

МЕТРО СТРОЙ

7
1973



ИНФОРМАЦИОННЫЙ
НАУЧНО-
ТЕХНИЧЕСКИЙ
СБОРНИК

«МЕТРО- СТРОЙ»

Выпуск

7

1973

Издание
Московского
Метростроя
и издательства
«Московская правда»

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Е. Д. РЕЗНИЧЕНКО (редактор), А. С. БАКУЛИН, Г. А. ЕРАТЧУН, П. А. ВАСЮКОВ, С. Н. ВЛАСОВ, Е. П. ВОРОНОВ, А. Ф. ДЕНИЩЕНКО, В. М. КАПУСТИН, Ю. А. КОШЕЛЕВ, А. С. ЛУГОВЦОВ, В. Л. МАКОВСКИЙ, Б. П. ПАЧУЛИЯ, С. А. ПОНСМАРЕНКО, В. И. РАЗМЕРОВ, П. А. РУСАКОВ, А. И. СЕМЕНОВ, В. В. ЯКОБС, И. М. ЯКОБСОН

Издательство «Московская правда»

Адрес редакции сборника «Метрострой»:
ул. Куйбышева, д. 3, комн. 11,
тел. 228-16-71.

Фото В. Савранского
Технический редактор Н. Милюевская

Л21080 Сдано в набор 15/X—73 г.

Подписано к печати 21/XI—73 г.

Тир. 4000.

Объем 4 п. л.

Бумага тифдручная 60X90¹/₈.

Зак. 3797

Цена 30 коп.

Типография изд-ва «Московская правда»

В НОМЕРЕ:

Метод сооружения тоннелей с монолитно-прессованной бетонной обделкой отмечен Государственной премией 1973 г.	1
В завершающие годы пятилетки	4
М. Часовников. Способ опускной крепи в тиксотропной рубашке	6
М. Тахиров, Г. Оганесов, Ю. Прокунин. Полимербитумная гидроизоляция конструкций	7
В. Меркин, М. Дмитриев, В. Афанасьев, Л. Воробьев, О. Бирюков. Влияние технологии строительства на осадки поверхности	8
Н. Трупак, Г. Кростошевский. Применение быстрого замораживания	10
М. Сницарь. О целесообразности строительства метрополитена в различных городах	12
В. Простаков. Тоннели для скоростного трамвая в Ереване	12
Г. Болоненков. Техничко-экономическая эффективность метрополитена	14
М. Прудовский, В. Фраснов. Виброуплотнение бетонной смеси при изготовлении блоков обделки	17
Для изготовления арматурных каркасов	18
П. Пушкин. Отрыв деревянных шпал от бетонного основания	19
В. Симбирцев. Станции глубокого заложения Московского метрополитена	21
И. Хлебников. Электроснабжение передвижных токоприемников	23
М. Лебедев. Метрсполитены мира. Проблемы и решения	24
Е. Резниченко. Заметки о Будапештском метро	26
Углублять научно-техническое сотрудничество	27
Первый выпуск	28
Зарубежная информация	29
Строительная мозаика	32

НА ПЕРВОЙ СТРАНИЦЕ ОБЛОЖКИ:

замораживание береговой зоны канала на строящемся участке Краснопресненского радиуса.

Поздравляем наших лауреатов!

МЕТОД СООРУЖЕНИЯ ТОННЕЛЕЙ С МОНОЛИТНО-ПРЕССОВАННОЙ БЕТОННОЙ ОБДЕЛКОЙ ОТМЕЧЕН ГОСУДАРСТВЕННОЙ ПРЕМИЕЙ 1973 года

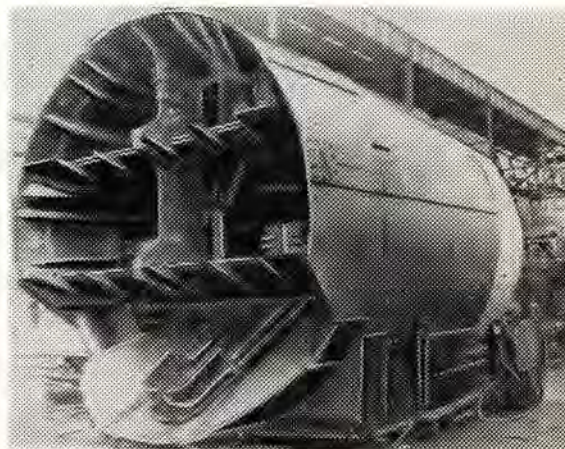
В ДЕНЬ всенародного праздника 56-й годовщины Великой Октябрьской социалистической революции в печати было опубликовано Постановление ЦК КПСС и Совета Министров СССР «О присуждении Государственных премий 1973 года в области науки техники».

Среди лауреатов Государственных премий в области техники — проектировщики и строители метрополитенов и тоннелей тт. **Брежнев Павел Иванович**, начальник участка стройуправления № 19 Московского государственного треста горнопроходческих работ, **Вергасов Леонид Данилович**, горный мастер стройуправления № 3 того же треста, **Луговцов Анатолий Степанович**, начальник Государственного проектно-изыскательского института «Метротранс», **Ходош Владимир Александрович**, кандидат технических наук, **Иванов Валентин Александрович**, главный специалист того же института, **Кошелев Юрий Анатольевич**, бывший главный инженер Главтоннельметростроя, **Волков Мюд Алексеевич**, бригадир проходчиков строительно-монтажного управления № 8 Московского метростроя, **Бурцев Павел Семенович**, бывший начальник того же управления, **Пачулия Буду Павлович**, главный инженер управления «Тбилтоннельстрой», **Курашвили Абессалом Иосифович**, кандидат технических наук, начальник тоннельного отряда № 5 того же управления, **Маренный Яков Ильич**, кандидат технических наук, руководитель лаборатории Всесоюзного научно-исследовательского института транспортного строительства, **Хайдуров Леонид Константинович**, главный инженер Московского механического завода, — за разработку и внедрение технологии и проходческого оборудования для сооружения тоннелей различного назначения с монолитно-прессованной бетонной обделкой. Его промышленное освоение было начато на строительстве коллектора реки Неглинки в центре столицы, затем при сооружении тоннелей метрополитена в Тбилиси. Следует отметить, что впервые в песчаных грунтах на Краснопресненском радиусе Московского метрополитена успешно построен тоннель без металла способом прессбетона. Этот способ нашел также свое осуществление на строительстве гидротехнического тоннеля большого Ставропольского канала. В общей сложности шесть километров тоннелей уже выполнено в монолитно-прессованном бетоне.

Экономический эффект применения нового способа составил более 2 миллионов рублей. Так, на основных проходческих работах стоимость их снижается на 20—30%, а трудозатраты на строительстве тоннелей метрополитена на 15—20%.

В нашей стране внедрено шесть изобретений на этот способ и его оборудование. Крупные зарубежные страны выдали более 50 патентов. Дальнейший поиск оптимальных технических решений применения метода прессования бетонной обделки, творческое внедрение его на наших стройках — таков путь совершенствования прогрессивного способа тоннелестроения, получившего высокую оценку партии и правительства.

Хороший пример творческого содружества проектировщиков, производственников, научных работников и заводчан должен быть подхвачен всеми стройками Главтоннельметростроя для успешного выполнения задач технического прогресса отечественного тоннелестроения.



На снимках (сверху вниз): щит для сооружения тоннелей с монолитно-прессованной бетонной обделкой; бетоноводы; тоннель Тбилисского метрополитена с монолитно-прессованной обделкой.



Тоннель с обделкой из монолитно-прессованного бетона, проложенный в песках на участке Краснопресненского радиуса в направлении станции «Щунинская».

**ШИРЕ ВНЕДРЯТЬ МОНОЛИТНО-ПРЕССОВАННУЮ БЕТОННУЮ ОБДЕЛКУ
НА СТРОЙКАХ МЕТРО И ТОННЕЛЕЙ!**

СОЦИАЛИСТИЧЕСКИЕ ОБЯЗАТЕЛЬСТВА МЕТРОСТРОЕВЦЕВ ПРЕТВОРЯЮТСЯ В ЖИЗНЬ

Н. КОЗИН,

главный технолог ПРО Главтоннельметростроя.

ВКЛЮЧИВШИСЬ в социалистическое соревнование за досрочное выполнение плановых заданий 1973, решающего года девятой пятилетки, коллективы метростроевцев достигли значительных успехов. План строительно-монтажных работ в целом по Главтоннельметрострою выполнен за 10 месяцев по генподряду на 106,7% своими силами на 107,2%; план реализации промышленной продукции — на 100,4%. Обеспечено снижение себестоимости строительно-монтажных работ против плана на 0,3%.

Однако темпы роста производительности труда недостаточны.

Строительные организации Главтоннельметростроя, за исключением Бактоннельстроя, перевыполнили девятимесячный план строительно-монтажных работ.

Все коллективы достигли снижения себестоимости строительно-монтажных работ против плановой, а Киевметрострой и Тоннельный отряд № 2, который ведет строительство Ташкентского метрополитена, перевыполнили плановые показатели и по росту производительности труда (Киевметрострой на 1,4%, а Тоннельный отряд № 2 на 19,3%).

Московские метростроевцы в соответствии со своими социалистическими обязательствами досрочно завершили реконструкцию станции «Дзержинская», которую сдали в эксплуатацию ко Дню строителя. Введено 12857 м² жилплощади и готовы к сдаче еще 10160 м².

Годовые социалистические обязательства москвичей предусматривают сооружение 1200 пог. м станционных тоннелей, 200 пог. м реконструируемых тоннелей Центрального пересадочного узла, 11 км перегонов и завершение отделочных работ на станциях «Шукинская», «Планерная», «Калужская» и «Беляево». На 1 октября сооружено 1050 пог. м станционных тоннелей, 190 пог. м выработок Центрального пересадочного узла, 8900 пог. м перегонов. Отделочные работы ведутся на всех станциях.

Ленинградские метростроевцы соорудили 1260 пог. м правого перегонного тоннеля между станциями «Лесное» и «Выборгская» (из 1750 принятых годовыми социалистическими обязательствами). Из намеченных к проходке в текущем году 7 км перегонных тоннелей — в том числе 6,5 км тоннелей с обделкой из сборного железобетона — построено 5,9 км, из них 5,538 с обделкой из сборного железобетона. В августе строители приступили к ответственному этапу проходки в замороженных

грунтах, в зоне «размыва» перегонного тоннеля к станции «Площадь Мужества».

На строительстве Киевского метрополитена сооружено 2348 пог. м перегонных и 110 пог. м станционных тоннелей из 3600 и 150 предусмотренных социалистическими обязательствами года. Усилиями коллектива сооружено 1070 пог. м тоннелей на канале Днепр—Донбасс, что на 110 пог. м больше запланированных.

Бакинские метростроители сдали в эксплуатацию с оценкой «отлично» тоннель на линии Алят-Норашеи Азербайджанской железной дороги. В первом полугодии они закончили и сдали генподрядчику гидротехнический тоннель на Верхне-Ханбуланчайском водохранилище в Ленкараиском районе республики. Недавно начата проходка тоннеля Шемахинского вноохранилища.

В Тбилиси пройдено 1460 пог. м перегонных тоннелей метрополитена и 2200 пог. м тоннелей различного назначения, расположенных в различных районах Грузии. В сентябре сдано в эксплуатацию 2500 м² жилой площади.

В счет принятых социалистических обязательств коллектив Харьковметростроя выполнил сверх предусмотренных планом проходку 210 пог. м перегонных тоннелей и укладку 2200 м³ монолитного железобетона в основные конструкции метрополитена.

Строители Тоннельного отряда № 2 обязались в 1973 г. соорудить для седьмого метрополитена в Ташкенте 4500 пог. м перегонных тоннелей. Выполнив это обязательство, ташкентцы уже соорудили 3040 пог. м перегона.

На строительстве Большого Ставропольского канала коллектив СМУ-11 Главтоннельметростроя соорудил 1870 пог. м тоннелей.

В крайне тяжелых гидрогеологических условиях Тоннельный отряд № 1 построил 200 пог. м Лысогогорского тоннеля на линии Краснодар—Туапсе Северо-Кавказской железной дороги.

Неотложная задача всех коллективов метростроителей — обеспечение резкого повышения производительности труда. Без этого немыслимо дальнейшее наращивание объемов работ по строительству метрополитена. Необходимо решение таких проблем как сокращение ручного труда, создание механизированных щитовых комплексов для различных геологических условий; повышение сборности и укрупнение конструкций; совершенствование технологий производства; применение плоского лотка в тубинговых обделках тоннелей.

В ЗАВЕРШАЮЩИЕ ГОДЫ ПЯТИЛЕТКИ

— **ОСОБЕННОСТИ** нынешнего этапа метро-строения, — подчеркнул в беседе с нашим корреспондентом С. ПОНОМАРЕНКО начальник Управления Мосметростроя Ю. А. КОШЕЛЕВ. — нужно рассматривать в свете возросших требований и новых, все усложняющихся задач.

На завершающие годы девятой пятилетки падает основной удельный вес работ по метростроению в Москве: из 26,7 запланированных на весь период километров новых линий введено в строй действующих пока 10.

