

5 1978

МЕТРОСТРОЙ



МЕТРОСТРОЙ

ИНФОРМАЦИОННЫЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ СБОРНИК

5 1978

ИЗДАНИЕ МОСКОВСКОГО МЕТРОСТРОЯ И
ИЗДАТЕЛЬСТВА «МОСКОВСКАЯ ПРАВДА»

В НОМЕРЕ:

Г. Братчун. ПЕРВАЯ ОЧЕРЕДЬ ХАРЬКОВСКОГО МЕТРОПОЛИТЕНА ЗАВЕРШЕНА	1
С. Пономаренко, Г. Сандул. НА БАМе	4
Е. Губенков. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОМПЛЕКСОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ	11
З. Суворова. УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ ПРОДУКЦИИ И СТРОИТЕЛЬНО-МОНТАЖНЫХ РАБОТ НА БАЗЕ СТАНДАРТИЗАЦИИ	15
Г. Рессин. ЧЕЛОВЕК И ПОДЗЕМНОЕ ПРОСТРАНСТВО	16
А. Векслер, В. Коршунов. МЕТРО И ПАМЯТНИКИ ИСТОРИИ	19
П. Васюков, В. Шишканов, А. Федоров. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ КОНСТРУКЦИИ ИЗ БЕТОНА С ДОБАВКОЙ ВОДОРАСТВОРИМОЙ СМОЛЫ	20
А. Кельми, И. Воллер. НАБРЫЗГ-БЕТОН В ПОДЗЕМНОМ ГИДРОТЕХНИЧЕСКОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ	22
А. Ицкович. ПРИМЕНЕНИЕ КЛЕЕННЫХ ДЕРЕВЯННЫХ КОНСТРУКЦИЙ	25
Б. Быков, В. Озеров, М. Озеров. СТАТИЧЕСКИЕ ВЕНТИЛЬНЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ	26
К. Шляпин, Г. Федоров. ПРОХОДКА ТОННЕЛЕЙ В СКАЛЬНЫХ ПОРОДАХ ВО ФРАНЦИИ	29
В. Швандерова. СНИЖЕНИЕ ШУМА И ВИБРАЦИИ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ СКОРОСТНОГО РЕЛЬСОВОГО ТРАНСПОРТА	30

Редакционная коллегия:

В. А. АЛИХАШКИН, А. С. БАКУЛИН, П. А. ВАСЮКОВ,
С. Н. ВЛАСОВ, А. Ф. ДЕНИЩЕНКО, В. М. КАПУСТИН,
Ю. А. КОШЕЛЕВ, А. С. ЛУГОВЦОВ, В. Л. МАКОВСКИЙ,
Б. П. ПАЧУЛИЯ, С. А. ПОНОМАРЕНКО,
В. И. РАЗМЕРОВ, Е. Д. РЕЗНИЧЕНКО, А. И. СЕМЕНОВ,
А. В. СЕМЕНОВ, В. В. ЯКОБС, И. М. ЯКОБСОН

Первая очередь Харьковского метрополитена завершена

Восемнадцатикилометровая линия с тринадцатью станциями — в строю действующих

Г. БРАТЧУН, начальник Харьковметростроя

Трасса первой очереди пересекает город с запада на восток, связывая основные железнодорожные и автобусные вокзалы с центром и крупными промышленными предприятиями.

Первый пусковой участок метрополитена длиной 10,4 км, включающий восемь станций, оборотные тупики и вагонное депо, был введен в действие досрочно, с отличным качеством, к 23 августа 1975 г. — 32-й годовщине освобождения Харькова от фашистских захватчиков.

Второй пусковой участок протяженностью 7,6 км с пятью станциями и оборотными тупиками сдан также раньше срока — в августе 1978 г. Сейчас сооружается вторая очередь метро от центра города к Салтовскому жилому массиву.

При строительстве второго участка выполнен значительный объем работ: проведено горных выработок — 15,1 км, вынуто грунта — 890 000 м³, уложено монолитного и сборного железобетона — 125 900 м³, оклеечной гидроизоляции — 133 300 м². При этом получили дальнейшее развитие технические достижения, внедренные на первом пусковом участке, а также появились новые. Например, при проектировании односводчатых станций открытого типа стали более рационально использовать свободное пространство над камерами вентиляции и

понижительной подстанции в качестве противодутьевых сбоек.

Опорные части свода выполняются из сборных железобетонных блоков заводского изготовления вместо бетонирования пят свода на месте. Это значительно уменьшило трудоемкость работ и исключило установку путевых стен из мелкогабаритных четырехпустотных элементов (поскольку блоки имеют каналы для прокладки кабелей). Новое конструктивное решение позволило сократить количество арматурной стали на 26%, а изготовление сварных пространственных блоков увеличило производительность труда армировщиков на 20%.

Совершенствование технологии и организации труда при сооружении станций дало возможность перейти на поточный метод строительства. Дальнейшее применение получили харьковские крупногабаритные унифицированные сборные железобетонные конструкции на станциях колонного типа открытого способа работ — «Комсомольская», «Индустриальная» и «Пролетарская». Количество типовых размеров изделий на станционный комплекс доведено до 40 (вместо 80 по ТС-85) с весом некоторых до 19,1 т. Коэффициент сборности составил при этом 0,92 (против 0,74 до применения крупногабаритных конструкций), а коэффициент использования кранов ККТС-20 возрос на 40%. Экономия трудовых затрат составила против нормы 2980 чел.дн.

Впервые в Харькове применен механизированный щитовой комплекс КМ-24 со сборной железобетонной обделкой, обжатой в породу.

С помощью этого комплекса в 1976—1977 гг. проложен левый перегонный тоннель длиной 1,3 км между станциями «Комсомольская» и «Имени «Советской Армии». СМП-121 и специалисты Управления и завода-изготовителя замени-

ли непосредственно в забое скребковый транспортер на ленточный, ограничили ход режущего органа и т. д., после чего комплекс работал нормально.

Одновременно с внедрением механизированного щита осваивалось применение сборной железобетонной обделки, обжатой в породу. В соответствии с характером грунтов узел разжатия перенесен в стыки лоткового блока с нормальными, что позволило отказаться от фиксирующего устройства и сократить расход металла. Узел разжатия обделки при проходке с механизированным щитом оказался приемлемым также при работе с немеханизированными агрегатами в сходных условиях, что дает значительную экономию трудозатрат и материалов при монтаже колец за счет полного исключения первичного нагнетания.

Заводом железобетонных конструкций Харьковметростроя освоен выпуск сборной унифицированной железобетонной тоннельной обделки диаметром 5,5—5,1 м в кассетных формах полным комплектом кольца с плоским лотковым блоком. Кассетная форма сконструирована рационализаторами завода и изготовлена в количестве 20 комплектов на машиностроительных предприятиях города в порядке шефской помощи Метрострою. Применение этой формы в три раза повысило производительность труда на заводе по сравнению с изготовлением элементов обделки в одиночных формах, решило проблему обеспечения конструкции одновременно 4—5 работающих забоев, а точные геометрические размеры блоков из кассетных форм позволили быстрее монтировать кольца и применять их для обжатия в породу с немеханизированными щитами. Внедрение кассетных форм — только один пример работы рационализаторов Харьковметростроя на строительстве второго пускового



Схема второго участка первой очереди



ОНИ ЗАВЕРШИЛИ ПЕРВУЮ ОЧЕРЕДЬ ХАРЬКОВСКОГО МЕТРОПОЛИТЕНА

С. Гинтаускас, бригадир изолировщиков

участка, всего же за этот период было внедрено 536 рационализаторских предложений с условным экономическим эффектом — 811,7 тыс. руб.

На втором пусковом участке введен поточный метод строительства. В итоге — ритмичное выполнение каждого вида работ при максимальном их совмещении с другими на данном сооружении, а также комплексное завершение строительства в указанные сроки.

При возведении поточным методом пяти станций открытого типа производились следующие виды работ: выемка грунта с опережением монтажа конструкций на 30—40 м (с учетом использования основной массы вынимаемого грунта на обратную засыпку готовых конструкций); возведение лотков непосредственно за выемкой грунта (на 15—20 м опережало монтаж стен), а затем стен и всех внутренних конструкций станции; монтаж перекрытия или устройство монолитного железобетонного свода (с отставанием на 10—15 м от смонтированных внутренних конструкций); гидроизоляция перекрытия и обратная засыпка. По мере готовности отдельных сооружений станции они передавались под монтаж сантехнических и электромеханических устройств и архитектурно-отделочные работы субподрядным организациям.

При строительстве перегона между станциями основным элементом поточного метода было совмещение проходки перегонных тоннелей с возведением притоннельных сооружений (вентиляционных комплексов, дренажных перекачек и др.). Основные элементы поточного метода —

совмещение и увязка проходки и окончательной гидроизоляции тоннелей (с минимальным отставанием последней от проходки); укладка постоянных путей сразу после готовности участка тоннелей между соседними станциями; организация укладки постоянных путей (со спуском бетона через скважины, пробуренные с поверхности), как правило, без использования временных путей; передача готовых тоннелей под электромонтажные и сантехнические работы.

Организации строительства поточным методом было подчинено оперативно-производственное планирование, планирование работы машин и механизмов и организация материально-технического обеспечения. В результате внедрения поточного метода сроки сооружения станционных комплексов и перегонов сокращены (по сравнению с первым пусковым участком) на 15—20%, фактические трудовые затраты снижены на 20—30%, себестоимость — на 12—15%. Например, среднемесячные темпы проходки перегонных тоннелей второго пускового участка (12 км проходки) на забой составили 101 пог. м. против 70 м на первом пусковом участке.

Большую роль в успехе поточного метода сыграло применение бригадного подряда. На втором участке две станции из пяти и все перегоны сооружались этим методом.

Особых успехов добились бригады: Н. Квитко (станция «Пролетарская»), Л. Тимофеева («Тракторный завод»), А. Помазана и Н. Гендина (перегонные тоннели).

Производительность труда в хозяйственных бригадах на 23—26% вы-

ше, чем у не работающих на подряде. Хозрасчетными бригадами достигнута экономия против расчетной стоимости на 41 тыс. руб., и сроки строительства их объектов значительно сокращены.

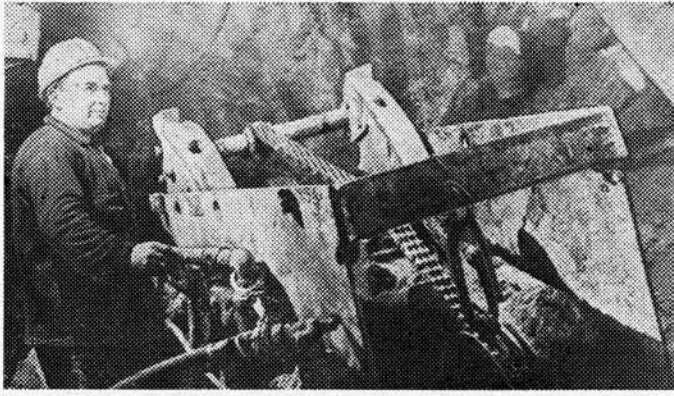
Второй пусковой участок метро сдан с оценкой «отлично». Успехов в решении производственных и социальных задач харьковские метростроевцы добились благодаря постоянному вниманию со стороны городской партийной организации, а также действенному социалистическому соревнованию.

В 1977 г. четыре квартала подряд и первый квартал 1978 г. Министерство транспортного строительства и ЦК профсоюза отмечали наш коллектив как победителя во Всесоюзном социалистическом соревновании.

Регулярно подводятся итоги соревнования на звание лучшего по профессии, лучшей бригады, лучшего участка. Ширится соревнование за коммунистический труд. В него включилось 1800 работников, из которых звания «Ударник коммунистического труда» удостоены 745 человек. Звание «Коллектив коммунистического труда» присвоено 13 бригадам.

Итак, первая очередь — в строю действующих. Ее будет эксплуатировать коллектив метрополитена Харькова, не раз завоевывавший призовые места во Всесоюзном социалистическом соревновании.

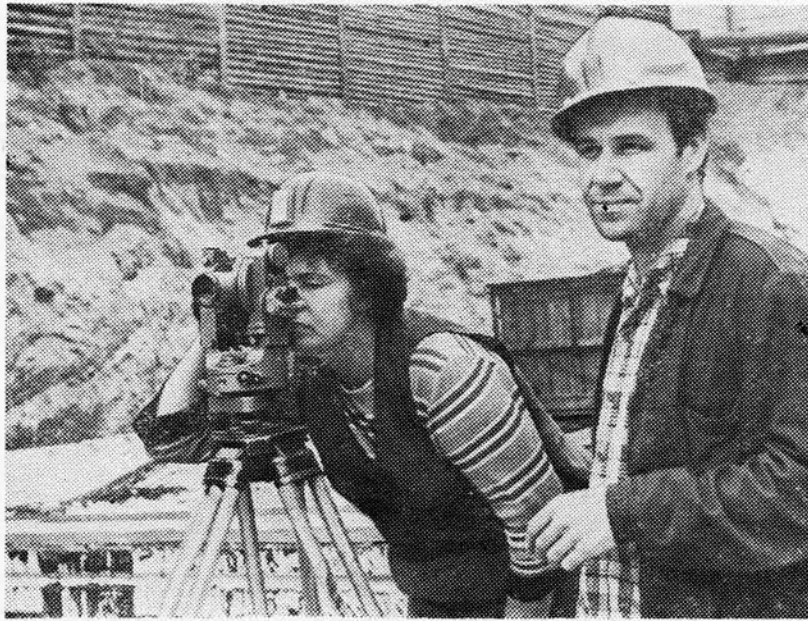
Приняв повышенные обязательства на 1978 г., харьковчане наметили завершить план трех лет пятилетки к годовщине принятия новой Конституции СССР.



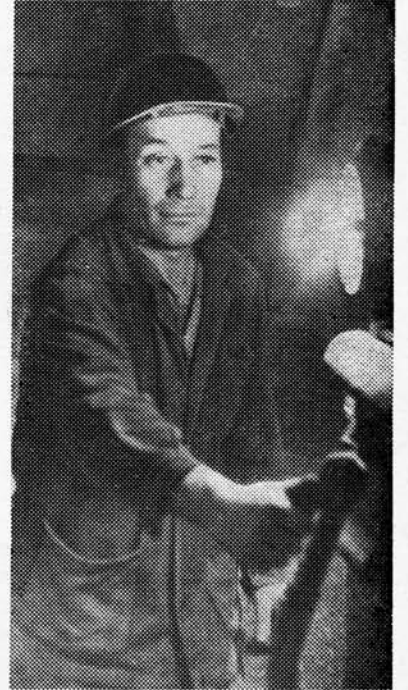
Проходчик К. Елохин на уборке породы



Бригада В. Крамаренко (СМУ-751), осуществившая досрочно одну из последних сбоек тоннеля



Н. Бельчикова и В. Полтавский, маркшейдеры



Проходчик А. Жучков ведет первичное нагнетание за обделку тоннеля



А. Линок, электросварщик



В. Азаренко, электросварщик



К. Маслова, штукатур-изолировщик

На БАМе

С. ПОНОМАРЕНКО, Г. САНДУЛ

Северо-Муйский хребет не подпустил к себе наш вертолет: плотно закутался в облака. И полпути, от Уояна до Западного портала тоннеля, подбрасываемые на выбоинах временной притрассовой автодороги, ехали тайгой. По обочинам — ярко-сиреневые вспышки багульника. А выше в гору, хотя был уже конец мая, лежал снег. На краю просеки показался из чащобы изюбр, через несколько метров чуть ли не из-под колес выскочил заяц. Проехали участок отсыпанного полотна будущей железнодорожной магистрали, подлесок из кедрового стланика и вдруг... бесконечный часток обгоревших сосен. Молния или чья-то небрежность? Природа Сибири не только сурова, но одновременно хрупка, уязвима. Здешние пожары легко становятся верховыми, когда ничто живое спастись уже не может.

Природа и новостройка. С этой проблемой сразу же сталкиваешься на БАМе. Еще по пути сюда, в Иркутске, нам довелось участвовать в ее обсуждении в научном совете Сибирского отделения Академии наук по проблемам БАМа. При невиданных до сих пор темпах и масштабах освоения огромных пространств вопросы охраны окружающей среды приобретают особое значение.

— Речь идет не о том, чтобы оставить природу в неприкосновенности, — говорил заведующий сектором региональных проблем использования естественных ресурсов Эдуард Евгеньевич Дроздовский, — а о разработке таких методов и технологий, которые бы приводили не к истощению природных богатств, а, напротив, способствовали их приумножению.

Вооружить практику научными нормами взаимодействия человека и индустрии с природой — в этом видят свою сегодняшнюю задачу ученые.

Все глубже и глубже вписывается дорога как бы в раскрытую книгу природы, прорезая тайгу. Через три с лишним часа проступило первое живое пятнышко людского присутствия. Несколько рубленых домов образуют поселок Янчукан — деревообделочную базу восемнадцатого тоннельного отряда. Вековечную тишину рассекал звук бензопилы: неподалеку валяли лес.

Во время короткой остановки начальник лесоучастка Николай Михайлович Шкадинов приглашает в красный уголок («досуг в необжитой дали после тяжелой работы — важная вещь») с библиотекой, киноэкраном, бильярдом, шахматами. И осмотреть теплицы на вечной мерзлоте, почву для которых возил за сотни километров. Теперь здесь огурцы, укроп, редиска. Даже цветы зимой, когда снаружи минус пятьдесят семь. Сейчас забота — защитные свитеры от мириадов кровососущих. И челюстной погрузчик — «незаменимая машина».

Есть одно правило у тоннельщиков: если руководитель переезжает на новую стройку, то берет с собой прежнее ядро — несколько человек опытных, проверенных, знающих, не спасающих перед трудностями. В это ядро вошел и Шкадинов. Он рассказывает:

— Строил раньше тоннели Ангрена, Абакан-Тайшета, Артышты-Подобас и метро в Ташкенте вместе с начальником нашего отряда Павлом Ва-

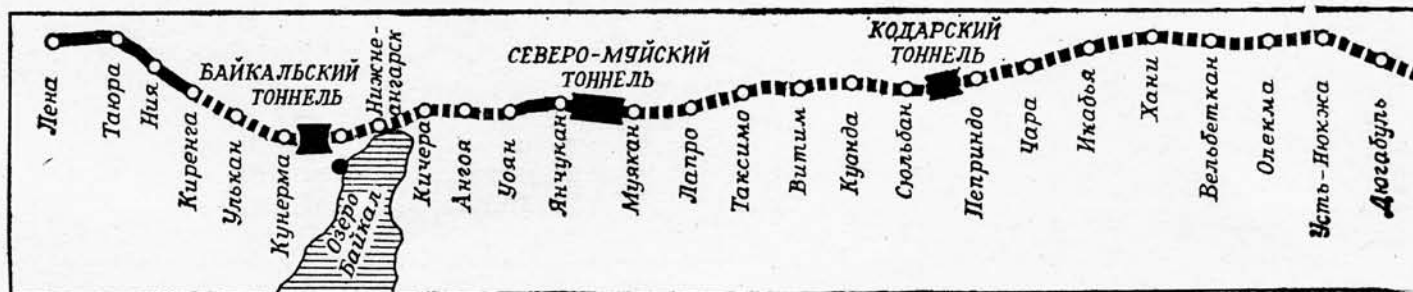
сильевичем Канищевым. И вот год назад раздастся его звонок: «Ну как вы там, не состарились?». Получить сюда приглашение считал честью.

При выезде из Янчукана придорожный щит. На нем броское — «Сильный останется, слабый уйдет». Кому БАМ не подошел или кто не подошел БАМу, здесь не приживется. Тут не спрячешься за широкую спину, не прикроешься пустыми словами. Чтобы выстоять, нужны самые высокие качества.

Поселок Тоннельный, выросший у западного подножья Северо-Муйского хребта в стиснутой сопками котловине, встретил хлопьями снега. Дикие живописные вершины-гольцы венчают крутые скалы. Гонимые с Байкала облака подолгу задерживаются на них. Кто-то сетует: «Ходят и ходят по кругу. Вот на восточном портале температура всегда градусов на десять выше».

Слева шумит порожистый Ангаркан, местами скрываясь под вздувшимися сугробами. Справа, вскидывая кузова, с грохотом ссыпают грузы многотонные оранжевые самосвалы. Экскаваторы, бульдозеры, краны — все выкрашено в этот признанный оптимальным современной промышленной эстетикой цвет.

У Тоннельного уже есть прошлое — одиночные жилые вагончики, обшитые брусом. В поселке сборно-щитовые дома. Есть и двухэтажное здание — здание Управления, выстроенное по типовому проекту в стиле сибирской деревянной архитектуры. От дома к дому, делая прямоугольные повороты, тянется в деревянных коробах теплотрасса (ее не заглубить в условиях вечной мерзлоты). На рабо-



ту ездить не нужно: до тоннеля рукой подать. К нему ведет 250-метровая крытая галерея — защита от здешних морозов, еще хранящая душистый запах строительного материала.

И вот она — «М» над порталом уникального пятнадцатикилометрового сооружения. В скалу врубаются два тоннеля: основной и разведочная транспортно-дренажная штольня. Диаметр первого — восемь с половиной, вторая равна в сечении перегону метро.

Хребты Северного Забайкалья — это горные образования, насчитывающие свыше двух миллиардов лет (что дало основание назвать эту область «древним теменем Азии»), и одновременно молодые осадочные отложения. Северо-Муйский тоннель строится в сейсмоактивной, так называемой рифтовой зоне; в 1959 году здесь зафиксировано землетрясение в 10 баллов. Древние горы «дышат». Следы этого дыхания уже на притоннельной стройплощадке: частые валуны, вздыбившиеся кристаллические глыбы, раздробленные на множество блоков.

