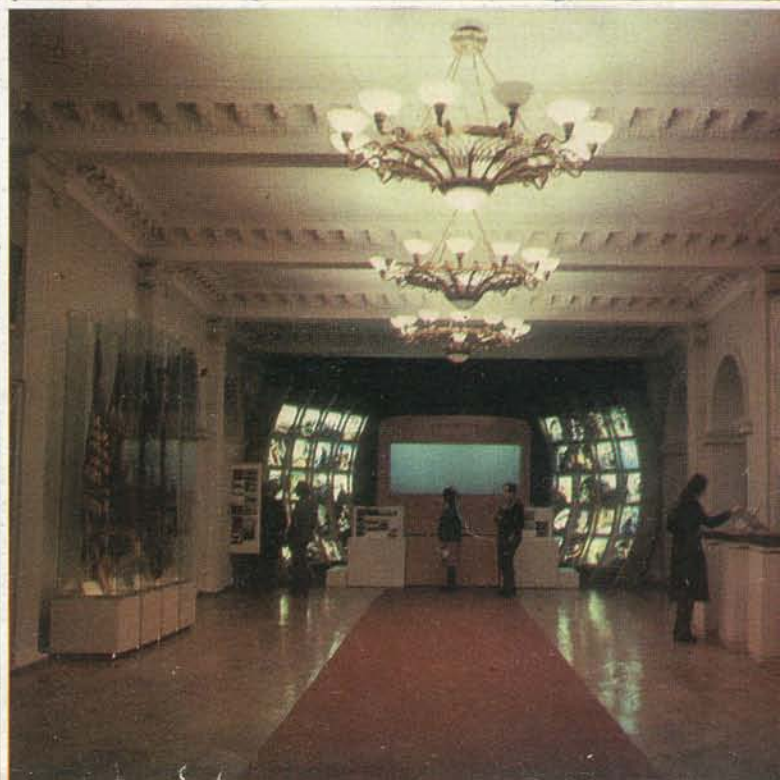


МЕТРОСТРОЙ



МЕТРОСТРОЙ

6 1982

ИНФОРМАЦИОННЫЙ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ СБОРНИК

ИЗДАНИЕ МОСКОВСКОГО МЕТРОСТРОЯ И
ИЗДАТЕЛЬСТВА «МОСКОВСКАЯ ПРАВДА»

ОСНОВАН В 1932 ГОДУ

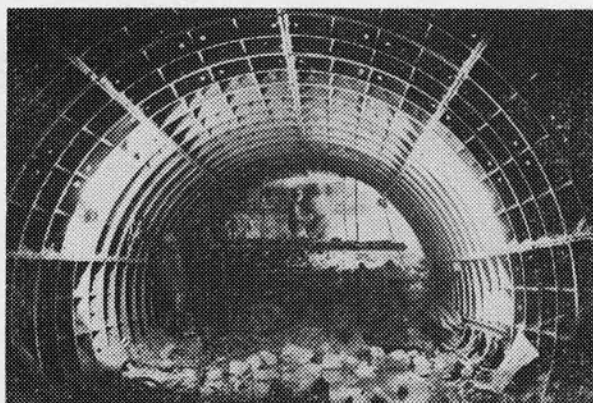
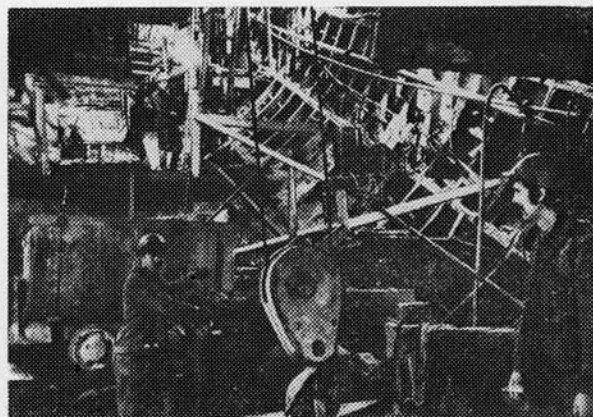
В НОМЕРЕ:

Ю. Соломатин. Семинар на БАМе	1
С. Власов, Н. Теленков, В. Гарбер. Экспериментальный образец АСУ ТП в Ленинграде	4
Ю. Саруханов, В. Зотов. Проблемы и перспективы сквозной проходки	7
П. Пашков, Л. Коба. Галерея метромоста в Харькове	8
В. Спивачук. Металлоэмалевые отделочные материалы	10
М. Воробьев, А. Варич. Комбинированная обделка	11
В. Меркин, В. Александров, Н. Селедец. Повышение скорости проходки при увеличении глубины шпуров	12
П. Степанов, Л. Снесарев. Теплоемкость грунтов при низких температурах	14
К. Безродный, С. Сильвестров, Ю. Карташов. Особенности деформирования протерозойских глин	16
Ж. Рогаткина, И. Василенко, А. Дрюкова. Закономерности изменения угла естественного откоса	17
И. Жеребцов. Устойчивость крутых откосов	18
И. Гранковский, Г. Пасечник, Т. Угляренко, Ю. Сушкевич. Улучшение свойств цементно-золевых растворов для нагнетания	19
В. Митраков, В. Лебедева, И. Шишкина. Тампонажные растворы	20
Ю. Еремеев, С. Балакин. Механизация монтажа-демонтажа эскалаторов	21
А. Ицкович. «Электро-82»	23
И. Дорман, В. Хараг, А. Долгов. Борьба с шумом и вибрацией тоннелепроходческих комплексов	24
Л. Афендииков, В. Ауэрбах, И. Маневич. Зависимость параметров роторных комбайнов	25
М. Карамышев. Автоматизация бурильной техники	28
П. Пузанов. Метрополитен Бухареста	29
Обзор зарубежных журналов	31

Редакционная коллегия:

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

НА СТРОЙКАХ ПЯТИЛЕТКИ



Сооружение пересадочного узла «Горьковская» — «Чеховская» Московского метрополитена. На верхнем снимке: маркшейдер СМУ № 14 Мосметростроя Е. Самсонова.

СЕМИНАР НА БАМ_e

Ю. СОЛОМАТИН,
инженер

В АВГУСТЕ этого года Главтоннельметростроем проведен семинар по обмену опытом организации строительства тоннелей на Байкало-Амурской магистрали. В его работе приняли участие ответственные работники аппарата Совета Министров СССР, Госстроя СССР, Главного технического управления Минтрансстроя, начальники управлений строительства и других подразделений Главтоннельметростроя, представители Дирекции строящейся Байкало-Амурской магистрали, ЦНИИСа, ВПТИтрансстроя, Главтранспроекта, Главбамстроя, Шахтспецстроя.

Открыл семинар начальник Главтоннельметростроя Ю. А. Кошелев. С приветствием к собравшимся обратились секретарь Бурятского обкома КПСС В. Г. Бирюков и первый секретарь Северо-Байкальского райкома КПСС Н. И. Крючков.

Участники семинара прослушали доклады и сообщения по вопросам организации строительства тоннелей на БАМ_e, принципиальным техническим решениям по их сооружению, оборудованию, а также опыту материально-технического снабжения и обеспечения автотранспортом.

О новых проектных разработках доложил главный инженер проекта Ленметрогипротранса Ф. Г. Большанин. Программу выполненных и предстоящих научных исследований развернул заведующий лабораторией ЦНИИС на БАМ_e С. Н. Сильвестров. Об организации диспетчерского управления и работе ИВЦ Бамтоннельстроя рассказал начальник отдела АСУ Управления Ф. Ф. Волков.

Участники семинара посетили строящиеся Мысовые, Байкальский и Северо-Муйский тоннели, осмотрели базу Бам-



Участники семинара на Западном портале Северо-Муйского тоннеля

тоннельстрой в Северобайкальске и жилые поселки: Гуджекит, Гранитный, Заречный, Северомуйск и Тоннельный. В каждом из них — средние школы, магазины, столовые, дома быта, амбулатории, в некоторых — больницы и спортзалы.

Бамтоннельстрой сегодня — одна из крупных и мощных тоннелестроительных организаций страны, включающая 13 подразделений: 8 тоннельных отрядов, 2 автобазы, управление производственно-технологической комплектации, управление механизации и др.

Опыт по решению технических и организационных вопросов, связанных со строительством горных транспортных тоннелей большой протяженности в исключительно сложных инженерно-геологических и климатических условиях, представляет значительный интерес.

Объемы и темпы проходческих работ на БАМе — общая длина подземных выработок, включая транспортно-дренажные разведочные штольни, свыше 50 км — неуклонно растут. Только в текущем году предстоит пройти около 6,5 км тоннелей различного сечения, возвести 2,3 км постоянной бетонной обделки, уложить 2 км обратного бетонного свода и 5,4 км дренажных лотков.

Три года назад на линии Тында — Беркамит сдан в экс-

плуатацию первый тоннель Байкало-Амурской магистрали — Нагорный (1,3 км). При его сооружении впервые опробована технология бетонирования тоннельной обделки в условиях вечной мерзлоты.

Ввод в эксплуатацию Нагорного тоннеля с хорошей оценкой послужил основой дальнейшего успешного решения сложных технических задач на участках подземного строительства железнодорожной магистрали.

Широко развернув социалистическое соревнование в канун открытия XXVI съезда КПСС, тоннельщики завершили горно-проходческие работы и осуществили сбойку основного Байкальского тоннеля (6,7 км). Сейчас его строительство вступило в завершающую стадию, заканчиваются бетонные и монтажные работы, подготовка под укладку пути.

На Байкальском тоннеле проведено широкое и всестороннее опробование высокопроизводительного оборудования, заложены основные принципы скоростной проходки. Первой достигла высокого результата бригада, возглавляемая В. Толстоуховым, — 100 м тоннеля в месяц; затем бригада Бордаченко — 138 м/мес.

Широким фронтом развернулось строительство четырех Мысовых тоннелей общей длиной 5,3 км на побережье Байкала. В ходе сооружения этих тоннелей разработаны и внедрены технология проходки в слабых трещиноватых породах с раскрытием сечения на полный профиль и возведением непосредственно у забоя арочно-бетонной крепи, а также преодоления слабоустойчивых зон с устройством опережающего свода из труб. В тоннеле № 3 со стороны Восточного портала в настоящее время отработывается технология проходки в сильнотрещиноватых скальных и устойчивых не-скальных грунтах с раскрытием забоя по частям и применением сборно-монокристаллической обделки.

В Мысовом тоннеле № 1 уже ведется подготовка к укладке пути. В текущем году будет закончена проходка тоннеля № 2. Срок завершения всех работ по сооружению Мысовых тоннелей — 1984 год.

Наращивают строительные темпы проходки самого протяженного тоннеля БАМа — Северо-Муйского (15,3 км): за 7 месяцев нынешнего года пройдено больше, чем за весь предыдущий. Став на трудовую вахту в честь 60-летия образования СССР, бригада Героя Социалистического Труда В. Толстоухова (передислоцировавшаяся на Северо-Муйский тоннель) установила в мае новый рекорд проходки в одном забое — 171,5 м тоннеля в месяц, превывсив в 2,5 раза проектную скорость.

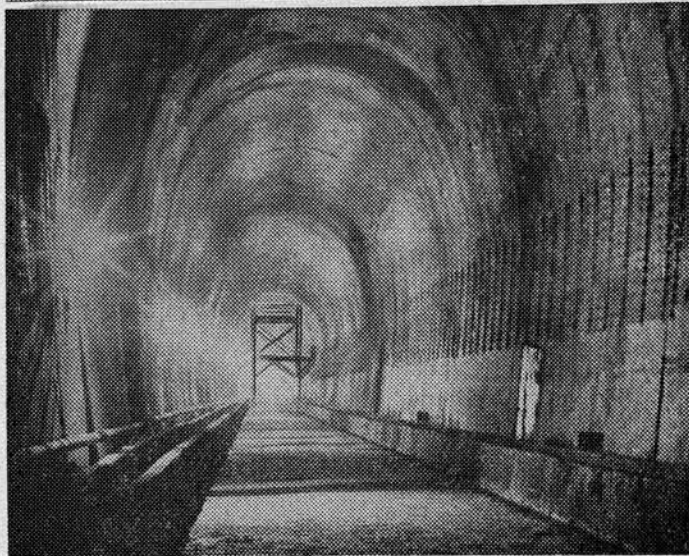
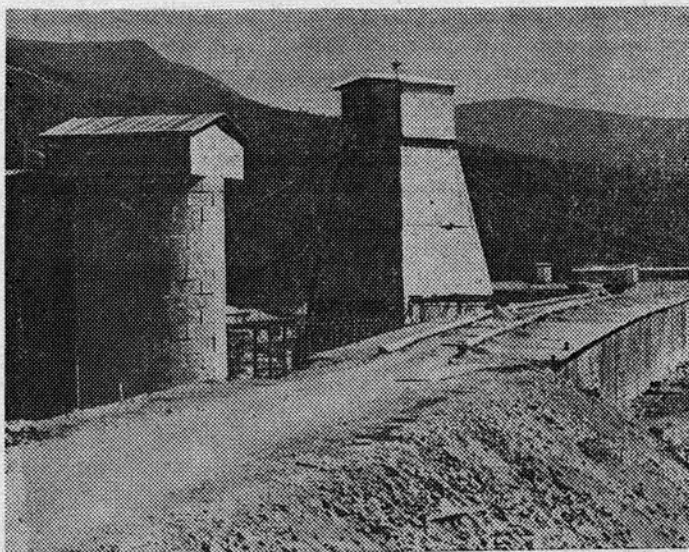
Ранее бригадой А. Иванова был установлен рекорд сооружения разведочной транспортно-дренажной штольни механизированным комплексом — 308 м/мес.

В августе текущего года осуществлены две сбойки между Восточным порталом и стволом № 3, что позволило досрочно закончить проходку этого участка Северо-Муйского тоннеля.

Достижение высоких результатов стало возможным благодаря четкой, налаженной организации всего комплекса горно-проходческих работ, бесперебойной работе механизмов, применению новых технологических приемов и операций.

Строительство Северо-Муйского тоннеля представляет собой сложную инженерно-техническую задачу, требующую выполнения специальных мероприятий по преодолению часто встречающихся участков раздробленных неустойчивых водонасыщенных скальных пород.

Геологические и гидрогеологические условия зоны Ангарканского «размыва» не имеют аналогов в отечественной практике тоннелестроения. Проходка этой уникальной зоны



Ствол Даван. На Байкальском тоннеле

обогатила тоннелестроителей новым надежным методом преодоления тяжелых участков тоннельных трасс.

Для возможности осуществления и обеспечения безопасных работ специалистами Минтрансстроя разработан и осуществляется комплексный метод водопонижения, включающий использование глубинных вертикальных скважин с поверхности, проходку вспомогательной дренажной штольни ниже ложа «размыва» и бурение горизонтальных скважин большой длины из забоев транспортно-дренажной и специально пройденной штолен и других дополнительных камер.

В разработке комплексного метода водопонижения приняли участие специалисты Госстроя СССР и его научно-исследовательских институтов, а также проектных и научных институтов других министерств и ведомств.

На Северо-Муйском внедрена технология опережающей проходки штольни механизированным комплексом с дальнейшим раскрытием дополнительных забоев в основном тоннеле и разработана технология преодоления зон тектонических нарушений и водонасыщенных разрушенных пород путем устройства опережающего свода из труб, горизонтального дренажа из забоя или выполнения спецспособов по укреплению пород в сечении выработки и окружающем массиве.

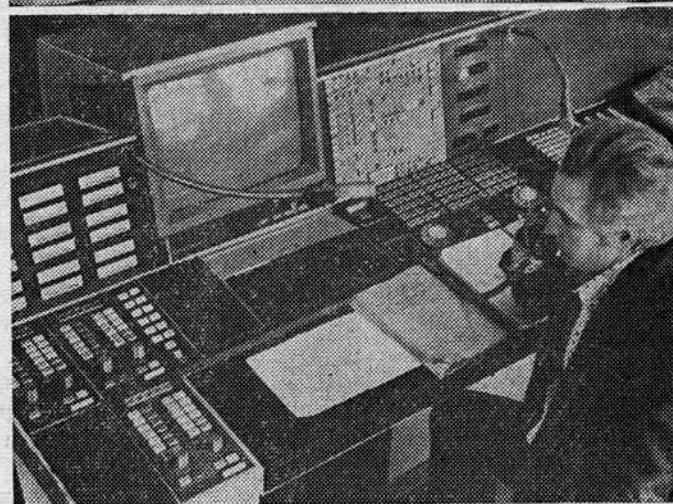
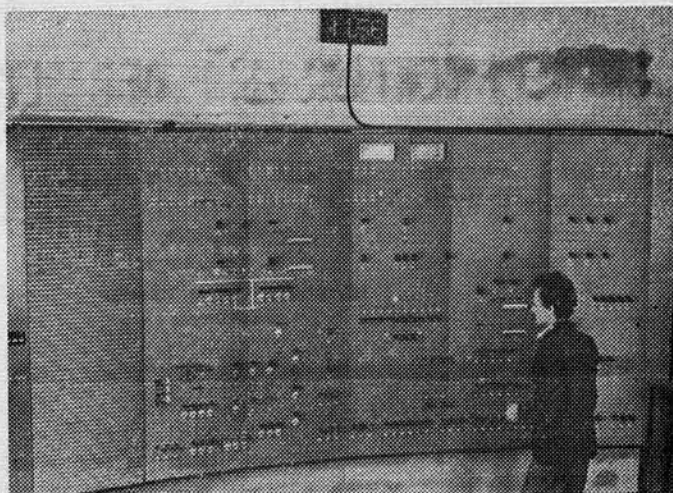
В 1986 г. Северо-Муйский тоннель должен быть сдан в эксплуатацию.

В январе 1982 г. высадили первый десант на Кодарский тоннель. Сейчас возводится жилой поселок на Восточном портале, обустраивается стройплощадка.

Целевая задача завершающегося года — пройти 150 м Кодарского тоннеля.

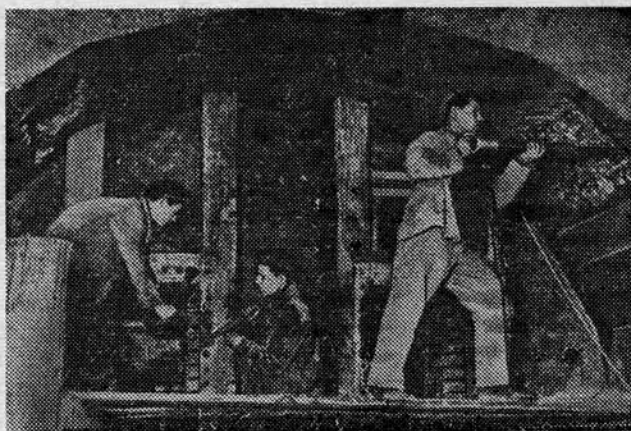
* * *

Участники семинара, отметив высокий организационно-технический уровень решения сложных технических задач при сооружении тоннелей БАМа, считают целесообразным рекомендовать управлениям строек Главка широко использовать на своих объектах передовой опыт Бамтоннельстроя.



Автоматизированная система управления технологическим процессом строительства тоннелей БАМа

РЕТРОСПЕКТИВА



Из истории строительства I очереди Московского метрополитена.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЙ ОБРАЗЕЦ АСУ ТП В ЛЕНИНГРАДЕ

С. ВЛАСОВ,
канд. техн. наук;
Н. ТЕЛЕНКОВ, В. ГАРБЕР,
инженеры

ДОСТИГНУТЫЕ в последние годы значительные успехи в создании высокомеханизированных проходческих комплексов создали предпосылки для автоматизации отдельных элементов технологического процесса и разработки автоматизированных систем управления в целом (АСУ ТП). Такие системы призваны обеспечить высокие стабильные скорости проходки при снижении трудозатрат, повышении качества строительства и улучшении условий труда.

СКТБ Главтоннельмостростроя совместно с Ленмостростроем, Новочеркасским политехническим институтом и НПО «Автоматгормаш» по техническому заданию ЦНИИСа разрабатывают первую в отечественном тоннелестроении АСУ ТП. Система создается применительно к условиям сооружения перегонных тоннелей метрополитена в Ленинграде проходческим комплексом на базе тоннельного комбайна КТ 1-5,6.

Выбор объекта автоматизации определили высокая степень механизации

и гидрофикации комплекса и благоприятные гидрогеологические условия проходки.

Назначение системы состоит в автоматизации элементов технологического процесса для улучшения условий работы агрегатов и управления комплексом в целом для координации работы последних, сокращения простоев и повышения производительности.

Система охватывает все основные элементы технологического процесса в призабойной зоне — разработку породы; транспортировку ее через комплекс и погрузку; возведение обделки; ведение щита по трассе; электровозную откатку. В соответствии с этим в систему (рис. 1) включены четыре функциональные подсистемы:

«Разработка породы» — РП, «Ведение щита» — В, «Возведение обделки» — ВО и «Транспорт» — Т. В систему входят также подсистемы: координации — К и информационная — ИН.

Система построена по принципу

относительной автономности подсистем с координацией их работы. Общим является сбор информации, первичная ее обработка, формирование массивов, оценка состояния агрегатов и хода процесса с выдачей координирующих и команд в функциональные подсистемы.

Для обеспечения независимости управления работой комплек-

са предусмотрена возможность перехода на ручное управление по инициативе как самой системы, так и операторов. При работе в автоматизированном режиме операторам выдается необходимая сигнальная информация о действиях системы и ходе процесса.

Каждая из функциональных подсистем, анализируя входную информацию, вырабатывает и выдает управляющие воздействия на подчиненную ей группу исполнительных механизмов, входящих в соответствующий выделенный контур управления. Подсистемы взаимодействуют между собой с помощью обмена информацией через информационную подсистему, а также посредством временной и пространственной координации, обеспечиваемой подсистемой «Координатор».

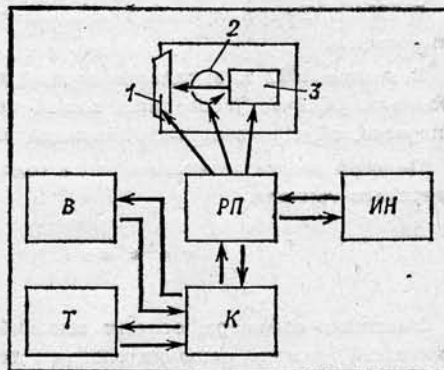


Рис. 2. Подсистема «Разработка породы»:

1 — привод перемещения копир-резца, 2 — привод режущего органа, 3 — привод подачи.