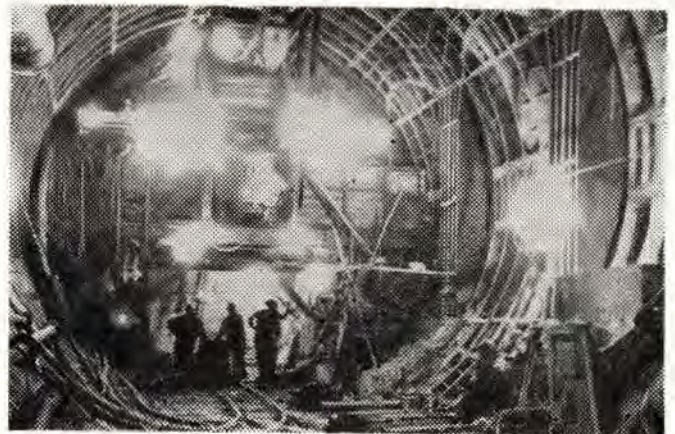
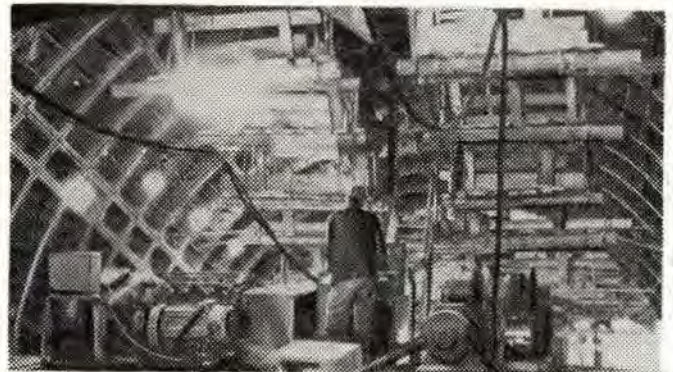
Метростроителям еще не приходилось сдавать в год два объекта. Так будет в 1974 году, когда удлинится до станции «Беляево» Калужский радиус и откроется Центральный пересадочный узел; так будет и в 1975 году, когда вступят в эксплуатацию II участок Краснопресненского радиуса от станции «Октябрьское поле» до станции «Планерная» и линия «Площадь Пушкина» — «Кузнецкий мост» ЖКД.

Одновременно начинают разворачиваться работы по продлению Рижского радиуса в район Медведково и подготовка к сооружению Калининского — от станции «Таганская» до Новогиреева.

На метростроевцев возложена особая ответственность. Она заключается в качественно новом подходе к сдаче объектов — без недоделок и в полном комплексе. Предстоит воплотить в жизнь ряд технически сложных решений. Среди них — пересечение двух каналов по трассе II участка Краснопресненского радиуса. Первое, большое пересечение, на перегоне между «Шукинской» и «Волоколамской» будет осуществляться методами, ранее не применявшимися в практике метростроения. Проходка намечена на небольшой глубине под дном канала с укреплением его ложа способом горизонтального замораживания. Преодоление водной преграды возможно лишь в зимнее время. Сейчас коллективы Подводречстроя, Управления № 157 и СМУ-5 ведут подготовку к этому ответственному проходческому этапу — расчищают дно, устраивают регистры для замораживания и создания льдозащитной толщи, ведут обустройство и подготовку береговой зоны. К зиме на нужные рубежи должны быть выведены щиты, чтобы успеть миновать канал за короткий срок.

На участке второго пересечения, между станциями «Тушинская» и «Сходненская», канал не может быть обезвожен (его назначение — обводнять Москву-реку, где должна постоянно быть выдержана санитарная норма). Применять же здесь метод замораживания опасно: можно повредить глиняный защитный экран. Техническое решение пока не принято. Ясно одно — оно будет сложным.

Другую организационно-техническую сложность представляет сооружение депо «Планерная». По своим размерам оно превосходит существующие, а по срокам возведения требует втрое больших скоростей (вместо шести-семи лет этот объект, без ко-

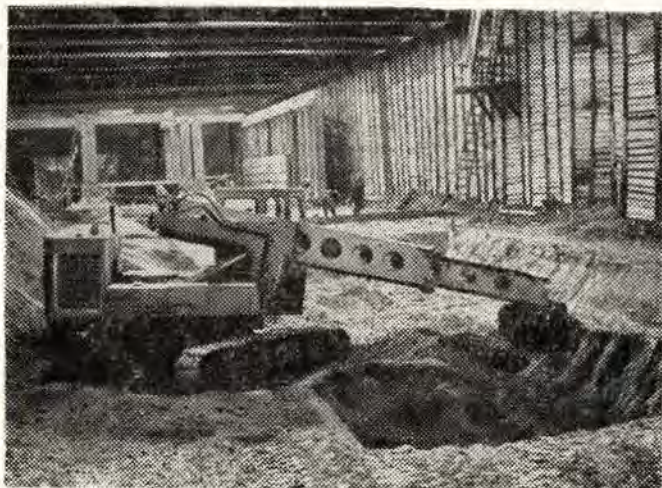


НА СНИМКАХ (сверху вниз):

Проходческая бригада А. Череповича на строительстве Центрального пересадочного узла.

Сооружается средний станционный тоннель станции «Кузнецкий мост».

«Пушкинская» сегодня.



НА СНИМКАХ (сверху вниз):

Извлечение свай и изоляционные работы на станции «Беляево».

Бригада коммунистического труда А. Данилова (слева направо): В. Иванов, А. Данилов, В. Катников, М. Малашенко.

Момент строительства станции «Калужская».

торого невозможна эксплуатация радиуса, предстоит соорудить за два года). Строительство ведется на основе применения сборных железобетонных конструкций.

В короткий срок нужно уложиться и строителям «Волоколамской». Участок трассы захватывает территорию аэродрома, поэтому долго пришлось ждать разрешения на начало производства работ. Теперь станции предстоит соорудить менее чем за год. Прилегающие тоннели прокладываются в сильно обводненных грунтах, с применением контурного замораживания и глубинного водопонижения.

Сократились и сроки возведения пересадочных станций глубокого заложения. Так, на строительстве «Площади Пушкина» Ждановско-Краснопресненского диаметра вместо обычных трех с половиной — четырех лет отведено только два с половиной. С целью уменьшения трудоемкости работ рационализаторы СМУ-7 внедрили конструкцию плоского чугуно-бетонного станционного лотка. Это позволит подойти к решению задачи строительства односводчатых станций в обводненных условиях.

Перед архитекторами «Площади Пушкина» поставлена нелегкая творческая задача: место расположения станции — на архитектурном перекрестке памятников, строений и сооружений двух эпох — обуславливает поиски отвечающих ему по замыслу художественных форм. Будет выполнен в натуральную величину макет станции, который поможет выявить наиболее оптимальные варианты оформления ее интерьеров.

Можно сказать, двум — двум с половиной станциям глубокого заложения равно по объему работ строительство Центрального пересадочного узла. Тоннели различного сечения прокладываются в условиях сопряжения с действующими линиями метрополитена.

Чтобы иметь возможность сосредоточиться на пусковых объектах следующих лет, строители нового участка Калужского радиуса полны решимости ввести его досрочно. Рабочие показательны коллективов СМУ-5 и Тоннельного отряда № 6 — поруча тому, что их повышенные обязательства будут выполнены.

Строительные будни — борьба за план неизменно включают внедрение достижений технической и конструктивной мысли. Почти на каждом метростроевском объекте опробуется что-то новое. Это и успешная проходка тоннеля с обделкой из монолитно-прессованного бетона; и смелый эксперимент по обжатию железобетонных колец в песчаный грунт; и предстоящее испытание механизированного щита для пород средней крепости; сооружение колонной станции глубокого заложения с новой конструкцией чугунных перемычек, расширенными проемами и приподнятым средним залом; запланированное внедрение цельносекционных иенапряженных обделок, которые будут изготавливаться на полигонах вдоль прокладываемых участков трассы, и многое, многое другое. Активизация инженерно-технической мысли, поиски оптимальных форм организационной работы, выявление производственных резервов, социалистическое соревнование между коллективами направлены на успешное выполнение планов завершающих лет пятилетки.

СПОСОБОМ ОПУСКНОЙ КРЕПИ В ТИКСОТРОПНОЙ РУБАШКЕ

М. ЧАСОВНИКОВ, инженер

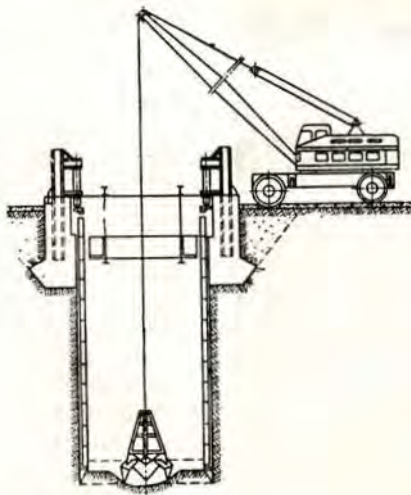
МЕЖДУ станциями «Пушкинская» и «Кузнецкий мост» строителями СМУ-6 пройден вентиляционный ствол. Его проходку производили способом опускной крепи в тиксотропной рубашке.

Для сооружения форшахты был вырыт котлован с помощью экскаватора Э-652 драглайном емкостью 0,5 м³. Наружный диаметр форшахты 8,5 м, внутренний — 6,1 м, высота — 4 м. При этом было разработано 600 м³ грунта и уложено 206 м³ бетона.

В забое форшахты смонтировали ножевое кольцо опускной крепи высотой 1 м из листовой стали толщиной 20 мм с ребрами жесткости на бетонной стяжке. Затем на кольцо уложили транспортную ленту толщиной 10 мм, шириной 400 мм с загнутыми краями по стенке форшахты, смонтировали тьюбинговое кольцо и уложили за него пластичную глину на высоту 1 м. После этого на тьюбинговое кольцо установили металлическую прокладку толщиной 8 мм с выпуском в сторону форшахты, чтобы при задавливании опускной крепи избежать поднятия пластичной глины, и смонтировали второе и третье тьюбинговые кольца.

Для задавливания опускной крепи установили внутри форшахты шесть щитовых домкратов с диаметром поршня 205 мм, длиной 1 м, для работы которых смонтировали насос Н-403 производительностью 35 л/мин с электродвигателем мощностью 23,5 квт.

Для их упоров были заделаны двутавровые балки № 55 в бетон форшахты. Глинистый бентонитовый раствор готовили в глиномешалке емкостью 0,4 м³ с электродвигателем 20,5 квт до необходимой консистенции и подавали насосом в зазор 25—12 см между форшахтой и наружной поверхностью тьюбинговой крепи (см. рисунок).



После подготовительных работ производили задавливание крепи при давлении 180 атм и вели разработку грунта установленным на поверхности стреловым краном грузоподъемностью 20 т с подвесным четырехлопастным грейфером Темп-1 конструкции ЦНИИподземмаш. Емкость грей-

фера 0,8 м³, вес — 3,75 т, высота — 3,5 м. Вначале грунт был представлен мелкозернистым водонасыщенным песком с включениями гальки. С 10-го кольца песок перешел в черный суглинок. Разработка грунта производилась при наличии воды в стволе.

На каждый метр проходки добавляли около 2,5 м глинистого раствора, его уровень находился от верха форшахты ниже на 3 м. Тьюбинговые кольца монтировали сверху на подвесном металлическом полке тем же краном.

Металлический полк был установлен внутри опускной крепи со съемной средней частью для опускания грейфера. Тьюбинги завода «Лентрублит» имели наружный диаметр 5,5 м и внутренний 5,1 м.

После задавливания крепи и разработки грунта с 11-го по 13-е кольца, которые вошли в черную плотную глину, проходка была приостановлена. Начали подготовку к обычной проходке с подводкой колец снизу — вытеснять глинистый раствор за крепью путем нагнетания цементно-песчаного и цементного раствора и возводить надшахтный комплекс сооружений. Работы по проходке шахтного ствола производила в две смены бригада П. Степанова в составе 8 человек. Продолжительность проходки ствола опускной крепью составила 12 рабочих дней при средней суточной скорости 1 м. Отклонение от вертикальной оси ствола не превышало 25 мм.

ПОЛИМЕРБИТУМНАЯ ГИДРОИЗОЛЯЦИЯ КОНСТРУКЦИЙ

М. ТАХИРОВ, Г. ОГАНЕСОВ,
Ю. ПРОКУНИН, инженеры

В ПРАКТИКЕ строительства сооружений метрополитенов открытого способа работ наибольшее распространение получила оклеечная гидроизоляция из рулонных материалов на основе нефтяного битума.

Устройство оклеечной гидроизоляции, как известно, трудоемкий и непроизводительный и небезопасный процесс, хотя обеспечивает достаточную надежность и долговечность конструкций.

Вместе с тем оклеечная гидроизоляция не лишена недостатков. Это сезонность производства изоляционных работ; сползание гидроизоляции с вертикальных и наклонных поверхностей в жаркое летнее время; несовершенство технологии производства гидроизоляционных работ и неиндустриальность; значительные трудовые затраты.

Кроме того, гидроизоляционный материал работает в сложных местных гидрогеологических и климатических условиях: просадочность грунтов, близость уровня грунтовых вод, местами с повышенной минерализацией, повышенная сейсмичность, интенсивная солнечная радиация, воздействие сухого и жаркого климата в период производства гидроизоляционных работ. Таким образом, исследование и изыскание эффективного способа гидроизоляции с применением местного сырья для условий Узбекистана является актуальной задачей.

Ташкентский институт инженеров железнодорожного транспорта совместно с «Ташметропроектом» и Тоннельным отрядом № 2 исследует возможность устройства мастичной гидроизоляции из холодных полимербитумных мастик взамен оклеечной.

Холодные полимербитумные мастики представляют собой смесь эпоксидно-фуранового полимера с нефтяным битумом, отвердителем, наполнителем и растворителем.