— Редкостная гидрогеология, — говорит наш гид, земляк Александр Александрович Тюрин, исполняющий обязанности главного инженера. — За двадцать лет не видел ничего подобного. На первых ста метрах тоннеля трижды меняли технологию и организацию работ. Песок с крупными включениями сменил сначала вечномерзлый песчаник, потом сильно-трещиноватые гранито-гнейсы. Ожидаются агрессивные термальные воды.

Входим в глубь. Своды порталного участка охватили мощные чугунные кольца. Дальше — крепь из усиленных железобетонных тубингов. Их монтировали, выбирая породу буквально щепотками: валуны, рассыпанные по контуру выработки, грозили прийти в движение, по образному сравнению Павла Васильевича Канищева, как шары в спортлото. От

дробления камней взрывчаткой, во избежание обвалов неустойчивой кровли, пришлось отказаться. Выручал гидроклин. Проходку щитом на протяжении пятидесяти метров вели так, чтобы контур разрабатываемой калотты был вне контура агрегата. Заводили за верх щита лонгарины, что, естественно, не способствовало скоростям, но обеспечивало безопасность.

Следующие восемьдесят колец уложены на вечной мерзлоте. Участок шли буровзрывным способом. Трудности? Подаваемая горячая вода размывала шпур. Приходилось прочищать их перед заряданием.

Темный забой, поблескивающий кварцитом, испещрен трещинами. Взрыв хорошо обнажил тектонику разлома. Здесь, на 164-м кольце, под защитой собственной оболочки демонтировался щит. Очередной геологический «каприз» — требование новой технологии.

— Теперь «пойдем на анкерах», зрелором. Переоборудуем тубингоукладчик для возможности откатывания от взрыва, — пояснил Тюрин. — С его выдвинутых площадок одновременно можно обуривать верхнюю часть забоя. Ручные перфораторы заменим высокопроизводительными СБУ-2. И, думаю, дадим скорости.

Штольня повторяет «в миниатюре» (верхнее, наоборот, она опережает, большой тоннель повторяет) все воплощаемое разнообразие способов, приемов, материалов, форм. Она ушла сейчас, примерно, вдвое дальше в твердь горы. Свежеуложенный отрезок трассы в монолитном бетоне. Передвижную металлическую опалубку и пневмобетоноподатчики доставили из Москвы.

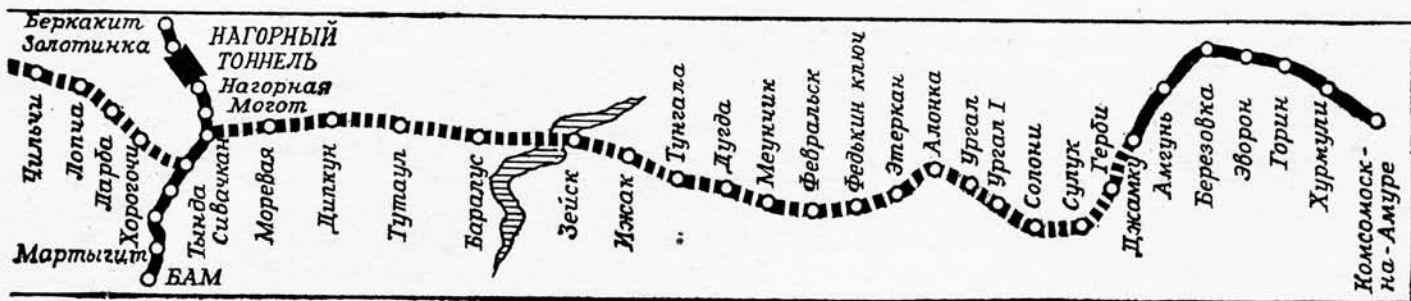
В забое — гул буровой рамы японской фирмы «Фурукава». Варьируя тремя манипуляторами, установка напористо врывается в скалу. Погрузка и транспортировка породы в тоннеле осуществляются отечественной техникой. Машины ПНБ-3к непрерывного действия с загребующими

лапами убирают разрушенную кусковую массу, перемещаемую в универсальные саморазгружающиеся горные вагонетки емкостью до десяти кубов. В днище их встроены цепной транспортер. А в припортальной части породу принимают вместительные автовозы.

Если мы говорим о стройке века, а так оно и есть, то ей — и средства века, и стиль, и методы века. Тоннельщикам БАМа доверены лучшие образцы современной отечественной и зарубежной горнопроходческой и дорожно-строительной техники. Мощные электростанции на автоходу, передвижные компрессоры производительностью 50 кубометров в минуту, бульдозеры мощностью до 310 лошадиных сил, гидравлические экскаваторы с ковшем емкостью в полтора куба, гусеничные краны грузоподъемностью 63 тонны, проходческие щиты, буровые каретки на пневмо- и рельсовом ходу, станки разведочного бурения из забоя, извлекающие керн из скважин глубиной до 250 м... Грамотная и эффективная эксплуатация этой техники требует высокого профессионального мастерства. На БАМе действует техшкола с филиалами в Нижнеангарске и Северобайкальске.

В восемнадцатом тоннельном отряде наибольший трудовой подъем в бригадах проходчиков Бударова и Кожемякина, монтажников Лепеева, плотников — Майбороды, бетонщиков — Гуринова и многих других. Метростроевцы Москвы, Харькова и Ташкента, шахтеры из Ворошиловграда, приехавшие на стройку, значение которой понятно каждому, уже могут видеть результат: он исчисляется трудными погонными метрами горного хребта, куда трасса БАМа выйдет самым протяженным тоннелем.

На восточном его портале мы еще застали врезку щита. Ветеран-агрегат Ц-15, привезенный с линии Краснодар — Туапсе, «осваивался» на новом месте, к тому времени оставив за собой шестнадцатое кольцо. У входа



в большой тоннель два могучих упора — «быка» из железобетона, заглубленных на два с половиной метра. Вверху — металлические раскосы из двутавровых балок (проектировщики предложили «несерьезные» заплечики). Забой предстал разнопородными уступами крупнозернистого и мелкого песка. А вот два колышка, между которыми должна уйти шельга свода. Месяц назад в торжественной обстановке об оболочку щита разбили шампанское, как о борт корабля в начале пути. Счастливого «плаванья»!

Тоннельный отряд № 11, работающий на восточном портале, — в самой отдаленной точке Бурятского участка БАМа. Нигде так язвительно не ощущаешь понятие «расстояние», как в Сибири. Когда летишь над ней и видишь, как раскручиваются бесконечные ленты рек, расправляются бесчисленные складки гор, расстилается бескрайняя синь Байкала. Или едешь грузовиком и все разворачивается и разворачивается перед тобой дорога... От конечной железнодорожной станции Усть-Кут на Лене до поселка Северо-Муйский 600 километров. Чтобы преодолеть оторванность и наладить снабжение, первоходцы одиннадцатого отряда рубили просеку под автотрассу, соорудили взлетно-посадочную полосу для АН-2, и авиалиния связала стройку с Байкалом. Позади десанты в глухомань, выбрасываемые вертолетами и вездеходами на Даван, мыс Курлы, в Уоян, Тазы для создания перевалочных баз, обустройства поселков и промплощадок. От отряда «отпочковывались» по пути новые подразделения: в апреле 1975 года — двенадцатый тоннельный (сейчас штурмующий с востока Байкальский хребет) и в феврале нынешнего — восемнадцатый отряды.

— Мы все время делимся, — улыбается начальник ТО № 11, ленинградец Сергей Алексеевич Смирнов. — Вот и опять часть нашего коллектива вливается в формируемый двадцать второй отряд. Готовим очередное пополнение. Ведь завершается сооружение шахтных стволов, растёт число встречных забоев.

Идет счет первых метров проходки. На 136-м метре штольни щитом ЦН-1с зашли под мощный пласт пльвуна. Пльвун в скале... Разрушенные кристаллические породы, перетертые до состояния песка, при вскрытии подземных вод приобретают пльвунные свойства. По каскам и спинам барабанят довольно увесистые капли «дождя» и начисто смывают

чернила в блокноте. Приток термальных вод до двухсот кубов в час. Температура окружающих пород плюс 26 градусов.

Главный инженер ТО № 11 Арий Евгеньевич Птушкин тоже с ленинградского метростроя. Должно быть, поэтому железобетонную рубашку, обойму в тоннеле устраивали, как при покорении знаменитого размыва близ «Площади Мужества» на Кировско-Выборгской линии.

Склон горы, прорезаемый штольней, опутали трубы водопонижения.

— Геологическая разведка предсказывала крупнозернистый песок, — замечает Птушкин, — а на этом участке встретился пылевидный. Фильтры засасывали пульпу, образуя воронки, выводя насосы из строя. Пришлось менять конструкцию и шаг скважин. Однако не хватает труб для наращивания системы осушения.

Перебои в снабжении, к сожалению, не редкость. Ленинградский же завод ЖБК умудрился поставить вообще негодные тюбинги. Нет, не по пути в семь тысяч километров образовались сколы вокруг болтовых отверстий: на изделиях красное заводское клеймо — «брак».

Отправляя продукцию за тридевять земель, иным начинает казаться, что «БАМ все спит». Нет, БАМ ничего не спит, он, напротив, скорее спросит.

Поселок Северо-Муйский весь в соснах — это его особенность. Создатели многих других поселков деревья вырубали — при строительстве это проще всего, не нужно прикидывать, как развернуться крану или подъехать машине. И улицы поименованы: Комсомольская, Тоннельщиков... За клубом рокошет, перекачивая камни, речка Муякан («кан» — сын, приток Муи), а над обрывом, будто облепленные мотыльками, яркие кусты багульника. Радостное, солнечное впечатление. На стендах, стенах домов — плакаты: «Бамовское — значит отличное», «Каждому механизму — максимальную производительность», «Я — хозяин стройки», «Поддержим начинание ТО № 12: природе БАМа — нашу заботу». Тон задают молодые строители. Им и беречь красоту и силу здешних мест.

Экран показателей социалистического соревнования отражает картину трудового соперничества. Впереди сегодня проходческие бригады, руководимые Петром и Евгением Четверниными, коллективы электросварщиков В. Барта, плотников Б. Балданова,

бурильщиков А. Гурбенкова. Бригада Евгения Четвернина первой на БАМе поддержала Всесоюзное движение «За право называться коллективом имени 60-летия Великого Октября» и добилась этого высокого звания. Право носить его заслужил сейчас весь коллектив одиннадцатого отряда. В этом году комсомольско-молодежная бригада Валерия Богданова стала инициатором почина «Каждому ордену ленинского комсомола — двухмесячник ударного труда».

На БАМе все впечатляет: и объем работ, и энтузиазм строителей, и техническое оснащение, и сложность инженерных сооружений.

Уезжая с Северо-Муйского, мы не могли миновать величавые вышки шахтных стволов в суровом обрамлении гор и не заглянуть во время пересменки (так пришлось) в один из этих грандиозных колодцев: в головокруглительной глубине, раскрывшись лопастями, уткнулся в широченное дно грейфер. Касаясь боков чугунной крепи, ритмично покачивалась подвесная лестница, реагируя, как маятник Фуко, на вращение Земли.

А потом был Байкальский тоннель с его гранодиоритами девятой категории («не успевали менять лапы уборочной машины — порода, как наждаком, съедала»), обильными напорными водами (если на восточном портале вскрываемая проходкой «подземная река» устремляется под уклон к забою, то на западном — благополучно выносится к устью тоннеля), искусной технологией набрызг-бетона и скоростями, перевалившими в этих условиях за сто погонных метров в месяц (участок № 1 девятнадцатого отряда)... Управление Бамтоннельстрой в Нижнеангарске, там, где кончается Байкал, определяющее пульс стройки и ступок ее возможностей, с людьми, живущими в полный накал, изъездившими и налетавшими к своим разбросанным объектам тысячи и тысячи километров... Научно-исследовательская лаборатория ЦНИИСа и недавно созданный перспективный Бамтоннельпроект в Северобайкальске: новизна проблем, выдвигаемых стройкой века, требует масштабных и разносторонних исследований.

Впереди — Кодарский тоннель — к нему нет еще никаких подходов — в самой высокой точке Станового нагорья и четыре Мысовых вдоль озера Байкал, в каменной его чаше. Великая Сибирская магистраль, открывающая второй путь к океану, строится. □

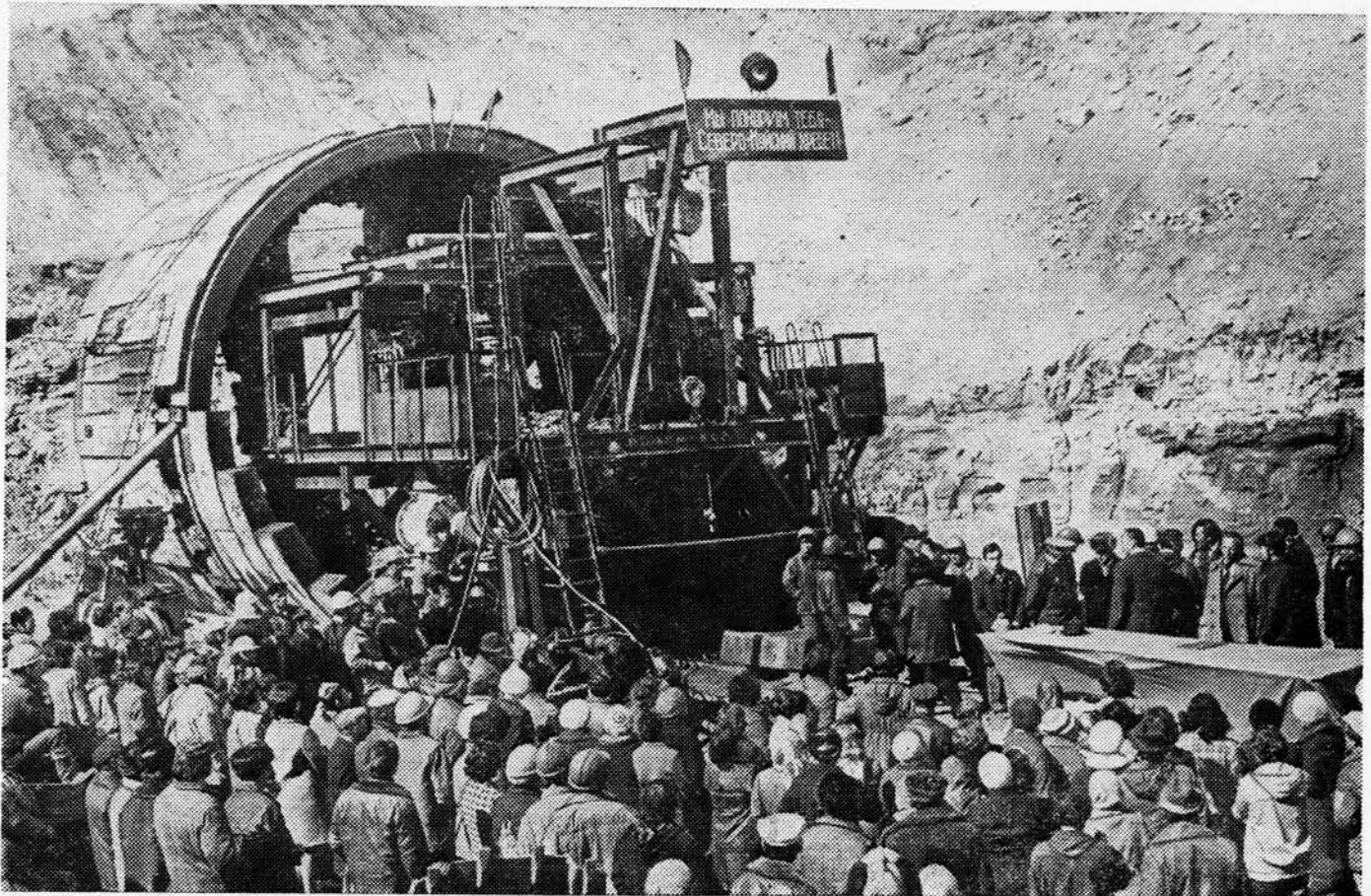
ИЗ ФОТОХРОНИКИ СТРОИТЕЛЬСТВА БАМа



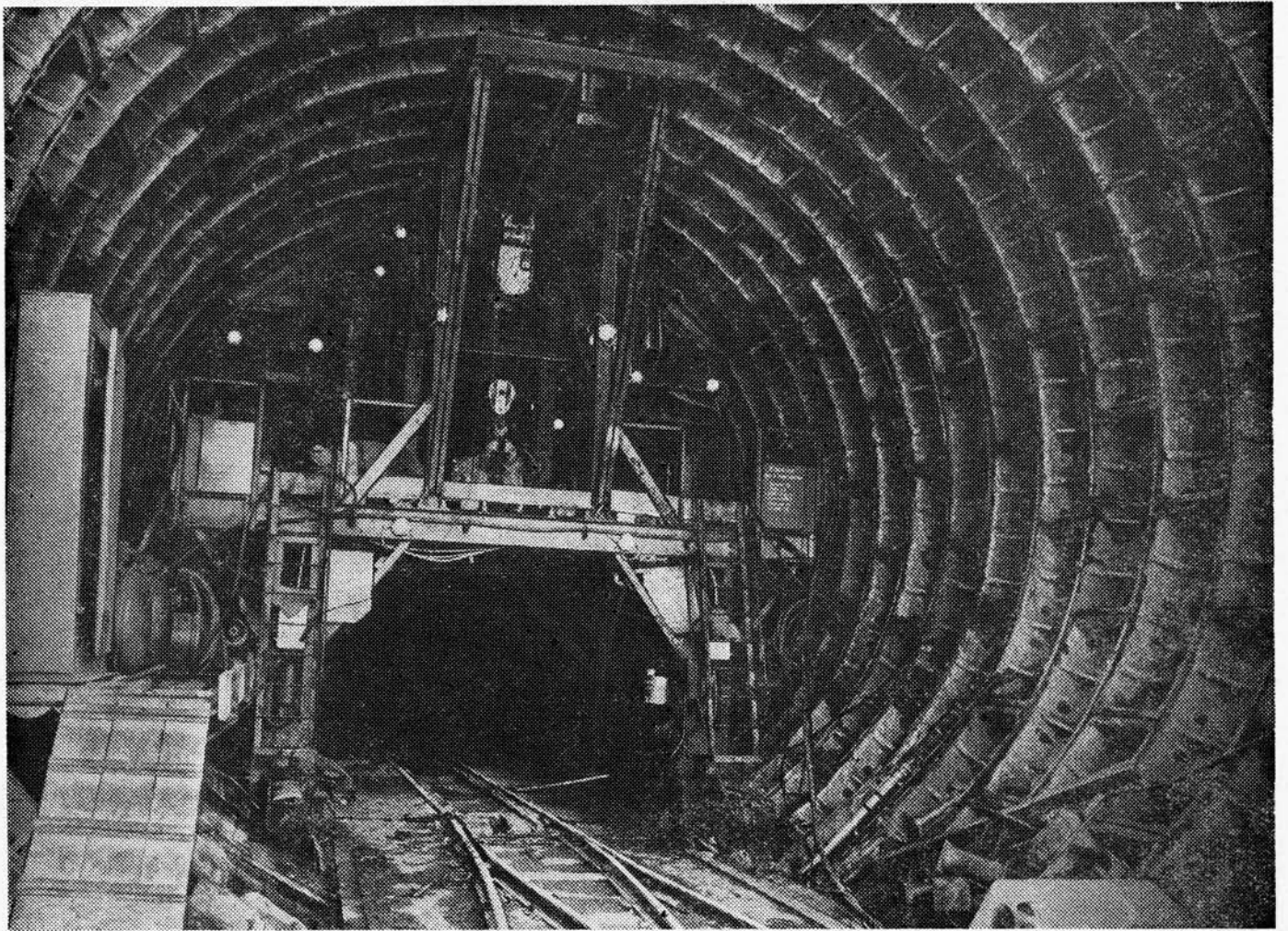
Заместитель министра транспортного строительства Н. И. Литвин и начальник Главтоннельметростроя Ю. А. Кошелев среди строителей БАМа



Строители западного портала Северо-Муйского тоннеля (слева направо): проходчик А. Лепешкин, крановщик А. Хабаров, проходчик В. Сарклян, начальник участка А. Степанов, В. Строганов

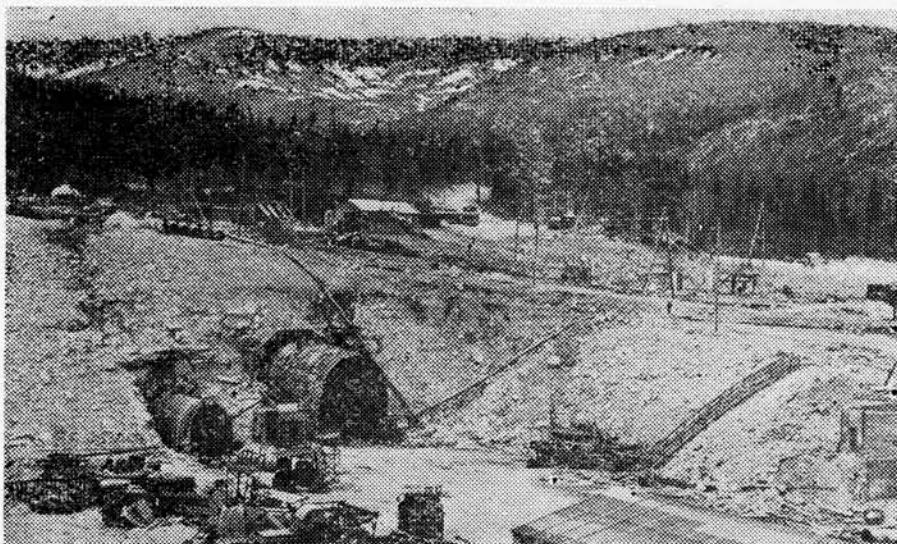


Митинг, посвященный пуску щита диаметром 8,5 м. (восточный портал Северо-Муйского тоннеля)