Ниже приведено описание подсистем и выполняемых ими функций, а также исполнительных механизмов, входящих в соответствующие выделенные контуры управления. Приведены возможные режимы работы.

В подсистеме «Разработка породы» (рис. 2) предусмотрен анализ текущего состояния, определение по математической модели условно-оптимальной скорости подачи рабочего органа на забой и выдача соответствующей установки на автоматический регулятор. Будет осуществлено управление перемещением копир-резца при подработке контура по определенной программе и выполнен ряд функций диагностического характера. В контур управления подсистемы входят приводы — режущего органа, подачи, перемещения копир-резца и вертикального подъема. Сигнальная информация выдается подсистемой на пульт машиниста-оператора щита.

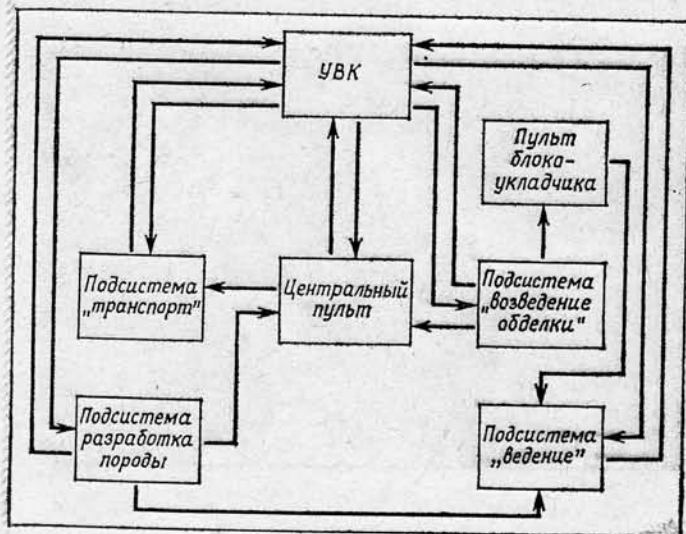


Рис. 1. Структурная схема АСУ ТП.

Реализация функций подсистемы «Разработка породы» будет способствовать: увеличению срока службы режущего инструмента и привода вращения рабочего органа, улучшению условий работы машиниста-оператора.

В подсистеме «Ведение щита» (рис. 3) должны осуществляться (при движении как по прямолинейным, так и по криволинейным участкам трассы) функции автоматического и непрерывного определения фактического положения проходческого щита в плане и профиле (относительно проектной оси), а также выбор (с использованием математической модели) номеров домкратов на очередную передвижку щита, выдача соответствующих управляющих воздействий на электрогидрозолотники щитовых домкратов, индикация отклонений от трассы и номеров выбранных домкратов. Кроме того, подсистема должна будет определять фактический крен щита и стабилизировать его в допустимых пределах, а также формировать задания на управление копирезцом.

В контур управления подсистемы входят привод щитовых домкратов, привод элеронов, лазер (задатчик направления) и привод поворотной призмы (отклонение луча).

Сигнальная информация выдается на пульты маркшейдера и машиниста-оператора.

При работе подсистема взаимодействует с подсистемой «Разработка породы».

Чтобы обеспечить гибкость подсистемы и возможность ее поэтапного внедрения, предусмотрено ведение щита в трех режимах:

информационном, при котором автоматически определяются и отображаются на пульте маркшейдера отклонения щита от проектной оси; при этом решение на включение тех или иных домкратов на очередную передвижку принимает маркшейдер;

советующем, при котором автоматически оценивается положение щита, определяются и отображаются на пульте машиниста-оператора рекомендуемые номера домкратов на очередную передвижку. Окончательное решение относительно номеров домкратов и их включения осуществляет машинист-оператор;

автоматическом, при котором все функции ведения, включая выдачу команд на домкраты и контроль исполнения, реализует система, а опера-

торам представляется соответствующая сигнальная информация.

При подготовке подсистемы проведен статистический анализ решений, принимаемых маркшейдером при определении домкратов на очередную передвижку. Результаты анализа использованы для разработки алгоритма.

Реализация функций подсистемы «Ведение щита» позволит исключить необходимость традиционного определения положения щита относительно проектной оси (при скоростных проходках эта операция иногда лимитировала их темп), снизит вероятность существенных отклонений от трассы. Кроме того, благодаря стабилизации крена улучшатся условия работы людей и агрегатов.

При переходе на работу в режимах совета и автоматического присутствие на щите маркшейдера не обязательно.

В подсистеме «Возведение обделки» (рис. 4) предусматривается реализация функции автоматизированной центровки нормальных блоков в лотке, автоматизированного захвата, протаскивания и фиксации их в принятом положении, возврата тележек, а также центровки верхних блоков правой и левой ветвей с целью обеспечения замыкания кольца в зоне свода. Перечисленные функции циклически выполняются с соблюдением жесткой последовательности.

В контур управления подсистемы входят приводы устройств центровки блоков в лотке и в зоне свода, захватов, механизмов протаскивания и возврата тележек.

Сигнальная информация о выполнении элементов цикла набора кольца, а также о разрешении на выполнение ручных операций выдается на пульт оператора блокоукладчика.

Реализация функций подсистемы «Возведение обделки» будет способствовать сокращению трудозатрат на монтаж обделки, существенно повысит безопасность ведения работ и создаст предпосылки для уменьшения числа проходчиков на этой операции.

В подсистеме «Транспорт» (рис. 5) предусматривается автоматический контроль за работой транспортеров; в случае возникновения аварийных ситуаций (обрыв лент, скопление породы) автоматически отключаются приводы; осуществляется управление погрузкой породы в вагонетки во время движения состава. Реализуется функция анализа текущей ситуации на откаточных путях и управление безостановочным движением составов

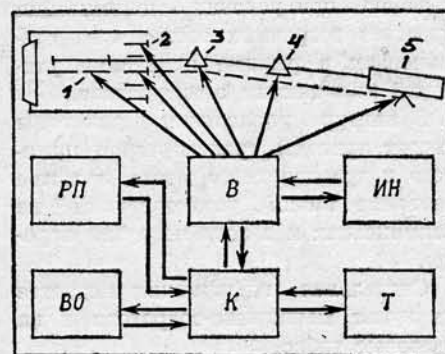


Рис. 3. Подсистема «Ведение щита»: 1 — привод элеронов, 2 — привод щитовых домкратов, 3 — привод поворотной призмы, 4 — неподвижная призма, 5 — лазер.

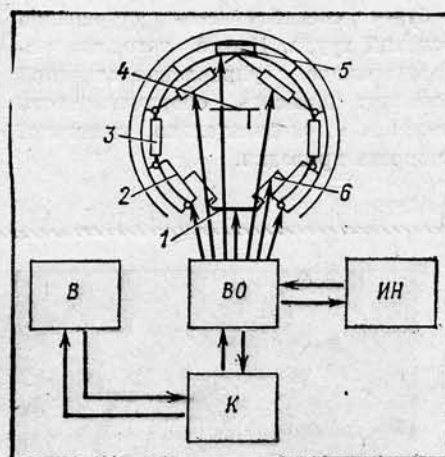


Рис. 4. Подсистема «Возведение обделки»:

1 — устройство центровки блоков в лотке, 2 — тележка механизма протаскивания, 3 — его привод, 4 — привод осевого перемещения укладчика, 5 — устройство центровки блоков в зоне свода, 6 — захват.

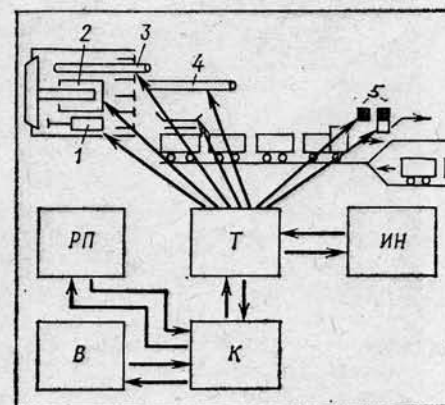


Рис. 5. Подсистема «Транспорт»: 1—4 — приводы соответственно режущего органа, подачи, щитового транспортера и транспортного моста; 5 — световое табло.

к забою при условии минимизации простоев встречных составов на разминовках в режиме индикации указаний машинистам электровозов.

В контур управления подсистемы входят приводы транспортеров щитового и транспортного моста, а также световые табло, установленные на разминовках и в зоне погрузки породы.

Сигнальная информация выдается на пульт машиниста-оператора и на световые табло.

Реализация функций подсистемы «Транспорт» направлена на предотвращение и уменьшение последствий критических и аварийных ситуаций, создает предпосылки для сокращения количества людей, занятых на обслуживании рассматриваемых операций, и будет способствовать улучшению условий труда. Кроме того, автоматизированное управление откаткой позволит повысить оборачиваемость составов и, следовательно, увеличить скорость проходки.

Центром системы является «бортовой» микропроцессорный управляющий вычислительный комплекс (УВК), komponуемый на базе средств КТС ЛИУС-2, разработанных и выпускаемых НПО САУ Харькова. Достоинством комплекса является широкая номенклатура средств, модульный принцип построения, защищенное исполнение, возможность сопряжения с ЭВМ класса СМ.

На УВК возложены функции сбора, обработки, хранения и формирования первичной информации, а также выдачи сигнальной информации на пульт операторов и команд на исполнительные механизмы.

Формируют исходную информацию установленные на объекте датчики. При выборе их отдавали предпочтение датчикам, входящим в систему ГСП. По возможности использовались средства автоматики, имеющиеся на комплексе.

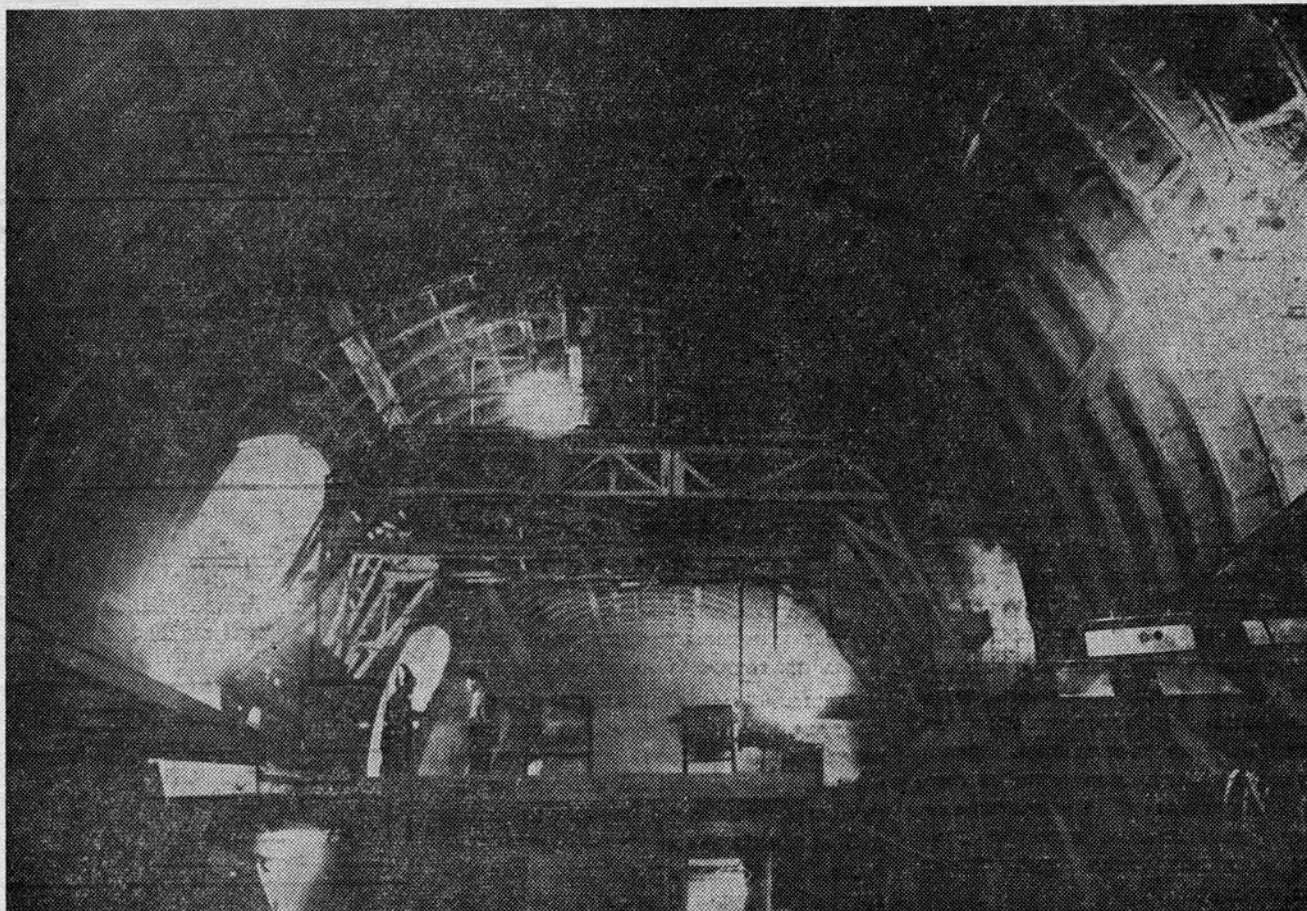
Рабочей документацией на АСУ ТП предусмотрена модернизация ря-

да агрегатов (блокоукладчик, зона погрузки) с целью подготовки комплекса к автоматизации. Конструктивные решения выполнены Ленинградским отделом СКТЬ ГТМ при участии специалистов Ленметростроя.

Кроме экономического эффекта, ожидаемого за счет сокращения длительности управляемых простоев и улучшения режимов работы агрегатов, система даст социальный эффект: качественно изменится труд проходчиков, повысится культура производства и условия труда.

Разрабатываемая АСУ ТП является экспериментальной. Опыт ее внедрения послужит базой для создания развитых систем управления технологическими процессами и организационного управления строительством метро.

Непременное условие успешного внедрения АСУ ТП — создание на Ленметрострое специального подразделения, способного принять систему и обеспечить ее эксплуатацию. □



Момент строительства среднего зала «Серпуховской» (СМУ № 6 Мосметростроя).

ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ СКВОЗНОЙ ПРОХОДКИ

Ю. САРУХАНОВ, В. ЗОТОВ,
инженеры

ЗНАЧЕНИЕ сквозной проходки, которая ведется сейчас Ленметростроем на строящемся участке Правобережной линии, наиболее очевидно при сравнении этого способа организации работ с традиционным. Последний удобен тем, что сооружение станций и перегонных тоннелей ведется одновременно и мало зависит одно от другого. Сроки строительства очередного участка определяются наиболее трудоемким процессом — возведением станций.

Однако проходка отдельных перегонов требует сооружения монтажных и демонтажных щитовых камер. Минимальный размер этих камер, необходимый для сборки-разборки проходческого комплекса КТ 1-5,6 по наружному диаметру обделки — 7,9 м, по длине — 10 м; затраты на возведение (от четырех до шести недель), по данным ЦНИИСа, составляют до 5% от общей стоимости строительства перегонных тоннелей. Как правило, если такую камеру не удастся совместить, например, с камерой съездов, она в эксплуатации не используется. Стоимость работ по монтажу и демонтажу комплекса КТ 1-5,6 при традиционном способе проходки равна примерно 2% от общей стоимости строительства перегонных тоннелей. Естественно поэтому стремление отказаться от непроизводительных операций по возведению специальных камер или хотя бы уменьшить их до минимума, т. е. проходить щитом не один, а два-три перегона.

Но как это осуществить?

Предлагалось, например, пропускать щит через готовый станционный тоннель еще сооружаемой конструкции. Такая организация сквозной проходки практически нереальна: требуется освободить станционный тоннель от оборудования, временных опор и т. п., т. е. прервать на какое-

то время налаженный строительный цикл.

Опыт скоростных проходок позволил выявить значительные резервы производительности, заложенные в комплексе КТ 1-5,6 Ясиноватского машиностроительного завода. Сооружение же специальных камер и частая сборка-разборка агрегата сокращают в итоге число отработанных им машиносмен, а также общий срок его службы.

Та же высокая скорость сделала реальной сквозную проходку перегонных и станционных тоннелей. На эректорное возведение опорных тоннелей ленинградских односводчатых станций затрачивалось от четырех до пяти месяцев, при механизированном способе это время сокращается до двух недель.

Проходка начинается от дальней станции и ведется в сторону действующей линии метрополитена. Сооружение станций может начинаться сразу же, как только будут пройдены опорные тоннели. Такая технология предъявляет повышенные требования к организации строительства участка: сквозная проходка эффективна и экономически выгодна, когда ее скорость достаточно высока и начало сооружения станции, опорные тоннели которой будут пройдены последними, запаздывает не более чем на 8—10 мес. Расчеты показали, что на строящемся участке Правобережной линии она должна быть в среднем не ниже 500 пог. м/мес.

На первый взгляд, выдержать такой темп особых трудностей не представляет: ленинградские метростроители достигали значительно более высоких результатов. Однако скоростные проходки обычно проводились на прямых участках трассы с установкой однородной обделки, обжатой на породе. Для монтажа же тубинговых

обделок конвейерный укладчик комплекса КТ 1-5,6 не предназначался. Кроме того, оси перегонного и опорного станционного тоннелей не совпадают: они смещены как в плане, так и в профиле. Войти в станционный тоннель из перегонного, а затем выйти щит может по плавным кривым, но обделку на этом участке потом придется перебрать. Работа трудоемкая и при длине участка более 40 м стоимость ее превысит стоимость сооружения монтажной камеры.

Решение изложенных задач осуществлено на строительстве IV участка Московско-Петроградской линии: опорные тоннели будущей станции «Удельная» пройдены с помощью КТ 1-5,6 с укороченным транспортным мостом. Это сделало возможным продвижение комплекса по кривым стометрового радиуса и уменьшило участок переборки до 30 м. Конвейерный блокоукладчик приспособили для сборки не только блочной, но и тубинговой обделки. Наконец, очередной рекорд скорости проходки — 1250 пог. м в месяц — был получен на перегоне между станциями «Удельная» и «Пионерская», имевшем кривую в обеих плоскостях в профиле и в плане.

Тем не менее на долю СМУ № 17, которое ведет сегодня сквозную проходку, осталось немало проблем. Первая — отвечать повышенным требованиям надежности щитового комплекса: так как он должен пройти без ремонта около 5 км, в процессе эксплуатации предстоит менять быстроизнашивающиеся детали (резцы, скальватели и т. д.). Однако главная проблема — ограниченная производительность вертикального подъема шахты № 532.

Достижение последнего рекорда на участке Московско-Петроградской линии обеспечила одновременная работа подъемов двух шахт №№ 320 и 321, позволившая осуществлять более 20 пог. м/смену. (А расчетная производительность подъема шахты № 532 может обеспечить лишь 14 пог. м/смену.)

Значительную сложность представляет сборка тубинговой обделки, заметно влияя на снижение проходческих скоростей. Также неизбежно уменьшается скорость движения КТ 1-5,6 на входе и выходе из станционного тоннеля. Наверстать же потерянное время на участках, где устанавливается обжатая обделка, не позволяет ограниченная производительность подъема. По мере удаления за-

боя от ствола возрастают и трудности, связанные с работой горизонтального транспорта. Сейчас на шахте № 532 сооружается камера для монтажа второго щитового комплекса. Но начать прокладку второго тоннеля с достаточно высокой скоростью он не сможет до тех пор, пока первый щит не будет передан строителям ТО № 3, ожидающим его прихода на шахте № 528.

И все-таки прогрессивность новой технологии подземного строительства несомненна. Кроме перечисленных ее преимуществ (механизированное сооружение станционных тоннелей, сокращение числа специальных камер, уменьшение расходов на монтаж и демонтаж щитов), следует отметить увеличение числа машинистов, которые КТ 1-5,6 будет находиться в работе в течение года, и доведение числа проходческих комплексов на строительстве участка до двух; снижение стоимости проходки 1 пог. м тоннеля. Когда же среднюю строительную скорость удастся поднять до 700—800 пог. м/месяц, можно будет проходить одновременно оба тоннеля и значительно сократить общее время строительства сооружаемого участка. Такова ближайшая цель ленинградских метростроителей. Конструкторам Ясиноватского машзавода выдано задание на проектирование нового проходческого комплекса, в котором оговорено уменьшение проектного радиуса кривых до 50—70 м, а также возможность сборки как блочной, так и тюбинговой обделки. Нужно повысить такие показатели, как моторесурс, надежность и ремонтпригодность комплекса.

Для обеспечения высоких скоростей проходки с одновременной работой двух забоев необходимо перейти на скиплетьевые подъемы, а вместо глухих вагонеток в качестве горизонтального транспорта целесообразны емкости с донной разгрузкой и секционные поезда.

Важно, наконец, запроектировать усиленную обделку с обжатием на породу, которая более удобна в монтаже, чем тюбинговая. Проходку строящегося участка следует начинать от шахты, расположенной за пределами станции, чтобы смонтированный в околоствольном дворе щит перед выходом на трассу мог пройти опорный тоннель будущей станции.

Чем скорее это будет сделано, тем раньше будут реализованы заложенные в новой технологии экономические возможности. □

ГАЛЕРЕЯ МЕТРОСТА В ХАРЬКОВЕ

П. ПАШКОВ, Л. КОБА,
инженеры

НАЗЕМНЫЙ отрезок второй линии Харьковского метро проходит через реку Харьков и ее пойму. Длина участка обусловлена необходимостью сохранения установленного уровня и направления потока грунтовых вод.

Рельеф местности ровный. Породы представлены слоями мелкозернистого обводненного песка, супесей и глины. Последние залегают на незначительной глубине и являются водоупором, отделяющим верхний водоносный горизонт от нижнего.

Уровень грунтовых вод высок, а во время паводков местами поднимается до дневной поверхности. Следовательно, прокладка перегонных тоннелей мелкого заложения создавала бы подпор и еще больший подъем воды, а глубокого — потребовала бы применения чугунной обделки и специальных методов производства работ. В связи с этим принято решение о строительстве эстакады.

Харьковметропроект разработал конструкцию закрытой двухпутной галереи, призванной создать эксплуатационные условия, максимально приближенные к тоннельным, а также снизить шум от подвижных составов. Такое конструктивное решение осуществляется впервые в практике строительства отечественных метрополитенов.