Опытный участок мастичной гидроизоляции заложен на рас-

трубном участке перегонного тоннеля открытого способа работ ст. «Чиланзар» Ташкентского метрополитена.

Использовали два вида гидроизоляции: двухслойную с армированием стеклотканью и двухслойную общей толщиной 2—3 мм.

Мастики приготавливали следующим образом: предварительно разогретый нефтяной битум обрабатывали в растворителе, затем смешивали с полимером и наполнителем. Перемешивание компаунда с отвердителем производили при температуре 60°C, при более высоких температурах резко сокращается жизнеспособность мастик.



Для приготовления и нанесения мастик использовали нагнетательный бачок с перемешивающим устройством. При этом выборочно контролировали их качество путем изготовления образцов для следующих видов испытания: объемный вес; предел прочности на сжатие; прочность сцепления с основанием; водопоглощение.

Качество готовой гидроизоляции проверяли визуально. При этом необходимо было получить безрулонную гидроизоляцию — ровную, без подтеков и разрывов, армированную, кроме того, без вздутий и непроклеванных участков.

Гидроизоляцию наносили методом пневматического распыления при помощи нагнетательного бачка и специальной форсунки. Для равномерного нанесения покрытия необходимо подавать в бачок и в форсунку давление 4—5 атм.

Устройство армированной гидроизоляции произвели следующим образом: полосами (на ширину стеклоткани) наносили первый слой мастики и наклеивали на него стеклоткань (см. рисунок). Поверхность стеклоткани местами разглаживалась швабрами. Последующие полотна укладывали внахлест ку на 50—100 мм. После этого на стеклоткань нанесли второй слой мастики.

Безрулонную гидроизоляцию наносили в два слоя поочередно, с разрывом в 10—15 часов. При этом общая толщина гидроизоляции составила 2—3 мм.

Результаты испытания образцов, выдержанных в течение 10 суток в естественных условиях приведены ниже:

объемный вес, г/см ³	1.20
прочность сцепления с основанием, кг/см ²	12.0—30.0
предел прочности при сжатии, кг/см ²	80.0—120.0
водопоглощение, % (кратковременное)	0.03—0.05
жизнеспособность, мин, при t° окружающего воздуха 35°—40°C	10—15

В процессе производства гидроизоляционных работ визуально оценивали теплостойкость мастик и стабилизацию покрытия. Установлено, что на вертикальных поверхностях тоннеля при равномерном нанесении мастика не оплывала и не стекала при температуре окружающего воздуха 35—40°C. Это соответствует температуре 80—85°C на черной поверхности покрытия. Стабилизация покрытия составила 10—15 час.

Выводы:

установлена возможность приготовления и механизированного нанесения гидроизоляции в условиях стройки;

для приготовления мастик не требуется сложного оборудования;

качество готовой гидроизоляции удовлетворительное, поверхность не имеет разрывов и подтеков, сцепление с основанием хорошее;

для оценки качества готовой гидроизоляции необходимо разрабатывать эффективные методы и приборы контроля.

ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИИ СТРОИТЕЛЬСТВА НА ОСАДКИ ПОВЕРХНОСТИ

В. МЕРКИН, М. ДМИТРИЕВ, кандидаты техн. наук,
В. АФАНАСЬЕВ, Л. ВОРОБЬЕВ, О. БИРЮКОВ, инженеры

ПРОХОДКА тоннелей мелкого заложения закрытым способом осложнена чрезмерными осадками поверхности и связанной с ними необходимостью сохранности наземных и подземных сооружений. В настоящее время решение этой проблемы сопровождается значительными трудовыми и материальными затратами. Для исследований проходки тоннелей мелкого заложения очень важны оценка и обобщение имеющегося опыта и изучение факторов, влияющих на величину и характер проявления осадок. В статье излагаются результаты статистической обработки данных ГМУ Главтоннельмостростроя, полученных на основании длительных наблюдений за деформациями 1347 реперов, которые были установлены на зданиях и сооружениях в районе проходки тоннелей мелкого заложения шести радиусов Московского метрополитена, с учетом характеристики условий и способов строительства. Обработку информации проводили по методике ЦНИИСа.

В таблице в виде определенных технологических комплексов приведены характерные сочетания конструкций обделок и методов проходки тоннелей. Словами «без крепления» обозначена проходка тоннелей щитом с рассекающими перегородками, держащими грунт под углом естественного откоса по всей площади забоя: под комбинированным креплением понимается примененный на Мосметрострое способ, когда середина лба забоя поддерживалась выдвижными горизонтальными площадками, а в боковых ячейках щита грунт крепился досками. Дополнительными мерами по нагнетанию обозначены мероприятия по тампонированию заобделочного пространства первого выходящего кольца обделки.

По результатам обработки построены кривые распределения средних конечных осадок по поперечному сечению трассы тоннеля (рис. 1). Обобщенное распределение (в среднем по Москве) показано пунктиром.

Для определения степени влияния природных и технологических факторов построены кривые распределения средних осадок, соответствующие показаниям всех реперов определенного участка (рис. 2, 3).

Анализ полученных кривых показал, что при проходке тоннелей образуется четко выраженная зона больших осадок — полоса шириной 30 м, распространяющаяся не более чем на 25 м в сторону от оси между соседними тоннелями. За пределами этой зоны — зоны влияния — осадки, практически равномерные не более 10 мм.



Рис. 1. Кривые распределения средних осадок для отдельных технологических комплексов

Т а б л и ц а

Характеристика применяемых технологических комплексов

№№ комплексов	Технологический фактор		Проходка		Крепление		Нагнетание	
	Тип обделки		правого	левого	правого	левого	правого	левого
	тоннеля		тоннеля		тоннеля		тоннеля	
1.	ж.-б. ребристая с цилиндрическими стыками		щитом с горизонтальными площадками		без крепления		обычное	
2.					комбинированное		с дополнит. мероприятиями	
3.	ж.-б. ребристая с плоским стыком				без крепления			
4.	чугунная				комбинированное		обычное	
5.	ж.-б. блочная				без крепления		с дополнит. мероприятиями	
6.	чугунная		обычным щитом		шандорное		обычное	
7.			щитом с горизонтальными площадками		без крепления		с дополнит. мероприятиями	
8.	ж.-б. ребристая с цилиндрическим стыком							
9.	ж.-б. ребристая с плоским стыком		без щита		механ. щитом	шандорное	без креп.	обычное
10.	ж.-б. ребристая с цилиндрическим стыком		щитом с горизонтальными площадками		шандорное		с дополнительными мероприятиями	
11.	чугунная	ж.-б. ребристая с цилиндрическим стыком			без крепления			
12.	ж.-б. ребристая с плоским стыком	чугунная						

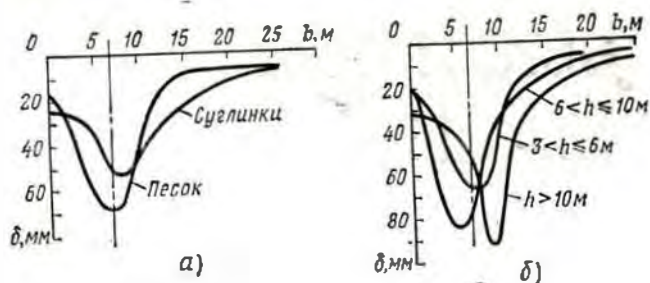


Рис. 2. Распределение средних осадок: а) для различных грунтов, б) для различных глубин заложения

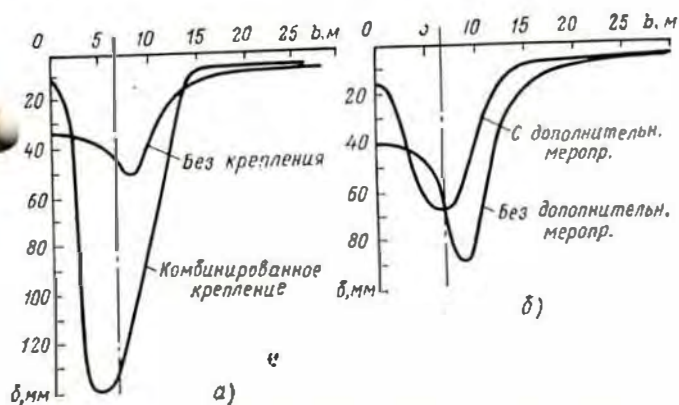


Рис. 3. Распределение средних осадок: а) для различных типов крепления забоя; б) для различных технологий магнетания

Наибольшие осадки сооружений отмечены непосредственно над тоннелями. В среднем по Москве величина их составила около 70 мм, при отдельных деформациях реперов даже более 200 мм. Над осью междупутья осадки почти в два раза меньше, чем над тоннелями, что определяет существенную неравномерность оседания поверхности в зоне влияния. Рекомендуется учитывать это обстоятельство при трассировании линий метро, избегая расположения ответственных сооружений в этой зоне. Как показывает опыт, в качестве технических мероприятий обеспечения сохранности зданий могут быть использованы продавливание и химическое закрепление грунтов, а также проходка с обжатой в породе или монолитно-прессованной обделками.

Связные грунты уменьшают осадку над тоннелями, обеспечивая возможность лучшего заполнения заобделочного пространства тампонажным раствором. В суглинках, например, осадка над тоннелями в среднем на 30% меньше, чем в песках (см. рис. 2а). В то же время зона влияния увеличилась почти на 70% и достигла 25 м.

С увеличением глубины заложения (принятая глубина мелкого заложения до 15 м) увеличивается как максимальная осадка, так и ширина зоны влияния (см. рис. 2б). По-видимому, это объясняется тем, что одновременно увеличиваются зона «разуплотнения» грунта и область массива, вовлекаемая в совместную работу с обделкой.

Как и следовало ожидать, наиболее существенное влияние на величину осадки оказывает технология строительства. Уменьшению осадок способствовало применение щитов с горизонтальными площадками, исключение непроизводительных шандронного и комбинированного креплений (см. рис. 3а), а также тампонирование заобделочного пространства кольца обделки до выхода его из-под оболочки щита (см. рис. 3б). Там, где применяли комбинацию технологических элементов, эффект был наиболее ощутимым. Так, наилучших результатов достигли при применении комплекса Т8 (см. таблицу и рис. 1) на Ждановском и Краснопресненском радиусах. Максимальная средняя осадка над тоннелями в этом случае не превысила 60 мм, а зона влияния — 15 м.

По большому количеству реперов зафиксированы значительные осадки на Калужском радиусе при технологическом комплексе Т9, где с помощью горного способа и механизированно-

го щита впервые был реализован «московский» способ. Несмотря на то, что реперы здесь располагались на расстоянии 30–35 м от оси междупутья, их большие деформации (порядка 25 мм) позволяют предположить наличие значительных осадок в зоне над тоннелями. Отсутствие этих данных очевидно обусловило заниженную осадку в зоне влияния для обобщенного распределения.

Наблюдаемое на отдельных графиках смещение пика осадок от оси тоннелей следует считать несущественным, так как это следствие случайного расположения реперов по поперечнику трассы.

Не представилось возможным достоверно оценить зависимость осадок от расположения трассы в профиле и плане, влияния типа обделки. В основном реперы были установлены на прямых участках с малыми (до 10%) уклонами, характеризующихся применением унифицированной железобетонной обделки. Однако с учетом проведенных ранее исследований, можно считать, что эти факторы в меньшей степени влияют на деформации массива, чем условия залегания и способ проходки тоннелей.

Для характеристики изменения осадок во времени принято, что все данные представляют статистически однородную совокупность, т. е. расположение реперов считали случайным. Количество реперов на отдельных участках колебалось в значительных пределах, поэтому для увеличения представительности результатов были выделены определенные группы условия залегания тоннелей, объединяющие показания реперов в трех диапазонах глубин (от 3 до 6 м, от 6 до 10 м и более 10 м) и расстояний от оси междупутья (менее 15 м, от 15 до 30 м и более 30 м).

По кривым изменения осадок во времени (рис. 4) можно видеть, что период полной стабилизации деформаций поверхности в зоне влияния длится в среднем 5–6 месяцев, а за пределами этой зоны до трех лет. При этом характер развития осадок не зависит от глубины заложения в рассмотренном диапазоне до 15 м.

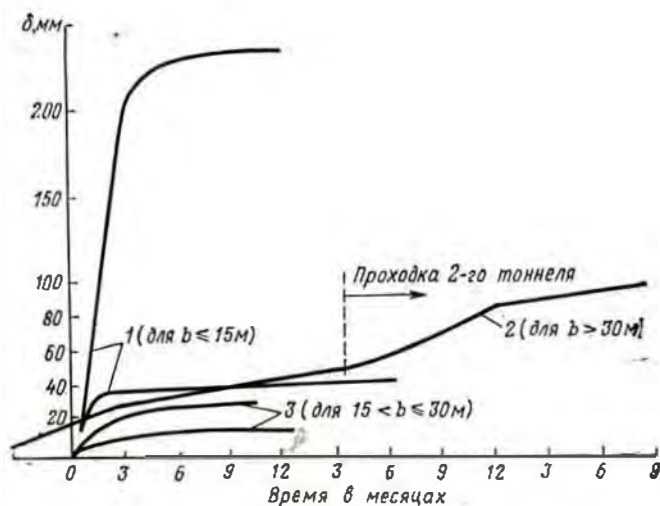


Рис. 4. Характерные кривые развития осадок во времени

В процессе оседания поверхности можно выделить два периода интенсивного развития, соответствующие смещению времени проходки забоев первого и второго тоннелей через данное поперечное сечение (кривая 2). Их необходимо учитывать для оценки влияния проходки на сохранение качества ранее пройденного тоннеля. С увеличением расстояния от оси междупутья трассы интенсивность осадок уменьшается и кривая развития их выглядит более однообразной; разрыв во времени прохождения забоев соседних тоннелей здесь не влияет на оценку сохранности сооружений.