Тоннель, прокладываемый в Северо-Муйском хребте

ИЗ ФОТОХРОНИКИ
СТРОИТЕЛЬСТВА
БАМа



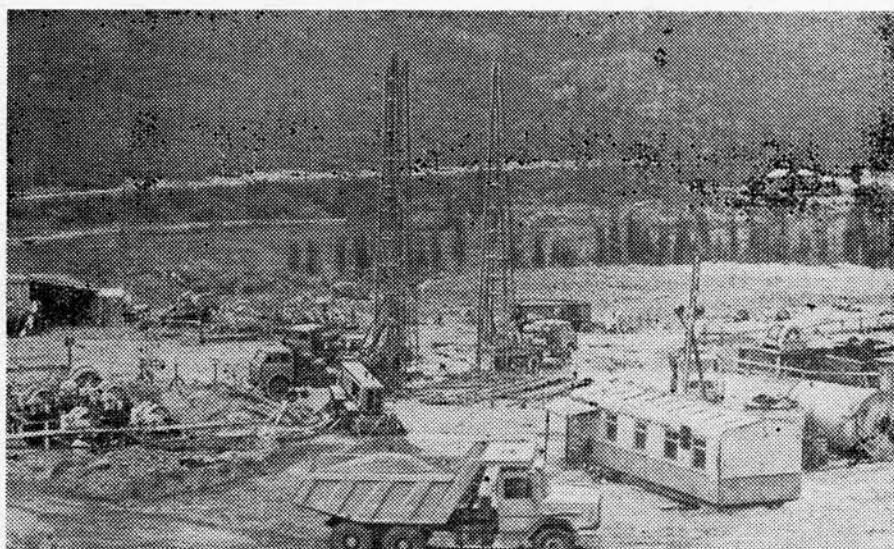
Восточный портал Байкальского тоннеля



Поселок тоннельщиков Северо-Муйский

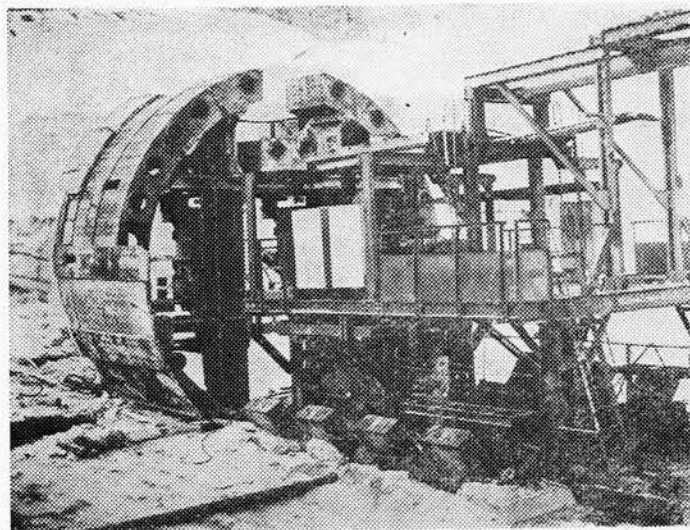


Путевой «обходчик»

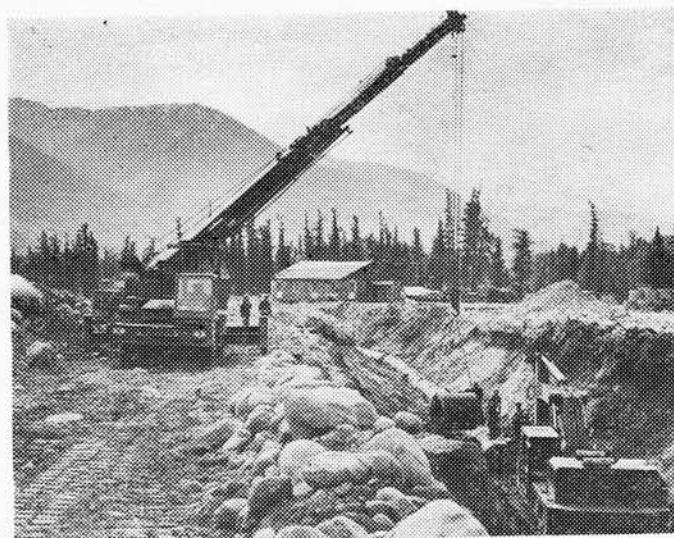


Строительная площадка ствола № 2 Северо-Муйского тоннеля

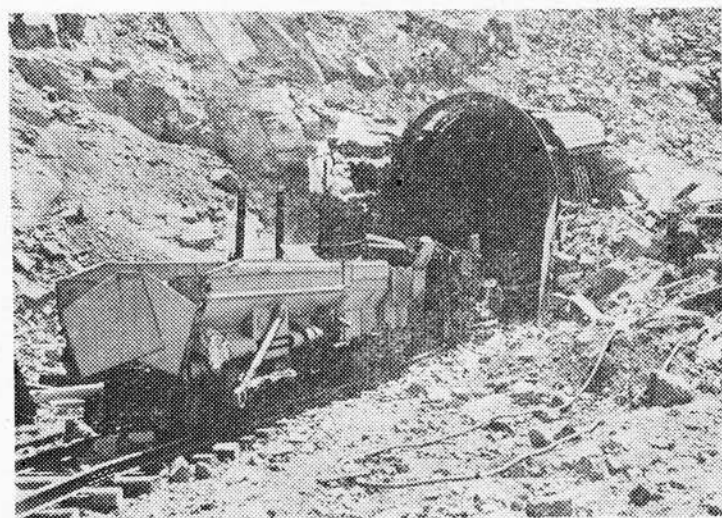
ТЕХНИКА НА БАМе



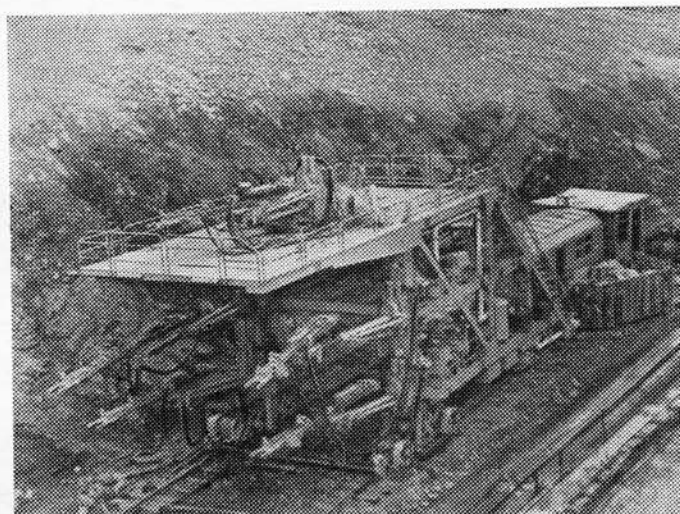
Проходческий щит в монтаже



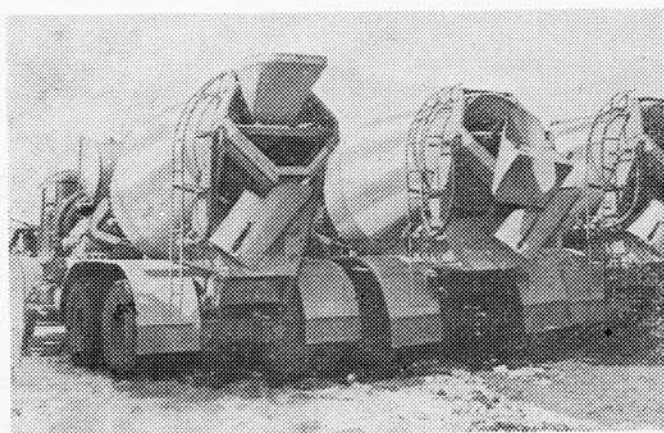
Автокран грузоподъемностью 30 т



Вагонетки с донным конвейером емкостью до 10 м³



Буровая рама фирмы «Фурукава»



Пневмобетоноподатчики на автоходу



МОАЗ

Совершенствование комплексов технологического оборудования

Е. ГУБЕНКОВ, канд. техн. наук

В нашей отрасли предпринимаются постоянные и всевозрастающие усилия для создания механизированных щитов. Но проблема решена пока для наиболее благоприятных условий проходки: устойчивые забой с однородными мягкими породами прочностью на сжатие до 100 кгс/см². В истекшей пятилетке механизированные щитовые комплексы применили на строительстве трех метрополитенов. В Ленинграде средние темпы сооружения перегонных тоннелей механизированными щитами Л-1 и КТ-1-5,6 составили 125 м/месяц*, в Киеве по однородным вязким спондиловым глинам прочностью на сжатие не более 25 кгс/см² агрегатом ЩМР-1 пройден участок со скоростью 166,5 м/месяц. В Москве на отдельных отрезках перегонных тоннелей мелкого заложения в песчаных грунтах применили механизированные щиты с рассекающими площадками. Средняя скорость сооружения с монолитно-прессованной обделкой щитом ТЩБ-7 составила 68,3 м/месяц, а со сборной, обжатой в породе, щитом ЩМ-17 достигла 80,5 м.

В менее благоприятных горно-геологических условиях с перемежающимися породами сооружение тоннелей на семи строящихся метрополитенах осуществляли традиционными способами. На мелком заложении и в забоях с неустойчивыми грунтами тоннели возводили щитовым способом с разработкой пород вручную. На глубоком — широко применяли горный способ. Наилучший результат проходческим щитом получен в Харькове — 200 м в месяц. В Ташкенте горным способом с разработкой лессовых пород вручную достигли 152 м. И все же средние темпы сооружения перегонных тоннелей оставались низкими.

В этой пятилетке предстоит проложить 130 км перегонных тоннелей в однопутном исчислении закрытым способом, из них 75 км глубокого заложения будут сооружены горным

способом. Повысить темпы можно не только за счет создания и внедрения новых конструкций механизированных щитов, но также и усовершенствованием существующего парка*.

Для выявления важнейших объектов модернизации целесообразно применить методы системного анализа, чтобы максимально учесть всю сложность сооружения тоннелей горным способом. Схема производства работ представляется так. Забой разрабатывают на полное сечение заходками в один метр буровзрывным способом или вручную. По мере выемки породы или оборки контура после взрыва устанавливают облегченную инвентарную крепь. Эти работы выполняют с выдвигаемых площадок. Кольцо обделки собирают рычагом блокоукладчика. Элементы конструкции подают под захватывающее устройство на специальных блоковозках. Перед сборкой сводовой части кольца разбирают инвентарное крепление кровли и складывают его элементы на верхней площадке. Погрузку производят ковшовой машиной. Подача порожняка, откатка вагонеток, а также транспортирование блоковозок осуществляются вручную.

В комплекс оборудования головным агрегатом входит блокоукладчик, тележка для нагнетания раствора и прицепные технологические платформы. Весь комплекс перемещается на забой шагающим механизмом. Несмотря на многодельность работ, горный способ проходки получил масштабное применение из-за высокой эксплуатационной надежности оборудования и приспособляемости к постоянно изменяющимся горно-геологическим условиям. Комплексы оборудования для сооружения тоннелей другими способами более сложны в конструктивном исполнении и менее надежны, так как включают в себя еще обычный или механизированный щиты.

Проходка перегонного тоннеля горным способом без щита с применением блокоукладчика впервые примене-

на на строительстве Кольцевой линии Московского метрополитена. В IX пятилетке около 55% перегонных тоннелей сооружены этим способом. Совершенствование комплексов оборудования может быть выполнено новыми высокопроизводительными машинами и использованием более прогрессивных конструкций специфического для отрасли технологического оборудования (рис. 1).

Для предварительной оценки целесообразности модернизации проведем исследование трудоемкости операций, выполняемых при сооружении метра тоннеля горным способом. Воспользуемся ЕНиР на строительные, монтажные и ремонтно-строительные работы, где учтен передовой опыт и продифференцированы условия их выполнения в зависимости от категории грунта и применяемого оборудования (табл. 1). Принимая во внимание, что забой, сложенный из однородных и неизменяющихся по трассе пород, встречаются редко, введена специальная графа с перемежающимися грунтами III—VIII категории. В первом приближении считаем, что они представлены в равных пропорциях. Такой забой позволяет детерминировать изменяющиеся условия и нагляднее представить трудоемкость каждой операции. Ранжируя их по трудоемкости, получим следующее распределение:

- разработка грунта — 36,63%;
- первичное нагнетание раствора за обделку — 19%;
- погрузка и откатка породы в зоне забоя — 14,34%;
- временное крепление свода и лба забоя — 10,9%;
- монтаж кольца железобетонной обделки — 9,16%;
- передвижка комплекса оборудования — 3,18%.

Как и следовало ожидать, разработка пород забоя в перемежающихся грунтах III—VIII категории наиболее трудоемка. Рассмотрим два альтернативных решения модернизации про-

* См. «Метрострой», № 3, 1976 г., стр. 2.

* «Метрострой», № 6, 1977.

ходческого комплекса за счет применения выпускаемых бурильных установок и проходческих комбайнов.

Модернизация бурового оборудования. Представим себе, что вместо легких пневматических перфораторов ти-

па ПР-18л, ПР-30к проходческий комплекс оснащен бурильными установками с манипуляторами и автопо-

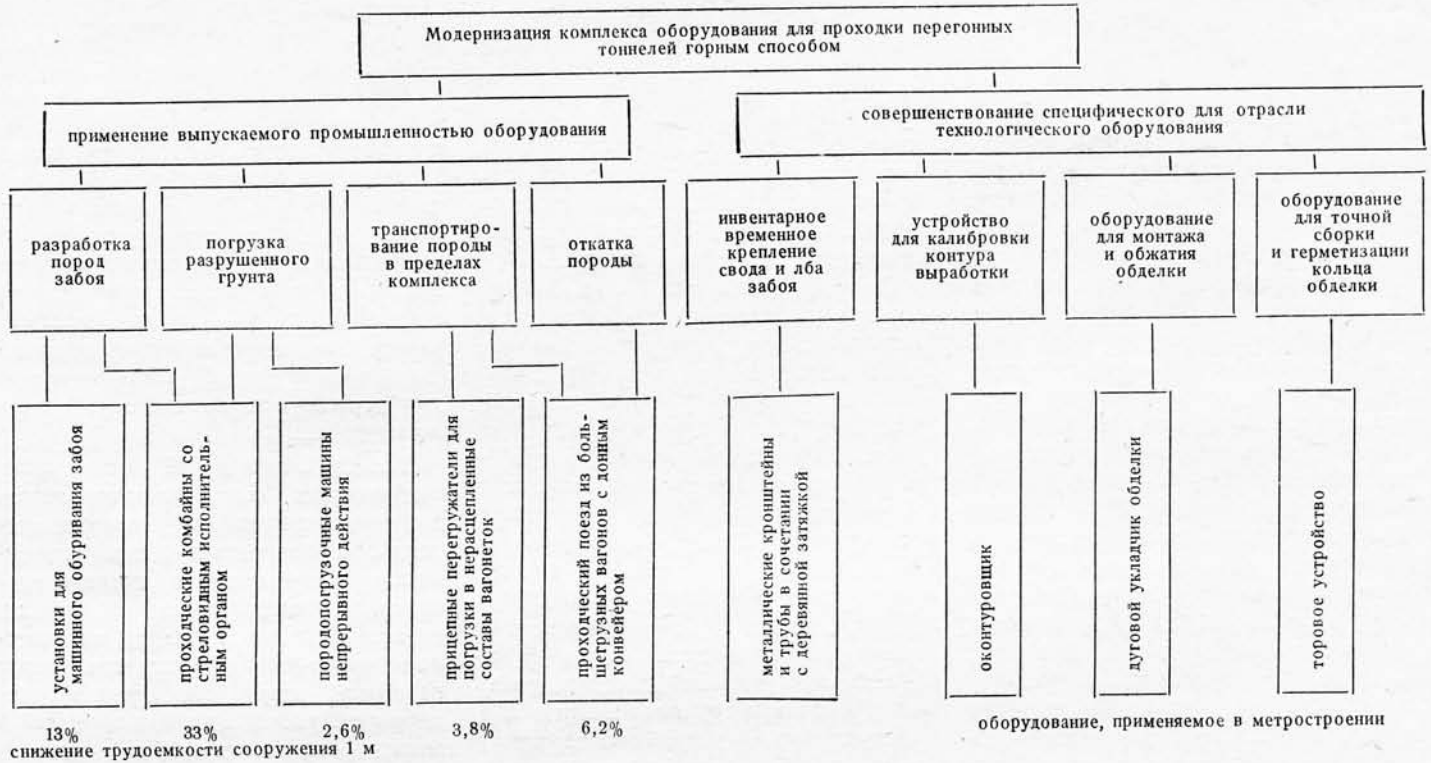


Рис. 1. Классификация основных направлений модернизации комплекса технологического оборудования для проходки перегонных тоннелей горным способом.

Таблица 1

Трудоемкость основных работ проходческого цикла, чел.-час.

Виды работ	ЕНиР 36-2	Объем на 1 м	Ед. изм.	Категория грунта						Пере-жающиеся грунты III-VIII категории
				III	IV	V	VI	VII	VIII	
Разработка грунта отбойными молотками	40 табл. 3	23,38	м ³	14,96	—	—	—	—	—	—
Разработка пород боровзрывным способом с бурением шпуров перфораторами	40 табл. 2 117 и 119	23,38	м ³	—	14,21	19,64	27,12	37,4	48,62	26,99
Погрузка породы и откатка вагонеток в зоне забоя	42	23,38	м ³	8,58	8,58	9,99	11,32	13,61	13,61	10,57
в том числе:										
погрузка породы машиной ППМ-4э в вагонетки 1,5 м ³	117	23,38	м ³	4,84	4,84	5,9	6,18	6,18	8	5,99
откатка породы в вагонетках вручную в зоне забоя	119	23,38	м ³	3,74	3,74	4,09	5,14	5,14	5,61	4,58
Временное крепление обгеченной инвентарной крепью	42	1	м	8,03	8,03	8,03	8,03	8,03	8,03	8,03
в том числе:										
Установка и разборка 6 крошительнов и 8 м ² марчеван		1	м	3,35	3,35	3,35	3,35	3,35	3,35	3,35
крепление и разборка лба забоя (трубу укладывают в лунки)		1	м	4,68	4,68	4,68	4,68	4,68	4,68	4,68
Монтаж железобетонной обделки блокоукладчиком	51	1	м	6,75	6,75	6,75	6,75	6,75	6,75	6,75
Передвижка блокоукладчика 0,26 маш.-час. (бригада 9 чел.)	78	1	м	2,34	2,34	2,34	2,34	2,34	2,34	2,34
Обслуживание блокоукладчика	51	1	м	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Первичное нагнетание раствора за обделку:	104	1	м	11,69	11,69	11,69	15,16	15,16	15,16	14
в породах III-V категории	22,7 м ³									
VI-VIII	3,5 м ³									
Итого		1	м	53,85	53,1	59,94	72,22	82,5	96,01	70,18
Общая трудоемкость, включая неучтенные работы (5%)		1	м	56,54	55,76	62,94	75,83	86,62	100,81	73,69
Нормативная скорость сооружения тоннеля бригадой из 9 чел. при трех сменах и 22 рабочих днях в месяце				73,4	74,4	65,9	54,7	47,9	41,2	56,3

Производительность комбайна 4ПП-2 по разрушению грунтов III—VIII категории

Категория грунта	III	IV	V	VI	VII	VIII	III—VIII
Коэффициент крепости пород по шкале М. М. Протоdjяконова . . .	0,8—1	1—1,5	2—3	4	6	7—9	0,8—9
Показатель контактной прочности, кгс/мм ²	—	—	6,9—13,4	21,8	43,8	55—83,6	—
Производительность комбайна, м ³ /час.	91,7	91,7	91,7*	54,8**	27,3	21,3—13,3	60,4
Продолжительность разработки пород забоя на заходку в 1 м, час. . .	1,18	1,18	1,18	1,52	2,38	3,37	1,8
Трудоемкость разработки пород забоя на заходку в 1 м, чел.-час. . .	2,36	2,36	2,36	3,04	4,76	6,74	3,61

* ограничение производительности комбайна по вылету резцов при частоте вращения фрезы 77 об/мин.
 ** ограничение производительности комбайна по вылету резцов при частоте вращения фрезы 46 об/мин.

датчиками. Ожидаемое нормативное уменьшение затрат труда (ЕНиР 32-2-40) для перемежающихся грунтов составит 13,52 чел.-час. Реализация данного предложения потребует увеличить призабойное пространство для размещения конструкций манипуляторов и автоподатчиков минимум на 3 м, для чего необходимо сначала отодвинуть, а затем вернуть в исходное положение комплекс оборудования. Трудоемкость операций (ЕНиР 36-2-78) составляет 14,04 чел.-час. и превышает ожидаемую экономию за счет машинного обуривания. Чтобы снизить трудоемкость перемещения оборудования, необходимо изменить конструкцию блокукладчика, выполнив его по типу буровой рамы. В таком случае (ЕНиР 36-2-81) трудоемкость перемещения буровой рамы на 60 м уменьшится до 3,96 чел.-час. Итоговый эффект составит 9,56 чел.-час., или 13% от общих затрат на метр тоннеля.

Модернизация комплекса оборудования за счет применения проходческого комбайна. Из серийных проходческих комбайнов со стреловидным исполнительным органом практический интерес для возведения перегонных тоннелей метрополитена представляет породопроходческий 4ПП-2. Техническая характеристика комбайна не позволяет прямо судить о его производительности по разработке забоя с перемежающимися грунтами III—VIII категории.