Длина галереи — 988 м; из них правобережного переходного участка — 188 м, непосредственно эстакады — 652 и левобережного — 148 м.

Началом переходных участков приняты места, где заглубление уровней головок рельсов метрополитена от дневной поверхности — около 2,5 м, а концами — места с уровнями до низа пролетных строений эстакады не менее 2,5 м. Это создает оптимально возможную высоту земляного вала в черте города после обсыпки грунтом обделки тоннелей и увязки с высотой обваловки стен галереи,

а также обеспечивает людям проход под низшей точкой эстакады.

Вертикальная кривая на переходных отрезках принята радиусом 5000 м с максимальным уклоном 33‰. Наибольшая высота эстакады позволяет осуществить пропуск потока машин на городских транспортных магистралях по обе стороны реки.

Конструкции переходных отрезков — сборные железобетонные, в основном из элементов, изготавливаемых на заводе ЖБК Харьковметростроя. Стыки элементов выполняются сваркой арматуры и омоноличиванием бетоном.

Чтобы создать одинаковые условия для устройства путей на переходных участках с тоннельными, приняли жесткое основание из несущих железобетонных плит, которые одновременно являются лотком галереи. Они укладываются на подготовку по материковому грунту на 2 м ниже планировочной отметки, затем по сплошной бутобетонной подушке, а выше уровня планировки дневной поверхности — по ригелям железобетонных неразрезных рам, расположенных вдоль галереи в три ряда с шагом колонн 7 м.

Для повышения поперечной устойчивости и жесткости конструкции в целом плиты лотка стыкуются с ригелями рам, а последние с колоннами — путем связи выпусков арматуры и омоноличивания бетоном, а также устройства сплошных бортиков в плитах, которые плотно прилегают к стенам ригелей.

Пространство под плитами лотка заполняется уплотненным песчаным грунтом с последующим заполнением пустот нагнетанием цементно-песчаного раствора. Отсыпку откосов производят под естественным углом, высота — постоянная по всей длине переходных участков, равная 3 м.

Эстакада также выполнена из сборных железобетонных конструкций (по проекту института Харгипротранс).

В поперечном сечении галереи

представляет собой однопролетную конструкцию (пролет в свету — 8,8 м) с криволинейной формой покрытия и слегка наклоненными внутрь стенами, которые на переходных участках собраны из сборных железобетонных блоков переменной высоты. Верх стен на одном уровне выполняется из монолитного железобетона в виде консольной горизонтальной площадки по отсыпке грунта (рис. 1). Рассчитаны они как консольные элементы с защемлением в основании, осуществляемым путем жесткого стыка с лотковыми блоками. Сопряжение железобетонных стен со стенами собственно галереи выполняют внахлестку (последние входят внутрь железобетонного корыта). Этим добиваются равных условий по теплотехническим характеристикам стен, сделанных из легких материалов и железобетона, обвалованного грунтом.

Несущими элементами галереи являются стальные рамы с шагом 3007 мм. Высота стен на переходных участках переменная, а на остальной части галереи постоянная.

Опирающие стоек рам производится на железобетонные балки и на пилыстры, где стойки имеют переменную высоту. Конструкции балок — неразрезные на длину температурного отсека, равного 42 м — создают либо на месте, либо в заводских условиях, с замоноличиванием стыков.

Опорные балки и другие элементы галереи закрепляются на эстакаде только в горизонтальной плоскости с помощью монолитного железобетонного бортика по крайним балкам пролетного строения. По вертикали конструкции галереи не связаны с эста-

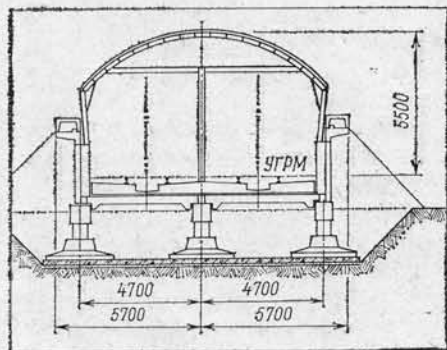


Рис. 1. Переходной участок метромоста с галерей.

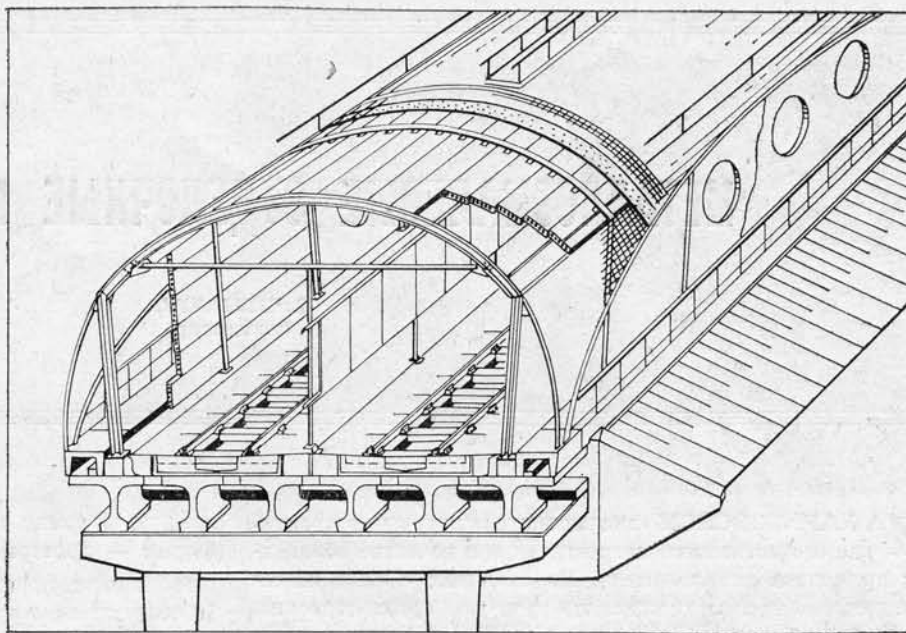


Рис. 2. Общий вид галереи.

кадой. Это уменьшает влияние деформации пролетных строений на галерею, вызываемой подвижным составом. Кроме того, пролетные строения эстакады имеют продольный разрез по оси, что обеспечивает независимость их работы от движения составов на параллельном пути.

Для повышения продольной гибкости галереи в целом ее конструкция разделена на деформационные отсеки по 42 м длиной. В середине каждого предусмотрены анкерные пространственные блоки — две стальные рамы, объединенные крестовыми связями. Они устанавливаются над опорами эстакады. Такое решение позволяет галерее работать на прогиб только на один пролет, равный 21 м.

Ограждающие конструкции галереи — сборные, из асбоцементных панелей (120×600×3000) экструзионной технологии изготовления с заполнением отверстий минераловатным утеплителем. Панели выпускаются Воскресенским производственным объединением «Асбоцемент». Они устанавливаются в пазы двутавровых элементов рам, в одной плоскости с последними, что позволяет добиться экономичности и простоты конструкции, а также повышает огнестойкость и антикоррозийность стальных несущих элементов. Однако нужны специальные приспособления при производстве монтажных работ для установки панелей в пазы и проведение мокрых процессов для заполнения зазоров. По покрытию галереи наносится оклеечная гидроизоляция из двух слоев — гидростеклоизола и цементно-песчаного толщиной 25 мм, армированного плетеной сеткой. По верху защитного слоя предусматривается устройство декоративно-фактурного покрытия. Вдоль галереи по обеим ее сторонам на уровне головки рельсов и по коньку кровли сооружаются ходовые мостики с ограждениями (рис. 2).

Между путями галерея разделена экраном высотой 2,5 м с зазорами снизу и сверху. Он представляет собой стальной каркас, обшитый асбоцементными листами усиленного профиля и предназначен для повышения комфортности работы машинистов и снижения воздушного удара от встречных поездов. Пути укладываются аналогично тоннельным — по бетону, но с устройством тепловозвукоизолирующей подушки, которая располагается в корыте.

Стоимость строительно-монтажных работ на 1 пог./м галереи составит около 1000 руб.

□

МЕТАЛЛОЭМАЛЕВЫЕ ОТДЕЛОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

В. СПИВАЧУК,
архитектор

НА ХАРЬКОВСКОМ метрополитене впервые в практике отечественного метростроения в качестве облицовки применена металлоэмаль. На станциях «Завод имени Малышева» и «Комсомольская» путевые стены отделаны этим материалом.

Время подтвердило хорошие эксплуатационные качества и надежность металлоэмалевых элементов, что позволило расширить их дальнейшее использование. На строящейся станции «Барабашова» II очереди метрополитена уже приступили к облицовке путевых стен этим материалом. В разрабатываемом проекте III очереди также предусматривается возможность соответствующих отделочных работ.

Совместно с коллективами лаборатории антикоррозионных покрытий СПКТБ Стройдормаш, эмальзавода МПС и завода имени Малышева разработана технология изготовления металлоэмалевых элементов, их покрытия, транспортировки и отделки ими стеновых поверхностей.

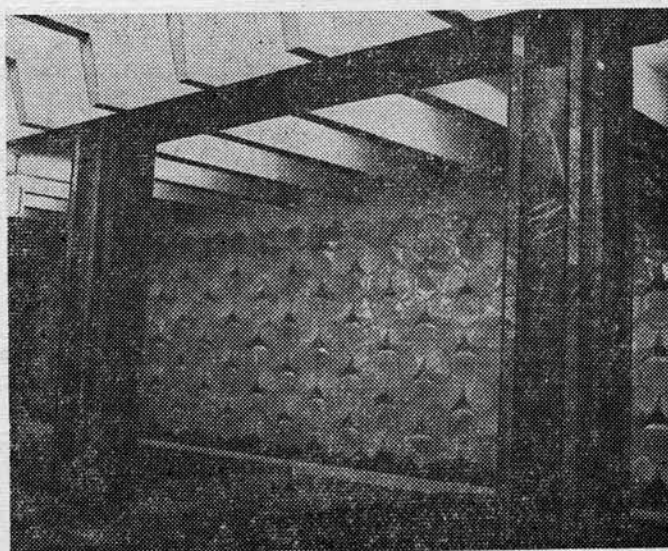
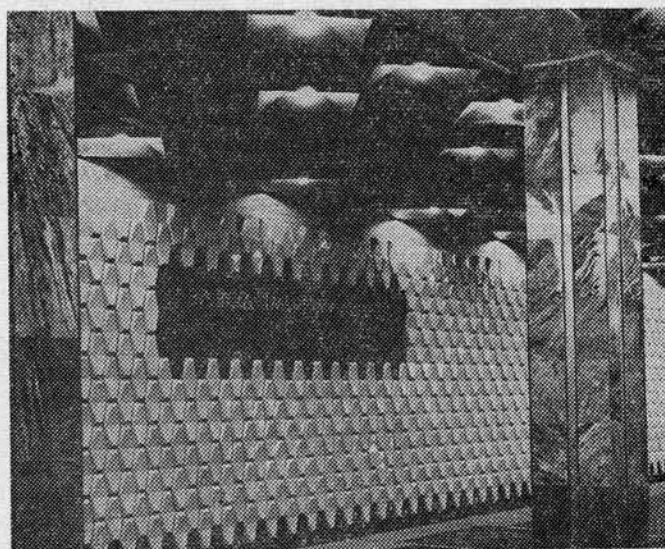
Чтобы элементы из тонколистовой стали толщиной 0,8 мм во время обжига эмали не подвергались большим деформациям, они должны быть достаточно жесткими и противостоять нагреву до 1000°C. Поэтому, как правило,

каждый элемент штампуются; наиболее оптимальная его форма — пространственная.

Облицовка производится аналогично установке мрамора (с сокращением ряда операций). Каждый элемент с помощью крючков крепится к стеновой арматуре, а пространство между ними постепенно заливается цементным раствором.

Предложенный облицовочный материал зарегистрирован в Комитете изобретений и открытий, а группа, работавшая над его внедрением, получила авторские свидетельства. Учитывая единоразовый заказ, стоимость изготовления 1 м² эмалевых элементов (35—36 руб.) эквивалентна стоимости 1 м² мрамора Газганского месторождения. При налаженном серийном их производстве она может быть сокращена до 20—25 руб.

Возможность получения практически любого цвета, различная объемно-фактурная поверхность, большая индустриальность установки, высокие эксплуатационные качества позволяют сделать вывод, что металлоэмаль — перспективный облицовочный материал, по многим технико-экономическим и эстетическим показателям не уступающий мрамору. □



Фрагменты путевых стен на станциях «Завод имени Малышева» и «Комсомольская».

В МЕТРОСТРОЕНИИ назначение обделок регламентируют условия, в которых будут сооружаться и эксплуатироваться тоннели (СНиП II-40-80).

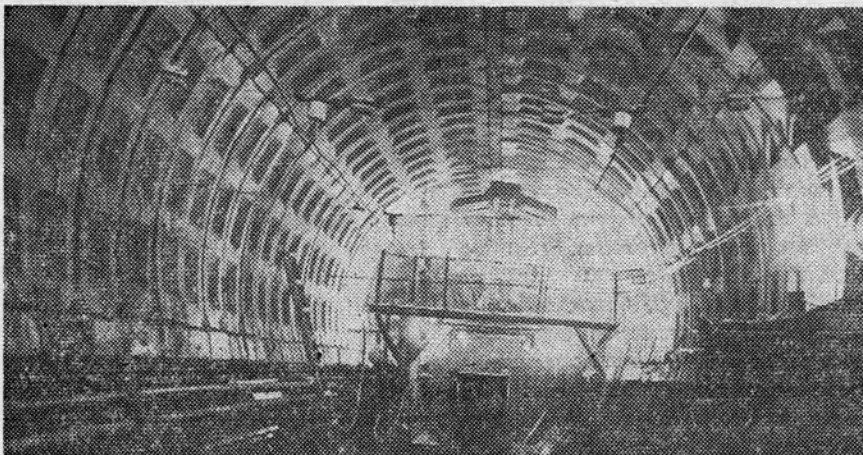
Иногда в процессе проектирования и строительства встречаются промежуточные условия, где требуется использование чугунной обделки, но по несущей способности можно было бы применить железобетонную, однако по эксплуатационным показателям этого сделать нельзя. К ним относятся, например, такие, при которых подстилающим слоем для лотковых блоков служат мелкие обводненные пески. В результате слабого неустойчивого основания в период эксплуатации от воздействия динамических нагрузок при движении поездов в железобетонной конструкции нарушается чеканка. Через образовавшиеся трещины-зазоры происходит вынос частиц песка, разуплотняя грунт и деформируя лотковые и смежные с ними блоки и т. д.

При проектировании II очереди Харьковского метрополитена на перегоне между станциями «Барабашова» и «Академика Павлова» в районе надпойменной террасы в лотковой части встретились неустойчивые обводненные грунты. Это требовало применения чугунной обделки.

В начале проходки тоннеля, изучив гидрогеологию, Харьковметрострой предложил с целью экономии чугуна внедрить комбинированную обделку с предварительным водопонижением (рис. 1).

Она монтируется из унифицированных железобетонных блоков и чугунных тубингов. Эти две разные по материалу части объединяются переходным вкладышем-блоком, который имеет шарнирную связь с железобе-

Рис. 1.



тонной зоной и жесткую, болтовую, с чугунной.

Верхняя, железобетонная, часть конструкции состоит из четырех блоков НХ-55 и трех замковых — 55-ВХ (в зависимости от других условий блоков НХ-55 может быть два) круговой ребристой обделки ДН/ДВ-5,5/5,1, разработанной Харьковметростроем.

Нижняя, чугунная, часть состоит из двух тубингов 55 Н0 типовой обделки ДН/ДВ-5,5/5,2 и одного блока 55 ЛБХ, комбинированного из металла и железобетона. Два переходных вкладыша блока ДХ выполнены из железобетона марки М-400. Ширина каждого равна ширине объединяющих блоков, толщина 200 мм, высота по дуге 255 мм.

Сторона вкладыша-блока, соединяющаяся с чугунным тубингом, облицована металлическим листом с вваренными в нее болтами (в соответствии с разбивкой отверстий в чугунном тубинге). Противоположная сто-

КОМБИНИРОВАННАЯ ОБДЕЛКА

М. ВОРОБЬЕВ, А. ВАРИЧ,
инженеры

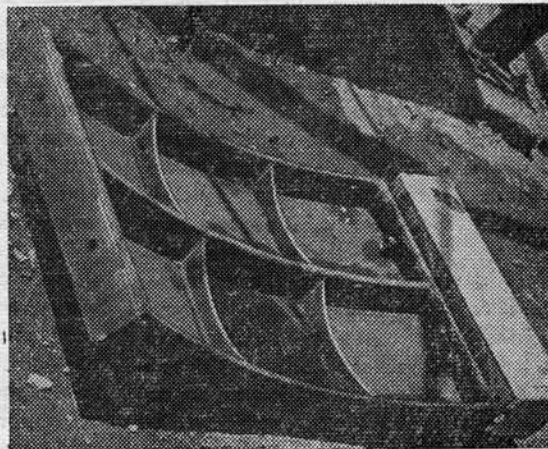


Рис. 2.

рона имеет выпуклость, аналогичную железобетонным блокам НХ-55.

Вкладыши изготавливаются в касетной опалубке, предназначенной для приготовления ребристых блоков круговой обделки. Выгородкой в касетах служит металлический лист, которым облицовывается блок ДХ.

Монтаж обделки ведется обычным эректором. При этом вкладыши-блоки крепятся к чугунным блокам на стройплощадке до укладки тубингов в кольцо (рис. 2).

Комбинированную конструкцию можно применять не только на участках с неблагоприятными гидрогеологическими условиями в лотковой части, но и таковыми в шельге тоннеля. Тогда обделку последней необходимо выполнять в чугуне, а лотковой части — в железобетоне, объединив их переходным вкладышем-блоком ДХ.

При проходке тоннеля уже уложено около 200 колец комбинированной обделки. Сэкономлено — 1800 т чугуна. Всего на перегоне будет смонтировано 380 колец. □

ПОВЫШЕНИЕ СКОРОСТИ ПРОХОДКИ ПРИ УВЕЛИЧЕНИИ ГЛУБИНЫ ШПУРОВ

В. МЕРКИН, В. АЛЕКСАНДРОВ,
кандидаты техн. наук;
Н. СЕЛЕДЕЦ,
инженер

ПРОХОДКА транспортных тоннелей и подготовительных горных выработок на шахтах и рудниках осуществляется в нашей стране в основном буровзрывным способом. Использование механизированных проходческих щитов и комбайнов ограничено мягкими слабоабразивными горными породами (коэффициент крепости $f \leq 5$, абразивность $a \leq 18$ мг). Исключением является проходка механизированным комплексом разведочной штольни Северо-Муйского тоннеля. В угольной промышленности, где в 1980 г. работало более 1400 проходческих комбайнов, выработки по породам с коэффициентом крепости по Протодяконову $f > 4$ проводили только буровзрывным способом. В настоящее время создается отечественный комбайновый комплекс «Союз», предназначенный для проведения подготовительных выработок в породах крепостью $f = 8-10$.

Как показывает опыт, применение комбайнов обеспечивает значительное повышение темпов проходки (в 2—2,2 раза) и производительности труда строителей (в 1,5—1,7 раза) по сравнению с буровзрывным методом. Это достигается в основном за счет совмещения операций разрушения и погрузки породы, непрерывности проходческого цикла.

Однако механизированный способ имеет ряд недостатков: энергоемкость процесса разрушения в 8—12 раз выше, чем при буровзрывном; высокий расход дефицитного и дорогого сплава, особенно в абразивных крепких породах; большие габариты и масса проходческих комбайнов; значительное пылеобразование.

Все это ограничивает рациональную область применения комбайновой проходки, резко повышает затраты на единицу длины (сечения) проведенной выработки. Следует заметить, что в ряде зарубежных стран для проведения выработок по крепким породам используются лишь единицы комбайновых машин.

Главные преимущества буровзрывного способа — универсальность, мобильность, низкая энергоемкость. При правильно выбранной технике и хорошей организации достигаются достаточно высокие темпы проходки — до 300 и более м/мес. штолен и 150—200 м/мес. тоннелей, а также высокая производительность труда.

Однако буровзрывной метод является многооперационным: бурение, зарядание, взрывание и проветривание. Кроме того, для этого способа характерна прерывистость цикла — на время проведения операций оборудование и рабочие удаляются из забоя, что связано со значительными временными и трудовыми затратами. Практически отсутствует совмещение выполнения основных производственных процессов.

Один из путей повышения эффективности буровзрывного способа проведения горных выработок — увеличение длины шпуров (глубины заходки). Этот параметр проходческого цикла практически остается неизменным уже много лет. Даже при широком использовании мощных буровых агрегатов и породопогрузочных машин лишь в отдельных случаях длина заходки достигает 4 м. Обычно она составляет не более 3 м (т. е. остается такой же, как и в прошлом, при ручном бурении).

Для оценки зависимости основных технико-экономических показателей проходческого цикла от глубины заходки l_3 из общего комплекса операций выделим не зависящие от нее. К ним относятся подготовительно-заключительные: разметка забоя; забуривание; переход от шпура к шпуру; установка боевиков; монтаж взрывной цепи; проветривание; отгон и подгон оборудования; зачистка пути; проверка результатов взрыва; приведение забоя в безопасное состояние.

Хронометражные наблюдения на угольных шахтах и строительстве транспортных тоннелей показывают, что эти

операции занимают 25—30% от общих затрат времени на проходку.

Очевидно, что эффективность способа можно повысить, увеличивая долю основных процессов в продолжительности проходческого цикла.

Предположим, что удельные (в %) затраты времени на основные W_{oc} и вспомогательные $W_{всп}$ операции равны:

$$W_{oc} = \frac{t}{c+t} 100\%;$$

$$W_{всп} = \frac{c}{c+t} 100\%,$$

где c — время на операции, не зависящее от длины заходки, и принимаемое постоянным,

t — время на основные операции, зависящие от длины заходки.

$$t = \frac{l_3}{\eta n K V_6} + \frac{l_3 S}{V_{II}} + \frac{l_3 \cdot S q}{V_3}.$$

Здесь η — коэффициент использования шпура;

n — количество одновременно работающих бурильных молотков;

V_6, V_{II}, V_3 — производительность соответственно бурильных молотков, погрузчиков и зарядания;

K — коэффициент одновременности работы бурильных молотков;

S — сечение выработки;

q — удельный расход ВВ.