Анализ опыта строительства тоннелей мелкого заложения «московским» способом выявил целесообразность нормирования допустимой величины и характера осадок различных типов сооружений, попадающих в зону проходческих работ. Наличие таких норм даст возможность еще на стадии проектирования назначать наиболее рациональные и экономические эффективные способы строительства тоннелей и обеспечения сохранности близко расположенных сооружений.

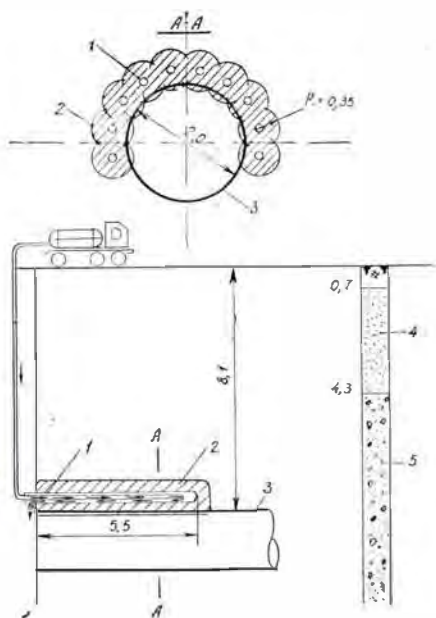


Рис. 3. Быстрое замораживание при щитовом способе проходки:

1 — замораживающая колонка; 2 — замороженный грунт; 3 — выработка, проходная щитом Д-2 м; 4 — песок; 5 — песчано-гравелистый грунт

ками (от мелко- до среднезернистого). Вертикальные замораживающие колонки глубиной 16,5 м расположили вокруг ствола в 2 ряда на расстоянии 5 м одна от другой. Комбинированный метод замораживания был избран в целях экономии времени. Кроме того, ограниченная площадь рабочей площадки не позволяла вести монтаж компрессоров, необходимых для активного замораживания грунтов. Объем замораживаемого грунта составил 4510 м³, расход жидкого азота в течение 12 суток — 606 т. Непосредственно после этого включили в работу рассольно-циркуляционную систему для поддержания грунтов в замороженном состоянии. Ствол был пройден за 35 суток, в течение которых два аммиачных компрессора производительностью по 65000 ккал/час обеспечивали пассивный режим замораживания. При применении только рассольно-циркуляционного метода в течение всего периода потребовались бы компрессоры общей холодопроизводительностью 260000 ккал/час, а общее время их работы составило бы 70 или более суток. Таким образом, при комбинированном методе время замораживания может быть уменьшено на 60—70%, а мощность замораживающей станции наполовину. Этот метод можно применять при сравнительно больших объемах работ, когда стоимость их может быть уменьшена на 70—80%.

При использовании нового метода очень важно обеспечить равномерную подачу жидкости в каждую замораживающую колонку. Во Франции разработана новая система замораживающих колонок, предназначенных для питания жидким газообразным азотом. Колонки двух типов включают последовательно (рис. 4). Жидкий азот поступает по вход-

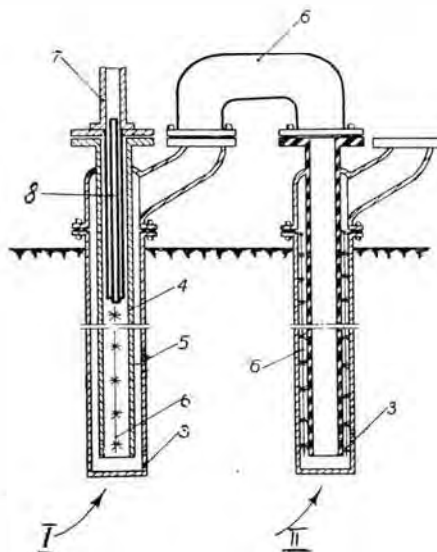


Рис. 4. Замораживающие колонки для быстрого замораживания:

1 — колонка для жидкого азота; 2 — колонка для газообразного азота; 3 — внешняя трубка колонки; 4 — вставляющая (центральная) труба; 5 — кольцевое пространство; 6 — соединительная труба; 7 — входная труба; 8 — теплопроводное устройство

ной трубе 7 в центральную трубу 4 колонки I до конечной части этой колонки и затем через кольцевое пространство и трубу 6 в газовую колонку II. В каждой колонке предусмотрена установка специального теплопроводного устройства 8. Это устройство, выполненное из металлической губки или теплопроводного элемента в форме щетки, обладает высокой проницаемостью для жидкости и газа. Оно состоит из опорного стержня с отходящими от него ответвлениями. В колонке с жидким азотом теплопроводные устройства размещены в центральной трубе 4 и могут быть смонтированы по всей длине или на какой-то ее части. Поскольку центральная труба выполнена из теплопроводного материала, то между ней и кольцевым пространством происходит интенсивный теплообмен. Газообразный азот, который образуется в кольцевом пространстве и затем поступает в газовую колонку, имеет температуру, близкую к температуре жидкого азота, вводимого в центральную трубу.

Теплопроводные устройства могут быть размещены и другим способом. Например, если вводить жидкий азот в центральную трубу, а теплопроводное устройство поместить в кольцевое пространство 5, то улучшится продольная проводимость вдоль внешней трубы 3, контактирующей с грунтом. Возможны и другие комбинации, когда жидкий азот вводится в кольцевой распределитель, а теплопроводное устройство помещают в центральной трубе. В этом случае средняя температура внешней трубы ниже, чем в случае, показанном на рисунке. В колонке с газообразным азотом центральную трубу 4 выполняют из теплоизоляционного материала, а теплопроводное устройство располагают в кольцевом канале. Благодаря совокупности этих устройств, в колонке с жидким азотом получают очень низкую равномерную температуру, тогда как в колонке с газообразным азотом обеспечивается улучшенный тепловой КПД.

В другой конструкции предусматривается устройство в питающих трубах отверстий определенного поперечного сечения. С помощью отверстий регулируют давление жидкого и газообразного азота, циркулирующих в установке.



Установка плоского чугуно-бетонного станционного лотка на «Площадь Пушкина»

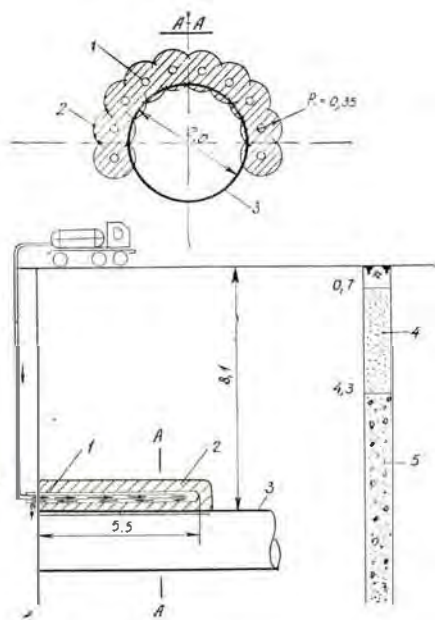


Рис. 3. Быстрое замораживание при щитовом способе проходки:

1 — замораживающая колонка; 2 — замороженный грунт; 3 — выработка, проходная щитом Д-2 м; 4 — песок; 5 — песчано-гравелистый грунт

камь (от мелко- до среднезернистого). Вертикальные замораживающие колонки глубиной 16,5 м расположили вокруг ствола в 2 ряда на расстоянии 5 м одна от другой. Комбинированный метод замораживания был избран в целях экономии времени. Кроме того, ограниченная площадь рабочей площадки не позволила вести монтаж компрессоров, необходимых для активного замораживания грунтов. Объем замораживаемого грунта составил 4510 м³, расход жидкого азота в течение 12 суток — 606 т. Непосредственно после этого включили в работу рассольно-циркуляционную систему для поддержания грунтов в замороженном состоянии. Ствол был пройден за 35 суток, в течение которых два аммиачных компрессора производительностью по 65000 ккал/час обеспечивали пассивный режим замораживания. При применении только рассольно-циркуляционного метода в течение всего периода потребовались бы компрессоры общей холодопроизводительностью 260000 ккал/час, а общее время их работы составило бы 70 или более суток. Таким образом, при комбинированном методе время замораживания может быть уменьшено на 60—70%, а мощность замораживающей станции наполовину. Этот метод можно применять при сравнительно больших объемах работ, когда стоимость их может быть уменьшена на 70—80%.

При использовании нового метода очень важно обеспечить равномерную подачу жидкости в каждую замораживающую колонку. Во Франции разработана новая система замораживающих колонок, предназначенных для питания жидким газообразным азотом. Колонки двух типов включают последовательно (рис. 4). Жидкий азот поступает по вход-

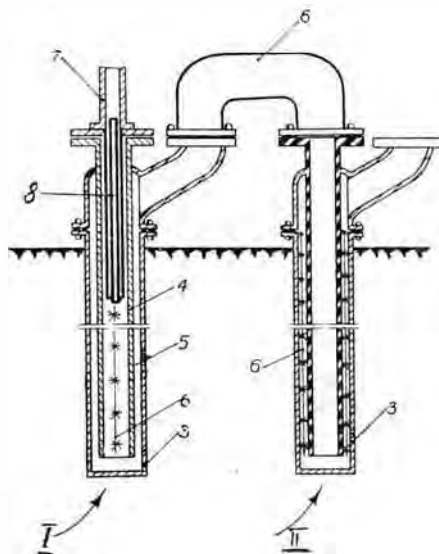


Рис. 4. Замораживающие колонки для быстрого замораживания:

1 — колонка для жидкого азота; 2 — колонка для газообразного азота; 3 — внешняя трубка колонки; 4 — питающая (центральная) труба; 5 — кольцевое пространство; 6 — соединительная труба; 7 — входная труба; 8 — теплопроводное устройство

ной трубе 7 в центральную трубу 4 колонки I до конечной части этой колонки и затем через кольцевое пространство и трубу 6 в газовую колонку II. В каждой колонке предусмотрена установка специального теплопроводного устройства 8. Это устройство, выполненное из металлической губки или теплопроводного элемента в форме щетки, обладает высокой проницаемостью для жидкости и газа. Оно состоит из опорного стержня с отходящими от него ответвлениями. В колонке с жидким азотом теплопроводные устройства размещены в центральной трубе 4 и могут быть смонтированы по всей длине или на какой-то ее части. Поскольку центральная труба выполнена из теплопроводного материала, то между ней и кольцевым пространством происходит интенсивный теплообмен. Газообразный азот, который образуется в кольцевом пространстве и затем поступает в газовую колонку, имеет температуру, близкую к температуре жидкого азота, вводимого в центральную трубу.

Теплопроводные устройства могут быть размещены и другим способом. Например, если вводить жидкий азот в центральную трубу, а теплопроводное устройство поместить в кольцевое пространство 5, то улучшится продольная проводимость вдоль внешней трубы 3, контактирующей с грунтом. Возможны и другие комбинации, когда жидкий азот вводится в кольцевой распределитель, а теплопроводное устройство помещают в центральной трубе. В этом случае средняя температура внешней трубы ниже, чем в случае, показанном на рисунке. В колонке с газообразным азотом центральную трубу 4 выполняют из теплоизоляционного материала, а теплопроводное устройство располагают в кольцевом канале. Благодаря совокупности этих устройств, в колонке с жидким азотом получают очень низкую равномерную температуру, тогда как в колонке с газообразным азотом обеспечивается улучшенный тепловой КПД.

В другой конструкции предусматривается устройство в питающих трубах отверстий определенного поперечного сечения. С помощью отверстий регулируют давление жидкого и газообразного азота, циркулирующих в установке.



Установка плоского чугуно-бетонного станционного лотка на «Площади Пушкина»

О ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ СТРОИТЕЛЬСТВА МЕТРОПОЛИТЕНА В РАЗЛИЧНЫХ ГОРОДАХ

М. СНИЦАРЬ, инженер

В НЕКОТОРЫХ отечественных и особенно зарубежных исследованиях в последнее время даются рекомендации по строительству линий метрополитена в крупных городах с населением менее 1 млн. жителей — численности населения, которая «традиционно» принималась как нижний предел для использования этого вида скоростного общественного транспорта. Однако численность населения — только один из факторов, определяющих концентрацию пассажиропотоков на линиях скоростного транспорта. На величины пассажиропотоков влияет также планировочная структура города, характер размещения в его плане основных фокусов тяготения и др. факторы.

Для получения количественных оценок рассматривались проекты развития транспортных систем городов УССР. Были выделены два основных типа планировочных структур городов — центричный (Луганск, Львов, Запорожье, Днепрпетровск, Киев и др.) и линейный (Кривой Рог, Одесса, Донецк — Макеевка и др.). Размещение основных фокусов тяготения подразделялось на

дисперсное (Николаев, Запорожье); вдоль линий скоростного транспорта (Луганск, Кривой Рог, Днепрпетровск, Одесса, Киев);

рассредоточенное, характерное для городов и агломераций, сложившихся на основе горнодобывающей промышленности (агломерация Донецк — Макеевка).

Для определения целесообразности строительства метрополитена перспективные пассажиропотоки, реализуемые на сетях скоростного транспорта,

сравнивались с минимальными экономически оправданными*, характерными для определенного его вида. Такое сравнение позволило установить минимальную численность населения городов, в которых целесообразно сооружение метрополитена.

