линия имеет минимальное количество подстанций — 6, расположенных на поверхности.

На базе тяговых трансформаторов разработали три схемы инверторно-выпрямительных агрегатов, которыми оборудованы подстанции Кольцевой линии. Исследования проводили с подвижным составом типа «Е», специально переоборудованным для рекуперативного торможения, и с первыми образцами вагонов типа «И».

Данные опытных поездок позволили определить соотношения энергии рекуперации и энергии, идущей на тягу поездов, для всей линии.

Удельный расход электроэнергии определялся на основании сравнительных испытаний шестивагонных составов типа «Еир» с тиристорным регулированием и «Ежз» — с контактно-реостатным пуском. Результаты исследований:

фактическая экономия электроэнергии от режима рекуперации с учетом потерь со-



ставляет 15—17% от расхода на тягу (энергия межпоездного обмена — до 15%, избыточная энергия инвертирования — всего до 2%) и характеризуется кратковременными импульсами тока на всех подстанциях до 6 кА;

учитывая, что схемы контактной сети метрополитена выполнялись без учета рекуперативного торможения и неперекрываемые разрывы сети в основном находятся в зоне активного торможения (практически на всех зонах при распределенной системе электропитания), а также вероятность аварийного отключения приемников избыточной энергии, схемы подвижного состава должны иметь следящие системы рекуперативного торможения с тормозными резисторами (для обеспечения надежного торможения);

необходим датчик переключения режимов для выпрямительно-инверторного преобразователя;

во время испытаний исследовали спектр гармонических составляющих при работе инверторного преобразователя — он не превышал допустимых. Однако не были проверены аварийные ситуации;

так как избыточная энергия рекуперации находится в пределах 1,3—2% от энергии тяги поездов, установка на подстанциях инверторных преобразователей экономически нецелесообразна. Необходимо решить вопрос применения балластных сопротивлений.

● Основные направления совершенствования электромеханических устройств осветил начальник электромеханического отдела Главного управления метрополитенов **Е. Монфред**:

— Сегодня на метрополитенах страны эксплуатируются 661 эскалатор с общей длиной лестничного полотна около 100 км; 408 систем тоннельной и 5102 системы местной вентиляции; 817 водоотливных установок; 265 систем отопления и воздушно-тепловых завес; 305 км водопровода и других устройств.

Отметим, что на многих

станциях в часы пик на эскалаторах одного наклонного хода находится одновременно свыше 1200 чел., что эквивалентно пассажирской нагрузке поезда. Учитывая, что на большинстве станций метрополитена перемещение пассажиров начинается и заканчивается на эскалаторах, первостепенное значение приобретает рациональное использование их пропускной способности при совместной работе с другими устройствами метрополитена.

Расчеты показывают, что для конечных станций с одним наклонным ходом и тремя лентами эскалаторов максимально допустимая парность движения поездов без нарушения нормальной работы наклонного хода — 38 пар поездов в час. При большей частоте движения 2 эскалатора, работающие на подъем, не смогут вывести со станции всех прибывающих пассажиров и станционные платформы окажутся переполненными. Исследования по стыковке эскалатора как средства непрерывного пассажирского транспорта с другими звеньями, участвующими в перевозочном процессе, очень важны для рационального использования капитальных вложений на устройства метрополитена и эксплуатационных затрат на их обслуживание.

В настоящее время электромеханические и эскалаторные службы успешно продолжают или уже заканчивают реорганизацию структуры оперативного обслуживания оборудования на базе систем телемеханики и автоматического управления.

Необходимо широкое развитие средств местной автоматики: в инженерно-технических устройствах — это системы автоматического контроля микроклимата (АСКМ), автоматического управления тоннельной вентиляцией, автоматизации водоотливных установок на базе ПВРУ-Н; в эскалаторном хозяйстве — автоматический пуск резервного эскалатора при технической остановке работающего, пуск полотна в зависимости от наличия пассажиров,

остановка эскалатора при падении пассажира, автоматическое включение резервного питания и т. д.

Применение устройств местной автоматики непосредственно связано с широким использованием электроники на современной полупроводниковой элементной базе. Так, устройство АПЭ, внедренное на ряде эскалаторов Москвы, Киева, Ленинграда, система контроля скорости и контроля торможения (УКС-КТ), переходной шкаф телемеханики и др. уже выполнены на микросхемах. Однако главная цель — создание всей схемы управления электроприводом эскалаторов и инженерно-технических устройств на бесконтактных элементах.

Необходимо более широкое использование приспособлений и средств технической диагностики состояния оборудования. Ведется работа по созданию диагностического стенда для определения состояния элементов лестничного полотна эскалаторов. Конечной целью является разработка системы технической диагностики, позволяющей с наименьшими затратами осуществлять поиск неисправностей оборудования и прогнозировать техническое состояние машин.

● Проблемы улучшения работы эксплуатационных эскалаторных предприятий коснулся начальник эскалаторной службы Ленинградского метрополитена **Е. Федоров**:

— С внедрением системы авто- и телеуправления и переходом на бригадный метод работ на ряде метрополитенов с разделением функций персонала на оперативное и техническое обслуживание эскалаторов возникла необходимость определения допустимых границ их остановки. С учетом средней пассажиронапряженности на станциях максимальная ее продолжительность без значительного ущерба для перевозочного процесса может быть не более 10 мин.

Следовательно, для того, чтобы сохранить условия бес-

перебойной эксплуатации после остановки одного из эскалаторов станций и запуска резервного, оперативный персонал должен прибыть на станцию в течение последующих 7 мин. Это условие может соблюдаться только при оперативном обслуживании двух станций, что является оптимальным не только с точки зрения обеспечения надежности перевозочного процесса, но и качества технического надзора за работой эскалаторов, в том числе при определении количества работников в бригадах технического обслуживания.