Давая указанным параметрам определенные значения ($f=12, S=62,5$ м², количество и диаметр шпуров, соответственно, $N=74$ и $d=70$ мм, $V_6=0,3$ м/мин, $V_3=1,5$ т/ч, $V_{II}=50$ м³/ч, $K=0,9, n=9, q=2,3$ кг/м³) и изменяя длину заходки от 3 до 30 м, получим зависимости (рис. 1), по которым можно проследить

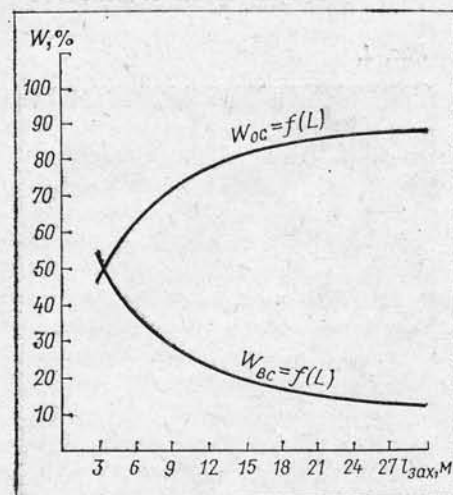


Рис. 1.

качественное перераспределение затрат времени на основные и вспомогательные операции в цикле, а также оценить степень увеличения общего его времени от удлинения заходки.

Так, если при $l_3=3$ м основные операции составляют 46%, а на вспомогательные приходится 54% времени, то уже при $l_3=12$ м $W_{oc}=80\%$. В дальнейшем это соотношение мало меняется, достигая при $l_3=30$ м, $W_{oc}=90\%$. При этом общий период цикла, хотя и возрастает, но в значительно меньшей степени, чем увеличивается длина заходки. (Например, при удлинении заходки в два раза время цикла возрастет лишь в 1,4 раза.)

Увеличение доли основных операций в общих затратах времени на проходку, естественно, должно привести к повышению скорости проходки $V_{пр}$. На рис. 2 представлена зависимость $V_{пр}$ от длины заходки для определенного вида оборудова-

ния. Для сравнения производительности основного оборудования введен обобщенный условный показатель — затраты энергии (E) на его работу. Анализ графиков показывает, что добиться повышения скорости проходки можно как за счет увеличения производительности оборудования, так и за счет углубления шпуров, т. е. перспективность второго направления.

Естественно, при возможности концентрации в забое достаточного количества техники повысить скорость проходки можно, используя оба пути. Так, если поднять суммарную производительность буровой и погрузочной техники в 2 раза, то при $l_3=27$ м $V_{пр}$ возрастет в 2,5 раза по сравнению с $l_3=3$ м и составит 18 м в сутки. Это не уступает темпам проходки механизированным способом.

Рациональный предел увеличения длины заходки — 27—30 м, так как начи-

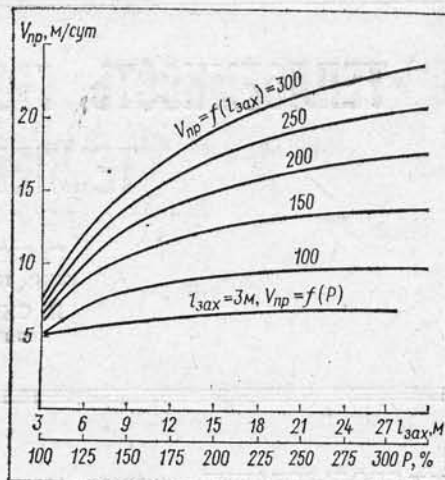


Рис. 2.

ная с $l_3=27$ м скорость практически не изменяется.

Учитывая возможности современного оборудования, реализация способа в тоннеле сечением $S=62,5$ м² может быть осуществлена, например, с помощью бурового агрегата-носителя 10—12 пневмопогружных молотков НКР-100М и двух погрузмашин ПНБ-3Д (или одной ковшовой погрузмашин с боковой разгрузкой ковша емк. 3 м³). При этом в случае $l_3=15$ м можно ожидать $V_{пр}=13,8$ м/сутки при затратах на цикл времени 26 час. и труда 731 чел./ч.

Следует отметить, что применение глубоких заходок связано с необходимостью решения целого ряда слабоизученных вопросов, в том числе:

- выбор рационального типа вруба, конструкции зарядов и схемы их взрывания в связи с явлением «зажима» породы;

- зависимость эффекта взрыва от точности бурения;

- степень влияния вредного дробящего действия взрыва на законтурный массив;

- сейсмический эффект взрыва на близко расположенные сооружения;

- определение параметров БВР, обеспечивающих устойчивость выработки на период уборки породы и необходимое качество взрыва, особенно в случае пересечения шпурами пород с различными свойствами.

Проводимые в течение ряда лет ЦНИИСом и ИГД им. Скопинского экспериментально-теоретические исследования по этим вопросам позволяют установить рациональную область применения новой технологии, определить расчетные параметры и методику составления паспорта БВР, разработать требования к буровому оборудованию и приступить к его созданию. □

МОСКОВСКИЕ МЕТРОСТРОЕВЦЫ — В СВЕРДЛОВСКЕ



На участках вновь созданного Тоннельного отряда № 34, ведущего строительство метрополитена в Свердловске, наращиваются темпы горнопроходческих работ.

Для помощи свердловчанам прибыла группа московских метростроителей, среди которых опытные бригадиры во главе с начальником смены В. Спорыхиным. Прошло немного времени, и налицо многообещающие результаты. На станции «Свердловская» работы перешли в интенсивную фазу. Закончены подходные выработки, началось сооружение перегонного тоннеля.

На снимке (слева направо): бригадиры — москвичи А. Шаталов, В. Кузнецов, начальник смены В. Спорыхин, бригадиры М. Комаров, В. Мартынов.

Фото М. ТУБМАНА

ТЕПЛОЕМКОСТЬ ГРУНТОВ ПРИ НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУРАХ

П. СТЕПАНОВ,
канд. техн. наук;
Л. СНЕСАРЕВ,
инженер

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ жидкого азота для замораживания грунтов при строительстве подземных сооружений в Ленинграде показало значительные преимущества этого метода в сравнении с рассольным: сокращается время замораживания в несколько раз, создается более надежное ледопородное ограждение, уменьшается трудоемкость работ. Однако применение жидкого азота по схемам рассольного замораживания — экономически невыгодное из-за его высокой стоимости — потребовало разработки более рациональных схем его использования, а также уточнения теплофизических параметров различных грунтов при низких температурах. В ленинградской лаборатории ЦНИИС определялись удельная эффективная теплоемкость различных грунтов в диапазоне температур от 173 до 273°K, коэффициенты теплопроводности и коэффициент температуропроводности. Исследования проводились с помощью приборов, разработанных специальным конструкторским бюро теплофизического приборостроения (ГСКТБ ТФП), начатых серийно выпускаться промышленностью.

В основу работы прибора ИТ-С-400 положен сравнительный метод динамического С-калориметра с теплокамерой и адиабатической оболочкой. На рис. 1 показана тепловая схема метода: испытуемый образец 1 помещается внутри

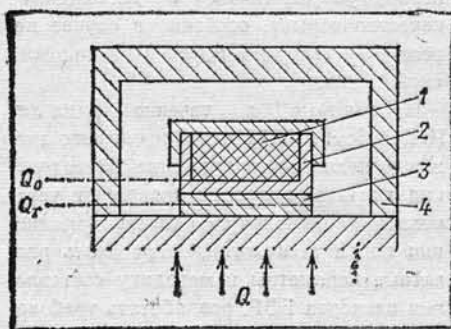


Рис. 1.

металлической ампулы 2 и постепенно разогревается за счет непрерывно поступающего к ампуле через контактный тепломер 3 теплового потока. Связь ампулы и образца с внешней средой допускается только через тепломер. С этой целью все открытые участки поверхности ампулы отделены от окружающей среды устройством принудительной компенсации тепловых потерь (адиабатической оболочкой 4).

Тепломер — тонкая кондуктивная стенка, имеющая пренебрежимо малую теплоемкость. Благодаря этому температурное поле внутри него можно считать практически стационарным (тепловой поток практически не поглощается) и о величине потока однозначно судить по перепаду температур в тепломере.

Тепловой поток Q_t , проходящий через среднее сечение тепломера, идет на разогрев образца Q_0 и ампулы Q_a ; уравнение теплового баланса имеет следующий вид:

$$Q_t = Q_0 + Q_a = c_0 m b + C_a b.$$

Здесь c_0 — удельная теплоемкость образца, дж/кг·к;

m — его масса, кг;

b — скорость разогрева, к/с;

C_a — полная теплоемкость ампулы, дж/к.

Величина теплового потока, проходящего через тепломер, определяется, исходя из его проводимости K_t , Вт/к и перепада на нем температур θ_t , к.

$$Q_t = K_t \theta_t.$$

Параметр $K_t = K(t)$ — постоянная прибора. Формула для расчета удельной теплоемкости имеет вид:

$$c_0 = \frac{1}{m} \left(\frac{K_t \theta_t}{b} - C_a \right).$$

При малых перепадах температуры можно измерять время ее запаздывания на тепломере τ_t , учитывая, что

$$\tau_t = \frac{\theta_t}{b}.$$

Тогда параметр c_0 определяется по формуле:

$$c_0 = \frac{K_t}{m_0} (\tau_t - \tau_t^0),$$

где τ_t^0 — время запаздывания температур на тепломере при эксперименте с пустой ампулой, τ_t — постоянная прибора.

Основой калориметра является измерительная ячейка (рис. 2), окруженная теплозащитной оболочкой 1. Здесь создается изотермическая зона с постепенно растущей температурой. Для более точной ее регулировки в схеме используется адиабатная оболочка с термопарами 2. В калориметре осуществляется разогрев ампулы и испытуемого образца 3. Тепловой поток поступает только через рабочий слой пластины тепломера 4. Испытуемый образец помещается

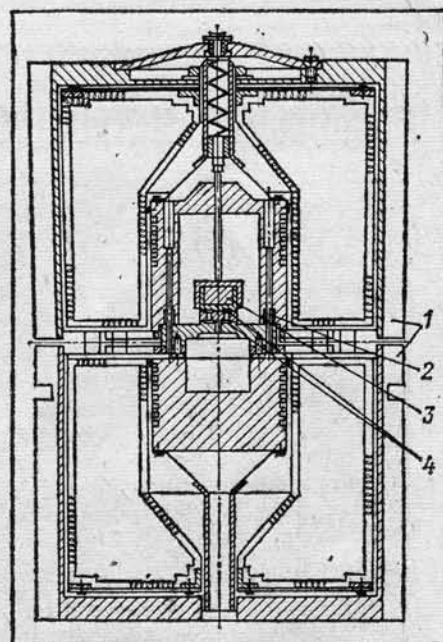


Рис. 2.

в ампулу, и ядро измерительной ячейки охлаждается до нижнего уровня температуры (148—123°K) жидким азотом. Затем ядро разогревают до нижней, предельной для каждого образца температуры. Далее питание нагревателя выключается и измерительная ячейка охлаждается до комнатной температуры. Во время разогрева поддерживаются адиабатические условия (нулевая разность температур) между основанием и защитным коллаком. Работа нагревателя регулируется по показаниям термопар. В процессе непрерывного разогрева на разных уровнях температуры (с интервалом 25°K) с помощью гальванометра и секундомера определяется

временное запаздывание t ампулы по отношению к t основания.

Блок питания и регулирования обеспечивает нагрев ядра измерительной ячейки с заданной скоростью (0,1 к/с) и автоматическое регулирование температуры защитного колпака.

В экспериментах исследовались образцы моренной глины с весовой влажностью $W=29\%$, $\gamma=3810$ кг/м³, песка средней крупности с $W=20\%$, $\gamma=4107$ кг/м³ и мелкозернистого песка пылуночного типа с $W=22\%$, $\gamma=4008$ кг/м³.

Удельная эффективная теплоемкость выявлялась при следующих температурах: 273, 248, 223, 198°К, для сухой моренной глины — до 173°К.

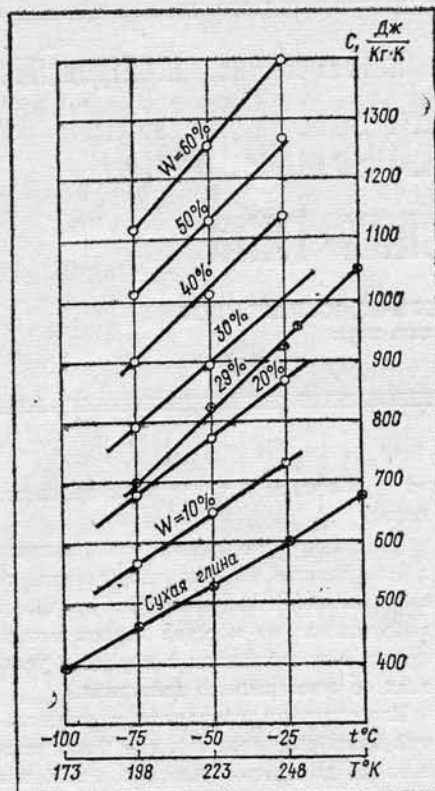
Кроме того, удельная теплоемкость грунтов различной влажности определялась по формуле

$$c = \frac{c_s m_s + c_v m_v}{m_s + m_v},$$

где c_s и c_v — удельная теплоемкость сухого вещества и воды, дж/кг,к;

m_s и m_v — масса сухого вещества и воды, кг в единице объема.

Параметр c_s находим с помощью прибора ИТ-С-400.



Зависимость удельной теплоемкости воды от температуры приводится ниже:

$T, ^\circ K$	198	223	248	273
C_v дж/кг,к	1560	1740	1935	4217

Рис. 3.

Условные обозначения:

⊗ — экспериментальные точки, полученные для грунтов в мерзлом состоянии при различных температурах с учетом их естественных объемного веса и весовой влажности;

○ — расчетные точки для исходных объемного веса и влажности.

На рис. 3 представлены результаты исследования удельной теплоемкости c моренной глины. При влажности 29% параметр определен экспериментально, для других показателей — по последней формуле. Аналогичные зависимости получены для песков разной крупности.

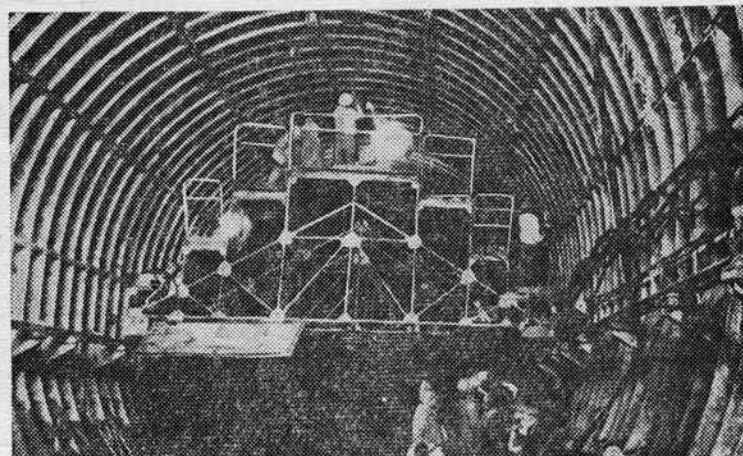
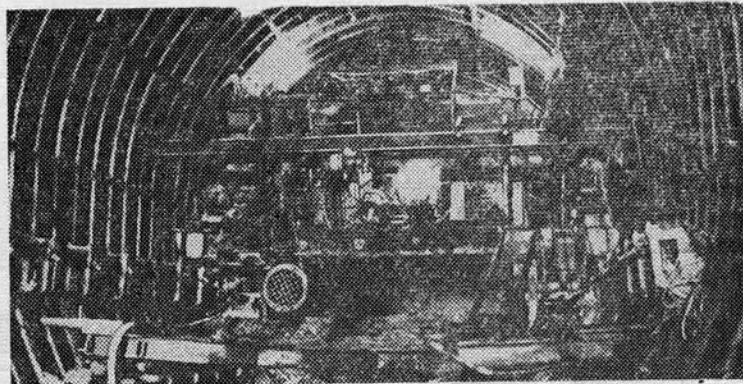
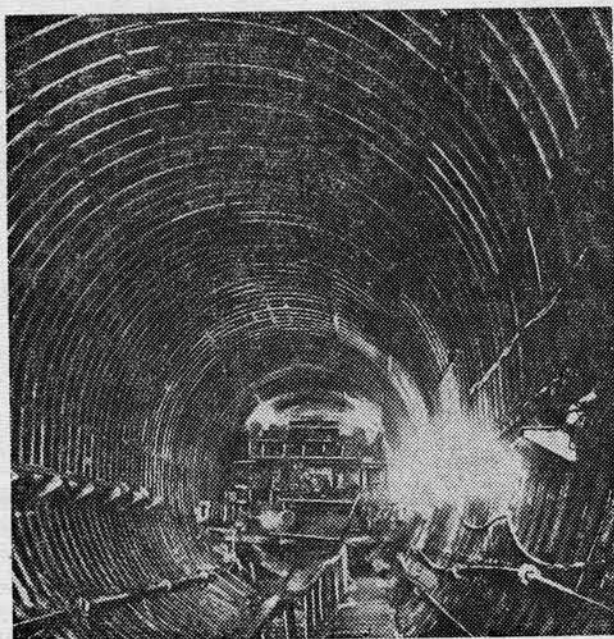
Выводы:

эффективная теплоемкость грунта зависит, в первую очередь, от его влажности: с ее ростом увеличивается теплоемкость;

при понижении температуры удельная теплоемкость уменьшается (так, для глины $W=29\%$ при температуре 248°К $c=930$ дж/кг,к, а при 198°К — 700 дж/кг,к).

Учет этих параметров в теплотехнических расчетах при проектировании ледопородных ограждений позволит улучшить технико-экономические показатели метода замораживания грунтов с использованием жидкого азота. □

СТРОЙКИ ПЯТИЛЕТКИ



Наклонный ход «Серпуховской» строящегося радиуса Московского метрополитена.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ, КОНСТРУИРОВАНИЕ, ИССЛЕДОВАНИЯ

ОСОБЕННОСТИ ДЕФОРМИРОВАНИЯ ПРОТЕРОЗОЙСКИХ ГЛИН

К. БЕЗРОДНЫЙ, С. СИЛЬВЕСТРОВ, Ю. КАРТАШОВ,
кандидаты техн. наук

ЛЕНИНГРАДСКАЯ лаборатория ЦНИИС совместно с лабораторией механических испытаний ВНИМИ длительное время изучала физико-механические свойства протерозойских глин, в которых сооружают тоннели глубокого заложения Ленинградского метрополитена (в лаборатории и в условиях естественного залегания). Выявлено, что величина предела прочности при одноосном сжатии равна 3,2÷3,6 МПа, модуль упругости при приложении нагрузки перпендикулярно слоистости 270÷280 МПа, параллельно — 770 МПа, коэффициент поперечной деформации — 0,09÷0,2. Протерозойские глины в значительной степени обладают реологическими свойствами. Так, параметры функции ползучести

$$\Phi = \frac{\delta}{1-\alpha} \cdot t^{1-\alpha},$$

(где t время) равны: $\alpha=0,842$; $\delta=0,0107$.

Свойства ползучести при расчете подземных сооружений можно учитывать с помощью переменных модулей деформации E_t и коэффициента Пуассона μ_t (вместо E и μ):

$$E_t = \frac{E}{1+\Phi}; \quad \mu_t = 0,5 - \frac{0,5-\mu}{1+\Phi},$$

где E — модуль упругости, μ — коэффициент Пуассона.

Исследования ползучести при одноосном и объемном сжатии показали, что при длительном действии нагрузки происходит упрочнение и увеличение модуля упругости глин в 1,5÷2 раза в зависимости от уровня и времени приложения действовавших напряжений. Это позволяет предполагать, что в процессе службы сооружения там, где концентрации напряжений превышают «бытовые», в массиве вблизи выработки имеют место упрочнение и увеличение жесткости пород (при напряжениях, не превышающих 0,7 предела прочности при одноосном сжатии $\approx 2,4$ МПа. Эта величина

— предел длительной прочности глин).

Поскольку образцы «запоминают» действовавшие на них напряжения, то по результатам испытания на прочность выбуренных из массива кернов можно судить о напряжениях в породе в условиях ее естественного залегания.

Исследования проводили в специальной выработке (рис. 1), где было установлено двадцать плоских штампов $2 \times 1 \text{ м}$ общей площадью 40 м², разжимаемых домкратами Фрейсине-2. При сооружении односводчатых станций в качестве штампов использовали цилиндрические опоры (рис. 2). Действующие на них усилия со стороны верхнего свода определяли с помощью динамометрических блоков 1, а осадки опор 2 — нивелированием.

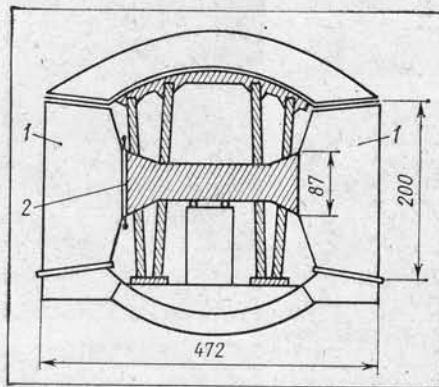


Рис. 1.

В результате с помощью решения, полученного Ю. Айвазовым, вычислены модули упругости глин. При приложении нагрузки перпендикулярно слоистости $E=244$ МПа, а параллельно — 710 МПа.

$$E = \frac{PR(1+\mu)}{u\pi} \{ \beta + \alpha \cdot \sin \beta - (1+\alpha) \sin \beta \ln \left(2 \sin \frac{\beta}{2} \right) + (1-\alpha) \frac{\pi-\beta}{2} (1-\cos \beta) \},$$

где P — нагрузка на контуре;
 R — радиус выработки;
 β — половина центрального угла охвата дуги приложения нагрузки.

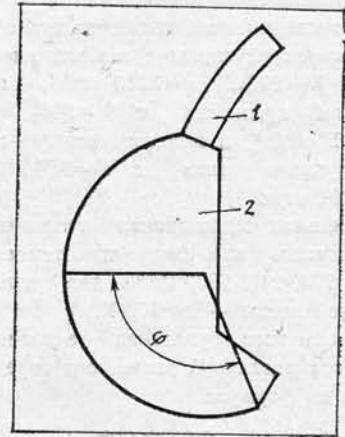


Рис. 2.