Минимальная численность населения крупных городов не является постоянной и различна в разных градостроительных условиях**. Наиболее низкий предел численности населения характерен для городов линейных в плане, с размещением основных фокусов тяготения вдоль линий скоростного транспорта. В этих случаях применение метрополитена целесообразно уже при населении городов порядка 750 тыс. жителей. При таком же размещении фокусов тяготения и центричной форме плана минимальная численность населения городов, предусматривающая возможность использования метрополитена, увеличивается до 1—1,2 млн. жителей. При центричном плане и дисперсном размещении основных фокусов тяготения строительство линий метрополитена целесообразно для городов с населением свыше 1,5 млн. жителей, а при рассредоточенном — этот показатель возрастает до 2 млн. человек.

* Согласно рекомендации ЦНИИП градостроительства: наземные линии метрополитена — порядка 100 тыс. пасс-км на 1 км сети в сутки; линии в тоннелях мелкого заложения — 150—160 тыс. и глубокого заложения — 200—220 тыс. пасс-км/км.

** Применение скоростного общественного транспорта. Ж. «Строительство и архитектура», 1973, № 9.

В каждом из рассмотренных случаев пассажиропотоки на линиях метро будут превышать минимальные экономически оправданные пассажиропотоки.

Не следует однако, стремиться к использованию метрополитена в качестве единственного вида скоростного транспорта. Учитывая требования значительного снижения затрат времени на передвижения пассажиров в крупных городах, необходимо строительство сетей скоростного общественного транспорта с плотностью до 0,3—0,4 км/км².*

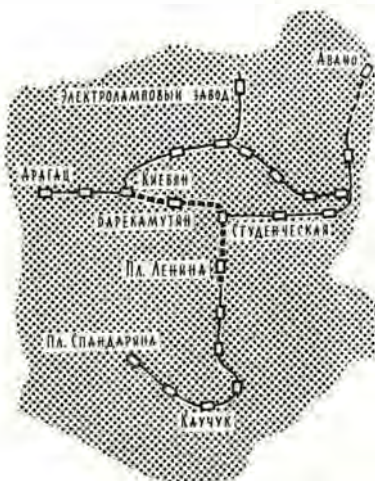
Использование в больших городах нескольких видов общественного транспорта позволит обеспечить требуемые затраты времени на передвижение без снижения провозимой нагрузки на линиях метро. Дальнейшее увеличение протяженности сети метрополитена снизит удельную нагрузку, так как новые линии будут связывать районы города с меньшими пассажирооборотами. Поэтому и необходимо принять, наряду с метрополитеном, другие виды скоростного транспорта: скоростной трамвай, скоростной автобус (на магистральных улицах непрерывного движения), экспресс-автобус (на магистральных улицах регулируемого движения). Такие решения приняты при определении перспектив развития транспорта в г. Киеве (метрополитен и скоростной трамвай) и Одессе (метрополитен и скоростной автобус).

* Проектирование сетей скоростного общественного транспорта в крупных городах. ЦНИИП градостроительства, М., 1970.

ТОННЕЛИ ДЛЯ СКОРОСТНОГО ТРАМВАЯ В ЕРЕВАНЕ

Новый отряд тоннелестроителей в Армении

В. ПРОСТАКОВ, инженер



Условные обозначения:
 —□— Трасса на центральном участке прикрасель-
 амвасомом для проекта трамвайных поездов
 —□— Перспективные линии

СОВРЕМЕННЫЙ Ереван — многонациональный город с населением более 800 тыс. человек, где сосредоточены крупнейшие промышленные, экономиче-

ские, научные и культурные центры Армянской ССР.

За последние годы границы города значительно раздвинулись. Заметно удлинились маршруты



На станции «Баренамутян» закончен монтаж горного комплекса и сдан в эксплуатацию клетевой подъем

городского общественного транспорта, выполняющего 90% всех пассажирских перевозок.

В комплексной транспортной схеме Генерального плана развития Еревана предусмотрено строительство объекта «Реконструкция трамвайной сети с пропуском трамвайных поездов через центр города в тоннелях для скоростного транспорта».

Общая протяженность скоростной линии составит около 6 км с рампами для въезда и выезда трамвайных поездов в первый период эксплуатации. На тоннельном участке линии предусматривается сооружение четырех станций: «Площадь Ленина», «Студенческая-Театральная», «Киевляны» и «Баренамутян» с островными платформами по 100 м. Среднее расстояние между станциями 1250 м, наименьшее — 985 м, наибольшее — 1634 м.

Строительные конструкции перегонных тоннелей и станций приняты в проекте преимущественно из сборного железобетона, монолитного бетона и железобетона и, частично, чугунных тубингов.

Подземная линия начинается на площади Ленина, где сосредото-

чены Дом Правительства, Госплан, Госстрой, Почтамт и Центральный телеграф, гостиница «Армения» и другие здания и учреждения. Южный выход на поверхность намечен в районе пересечения проспекта Октябрия и улицы Ханджояна.

Далее подземная трасса проходит под центральной частью города и магистралями: улицей Туманяна, проспектом Саят-Нова, улицами Абовяна и Мскволяна до станции «Студенческая-Театральная». Здесь расположен Академический театр оперы и балета им. А. Спендиаряна и ряд учебных заведений города. Далее линия проходит в районе улицы Теряна и проспекта Ленина до парка культуры и отдыха «Баренамутян», где сооружается одноименная станция.

Подземная трасса заканчивается станцией «Киевляны» в районе одноименной улицы. Северный выход на поверхность намечен на перекрестке улиц Комитаса и Акопяна.

Условия сооружения подземной линии различны. Если северная часть трассы почти не содержит грунтовых вод, то южная сильно обводнена. В результате перегон между станциями «Площадь Ленина» и «Студенческой-Театральной» предстоит соорудить с применением водопонижения. В таких же условиях будет возведена и станция «Площадь Ленина».

Строительство этого объекта поручено СМУ-160. Генподрядчик — Исполком Ереванского горсовета приступил к освоению и подготовке строительных площадок. В короткий срок возведены механические мастерские, компрессорные, душкомбинаты, гаражи и другие временные здания и сооружения.

Проектная документация готовилась проектным институтом «Кавгипротранс», функции которого были переданы затем организованному в Ереване проектно-институту «Армгипротранс».

За год строительства проделана большая работа. Почти на всех строительных площадках сооружены горные комплексы. На станции «Площадь Ленина» заканчивается проходка ствола и ведутся монтажные работы по



Шахтный копер на станции «Киевляны»

горному комплексу. В районе этой станции ведется глубинное бурение скважин с последующей откачкой воды мощными насосами ЭЦВ-12 производительностью 250 м³/час.

Закончена проходка ствола на станции «Студенческая-Театральная». Началось сооружение околоствольных выработок. На поверхности заканчивается монтаж горного комплекса и подъемной машины.

Пройдены стволы на станциях «Баренамутян» и «Киевляны», сдан подъем и работают клетки для грузолюдского спуска-подъема. Пройдено около 130 пог. м околоствольных выработок. Скоро проходчики выйдут на трассу тоннелей.

ЦК КП Армении и Совет Министров Армянской ССР оказывают всемерную помощь строительству скоростного трамвая, подключив для выполнения строительного-монтажных работ на объекте Министерство промышленного строительства, Главное Управление монтажных и специальных строительных работ, Главное Управление газификации, трест «Армэлектромонтаж», Госкомитет по профтехобразованию и другие министерства и ведомства.

ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ МЕТРОПОЛИТЕНА

Г. БОЛОНЕНКОВ, канд. техн. наук

ГЛАВНЫЙ показатель оценки экономической эффективности любого крупного предприятия — рентабельность его работы, т. е. правильное соотношение доходов и расходов.

Метрополитен является самым надежным и удобным видом общественного пассажирского транспорта. Ежегодно увеличивается протяженность его сети, объемы пассажирских перевозок, а одновременно и эксплуатационные расходы.

Величина ежегодных доходов зависит от количества перевезенных пассажиров, а эксплуатационные расходы не только от количества выполненных пассажиро-километров, но и от многих эксплуатационных показателей — скорости, количества выполненных вагоно- и поездо-километров, поездо-часов работы, интервалов движения, составности поездов, протяженности линий и количества станций. Эксплуатационные показатели, в свою очередь, обусловлены такими факторами, как величины пассажиропотоков, неравномерность распределения их по длине сети и во времени, размещение основных пунктов тяготения населения. Общеэксплуатационные расходы и амортизационные отчисления на содержание станций и пути изменяются прямо пропорционально протяженности линий и количеству станций.

Для увеличения зоны обслуживания и удельного веса метрополитена в общем объеме пассажирских перевозок всех видов городского транспорта и сокращения времени на поездки большое значение имеет организация маршрутов подвозящего транспорта. Она особенно важна в периферийных районах го-

рода, пассажирооборот в которых меньше, чем в центральных районах. Последнее обстоятельство создает неравномерность пассажиропотоков по длине линий, что влияет на величину удельного пассажиропотока. Так, из 82 станций метрополитена Москвы при среднем пассажирообороте каждой 108 тыс. человек в сутки максимальную загрузку (более 140 тыс. пассажиров) имеют крупные пересадочные станции: станции центра и станции, обслуживающие жилые районы окраины Москвы («Щелковская», «Речной вокзал» и «Кузьминки»). Их значительный пассажирооборот можно объяснить разветвленностью сети и количеством маршрутов подвозящего транспорта. Организация маршрутов подвозящего транспорта к периферийным станциям метрополитена позволяет увеличить их пассажирооборот и тем самым как бы выравнять нагрузку на линиях метрополитена (рис. 1). Более равномерное распределение нагрузки по всей длине линии позволяет уменьшить коэффициент неравномерности пассажиропотоков. Анализом статистических данных о распределении объемов перевозок по длине линий метрополитена установлено, что коэффициент неравномерности пассажиропотоков по длине линии изменяется от 1,2 до 2. Это изменение влияет на увеличение себестоимости перевозок примерно в 2 раза (рис. 2).

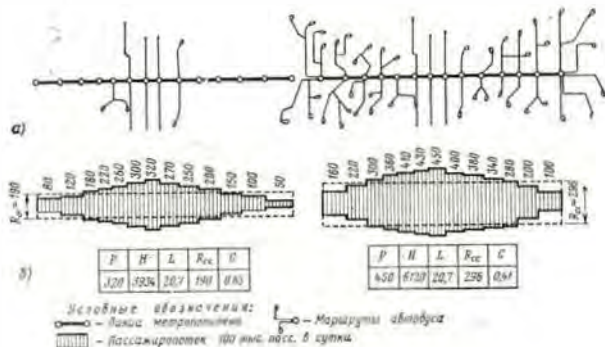


Рис. 1. Схема организации маршрутов подвозящего транспорта (а) и изменение удельного пассажиропотона $R_{ср}$ на метрополитене (б):

P — объем пассажирских перевозок, тыс. пасс. в сутки; H — количество пасс-км, тыс. пасс-км в сутки; L — протяженность линии, км; $R_{ср}$ — среднесуточный удельный пассажиропоток, тыс. пасс-км/км; C — себестоимость перевозки, коп на 1 пасс-км.

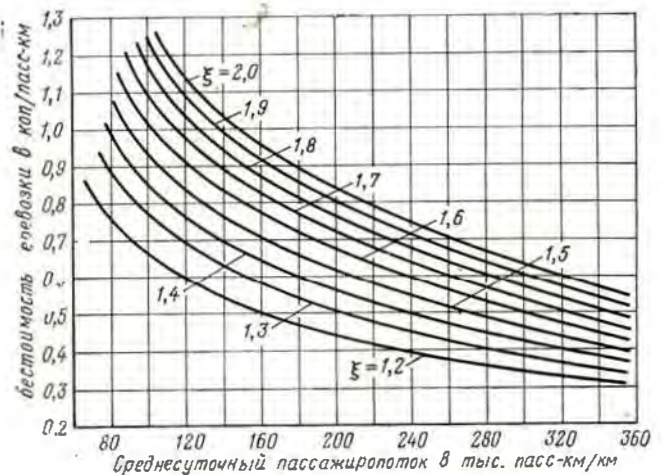


Рис. 2. Графины зависимости себестоимости перевозок от величины среднесуточного пассажиропотона $R_{ср}$ и коэффициента неравномерности распределения пассажиропонов по длине линий (ξ).

Экономические показатели метрополитенов пяти городов приведены в таблице 1.

Таблица 1

Технико-экономические показатели работы метрополитена за 1972 г.

Наименование показателей	Города				
	Москва	Ленинград	Киев	Тбилиси	Баку
Количество перевезенных пассажиров, млн. чел.	1770,4	483,3	177,7	97,4	62,9
Протяженность сети, км.	148,6	44,7	18,2	12,6	16,4
Доходы, млн. руб.	86	24,2	8,9	4,9	3,1
Расходы, млн. руб.	72,8	20,7	8,2	5,2	5,1
Себестоимость перевозки 1 пассажира, коп.	4,1	4,3	4,6	5,2	8,1
1 пасс-км, коп.	0,41	0,58	0,76	1,09	—

Для повышения рентабельности работы метрополитена немаловажное значение имеет увеличение таких эксплуатационных показателей, как скорость движения, составность и коэффициент использования вместимости подвижного состава.