Производительность исполнительного органа по их разработке определена методикой*, предусматривающей оптимальное использование силовых,

энергетических и кинематических параметров, исходя из предположения, что нагрузка на режущий инструмент не должна превышать допустимой величины по его прочности. Учтено также: в установившемся режиме работы комбайна на его исполнительном органе будут находиться резцы с различной степенью износа. При разработке мягких пород, не позволяющих полностью использовать мощность двигателя, учтено ограничение производительности вылетом резцов относительно корпуса фрезы. Результаты расчета представлены в табл. 2. Здесь приведена продолжительность работы комбайна с учетом коэффициента использования машинного времени, равного 0,5, и затрат на подготовительно-заключительные операции — 40 мин. Расчетные значения трудоемкости разработки и отгрузки породы оказались близкими к нормативным величинам на проходку метра тоннеля механизированными щитами (ЕНиР 36-2-35).

Так как при разработке комбайном породы забоя одновременно произво-

дится и ее погрузка, ожидаемое снижение трудовых затрат в перемежающихся грунтах составит 29,37 чел.-час., или 40%, что свидетельствует о целесообразности включения в комплекс оборудования комбайна 4ПП-2. Оценим техническую возможность размещения комбайна. Портальный проем блокукладчика ТУ-1Гп позволяет разместить его внутри несущей конструкции, если уровень проезжей части платформы поднять на 30 мм (рис. 2). Комбайн сможет разработать породу в лотке ниже опорной поверхности гусениц на 280 мм и оставит целик высотой 370 мм. Если применить обделку с плоским лотком, как это сделали на строительстве перегонного тоннеля в Ереване, то высота уменьшится до 120 мм. Недобора породы не будет при наклоне блокукладчика хвостовыми гидроцилиндрами на 150 мм (в пределах зазора между обделкой и выдвигными балками).

Горизонтально установленный рычаг ограничивает возможность подъема фрезы стреловидного исполнитель-

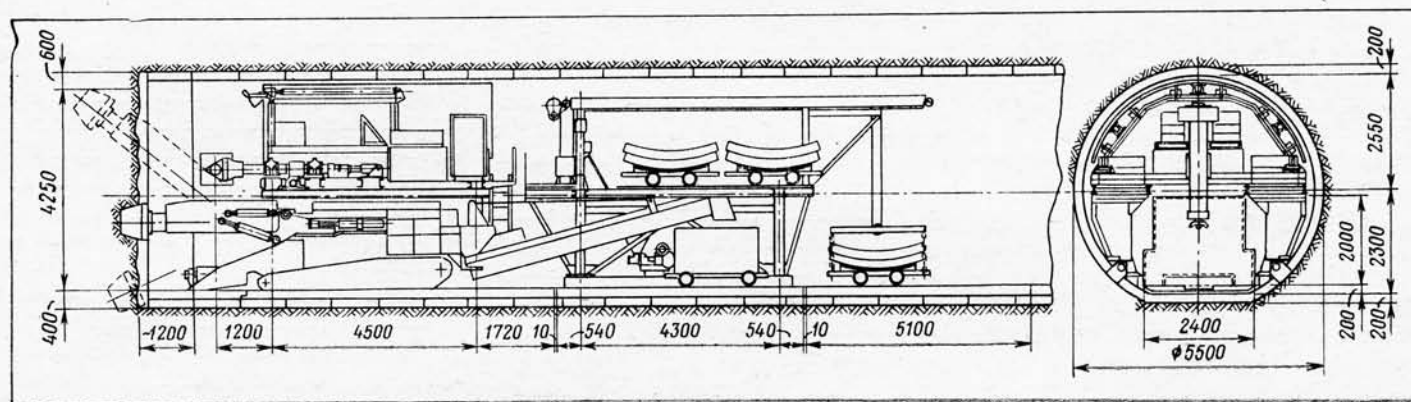


Рис. 2. Модернизированный комплекс оборудования для проходки перегонных тоннелей горным способом.

ного органа. Если на время разработки сводовой части забоя несущую конструкцию блокоукладчика отодвинуть на метр (в пределах хода гидроцилиндров шагающего механизма), то это ограничение отпадает (сцепка с тележкой должна быть гибкой). В обычном исполнении фрезой комбайна 4ПП-2 относительно опорной поверхности гусениц можно обработать забой высотой 4,25 м. Недобор породы в своде перегонного тоннеля составит 0,6 м. ЦНИИПодземмаш создал удлиняющую проставку, с применением которой можно полностью обрабатывать забой перегонного тоннеля по высоте.

В итоговых значениях трудоемкости необходимо учесть затраты на вынужденные перемещения блокоукладчика от забоя на метр с последующим возвращением, т. е. еще 2,98 чел.-час. Ожидаемое снижение составит 26,39 чел.-час.

Совершенствуя комплекс оборудования, необходимо также учесть, что комбайн своими габаритами занимает все свободное пространство тоннеля. Возникает определенная трудность с подачей элементов обделки к захватывающему устройству блокоукладчика. Возможны два варианта разминовки с комбайном в горизонтальной или в вертикальной плоскости. Для создания необходимого пространства в горизонтальной плоскости можно комбайном наезжать на пандус, уровень верхней площадки которого приподнят на 0,6 м относительно технологической платформы. Дополнительные затраты труда на транспортирование вручную элементов обделки с возвращением четырех блоковок (ЕНиР 36-2-123) составят 2,06 чел.-час. При разминовке комбайна с элементами обделки в вертикальной плоскости используется подъемное устройство, которым оснащена тележка для нагнетания раствора. На нее принимают три блоковок с элементами обделки (см. рис. 2). Модернизируя несущую конструкцию тележки для нагнетания раствора, следует предусмотреть размещение на ней еще одной блоковок.

Модернизацию погрузочного оборудования можно выполнить, если применить производственную машину непрерывного действия ПНБ-3к (ЕНиР 36-2-117). Затраты труда составят 3,96 чел.-час., хотя и возникнут затруднения с подачей элементов обделки к захватывающему устройству рычага блокоукладчика. Несмотря на это, общее снижение трудоемкости

погрузки уменьшится до 1,9 чел.-час. и составит 2,6%.

Модернизация оборудования для откатки породы в пределах комплекса. Промышленность выпускает перегружатели, предназначенные для погрузки породы в нерасцепленные составы вагонеток. Трудоемкость работ с применением перегружателя ППЛ-1к такая же, как и обслуживание транспортера технологического комплекса механизированного цита и составляет 1,7÷1,8 чел.-час. (ЕНиР 36-2-35). Экономия достигает 2,83 чел.-час. (или 3,8%), но при этом возникнут затруднения с подачей элементов обделки (конструкция прицепного перегружателя не позволяет провести под ней блоковок).

Оборудование можно модернизировать, применяя большегрузные вагоны с донным конвейером. Из двух-трех проходческих вагонов ВПК-7, ВПК-10, предназначенных для приема, аккумуляирования, транспортирования и разгрузки, формируется бункер-проезд. Его перемещение по выработкам рекомендуется производить электровозом со сцепным весом не менее 14 т. Загрузка производится любым погрузочным устройством. Основное препятствие для применения большегрузных вагонов на строительстве перегонных тоннелей закрытым способом — принятое менее 12 м значение радиуса закругления рельсового пути на вспомогательных выработках и сбоях между тоннелями. Добавление в комплекс оборудования большегрузных вагонов позволит полностью исключить затраты ручного труда на откатку породы вагонетками в призабойной зоне. Снижение трудовых затрат составит 4,58 чел.-час. (или 6,2%).

Оценивая результаты снижения трудоемкости сооружения метра тоннеля в перемежающихся грунтах за счет применения серийного оборудования, можно сделать выводы:

наибольший эффект совершенствования достигается за счет включения в состав комплекса проходческого комбайна 4ПП-2 вместо погрузочной машины ППМ-4э и применения для откатки породы большегрузных вагонов ВПК-7. Такая модернизация приведет к минимальным конструктивным изменениям существующего оборудования;

применение установок для машинного обуривания забоя, более производительных погрузчиков с прицепными перегружателями менее эффектив-

но и связано со значительными изменениями конструкции.

Совершенствование технологического оборудования целесообразно выполнить, исключив первичное нагнетание раствора. Полностью отказаться от него позволит внедрение обделки, обжимаемой в породу. Однако для ее применения необходим точный контур выработки, добиться которого не удастся даже при помощи комбайна 4ПП-2 (оси подъема и поворота стреловидного исполнительного органа не пересекаются в одной точке). Нужна разработка специального устройства для калибровки контура выработки. В Ташкенте на проходке перегонного тоннеля горным способом в лессовидных породах удачно применили специальный оконтуровщик*.

Следующая по трудоемкости операция — временное крепление свода и лба забоя. Применение выдвинутых козырьков блокоукладчика, рассчитанных на нагрузки для предохранения работающих в забое, позволит уменьшить затраты труда на временное крепление на 3,35 чел.-час. (или на 4,5%).

Практический интерес при модернизации блокоукладчика представляет конструктивное решение дугового, входящего в комплекс технологического оборудования механизированного цита КТ-1-5,6**. Дуговой укладчик позволит выполнить все операции по сборке и обжатию кольца обделки в одном месте — лотке тоннеля, что существенно снизит трудоемкость монтажа. Следует отметить также, что с применением обжатой в породу обделки и креплением свода выдвинутыми козырьками трудоемкость сооружения тоннеля горным способом снижается на 17,35 чел.-час. (или на 23,5%).

Общее снижение затрат труда на сооружение метра перегонного тоннеля в перемежающихся грунтах III—VIII категории за счет применения проходческого комбайна 4ПП-2, большегрузных вагонов, исключения первичного нагнетания раствора за обделку и перехода на крепление свода выдвинутыми козырьками составит 44,26 чел.-час, или 60,1%. Прокладывать тоннель модернизированным комплексом сможет бригада из шести человек вместо девяти. При оптимальной организации скорость проходки перегонного тоннеля составит 81,8 м/месяц, а производительность труда возрастет на 218%. □

* «Метрострой», № 7, 1977.

** «Метрострой», № 3, 1976.

СЕМИНАР: Управление качеством продукции и строительно-монтажных работ на базе стандартизации

Занятие 2

З. СУВОРОВА, инженер

Под комплексной системой управления качеством продукции (КСУКП) понимается совокупность методов и средств для установления, обеспечения и поддержания необходимого уровня качества продукции при ее разработке, изготовлении и эксплуатации (или потреблении). Система дает возможность планомерно и наиболее полно по сравнению с предыдущими воздействовать на факторы, определяющие уровень качества продукции на всех стадиях ее производства.

КСУКП впервые была внедрена в 1971—74 гг. во Львове. Кроме предприятий и производственных объединений Львова в ее разработке участвовали научно-исследовательские организации Госстандарта СССР, Академии наук СССР, ряда отраслевых министерств.

Благодаря комплексной системе осуществляется прогнозирование технического уровня и качества продукции, планирование повышения и аттестация ее качества, разработка и постановка продукции на производство, технологическая подготовка производства, материально-техническое и метрологическое обеспечение качества продукции; подбор, расстановка и обучение кадров, обеспечение стабильности уровня качества продукции, организация ее хранения, транспортировки, эксплуатации и ремонта; стимулирование повышения качества продукции, а также контроль за качеством, государственный надзор за соблюдением стандартов, технических условий и состоянием средств измерений, правовое обеспечение управления качеством продукции.

Выполняются функции путем разработки и внедрения комплекса стандартов предприятия, которые подразделяются на основной, общие и специальные.

Основной стандарт характеризует КСУКП в целом; общие стандарты регламентируют информацию, порядок разработки, оформления, утвержде-

ния и внедрения СТП, проведение «дней качества» и т. д.; специальные стандарты устанавливают требования к номенклатуре и значениям показателей качества полуфабрикатов и деталей, а также методы их определения и оценки, регламентируют выполнение функций управления качеством продукции и организацию трудовой деятельности. Специальными стандартами предприятия являются, например, следующие: «Планирование повышения качества продукции»; «Входной контроль материалов»; «Метрологическое обеспечение производства»; «Бездефектное изготовление продукции и сдача ее с первого предъявления»; «Учет, отчетность и информация по качеству»; «Заводская аттестация качества деталей и сборочных единиц»; «Материальное и моральное стимулирование повышения качества продукции» и т. д.

Стандарты помогают согласовывать и направлять усилия коллективов на достижение главной цели — неуклонное и эффективное повышение качества продукции.

При комплексной системе управления качеством продукции большое значение имеет материальное стимулирование работников производства. Рабочие-сдельщики в рамках КСУКП премируются по положению Саратовской системы (т. е. в зависимости от удельного веса продукции, сдаваемой с первого предъявления), а рабочие-повременщики, ИТР и служащие — по положению Львовской системы бездефектного труда (т. е. в зависимости от коэффициента качества труда).

Внедрение КСУКП дает большой экономический эффект: во-первых, за счет снижения издержек производства (сокращение потерь от брака, рекламаций, повышение уровня сдачи продукции с первого предъявления, сокращение сроков разработки изделий и длительности производственного цикла и т. д.), во-вторых, за счет улучшения эксплуатационных свойств (рост показателей обновленности и

удельного веса продукции со знаком качества и т. д.).

Сейчас комплексная система управления качеством действует и в нескольких строительных организациях. Комплексно управлять качеством строительной продукции — значит устанавливать, обеспечивать и поддерживать необходимый уровень качества на стадиях проектирования, изготовления строительных материалов и изделий, производства строительно-монтажных работ и эксплуатации готовых зданий и сооружений. Установление уровня качества строительной продукции — это разработка показателей качества, утверждение их в нормативной документации на определенный период времени и планирование этих показателей. Обеспечение уровня качества строительной продукции — есть осуществление технических, организационных и экономических мероприятий для достижения установленного уровня; поддержание уровня качества строительной продукции позволяет сохранить качество на установленном уровне в течение заданного срока.

Элементы КСУКП внедряются в отдельных организациях и на предприятиях Минтрансстроя: тресты Юзтрансстрой, Мостостройиндустрия, Свердловсктрансстрой, Новороссийскоморстрой, Югозаптрансстрой и др.

В Миндорстрое БССР составлены техническое задание и документация на разработку и внедрение комплексной системы управления качеством строительства и эксплуатации автомобильных дорог, проводится планирование уровня качества продукции на предприятиях, производящих дорожно-строительные материалы и изделия, и ее государственная аттестация.

На втором Всесоюзном совещании по стандартизации в строительстве, проходившем в Свердловске в 1977 г., отмечалось, что опыт внедрения комплексной системы управления качеством подтвердил возможность и эффективность ее применения.

Человек и подземное пространство

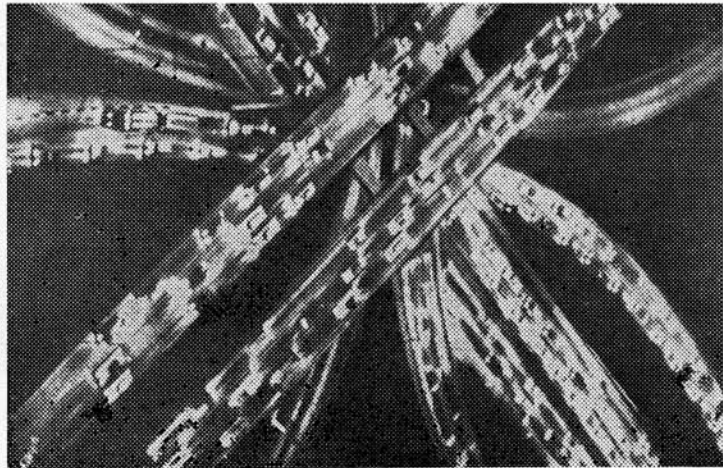
Г. РЕССИН, канд. искусствоведения,
ст. научный сотрудник ЦНИИ теории и истории архитектуры

Территория большого современного города насчитывает сотни квадратных километров. Диаметр Москвы, как известно, превысил 30 км. Более двух третей этой площади занимают промышленные предприятия с разветвленной сетью грузового и пассажирского обеспечения, склады сырья и готовой продукции, гаражи, сложные, часто многоуровневые транспортные сооружения, сеть железных дорог, рассекающая ткань городской застройки. Все это создает неблагоприятные, труднопреодолимые для горожанина, а порой и совсем недоступные «мертвые» пространства.

Разрастающаяся территория города требует огромного количества транспортных средств для связи отдаленных районов. А необходимость пропустить всевозрастающие наземные колесные потоки заставляет постоянно расширять улицы-автомобильные магистрали для многополосного движения, строить сложные «лепестковые» развязки, что в свою очередь приводит к еще большему расплыванию города, делает его среду малопривлекательной, дегуманизирует ее. Теряются миллионы часов так называемого транспортного времени. Среднее время москвича на поездку на работу и обратно — 1,5 ч.

Но ведь многие рассматриваемые сооружения с успехом могут быть размещены ниже уровня земли. Это даст возможность сделать город намного компактнее, высвободить большую часть его территории для общественных и спортивных комплексов, лесопарков, фонтанов, водоемов, монументально-декоративной скульптуры, живописи и т. д. При наличии надежной системы кондиционирования воздуха вполне рационально размещение в подземном уровне кинотеатров, цехов-автоматов, механизированных складов и других комплексов, не требующих оконных проемов и обязательного дневного освещения.

Но для активного использования углубленного пространства серьезным препятствием служит издавна укоренившееся в нашем сознании предубеждение против «подземелья». Тем не



Многоуровневая транспортная развязка в Лос-Анджелесе (США)

менее опыт подземного строительства насчитывает тысячелетия. Для первого человеческого жилья использовались природные и искусственные пещеры, в которых и сегодня еще живут первобытные племена в джунглях Индонезии. Более трех тысячелетий назад египетские и индийские зодчие создавали прекрасные и таинственные интерьеры пещерных и внутри-скальных храмов. Позднее опыт подземного строительства накапливался в связи с сооружением горнорудных шахт, тоннелей под древними и средневековыми городами, родовых погребальных камер. В наше время на глубине возводятся залы метро, разветвленная сеть переходов, проектируются целые подземные города.

На Международной выставке в Париже в 1937 г. две страны удостоились премии: Советский Союз — за строительство метрополитена, Италия — за сооружение тоннеля в Аппенинах. Эти события послужили причиной созыва первого Международного конгресса подземного градостроительства. Тем не менее идея активного использования подземного пространства, противопоставленного безудержному расплыванию городов или неограниченному увеличению высоты небоскребов, далеко не сразу нашла своих сторонников.

Но поступательное развитие техники привело к началу подлинного освоения недр земли. Уже сейчас в мире насчитывается 124 подземные гидроэлектростанции. В прошлом десятилетии в японском городе Осака под улицами с наиболее интенсивными транспортными потоками введен в строй огромный торговый центр. Ежедневный приток покупателей (с учетом работников центра) превышает миллион человек. Во всех крупных городах мира есть подземные гаражи. Первый такой гараж построен в 1941 г. в Сан-Франциско. В Швеции в откосе крупного обрыва вырыта стоянка на 500 автомашин. В Цюрихе стоянка сооружена под р. Лиммат.

Расширение здания ЮНЕСКО в Париже осуществлено за счет подземных помещений. Однако интерьеры двух верхних этажей освещаются через открытые и озелененные внутренние дворики, заглубленные на 6 м. Сюда выходят окна рабочих кабинетов и залы совещаний. В полном смысле подземным является только нижний, третий этаж, в котором размещен гараж на 348 автомашин.

Примером активного использования подземного пространства может служить инфраструктура Калининского проспекта в Москве, которая едва ли не превышает объем надземной части

этого архитектурного комплекса. Она состоит из пяти основных систем, тесно связанных друг с другом: транспортные коммуникации и переходы, инженерные коммуникации с центрами диспетчерского управления, складское хозяйство с подсобными службами, торговые, зрелищные и рабочие помещения с искусственным микроклиматом, гаражи.

Тоннель, сооруженный вдоль проспекта, позволяет принимать для разгрузки все виды транспорта — от автомобилей и автоконтейнеров до грузовых троллейбусов. Для внутренних перевозок предусмотрен парк электрокар со стоянкой. Организована вертикальная транспортировка товаров и продуктов, а также отходов производства подъемниками различного типа и грузоподъемности. Воздухообмен в тоннеле обеспечивают мощные установки приточно-вытяжной вентиляции. Отработанный воздух удаляется через пустотелые пилоны административных зданий и выбрасывается в атмосферу на высоте 100 м.

Городские коммуникации проложены в камерах вдоль проезжей части по обе стороны проспекта и соединены несколькими поперечными галереями. В подземных центральных диспетчерских пунктах сосредоточено автоматическое дистанционное управление инженерными системами комплекса. Большие площади занимают вентиляционные камеры и кондиционеры. Рациональное использование заглубленных этажей комплекса позволило высвободить не одну тысячу квадратных метров наземных площадей. Система складского хозяйства, подсобные, вспомогательные и бытовые помещения занимают половину территории торгового центра: разгрузка товаров, сбор тары и мусора и другие вспомогательные операции происходят под землей.

В подземном уровне Калининского проспекта, в залах так называемого «лабиринта» расположена часть ресторана «Арбат». Демонстрационный зал магазина готового платья «Мосвичка», бар «Жигули», малый зал кинотеатра «Октябрь», его гардеробные и фойе разместились ниже уровня отметок тротуара. Запроектированная система подземных паркингов и гаражей осталась пока неосуществленной. Стоянка предусмотрена в виде двух изолированных трехэтажных подземных блоков на 500 машин каждый.

Многочисленные этажи, тоннели и переходы напоминают трюмы совре-

менного океанского лайнера, в которых переплелись трубы вентиляции огромного диаметра, лестницы, трапы, движущиеся лифты и подъемники. Всюду светло, легко дышится; трудно поверить, что находишься под землей. В недалеком будущем разрозненные подземные узлы города соединятся в единую систему и станут для нас, возможно, столь же обычными, как метрополитен и подулочные переходы. В настоящее время создан генеральный план использования подземного пространства столицы.