Длительный модуль деформации при приложении нагрузки перпендикулярно слоистости и $t=120$ суток по натурным экспериментам равен 122 МПа.

В практике проектирования подземных сооружений широко используется коэффициент постели K . Эта характеристика в значительной степени зависит от конфигурации выработки и характера взаимодействия обделки с массивом. Достаточно близкие теоретические величины K данным натурных экспериментов дает выражение:

$$K_t = \frac{2\pi G_t}{r \{ \beta + \alpha_t \sin \beta - (1 + \alpha_t) \sin \beta \}} \times \frac{2\pi G_t}{\ln \left(2 \sin \frac{\beta}{2} \right) + (1 - \alpha_t) \frac{\pi - \beta}{2}} \times \frac{1}{(1 - \cos \beta)},$$

где

$$G_t = \frac{E_t}{2(1-\mu_t)}; \\ \alpha_t = 3 - 4\mu_t.$$

Результаты исследований деформативных свойств протерозойских глин имеют достаточно близкие значения и закономерности изменения полученных характеристик. Это дает основание рекомендовать их к использованию в практике проектирования и строительства подземных сооружений Ленинградского метрополитена. □

ЗАКОНОМЕРНОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ УГЛА ЕСТЕСТВЕННОГО ОТКОСА

Ж. РОГАТКИНА,
канд. техн. наук;
И. ВАСИЛЕНКО, А. ДРЮКОВА,
инженеры

УГОЛ естественного откоса представляет собой один из случаев сопротивления сдвигу под малым вертикальным давлением, равным весу частиц грунта. В идеально сыпучей среде, где сопротивление сдвигу зависит только от трения при полном отсутствии сцепления и зацепления остроугольных частиц, угол естественного откоса может быть отождествлен с углом внутреннего трения. В любой другой среде их численные значения не совпадают. Величина первого зависит от нескольких факторов — дисперсности грунтов, их неоднородности, формы частиц и характера поверхности, наличия глинистых и коллоидных примесей, влажности и условий существования откоса.

Чтобы решить одну из задач, возникающих при разработке оптимальных режимов аэрационного осушения массива для сооружения тоннелей в водонасыщенных сыпучих грунтах, в лабораторных условиях изучалось влияние отдельных факторов на величину угла естественного откоса. Исследования велись на четырех разновидностях грунтов, представляющих собой реальные пески и искусственные смеси. Прежде всего подобрали два вида песка, резко отличающихся по составу и свойствам. Мелкозернистый песок № 1 — на 72% из частиц размером 0,25—0,10 мм ($\mu=1,9$), полиминерален, состоит из обломков различных пород (44%), кварца, гематита, лимонита, роговой обманки с примесью

других первичных минералов. Частицы в основном изометрические, неокатанные. Среднезернистый песок № 2 — кварцевый, с округлыми, мало шероховатыми зернами состоял из двух фракций 0,5—0,25 — 36% и 0,25—0,10 — 55% ($\mu=2,3$).

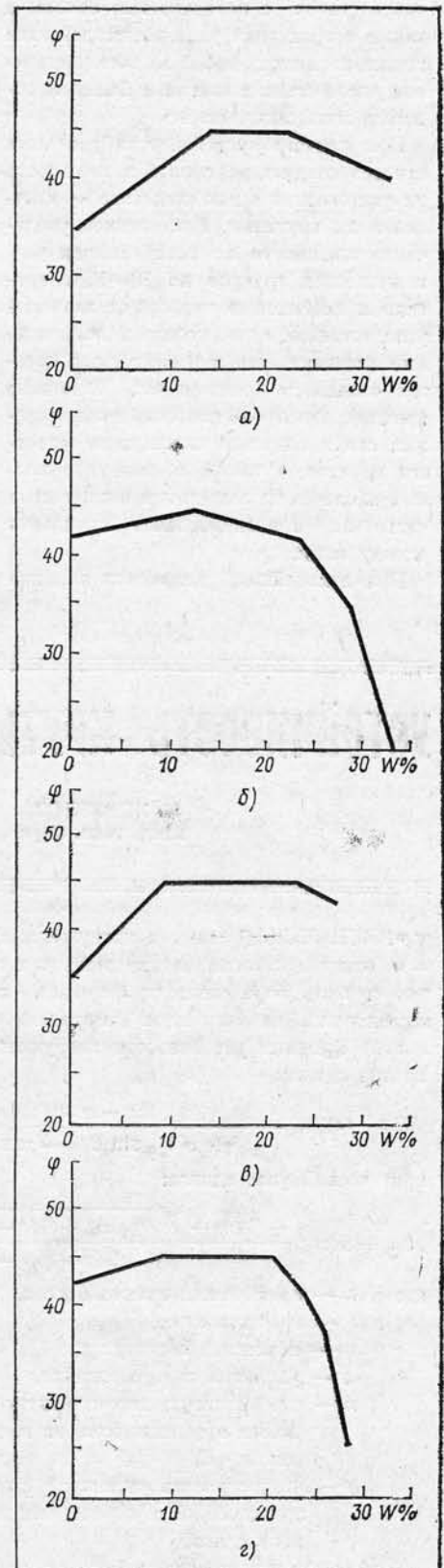
Искусственные смеси приготавливали так. В мелкозернистый песок № 1 добавлялось 24% пылеватых частиц и таким образом количество их мельче 0,1 мм составило 27%, что по классификации СНиП II-15-74 соответствует пылеватому песку. В кварцевый песок № 2 добавлялось 7% частиц < 0,005 мм, которые придавали ему пластичность и переводили в разряд супесей. Основные количественные показатели исследованных разновидностей приведены в таблице.

Угол естественного откоса определялся для всех грунтов при постепенном повышении влажности от воздушно-сухого до состояния полной влагоемкости (см. рисунок).

В воздушно-сухих песках угол естественного откоса получился равным 35°, что согласуется с выводами других авторов и свидетельствует о незначительном влиянии формы и характера поверхности частиц размером 0,5—0,1 мм на величину данного угла. Добавки пылеватых и глинистых частиц увеличивают его до 43°. Происходит это, вероятно, в результате увеличения неоднородности грунта и числа контак-

Таблица

Песок	Удельный вес, кН/м³	Объемный вес, кН/м³		Коэффициент пористости		Пористость, %		Коэффициент фильтрации, см/сек.
		рыхл.	плотн.	рыхл.	плотн.	рыхл.	плотн.	
Мелкозернистый	27	12,7	16,2	1,12	0,67	53	40	0,0066
Средней крупности	26,5	14,7	17,3	0,8	0,53	45	35	0,0017
Пылеватый	27	13,6	17,5	0,98	0,54	50	36	0,00046
С глиной (супесь)	26,5	13,5	17	0,96	0,56	49	36	0,00069



Зависимость угла естественного откоса от влажности:

а — песок мелкозернистый; б — пылеватый; в — кварцевый; г — кварцевый с глиной.

тов частичек с поверхностью откоса, а также возрастания роли взаимодействия последних между собой за счет увеличения числа мелких частиц с большой поверхностной активностью.

При расчете устойчивости реальных откосов следует учитывать возможность их увлажнения и как следствие — изменения их крутизны. Постепенное увеличение влажности во всех четырех разновидностях грунтов до 10—15% привело к повышению численных значений угла естественного откоса. Максимальные значения его в исследуемых грунтах оказались равными 45°. Основные причины этого — появление капиллярных сил и создание кажущейся связности грунтов, а также образование водных оболочек на пылеватых и глинистых частичках и возникновение сцепления между ними.

При дальнейшем увеличении влажно-

сти угол естественного откоса начинает уменьшаться — в песках незначительно (не достигая минимальных значений, характерных для воздушно-сухого состояния). Это объясняется уменьшением веса частиц в свободной воде в результате взвешивания, что облегчает их выход из зацепления и скатывание по поверхности откоса. При превышении полной влагоемкости вода не удерживается в песках и моментально отфильтровывается, не оказывая влияния на величину угла естественного откоса. Оставшаяся капиллярная влага в песках обуславливает повышение его значения до 40—42°.

В пылеватых и глинистых грунтах при увеличении влажности угол естественного откоса может снижаться из-за ослабления трения между частичками в результате образования водных пленок. Наименьшее его значение — 19° полу-

чили для смеси с наибольшим количеством пылеватых частиц. В супеси при увеличении влажности до 0,27 он уменьшился от 41° до 36°.

Таким образом, в несвязных песчаных грунтах величина угла естественного откоса при повышении влажности изменяется незначительно, и в расчет следует принимать угол, полученный для воздушно-сухого состояния. В пылеватых песках и супесях он уменьшается при увлажнении и достигает при большом содержании пылеватых частиц небольших величин, которые нужно учитывать в расчетах реальных откосов.

В природных условиях угол естественного откоса зависит от факторов — направления движения фильтрационного потока, величины гидродинамического давления и, в особенности, от действия вибрационных и динамических нагрузок. □

УСТОЙЧИВОСТЬ КРУТЫХ ОТКОСОВ

И. ЖЕРЕБЦОВ,
канд. техн. наук

КРИТИЧЕСКАЯ высота нагруженных крутых (свыше 60°) откосов котлованов или выемок в сухом связном грунте может быть определена по формуле, полученной на основе исследования на экстремум (выполнено с участием М. Ушкаловой) функции устойчивости нагруженного крутого откоса против сдвига:

$$H_{кр} = \frac{2c - q \sin^2 \theta_{кр}}{\gamma (\cos \theta_{кр} \sin \theta_{кр} - m \sin^2 \theta_{кр} - \kappa)}$$

критический угол сдвига:

$$\theta_{кр} = \arctg \frac{-2cm + \sqrt{4c^2m^2 + 4(c - q\kappa)(c - qm - q\kappa)}}{2(c - qm - q\kappa)}$$

где $H_{кр}$ — критическая высота откоса,

mH — его заложение,

γ — объемный вес грунта,

c — удельная сила сцепления,

κ — коэффициент, характеризующий увеличение сцепления в зависимости от величины бытового давления γH ,

q — интенсивность сплошной равномерной нагрузки, приложенной к горизонтальной поверхности бокового клина.

Коэффициент устойчивости откоса против сдвига

$$K = \frac{H_{кр}}{H}$$

где H — проектная его высота.

Устойчивыми считают откосы при $K \geq K_d$, где K_d — минимально допустимое значение коэффициента устойчивости ($K_d = 1,5$). □

ПОЗДРАВЛЯЕМ ЮБИЛЯРА



Сергею Ивановичу Жукову — 75 лет. Творческий путь инженера, ветерана отечественного метроостроения, начался в феврале 1934 года в электротяговом отделе Метростроя с проектирования и прокладки кабелей на станциях и в тоннелях участка «Охотный ряд» — «Красные ворота» первой линии Московского метрополитена. Через два года С. И. Жуков переводят в Метропроект на проектирование устройств электроснабжения — «электрического сердца» метрополитена.

Сергей Иванович — один из авторов систем и устройств электроснабжения метрополитенов. Крупнейший специалист своего дела руководит и непосредственно участвует в проектировании электроснабжения всех метрополитенов страны. При личном его участии осуществляется проектирование скоростных подземных трасс в Праге, Варшаве, Софии и Будапеште.

В годы Великой Отечественной войны С. И. Жуков разрабатывал проекты и

участвовал в строительстве особо сложных объектов.

Неутомимый труженик активно участвует в проводимых институтами Минтранса и других министерств научно-исследовательских работах, имеет несколько изобретений, примененных в отечественном метроостроении, содействует созданию и внедрению всего нового и прогрессивного.

Специалист широкого профиля руководит и непосредственно участвует в разработке Метрогипротрансом нормативных документов — государственных стандартов (ГОСТ), Строительных правил и норм (СНИП), Инструкций и Руководств по проектированию метрополитенов и подземных сооружений. Нормативный документ — СНИП II-40-80 — «Метрополитены» получил высокую оценку Госстроя СССР и отмечен медалями ВДНХ СССР.

С. И. Жуков награжден орденом «Знак Почета», медалями: «За трудовое отличие», «За оборону Москвы», «За доблестный труд. В ознаменовании 100-летия со дня рождения Владимира Ильича Ленина». За участие в проектировании и строительстве первой линии метрополитена в столице Чехословакии он награжден «Почетным золотым знаком строителя метро в Праге».

Сердечно поздравляем Сергея Ивановича с юбилеем и желаем ему долгих лет жизни, крепкого здоровья и дальнейших творческих успехов!

УЛУЧШЕНИЕ СВОЙСТВ ЦЕМЕНТНО-ЗОЛЬНЫХ РАСТВОРОВ ДЛЯ НАГНЕТЕНИЯ

И. ГРАНКОВСКИЙ, Г. ПАСЕЧНИК,
канд. техн. наук; канд. хим. наук;
Т. УГЛЯРЕНКО, Ю. СУШКЕВИЧ,
инженеры

ОБЕСПЕЧЕНИЕ хороших эксплуатационных характеристик, надежности и долговечности подземных сооружений во многом определяется качеством нагнетания растворов за обделку, проводимого как в период строительства, так и при ремонтных работах.

Чтобы улучшить реологические и физико-механические свойства растворов, применяется ряд химических и полимерных добавок, позволяющих в тех или иных условиях получить хорошие результаты. Однако повышенные требования по дозировке, хранению, соблюдению предосторожностей, а иногда и значительная стоимость этих добавок несколько удорожают нагнетание. Усложнение технологии приготовления растворов зачастую приводит к нарушениям технических условий и, следовательно, снижению качества работ. Нельзя не учитывать также изменения характера окружающей среды по мере развития строительства, в связи с чем необходимо постоянно делать поправки при выборе добавок.

Киевским метрополитеном в содружестве с Институтом коллоидной химии и химии воды АН УССР разработан способ приготовления раствора для нагнетания на основе цементно-зольного вяжущего с малой структурообразующей добавкой золы-уноса тепловых электростанций (авторское свидетельство № 698941, СССР).

У известных цементно-зольных растворов наряду с положительными факторами — повышенной пластичностью, вододерживающей способностью, коррозионной стойкостью, проницаемостью — есть и существенные недостатки: замедлен процесс твердения, особенно в ранние сроки, несколько снижена прочность цементного камня. Предложенный способ позволяет улучшить эти показатели (особенно в ранние сроки, что очень важно для повышения качества нагнетания). Достигается это затворением смешанного с золой-уносом цемента в соотношении 7÷9 : 1÷3 водой, в которую предварительно вводится малая добавка золы-уноса в количестве 0,1—0,4% от

веса полученного вяжущего и перемешивается за 1—1,5 мин.

Несмотря на то, что в этом вяжущем уже содержится от 10 до 30% золы-уноса, введение ее в количестве 0,1—0,4% (от веса вяжущего) приводит к существенному изменению кинетики структурообразования и увеличению прочности затвердевшего материала. Это обусловливается не только увеличением дополнительных центров кристаллизации, но и тем, что введенные в воду затворения малые дозы золы-уноса резко изменяют структурно-механические свойства разбавленных водных суспензий (воды затворения), влияющих на кинетику структурообразования цементно-зольных систем во времени. Такой способ приготовления растворов прост и отличается от существующего только подготовкой воды, т. е. предварительным перемешиванием ее с малой добавкой золы-уноса.

В дальнейшем перемешивание смеси ведется любым из принятых типов растворосмесителей в течение 4—6 мин. до получения однородной массы.

Проведенные лабораторные испытания реологических и физико-механических свойств растворов показали, что малая

Т а б л и ц а

Состав, вес, %			Волокнистое отношение	Растекание, см	Время схватывания, час.-мин.		Прочность, кг/см ²					
Портланд-цемент М-400	Зола-унос	Зола-унос в воду затворения			начало	конец	При изгибе в возрасте, дни			При сжатии в возрасте, дни		
							7	28	90	7	28	90
90	10	—	0,5	26,25	3—25	4—40	37,5	53,2	70,1	71,8	163,2	249,7
							100	100	100	100	100	100
89,92	9,98	0,1	.	26,5	3—00	4—05	38,6	55,8	70,5	94,1	186,1	272,2
							103	105	100,5	131	114	109
89,87	9,93	0,2	.	26,65	2—20	3—45	44,6	57,4	71,5	105,5	190,9	274,7
							119	108	102	147	117	110
89,8	9,9	0,3	.	27,15	2—00	3—05	45,4	59,1	72,9	112,7	215,4	334,6
							121	111	104	157	132	134
87,72	9,88	0,4	.	27	2—05	3—15	47,2	57,9	73,6	114,8	213,8	342,1
							126	109	105	160	131	137
70	30	—	.	26,75	3—40	4—55	31,2	50,78	69,8	69,7	156,4	235,5
							100	100	100	100	100	100
69,92	29,98	0,1	.	27	3—05	4—10	33,1	54,1	70,5	97,4	182,3	261,6
							106	106	101	140	116	111
69,87	29,93	0,2	.	27,15	2—30	3—55	37,5	53,1	69,9	101,4	186,6	269,5
							120	104	100	145	119	114
69,8	29,9	0,3	.	27,5	2—05	3—20	40,2	55,5	71,2	122,7	204	313
							128	109	102	175	130	133
67,72	29,88	0,4	.	27	2—20	3—35	38,7	54,2	70,3	109	181,3	287,6
							124	106,7	100,7	157	122	122

структурообразующая добавка золы-уноса позволяет увеличить их растекаемость, повышает прочность цементного камня в ранние сроки твердения на 45—75%, а в более поздние — до 35%, сокращает схватывание на 1—1,5 ч (см. таблицу).

Испытание образцов цементно-зольных растворов с малыми структурообразующими добавками золы-уноса в 10%-ых растворах NaSO_4 и MgSO_4 выявили их повышенную коррозионную стойкость.

Производственные испытания растворов, приготовленных предложенным способом, дали хорошие результаты. Так, в группе трансформаторных камер совмещенной тяговой подстан-

ции «Крещатика» нагнетание за бетонную монолитную обделку общей площадью около 20 м² позволило полностью их осушить. Этим же составом успешно осушена усиливающая железобетонная обойма по чугунным тубингам на перегоне между станциями «Завод «Большевик» и «Жовтнева» (свыше 300 м² обделки).

Эффективность применения цементно-зольных растворов с малыми структурообразующими добавками золы-уноса определяется также расширением зоны использования цементно-зольного вяжущего в сферах естественного твердения и снижением стоимости нагнетания (в среднем около 4 руб. на 1 м³ раствора). □

ТАМПОНАЖНЫЕ РАСТВОРЫ

В. МИТРАКОВ,
канд. техн. наук;
В. ЛЕБЕДЕВА, И. ШИШКИНА,
инженеры

НАКОПЛЕННЫЙ при ликвидации течей опыт повторно-контрольного нагнетания за обделку тоннелей Московского и Бакинского метрополитенов показал эффективность этого способа гидроизоляции. Для повышения качества тампонирувания ВНИИЖТ МПС совместно с НИИОСП им. Герсеванова и «Гидроспецпроект» ИГД им. Скопинского провели лабораторно-производственные работы по подбору растворов на основе карбамидноформальдегидных смол для повторного нагнетания. Наиболее распространенными и перспективными являются смолы марок: УКС, МФ-17, КФ-МТ.

В лаборатории НПО «Пластмасы» на основе УКС-73 создана смо-

ла КС-МО, ЗП с улучшенными технологическими и санитарно-гигиеническими характеристиками. По ГОСТу 14231-78 вышеуказанная смола выпускается под маркой КФ-МТ. Промышленное производство ее освоено в ПО «Уралхимпласт» МХП (Нижний Тагил).

Сравнительные показатели свойств рекомендуемых карбамидных смол приведены в табл. 1.

В лабораторных условиях изучены прочностные характеристики тампонажного состава на основе смолы КФ-МТ при длительной выдержке его в различных средах.

Зависимость предела прочности при разрыве в различных средах во времени показана на рис. 1. Оцен-

ка стойкости испытываемых образцов в агрессивных средах устанавливается по изменению прочности на разрыв.

Результаты испытаний отвержденных образцов тампонажных составов в различных средах показали, что у образцов, выдержанных в воздушной среде, прочность заметно уменьшается и при визуальном осмотре на поверхности обнаружены трещины; в агрессивных средах — прочность снижается незначительно; в водной — увеличивается с течением времени.

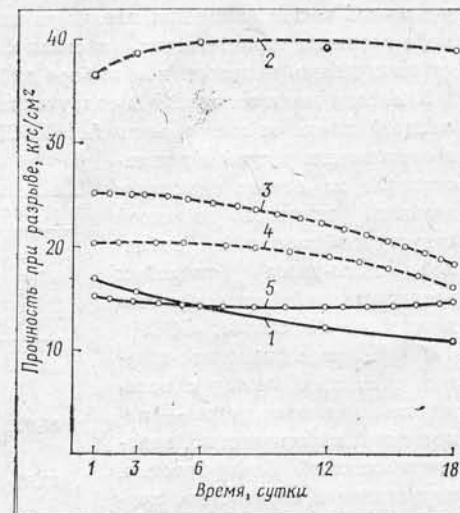


Рис. 1.

1 — воздушная среда; 2 — вода (водопроводная); 3 — морская соль; 4 — 0,1 л раствора NaOH ; 5 — 0,1 л раствора H_2SO_4 .

Таким образом, влага способствует укреплению тампонажных составов, создавая стабильность прочностных свойств.

Результаты испытаний отвержденных образцов карбамидной смолы на сжатие даны в сравнении с образцами из цементно-песчаных составов в табл. 2.