Увеличение эксплуатационной скорости путем сокращения времени простоя на станциях, применение более рационального режима вождения поездов позволит получить экономический эффект, определяемый по формуле:

$$\mathcal{E}_v = \frac{C_i \times f_i}{10000} \times H \text{ руб/год}, \quad (1)$$

где C_i — себестоимость перевозки на 1 пасс-км (коп/пасс-км); f_i — процент снижения себестоимости в зависимости от увеличения эксплуатационной скорости, (%). Согласно расчетам можно принимать:

$\frac{V_2}{V_1}$	1,1	1,2	1,3	1,4
f_i	14	20	27	32

H — количество пасс-км в год.

Применение многовагонных поездов в часы «пик» позволяет получить экономический эффект в эксплуатационных издержках:

$$\mathcal{E}_m = C_i \times H \times \left(\frac{n_2 \times m_2 - n_1 \times m_1}{n_1 \times m_1 \times n_2 \times m_2} \right) \text{ руб/год}, \quad (2)$$

где C_i — себестоимость перевозки, коп/пасс-км;
 H — количество пасс-км в год;

n_1, n_2 — количество вагонов в поезде, соответственно до и после увеличения;

m_1, m_2 — вместимость вагона, соответственно меньшая и большая, пассажиров на вагон.

Ежегодные эксплуатационные издержки \mathcal{E}_2 с учетом экономического эффекта от увеличения эксплуатационной скорости \mathcal{E}_v и составности или общей вместимости поезда \mathcal{E}_m составят:

$$\mathcal{E}_2 = \mathcal{E}_1 - \mathcal{E}_v - \mathcal{E}_m, \text{ руб/год}. \quad (3)$$

Рентабельность работы метрополитена можно представить формулой:

$$g_p = \mathcal{D} - \mathcal{E}_2 = 3,65 \times R_{cc} \times L_c \times \left(\frac{C_T}{L_{cp}} - C_c \right) \text{ руб/год}, \quad (4)$$

где g_p — чистая прибыль на метрополитене, руб/год;

\mathcal{D} — доходы, руб/год;

\mathcal{E}_2 — эксплуатационные расходы, руб/год;

R_{cc} — удельный среднесуточный пассажиропоток, пасс-км/км;

L_2 — протяженность сети метрополитена, км;
 C_T — тариф перевозки одного пассажира, коп/пасс;
 L_{cp} — средняя дальность поездки, км;
 C_c — себестоимость перевозки, коп/пасс-км.

$$R_{cc} = \frac{H \times \gamma_n^M}{L_c}, \text{ пасс-км/км} \quad (5)$$

где H — количество пасс-км на всех видах пассажирского транспорта;

γ_n^M — удельный вес метрополитена в выполнении общего объема, пасс-км;

L_c — протяженность сети метрополитена, км.

Протяженность сети метрополитена оказывает косвенное влияние на увеличение числителя формулы (5), так как с изменением протяженности метрополитена изменяется его удельный вес в выполнении количества пассажиро-километров. Удельный пассажиропоток на километр сети Московского метрополитена значительно возрос при увеличении длины сети метрополитена до 80 км (рис. 3), в Ленинграде при протяжен-

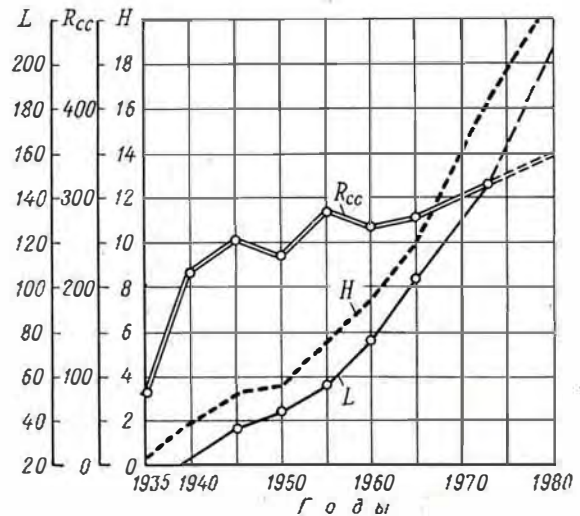


Рис. 3. Изменение работы метрополитена и приведенного среднесуточного пассажиропотока в зависимости от протяженности сети в Москве

ности метрополитена до 18 км объем пассажирских перевозок увеличивался медленно, а с вводом в эксплуатацию Московско-Петроградского диаметра резко возрос. На метрополитене Киева при увеличении протяженности сети от 5,2 до 12,7 км удельный вес его в общегородских перевозках изменился незначительно (от 5,3 до 10,4%) из-за очень малой длины сети.

Анализ данных экономической эффективности работы метрополитенов Москвы, Ленинграда и Киева показывает, что с ростом протяженности сети увеличиваются: средняя дальность поездки, изменяя составляющую формулы (5) — γ_n^M ; удельный среднесуточный пассажиропоток — вследствие изменения количества пассажиров, средней дальности поездки и протяженности линий (зависимости между этими величинами показаны на рис. 2 и 3). В результате снижается себестоимость перевозки.

Ввиду того, что на объем пассажирских перевозок метрополитена влияют и такие градостроительные факторы, как транспортная подвижность населения, количество основных пунктов тяготения населения и др., изменение удельного среднесуточного пассажиропотока имеет сложную зависимость, характерную для каждого конкретного города. На основе анализа статистических данных развития сети метрополитена пяти городов установлены границы разброса максимальных и минимальных значений R_{cc} (рис. 4). Для различных значений удельно-

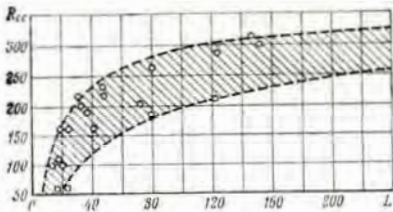


Рис. 4. Схема разброса наблюдаемых значений удельного пассажиропотока в зависимости от развития сети метрополитена в Москве, Ленинграде, Киеве, Тбилиси. Пунктирными линиями показаны границы возможного разброса

го среднесуточного пассажиропотока $R_{ср}$ построены графики рентабельности (рис. 5, а), позволяющие определить ежегодную экономическую эффективность эксплуатации метрополитена при любых значениях $R_{ср}$ и L . Возможные предельные изменения рентабельности метрополитена представлены графиком (рис. 5, б). Из него видно, что метрополитен протяженностью не менее 12 км может работать рентабельно при максимальном значении удельного пассажиропотока. При минимальных же значениях последнего для обеспечения рентабельности необходимо увеличение протяженности линий до 25 км.

Ожидаемый удельный пассажиропоток в одном и том же городе изменяется в зависимости от удельного веса $\gamma_{ж}^м$ метрополитена в общем объеме пассажироперевозок H всех видов городского транспорта. Количество пассажиров метро зависит и от времени, затрачиваемого на поездку, т. е. от средней скорости сообщения:

$$V_{ср} = \frac{V_{у.л} \times H_{у.л} + V_{ж} \times H_{ж}}{H_{у.л} + H_{ж}}, \text{ откуда } \gamma_{ж}^м = \frac{V_{ср} - V_{у.л}}{V_{ж} - V_{у.л}} \quad (6)$$

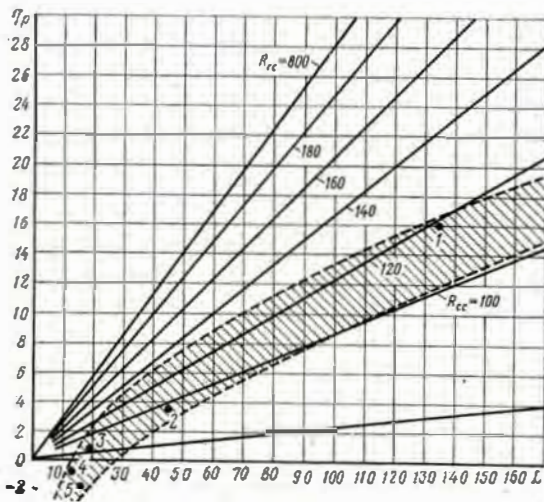


Рис. 5. Графики рентабельности работы метрополитена (гр. млн. руб. в год):

а — в зависимости от величины постоянного удельного пассажиропотока и протяженности линий; б — при изменении удельного пассажиропотока и средней дальности поездки в зависимости от протяженности сети.

1 — Москва; 2 — Ленинград; 3 — Киев; 4 — Тбилиси; 5 — Баку.

Здесь $V_{у.л}$, $V_{ж}$ — средняя скорость сообщения соответственно на уличном транспорте и метрополитене, км/ч;

$H_{у.л}$, $H_{ж}$ — количество пасс-км соответственно на уличном транспорте и метрополитене;

$V_{ср}$ — средневзвешенная скорость сообщения транспортной системы, определяемая по средней дальности поездки и затрат време-

$$\text{ни на нее } V_{ср} = \frac{60 \times l_{ср}}{T_{дон}}$$

Для обеспечения безубыточных пассажироперевозок протяженность сети метрополитена определяется как

$$l_{ср} = \frac{H \times \gamma_{ж}^м}{R_{б.у.}} \quad (7)$$

где $R_{б.у.}$ — безубыточный удельный пассажиропоток на 1 км сети, млн. пасс-км на 1 км в год.

Пользуясь зависимостью себестоимости пассажироперевозок от величины удельного среднесуточного пассажиропотока, можно построить графики для определения величины безубыточного пассажиропотока в зависимости от средней дальности поездки, то есть определить — при каких значениях будет соблюдаться равенство:

$$\frac{C_{т}}{l_{ср}} = C_{с},$$

где $C_{т}$ — тариф перевозки 1 пассажира коп./пасс;

$l_{ср}$ — средняя дальность поездки, км;

$C_{с}$ — себестоимость перевозки в зависимости от величины удельного пассажиропотока (см. рис. 2).

Величина безубыточного удельного пассажиропотока зависит от тарифа и средней дальности поездки. С уменьшением последней уменьшается количество пассажиров метрополитена и значение безубыточного удельного пассажиропотока (рис. 6). Так, при средней дальности поездки 6 км себестоимость на метрополитене может составлять 0,83 коп./пасс-км, а безубыточный пассажиропоток — не менее 120 тыс. пасс-км/км. При средней дальности поездки 10 км себестоимость должна быть не более 0,5 коп./пасс-км. Для этого необходимо иметь величину удельного пассажиропотока не менее 270 тыс. пасс-км/км. На основе графика (см. рис. 3) максимальный удельный пассажиропоток на метрополитене может достигать величины 400 тыс. пасс/км на 1 км сети и, следовательно, при стоимости проездного билета 5 коп. безубыточная работа обеспечивается при дальности поездки более 12,5 км. В противном случае необходимо вводить тариф, изменяющийся в зависимости от дальности поездки. Ежегодная прибыль в размере 0,5 коп с 1 пассажира на метро обеспечивается при следующем изменении тарифа в зависимости от дальности поездки:

дальность поездки, км	до 5	5—8	8—12	12—15	15—20	20—25
тариф, коп. с 1 пасс.	5	8	10	12	15	20

При неизменном тарифе 5 коп. с 1 пассажира рентабельной работы метрополитена можно добиться с увеличением протяженности сети и удельного пассажиропотока на 1 км линий. Увеличение средней дальности поездки приводит к необходимости сокращения себестоимости перевозки путем увеличения удельного пассажиропотока на 1 км сети (то есть обеспечения среднесуточного удельного пассажиропотока не менее величины безубыточного). Организация маршрутов подвозящего транспорта к периферийным станциям метро позволит увеличить объемы пассажирских перевозок, то есть снизить их себестоимость и увеличить доходы.

Оптимальное по технико-экономическим соображениям развитие сети метрополитена обеспечит его рентабельную работу и позволит получить экономно времени пассажиров на поездку.

ВИБРОУПЛОТНЕНИЕ БЕТОННОЙ СМЕСИ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ БЛОКОВ ОБДЕЛКИ

М. ПРУДОВСКИЙ, В. ФРАСНОВ, инженеры

ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ железобетонных блоков обделки \varnothing 5,5 м виброуплотнение бетонной смеси является одним из главных технологических процессов. Оно гарантирует получение бетона с заданными физико-механическими свойствами, однородной структурой и способствует приданию блоку правильной геометрической формы. На Очаковском заводе уплотнение бетонной смеси блоков проводили методом виброввакуумштампования на специальном формовочном посту. В конструкции виброплощадки грузоподъемностью 16 т, разработанной ПКБ Главстроймеханизации, были использованы серийные узлы виброплощадок Челябинского завода «Строммашина» (виброблоки ЗВ, синхронизаторы 8 СН, электромагниты ЭМ-1и специально укороченные карданные валы). Принципиальная схема виброплощадки представлена на рис. 1.

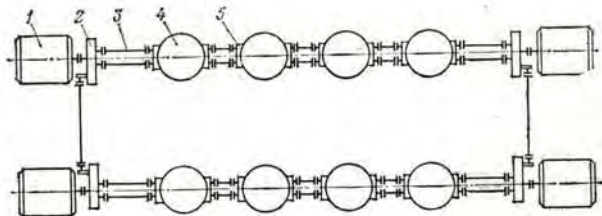


Рис. 1. Схема виброплощадки:

1 — электродвигатель; 2 — синхронизатор; 3 — карданный вал; 4 — электромагнит; 5 — вибратор ЗВ.

Металлическая форма на два блока, заполненная бетонной смесью, устанавливалась на электромагниты виброплощадки, что обеспечивало крепление формы во время вибрации.

Криволинейная поверхность блоков и состав бетонной смеси вызвали необходимость применения специальных пригружающих устройств.

На заводе накоплен опыт использования двух типов последних: активных (вибрационных) и пассивных (с гидравлическим регулированием давления на бетонную смесь, а также виброударных).

Активные пригрузы из-за конструктивных недостатков распространения не получили.