Крупные города мира сегодня не могут обойтись без метро — современного скоростного транспорта. Хорошо известны параметры, способы сооружения и архитектурно-художественное решение московского метро, признанного лучшим в мире. Строители, архитекторы и художники сделали многое, чтобы преодолеть ощущение «подземности». Пассажиры залы облицованы лучшими породами гранита и мрамора, украшены мозаиками и витражами. Однако практика показала, что здесь иногда не учитывалась специфика монументальной живописи. Ее произведения нередко расположены в центральных проходных нефах станций, на потолке или даже в глубоких кессонах. Поэтому оригинальные и интересные по художественному решению мозаичные картины П. Корина или А. Дейнеки на «Комсомольской-кольцевой» и «Маяковской» практически не могут восприниматься спешащим потоком людей.

Интересен опыт строителей шведского метро, где свободные по своей пластике залы и тоннели-переходы сплошь расписаны фреской, имитирующей природные пейзажи, деревья и даже стаю пингвинов в Антарктиде. По-видимому, живопись на потолке, традиционная для храмов и старинных гостиных, не должна механически переноситься в метрополитен.

Удачен опыт градостроителей Варшавы, где пригородные и междугородные железнодорожные поезда подходят к центру под землей, не создавая «мертвых полос» в городской застройке.

Примеры подземной архитектуры множатся, однако эта сфера градостроительства продолжает оставаться вопросом будущего. Ее энтузиаст французский архитектор Утуджян* мечтал о грандиозном подземном го-

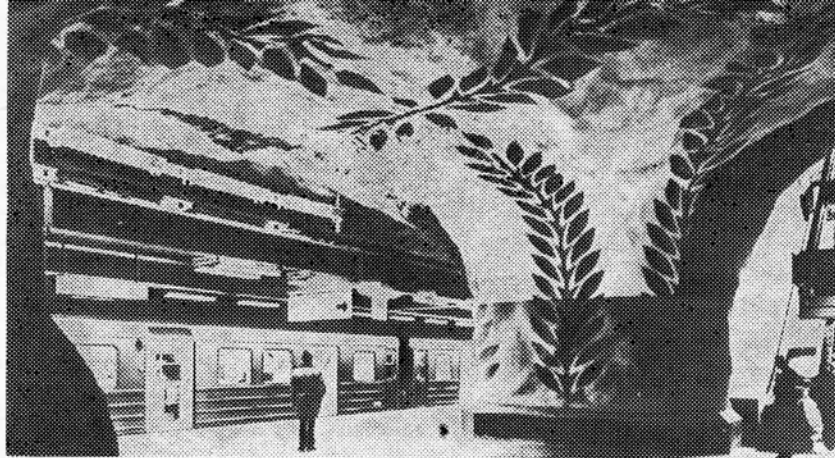
* Эдуард Утуджян создал международный комитет по координации и изучению подземного градостроительства (GECUS). С 1936 г. выпускает журнал «Подземный мир».

роде Метрополисе. Этой мечте отвечает проект, разработанный архитектором Максом Абрамовичем. Он назвал его «городом XXI века». Железные дороги и автомагистрали проходят здесь на нижнем уровне. Предусмотрено сооружение театров, лабораторий, жилых квартир.

Проект этот можно было без труда осуществить, поскольку предполагалось не зарывать город в землю, а использовать долину, точнее овраг, протяженностью 1,5 км. Овраг площадью 300 000 м² предполагали превратить в подземный научно-исследовательский центр. Связь между различными уровнями этого заглубленного в землю города предполагали осуществить с помощью подъемников, эскалаторов и обычных лестниц. «Крышей» города служил бы общегородской парк, безраздельно отданный пешеходам и зелени. Для естественного освещения и вентиляции предусмотрены семь больших открытых дворов — колодцев.

От проекта подземного города в Питсбурге отказались, что объясняется все тем же извечным страхом человека перед длительной жизнью под землей. Вооруженный современной техникой человек должен преодолеть его. Здесь многое будет зависеть от надежных методов кондиционирования, «дневного» освещения, гидроизоляции. Система автоматизированной вентиляции сможет со временем создать полную иллюзию пребывания в лесу или на цветущем лугу.

Многое зависит от размеров подземных помещений. Уместно привести наблюдение известного теоретика архитектуры прошлого века Виолле ле Дюка: «...человека вводят в низкий темный склеп — вошедший нагибает голову, в голове рождаются печальные мысли и мрачные образы. Человек испытывает внутреннюю подавленность. И, наоборот, если ввести его в высокое помещение, залитое светом и воздухом, человек поднимает взор, на лице его отразятся мысли о величии и высоком назначении человека». Это значит, что в эстетическом решении подземные сооружения должны создавать чувство надежности, подчеркивать прочность конструкций, создавать в то же время впечатление легкости свободных, нестесненных пространств. Большие объемы, жизнерадостное цветовое решение, большая освещенность, свежий воздух с лесными запахами, имитация природных пейзажей — все это способно устранить чувство замкнутости и «подземья».



Архитектурное решение станции метро в Стокгольме

И тем не менее нужно признать, что подземное градостроительство приемлемо как вынужденное, в случаях прямой необходимости. Оно не может рассматриваться как самоцель, как идеальные условия жизни человека. Битком набитые поезда желающих выехать в выходные дни «на природу» из бетонно-каменных стен города — красноречивое свидетельство того, что человек не желает быть изолированным надолго от природы, от бесконечного разнообразия зелени, от открытых пространств полей и водоемов, яркого света солнца, свежего ветра, прохладного дождя. В то же время в условиях чрезмерно неблагоприятного климата человек постоянно стремится создать изолированную искусственную среду.

Одной из важнейших причин, заставляющих жителей больших городов стремиться «на природу», стала бурно развивающаяся автомобилизация, превращение бульваров и живописных улочек в широкие, залитые асфальтом автомагистрали с их шумовым фоном и выхлопными газами, с постоянной опасностью наезда или столкновения. А площади, когда-то предназначенные для людей, а также фонтанов, произведений искусства, зелени и цветов, постепенно превратились в транспортные перекрестки или сложные инженерные развязки на нескольких уровнях, удобные для машин, но малоприспособленные для жизни пешехода.

Транспортная проблема больших городов — результат конфликтного противоречия между количественным взрывом производства древних колесно-дорожных экипажей и не менее традиционной улично-сетевой структурой города. К 1980 г. парк легковых автомобилей в нашей стране значительно возрастет. По сравнению с сегодняшним днем в перспективе количество личных авто-

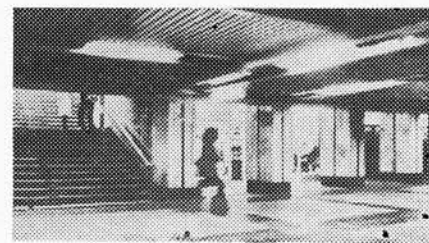
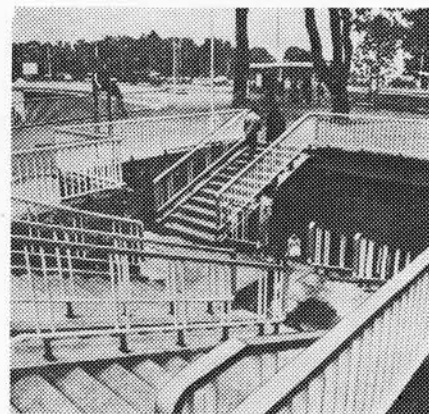
мобилей в городах увеличится почти в 20 раз. Это потребует отвести 5000 га под гаражи. В Лос-Анджелесе, наиболее автомобилизованном городе мира, уже сегодня транспортные сооружения и гаражи поглотили $\frac{2}{3}$ территории.

Поэтому, говоря о перспективах и направлении подземного градостроительства, нужно ответить на вопрос: что и ради чего целесообразно опускаться в подземный уровень? В родившейся в авиации и космонавтике молодой науке эргономике и ее разделе инженерной психологии сложился гуманный принцип: не заставлять человека адаптироваться к новой технической системе, а наоборот, комплексно проектировать систему, исходя из нормальных потребностей и возможностей его психофизиологии. Этот общий принцип вполне применим к современному городу как сложной архитектурно-инженерно-транспортной системе.

Не пассивное приспособление к последствиям стихийной автомобилизации, а комплексный подход, качественный пересмотр структуры современного большого города, его архитектурно-строительных и транспортных компонентов с целью создания максимально комфортных условий для жизнедеятельности человека и общественных коллективов. Уровень инженерной мысли и строительной техники сегодня позволяет решить любую проектную задачу. Важно при этом соблюсти принцип: не опускаться под землю жилье и общественные здания, а разместить там вспомогательные службы, требующие минимального присутствия человека.

В ЦНИИ теории и истории архитектуры разработана комплексная модель структуры современного большого города на основе отказа от колесно-дорожного транспорта в городах (при достижении уровня автомобилизации

600 машин на 1000 человек городского населения этот древний вид транспорта подойдет к количественному пределу развития и не может быть использован даже при ширине улиц-автомагистралей в 300 м) и использования современных внеуличных надземных (пассажирских) и подземных (грузовых) систем; на основе принципа функционального зонирования, резко уменьшающего потребность города в транспортных средствах (сегодня в Москве перевозится за год 6 миллиардов человек, то есть в 1,5 раза больше, чем все население земного шара)*.



Комплекс подземного перехода в Варшаве

Предложенная модель предусматривает рациональное использование всех трех уровней городской среды без одностороннего максимализма в использовании подземного пространства (Э. Утуджян) или только надземного («подвешенный город» И. Фридмана, Франция). Своевременный отказ от колесно-дорожного транспорта в городах позволит разместить в надземном уровне жилые структуры и комфортабельные скоростные и подвозящие бесшумные транспортные артерии. Причем первые расположены не над «человеческими» улицами, а над полосами лесопарка, разделяющими архитектурные комплексы функциональных зон. □

* Г. Рессин. Архитектура и машины. М., Стройиздат, 1977.

Метро и памятники истории

А. ВЕКСЛЕР, заведующий археологическим отделом Музея истории и реконструкции Москвы;

В. КОРШУНОВ, архитектор

В последнее время исторические сооружения больших городов как в нашей стране, так и за рубежом, стали включаться в доступные обозрению подземные пространства. Так, в Москве в подземный переход на улице Разина естественно вошло белокаменное основание крепостной башни XVI века. Достигнут наглядный эффект контраста времен. Древние памятники материальной культуры — свидетельства таланта и мастерства поколений зодчих, таившиеся под толщей земных напластований, вновь становятся городским украшением, а подземные пешеходные пространства обретают своеобразие и привлекательность познания «живой истории».

На площади Ногина, где расположен южный вестибюль станции метро того же названия Калужско-Рижского диаметра и разветвленная система подземных переходов, предполагается реконструкция комплекса сооружений к 600-летию юбилею Куликовской битвы. Первоначальное название площади, уходящее корнями во времена ранне-феодалного города — Кулишки (кулишка — расчищенная поляна среди леса. Другое толкование — небольшие лужки и заводи, оставшиеся от весеннего разлива близкой Москвы-реки). Местность Кулишки лежала в непосредственной близости от древнего ядра московского поселения. В XIV в. здесь пролегал путь из Кремля к Яузскому мосту и отсюда на Владимирскую и Коломенскую дороги. В августе 1380 г. отсюда двинулся с ратью великий князь Дмитрий Иванович к Дону, на Куликово поле. А после знаменитой битвы он на Кулишках поставил небольшую церковь «в память всех убиенных на Куликовском поле в битве с татарским Мамаем». Памятник ратным подвигам воинов и поныне стоит на том же месте, претерпев многочисленные перестройки. В основе своей это кирпичное сооружение конца XVII — первой трети XVIII столетия, возведенное на белокаменных фундаментах более раннего храма. Свообразие декора и оригинальность в решении фасадов выделяют постройку среди немногих сохра-

нившихся произведений архитектуры того времени.

Длительная и сложная строительная история наложила свой отпечаток, но не нарушила общего стилового единства. Однако полное восприятие памятника затруднено отсутствием нижнего яруса здания, скрытого мощными напластованиями земли — пятиметровым культурным слоем.

Специальные археологические раскопки, которые ведутся одновременно с реставрацией, обнаружили в верхнем горизонте слоя разнообразные архитектурные и строительные детали XVI—XVIII вв., резной белый камень и черепицу, полихромные рельефные и гладкие расписные изразцы и др.

Под перекопом последних веков расчищены белокаменные полы и фрагменты каменных сооружений конца XV—XVII вв. Ниже уровня пола оказалось четыре яруса погребений в дубовых долбленых колодах, а в основании самой постройки прослежены бревенчатый настил и деревянные сооружения, которые связываются с первоначальным деревянным храмом, поставленным Дмитрием Донским.

В нижнем ярусе древнейшего сооружения разместится экспозиция отдела археологии Музея истории и реконструкции Москвы. На следующем ярусе (ныне первый этаж здания) откроется панорама Куликовской битвы, а снаружи у стен будет установлен скульптурный монумент Дмитрия Донского. Мемориал намечено завершить к 1980 году — юбилею Куликовской битвы. Вне сомнения, он войдет и в культурную программу предстоящей Олимпиады.

Исходя из значительной научно-художественной ценности здания-памятника, а также учитывая его местоположение на одной из центральных площадей столицы, представляется необходимым раскрыть нижний ярус. Тогда будут восстановлены утраченные пропорции и общий композиционный замысел сооружения. Проектное предложение перепланировки участка

к востоку от здания разрабатывается в мастерской Института Моспроект-2. Это предложение предусматривает понижение уровня земли около трех метров вокруг здания, каким оно было в XVII в. При сохранении существующего выхода к Солянскому тупику появится также возможность подойти к площадке, где будет установлен скульптурный монумент Дмитрию Донскому. Заглубленное пространство вокруг раскрытого нижнего яруса соединится с подземным переходом — выходом из станции метро «Площадь Ногина» к Солянке. Пассажирам воочию предстанет скрытый в земле ярус восточного фасада с древней частью апсиды и торец северной галереи. На западе предлагается раскрыть редчайшее по красоте и сохранности «красное крыльцо», а рядом два яруса открытых аркад галерей. Для осуществления проекта необходимы совместные усилия научных, проектно-реставрационных организаций и Метростроя. Потребуется частичная разборка ограждающей стены существующего выхода и устройство дополнительного к северной подземной галерее храма. Проектное предложение согласуется с ведущей тенденцией развития советского метростроения. В результате его осуществления откроется не только подземная часть памятника зодчества, но и повысится уровень комфортности для пассажиров. Это будет достигнуто дополнительным разветвлением выходов из метро, а также близким совпадением отметок существующего перехода и планируемого входа в нижний ярус памятника (будущего музея). С появлением индивидуального запоминающегося образа станции и увеличением общего подземного пространства облегчится зрительная ориентация пассажиров на центральной узловой станции метро. Реализация проекта одновременно будет отвечать растущим духовным запросам москвичей и гостей столицы.

Введение в систему перехода метро уникального памятника обогатит архитектурный облик столицы.

Экономическая эффективность конструкций из бетона с добавкой водорастворимой смолы

П. ВАСЮКОВ, начальник Мосметростроя;

В. ШИШКАНОВ, А. ФЕДОРОВ, научные сотрудники МИИТа

На основании исследований прямых измерений прочности бетона с добавкой водорастворимой смолы № 89 на сжатие, изгиб и осевое растяжение, деформации усадки, начального модуля упругости и растяжимости, а также структуры порового пространства, проницаемости, водопоглощения и морозостойкости применительно к проблеме повышения его трещиностойкости и долговечности появилась возможность рекомендовать этот материал для изготовления тоннельных конструкций метрополитена, работающих в условиях переменной влажности окружающего воздуха и температуры.

Изготовление железобетонных изделий повышенной трещиностойкости на заводах Метростроя практически не изменяет существующей технологии, так как добавка водорастворимой смолы № 89 вводится в состав бетонной смеси вместе с водой затворения. Смола растворяется в воде в любой концентрации и не дает осадка; в щелочной среде жидкой фазы цементного камня отверждается без специальных отвердителей. Она не токсична, поэтому не требует специальных мер предосторожности, кроме защиты от красящего действия.

Для технико-экономического обоснования произведены расчеты сферы экономической эффективности применительно к бетонам конструкций метрополитена с добавкой смолы № 89, в частности, исследована целесообразность изготовления железобетонных ступеней лестничных маршей в вестибюлях. Повышение трещиностойкости и долговечности бетона приведет к увеличению срока службы указанных конструкций. Это, в свою очередь, определяет экономию материальных затрат, связанную с более редкой периодичностью смены и капитального ремонта железобетонных конструкций.

Предположим, что стоимость ступеней из обычного бетона равна a ,

с добавкой смолы № 89 — A ; срок службы конструкции из обычного бетона — t , а с добавкой смолы — T . Причем $A > a$, $T > t$. Тогда экономическая равноценность ступеней из обычного бетона и из бетона с добавкой смолы № 89 определяется соотношением:

$$A = a + \frac{a}{(1+E)^t} + \frac{a}{(1+E)^{2t}} + \dots + \frac{a}{(1+E)^{nt}}, \quad (1)$$

где E — нормативный коэффициент эффективности капиталовложений железобетонных конструкций;

n — число смен конструкций за период T .

$$n = \frac{T}{t}$$

С учетом последнего:

$$A = a \left[1 + \frac{1}{(1+E)^t} + \frac{1}{(1+E)^{2t}} + \dots + \frac{1}{(1+E)^{nt}} \right]. \quad (2)$$

Выражение в квадратных скобках представляет собой сумму членов геометрической прогрессии со знаменателем $(1+E)^{nt}$. Исходя из этого:

$$1 + \frac{1}{(1+E)^t} + \frac{1}{(1+E)^{2t}} + \dots + \frac{1}{(1+E)^{nt}} = \frac{\frac{1}{(1+E)^{nt}} - 1}{\frac{1}{(1+E)^t} - 1} = \frac{1 - g^{nt}}{1 - g^t},$$

где $g = \frac{1}{1+E}$.

Тогда выражение (2) примет вид:

$$A = a \frac{1 - g^{nt}}{1 - g^t} \quad \text{или}$$

$$\frac{A}{a} = \frac{1 - g^{nt}}{1 - g^t},$$

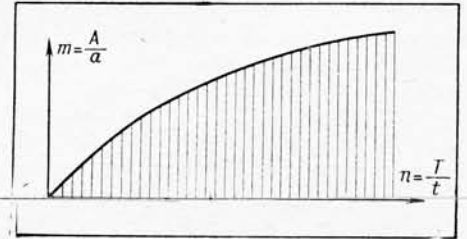


Рис. 1

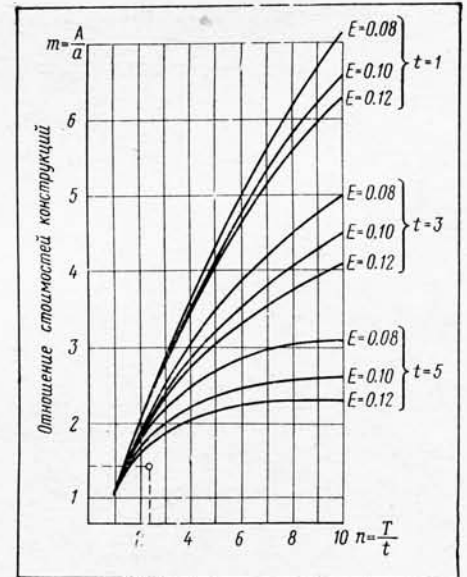


Рис. 2

обозначив $m = \frac{A}{a}$, получим

$$m = \frac{1 - g^{nt}}{1 - g^t}. \quad (3)$$

Выражение (3) представляет собой условие экономической равноценности конструкции (кривая на рис. 1. Заштрихованная область показывает сферу экономической эффективности новых железобетонных ступеней лестничных маршей*).

На рис. 2 представлены кривые экономической равноценности при нормативных коэффициентах эффек-

* Инструкция по определению экономической эффективности капитальных вложений на железнодорожном транспорте, «Транспорт», М., 1973.

тивности капиталовложений железобетонных конструкций E равных — 0,08; 0,10; 0,12; и сроки службы конструкций из обычного бетона t , равные 1,3 и 5 годам.

Расчеты проведены по формуле (3) на электронно-цифровой вычислительной машине «МИР-1». Анализ графиков показывает, что с уменьшением как t , так и E сфера экономической эффективности увеличивается**. Оценка данного материала основана на предполагаемых показателях.

Конструкция лестничных маршей, изготовленных из бетона с добавкой смолы № 89, позволяет предполагать увеличение срока службы в 2,5—3

$$\text{раза } \left(n = \frac{T}{t} = 2,5 - 3 \right).$$

Стоимость 1 м³ обычного бетона при расходе цемента 420 кг/м³ составляет 23,5 руб. (по данным Очаковского завода железобетонных конструкций Метростроя). Смола № 89 вводится в состав бетона в количестве 2% от массы цемента. Таким образом, на 420 кг/м³ потребуется 8,4 кг смолы. При стоимости килограмма смолы — 1,15 руб. удорожание 1 м³ бетона будет равно — 9,66 руб. Определим отношение стоимостей бетона с добавкой смолы и обычного бетона:

$$m = \frac{A}{a} = 1,4.$$

По этим данным на рис. 2 нанесена точка C с координатами $n=2,5$ и $m=1,4$. Отсюда следует, что при принятых в работе соотношениях стоимостей и сроков службы конструкции из нового материала экономически эффективны $E=0,08—0,12$ в диапазоне продолжительности эксплуатации $t=1—5$ лет.