Таблица 1

Показатели	КФ-МТ	УКС-73	МФ-17
Содержание свободного формальдегида, % не более	0,3	1,2	2,5
Вязкость по вискозиметру ВЗ-4 при $T=20^\circ\text{C}$ (в момент изготовления, сек)	30—60	20—50	40—90
Концентрация водородных ионов (рН)	7—8,5	7,5—8	7,5
Время желатинизации после введения водного раствора щавелевой кислоты в количестве 6—10% от смолы при t -ре $20 \pm 1^\circ\text{C}$, мин.	25—50 4%-ый раствор $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$	25—50	25—45 10%-ый раствор $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$
Содержание сухого остатка, не менее	66	64	70

Таблица 2

Наименование образцов	Предел прочности на сжатие, кгс/см ²					
	1 сут.	3 сут.	7 сут.	30 сут.	6 мес.	12 мес.
Воздушная среда						
Цементно-песчаные	320	322,5	326,2	336,5	328,3	338,3
Смола КФ-МГ	280	282,6	280,5	262	252,4	246,2
Водная среда						
Цементно-песчаные	334,5	335,5	338,8	336,2	350,6	362
Смола КФ-МГ	301,8	303,3	303,4	304,3	315,5	330,3

Разницу прочностных свойств можно объяснить за счет более высокой плотности цементно-песчаных образцов. Для увеличения показателей прочности и уменьшения усадки в ходе выполнения исследований использовали различные модификаторы, например, смоло-битумный раствор, основанный на совмещении карбамидной смолы с битумной эмульсией. Исследованы модификаторы двух видов: битумно-полимерная эмульсия «ЭГИК» (ТУ-400-24-11-77) и «дорожная эмульсия» (ГОСТ 18659-73). Вводили их в тампонажные составы в количестве 10% от веса карбамидной смолы. Результаты приведены на рис. 2.

Из рисунка 2 видно, что при добавлении в тампонажные составы эмульсии «ЭГИК» прочность при разрыве увеличивается в 2 раза по сравнению с немодифицированным.

Карбамидные смолы хорошо совмещаются с битумными эмульсиями при соотношении равном 50:50. Дальнейшее увеличение количества

эмульсии (особенно для кислых эмульсий) приводит к резкому повышению вязкости смеси, ее гелеобразованию и отверждению, что обусловлено снижением рН среды смеси смола-битум.

Совмещение карбамидной смолы и битумной эмульсии приводит к образованию связующего вещества нового типа, в котором сохраняются положительные качества полимера (высокая прочность и эластичность) при ослаблении нежелательных свойств карбамидных смол (жесткости и чувствительности к повышенной щелочности среды).

Помимо лабораторных проводились производственные испытания в тоннелях Московского и Бакинского метрополитенов.

За период 1978—79 г. провели повторно-контрольное нагнетание за железобетонную обделку тоннеля на перегоне «Азизбеков» — «Аврора», где применили 3 т смолы МФ-17; в 1981 г. — около 20 т. В тоннелях Московского метрополитена на перегоне «Комсомольская» — «Красно-

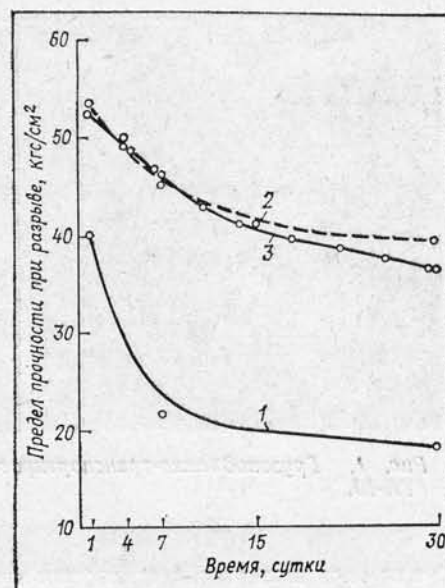


Рис. 2.

1 — немодифицированная карбамидная смола; 2 — смола + 10% «дорожной эмульсии»; 3 — смола + 10% «ЭГИК»

сельская» для повторно-контрольного нагнетания использовали 70 т смолы УКС-73.

В настоящее время Главным управлением метрополитенов выпущена «Технологическая инструкция по повторно-контрольному нагнетанию за обделку тоннелей метрополитенов в условиях эксплуатации».

Широкое применение карбамидных смол позволило решить вопросы надежности ликвидаций течей и повышения производительности труда на действующих линиях. □

МЕХАНИЗАЦИЯ МОНТАЖА-ДЕМОНТАЖА ЭСКАЛАТОРОВ

Ю. ЕРЕМЕЕВ, канд. техн. наук;
С. БАЛАКИН, инженер

ПРОПУСКНУЮ способность многих линий метрополитенов, особенно имеющих станции глубокого заложения, в значительной степени определяет ритм работы эскалаторов. В связи с этим важную роль в деле транспортного обслуживания населения играет сокращение сроков нахождения их в капитальном ремонте (в настоящее время от 24 до 36 дн. в Москве, 20—40 — в Киеве, 40—50 дн. и более — в Ленинграде). Около 20% всех трудовых затрат на капитальный ремонт эскалаторов составляют грузоподъемные и транспортировочные работы в районе верхнего вестибюля станции. Однако выполняются они,

как правило, при помощи малоэффективных механизмов и приспособлений с применением ручного труда, что значительно удлиняет сроки его проведения.

Существующий технологический процесс предусматривает ремонт и диагностику всех узлов и деталей эскалаторов на заводе или в мастерских. Непосредственно на станции производится только их демонтаж, транспортировка на улицу и погрузка на автомашины для отправки на завод. После ремонта все операции производятся в обратной последовательности.

Общая масса демонтируемых узлов и деталей достигает

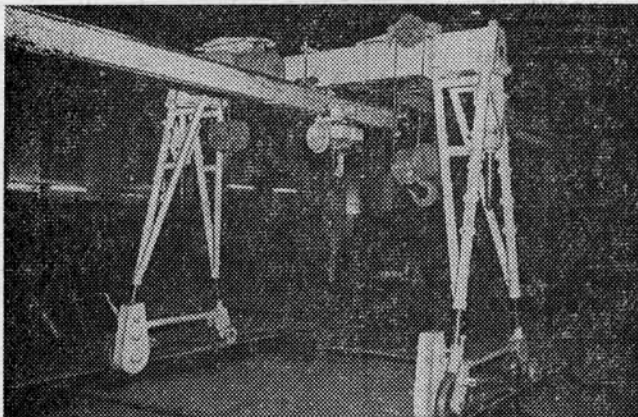


Рис. 1. Грузоподъемно-транспортный агрегат ГТА-10.

90 т на один механизм, а суммарная масса транспортируемого груза — 180 т и более. Для выполнения полного объема демонтажно-монтажных работ на станции затрачивается от 2250 до 3200 чел./ч на каждый эскалатор, из них грузоподъемные и транспортные составляют 1120—1280 чел./ч.

Наибольшей трудоемкостью отличаются последние на станциях без монтажных шахт (главным образом, в Москве). Ленинградский метрополитен оборудован такими шахтами, но часть из них не приспособлена для транспортировки главных приводных валов из-за малого светового зазора несущих колонн верхнего вестибюля, низкого расположения железобетонных балок перекрытий и отсутствия рельсового пути в машинных залах станций. Не используются при ремонте эскалаторов и монтажные шахты ряда станций Киевского метро.

Ремонтные сроки затягивает и такой фактор, как разнотипность эксплуатируемых эскалаторов. На метрополитенах страны действуют механизмы 21 типа (в Москве — 17). При таком многообразии осложняется снабжение их запчастями, применение агрегатного метода ремонта и т. д.

На основании исследований ВНИИЖТа разработаны предложения по созданию комплекса механизмов для выполнения грузоподъемно-транспортных операций при капитальном ремонте эскалаторов на станциях, не оборудованных монтажными шахтами. Узлы этого комплекса спроектированы ПКБ Главстроймеханизации и изготовлены на опытном заводе путевых машин ПТКБ ЦП МПС в соответствии с техническим заданием ВНИИЖТа.

Механизмы включают в себя агрегаты ГТА-10, ГТА-2, шагающую платформу ПШ-10 и тележку грузоподъемностью 2 т. Первый грузоподъемностью 10 т предназначен для подъема из машинного зала и из проема в верхней части наклона ступеней, плетей тяговых цепей, элементов привода поручня, главного приводного вала, деталей редукторов и других узлов, а также для их погрузки на специальные устройства с целью транспортировки к месту погрузки на автотранспорт при демонтаже эскалатора. Во время монтажа агрегат выполняет все эти операции в

обратной последовательности (рис. 1). Транспортный агрегат ГТА-2 грузоподъемностью 2 т предлагается применять при ремонте эскалаторов ЛП-6 или в районе натяжной станции машин тяжелых типов. В первом случае агрегат обеспечивает весь объем погрузочно-разгрузочных работ в машинном зале и вестибюле подобно агрегату ГТА-10. Во втором — используется для погрузки элементов натяжной станции на тележки, на которых они доставляются к дрезине.

Платформа шагающая ПШ-10 грузоподъемностью 10 т предназначена для транспортировки главных приводных валов из вестибюля на улицу при демонтаже эскалаторов и наоборот — при монтаже (рис. 2). Назначение тележки грузоподъемностью 2 т — доставка главных приводных валов эскалаторов ЛП-6 из вестибюля на улицу.

Экспериментальные образцы механизмов прошли заводские испытания, а агрегат ГТА-10 — эксплуатационные (на станции «Площадь Революции») при плановом капитальном ремонте эскалатора Н-40.

После завершения доводочных работ и корректировки конструкторской документации институт рекомендует передать ГТА-10 и ПШ-10 в опытную эксплуатацию на Московский метрополитен. Дальнейшее производство этих механизмов предполагается осуществлять силами метрополитенов по их потребности.

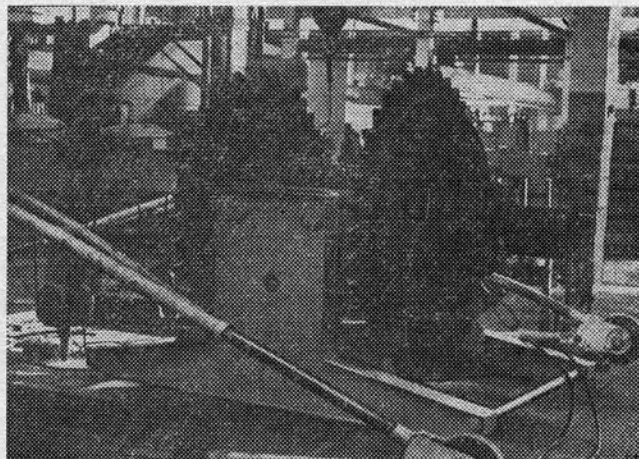


Рис. 2. Платформа шагающая ПШ-10.

В прошлом году по техническому заданию ВНИИЖТа конструкторским бюро Московского метрополитена разработаны контейнеры для транспортировки ступеней и плетей тяговых цепей и грузозахватные приспособления к ним. Эти устройства являются сопутствующим оборудованием к грузоподъемно-транспортным агрегатам и предназначены для ускорения демонтажа и монтажа ступеней и тяговых цепей эскалатора. Они изготавливаются на экспериментальном полигоне института.

Создание комплекса грузоподъемно-транспортных механизмов и сопутствующего оборудования позволяет значительно сократить долю ручного труда при монтаже и демонтаже эскалаторов на станциях и сроки простоев в ремонте. Годовой экономический эффект от их внедрения составит 37,52 тыс. руб. □

С МЕЖДУНАРОДНОЙ ВЫСТАВКИ

«ЭЛЕКТРО-82»

А. ИЦКОВИЧ,
канд. техн. наук

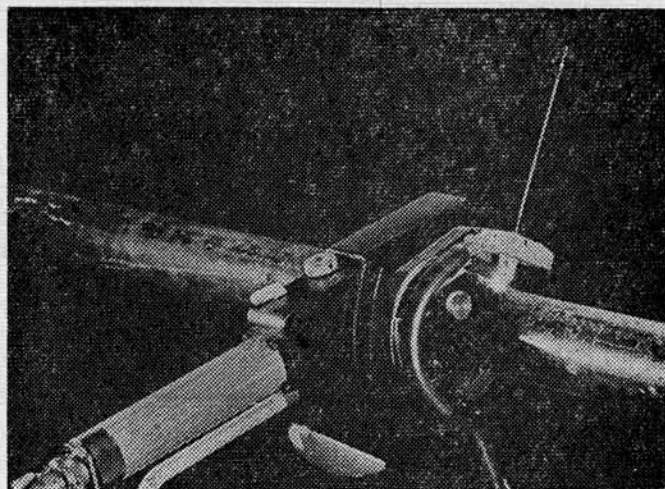


Рис. 1.

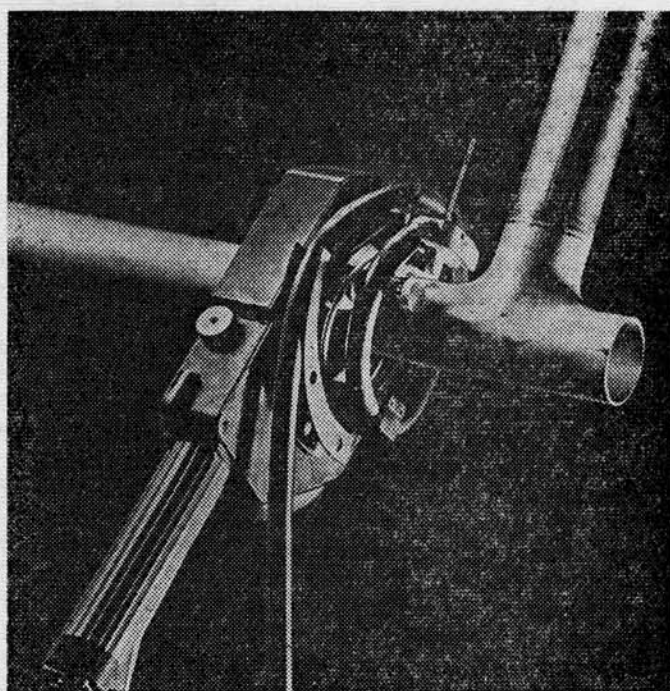


Рис. 2.

БОЛЕЕ двадцати стран приняли участие в прошедшей недавно в московском парке «Сокольники» международной выставке «Электро-82».

Ведущее место на смотре принадлежало экспозиции СССР. На стендах демонстрировались изделия более 80 тысяч наименований. Среди них комплекс электрооборудования для оснащения мощных карьерных и шагающих экскаваторов с ковшом емкостью до 100 м³. В комплексе — современные двигатели, высоковольтные устройства, вакуумная аппаратура и другая техника, которая используется при добыче угля открытым способом в суровых условиях Сибири и Северного Казахстана. На открытой площадке были представлены сверхмощный автотрансформатор и реактор — основа комплекса оборудования для линий электропередачи ультравысоких напряжений (1150 кВ переменного и 1500 кВ постоянного тока). Демонстрировалось оборудование для электроснабжения села и электрификации сельскохозяйственного производства. Метеоспутник «Природа» — космический робот, поставляет информацию о состоянии всходов и посевах сельскохозяйственных культур, влажности почвы и т. д.

Особый интерес с точки зрения повышения мобильности строительных организаций, создания передвижных баз стройиндустрии представляли теплоцентрали контейнерного типа А/О «Валмет» (Финляндия). Они изготовлены заводом Линнавурри на основе дизелей и производят одновременно тепловую и механическую энергии (последняя перерабатывается в электрическую). Теплоцентраль размещается в сооружении контейнерного типа — по принципу советских инвентарных контейнерных зданий — и работает на дизельном топливе. Электроэнергия производится в генераторе, вращающемся с помощью дизеля с постоянной скоростью.

Выпускается несколько контейнерных модификаций, что позволит использовать их в отдаленных районах (температура при перевозке до — 50°С) для электро- и теплоснабжения временных поселков строителей, например, для промышленной зоны тоннельных отрядов. Тепловая энергия обеспечивается охлаждением воды и выхлопных газов.

Фирма «Оэрликон» (ФРГ) демонстрировала на выставке устройства и агрегаты для сварки труб разных диаметров или из разных металлов. Они оснащены съемными головками. Несложное разъединение последних позволяет сваривать трубы диаметром от 0,5 дюйма до 1,2 м. Оптимальные режимы выбирают при автоматической сварке опытных образцов данной партии или серии продукции. Шлифы изучают с помощью монитора и телевизора, вхо-

дящих в комплект оборудования, который включает также электронное устройство, корректирующее параметры сварочного процесса.

Для сварки крупногабаритных изделий установка оснащена поворотными столами, вращающимися емкостными устройствами, автоматически перемещаемой станиной, сварочными порталами и сварочными роботами.

Интересен опыт работы в этой области фирмы «Эсаб» (Швеция), выпускающей разнообразные сварочные электроды для ручной, полуавтоматической и автоматической сварки, оборудование для контактной и газовой сварки, специальные технологические линии для сварки теплообменников, решетчатых настилов, машины для сварки труб встык оплавлением (рис. 1 и 2), для сварки балок, профилей и т. д., установки для сварки железнодорожных рельсов с осадкой и обрезкой высаженного металла.

В области электротехнической промышленности СССР сотрудничает с другими странами. Создана международ-

БОРЬБА С ШУМОМ И ВИБРАЦИЕЙ ТОННЕЛЕПРОХОДЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ

И. ДОРМАН, В. ХАРАГ, кандидаты техн. наук;
А. ДОЛГОВ, инженер

РЕЗУЛЬТАТЫ проведенных исследований виброакустических испытаний отдельных зарубежных проходческих комплексов (например, «Роббинс») на строительстве тоннелей БАМа показали, что они являются источником мощных вибрационных и акустических колебаний. Уровни вибраций в диапазоне частот 8—31,5 Гц превышают нормы на 3—9 дБ; уровни шума для различных режимов и рабочих мест — от 9 до 23 дБА значительно превосходят допустимые. Подземные комплексы работают, как правило, в малых, замкнутых объектах, что усложняет борьбу с шумом и вибрацией. Высокие уровни последних не только ухудшают условия труда обслуживающего персонала, но и значительно снижают прочность и срок службы механизмов.

Ресурс различных сложных машин, в том числе горных транспортных, обычно определяется по результатам усталостных испытаний. Однако в эксплуатации одновременно взаимодействуют несколько повреждающих факторов: переменные нагрузки раз-

личной амплитуды и частоты, повышенная температура, интенсивные акустические и вибрационные поля, высокая влажность, коррозирующие среды и т. д. Это приводит к снижению прочности элементов конструкций.

Исследования натуральных образцов в различных эксплуатационных условиях и на стенде привели к выводу: динамические нагрузки с малыми или даже весьма малыми амплитудами в средне- и высокочастотной части спектра (от 50 Гц и выше) оказывают существенное влияние на интенсивность изнашивания сопряженных деталей. Так, характерные для определенного диапазона скоростей динамические нагрузки с частотой 50—250 Гц и амплитудами, не превышающими 10% от среднего значения эксплуатационной нагрузки, приводят к резкому (до 10 крат) снижению срока службы игольчатых подшипников карданных передач и шлицевых соединений вала муфты сцепления.

Наложение вибрационной нагрузки также существенно снижает долго-

вечность при повторной статической. Эксперименты показали, что долговечность лопаток газотурбинных двигателей (ГТД) с учетом вибраций в 120 раз меньше долговечности без учета последних и их необходимо учитывать при определении запасов прочности.

Кроме того, при высоких уровнях звукового давления — 100—120 дБ и более в металлических конструкциях, подверженных интенсивным нагрузкам (а особенно в тяжелых эксплуатационных условиях), возникают трещины, а шум до 180 дБ вызывает усталостное разрушение металлов.

Анализ и проведенные измерения проходческих комбайнов, подобных «Роббинсу», разрабатывающих забой дисковыми шарошками, закрепленными на рабочем органе, вращение которого выполняется специальным приводом, показали, что доля структурной составляющей шума может достигать 30—50%.

Наличие составных металлических частей комбайна приводит к тому, что многие из них могут резонировать соответственно на разных частотах. По статистике около 80% поломок и аварий в машиностроении — следствие резонансных колебаний.

Исследования позволяют рекомендовать ряд мероприятий, которые следует учитывать при конструировании подобных комплексов как с точки зрения гигиенических условий труда операторов, так и долговечности машин.

Одно из средств ослабления структурного шума, передающегося по металлоконструкции, — применение вибропоглощающих покрытий: мастики, пластикатов, резиновых смесей и т. п. Мастика наносится на грунтованную поверхность толщиной, пре-

ная организация «Интерэлектро», в которую входят страны-члены СЭВ.

Специалисты СССР, СРР и ЧССР разработали оптимальный ряд силовых полупроводниковых приборов, включающих диоды (на ток 10—2000 А и напряжение 100—4000 В), тиристоры (на ток 16—1600 А и напряжение 100—3000 В и др.). В творческом содружестве создано 150 типов современных приборов с улучшенными весовыми и габаритными показателями, повышенными КПД, надежностью, дающих существенную экономию кремния, вольфрама, меди и черных металлов. Серийное производство приборов обеспечит потребность в них заинтересованных стран — участниц «Интерэлектро».

Новочеркасский электровозостроительный завод совместно с финской фирмой «Стремберг» разрабатывает новый тип электровоза мощностью 11 тыс. квт с асинхронным

приводом. Это будет один из самых сильных в мире электровозов. В текущем году Финляндия получит сотый электровоз СР-1, изготовленный на Новочеркасском заводе специально для железных дорог этой страны. К созданию мощной модели подключены и другие заводы СССР. Так, на троллейбусном заводе в Энгельсе проходят испытания моторы с тиристорным асинхронным двигателем.

Тонкая светящаяся нить лазерного луча вырезает на стали любой рисунок, заданный ЭВМ: фирма «Беренз» (ФРГ) продемонстрировала на выставке специальный станок. Москва, Куйбышев, Воронеж, Уфа и Минск применяют станки этой фирмы.

В разделе «Бытовая светотехника» широко были представлены отечественные светильники из хрусталя, стекла и пленочных светотехнических материалов. Многие из них выполнены методом модульного проектирования. □

вышающей в 2—4 раза, но не более 15 мм, толщину стенки вибрирующего элемента. При слое в 5—6 мм его армируют одним или несколькими слоями стеклоткани с последующим нанесением грунтовки. Применение мастика позволяет снизить шум на 10—15 дБ. В качестве вибропоглощающих покрытий применяются мастики ВД-17-63, А-1, А-2, «Антивибрит-2», пластикат «Агат» и др. Они обладают высоким коэффициентом потерь.

Ослаблению структурного шума может способствовать повышенная изгибная жесткость отдельных элементов несущих металлоконструкций, ребра жесткости, угловые соединения с повышенной виброизоляцией.

Один из наиболее эффективных методов борьбы с вибрациями и шумами в конструкциях — изготовление их элементов из сплавов с большим уровнем рассеяния энергии — так называемых сплавов высокого демпфирования. Некоторые корпусные детали генераторов из марганцевомедного сплава высокого демпфирования излучают в 5—6 раз меньшую

энергию колебаний, чем идентичные крышки из стали.