Если учитывать при расчете периодичность, рекомендованную СКБ эскалаторостроения, и трудоемкость (в соответствии с инструкциями), то состав бригад технического обслуживания получается несколько завышенным.

Отсутствие единых утвержденных и обоснованных нормативов на численность персонала приводит к тому, что для оценки производительности труда за основу берется количество эксплуатационного персонала на 1 эскалатор и на 1 км лестничного полотна. Такой подход не учитывает основные эксплуатационные показатели: пробег эскалаторов, количество перевезенных пассажиров и объем выполняемой работы.

Целесообразно произвести сравнительную оценку эффективности эксплуатации по затратам на единицу пробега лестничного полотна.

● Перспективы развития эскалаторной автоматики рассмотрел начальник конструкторского отдела Опытного электромеханического завода метрополитена **А. Шаров**:

— Устройства эскалаторной автоматики, включая схему управления, выполнены по реле и на мощных контакторах. Их недостаток — наличие электрических контактов, которые необходимо периодически чистить, а через определенное время заменять. Эти устройства удовлетворяют требованиям эксплуатации только при по-

стоянном дежурстве машинистов эскалаторов в машинных залах. В перспективе при переводе эскалаторов на телеуправление с центрального поста требования надежности схемы автоматики и увязки с телемеханикой значительно возрастут. Потребуется перевод схем управления эскалатором на более надежную элементную базу, не требующую постоянного обслуживания.

Наша промышленность выпускает различные полупроводниковые логические схемы и бесконтактные коммутационные элементы. Широко применяются герконовые реле с необслуживаемыми надежными контактами. Эта современная элементная база и должна быть положена в основу вновь создаваемых схем эскалаторной автоматики. Принцип их построения отличается от принципов построения релейных схем.

На ОЭМЗ совместно с электромеханической службой Киевского метрополитена разработано первое устройство автоматического пуска эскалаторов. Оно позволяет включать эскалатор лишь во время перевозки пассажиров. Тем самым экономится электроэнергия и ресурсы. Вопрос, на каких типах эскалаторов целесообразно применять такое устройство, пока не решен.

Разрабатывается устройство контроля скоростных характеристик эскалаторов. Оно будет выполнять функции нынешнего реле РОУ, измерять тормозной путь при каждой остановке эскалатора, блокировать его пуск при выходе характеристик за пределы норм, передавать необходимую информацию в систему телемеханики. Макет устройства прошел лабораторные испытания на заводе и сейчас опробуется на станции «Звездная».

Новые устройства после испытаний и эксплуатации планируется объединить в одно. Это позволит выиграть в габаритах, количестве коммутационных элементов и их надежности. Комплексное устройство будет снабжено схемой

обеспечения безопасности обслуживания при автоматике.

Предстоит решить проблему перевода системы управления эскалатором на бесконтактные элементы. Она рассматривается как состоящая из трех схем: логической, тиристорного пуска и увязки. Совместно с Ленметрополитеном составлено задание на разработку логической схемы; трудности связаны с разнообразием существующих систем управления эскалатором. При создании схемы тиристорного пуска неизбежно возникнут проблемы бесконтактной коммутации больших токов и напряжений в условиях недостаточно стабильных сетей метрополитенов. При этом необходимо обеспечить максимальную надежность и безопасность пассажиров и обслуживающему персоналу.

С целью использования герконовых реле в эскалаторной автоматике создан промежуточный шкаф для увязки существующих схем эскалаторов с устройствами телемеханики «ЛИСНА». Макетный образец шкафа успешно проходит испытания.

Использование современной элементной базы позволит создать автоматические дефектоскопы для снятия механических характеристик лестничного полотна эскалаторов.

● Вопросы совершенствования электропривода эскалаторов осветил гл. инженер эскалаторной службы Ленинградского метрополитена **В. Косарев**:

— Первоочередной проблемой, — сказал он, — является реализация переменной скорости движения лестничного полотна. Опыт перевода его на повышенную скорость показал, что при этом резко возрастает интенсивность износа ряда ответственных механических комплексов и деталей, и следовательно, увеличиваются эксплуатационные расходы. Скорость движения ходового полотна 0,93 м/с обеспечивает повышение провозной способности эскалаторов в часы мак-

симального пассажиропотока. В остальное время поддерживать эту величину нецелесообразно.

Рационально скорость движения лестничного полотна изменять в зависимости от нагрузки. Оптимальными по технико-экономическим условиям являются скорости: 0,5 м/с — малый пассажиропоток; 0,75 м/с — средний; 0,93 м/с — максимальный. Использование пониженной скорости в часы, когда преобладают малые и средние пассажиропотоки, позволит увеличить межремонтные пробеги и общий срок службы эскалаторов. Перспективным представляется частотное регулирование скорости электродвигателей с применением тиристорных преобразователей. Исследования использования статического преобразователя, выпускаемого промышленностью, проводятся на Ленинградском метрополитене.

Экономический эффект от внедрения переменной скорости движения для одного эскалатора составит 1—1,2 тыс. руб. в год.

Частотное регулирование скорости асинхронного двигателя с фазной обмоткой ротора имеет некоторые особенности. Для обеспечения необходимых механических характеристик электропривода и прежде всего его перегрузочной способности в системе регулирования скорости следует предусматривать элементы регулирования частоты и напряжения. Хорошие регулировочные характеристики получаются при использовании промежуточного звена постоянного тока.

Регулирование скорости движения ходового полотна эскалаторов на станциях мелкого заложения, где электродвигатели имеют короткозамкнутый ротор, рационально осуществлять с применением многоскоростных двигателей.