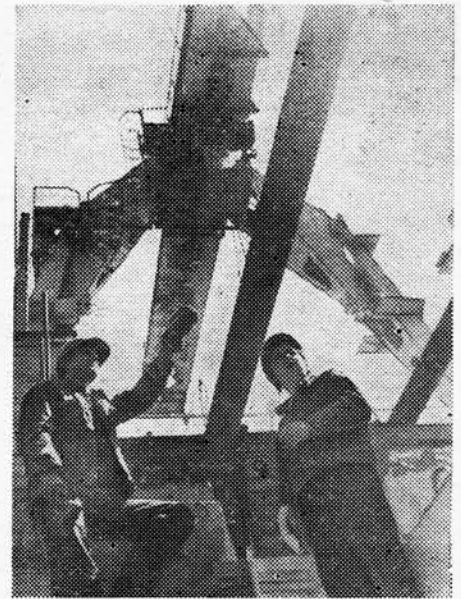
Проведено также определение относительной и абсолютной экономической эффективности применения бетона с добавкой смолы № 89 для изготовления ступеней лестничных маршей наземных вестибюлей метрополитена.

Исходя из объема работ, выполняемого Московским метростроем, и пользуясь методом определения экономической эффективности применения бетона в конструкциях, нетрудно определить этот эффект.

Результаты анализа показали, что абсолютная годовая экономия составит около 23 500 рублей. □

** Руководство по определению экономической эффективности повышения качества и долговечности строительных конструкций. Стройиздат, М., 1976.

НА ПУСКОВОМ РИЖСКОМ РАДИУСЕ



Строители южного вестибюля ст. «Бабушкинская» А. Прокофьев (справа) и М. Морозов



Отделка ст. «Бабушкинская»



Путейские работы на площадке депо «Свиблово»

Набрызг-бетон в подземном гидротехническом строительстве

Крепление выработок больших сечений набрызг-бетоном в сочетании с анкерами

А. КЕЛЬМИ, зам. начальника Гидроспецстроя;

И. ВОЛЛЕР, руководитель лаборатории Оргэнергостроя

В области подземного гидротехнического строительства одно из первых мест в решении задачи повышения его эффективности и качества принадлежит способу безопалубочного бетонирования набрызг-бетоном. Накоплен значительный опыт его внедрения (общий объем уже составляет 1200 тыс. м³) как в качестве временной крепи, так и постоянной обделки в выработках пролетом от 3 до 26 м, расположенных в скальных породах различной степени нагруженности с коэффициентом крепости по М. М. Протодяконову $f=4-8$ при отсутствии или незначительных водопритоках, а в отдельных случаях и в более слабых породах.

Набрызг-бетон используется, как правило, в сочетании с анкерами. Толщина покрытия принимается от 3—5 (для защиты от выветривания и в качестве временной крепи) до 10—15 см (для постоянной обделки).

В случае необходимости крепление может быть усилено металлической сеткой или установкой подхватов по анкерам. Металлическую сетку изготовляют из проволоки толщиной 4—6 мм с ячейками размером 10/10 см.

Для нанесения набрызг-бетона используют сухие смеси, расход цемента составляет 300—400 кг/м³.

Приготавливают их на бетонных заводах строительства или специально организованных централизованных узлах. К месту производства работ сухая смесь доставляется автосамосвалами (при безрельсовом транспорте в тоннеле) или опрокидными вагонетками (при рельсовом транспорте). Автобетонсмесители и бетоновозки используются еще недостаточно.

В набрызг-бетон вводятся специальные добавки — ускорители схватывания. Они обеспечивают высокую прочность в ранние сроки, повышенную плотность, возможность нанесения более толстых слоев, снижение отскока. В системе Гидроспецстроя использу-

ют две добавки — «ОЭС» и фтористый натрий, которые вводятся в виде порошка. В воде они не растворяются. Но хранить сухую смесь с добавкой больше нескольких минут нельзя, поэтому приходится дополнительно перемешивать ее непосредственно на месте нанесения.

Это значительно усложняет организацию работ и в большинстве случаев приходится отказываться от применения добавок.

В настоящее время проводятся опытные работы по использованию добавок в виде суспензий в воде затворения, созданию жидких компонентов, а также по ускорению схватывания с помощью горячей воды или водонасыщенного пара.

До нанесения набрызг-бетона закрепляемая поверхность расчищается от отслаивающихся частиц и промывается водопесчаной смесью. Нанесение выполняется заходками (длина каждой равна проходческой заходке). Сначала покрывают стены в направлении снизу вверх, затем свод от пят к замку. В первую очередь заполняют углубления в породе и выравнивают рваный профиль выработки. Нанесение ведется слоями средней толщиной 3—5 см.

Отставание крепления от забоя определяется как инженерно-геологическими факторами — устойчивостью пород и их склонностью к выветриванию, так и производственными. Набрызгивание бетона можно совместить только с обуриванием забоя и установкой анкерной крепи, поскольку при отгрузке породы оно затрудняет движение транспорта. При использовании самоходного бурильного оборудования (типа СБУ) нанесение производится за пределами зоны его действия, т. е. в 8—10 м от забоя. В большинстве случаев такое отставание допустимо. В некоторых случаях бетон можно набрызгивать непосредственно в забое.

Если покрытие из набрызг-бетона используется в качестве постоянной обделки в слабо выветривающихся породах, то нанесение производит самостоятельная бригада за пределами забоя — в 50—70 м от него. В этом случае в забое устанавливается временная сетчатая затяжка по анкерам, которая демонтируется перед набрызгиванием. Ниже приведены примеры применения набрызг-бетона на отдельных объектах, выполняемых Всесоюзным объединением Гидроспецстрой (см. таблицу).

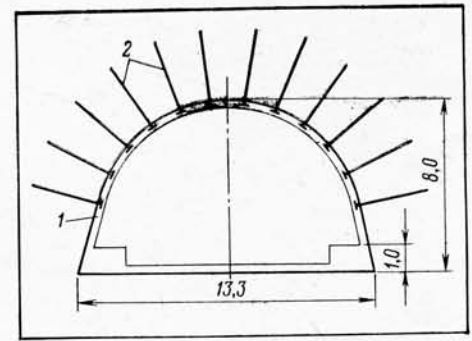
При проходке строительных тоннелей Нурекской ГЭС вскрыты довольно значительные по протяженности зоны нарушенных скальных пород с коэффициентом крепости $f=2$. Техническим проектом на этих участках предусматривался двухштыльневый способ опертого свода. Этот способ (несколько измененный) применен при сооружении первого тоннеля. Он отличался большой трудоемкостью и низкой скоростью ведения работ. Поэтому во втором тоннеле использован способ нижнего уступа с металлической арочной крепью при проходке сводовой части. Однако недостаточная несущая способность арочной крепи (сечение сводовой части тоннеля в проходке составляло 82 м², пролет — 13,5 м) вызвала необходимость возведения постоянной бетонной обделки непосредственно вслед за проходкой, заходками 6—8 м. Это также не обеспечило высоких скоростей.

В третьем строительном тоннеле в аналогичных условиях в опытном порядке применен способ нижнего уступа с креплением анкерами и набрызг-бетоном.

Предварительно проведены исследования устойчивости выработки на моделях из эквивалентных материалов. Бетон набрызгивали в две стадии. Первый слой толщиной 3—5 см наносили сразу же после взрывания

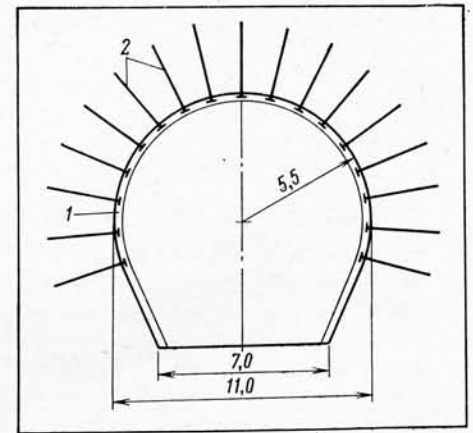
Таблица

Наименование выработки	Пролет, м	Горногеологические условия	Назначение и характеристика покрытия	Объем работ, м ²
Тоннели Токтогульской ГЭС	5-16	Трещиноватые известняки $f=6-8$	Временная крепь и постоянная обделка толщиной 8-10 см в сочетании с анкерами	80000
Тоннели Нурекской ГЭС . . .	4,5-13,5	Песчаники и алевролиты $f=4-8$	Временная крепь и постоянная обделка толщиной 5-15 см в сочетании с анкерами	250000
Строительный тоннель Нурекской ГЭС	13,5	Нарушенные песчаники и алевролиты $f=2$	Временная крепь толщиной 10 см в сочетании с анкерами	7500
Миатлинский автодорожный тоннель	9,5	Известняки $f=6$	Постоянная обделка толщиной 8-10 см в сочетании с анкерами	8000
Камерные выработки Нурекской ГЭС	20-26	Песчаники и алевролиты $f=8$	Временная крепь толщиной 8-15 см в сочетании с анкерами	15000
Подземный машинный зал Усть-Хантайской ГЭС . . .	25	Диориты $f=8-10$	Свод — временная крепь толщиной 5-10 см в сочетании с анкерами стьны ($h=20$ м) — постоянная обделка толщиной 10-15 см в сочетании с анкерами	13000
Дангаринский гидротехнический тоннель	7	Размокающие аргиллиты $f=3-5$	Временная крепь толщиной 5 см в сочетании с анкерами	3000



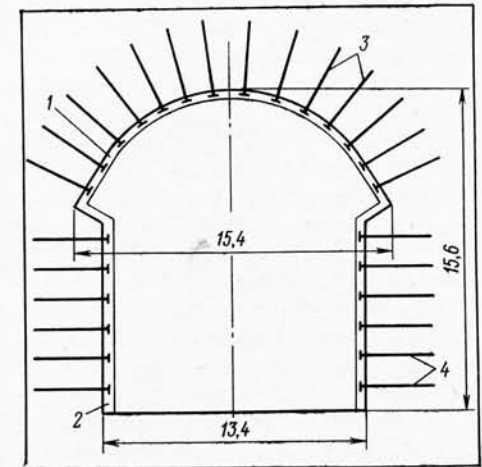
Транспортный тоннель 4-Т Нурекской ГЭС:

1 — набрызг-бетон $\delta = 10$ см — постоянная крепь; 2 — железобетонные анкеры $l = 2$ м, $\varnothing = 22$ мм, шаг — 1,5 м



Постоянные подводящие тоннели Нурекской ГЭС:

1 — набрызг-бетон $\delta = 5$ см — временная крепь; 2 — железобетонные анкеры $l = 2,5$ м, $\varnothing = 22$ мм, шаг — 1,3 м



Строительный тоннель Токтогульской ГЭС:

1 — набрызг-бетон $\delta = 10$ см — временная крепь; 2 — то же $\delta = 5$ см; 3 — железобетонные и клиновые анкеры $l = 2,5$ м, $\varnothing = 22$ мм, шаг — 1,3 м; 4 — то же $l = 2,5$ м, $\varnothing = 22$ мм, шаг — 1,5 м

забоя и оборки свода непосредственно с отвала породы параллельно с уборкой ее машинами ПНВ-Зк. После окончания погрузки обуривали и устанавливали железобетонные анкеры глубиной 2,5 м с шагом 1,3 м. Затем, с отставанием 7—10 м от забоя, наносили второй слой набрызг-бетона, доводя его до проектной толщины 10 см.

Работы вели круглосуточно. Производительность достигала 50 м² в смену. Участок слабых пород длиной около 300 м пройден успешно. При этом скорость повысилась с 20 (по проекту) до 35 м/мес, а стоимость проходки снизилась с 28,3 до 14,9 руб/м³. Трудозатраты уменьшились с 1,46 до 0,49 чел.-дн./м³. Общая экономия составила около 250 тыс. руб.

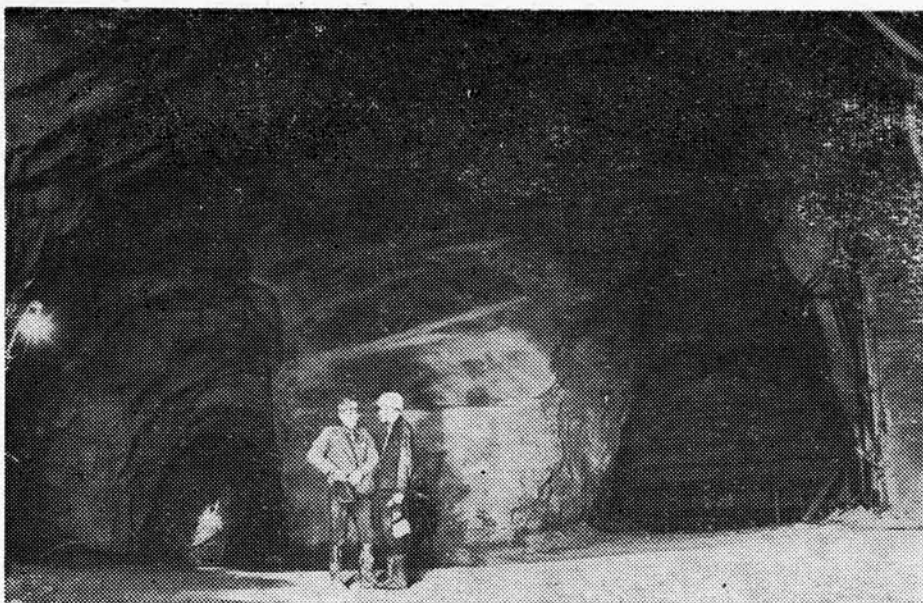
Дангаринский гидротехнический тоннель длиной около 13 км диаметром 7,2 м расположен в песчаниках, алевролитах и аргиллитах различной степени трещиноватости с $f=3-6$, причем алевролиты интенсивно размокают и быстро выветриваются. Длина таких участков составляет 15—20% общей протяженности тоннеля, т. е. 2—2,5 км, глубина выветривания достигает 15 см/мес.

Предполагалось применить здесь временную крепь из анкеров с набрызг-бетоном толщиной 5 см. В процессе строительства оказалось, что покрытие через некоторое время по-

сле нанесения начинает «бунить» и почти повсеместно теряет контакт с породой. Анализ и специальные эксперименты показали, что при подготовке поверхности перед набрызгиванием и в самом процессе происходит набухание верхнего слоя породы, а затем его высыхание. В результате по контакту между набрызг-бетоном и породой образуется трещина, и сцепление полностью отсутствует.

Выветривание продолжается и дальше, хотя и медленнее, чем на открытых участках. Наличие же корки из набрызг-бетона, отделенной от породы, не обеспечивает устойчивости и безопасности выработки.

В результате исследований разработана специальная технология нанесения набрызг-бетона на размокающие породы. Она включает мероприятия, обеспечивающие минимальное поступление на скальную поверхность и в глубь массива технологической воды как основного разрушающего фактора. Поверхность перед нанесением не промывают. Ее продувают сжатым воздухом или производят пескоструйную обработку. Для защиты выветривающейся породы от вредного влияния воды затвердения ее предварительно гидроизолируют путем нанесения 50% раствора жидкого стекла. Для ускорения химического связывания воды вводится ускоритель схватывания. (Нанесение производят на свежевскрытую породу.)



Сооружение проходного тоннеля с камерой вертикальной развилки водоводов Нурекской ГЭС.

Примененная технология позволила получить достаточно надежное сцепление набрызг-бетона с породой — $2\div 4$ кг/см² по результатам испытаний. Опытный участок длиной 200 м, закрепленный таким образом, успешно простоял до возведения постоянной обделки. Экономический эффект — около 375 руб./пог. м тоннеля.

В связи с развитием подземного гидротехнического строительства в северных районах актуальным стал вопрос о применении набрызг-бетона при отрицательных температурах воздуха в горных породах.

Рекомендованный ранее способ организации работ в тепляках непригоден как из-за сложности и трудоемкости, так и пожароопасности.

Опытные работы по нанесению набрызг-бетона выполнены на строительстве Усть-Хантайской ГЭС. Они подтвердили возможность создания покрытий из набрызг-бетона при соблюдении ряда технологических правил. При подготовке поверхности скалы в условиях низких температур необходимо удалить все наледи (скалыванием или продувкой подогретым воздухом от калорифера).

Для приготвления сухой смеси используют подогретые заполнители, а для затворения — горячую воду. Температура бетонной смеси, вылетающей из сопла, должна быть 25—30°C. Помимо ускорителей схватывания и твердения в состав бетонной смеси вводится поташ K_2CO_3 (для обеспечения сохранения жидкой фазы и твердения). Его количество уста-

навливается в зависимости от температуры. В настоящее время эти работы продолжают на строительстве Колымской ГЭС.

За последние годы произошли изменения в механизации работ. Камерные машины БМ-60 заменены на машины со шлюзовым барабаном типа БМ-68. Это позволило повысить производительность труда и сократить количество людей, занятых нанесением набрызг-бетона.

Доставляемая автосамосвалами сухая бетонная смесь попадает в специальные перегрузочные скиповые устройства емкостью 2,5—3 м³, что исключило ручную загрузку машин.

Работа сопловщика очень трудоемка и требует применения специальных средств защиты от пыли и отлетающих частиц материалов. Поэтому механизация процесса и выведение рабочего из зоны нанесения является важной социальной и производственной задачей. В объединении Гидроспецстрой на базе самоходной установки СБУ-2 изготовлен манипулятор для набрызгивания бетона, который мог работать в выработках шириной свыше 4,5 м и высотой от 3 до 7,5 м. С помощью манипулятора закреплено около 400 пог. м тоннелей. При этом производительность труда по сравнению с ручным способом повышается примерно вдвое. Использование манипулятора позволило отказаться от специальных подъемных механизмов. В выработках большого сечения его применение дает экономию около 0,2—0,25 руб. на 1 м² покрытия.

Применение набрызг-бетона наряду с ускорением работ в подземном строительстве позволило получить значительный экономический эффект.

Крепь из анкеров и набрызг-бетона оказалась значительно дешевле применявшейся в таких же условиях металлической арочной крепи.

Так, при сооружении сводовой части строительного тоннеля Токтогульской ГЭС сечением 82 м² стоимость крепления металлическими арками с деревянной затяжкой составила — 181 руб./пог м, а анкерами и набрызг-бетоном — 69,3 руб./пог. м, трудозатраты соответственно — 4,2 и 2,75 чел.-дня.

При использовании покрытий из набрызг-бетона в качестве постоянной обделки экономия получается за счет уменьшения толщины обделки, соответствующего сокращения объема скальной выломки и отказа от нагнетания раствора за обделку. Например, замена в третьем транспортном тоннеле Нурекской ГЭС постоянной обделки из монолитного бетона толщиной 30 см на покрытие из набрызг-бетона толщиной 15 см позволила сократить затраты на 86 руб./пог. м.

В настоящее время в подземном гидротехническом строительстве сооружается до 50% выработок с использованием набрызг-бетона. Решены вопросы расчета и проектирования конструкций, подбора состава, технологии нанесения, организации и механизации работ.

Продолжаются исследования набрызгивания бетона в условиях вечной мерзлоты, слабых и глинистых пород.

Применение набрызг-бетона позволило:

повысить темпы сооружения подземных выработок и безопасность ведения работ за счет уменьшения трудоемкости крепления забоя, защиты породы от разрушающих атмосферных факторов, сокращения до минимума затрат на поддержание;

отказаться от традиционного в породах средней крепости метода поэлементного раскрытия забоя при сооружении большепролетных выработок и перейти к раскрытию на полное сечение пролетов до 20—25 м;

повысить устойчивость выработок (слой набрызг-бетона даже небольшой толщины существенно снижает или останавливает совсем деформации скального массива);

получить значительный экономический эффект. □

Применение клееных деревянных конструкций

А. ИЦКОВИЧ, канд. техн. наук

Повышению производительности труда транспортных строителей Байкало-Амурской магистрали способствует ускорение сроков возведения для них жилых поселков и улучшение жилищных условий.

В результате проведенных ЦНИИСом исследований Гипропром-трансстроем разработаны сборные здания контейнерного типа из трех объемных блоков. Жилые дома для строителей БАМа состоят из двух комнат, кухни, санузла и душевой.

В заводских условиях объемный блок размерами $3 \times 6 \times 2,88$ м изготавливают из шести трехслойных панелей: четырех стеновых, чердачного и цокольного перекрытия. Основное конструктивное решение панелей — клееный деревянный каркас, облицованный твердыми древесно-волокнистыми плитами толщиной 7 мм (склеиваются из двух плит) или древесностружечными плитами толщиной 10 мм. В качестве обшивки могут быть применены водостойкие фанеры ФК и ФБА толщиной 6—8 мм. Утеплитель для наружных стеновых панелей и звукоизолирующий слой внутренних — фенольный пенопласт, получаемый из заливочных композиций марки ФРП-1, вспениваемых в полости короба панели на заводе. Пароизоляция — из перхлорвиниловой пленки.

Панели наружных стен дополнительно обшиваются по крафт-бумаге строгаными досками, профилированными и пропитанными антипиренами, толщиной 19 мм. Оконные блоки предусмотрены в соответствии с климатическими условиями с тройным остеклением (при наружных температурах ниже — 45°C). Панель цокольного перекрытия дополнительно оснащена стальной рамой, предохраняющей низ блока от повреждений при погрузке, разгрузке и монтаже контейнера.

Клееные деревянные конструкции получают в последние годы все большее распространение в отечественной и зарубежной практике строительства.

Первая опытная партия контейнерных домов была изготовлена на Свердловском комбинате строительных материалов. В последние годы выпуск таких домов был налажен на Солгинском ДСК и Санинском ДОКе.

В текущем году вступила в эксплуатацию поточная линия по производству контейнерных зданий на Нижнеудинском заводе производительностью 15 тыс. объемных блоков в год.

Технология изготовления контейнерных зданий разработана советскими специалистами институтов Гипро-заводтранс и Гипропромтрансстрой при участии западногерманских специалистов, которые разрабатывают комплект оборудования, осуществляют монтаж станков, автоматизированных систем по управлению контователями трехслойных стеновых панелей, установок с цифровым управлением для продольного и поперечного раскроя древесных плит и сращивания их по длине, прессов для склеивания стеновых конструкций, порталных гвоздезавивных автоматов с программным управлением и участков для сборки объемных блоков.