Ряд конструктивных недостатков элементов виброплощадок и значительные динамические нагрузки на них, вызванные дополнительными усилиями от пригружающих устройств, приводили к недостаточному уплотнению бетонной смеси и выходу виброплощадок из строя.

В течение последних пяти лет на заводе непрерывно совершенствовали конструкцию виброплощадок. Ранее

электромагниты заливались мастикой «МБ-90». При малейших зазорах между формой и магнитом возникал квадратичный ток, мастика размягчалась, приводя сопротивление изоляции катушки электромагнита на грань короткого замыкания. Повторный процесс формовки полностью выводил электромагниты из строя. На основе рекомендации ВНИИСтройдормаша разработана технология заливки электромагнитов эпоксидным компаундом. Те же режимы вибраций и зазоры между формой и виброплощадкой не вызывают теперь размягчения компаунда, и катушки выдерживают всплески тока. Продолжительность работы электромагнитов увеличилась во много раз.

Электромагниты Челябинского завода «Строммашина» имеют вывод проводов на клемник со стороны карданных валов. Рационализаторы завода предложили сделать его с обратной стороны, что обеспечило повышение надежности электромагнита в эксплуатации: при обрывах карданного вала клемник с выводными проводами перестал повреждаться.

Малая длина (345 мм) выпускаемых карданных валов даже при незначительной их несоосности приводит к быстрому износу и выходу деталей виброблока — валов и подшипников из строя. Несовершенство конструкции болтового крепления карданных валов затрудняет их замену.

В 1972—1973 гг. заводом совместно с ВНИИСтройдормашем были изготовлены карданные валы новой конструкции (рис. 2), обладающей в сравнении с предыдущей такими достоинствами как повышенная долговечность, легкость установки и демонтажа, уменьшение шума при работе.

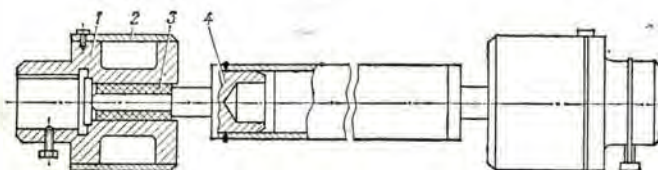


Рис. 2. Новая конструкция карданного вала:

1 — полумуфта; 2 — обойма; 3 — втулка резиновая; 4 — вал соединительный.

Реконструированы формовочные посты. Схема такого поста показана на рис. 3. Вес инерционного пассивного пригруза был подобран опытным путем. Постепенно устранены недостатки конструкции пригруза и способа его подвески. В результате улучшилось качество блоков — значительно снизилась неравномерность их толщины, уменьшились раковины, улучшилось качество поверхности спинки.

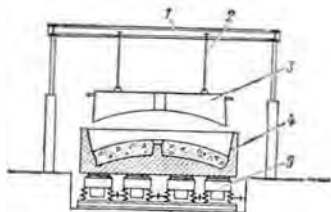


Рис. 3. Схема формовочного поста с инерционным пригрузом: 1 — подъемная рама; 2 — цепь (трос); 3 — инерционный пригруз; 4 — металлическая форма; 5 — виброплощадка.

Применение инерционного пригруза увеличило надежность работы виброплощадки в целом. Однако эксплуатация виброплощадки осложнена наличием четырех синхронизаторов, расположением ее под пригружающими устройствами и в зоне движущегося конвейера, а также трудностями с получением запасных частей. Еще на стадии проектирования завода тип виброплощадки, видимо, выбран необоснованно. Данные виброплощадки не соответствовали особенностям технологии и в первую очередь большим динамическим нагрузкам при малых размерах форм в плане. Это обусловило повышенную чувствительность трансмиссии к малейшим смещениям осей от нормального положения.

Производители считают, что эксплуатируемые виброплощадки с электромагнитным креплением форм следует заменять другими.

Параллельно с разработками новых форм в настоящее время ведутся поиски решений по виброуплотнению бетонной смеси при изготовлении блоков унифицированной отделки. Хорошие результаты получены на испытаниях двухударной беспружинной виброустановки горизонтального действия СМЖ-196 грузоподъемностью 20 т при уплотнении бетонной смеси в шестиместной форме блоков 5,5. Установка проста в эксплуатации, не требует специального фундамента, малозумна, потребляет незначительное количество электроэнергии и гарантирует высокую степень уплотнения бетона. Но первые опытные работы на установке выявили дополнительные требования к конструированию форм.

На линии поточно-агрегатной технологии началось применение рамных виброплощадок конструкции Механического завода № 1 Мосметростроя.

ПКБ Главстроймеханизации разрабатывает рамную виброплощадку для конвейерной линии.

Изучается возможность использования и других конструкций виброплощадок, например, с электромагнитным источником колебаний и секционных с отдельным приводом для каждой секции.

ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ АРМАТУРНЫХ КАРКАСОВ

Автоматическая машина с электронным программированием

НА ПРОХОДИВШЕЙ в Сокольниках Итальянской выставке «Область Фрули Венеция Джулия производит» демонстрировалась автоматическая машина с электронным программным управлением «STAF-71 electronic» для изготовления арматурных элементов (рис. 1, 2). На машине производится правка, резка, гибка арматурной проволоки гладкого и периодического профиля.

Машина состоит из трех частей: двух спаренных вертушек, блока, где осуществляется правка, резка и гибка элементов, и электронного блока. Процесс работы полностью автоматизирован. Цикл работы непрерывный. Проволока с вертушки поступает в правильное устройство. Затем происходит гибка арматурного элемента с последующей резкой.

Техническая характеристика машины:

диаметры обрабатываемых стержней	от 4 до 12 мм
количество гибок за 1 арматурный элемент	до 11
после гибки	от 10 до 200°
допуски на размеры	± 3 мм
общий вес	2300 кг
габаритные размеры машины	290×100×180 см (без вертушек)
размеры программного устройства	120×44×160 см
время программирования	от 30 до 120 сек.

Производительность машины зависит от диаметра обрабатываемой проволоки и для стали диаметром 12 мм составляет 3500 кг в сутки.

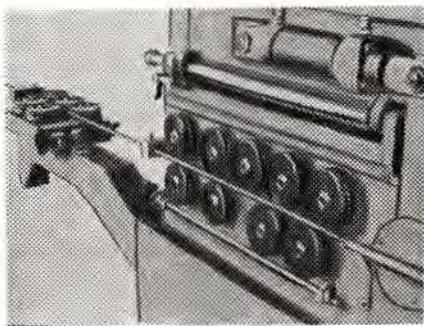


Рис. 1

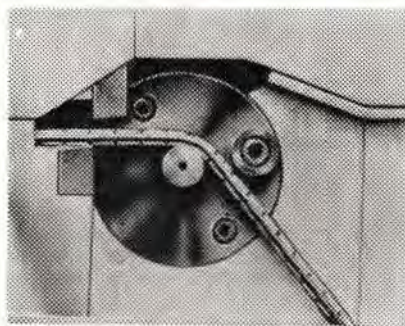


Рис. 2

Типы кронштейнов, изготавливаемых на машине, представлены на рис. 3.

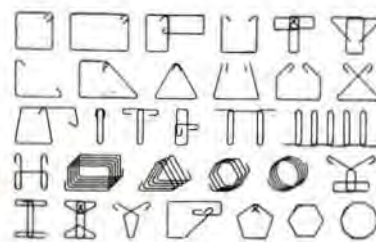


Рис. 3

В случае необходимости машина может работать как правильно-отрезной станок. Представленная модель позволяет заготавливать прямые стержни длиной до 90 мм, однако при необходимости, как об этом заявили специалисты, машина может изготавливать прямые стержни и большей длины. Для этого нужно добавить приемное устройство.

Программное устройство позволяет просто и быстро задавать определенную программу и следить за ее выполнением. Обслуживает машину один человек.

Машина может найти применение при изготовлении как сборной так и монолитной отделки тоннелей метрополитенов. На этой машине можно организовать централизованное изготовление на заводах ЖБК арматурных элементов.

ОТРЫВ ДЕРЕВЯННЫХ ШПАЛ ОТ БЕТОННОГО ОСНОВАНИЯ

П. ПУШКИН, канд. техн. наук

РЕЛЬСОВЫЙ путь на метрополитене находится и работает в условиях, резко отличающихся от условий наземных линий. В первую очередь это заключается в своеобразном температурно-влажностном режиме, при котором колебания температуры и влажности в течение года значительно меньше, чем на поверхности. При этом температура в зимнее время не достигает минусовой области (по Цельсию), а влажность материалов, постепенно снижаясь, стабилизируется на некотором, довольно низком уровне. Такие благоприятные условия положительно сказываются на сроках службы элементов верхнего строения пути на метрополитенах, что выгодно отличает их в этом отношении от наземных линий.

Однако при эксплуатации пути в метро есть некоторые особенности, затрудняющие работу элементов верхнего строения, проявляющиеся иногда много лет спустя после пуска линии. Некоторые возникающие дефекты пути требуют для своего устранения значительных материальных затрат, что все более обращает на себя внимание специалистов-путейцев и заставляет искать новые эффективные методы борьбы с этими недостатками.

Одно из наиболее неприятных явлений в шпальном хозяйстве метрополитена — отрыв шпал от бетонного основания.

Сущность этого явления состоит в том, что вдоль забетонированных боковых граней концов шпалы образуются вертикальные трещины, при которых шпала оторвана от бетона и в образовавшихся пустотах может свободно передвигаться. Состояние «отрясённости», т. е. потери необходимой несущей способности шпалы, довершается тем, что при наличии боковых трещин, как правило, шпала уже оторвана от бетонного основания и по своей нижней постели.

Чтобы восстановить несущую способность шпалы приходится проводить трудоемкую и дорогую работу по ее вторичной бетонировке.

Среди возможных причин появления трещин отрыва следует назвать, во-первых, процесс усушки древесины шпал, во-вторых, динамическое воздействие подвижного состава на путь. В какой мере эти причины вызывают указанное явление, предстоит выяснить работникам кафедры «Железнодорожный путь» ЛИИЖТа совместно со Службой пути Ленинградского метрополитена.

Обследование шпал проводилось путем тщательного измерения трещин отрыва на пяти опытных участках, с различными сроками службы шпал. Поскольку степень влажности устанавливалась в них детально, представлялась возможность выявить ее влияние на величину трещин отрыва шпал от бетонного основания.

При измерении трещин за величину общего отрыва шпалы от бетона бралась сумма трещин с обеих боковых сторон в данном ее сечении, т. е. трещины $t_1 + t_2$ (рис. 1). Это объясняет-

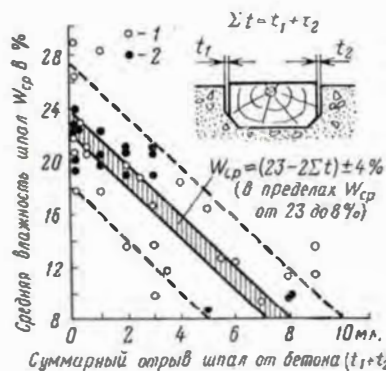


Рис. 1

ся тем, что усушка шпалы характеризуется общим изменением ее поперечного сечения, показателем чего может служить только общая сумма трещин $\Sigma t = t_1 + t_2$ мм (см. рис. 1). Картина зависимости $W_{cp} = f(\Sigma t)$ приведена на рисунке*. Область точек, хотя и приближенно, позволяет описать искомую зависимость в виде некоторой прямой с уравнением:

$$W_{cp} = 23 - 2\Sigma t \pm 4, \quad (1)$$

где W_{cp} — средняя влажность шпалы в %.

Σt — суммарная трещина отрыва шпалы в мм.

Область этой зависимости описана допусками точности, равными $\pm 4\%$, в которые в основном укладываются отклонения фактических значений влажности от рассчитанных по формуле (1).

Зависимость $W_{cp} = f(\Sigma t)$ показывает прежде всего, что отрыв шпал от бетона несомненно зависит от уровня их средней влажности. При этом образование первой трещины происходит при средней влажности шпалы, равной $23\% \pm 4\%$, т. е. при влажности $19 \div 27\%$. Это значит, что при просыхании шпалы в течение потери 7% влажности ниже точки насыщения волокна, древесина усыхает, но не дает трещины отрыва, реализуя свои упруго-пластические свойства.

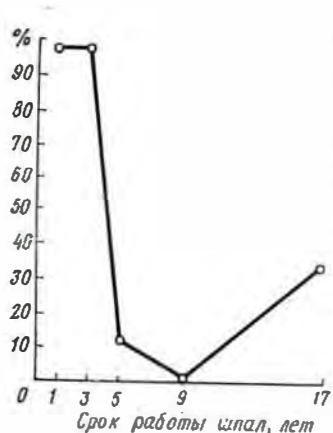
На пути метрополитена отрыв шпал наблюдается на участках с 17-, 9- и 5-летним сроком службы. Характеристики трещин отрыва на этих участках приведены в таблице.

* Чтобы можно было использовать с большим удобством зависимость этих величин на практике, функцией принята влажность W_{cp} , а аргументом — Σt , хотя, естественно, в действительности они меняются местами.

Таблица

Срок службы	Средние величины трещины отрыва (из числа шпал, имеющих трещины)						% шпал без трещин отрыва с обеих сторон
	участки метрополитена		банкетная сторона		кронштейновая сторона		
	t_1	t_2	t_1	t_2	t_1	t_2	
5	Гостиный двор — Василеостровская						11,5
9	Невский проспект — Горьковская						1,3
17	Нарвская — Кировский завод						35,0

Примечание: Средние величины трещин определены без вновь бетонированных шпал.