Новые решения в области управления электроприводом должны базироваться на бесконтактных аппаратах, модульных схемах, предусматривать автоматическую фиксацию не-

исправностей в электрических цепях, в защитных и блокировочных устройствах.

● Опыт эксплуатации эскалаторов типа «ЭТ» поделился главный инженер эскалаторной службы Московского метрополитена **И. Тишлер**:

— На Московском метрополитене в настоящее время эксплуатируются 40 эскалаторов типа «ЭТ». Из них 34 — опытно-промышленные.

СКБ эскалаторостроения предложен ряд прогрессивных решений, но они реализованы не полностью, так как отдельные сборочные единицы и комплекты изготавливаются в недостаточном количестве.

Для алюминиевых ступеней с мелким шагом настила установлены повышенные допуски. По этой причине, а также из-за технологических неточностей в режиме сварки в швах появляются трещины. Рейки настила ступеней быстро изнашиваются. Недостаточно жестко крепление блока настила ступеней. Нужно усилить крепление обода как к основным бегункам, так и к вспомогательным.

Редукторы главного привода на двух эскалаторах типа «ЭТ-5» на станциях «Горьковская» и «Новогиреево» имеют повышенный уровень шума. Некоторые детали и сборочные единицы нуждаются в усовершенствовании и доводке.

Трасса поручня выполнена со значительными перегибами, стальные направляющие создают большое сопротивление прохождению, в связи с чем прогрессивный на первый взгляд армированный поручень работает напряженно. Были случаи его расстыковки. Уменьшены диаметры тяговых звездочек. Это способствует возникновению шума и колебаний ступеней при прохождении их в гребенках и на поворотных стенках. Затруднена регулировка электромагнитов рабочих тормозов.

Для улучшения работы эскалаторов нового типа необходимо:

заменить стальные направляющие на латунные, существ-



венно снизив сопротивление движению поручня, а также поручень шириной 90 мм на 100-миллиметровый и сделать более плавные перегибы его направляющих на трассе;

ввести более строгий технологический режим при изготовлении и ремонте ступеней и особенно для сварочных работ;

улучшить регулировочные характеристики электромагнитов рабочих тормозов;

реконструировать балюстраду для замены щитов толщиной 3 мм на 8-10-миллиметровые.

● Меры по совершенствованию управления санитарно-техническими установками наметил главный инженер электромеханической службы Московского метрополитена

**Г. Земцов:**

— Наиболее эффективный путь оптимизации графиков работы, сокращения потерь энергии, внедрения местной автоматики — применение ЭВМ. В свою очередь использование ЭВМ требует совершенствования систем местной автоматики.

ЭВМ целесообразно также применять для ежедневного переключения вентилей агрегатов.

В соответствии с главой СНиП II-40-80 «Метрополитены» на основных водоотливных установках предусмотрены два горизонтальных и один вертикальный насосные агрегаты. Моторесурс вертикального насоса в 5 раз ниже моторесурса горизонтального, но число отказов в работе на порядок ниже. Для полной автоматизации водоотливной установки необходимо иметь все насосы с одинаковым моторесурсом. Предложено использовать вместо вертикального насоса горизонтальный с дополнительной емкостью на всасывающей линии насоса. Это позволяет повысить безотказность в работе горизонтального насоса до уровня вертикального.

Устройства местной автоматики воздушно-тепловых завес вестибюлей станций работают нечетко из-за недостатков ре-

гулирования подачи теплоносителя и несовершенства применяемой аппаратуры. В тамбуре вестибюля следует установить чувствительный элемент регулятора, что позволит регулировать подачу теплоносителя на калориферы в зависимости от температуры, направления и интенсивности потока воздуха.

В качестве базовой аппаратуры автоматики может быть рекомендован полупроводниковый регулятор типа ПТРП-3М и регулирующий клапан типа 25 ч 931 НЖ. Управление воздушно-тепловыми завесами сводится к их включению и отключению каждые сутки при открытии и закрытии вестибюлей для пропуска пассажиров. Эти оперативные переключения целесообразно передать ЭВМ.

Чтобы эффективно работали задвижки с электроприводом для оперативного отключения участка водопроводной сети, необходимо периодически контролировать плотность их перекрытия. Такой контроль можно поручить диспетчеру, если дополнительно сделать достаточное количество ответвлений от водопроводных магистралей, нормально перекрытых дистанционно управляемыми клапанами.

Следует управлять артезианскими скважинами при помощи ЭВМ, ставя их с определенной периодичностью на прокачку, чтобы избежать заливания, отводя воду непосредственно в водосточную сеть на поверхности.

● Вопросы оптимальных режимов работы тоннельной вентиляции изложил главный специалист Метрогипротранса

**В. Цодиков:**

— Применяемые на метрополитенах страны режимы работы системы тоннельной вентиляции, обоснованные теорией расчетов, предусматривают круглосуточную непрерывную работу вентиляторов при постоянной их производительности, изменяемой только два раза в год (при переходе с теплого на холодный период

года и обратно). В основу этой теории положено определение постоянной расчетной производительности вентиляторов как средней отдельно для теплого и для холодного периодов года. Допустимость принятого решения обосновывается высокой теплоаккумулирующей способностью обделки тоннелей и окружающих их грунтов вследствие весьма большой их тепловой инерции, позволяющей активно воспринимать как тепловыделения в тоннелях (в теплый период года), так и отдавать аккумулированное тепло холодному воздуху в тоннелях, подаваемому системой вентиляции (в холодный период).

При этом температура воздуха изменяется крайне незначительно, не превышая предельно допустимые нормативные величины на станциях.