Для уменьшения шума перфораторов необходима установка глушителей, в частности, универсального малогабаритного (УМКГ), где используются металлокерамические элементы. Уровень снижения шума за счет применения УМКГ может достигать 20—30 дБ. Чтобы повысить эффективность работы глушителей шума выхлопа, особенно в средне- и высокочастотной части спектра, целесообразно применение глушителя выхлопа (авторское свидетельство СССР № 666279 М Кл FOIN 1/24). Корпус глушителя выполнен металлокерамическим со степенью пористости 35—40%.

Все выпускаемые отечественные перфораторы для подземных работ снабжены глушителями. Кроме того, они оснащаются виброзащитными каретками типа КВС-1, КВ-1, РВ, КР-IV. В последнее время разработана тросовая каретка ВЗКТМ-2М.

Некоторые элементы перфоратора, особенно корпусные, могут проявлять высокую вибрацию даже при малой

мощности источников вибраций. Такие явления происходят из-за резонансов в отдельных деталях или частях конструкции в условиях высокой добротности этих колебательных систем. В этом случае применение сплавов высокого демпфирования весьма эффективно. Достаточно указать, что их использование для некоторых деталей отбойных молотков снизило общий шум на 8 дБ.

Известны исследования по снижению шума на рабочих местах буровиков с помощью звукопоглощающего пенящегося материала, наносимого на стенки подземной выработки (слой пены толщиной 50 мм). Средняя скорость затухания звука в штреке со слоем пены на стенках составила 2 дБ/м по сравнению с 1 дБ/м в штреке без нее и 3,3 дБ/м — при измерениях на поверхности.

Установлено, что основной источник аэродинамического шума — выхлоп отработанного воздуха перфоратором и пневмодвигателями. Перспективно поэтому применение гидроперфораторов, у которых шум выхлопа отсутствует. □

ЗАВИСИМОСТЬ ПАРАМЕТРОВ РОТОРНЫХ КОМБАЙНОВ

Л. АФЕНДИКОВ, В. АУЭРБАХ,
кандидаты техн. наук;

И. МАНЕВИЧ,
канд. физ.-мат наук

МЕХАНИЗИРОВАННАЯ проходка тоннелей в крепких скальных грунтах наиболее эффективна с помощью роторных комбайнов. Существуют различные их конструкции, но общим является наличие следующих основных узлов (рис. 1): цилиндрического ротора 1 в головной части комбайна, оснащенного шарошками, который приводится во вращение электромеханическим приводом, чаще всего четырех- или шестимоторным; системы распора 2 и 4 (как правило, двойного действия) для фиксации комбайна в выработке и перемещения его по мере продвижения забоя; гидроцилиндров 3, обеспечивающих необходимое усилие для раз-

работки грунта, подающих ротор на забой; пульта управления 5; устройства для ведения по заданному направлению; системы транспортеров 6 и 7 для выдачи разработанного грунта; механизмов для монтажа крепи.

Производственная программа фирмы «Маннесманн Демаг» (ФРГ), специализирующейся на создании роторных комбайнов для устойчивых скальных грунтов, охватывает типоразмерный ряд машин для выработок диаметром от 2,5 до 8,5 м. Известны конструкции и для больших сечений, например, с диаметром ротора 14 м. Комбайны эксплуатируются на различных объектах горнодобывающей промышленности, транспортного,

гидротехнического и коммунального строительства. Суммарная длина пройденных ими тоннелей достигла 150 км.

Основные технические данные типоразмерного ряда роторных комбайнов фирмы «Маннесманн Демаг» приведены в табл. 1.

На основании анализа этих данных можно установить зависимость между их параметрами.

Мощность привода ротора N возрастает в зависимости от диаметра d по линейному закону $N = a + bd$, что подтверждается вычисленным коэффициентом корреляции $r_{dN} = 0,997$.

Параметры a и b находим по методу

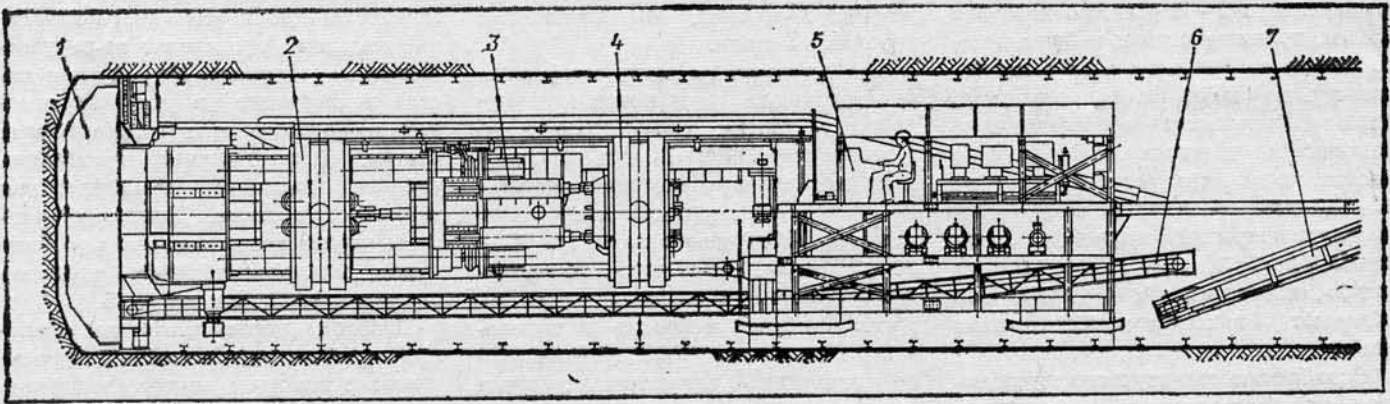


Рис. 1.

наименьших квадратов, т. е. из условия $\sum_i (N_{ip} - N_{if})^2 = \min$, где N_{ip} — расчетные, а N_{if} — фактические значения мощности, взятые из таблицы 1. Тогда $a=7,7$; $b=114,9$; $N=7,7+114,9 d$.

Вращающий момент ротора $M_{вр}$ достаточно хорошо описывается эмпирической формулой $M_{вр} = ad^b$, для нахождения параметров a и b которой сначала проводим преобразование

$$M_{вр}^* = \ln M_{вр}, \\ d = \ln d, a = \ln a.$$

Тогда получим линейную зависимость $M_{вр}^* = a + bd$, параметры которой находятся методом наименьших квадратов. Проведя обратное преобразование, находим $a=1,2$; $b=2,6$; $M_{вр}=1,2 d^{2,6}$.

Частота вращения ротора убывает с увеличением диаметра при условии, что линейная скорость ротора на внешнем диаметре V_d не превышает допустимую скорость перекатывания шарошек и находится в пределах от 1,3 до 1,7 м/с (78—100 м/мин), причем меньшим диаметрам роторов соответствуют меньшие темпы. Указанные величины рекоменду-

ются в диапазоне 70—120 м/мин по условию стойкости шарошек*. Последние размещаются на роторе таким образом, чтобы при полном его обороте обрабатывалась вся поверхность забоя. Поэтому количество шарошек пропорционально величине диаметра ротора.

Усилие внедрения шарошки в забой лимитируется ее нагрузочной способностью и в настоящее время составляет от 15 до 20 тс. Таким образом, удельное осевое усилие p подачи ротора на забой (величина общего усилия, отнесенная к диаметру ротора) для всего ряда комбайнов является величиной постоянной и равняется в среднем 124 тс/м.

Фирма проводит анализ производительности комбайнов. Данные о максимальных скоростях проходки тоннелей различных поперечных размеров, очевидно, приводятся для одинаковых, причем наиболее благоприятных горно-геологических условий. Иначе невозможно было бы сравнить производительность различных комбайнов и вряд ли скорость про-

ходки V была бы максимальной. С увеличением диаметров она убывает по линейному закону.

Объем разрабатываемого в единицу времени грунта Q (произведение скорости проходки на площадь сечения выработки $V \times S$) не остается постоянным для тоннелей различных сечений, а возрастает пропорционально увеличению диаметра ротора. Постоянным и не зависящим от размеров сечения тоннеля является произведение скорости проходки на диаметр ротора $u = V \times d$. Физически оно представляет собой продольное сечение готового тоннеля, проходимого в единицу времени. Эту закономерность можно сформулировать следующим образом: при разработке забоев различных диаметров величина проходки, умноженная на диаметр выработки, является постоянной. Как видно из графика на рис. 2, эта зависимость справедлива для выработок с $d > 3-3,5$ м. Для $d < 3$ м произведение $u = V \times d$ уменьшается, что объясняется снижением темпов проходки для тоннелей малых сечений, где не удается обеспечить двухпутную откатку грунта и затруднено выполнение производственных процессов.

* Флигнер Е. Пути повышения экономичности механизированной проходки в скальных грунтах. «Straßen und Tiefbau», 1980, № 5.

Таблица 1

Модель	TVM 25H	TVM 30H	TVM 35H	TVM 45H	TVM 55H	TVM 65H	TVM 80	14×12 (проект)	Ø 5,5 об-легчен. (проект)
Диапазон диаметров, м	2,5—2,9	3,0—3,4	3,5—4,1	4,2—5	5,1—6,1	6,2—7,3	7,4—8,5	14	5,5
Наибольшее увеличение до, м	3,2	3,7	4,5	5,5	6,6	7,8	9	—	—
Средний диаметр, м	2,7	3,2	3,8	4,6	5,6	6,75	7,95	14	5,5
Усилие подачи (при 20 МПа/200 кгс/см ²), кН/тс	3300/330	4000/400	4700/470	5700/570	7100/710	8500/850	9900/990	10000/1000	4000/400
Мощность привода ротора, кВт	300	360	440	528	640	800	1000	1580	440
Вращающий момент, кНм/кгс/м	295/29,5	400/40	580/58	740/74	1170/117	1560/156	2195/220	6300/630	808/81
Частота вращения, об/мин	9	8	6,7	6,3	4,8	4,5	4	2,4	5,2
Ход комбайна, м	0,8	0,8	0,8	1	1,25	1,5	1,5	1,3	1
Общая установленная мощность, кВт	380	440	520	650	830	1000	1200	—	—
Наибольшая скорость проходки, м/ч	6,9	6,4	5,8	5,0	4	2,8	—	—	—
Число шарошек	9—15	10—17	11—21	15—27	17—33	18—35	—	—	—
Масса	85	130	150	200	275	340	420	1300	150

Таблица 2

Год начала строительства	Наименование объекта и тип тоннеля	Длина тоннеля, м	Диаметр тоннеля (выработки), м	Марка комбайна	Типы грунтов	Коэффициент крепости, f	Максимальная скорость проходки, v , м/сутки	Средняя скорость $v_{ср}$, м/сутки	Производство $u = v \times d$ м ³ /сутки, м
1968	Окер-Гране. Гарц (ФРГ). Гидротехнический	6187	3,15	ТМ 28—31Н	Сланцы, песчаники	12—25	45	—	141
1972	Амбула (Швейцария). Гидротехнический	4500	3,8	ТМ 34—38Н	Известняки, сланцы	9—17	32	17	121,6
1973	Мапраг (Швейцария). Гидротехнический	1400	4,2	ТМ 34—38/42Н	Известняки	8—13	31	—	130,2
1973	Нижний Рейн (ФРГ). Штрек	2640	6	ТМ 54—58/60Н	Сланцы, песчаники, песчаные сланцы	4—16	25	12,3	150
1974	То же	2890	6	.	То же	4—16	21	8,4	126
1975	Килдер (Англия). Гидротехнический	6055	3,5	ТМ 34—38Н	Песчаники, известняки, мергели, бальзальты	до 20 до 45	17,5	—	61,2
1975	То же	8650	3,5	.	Песчаники, известняки, мергели	до 20	23,3	—	81,6
1976	Нижний Рейн (ФРГ).	2720	6	ТМ 54—58/60Н	Сланцы, песчаники, песчаные сланцы	4—16	34	16,2	204
1977	Дортмунд (ФРГ). Штрек	4230	6,1	ТМ 54—58/60Н	Сланцы, песчаники, песчаные сланцы	4—16	31	13	189
1977	Нижний Рейн (ФРГ). Штрек	2085	6	.	То же	4—16	32	14,4	192
1979	То же	2750	6	.	Сланцы, известняки	4—16	41	13	246
1980	Геттельборн (ФРГ). Штрек	4510	6	ТМ 55Н	Сланцы, песчаники, песчаные сланцы	4—16	18	13	108

В табл. 2 приводятся данные о проходке тоннелей комбайнами с диаметрами ротора свыше 3 м.

Принимая во внимание установленное выше соотношение $V \times d = \text{const}$ для оди-

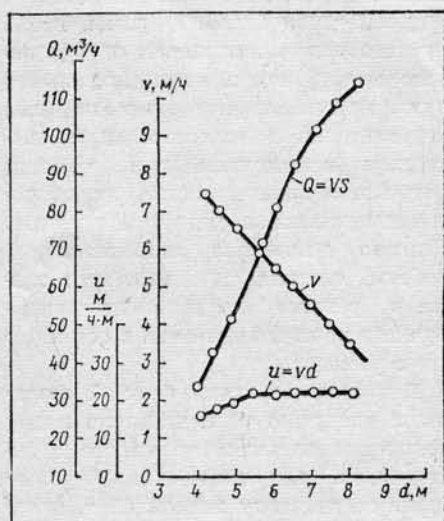


Рис. 2.

наковых горно-геологических условий, выявим зависимость $u = \varphi(f)$, где f — коэффициент крепости по Протодякову. В первом приближении будем считать, что f характеризует основные свойства грунтов, абразивность которых незначительно сказывается на скорости проходки. (Очевидно, что по мере изно-

са шарошки заменяются новыми, причем их смена на роторах больших диаметров производится внутри комбайна, что не требует существенных затрат времени). Как отмечалось выше, принимаются меньшие значения из приведенных в табл. 2 интервалов f .

Эмпирическая зависимость u от f с достаточной степенью точности удовлетворяет линейному уравнению $u = -6,5f + 197,2$. Для удобства практического пользования по нему построена прямолинейная сетчатая номограмма. С ее помощью можно определить максимальные скорости проходки V для различных коэффициентов f и диаметров тоннелей.

Коэффициент корреляции $r_{fu} = 0,75$, что говорит о тесной линейной связи между переменными (расчеты производились на ЭВМ ЕС-1022).

Для оценки производительности комбайнов следует ориентироваться на достигнутые максимальные скорости, которые характеризуют их возможности и не учитывают замедленный темпов проходки, не связанных с конструктивными свойствами.

Средние скорости проходки, зависящие от принятой технологической схемы и конкретных условий строительства, могут колебаться в широких пределах и, как показывает опыт, составляют $0,32 \div 0,72$ от максимальных скоростей (см. табл. 2).

Следует ожидать, что дальнейшее раз-

витие тоннелепроходческих комбайнов роторного типа пойдет по пути создания облегченных конструкций с пониженными мощностными и силовыми параметрами. Степень же использования существующих машин по мощности не превышает 60%, так как их возможности не могут быть полностью реализованы из-за вспомогательных операций — откатки грунта и возведения обделки. В связи с этим разработана облегченная конструкция комбайна диаметром 5,5 м с уменьшенными (по сравнению с традиционной) усилием подачи и вращающим моментом ротора примерно до 60%. Масса машины при этом снизилась примерно на 50% и составляет 150 т.

Сопоставляя основные данные комбайна облегченного типа, приведенные в табл. 1, с параметрами комбайна TVM 55-N аналогичного диаметра, можно оценить новые тенденции фирмы применительно к комбайнам и других типов-размеров.

Полученные зависимости параметров комбайнов апробированы на данных другой западногерманской фирмы «Вирт», и оказалось, что модели достаточно точно отражают зависимости параметров и для этих машин.

Таким образом, выявленные зависимости позволяют производить сравнительную оценку роторных комбайнов различных типов и могут оказаться полезными при разработке отечественных конструкций. □

АВТОМАТИЗАЦИЯ БУРИЛЬНОЙ ТЕХНИКИ

М. КАРАМЫШЕВ,
инженер

В ПОСЛЕДНИЕ годы достигнут переход на полностью гидрофицированное бурильное оборудование и усиливается тенденция к его полной автоматизации. До недавнего времени автоматизировались лишь отдельные технологические операции бурения шпура. Так, буровые рамы «Промек» фирмы «Атлас Копко» (Швеция), применявшиеся на проходке тоннеля Фурка в Швейцарии, были снабжены электронной системой автоматического бурения шпура, включавшейся нажатием кнопки после позиционирования молотка. Такая система обеспечивала ограничение энергии удара на начальной стадии бурения, исключала заклинивание штанги, контролировала технологический процесс, останавливала и возвращала в исходное положение молоток после достижения заданной глубины шпура. Фирма «Тамрок» (Финляндия) снабжает каретки ударно-поворотного бурения устройством автоматического реверсирования вращения после достижения середины шпура, что позволяет снизить износ ставов.

В новых разработках достигнута полная автоматизация процесса обуривания забоя, включая позиционирование молотков. Фирма «Тоё» (Япония) выпускает автоматизированную систему АД с двумя подсистемами: программного управления позиционированием манипулятора по заданной сетке шпуров и автоматического управления процессом. Первая снабжена запоминающим устройством, в которое могут быть заложены данные по четырем различным сеткам, по 100 шпуров на каждый манипулятор. В то время как ручное позиционирование одного манипулятора занимает у неквалифицированного

оператора 1—2 мин., а у специалиста — 30 с, автоматическое позиционирование всех манипуляторов буровой рамы происходит за 10—15 с при номинальной точности ± 50 мм. Помимо аппаратуры автоматической остановки и возврата перфоратора, подсистема бурения включает электронную аппаратуру регулирования усилия подачи бура и оптимального регулирования частоты его вращения в зависимости от прочности породы. Достоинство подсистемы бурения в том, что она может применяться не только на гидравлических, упрощающих автоматизацию, но и на пневматических перфораторах.

Предварительную центровку буровой рамы относительно лба забоя производят вручную с помощью ходовых механизмов рамы и ее подачи на ауригерах поперек забоя ходом 300 мм с контролем по двум отвесам. Они подвешиваются по центральной оси свода выработки или по лазерному лучу, для чего раму снабжают двумя фотоприемниками. В этом случае лазерный луч должен пройти сквозь задний фотоприемник и попасть на передний. Регулировку продольного и поперечного наклона рамы производят ауригерами вертикальным ходом 750 мм по встроенному ватерпасу с точностью $\pm 7^\circ$. По данным натурных испытаний автоматизированной буровой каретки на гусеничном ходу, предварительная центровка занимает в более 50% случаев от 0 до 5, максимум до 20 мин., с точностью ± 5 см. Затем производят ручную установку манипуляторов в исходное положение, используя предварительную разметку лба забоя, после чего процесс обуривания продолжается полностью в автоматическом

режиме. Фирма снабжает системой АД серийно выпускаемые двухстреловые бурильные установки на гусеничном ходу.

Норвежская фирма «Фурухольмен» в сотрудничестве с научно-исследовательскими организациями и фирмами электронной промышленности создала автоматическое управление процессом обуривания забоя на базе микропроцессоров. В систему входят: блок с управляющими микропроцессорами и внешней памятью на магнитных лентах; пульт ручного управления с переключателем режима и рычажным управлением манипуляторами; дисплей, на котором в графической форме изображаются паспорт шпуров с индикацией уже пробуренных и бурящихся, их направления, скорости бурения и аварийные сигналы; комплект датчиков положений, углов, давлений и пр.; силовая станция с электрогидравлическими регулирующими клапанами.

Технологический процесс обуривания забоя программируется стационарным вычислительным центром. Программа подробна и содержит данные о шпурах неодинакового направления и глубины с сеткой, переменной по длине трассы (в частности, на ее кривых), при необходимости в нескольких вариантах. Система срабатывает безотносительно положения ходовой части буровой рамы, после ручного позиционирования определенного манипулятора вдоль лазерного луча, пересчитывая все необходимые перемещения в соответствии с исходным положением при помощи устройства динамического моделирования процесса в реальном времени. Помимо полностью автоматической работы, система функционирует также в режиме полуавтоматического ручного позиционирования с помощью двух рычагов.

В настоящее время фирмой созданы и внедрены одна частично и две полностью автоматизированные трехстреловые гидравлические буровые рамы на автоходу массой 42 т, предназначенные для проходки тоннелей сечением от 35 до 90 м², а также две двухстреловые каретки для штолен сечением 10—20 м². Этими установками на строительстве автодорожных тоннелей в Норвегии пробурено свыше 500 тыс. м шпуров (в том числе в условиях Крайнего Севера). □

МЕТРОПОЛИТЕН БУХАРЕСТА

П. ПУЗАНОВ,
инженер

ПО ПРОГНОЗАМ специалистов, население столицы социалистической Румынии достигнет к 2000 г. 2,4 млн. человек. К началу 70-х годов оно составило 1,6 млн. человек, а ежедневные перевозки наземным транспортом — 4 млн. пассажиров. Скорость движения трамваев не превышала 9—10 км/час, троллейбусов и автобусов — 12—14 км/час. Не помогла и модернизация подвижного состава. Проезд от места жительства до работы для значительной части населения города занял в среднем 1,5 ч и более. Определенную трудность представил ряд узких улиц.

В этих условиях в 1974 г. румынское правительство приняло решение о строительстве метрополитена в Бухаресте.

Работы начались летом 1975 г., не дожидаясь окончания проектных. К сооружению метрополитена было привлечено 14 министерств и ведомств, 18 строительно-монтажных организаций, 46 исследовательских и проектных институтов, 44 промышленных предприятия страны. В 1977 г. первый двухвагонный состав румынского производства совершил пробные пробеги по тоннелю длиной 2,3 км. Еще через год участок «Магистрала I» протяженностью 8,1 км с 6 станциями в основном был готов. Ускоренными темпами монтировалось оборудование.

16 ноября 1979 г. началась пробная эксплуатация, а 19 декабря первый румынский метрополитен был торжественно открыт президентом страны.

Действующая линия начинается на западе в промзоне Семанатоареа одноименной станцией, далее пересекает центральную часть города и заканчивается на юго-востоке станцией «Тимпури Нои», проходя на всем протяжении по правобережной части реки Дымбовица.