Минтрансстрою СССР поставляется оборудование для производства клееных деревянных конструкций в объеме 15 тыс. м³ в год.

Технологическая линия по производству клееных деревянных конструкций будет размещена на Солгинском домостроительном комбинате, выпускающем контейнерные дома. Технологическая часть проекта разработана Гипролеспромом. На Солгинском ДСК намечено изготовление несущих и ограждающих конструкций для строительства служебно-

технических и производственных зданий, в частности, промтоварной, прирельсовой и продовольственной баз железнодорожных оросов, дежурных пунктов контактной сети, отапливаемого склада служб материально-технического обеспечения железных дорог, поста электрической централизации, объединенных механизированных цехов ангарного типа по переработке тарноупаковочных грузов, главного корпуса материального склада, инвентарных зданий профилактория на 60 автомашин и механической мастерской. Ряд сооружений оснащен грузоподъемными механизмами, которые крепятся к двухскатным балкам покрытия.

Вступивший в эксплуатацию Коростышевский завод клееных деревянных конструкций выпускает рамы гнутоклееные и с двухскатным ригелем также с зубчатой соединением элементов пролетом 12, 18 и 21 м; стрельчатые арки с затяжкой пролетом 12 и 18 м. Продольное зубчатое соединение способствует бережному расходу древесины с помощью широкой утилизации отходов производства и применения низких сортов, обеспечивает экономичность сопряжений при отличных прочностных свойствах и высокой производительности оборудования. Оно наиболее эффективно при изготовлении длинных досок, благодаря небольшому расходу клея и использованию отходов пиломатериала (мостовых стропил, криволинейных блоков и т. п.).

Намечена широкая программа создания новой отрасли по производству клееных конструкций. Это обусловлено следующими достоинствами клееной древесины: относительно малый вес, большая химическая стойкость, технологичность и значительное сопротивление огню по сравнению с обычными изделиями из древесины. □

Статические вентиляные преобразователи

Б. БЫКОВ, канд. техн. наук;
В. ОЗЕРОВ, М. ОЗЕРОВ, инженеры

Быстрое развитие полупроводниковой техники, создание надежных и управляемых вентилях на большие токи и напряжения позволили интенсивно внедрять полупроводниковые системы управления в тяговый электропривод. С применением полупроводниковых преобразователей устраняются существенные недостатки контакторных систем регулирования, связанные со снижением свойств и энергетических показателей электроподвижного состава.

За рубежом ведутся исследования по разработке и внедрению тиристорного импульсного управления на подвижном составе метрополитена. Применение такого преобразователя на шведских поездах *C7* позволило осуществить плавный пуск и торможение. Кроме того, вагоны этой серии рекуперировать электроэнергию при торможении. В поезде применены тяговые электродвигатели с независимым возбуждением *L1B29*, что позволяет реализовать электрическое торможение до малых скоростей. Каждая из обмоток возбуждения питается от индивидуального однофазного преобразователя.

На рис. 1 представлены принципиальные схемы вагона *C7* в режиме тяги (а) и торможения (б). Во время паузы главный тиристор T_1 выключен, а уменьшающийся ток тягового двигателя замыкается по контуру: тяговый двигатель $TД$ — дроссель L_1 — обратный вентиль D_0 . При этом напряжение на коммутирующем конденсаторе C_1 равно напряжению питающей сети. Затем на T_1 подается управляющий сигнал, и он включается, а ток двигателя переходит с обратного вентиля на T_1 . Напряжение питающей сети распределяется между тяговым двигателем $TД$ и дросселем L_1 . Для выключения главного тиристора T_1 необходимо включить зарядный тиристор T_3 , в результа-

те чего образуется контур колебания для коммутирующего конденсатора C_1 и зарядного дросселя L_2 . Происходит перезаряд коммутирующего конденсатора. Когда напряжение на нем достигает по абсолютной величине первоначального, но противоположного по знаку, зарядный тиристор обесточивается и выключается. Теперь возможно выключение главного тиристора T_1 — импульсом управления включается коммутирующий T_2 , и ток тягового двигателя переходит с главного тиристора на коммутирующий. Тем самым главный обесточивается и выключается. Когда ток протекает через коммутирующий тиристор и конденсатор C_1 , последний заряжается до напряжения питания, а протекающий ток уменьшается до нуля. Коммутирующий тиристор T_2 выключается, ток двигателя переключается на вентиль D_0 . Цикл завершается. Среднее значение тока тягового двигателя можно регулировать изменени-

ем частоты этого цикла или же продолжительности включенного состояния главного тиристора. При торможении поезда увеличивающийся тормозной ток протекает через тяговый двигатель и главный тиристор T_1 , который в некоторый момент выключается, а ток тягового двигателя поступает в питающую сеть через вентиль D_0 , постепенно уменьшаясь по величине. Затем снова открывается T_1 , ток увеличивается, и цикл повторяется. Когда отсутствует потребитель в питающей сети, ток замыкается на тормозное сопротивление R_2 . В остальном работа преобразователя в режиме торможения аналогична режиму тяги. В рассматриваемом поезде достигается:

ускорение при наборе до скорости 36 км/час. — 1,3 м/с²;

среднее замедление с 90 км/час. — 1,1 м/с²;

замедление (постоянное) с 50 км/час. — 1,3 м/с².

Для линий метрополитена Парижа предназначены новые вагоны *MF77*. Максимальная их скорость 100 км/час. Среднее ускорение при разгоне до 40 км/час. — 0,81 м/с², замедление — 1 м/с².

В вагоне два тяговых двигателя с компенсационными обмотками мощностью длительного режима 266 кВт каждый. Мощность тиристорного преобразователя, подключенного к третьему рельсу с напряжением 750 В, составляет 750 кВт.

На рис. 2 а, б представлены принципиальные схемы моторного вагона соответственно в режиме тяги и рекуперативного торможения, где: $ББ_1$ — быстродействующий выключатель, R_1 — сопротивление в цепи предварительной зарядки батареи конденсаторов, K_1 — контактор предварительной зарядки конденсаторов, L_1 — фильтрующий дроссель, K_2 — контактор отключения тяговых двигателей; C — батарея кон-

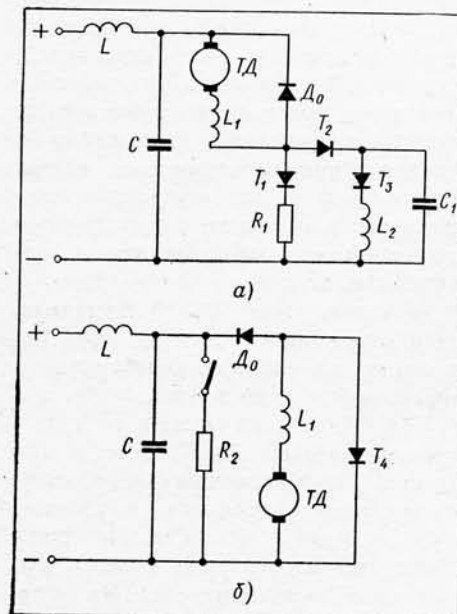


Рис. 1. Принципиальная схема к вагону *C7* в режиме тяги (а) и торможения (б).

денсаторов, R_2 — разрядное сопротивление, Π — тиристорный преобразователь, L_2 — сглаживающий дроссель, D_0 — обратные диоды, T_1 — тиристоры регулирования возбуждения тяговых двигателей, OB — обмотки возбуждения, BV_2 — быстродействующие выключатели, TD — тяговые двигатели.

Рекуперативное торможение включается только тогда, когда есть возможность потребления энергии. Переключение из режима тяги в торможение осуществляется тиристорами.

В Токио одна из линий скоростного метрополитена с 1974 г. полностью обслуживается новыми электропоездами 7000 с импульсным регулированием в тяговом и рекуперативном режимах. Рекуперативное торможение обеспечивает полную остановку поезда. На вагонах установлены двигатели с двумя обмотками возбуждения, что обеспечивает автоматическое регулирование возбуждения двигателей в режимах тяги и рекуперативного торможения, чем достигается максимальное возбуждение при низкой скорости и минимальное при высокой.

Принципиальная силовая схема электропоезда 7000 для режима тяги приведена на рис. 3, где: L — дроссель фильтра, C — конденсатор фильтра, TD — тяговый двигатель, OB_1 и OB_2 — обмотки возбуждения, L_2 — сглаживающий дроссель, D_1 — диод, $ИП$ — импульсный преобразователь.

Японская фирма Hitachi изготовила для метрополитена Торонто (Канада) три двухмоторные электросекции постоянного тока. Питание тяговых двигателей осуществляется тиристорной системой регулирования от третьего рельса с напряжением 600 В. В каждой моторной секции восемь двигателей мощностью 86 кВт. Причем тяговые двигатели одной тележки соединены между собой последовательно (на коллекторе напряжение не более 300 В). Электросекция при общей мощности 688 кВт и массе 55 т развивает скорость 80,3 км/час и среднее ускорение при разгоне 0,9 м/с².

Тиристорные преобразователи моторного вагона электросекции соединены параллельно и имеют общую систему управления. На электропоезде использовано рекуперативное торможение. Потребление электроэнергии уменьшилось по сравнению с потреблением на обычном подвижном составе с реостатным управлением в среднем на 22—30%.

Для регулирования тяговых двигателей моторных вагонов метрополите-

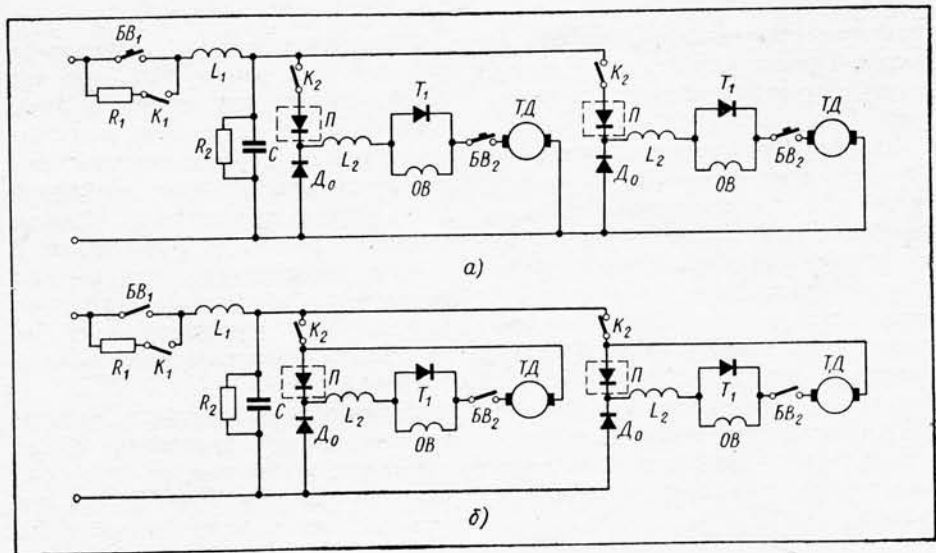


Рис. 2. Принципиальная схема к моторному вагону MF77 в режиме тяги (а) и рекуперативного торможения (б).

на Лиона применены импульсные регуляторы. Питание от сети постоянного тока напряжением 750 В. Здесь имеются одномоторные тележки с тяговым двигателем последовательного возбуждения и компенсационной обмоткой мощностью 217 кВт. На вагонах рекуперативная система торможения фирмы CGEE—Alstom. Максимальная скорость — 90 км/час.

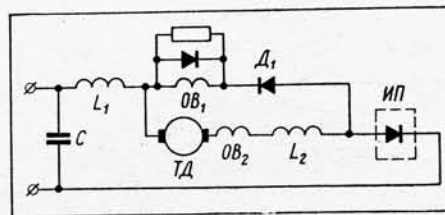


Рис. 3. Принципиальная силовая схема к электропоезду серии 7000 в режиме тяги.

В Брюсселе на подвижном составе метро напряжение на якоре тяговых двигателей регулируется тиристорным преобразователем постоянного тока. В процессе торможения обеспечивается оптимальная отдача электроэнергии в сеть рекуперативным торможением. Когда при торможении снижается уровень генерируемого напряжения (ниже уровня напряжения в сети), автоматически вступает в действие реостатное. Минимальная скорость действия при электрическом торможении составляет 15 км/час., после чего включаются дисковые и пневматические тормоза.

На эксплуатируемой автоматической линии метрополитена в Лилле (Бельгия) скорость также регулируется тиристорными преобразователями, которые используются и для рекуперативного торможения.

Фирмой AEG Telefunken разработана схема тиристорноимпульсного управления. Подвижной состав с таким управлением применяется на линии метрополитена Chiodie в Токио. Тиристорными преобразователями оборудованы также электроподвижной состав метрополитена Западного Берлина, Лондона, Милана, Барселоны, Мюнхена, Штуттгарта, Сан-Паулу.

Следующий шаг в развитии тягового электропривода — использование надежных, легких и дешевых бесколлекторных тяговых двигателей с частотным регулированием, так как несмотря на прогресс в технологии изготовления двигателей постоянного тока коллектор все же остается наиболее чувствительной и наименее надежной его частью.

На метрополитене за рубежом в качестве бесколлекторного двигателя использован трехфазный асинхронный.

Фирмы AEG — Telefunken и Oy Korpi создали асинхронный тяговый привод для сдвоенного вагона F76 транспортной системы Западного Берлина. Применительно к ЭПС местного сообщения, где сложно разместить преобразователь и легче установить двигатель, фирмой AEG—Telefunken принята одноступенчатая система преобразования (преобразова-

тель непосредственно формирует из постоянного напряжения переменное, с регулируемой амплитудой и частотой).

На рис. 4 представлена принципиальная схема двоякого моторного вагона F76, где все тяговые двигатели обеих половин подключены к одному общему преобразователю. Питание преобразователя от контактной сети с напряжением 750 В осуществляется через разъединители BB и K_1 , индуктивно-емкостной фильтр L и C . Выходное напряжение трех фаз подается на сборные шины, к которым параллельно-соединены четыре двояких тяговых двигателя.

В секции вагона 110 метрополитена Хельсинки четыре преобразователя. Каждый из них питает по два трехфазных асинхронных двигателя одной тележки, соединенных постоянно-параллельно. На входе преобразователя имеется: линейный фильтр, тормозной резистор с регулятором. В каждом вагоне отдельный главный выключатель и обратные диоды, при переключении последних можно использовать рекуперативно-резисторное торможение.

Силовые преобразователи четырех тележек секции управляют общим электронным регулятором. Одновременно возможно питание группы двигателей напряжением разной частоты.

Строительство горных транспортных тоннелей, в основном автодорожных, ведется во Франции в больших объемах. Сооружаются они в преобладающем большинстве в скальных породах буровзрывным способом. Последнее обусловлено как частыми изменениями инженерно-геологических условий по трассе, так и большими (до 90—100 м²) площадями поперечных сечений тоннелей.

В устойчивых породах большое распространение находит новавстрийский способ сооружения, при котором тоннель проходит сразу на полный профиль или одним уступом с возведением временного крепления из анкерных болтов или слоя набрызг-бетона. Такая крепь, деформируясь в пределах упругости в соответствии с деформациями выработки, предупреждает развитие горного давления и обеспечивает устойчивость последней на длительный срок. Это позволяет возводить постоянную тоннельную обделку независимо от проходческих работ на большом удалении от забоя.

При ведении проходческих работ с раскрытием забоя на полный профиль тоннеля или уступным способом применяется высокопроизводительное горнопроходческое оборудование: для обуривания забоев — самоходные установки на пневмоколесном ходу с четырьмя-пятью буровыми стрелами и одной — с рабочей люлькой; для уборки породы — ковшевые машины с боковой разгрузкой и горные экскаваторы на пневмоколесном ходу. Емкость ковшей 2,4 м³ и более. Транспортировка породы и доставка грузов в тоннель осуществляются в автосамосвалах емкостью до 12 м³ (грузоподъемностью 22 т).

В монолитных и слаботрециноватых породах величина заходки принимается от 3 до 4,2 м. Шпуров бурят параллельно один другому. В качестве основного вруба используются

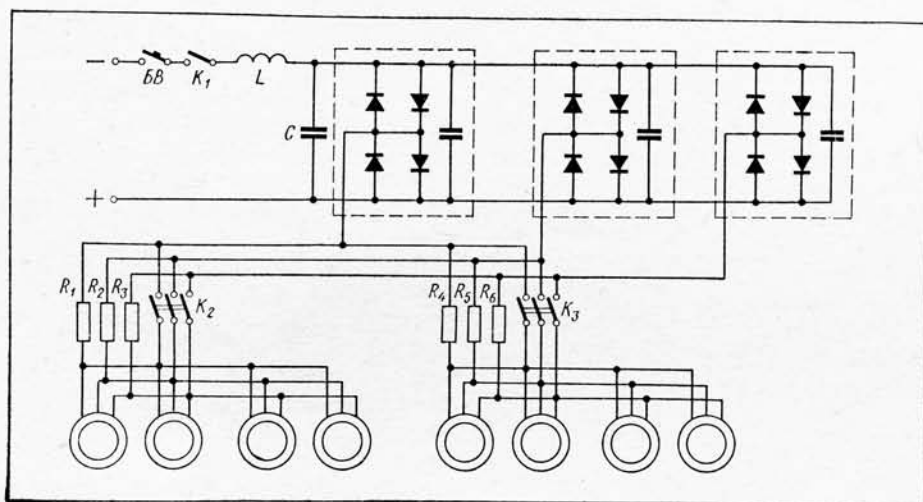


Рис. 4. Принципиальная схема к вагону серии F76.

Переход из тягового режима в тормозной производится отключением контакторов K_2 и K_3 и подключением двигателей на параллельно включенные тормозные реостаты $R_1 \div R_6$, чем достигается возможность выбора мощности преобразователя только для тягового режима, в то время как кратковременные перегрузки в тормозном воспринимаются резисторами. При тяговом режиме они замыкаются накоротко контакторами K_2 и K_3 . Тормозные резисторы могут быть использованы также и в качестве отопительных элементов.

Преобразователь вагона рассчитан на номинальную мощность 775 кВА (560В, 800А), максимальная нагрузка составляет 930 кВА при напряжении 900 В.

ты, поэтому разница диаметров колес различных тележек не лимитируется. Постоянство величин ускорений в интервалах разгона и торможения поддерживается датчиком загрузки вагона.

При напряжении 560 В, частоте 68 Гц и скорости 1990 об/мин. каждый двигатель развивает мощность 125 кВт. Они легко переходят из тягового режима в рекуперативный или резисторный тормозной без контакторов, а эффективность торможения сохраняется до нулевой скорости. Боксование и юз колес исключены.

Приведенные примеры свидетельствуют, что использование тиристорных преобразовательных устройств существенно улучшает свойства электроподвижного состава. □

Проходка тоннелей в скальных породах во Франции

(по материалам зарубежной командировки)

К. ШЛЯПИН, канд. техн. наук;
Г. ФЕДОРОВ, инженер

обычно одна или две холостые скважины по вертикальной оси тоннеля. Расход бурения в зависимости от прочностных показателей горных пород и площади забоя составляет 1,5—1,7 шпура на 1 м².

Анкерные болты применяются как с точечным механическим креплением в шпуре, так и с креплением по всей длине тяги болта цементным раствором или смолами. Первое используется в хрупких породах, когда требуется скрепить ослабленный проходческими работами слой породы с основным массивом. (Типовая конструкция разжимного узла таких анкеров — это полукольца с наружной насечкой, разжимаемые клином при вращении тяги болта.) Второе — преимущественно в пластичных породах. Связанные по всей длине со стенками шпура анкерные болты как бы армируют находящуюся вокруг них породу. Крепление смолами имеет ряд преимуществ по сравнению с цементными растворами (по надежности и срокам начала работы), однако оно дороже.

Длина болтов всех типов обычно не превышает 4,5 м.

Анкерное крепление в большинстве случаев выполняется в сочетании с металлической сеткой.

Широко применяется также крепление набрызг-бетоном. Нанесение его выполняется как сухим, так и влажным способами. Предпочтение отдается последнему, так как результаты испытаний показали: прочность слоя при влажном способе нанесения выше (на 10—15%), чем при сухом. На некоторых объектах внедряются армированные набрызг-бетонные покрытия. В этом случае толщина слоя принимается не менее 7 см. В качестве арматуры используют стальные стержни диаметром от 3 мм и более или сварные сетки. Витые и штампованные

сетки не рекомендуются. Считается, что заделка арматуры в бетон должна быть не менее 2 см.

Довольно часто анкерные болты используются одновременно с набрызг-бетоном (в этом случае слоем небольшой толщины). Таким сочетанием достигается сохранность тоннельной выработки в течение длительного срока. Это, в свою очередь, позволяет возводить постоянную обделку в удобный для строителей период времени.

Однако нормативных документов на выполнение работ, связанных с возведением крепей из анкерных болтов и набрызг-бетона, во Франции пока нет. Имеются лишь довольно обширные рекомендации, составленные по результатам научно-исследовательских работ и опыта их применения. Постоянные обделки возводятся как правило из монолитного бетона марки «300» пластичной консистенции (с осадкой конуса 10 см) с применением переставных шарнирных металлических опалубок. Длина секций до 13,5 м. Бетон доставляется в тоннель в автомиксерах, а подается за опалубку — бетононасосами. Эти работы выполняются обычно после прекращения деформаций горного массива или на последних стадиях их проявления.