Такой режим работы системы тоннельной вентиляции приводит к надежному и простому управлению вентиляционными агрегатами, не требующими применения сложной и дорогостоящей автоматики регулирующей аппаратуры.

В последнее время возникают предложения осуществить автоматическое непрерывное регулирование (в течение суток и года) производительности каждого агрегата всех систем тоннельной вентиляции метрополитена путем периодического включения в работу разного количества вентиляторов, а главное — изменения производительности каждого за счет изменения числа оборотов вращения их колес в зависимости от колебания тепловыделения в тоннелях и температур наружного воздуха. Цель предлагаемой системы регулирования — предположение возможности снижения годового расхода электроэнергии.

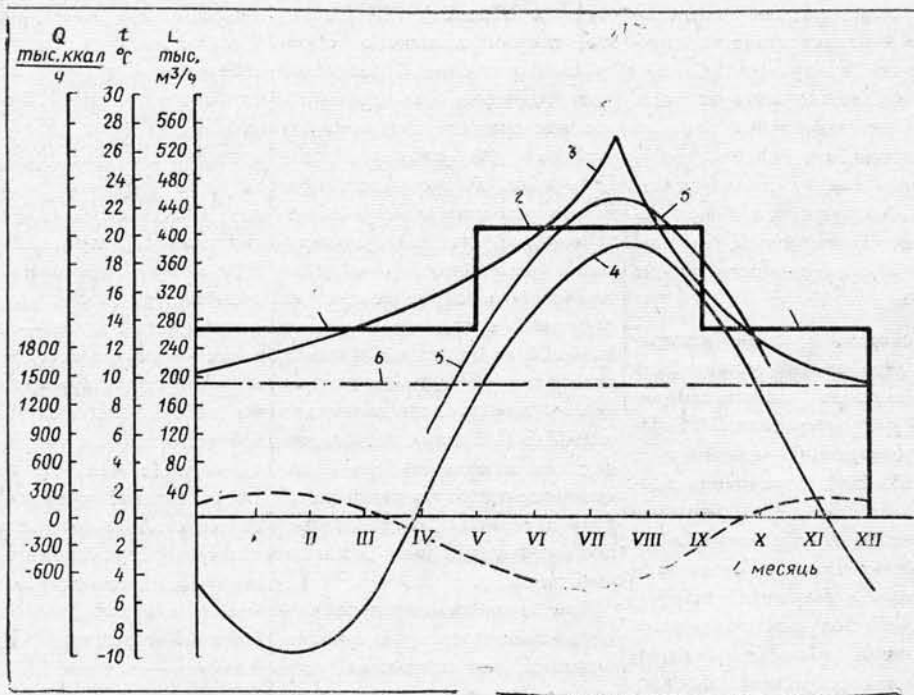
Проведенный повторный тщательный анализ такого предложения показывает, что оно не способствует экономии расхода электроэнергии, но значительно увеличивает капитальные затраты на установку систем автоматического регулирования для каждого венти-

ляционного агрегата, приводит к значительному перерасходу кабельных изделий и осложняет эксплуатацию. Приведенный на стр. 30 график расчетного расхода воздуха для одного из участков (между осями двух смежных станций) протяженностью 1760 м при максимальных в часы пик размерах движения 8-вагонных поездов — 42 пары в час — показывает, что применение существующего режима работы системы тоннельной вентиляции в теплый период года (с мая по сентябрь включительно) предусматривает постоянную среднюю повышенную производительность вентиляционной системы — линии 2, а в холодный период (остальные месяцы года) сниженную — линия 1.

При внедрении системы автоматического непрерывного регулирования производительности системы тоннельной вентиляции — кривая 3 — в холодный период года возможно значительное ее снижение против средней величины, что приведет к экономии электроэнергии (однако допустимое снижение производительности вентиляции в холодный период года ограничивается санитарными требованиями, изложенными в СНиП II-40-80 п. 7.9). Но как следствие в теплый период, в особенности в экстремальных случаях, будет необходимо повышать производительность вентиляции против средней, а следовательно, и мощность электродвигателей. Это повлечет за собой увеличение расхода электроэнергии, существенный рост капитальных затрат и значительное осложнение энергетической части установок метрополитена.

Кроме того, оборудование агрегатов тоннельной вентиляции устройством автоматического регулирования потребует значительного расхода кабельных изделий и существенно осложнит эксплуатацию.

● С докладом об автоматизации управления и контроле режимов работы инженерно-технических установок выступил начальник электромеханической службы Ленинградско-



Графики годового воздухообмена на одном из расчетных участков Московского метрополитена при режимах работы системы тоннельной вентиляции: непрерывном — среднем или регулируемом:

1 — расходы воздуха в холодный период года при непрерывном режиме работы вентиляционных агрегатов, рассчитанных на средние сезонные расходы, м<sup>3</sup>/ч; 2 — то же в теплый период года, м<sup>3</sup>/ч; 3 — расходы воздуха в течение года при регулируемом режиме работы вентиляционных агрегатов, м<sup>3</sup>/ч; 4 — среднесуточные температуры наружного воздуха в течение года, °С; 5 — то же в теплый период года, рассчитанные в 13 часов дня, °С; 6 — избыточные среднесуточные тепловыделения в тоннелях, ккал/ч; 7 — тепловыделения в холодный, ккал/ч.

го метрополитена **Д. Амшикашвили**:

— В режиме телемеханического управления работают сантехагрегаты всех линий Ленинградского метро. Диспетчер центрального диспетчерского пункта сантехники при помощи 36 комплектов телемеханики типа ВРТФ-1 и ВРТФ-3 управляет 152 вентагрегатами. Одновременно осуществляется телеконтроль за их работой и действием водоотливных установок.