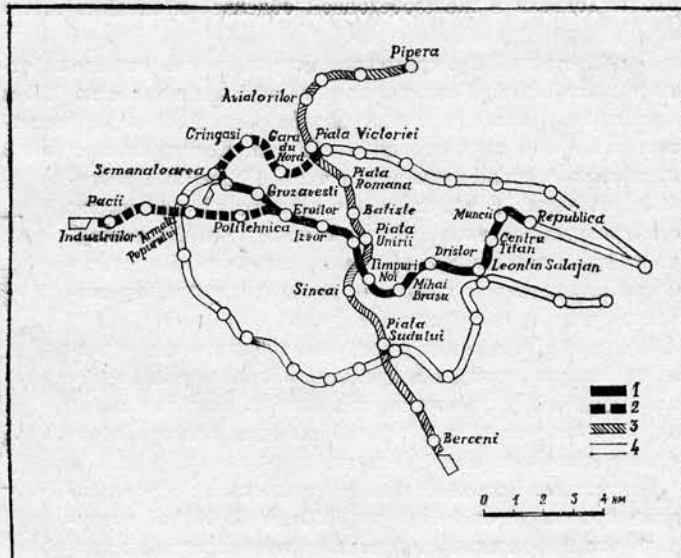


Схема Бухарестского метрополитена:

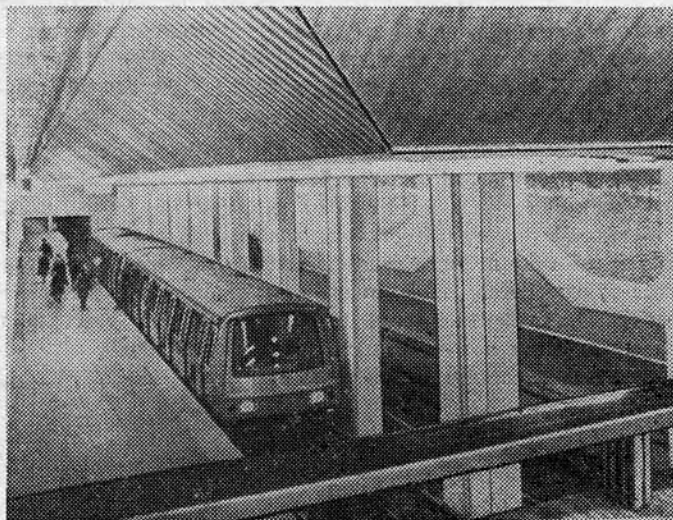
1 — действующие участки линии I; 2 — строящиеся участки; 3 — линия II; 4 — перспектива

Сооружение первого участка велось в основном открытым способом методом «стена в грунте». Перегонные тоннели — мелкого заложения прямоугольного сечения из монолитного железобетона. Геология участка сложная. Грунты неоднородные — глинистые и песчаные. Проходка осложнялась тем, что тоннели располагались в нескольких метрах от парапета набережной.

Повсеместно применялось водопонижение, а на отдельных участках замораживание грунтов. Для повышения водонепроницаемости тоннелей использовалась гидроизоляция на основе акриламидных смол.

В конце 1981 г. вступил в строй второй участок протяженностью 9,3 км, являющийся продолжением первого от станции «Тимпури Нои» в северо-восточном направлении. Трасса пересекает жилой массив Титан и заканчивается на бульваре Мунчии станцией «Republica».

Здесь широкое распространение получил закрытый способ



Станция «Тимпури Нои»



Станция «Пиа Унири»

работ. Тоннели в железобетонной обделке проходили щитами.

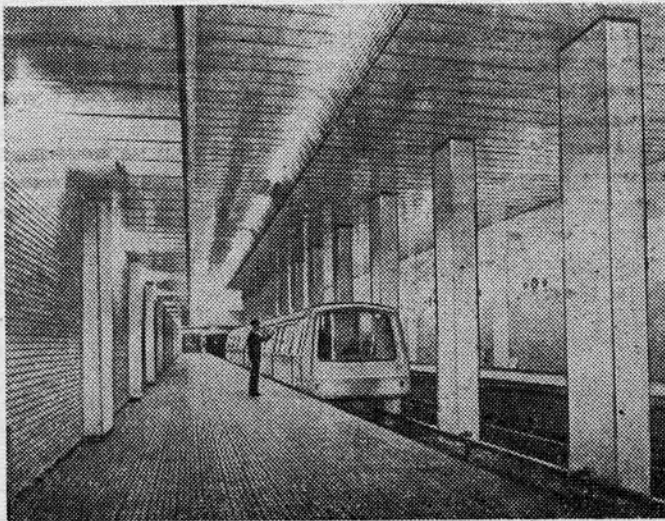
Все 12 станций Бухарестского метрополитена возведены открытым способом. Пассажиры платформы длиной по 120 м имеют как боковое, так и островное расположение, и рассчитаны на прием шестивагонных поездов. Конструкция станций принята в основном колонного типа. Подземные вестибюли связаны с подулочными переходами или имеют самостоятельные входы прямо с тротуаров. Архитектура станций современна, проста и лаконична. Для облицовки использованы гранит, мрамор, травертин, керамическая плитка, глазурованное стекло.

Станция «Piata Unirii» сооружена с учетом пересадки на вторую линию, а в пределах «Eroilor» расположены 3 главных (с учетом перспективного развития линии в район Милитари) и 2 служебных (для осмотра и отстоя подвижного состава) пути.

Вентиляция метрополитена принудительная с установками производительностью от 2500 до 200000 м³ воздуха в час, управление которыми осуществляется дистанционно.

Минимальный радиус кривой в плане 150 м. Ширина колеи стандартная — 1435 мм. Рельсы типа UIC 49 на деревянных шпалах уложены на щебеночное основание.

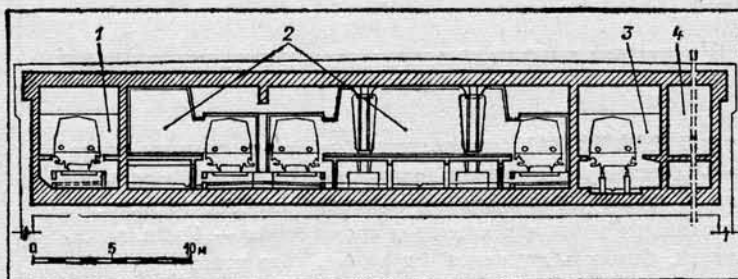
На линии обращаются двухвагонные составы производства машиностроительного завода г. Арад. Вагоны длиной 18,6 м, шириной 3,1 м выполнены из алюминиевых сплавов. Кабины управления оборудованы тиристорным регулированием напряжения тяговых двигателей и рекуперативным торможением.



Станция «Semanatoarea»

Пневматическая подвеска обеспечивает плавность хода. 215-кВ моторы позволяют развить максимальное ускорение 1,35 м/сек², замедление — 1 м/сек². Средняя техническая скорость поездов — 40 км/час. Энергоснабжение — от третьего

рельса напряжением 750 в. Планировка 34 посадочных мест в вагоне — продольная, общая вместимость — 300 пассажиров (из расчета 8 чел/м²). Освещение люминесцентное. Во время движения поезда по тоннелю со скоростью 50 км/ч уровень шума в салоне, отделанном пластиком, не превышает 82 дБ. Для обслуживания подвижного состава, общий парк



Поперечное сечение станции «Eroilor»:

1 — путь для отстоя подвижного состава; 2 — пассажирские платформы; 3 — путь для осмотра подвижного состава; 4 — служебные помещения.

которого составляет 24 вагона, за станцией «Semanatoarea» сооружено депо.

Линия оборудована устройствами телеуправления и теле-сигнализации. Между поездным диспетчером и машинистами поездов имеется радиосвязь. На каждой станции предусмотрен диспетчерский пункт с радиосвязью и замкнутой системой телевидения. Между энергодиспетчером работниками подстанций поддерживается телефонная связь.

Проектная провозная способность линии — 50 тыс. пассажиров в час в каждом направлении при 40-парном графике движения. Системы автоведения и автоматического регулирования скорости позволяют осуществлять 90-секундный интервал. В настоящее время он составляет 4—5 мин. в часы пик и 7—8 — в остальное время.

Ежедневно метрополитен перевозит около 200 тыс. пассажиров. К 1985 г. эта цифра должна возрасти до 1,3 млн. человек.

Генеральный план развития метрополитена предусматривает создание сети, состоящей из трех линий общей протяженностью 78 км с 61 станцией. В настоящее время ведется прокладка участков: № 3 «Магистрала I» от станции «Eroilor» в район Милитари длиной 8 км с 4 метровокзалами и вагонным депо и № 4 — между станциями «Semanatoarea» и «Cringasi» в 1,7 км. Пуском этих участков в 1983 г. завершится строительство восточно-западного диаметра.

Начинается также сооружение второй линии, проходящей с севера от полиграфического комбината «Скынтейя» до нового жилого массива Берчени на юге. Первый 8-километровый отрезок «Магистрала II» примет пассажиров в конце 1985 г. В том же году принято решение открыть движение на I участке будущей Кольцевой линии от «Cringasi» до «Piata Victoriei». Он свяжет Северный вокзал румынской столицы с двумя линиями метро. Временно этот участок будет эксплуатироваться в составе «Магистрала-I». □

ОБЗОР ЗАРУБЕЖНЫХ ЖУРНАЛОВ

Строительство гидротехнического тоннеля Виктория в Шри-Ланка. «Tunnels and Tunnelling», 1982, т. 14, № 2, с. 26—31 (англ.).

Гидротехнический тоннель длиной 5,8 км и диаметром в свету 6,2 м для гидроузла Виктория в гранитогнейсах со сланцевыми зонами прошли с помощью двух 4-стреловых буровых рам фирмы «Тамрок» с пневмоперфораторами на шасси грузовиков.

При проходке встретились трудности, связанные с перегревом рабочей жидкости в жарких атмосферных условиях, неустойчивостью буровых рам, недостаточной маневренностью четвертого манипулятора, прорывом воды и рыхлой породы в сбросовой зоне. Средняя скорость проходки на один забой составляла 20 м/неделю, однако после принятия ряда мер (закупка дополнительной полностью гидрофицированной 3-стреловой каретки, привлечение квалифицированного рабочего персонала и др.) достигла 52 м/неделю.

Строительство гидротехнического тоннеля Тахо-Сегура (Испания). «Tunnels and Tunnelling», 1982, т. 14, № 1, с. 31—33 (англ.).

Горный гидротехнический тоннель длиной 31,9 км в известняках, доломитах, мергелях и глинах с многочисленными сбросами и большой обводненностью прошли с использованием четырех роторных комбайнов фирмы «Роббинс» \varnothing 5,05 м и 3,5 м, стрелового комбайна и механизированного щита; в качестве специальных способов применяли водопонижение, химическое закрепление грунтов раствором ТАСС, в экспериментальном порядке — замораживание. Максимальная скорость комбайновой проходки составляла 926 м/мес. Один из роторных комбайнов был завален при обрушении породы; его расчистка заняла 2 года.

Проходка водопропускного тоннеля в Уцуномия (Япония) новоавстрийским способом. «Тоннэру то тика», 1981, т. 12, № 12, с. 19—28 (япон.).

Участок в 340 м гидротехнического тоннеля сечением 50 м² при заложении около 6 м в слабом иле под действующими железнодорожными путями прошли новоавстрийским способом с опережающими боковыми штольнями и разработкой забоя короткими уступами с помощью стреловых комбайнов фирмы «Мицуи».

Применение трубчатых анкеров «Сплит-сет» при строительстве тоннеля Хэйдс (США). «Tunnels and Tunnelling», 1982, т. 14, № 2, с. 32 (англ.).

Самораспорные трубчатые анкера «Сплит-сет» фирмы «Ингерсолл-Рэнд», погружаемые в шпур \varnothing 35 мм, применили при проходке механизированным щитом \varnothing 3,2 м гидротехнического тоннеля на слабоустойчивых участках. При средней скорости проходки 30 м/сутки операция бурения четырех шпуров под анкера и установки анкеров на каждой заходке занимала 12—15 мин.

Нагнетание бетонной смеси на расстояние до 4 км. «Tunnels and Tunnelling», 1982, т. 14, № 2, с. 66 (англ.).

Бетононасос фирмы «Путцмайстер» использовался для нагнетания пластичной бетонной смеси на расстоянии до 4000 м, при давлении до 100 бар и производительности 15—25 м³/ч при бетонировании монолитной рубашки гидротехнического тоннеля Шефтларн (ФРГ) диаметром в свету 2 м и длиной 6 км.

Продавливание тоннелей с помощью комплексов фирмы «Цокор» (США). «Tunnels and Tunnelling», 1982, т. 14, № 1, с. 20—21 (англ.).

Ряд комплексов стандартного ряда МН, имеющих экскаваторный исполнительный орган, сменный с гидроударником, для продавливания коллекторных тоннелей круглого и прямоугольного сечений \varnothing до 3,6 м применили в Швейцарии, ФРГ и Австрии. Максимальная скорость продавливания достигала 11,7 м за смену.

Применение метода бездомкратного продавливания «Юнитаннел» в Англии. «Tunnels and Tunnelling», 1982, т. 14, № 2, с. 9 (англ.).

Методы бездомкратного продавливания с помощью пневмобаллонов применили при сооружении трех участков коллектора в Эктоне (Англия) под садами и железной дорогой. При разработке забоя вручную скорость проходки составляла 1,8 м/ч; повторно используемые пневмобаллоны проколов не давали.

Применение метода цементации грунтов с гидроразрывом при ремонте железнодорожного тоннеля в Англии. «Tunnels and Tunnelling», 1982, т. 14, № 1, с. 42 (англ.).

В Англии применяется способ укрепления грунтов, заимствованный из Японии, путем их гидроразрыва высоконапорной водо-воздушной струей из опережающей скважины с одновременной цементацией пустот. Этот способ применили для устройства несущих свай под деформированным лотком железнодорожного тоннеля на просадочных грунтах основания.

Технология гидроизоляции тоннелей мягким ПВХ. «Straßen und Tiefbau», 1981, т. 36, № 1, с. 11—15 (нем.).

В связи с целесообразностью широкого применения ПВХ в качестве рулонной гидроизоляции тоннелей разработана типовая технология его нанесения при горном способе работ и эффективные конструкции гидроизоляционного слоя, в частности, конструкция передвижных технологических подмостей для гидроизоляционных работ.

Рекомендации по нанесению бетонного гидроизоляционного материала. «Tiefbau, Ingenieurbau, Straßenbau», 1982, т. 24, № 3, с. 123—128 (нем.).

В ФРГ получил распространение заимствованный из США листовой гидроизоляционный материал Волклей, выполненный в виде листов из гофрированного картона с наполнением бентонитовым порошком. Такие листы прибиваются к конструкции гвоздями и легко наносятся на вертикальные и горизонтальные поверхности, углы и пр.; в частности, они могут наноситься поверх ограждений котлованов из шпунтовых стенок, двутавровых свай с затяжной стенок, из буронабивных свай и др.

Резиновый датчик грунтового давления. «Тоннэру то тика», 1981, т. 12, № 12, с. 37—42 (япон.).

В Японии предложена и прошла испытания конструкция датчика грунтового давления, выполненного в виде погружаемой в скважину упругой резиновой трубки с вытесняемой при ее сжатии незамерзающей жидкостью. Датчик предназначен для оценки устойчивости массива при проходке тоннелей новоавстрийским способом.

Тоннелепроходческая техника фирм ФРГ. «Tiefbau, Ingenieurbau, Straßenbau», 1981, т. 24, № 3, с. 142—143, 146, 148 (нем.).

Последними разработками машиностроительных фирм ФРГ в области тоннелепроходческой техники являются: стреловые комбайны ET-160 (фирма «Эйкхофф»), E-200 («Паурат»), новые типоразмеры параметрического ряда WAV («Вестфалия Люнен»), шандорный щит для проходки с монолитной фибробетонной обделкой («Вестфалия Люнен»), механизированные щиты с осевой подачей планшайбы «Мюнхенский» и с гидравлической пригрузкой забой «Вильгельмсбургский» («Шефер-Урбах»).

Исследование зависимости производительности комбайнов от их гидравлической жесткости. «Tunnels and Tunneling», 1982, т. 14, № 2, с. 11—13 (англ.).

В Англии провели лабораторные исследования характеристики гидравлической жесткости рабочего органа роторного или стрелового комбайна при максимальной выдвиге гидроцилиндров его подачи. Полученные результаты позволяют оценивать производительность комбайнов по породе и предельную прочность разрабатываемых ими пород.

Новая буровая каретка фирмы «Атлас Копко». «Tunnels and Tunneling», 1982, т. 14, № 1, с. 61 (англ.).

У новой полностью гидрофицированной трехстреловой буровой каретки Бумер Н-170 два верхних манипулятора смонтированы на подъемной (на 2 м) опоре, что позволяет обустраивать сечения размерами до 12×9,5 м без увеличения габаритов каретки в транспортном положении.

Навесные буровые установки фирмы «Эймко» (Англия). «Tunnels and Tunneling», 1981, т. 14, № 1, с. 61 (англ.).

Выпускаются типовые одно- и двухстреловые бурильные установки, смонтированные на стальной монтажной плите и предназначенные для оперативного монтажа в качестве навесного узла на разнообразных гусеничных, пневмоколесных, рельсовых ходовых частях или на забойных транспортерах.

Оборудование для бестраншейной прокладки подземных коммуникаций (часть 1). «Tiefbau, Ingenieurbau, Straßenbau», 1982, т. 24, № 3, с. 129—134 (нем.).

Для бестраншейной прокладки трубопроводов диаметром от 150 до 800 мм выпускается широкая номенклатура пневмопробойников, установок для прокола грунтов, станков горизонтального шнекового бурения, на стадии проектирования находятся станки с роторным рабочим органом (фирмы «Вирт» и «Вестфалия Люнен»). Разрабатываются установки для прокола грунтов с расширителями и системами направленного ведения.

Стеновые опалубки на металлических рамах. «Tiefbau, Ingenieurbau, Straßenbau», 1982, т. 24, № 2, с. 86, 91—92 (нем.).

В ФРГ получил распространение ряд конструкций сборно-разборных стеновых фанерных опалубок на металлических опорных рамах. Новая конструкция такой опалубки на забивных подпружиненных клиньях создана фирмой «Штайдле».

Комплект сменного рабочего оборудования автопогрузчика. «Tiefbau, Ingenieurbau, Straßenbau», 1982, т. 24, № 2, с. 114 (нем.).

Производятся комплекты быстросменного навесного рабочего оборудования автопогрузчиков мощностью от 30 до 100 л. с., включающие набор ковшей и вилочных подъемников, кран, экскаватор с обратной лопатой и др.

Контейнер-смеситель бетонитовой суспензии. «Tunnel», 1982, № 1, с. 53, ил. 2 (нем., англ.), «Tiefbau, Ingenieurbau, Straßenbau», 1982, т. 24, № 2, с. 114—115 (нем.).

Выпущены контейнеры емкостью 20 м³ для транспортировки бетонитовой суспензии со встроенным лопастным смесителем мощностью 2 кВт.

Тенденции современного тоннелестроения. «Underground Space», 1981, т. 6, № 3, с. 166—170 (англ.).

Определяющей тенденцией тоннелестроения США является комплексная механизация горнопроходческих работ на основе применения роторных комбайнов и щитов. Буровзрывная и немеханизированная проходка применяется в основном в тоннелях малой протяженности. Намечается тенденция к автоматизации щитов и комбайнов, которая в дальнейшем должна усилиться. Увеличивается число женщин в персонале проходчиков. Актуальными стали проблемы техники безопасности и охраны труда в тоннелестроении.

Удлинение линии № 5 Парижского метрополитена. «Tunnels et Ouvrages Souterrains», 1981, № 48, с. 255—261 (франц.).

В Париже сооружается новый участок метрополитена мелкого заложения длиной 3 км с тремя станциями, пролегающий в мергелях и известняках. Проходку ведут в основном открытым способом с ограждением котлованов сваями с набрызгбетонной затяжкой, под защитой временных перекрытий или мостиков котлованов. На отдельных участках применяют способы «стена в грунте» и горный с предварительным химическим укреплением грунтов. Завершить строительство намечено в 1984 г.

Строительство метрополитена в Иокогаме (Япония). «Кэнсэцу-но кикайка», 1981, № 380, с. 33—39 (япон.).

На строящемся в Иокогаме метрополитене (проектная протяженность линий — 67,8 км) участок длиной 3,5 км сооружают при переменном заложении в смешанных песчано-глинистых грунтах. Здесь предусмотрено возвести три метромоста. В зависимости от глубины заложения применяют открытый способ проходки тоннелей с ограждением котлована из буронабивных свай, горный — с боковыми опережающими штольнями и щитовой с использованием немеханизированного щита диаметром 6,6 м. При горном способе работ используют химическое закрепление грунтов, ограждение зоны строительства стенками из буронабивных свай, щитовую проходку дренажного пилот-тоннеля диаметром 2,7 м, защитные экраны из труб диаметром 139 мм. Одну из колонных станций (площадь сечения 205 м²) соорудили горным способом с устройством трубчатого экрана по всему профилю конструкции.

На 1-й и 4-й стр. обложки: В музее Метростроя. Участок открытого способа работ в Москве.

Фото А. Спиранова.

Художественно-технический редактор Е. К. Гарнухин.

Сдано в набор 06.08.82. Подписано в печать 15.09.82. Л-88910. Формат 60×90¹/₁₆. Бумага типографская № 1. Гарнитура новогазетная и литературная. Печать высокая. 4,0 печ. л. 5,78 уч.-изд. л. Тираж 4140 экз. Заказ 2544. Цена 30 коп.

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

Тип. изд-ва «Московская правда», ул. 1905 г., д. 7.

ПРОДОЛЖАЕТСЯ ПРИЕМ ПОДПИСКИ

**на информационный
научно-технический сборник**

МЕТРОСТРОЙ

на 1983 год

На страницах сборника освещаются достижения научных исследований и передовой опыт проектирования и строительства метрополитенов и тоннелей различного назначения в нашей стране, публикуются материалы по эксплуатации отечественных и зарубежных метрополитенов.

Подписка принимается без ограничения общественными распространителями печати, агентствами «Союзпечати» и в почтовых отделениях.

Индекс сборника «Метрострой»
по всесоюзному каталогу
«Союзпечати» — **70572.**

Подписная цена на год —
3 руб. 20 коп.

283

МЕТРОСТРОЙ

ИНДЕКС 70572

ЦЕНА 30 коп.