При сооружении тоннелей большое внимание уделяется не только вопросам выбора соответствующего данным условиям горно-проходческого оборудования, но и вопросам механизации выполнения вспомогательных операций. Предпочтение отдается узкоспециализированным, а не многофункциональным машинам. Это, по мнению французских специалистов, повышает надежность. Например, для обустройства забоев и разработки шпуров под анкерные болты применяются не унифицированные, а специализированные для каждой из этих операций установки, причем полностью гидрофицированные. Гидравлические пер-

фораторы, которыми оснащаются эти установки, в сравнении с пневматическими в 2—3 раза экономичнее, более производительны, позволяют четко регулировать режим работы, создают меньший шум и не образуют в забое водяной туман. Этими преимуществами почти полностью окупается их высокая стоимость.

Для установки анкерных болтов начинают внедряться самоходные мобильные машины с манипулятором и магазином-турелью, например, французской фирмы «Секома».

Широкое распространение находят самоходные машины с ударным исполнительным органом на манипуляторе для обделки кровли и стен тоннеля после взрыва, отрывки дренажных лотков, разрушения негабаритов и выравнивания подошвы тоннеля. Ударные исполнительные органы таких машин представляют собой гидравлические бутобои с энергией единичного удара от 100 до 200 кгм и числом ударов от 230 до 600 в минуту. Выпускаются они французской фирмой «Монтаберт».

Поскольку при проходке тоннелей с порталов применяется преимущественно автотранспорт, с целью создания благоприятных условий для его работы поверхность почвы покрывают слоем бетона до 10 см. Укладывается он участками поочередно с правой и с левой сторон от оси тоннеля, что позволяет выполнять эту операцию без перерыва движения.

Серьезное внимание во Франции уделяется постановке научно-исследовательских работ в области тоннелестроения, особенно вопросам механики горных пород с точки зрения определения устойчивости выработок и нарушений дневной поверхности, а также оценки горных пород как объектов разрушения при строительстве тоннелей. Большие работы ведутся по совершенствованию систем временного крепления.

Снижение шума и вибрации при эксплуатации скоростного рельсового транспорта

В. ШВАНДЕРОВА, инженер

Во многих странах мира ведутся интенсивные работы по созданию комплексных систем общественного транспорта в крупных городских агломерациях. Большой частью такие системы включают линии метрополитенов и железных дорог, в основном, подземных, стыкующихся на крупных узловых станциях с пригородными и магистральными железнодорожными линиями.

Однако скоростной рельсовый транспорт представляет собой значительный источник шума и вибраций, которые могут вызвать дискомфортное состояние пассажиров и жителей прилегающих к трассам жилых массивов. Так, если уровень шума от движущегося транспорта в административных кварталах города составляет соответственно 40—45 дБА и 60 дБА, то в жилом районе, расположенном вблизи железнодорожной линии, он достигает 80—95 дБА, а на расстоянии 6,1 м от движущегося поезда метрополитена — 90 дБА. Уровни шума в подвижном составе скоростного рельсового транспорта также весьма высоки. Величины их, приведенные в табл. 1, замерены в вагонах метрополитенов при скоростях движения 48 км/ч.

Таблица 1

Город	Средний уровень шума, дБА
Филадельфия	98
Бостон	95
Нью-Йорк	94
Чикаго, Мадрид	92
Лондон	87
Зап. Берлин, Стокгольм	86
Париж (вагоны метрополитена на пневмошинах)	86
Торонто	85
Гамбург	80

Максимальные уровни шума внутри подвижного состава соответствуют частотам в диапазоне 200—800 Гц. Они ниже максимально допустимого. Хотя воздействие шума на пассажиров рельсового транспорта, находящихся в вагонах или на посадочных платформах, не достигает условий дискомфорта, все же оно велико как по уровню, так и по частотам звуковых вибраций. Измерения звукового воздействия на пассажиров, находящихся на станциях, показывают, что уровни шума могут достигать здесь 100 дБА (табл. 2). Это превышает величины, допустимые по продолжительности воздействия на человека.

Таблица 2

Город	Средний уровень шума, дБА		
	Подход поезда	Стоянка поезда	Отправление поезда
Чикаго	100	78	92
Нью-Йорк	100	75	98
Торонто	87	81	87
Зап. Берлин	94	73	88
Лиссабон	105	88	104
Париж (вагоны на пневмошинах)	88	65	96
Париж (вагоны на стальных колесах)	99	77	96
Стокгольм	96	82	93

Разработаны различные критерии для определения максимально допустимого шумового воздействия на человека (исходя как из его психофизиологических особенностей, так и специфических характеристик транспортных систем в условиях городских агломераций). Результатом одной из наиболее полных разработок в этой области явились критерии, принятые Комиссией по скоростному транспор-

ту Торонто. В частности, уровень шума в вагонах метрополитена и городских железных дорог не должен мешать разговору средней громкости двух пассажиров на расстоянии между ними 0,91 м. Установлены максимальные уровни вибрации для различных типов зданий, находящихся на расстоянии не более 30,5 м от трасс метрополитена и городских железных дорог.

Детальные критерии, позволяющие контролировать уровень шума и вибраций, разработаны также для скоростной транспортной системы БАРТ в Сан-Франциско. Проектировщики в США обязаны учитывать существующие федеральные нормы на максимально допустимую продолжительность воздействия шума на человека. Согласно этим нормам продолжительность для уровня шума 90 дБА составляет 8 ч в сутки, 92 дБА — 6 ч, 95 дБА — 4 ч, 97 дБА — 3 ч, 100 дБА — 2 ч, 105 дБА — 1 ч, 110 дБА — 0,5 ч, 115 дБА — 15 мин.

В Великобритании для определения допустимых уровней вибрации пользуются эмпирическим коэффициентом К, для вычисления которого используют зависимости, приведенные в табл. 3.

Таблица 3

Вертикальная вибрация		Горизонтальная вибрация	
До 5 Гц	$K=Af^2$	До 2 Гц	$K=2Af^2$
5—40 Гц	$K=Af$	2—25 Гц	$K=4Af$
Свыше 40 Гц	$K=200A$	Свыше 25 Гц	$K=100A$

Примечание: А — амплитуда вибрации, мм
f — частота вибрации, Гц

Для практического применения рекомендуется руководствоваться следующими значениями коэффициента:

- $K=0,1$ — нижний уровень восприятия вибрации человеком,
 $K=1$ — допустимый уровень для сооружений без ограничения длительности воздействия,
 $K=10$ — то же, при кратковременном воздействии,
 $K=100$ — верхний допустимый для человека предел вибрации.

Основными факторами, обуславливающими возникновение шума и вибрации, являются конструктивные особенности пути и подвижного состава, определяющие характер их взаимодействия, работа двигателей и вспомогательного оборудования поезда, а также оборудования на станциях и перегонах.

Одним из радикальных усовершенствований конструкций транспортных средств является оборудование поездов метрополитена пневматическими шинами, нашедшее применение в Париже, Лионе и некоторых крупных городах различных стран. Так, при переоборудовании линии 6 Парижского метрополитена была принята конструкция вагонов на пневматических шинах, движущихся по металлическим или бетонным балкам, уложенным в том же уровне, что и обычные рельсы. Составы оснащены горизонтальными колесами с пневматическими шинами, движущимися по боковым направляющим. Для повышения безопасности вагоны оборудованы также обычными стальными колесами, которые используются при проезде пересечений и в случае повреждения пневматических шин. Токосъем осуществляется с боковых рельсов. Они служат путем качения направляющих колес. В связи с этим на верхней части рельса установлено пластмассовое изоляционное покрытие, рассчитанное на восприятие высоких механических нагрузок, а в нижней — размещены изолирующие элементы из пластмассы на основе полиэфирных смол. При использовании бетонных шпал изолирующие элементы устанавливаются непосредственно на них, а при деревянных — на стальные кронштейны, прикрепленные болтами к основанию пути. Изолирующие элементы размещают с интервалом 3,28 м, а в кривых — 1,8 м. Конструкции верхнего строения пути с деревянными и бетонными шпалами приведены на рис. 1.

Подвижной состав с колесами на пневматических шинах имеет облегченную конструкцию кузова. Наружные металлические поверхности его выполнены с полиуретановым покры-

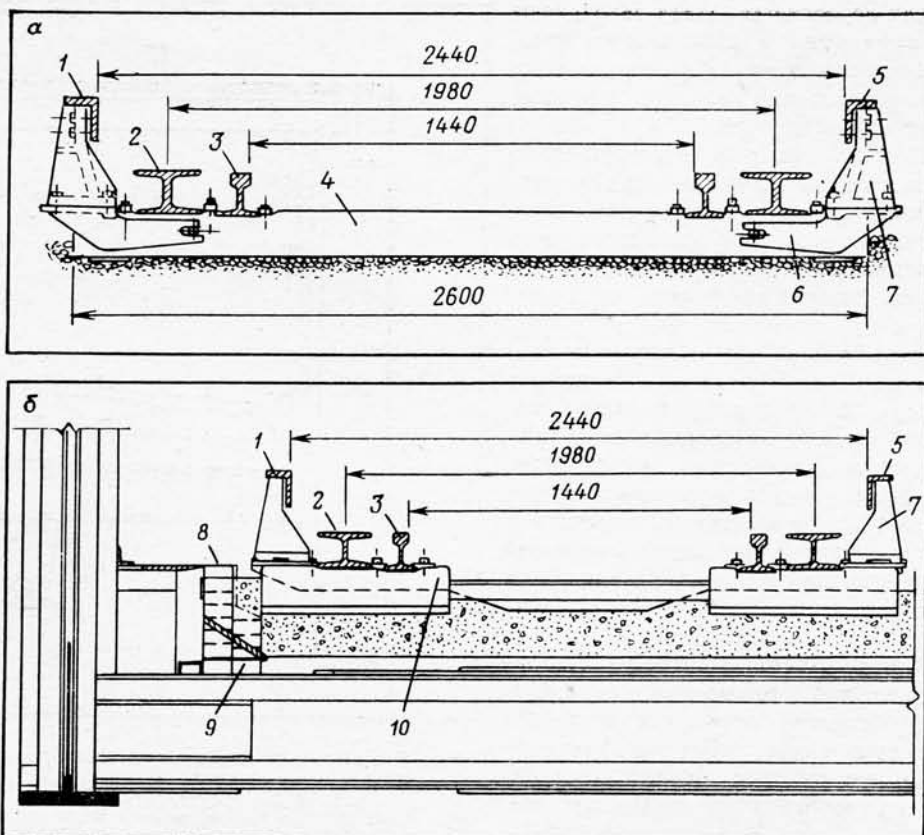


Рис. 1. Конструкция пути метрополитена с подвижным составом на пневматических шинах:

а — с деревянными шпалами; б — с бетонными; 1 — пластмассовое изоляционное покрытие; 2 — металлическая балка для движения колес на пневматических шинах; 3 — стандартные рельсы; 4 — деревянная шпала; 5 — направляющий и контактный рельс; 6 — основание; 7 — изолирующий элемент; 8 — гидроизоляция; 9 — цементный раствор; 10 — бетонная шпала.

тием. На случай возникновения пожара в тоннеле метрополитена шины колес подвижного состава наполняют азотом.

И все же уровень шума при движении поездов на пневматических шинах довольно высок. Под действием веса вагона пневматическая шина деформируется, и канавки рисунка протектора в зоне ее контакта с рельсом сжимаются. Сжимается и воздух, находящийся в канавках, а после выхода последних из зоны контакта с рельсом происходит мгновенное расширение этого воздуха, сопровождающееся резким характерным звуком.

Длительные экспериментальные и опытные работы по снижению уровня шума и вибрации проводились в процессе проектирования конструкции пути для метрополитена Вены. Испытания вели как на опытном отрезке, так и на действующем участке городской железной дороги.

В первом случае основанием служила бетонная плита толщиной 30 см, на которую укладывали путь различной конструкции с деревянными шпалами: на балластном слое толщиной

20 см, на цементном — в 2 см и на перфорированных резиновых прокладках. Критерием звукопоглощающих свойств пути служила разница уровней звука, распространяющегося по подошве рельса и по бетонной плите основания. Для пути на балласте разница составляла 30 дБ, на слое из цемента — 29 дБ, на шпалах с резиновыми прокладками — 36 дБ.

На действующем пути выявлялась эффективность различных прокладок (неопрен, губчатая резина), укладываемых между ребристой подкладкой и шпалой. Оказалось, что из-за большого давления на прокладку она снижает шум не более чем на 1—2 дБ.

Как известно, большая часть энергии вибрации пути при проходе по нему поездов приходится на диапазон низких частот — от 15 до 200 Гц. Было установлено, что звукопоглощение в спектре частот 63—500 Гц для пути на резиновых прокладках на 17 дБ больше, чем на балласте. Сделали вывод — в конструкции пути должны быть сохранены поперечные опорные элементы, но, поскольку значительные допуски в раз-

мерах деревянных шпал затрудняют их применение в безбалластном пути, решили использовать конструкции из полимерного материала (полиуретана) с резиновой оболочкой.

Новые элементы предварительно испытывали в лабораторных условиях на выносливость, истираемость, стойкость к химическим реагентам, воздействию электрического тока, воды, масел. Затем модель пути такой конструкции проверили под нагрузкой, имитировавшей проход поезда со скоростью 80 км/ч в кривой радиусом 300 м. Эксперименты показали, что механические свойства полиуретана позволяют уменьшить высоту шпал до 10 см (высота деревянных составляла 16 см) и за счет этого ввести в конструкцию пути дополнительную звукоизолирующую прокладку из стекловолокна толщиной 5 см (см. рис. 2).

Плотный литой полиуретан, используемый для изготовления шпал, обладает высокими компрессионными характеристиками, достаточной прочностью при действии динамических нагрузок, химической стойкостью, ма-

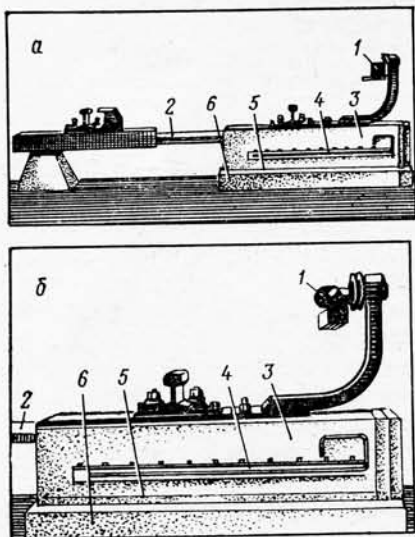


Рис. 2. Модель безбалластного пути метрополитена Вены:

а — общий вид; б — несущая плита; 1 — контактный рельс сечением 762,3 мм²; 2 — шпала из полиуретана; 3 — несущая плита; 4 — арматура из стали А76; 5 — звукоизолирующая прокладка; 6 — опорная плита.

лой возгораемостью, неэлектропроводен. Размеры шпал: высота 100 мм, ширина 260 мм, длина 2500 мм, они имеют небольшой вес и могут изготавливаться со встроенными креплениями.

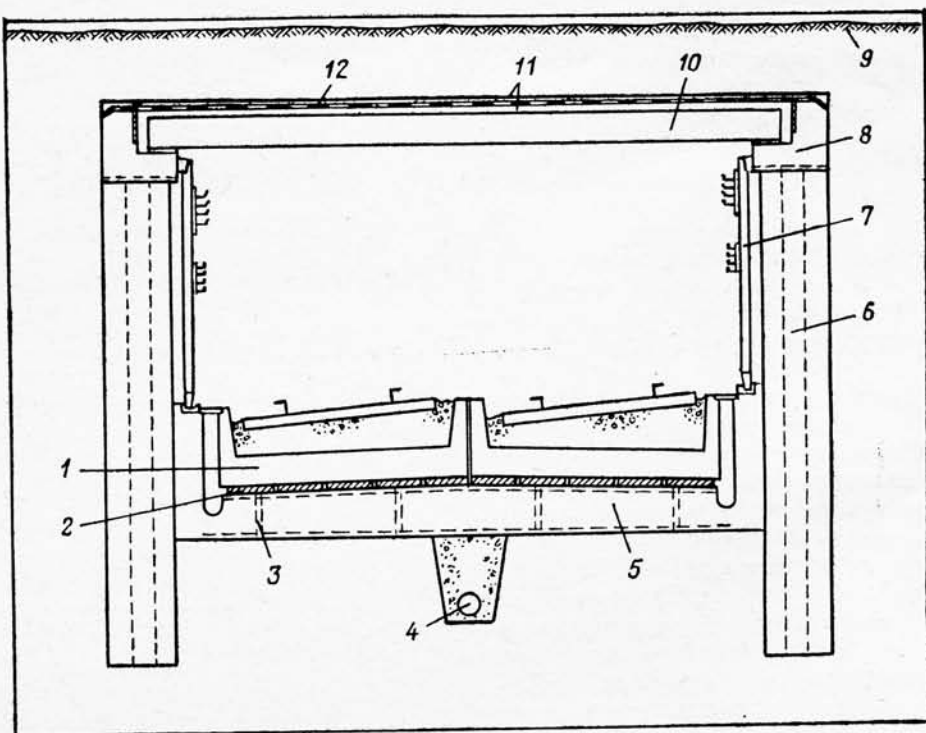


Рис. 3. Поперечное сечение пути с виброизолирующими подкладками:

1 — бетонный блок основания; 2 — резиновые подкладки; 3 — дренажные трубы диаметром 2"; 4 — дренажная труба диаметром 12"; 5 — цементная плита основания; 6 — сваи ограждения котлована, забитые при сооружении тоннеля; 7 — облицовка стен; 8 — горизонтальная балка; 9 — уровень дневной поверхности; 10 — балка перекрытия; 11 — слой монолитного бетона; 12 — гидроизоляция

Новая конструкция полотна снижает шум на 19 дБ по сравнению с обычной на балласте. При отсутствии резиновой оболочки шпал и прокладки из стекловолокна уровень шума снизился всего на 2 дБ. Упругие прокладки безбалластного пути составляли в среднем 2,15 мм, что свидетельствует о сохранении необходимой степени комфорта движения.

При строительстве одной из линий метрополитена несущие плиты безбалластного пути размером 5×1,25 м бетонировали на месте укладки. Опыт эксплуатации при скоростях движения до 80 км/ч показал, что данная конструкция обеспечивает устойчивое положение пути, комфорт, существенное снижение уровня шума. Уменьшение интенсивности звуковых колебаний между рельсом и обделкой тоннеля в спектре частот 16—125 Гц составляет 39,5 дБ. В зданиях, фундаментах которых расположены на расстояниях до 7 м от трассы тоннеля, шум от поездов, движущихся со скоростью 80 км/ч, в дневное время не прослушивается. Вместе с тем поверхность безбалластного полотна отражает звуковые колебания, направленные внутрь вагона. Этот недостаток может быть устранен установкой звукопоглощающих элементов сбоку пути.

При проектировании линий Лондонского метрополитена велась разработка конструкций с упругими резиновыми рельсовыми подкладками. Основным назначением виброизолирующего основания является демпфирование низкочастотной вибрации. При частоте собственных колебаний пути 7—12 Гц масса и длина подкладок должны быть как можно большими, а их боковые торцы оснащены опорными башмаками, повышающими сопротивление поперечному смещению и общую жесткость плит. Виброизолирующие подкладки на одной из расположенных в центре Лондона линий метрополитена эксплуатируются уже давно. Их применили и на линии к аэропорту Хитроу, пересекающей густонаселенные районы города. Действующая с 1975 г. линия сооружалась открытым способом и имеет мелкое заложение.

Конструкция пути включает (рис. 3) железобетонные корытообразные блоки размером 3,3×6,96 м и массой 20 т, укладываемые на резиновые подкладки так, что между блоками в продольном направлении остается зазор в 87 см, заполняемый затем бетоном. В поперечном направлении между блоками оставляют зазор величиной около 2,5 см, в который с интервалом 9,96 м вставляют

резиновые прокладки размером 25×25 см толщиной 37 мм. Углубления блоков заполняют щебеночным балластным слоем толщиной 30 см, куда укладывают деревянные шпалы.

Под каждым из блоков устанавливают по два комплекта из пяти резиновых подкладок размером 62×23×10 см каждая, уложенных на цементные плиты основания. Для исключения смещения элементов под действием усилий от динамических нагрузок на их нижней и верхней поверхностях устраивают выступы, входящие в соответствующие углубления на поверхностях цементных плит основания и корытообразных блоков. В зазоры между боковыми стенками блоков и стенами тоннеля укладывают резиновые прокладки толщиной 9 см, сжимаемые закладными болтами с гайка-

ми, после чего образовавшиеся промежутки заполняют бетоном. Эти меры способствуют повышению устойчивости блоков в поперечном направлении.

Все прокладки изготовлены из резины на основе натурального каучука и предварительно испытаны на износостойкость и способность к поглощению вибраций.

Практика эксплуатации такой конструкции пути подтверждает ее высокие вибро- и шумопоглощающие свойства. Если используют ее в тоннелях, сооружаемых методом щитовой проходки, то стены железобетонных блоков выполняются закругленными по радиусу тоннельной обделки.

Важнейшим направлением при снижении уровня шума и вибрации, возникающих при работе рельсового

транспорта, является совершенствование узлов конструкций подвижного состава, стационарного и вспомогательного оборудования, а также их надлежащее техническое обслуживание. Необходимо следить за своевременной регулировкой элементов двигателей, трансмиссий и токоъемных башмаков, устранять причины пробуксовывания колес, вибраций кузовов вагонов, трения в сцепке. Снижение уровня шума может быть достигнуто при соответствующих проектных разработках систем вентиляции и станционного оборудования (билетных и торговых автоматов и т. д.). Необходимо составление специальных норм на изготовление двигателей и вспомогательного оборудования, где учитывались бы требования их малозумной работы. □

Художественно-технический редактор **Е. Н. Гарнухин**

Л-86563 Сдано в набор 15/VI-78 г. Подписано к печати 13/VII-78 г.
Формат бумаги 60×90^{1/8}. Бумага типографская № 1. Объем
4,0 п. л. Тираж 5100 экз. Заказ 2096 Цена 30 коп.

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

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