Внедрен малогабаритный пульт управления с использованием элементной базы на полупроводниках и герметизированных реле. Как показала практика, основной причиной неисправностей в схемах дистанционного управления являются концевые выключатели, которые были заменены герметизированными реле (герконами); в порядке опыта эксплуатируется схема управления агрегатом с пуском вен-

тилятора на закрытие шибера и с управлением лопатками только направляющих аппаратов.

Сокращение элементов схемы управления значительно повысило надежность ее работы. Для быстрого выявления неисправностей и проверки устройств телемеханики типа ВРТФ-1 были выведены контрольные точки и внедрена система контроля прохождения команды.

Применение автоматики и телемеханики позволило высвободить 36 человек персонала.

● Механизация работ по содержанию пути — тема выступления главного инженера службы пути Ленинградского метрополитена **В. Озерова**:

— Здесь механизированы и автоматизированы уборка снега на наземных участках пути;

смена рельсовых плетей с применением выкантовочно-ук-

ладочного приспособления системы Кабищера (применялось до появления напольных устройств автоведения поездов);

перебетонировка шпал методом вибрации;

смена шпал и коротышей с помощью специальной платформы, оборудованной компрессором, бетономешалкой и необходимым инвентарем.

Оборудована механизированная площадка для элементов верхнего строения пути с использованием 5-тонного козлового крана, 2-тонных тельферов, а также технологической линии по резке старогодных рельсовых плетей.

Используются новый вагон-раздатчик для оперативной доставки инвентаря и материалов по околоткам, а также шпалоподбивочная машина марки «ШПМ-2 М».

С целью оперативного контроля за состоянием пути в плане и профиле, выявления

дефектов на рельсах проводится комплексная проверка устройств пути с включением вагона-путеизмерителя и вагона-дефектоскопа в один поезд. Ведутся исследования по расшифровке записей состояния пути с помощью ЭВМ.

Для механизации работ по очистке рельсов от масляных загрязнителей с помощью химических растворов создается специальная машина. Испытан опытный образец рабочего органа, ведутся работы по ее усовершенствованию.

На площадке депо «Московское» заканчивается строительство производственного комплекса с путейскими мастерскими, рельсосварочной базой, участками дефектоскопии и путеизмерительной станции.

● Об опыте механизации работ по содержанию пути и тоннельных сооружений рассказал главный инженер службы Киевского метрополитена **Ю. Сушкевич**:

— За последние годы службой пути и тоннельных сооружений создан ряд машин, механизмов и приспособлений, дающих значительный экономический эффект. Механизм для извлечения шпал из пути со щебеночным основанием при их одиночной замене повышает производительность работ в два раза. Устройство универсально: им можно отвинчивать и завинчивать шурупы, извлекать шпалы (с выдергиванием костылей на щебеночном основании) и устанавливать новые.

Станок-пресс для изготовления прокладок из резины и полиэтилена высокого давления позволил более чем в 10 раз повысить производительность труда. Особенно высока производительность станка при изготовлении прокладок из полиэтилена под изоляторы узлов контактного рельса: 30—35 сек. на одну прокладку.

Новая конструкция габаритной рамы с рычажным управлением установки габаритного очертания, световым табло, сигнальной и громкоговорящей связью с бригадой авто-



дрезины обеспечивает безостановочную проверку габаритов и на 25% снижает продолжительность работы.

Усовершенствован обогрев стрелок.

Механизация производственных процессов содержания тоннельных сооружений в силу большого разнообразия процессов и условий труда имеет специфику, заключающуюся в создании приспособлений (подмостей, вышек, люлек, полков и т. п.) для безопасности и удобства выполнения работ, а также машин и механизмов для замены ручного труда.

Хорошо зарекомендовал себя в эксплуатации гидравлический подъемник для работы в камерах съездов и выработках большого сечения. Подъемник установлен на прицепе, снабжен электрическим и ручным приводом, имеет консольную рабочую площадку грузоподъемностью 250 кг с длиной консоли 3 м и поворотом на 360° в горизонтальной плоскости. На отдельном прицепе оборудована технологическая база для бурения и нагнетания.

Подмости с двумя ярусами выдвижных рабочих площадок и гидравлическим приводом подъема верхней площадки обеспечивают высокую безопасность и значительное удобство производства работ в разных сечениях тоннелей. Установка таких подмостей и передвижных электрокомпрессоров на площадках автодрезины типа ДММ облегчило гидроизоляцию стыков чугунных тюбингов и железобетонных блоков и замену гидроизоляционных шайб болтовых и пробковых отверстий чугунной обделки.

Успешно решен вопрос механизации процесса промывки облицовки путевых стен станций (весь технологический процесс выполняет один механизм).

Новая конструкция пяточного дверного навеса за счет усиления основных несущих узлов и обеспечения герметичности дает возможность уве-

личить надежность работы вентиляционных дверей станций метрополитена и снизить трудоемкость их обслуживания в среднем на 15%.

Механизация работ за счет внедрения серийно изготавливаемых и нестандартных приспособлений, машин и механизмов позволила снизить трудозатраты на содержание 1 км пути метрополитена на 22%.

● Основные направления совершенствования организации и механизации путевых работ осветил зав. лабораторией ВНИИЖТа **А. Хасин-Дубровский**:

— Сокращение трудовых затрат при производстве путевых работ на метрополитенах может быть осуществлено в основном за счет создания и внедрения нового поколения средств механизации — специализированных путевых машин.

Анализ удельной трудоемкости при ремонтах пути показывает, что на выполнение различных видов работ приходится 63% от всего объема: смена шпал на бетоне — 32%; сплошная выправка пути в плане и профиле — 24%; смена рельсовых плетей — 7%; смена шпал на открытых участках — 7%; сплошная выправка, подбивка и рихтовка пути на щебне — 3%.

При текущем содержании пути на выполнение работ затрачивается 53% общей трудоемкости: перешивка пути, стрелочных переводов и крестейных контактного рельса — 36%; выправка и подбивка пути на открытых участках и стрелочных переводах — 12%; очистка рельсов, скреплений и шпал от грязи — 3%; погрузка и выгрузка материалов верхнего строения пути — 2%.

На основе приведенного анализа даны рекомендации по созданию первоочередных технических средств для механизации путевых работ на метрополитене.

● Предложения по совершенствованию пути метрополитена внес зав. лабораторией ВНИИЖТа **Н. Кравченко**:

— Разработана принципиально новая конструкция пути, состоящая из железобетонных малогабаритных рам (МГР), опирающихся через упругие амортизаторы на бетонное основание с лотком посередине. Важным для этой конструкции является выбор промежуточного рельсового скрепления, которое обеспечивало бы большой срок службы заделанных в бетон деталей (а следовательно, и всего железобетонного подрельсового основания); возможность регулировки рельсовой нити по высоте и в плане; требуемые параметры жесткости, а также простоту замены рельсов и отдельных его деталей.

Особенностью конструкции скрепления является и то, что здесь в подрельсовой зоне каждой опорной площадки МГР сделано углубление на 25 мм, куда вставляются шумовибропоглощающий вкладыш и регулировочные прокладки. Последние могут размещаться как под вкладышем, так и над ним.

Параметр боковой жесткости рельсовой нити выбирается из условия правильного подбора соотношения между упругой боковой деформацией рельсовой нити и углом поворота рельсового сечения.

Рекомендуемая конструкция скрепления допускает регулировку рельсовой нити по вертикали до 20 мм, по горизонтали  $\pm 7$  мм. Регулировка в плане осуществляется клином из жесткого электроизолирующего материала.

● О перспективах применения полимерных материалов в путевом хозяйстве метрополитенов рассказал зав. лабораторией ВНИИЖТа **В. Донских**:

— Полимеры позволяют в ряде случаев повысить надежность и срок службы конструкций, а также сократить расходы на текущее содержание и ремонт.

На ряде метрополитенов применяют изолирующие рельсовые стыки клееболтовой конструкции. По данным МИИТа, ежегодная экономия на текущем содержании каждого сты-

ка составляет примерно 15 руб.

Выполненные во ВНИИЖТе исследования показали, что некоторые пленочные клеи (ВК-24М, БЭН-50, ВК-40) после соответствующей модификации могут быть перспективными для клееболтовых изолирующих стыков метрополитенов. Для проведения срочных работ рекомендуются клеи на основе эпоксидных смол или К-153 с отвердителем АФ-2. Эти составы обладают высокой реактивной способностью и отверждаются в условиях повышенной влажности и при температурах ниже комнатной.

Для предохранения износа деревянных шпал в зоне подрельсовых подкладок, особенно на криволинейных участках пути, разработана технология приклейки металлических подкладок. Клеевые составы для ремонтных работ на основе эпоксидных смол и отвердителя УП-0633 позволяют вводить значительное количество наполнителя.

Анализ конструкций узлов крепления контактного рельса на отечественных и зарубежных метрополитенах, а также практика применения полимеров показали необходимость новой разработки этого узла. Для изготовления опытных узлов новой конструкции был выбран стеклопластик ДСВ. Эксплуатационные испытания нового узла и предварительная технико-экономическая оценка свидетельствуют об эффективности новой конструкции.

● Вопросы защиты жилой застройки от шума и вибраций, возникающих при движении поездов на линиях метрополитена мелкого заложения, рассмотрены в докладе заместителя директора ВНИИЖТа **М. Вериго**:

— Перед научными работниками, проектировщиками, строителями и эксплуатационниками поставлена задача обеспечения комфортных условий проживания людей в зданиях, расположенных вблизи участков мелкого заложения.

Научные исследования и разработка технических реше-

ний по этой проблеме контролируются Координационным планом Госстроя СССР и в настоящее время ведутся в основном в двух направлениях:

защита жилой застройки от вибрационного воздействия, возникающего при движении поездов на действующих линиях метрополитена;

виброзащитные мероприятия, предусматривающие начало их внедрения на стадии проектирования новых линий.

Для решения обеих задач необходимо иметь вибропоглощающую оценку всех элементов цепочки передачи вибрации — вагона (колеса), пути (рельса), обделки тоннеля, грунта, здания.

ВНИИЖТ разработал специальную методику и совместно с ЦНИИС Минтрансстроя, НИИОСП им. Герсевича, ВНИИВ и Московским метрополитеном выполнил экспериментальные исследования по определению вибропоглощающей способности каждого элемента в цепи передачи вибраций от колеса до здания при движении поездов с разными скоростями. В результате исследований установлено, что на всех ступенях передачи колебаний каждый элемент цепочки поглощает определенную долю вибраций, с постепенным снижением ее величины. Уровень виброускорений в зоне рельсового стыка типовой конструкции пути при измерениях на рельсе составил 130—135 дБ, на обделке 90—95, в грунте 50—60 дБ. Это указывает на то, что поставленную проблему следует решать комплексно.

В настоящее время во ВНИИЖТе ведутся исследования по улучшению виброзащитных свойств существующих и разработке новых конструкций пути с повышенными противозвуковыми и виброзащитными свойствами.

● Конструкция верхнего строения пути с повышенными виброизолирующими свойствами — тема выступления ст. научного сотрудника ВНИИЖТа В. Барабошина:

— Во ВНИИЖТе проведены

исследования по выбору параметров и принципиально новой схемы конструкции с целью снижения динамических сил, действующих на тоннельную обделку.

Необходимо увеличивать амортизируемую массу верхнего строения пути. Конструкцией, отвечающей указанным требованиям, может быть путь с подрельсовым основанием из блочного железобетона с промежуточными рельсовыми скреплениями, включающими упругие элементы и с упругими связями между подрельсовым основанием и путевым бетоном.

Исследованиями установлено, что наибольшее снижение вибраций (до 9—10 дБ в отдельных частотных диапазонах) и динамических сил, действующих на тоннельную обделку, можно достичь при более тяжелых подрельсовых основаниях и обеспечении наибольшей принятой в расчетах податливости упругих элементов. Их укладывают между подрельсовыми блоками и тоннельной обделкой.

На основании полученных результатов было разработано техническое задание, по которому Метрогипротранс выполнил проект новой конструкции верхнего строения пути с повышенными виброизолирующими свойствами. В настоящее время элементы конструкции изготавливаются для укладки опытного участка на одной из новых линий метрополитена.

● Рекомендации по снижению шума в вагонах метрополитена дал старший научный сотрудник ВНИИВ В. Македонский:

— На первом этапе снижение шума необходимо обеспечить в кабине управления, что продиктовано заботой о безопасности движения и здоровье машиниста; на втором — повысить звукоизолирующую и звукопоглощающую способность ограждений салона. Третий этап работ должен заключаться в снижении шума таких источников, как тяговые двигатели, редукторы, колеса, мо-

тор-компрессоры, тормозная рычажная передача и т. п.

Одновременно с мероприятиями, осуществляемыми на самом подвижном составе целесообразно проводить работы по амортизации пути и повышению звукопоглощающей способности обделки тоннеля.

Выполнение первого этапа позволило снизить шум в кабине управления опытного вагона типа «И» в диапазоне частот 125—4000 Гц на 4—7 дБ, а в салоне — на 1—3 дБ до 500 Гц и на 3—7 дБ более высоких частотах (по сравнению с серийным вагоном типа «Е»).

Для снижения шума в вагоне необходимо, в первую очередь, усилить звукоизоляцию раздвижных дверей и пола. Только герметизация щелей по наружному контуру створок дверей позволяет снизить шум в салоне на 4—7 дБ в диапазоне частот 500—2000 Гц.

Учеными ВНИИВ разработаны варианты уплотнения раздвижных дверей, пола, стен и потолка кузова вагона метрополитена с повышенными звукоизолирующими и звукопоглощающими свойствами;

проведены экспериментальные исследования виброакустических характеристик тормозной рычажной передачи, компрессора, колес, шумовых характеристик тяговых двигателей и редукторов на стендах;

экспериментально определены в суммарном шуме внутри вагона доли, соответствующие вкладам тяговых двигателей, редукторов, процесса качения колес по рельсам;

установлено, что при наиболее распространенной для метрополитенов скорости 60 км/ч вклады основных источников шума практически одинаковы;

при скорости 40 км/ч преобладает вклад тяговых двигателей, при 80 км/ч — качение колес по рельсам. Для снижения шума в вагоне необходимо повысить в первую очередь звукоизолирующие и звукопоглощающие свойства кузова при обязательной замене естественной вентиляции механи-

ческой и ликвидации черпаков; принять меры по снижению шума тяговых двигателей, редукторов, а также вследствие качения колес по рельсам. Снизить шум в вагоне на величину более 5 дБ можно только при одновременном снижении шума от каждого из перечисленных источников.

● О результатах исследования вибраций в зданиях, расположенных вблизи трасс метрополитена мелкого заложения, доложил старший научный сотрудник ВНИИВ А. Берестюков. Он сделал следующие выводы:

влияние скорости движения поезда на уровень вибрации в здании различно в зависимости от состояния поверхности катания колес;

при хорошем ее состоянии это влияние невелико, темп возрастания уровня колебательного ускорения с ростом скорости составляет в этом случае 0,14—0,19 дБ/км/ч;

при плохом состоянии поверхности катания скорость движения сказывается на вибрации в здании: темп возрастания уровня колебательного ускорения равен примерно 0,35 дБ/км/ч;

влияние на величину вибрации в здании массы поезда и, в частности, необрессоренной массы, при данных условиях (амортизированный путь, вагоны типов «Д» и «Е») не проявляется;

амортизация колеса при примененных конструкциях амортизации верхнего строения пути не оказывает влияния на величину вибрации в здании.

При движении поездов на рельсах возбуждается вибрация широкого спектра: максимум — в области частот выше 200 Гц, в низкочастотной — до 16 Гц.

На стенке тоннеля вибрации низкой частоты имеют сравнительно небольшой уровень.

Вибрация, проникающая в здание, имеет один явно выраженный максимум в 1/3-октавном диапазоне со среднегеометрической частотой 40 Гц, которая, по-видимому, является одной из собствен-



ных частот тоннельной конструкции.

● Подвижной состав метрополитена как источник вибраций и шума — тема сообщения зав. лабораторией ВНИИЖТа Ю. Колесина:

— Исследования показали, что основным источником вибраций в зданиях является динамическая система «колесо—рельс». При этом, если рассматривается только подвижной состав, его доля в общем уровне вибрации определяется в основном состоянием поверхности катания колес и величиной необрессоренных масс.

Совершенствование подвижного состава в части снижения его воздействия на тоннель и близлежащие здания должно идти по пути уменьшения обрессоренных масс и улучшения состояния поверхностей катания колес. Неравномерный их прокат порядка 0,5—0,7 мм приводит к росту уровня амплитуд виброускорений буксового узла в диапазоне частот от 0 до 50 Гц в среднем на 2—3 дБ, а при 50—200 Гц — на 3—4 дБ. Повышение скорости движения на 10 км/ч приводит к увеличению спектральных составляющих виброускорений на 1—1,5 дБ. Загрузка вагона не оказывает существенного влияния на спектр виброускорений буксового узла.

● Об активном способе снижения уровня вибраций в тоннеле мелкого заложения говорил зам. начальника Ленинградского метрополитена В. Елсуков:

— Наиболее эффективным вибропоглощающим материалом оказался изолиф (этилен, пропилен, терполимер). Для действующих линий мелкого заложения предлагается активное компенсационное устройство, снижающее вибрации (с помощью виброкомпенсаторов создаются вибрации бетонного основания пути, противоположные по фазе вибрациям, возникающим при проходе поезда метрополитена над виброкомпенсаторами).

При этом задающий вибродатчик устанавливается на бетонном основании пути и преобразовывает в электрический сигнал колебания, возникающих по мере подхода поезда. Через предварительный усилитель и усилитель заряда, позволяющий применять длинные соединительные кабели, поступает электрический сигнал на вход полосового фильтра, который пропускает только частоту 31,5 Гц, и далее на вход фазоинвертора, где полезный сигнал сдвигается по фазе на 180°. Усиленный по мощности и противоположный по фазе сигнал поступает на первый виброкомпенсатор, который и создает колебания бетонного основания пути в противофазе.

Виброкомпенсаторы располагаются в лотке основания пути на расстоянии, равном длине базы вагона, и начинают работать в противофазе по мере подхода поезда. В оптимальный режим виброкомпенсации они входят только в момент прохождения поезда над ними.

Вибродатчик является не только задающим, но и управляющим системой активного виброгашения, работает в автоматическом режиме.

Исследования активного способа гашения вибрации на физической модели тоннеля метрополитена показали эффективность этого мероприятия.

● Повышению эффективности использования трудовых и материальных ресурсов на Московском метрополитене в XI пятилетке посвятил свое выступление главный экономист Московского метрополитена М. Лебедев:

— Большую роль играет комплексное планирование экономической работы. В результате освоен возросший на 20,5% объем перевозок пассажиров, в то время как протяженность трассы увеличилась на 11,8%.

Развитие технического прогресса позволило повысить основные показатели работы. Так, производительность труда возросла на 3,7%; снижена

себестоимость перевозок пассажиров против плана на 1,9%, а количество эксплуатационного персонала на 1 км трассы со 110,1 чел./км в 1975 г. до 102,8 чел./км в 1980 г. Экономический эффект от внедрения новой техники за прошедшую пятилетку составил 1 млн. 570 тыс. руб.

В одиннадцатой пятилетке за счет внедрения передовой технологии, совершенствования технического нормирования, улучшения условий труда в службах и на предприятиях предусматривается получение экономического эффекта не менее 250 тыс. руб. с высвобождением 140 человек.

● О техническом прогрессе и НОТ на Ленинградском метрополитене рассказала старший инженер Т. Карпушова:

— Организация труда должна соответствовать достигнутому уровню используемой техники и применяемой технологии.

Совершенствование форм организации труда дает ощутимый экономический эффект и позволяет решать такие социальные задачи, как повышение его содержательности и улучшение условий.

В подразделениях Ленинградского метрополитена разработаны и внедрены карты организации труда по опыту новосибирских предприятий. Так, в электродепо «Автово», «Дачное» и «Московское» составлены карты на ремонт вагонов, в эскалаторной служ-

бе — на ремонт вспомогательного оборудования, в объединенных мастерских — на капитальный ремонт эскалаторов, в службе тоннельных сооружений — на текущее содержание станций. Только на ремонте подвижного состава карты организации труда дали экономический эффект 12,1 тыс. руб. в год. В производство внедрено 5 типовых проектов организации труда на рабочих местах, в том числе: слесаря-электрика по ремонту электрооборудования, монтажника электромеханических и радиотехнических приборов и систем, инженера технического отдела, машинистки. Всего по таким проектам организовано более 220 мест рабочих и ИТР, что позволило улучшить условия работников и поднять его производительность, повысить культуру производства в целом, получить экономический эффект 6,8 тыс. руб. в год.

В службах и хозяйствах метрополитена разработана и внедряется комплексная система управления качеством труда и продукции на основе стандартизации.

Внедрение этой системы в подразделениях службы подвижного состава позволило повысить качество ремонта вагонов, снизить количество внеплановых отстоев подвижного состава, поднять роль морального и материального стимулов, а также повысить персональную ответственность каждого работника за качество труда. □

На 1-й и 4-й стр. обложки: Момент монтажа эскалаторного тоннеля «Шаболовской». Станция «Автозаводская» Московского метрополитена. Фото А. СПИРАНОВА и В. СЕНЦОВА.

Художественно-технический редактор Е. К. Гарнухин.

Сдано в набор 17.09.81. Подписано в печать 03.11.81. Л-81982. Формат 60×90%. Бумага типографская № 1. Гарнитура новогазетная и литературная. Печать высокая. 4,0 печ. л. 5,73 уч.-изд. л. Тираж 4590 экз. Заказ 2961. Цена 30 коп.

Адрес редакции: 103031, Москва, К-31, Кузнецкий мост, 20, 2-й этаж, телефоны: 295-86-02, 223-77-72.

Типография изд-ва «Московская правда», Потаповский пер., 3.



**МЕТРОСТРОЙ**

253

ИНДЕКС 70572

ЦЕНА 30 коп.