Кривая зависимости количества шпал без трещин отрыва от времени службы приведена на рис. 2. Отсюда видно, что через 5 лет эксплуатации почти 90% шпал уже имеют трещины отрыва от бетона. А на 9-й год все шпалы без исключения оторвались от бетона. Повышение процента неоторвавшихся шпал

Рис. 2
% неоторвавшихся от бетона шпал после различных сроков службы

до 30,5% на 17-й год службы говорит о том, что эти шпалы были значительно лучше просушены перед укладкой в путь, чем шпалы на других опытных участках.

Как видно из таблицы, картина отрыва характеризуется тем, что трещины t_1 банкетной стороны больше, чем t_1 кронштейновой, а t_2 банкетной меньше t_2 кронштейновой стороны.

Иначе говоря: t_1 банк. > t_1 кронш.
 t_2 кронш. > t_2 банк.

Следовательно, шпалы несколько перекошены в тех промежутках, которые составляют трещины отрыва с обеих боковых сторон каждой шпалы. Последняя несколько сминута против хода поезда с банкетной стороны и по ходу поезда с кронштейновой (рис. 3), причем сдвигка эта очень незначительная:

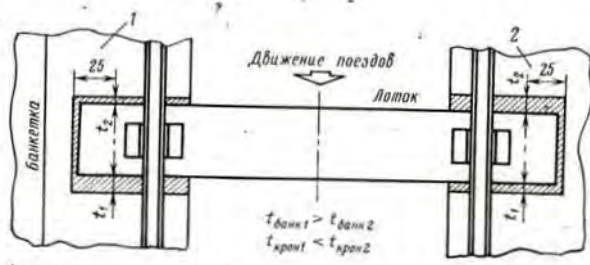


Рис. 3

1 — банкетная сторона; 2 — кронштейновая сторона

относительные величины трещин t_1 и t_2 с каждой стороны близки между собой. На рис. 4 представлено распределение шпал в процентах по величине суммарных трещин отрыва с банкетной стороны, что позволило оценить долю шпал с различными трещинами отрыва в общей их массе.

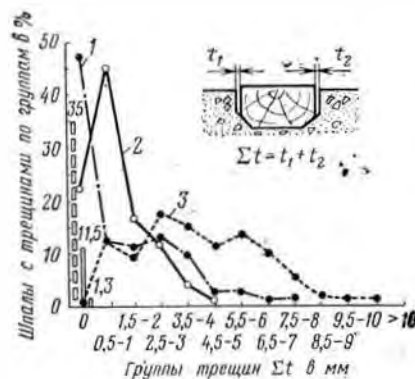


Рис. 4

1 — срок службы шпал 17 лет; 2 — 5 лет;
3 — 9 лет.

Из кривых распределения закономерно проявляется нарастающие доли больших трещин по мере просыхания шпал. Правда, и в этом случае четко виден значительно больший процент широких трещин у 9-летних шпал по сравнению с 17-летними. Это подтверждает отмеченный ранее факт, что деформации усушки последних значительно меньше, чем у первых.

Анализ влияния динамических воздействий на отрыв шпал от бетона показывает, что оно может проявляться лишь в тех случаях, когда созданы для этого благоприятные условия — наличие с обеих сторон шпал трещин в результате усушки их древесины. Отмеченный небольшой перекош шпал, природа которого еще не совсем ясна, несомненно является проявлением влияния динамических воздействий на путь.

Таким образом, избежать отрыва шпал от бетона можно в том случае, если они будут просушены перед укладкой в путь до влажности, исключающей значительную последующую усушку. Эта влажность должна составлять величину, превышающую равновесную влажность (9—11%) не более чем на 7%. Только в этом случае при дальнейшем просыхании до постоянной влажности можно гарантировать отсутствие трещин отрыва в течение всего срока их эксплуатации. Просушить шпалы до такой влажности в естественных условиях шпальных клеток на складе невозможно, так как при этом можно достигнуть в лучшем случае 22—24% влажности — равновесной для естественных условий и к тому же только в наружных слоях. Отсюда следует, что необходимо ставить вопрос только об искусственной сушке шпал до более низкой влажности.

В настоящее время существуют методы форсированной искусственной сушки крупномерной древесины типа шпал, столбов и т. п. Это сушка в петролатуме, применение высокочастотного электрического поля и другие методы.

Наиболее доступен первый метод, разработанный и используемый на практике в заводских условиях для сушки столбов связи.

При условии удовлетворительной сушки шпал не будет происходить их отрыв от бетона в последующие годы эксплуатации и резко снизится трещинообразование.

Стоимость искусственной сушки древесины (столбов связи) в петролатуме не превышает 3 руб./м³. Другими словами, это составит около 0,3 руб. на шпалу. Учитывая, что при этом отпадает необходимость во вторичной бетонировке шпал с себестоимостью около 6,71 руб./шт., получаем экономии на одной только шпале свыше 6,4 руб. К этому следует еще прибавить экономии, получаемую на шпаклевке — допронтке — трещин в шпалах, что приближает общую сумму экономии к 6,5 руб./шт. Если приблизительно принять, что в среднем в год в городах строится более 10 км развернутой длины тоннеля метро и укладывается более 18 тыс. шпал, годовая экономия в конце концов будет составлять свыше 117 тыс. руб./год.

Совершенствование шпального хозяйства высвобождает дефицитную рабочую силу и упрощает ведение текущего содержания пути, повышая прочность и надежность пути в метрополитене.

В этой связи давно назрел вопрос о том, чтобы разработать свои технические условия на шпалы для линий метрополитена, учитывающие все специфические особенности их работы в тоннелях городских железных дорог.

СТАНЦИИ ГЛУБОКОГО ЗАЛОЖЕНИЯ МОСКОВСКОГО МЕТРОПОЛИТЕНА

В. СИМБИРЦЕВ, заслуженный
архитектор РСФСР

СТАНЦИИ глубокого заложения «Рижская» содержательна по архитектуре и целостности исполнения. В конкурсе на лучший проект интерьеров станции первое место заняли архитекторы Латвийской республики гг. А. Рейнфельд и В. Алситис.

Нельзя не отметить глубокий смысл такого творческого содружества москвичей и рижан в проектировании и строительстве объекта, тематически близкого и тем и другим.

Станцию отличает своеобразие и национальный колорит. Выявлены боковые элементы, играющие роль несущих конструкций. На них опираются арки, перекрывающие проходы на посадочные платформы, с глухим интерколумнием между опорными частями. Этот прием позволяет получить впечатление легкости архитектурного решения пилонов.

В отделке станции в качестве основного материала использована керамика, и авторы создали целую керамическую «симфонию», варьируя цвета-рельефы, орнаменты плиток, применяя рисунок с изображением исторических зданий города Риги. Выразительная запоминающаяся цветовая гамма станции — ярко-желтая керамика боковых стенок пилонов с золотистым карнизом в сочетании с красной плиткой интерколумниев, плоскости которых завершены карнизом веревочкой. Боковые стены облицованы керамическими плитками спокойного и приятного тона цвета кофе с молоком и ритмично расчленены плитками с рельефным рисунком. Керамические панели завершены фризовой полосой со стилизованным рисунком волны.

Своеобразна архитектура станций Кольцевой линии — «Проспект Мира» и «Новослободская».

Авторы первой — В. Г. Гельфрейх и М. А. Минкус нашли яркий и запоминающийся облик. Массивные пилоны облицованы белым прохоро-баландинским уральским мрамором и завершены фарфоровыми очень развитыми по композиции и размерам капителями, с барельефными изображениями представителей различных национальностей народов СССР. Углы капителей украшены акантами. Орнаментированные детали имеют позолоту, что создает впечатление праздничности и яркости. Очень удачно сочетание мрамора и фарфора.

Путевые стены станции облицованы красным тагильским мрамором. Панели стен завершены тягой с хорошей модуляцией. Жаль, что завершение мраморной панели сделано в штукатурке и покрашено, даже не патинировано.

Автор «Новослободской» А. Н. Душкин, пожалуй, создал одну из самых запоминающихся станций метро. Светящиеся витражи в опорах, характер отделки интерьера при исключительной цельности общей композиции и тектонического единства форм и пространства от пилонов к сводам, нарядность и какое-то ощущение сада — все звучит по особому тепло и привлекательно. Именно такого впечатления хотелось бы достичь при строительстве другой станции метро, обслуживающей большие контингенты детского населения, скажем, у нового Зоологического сада.

Для группы станций глубокого заложения радиальной линии «Проспект Мира» — «ВДНХ» характерна некоторая общность решений и приемов. Пилоны «Проспекта Мира» радиальной, «Щербаковской» и «ВДНХ» выполнены со срезан-

ными углами и в плане — восьмигранной формы. Это обогатило пластику пилонов и создало определенные удобства при проходе пассажиров по диагонали проемов. Экономны, даже несколько скупы изобразительные средства оформления. Особым изяществом трактовки архитектурных форм выделяется, пожалуй, станция «Щербаковская» с пилонами, облицованными белым козлинским мрамором в сочетании с зеленым «змеевиком». Весьма выразительны членения панелей пилона небольшой высоты (1,5 м). Искусно выполнены другие детали станции — вентиляционные решетки, скамьи, осветительные приборы. Сильным фоном для всей композиции интерьера является ковер пола из крупных плит полированного красного гранита в виде единой поверхности, обрамленной широким фризом.

Среди станций глубокого заложения Московского метрополитена, в которых смелое конструктивное решение и архитектурный замысел сливаются во впечатляющий архитектурный ансамбль — станции «Площадь Маяковского», «Курский вокзал» и «Комсомольская»-кольцевая. Грузные пилоны заменены колоннами и тонкими опорами, сливающимися с нервюрами сводчато-купольных перекрытий (Площадь Маяковского). Это создает ощущение легкости, пространственной свободы и единства внутреннего объема. Авторство станций принадлежит выдающимся мастерам советской архитектуры А. Н. Душкину, Г. А. Захарову и Э. С. Чернышевой, академику архитектуры А. В. Шусеву.

Из-за особой воздушности построения интерьера на «Маяковской» даже дышится как-то по-иному — ничто не давит, нервюры сводов и куполов создают сень, подобную решениям перекрытий городских зданий.

* Продолжение. Начало в № 6.



«Электrozаводская»



«Комсомольская» — кольцевая



«Маяковская»



«Площадь Ногина»

Полосам отделки из нержавеющей стали архитектор придал выразительный профиль, усиливший впечатление легкости несущих элементов. Рисунок полов дан в богатом цветовом сочетании мраморов. Чтобы усилить ощущение пространства, автор в шельге куполов делает как бы окно в природу (исторический пример — отверстие для освещения в куполе Римского Пантеона), заполняя его мозаиками работы А. А. Дейнеки.

Ансамбль станции «Курская»-кольцевая отличается совершенством и богатством архитектурного замысла, четкостью форм, гармонией материалов, красотой деталей, великолепием и логической осмысленностью пространственной системы.

Совершена и закончена композиция перронных залов. Характерная особенность интерьера станции — сдержанность декора: для отделки применен белый мрамор. Несущие элементы выполнены в виде прямоугольных столбов. Торцы их, обращенный в центральный неф, обработан дорической каннелюрованной полуколонной с прямоугольной абакой, но без эхина. Антаблемент сделан очень своеобразно: архитектурная и фризовая части классического ордерного антаблемента объединены общей плоскостью с арочными перекрытиями интерколумниев. Карниз выполнен в форме сильно профилированной сложной тяги, на которую опирается свод. Над карнизом, по основанию свода протянут скульптурный золоченый вал (гирлянда растительного орнамента, перевитого лентами). Последний является завершением антаблемента и украшением опоры свода. Мраморная облицовка антаблемента — клинчатая. Для лестниц перехода на радиальную линию в середине зала выделено особое пространство, ограниченное четырьмя мощными пилонами. В нишах последних поставлены монументальной формы торшеры освещения.

Центральный неф освещают круглые люстры с люминесцентными трубками, путевые залы — пятирожковые подвесы.

Кольцевая станция соединяется с диаметром длинным переходом, который решен также мастерски. Боковые стены — ряд повторяющихся элементов, сочетающих опоры, несущие свод, с нишами скрытого освещения. Цокольная часть стен облицована мраморными плитами в форме прямоугольных филенок, опорные столбики украшены также филенкой. Умело сделан рисунок пола из метлахской плитки — широкий фриз и ковровая середина. Законченность композиции перехода придает решение торцевой стены — арка с порталом и торшер освещения.

Станция «Курская»-кольцевая была удостоена Государственной премии 1-й степени.

Торжество победы, успехи созидательного труда советских людей нашли отражение в архитектуре станции «Комсомольская»-кольцевая, «Залом победы» назвал громадный подземный вестибюль станции ее зодчий А. В. Щусев. Экспрессия архитектуры зала, его масштаб, мозаика в обрамлении мощных скульптур-

ных картушей воспринимаются действительно победными, триумфальными.

Мысль большого мастера лежит на всем. Увеличены размеры сооружения: ширина центрального нефа 11 м (вместо обычных 8), высота зала — 9 м (вместо 5,5 на других станциях).

В отличие от станций пилоного типа центральный и путевые нефы представляют единое пространство, так как аркады с восьмигранными опорами не разъединяют залов. Аркада и столбы, стены путевых частей облицованы мрамором, все фасонные элементы — карнизы, тяги, капители, архивольты арок выточены из мрамора.

Уникальна по замыслу и решению архитектура свода: полуцилиндр большой протяженности расчленен системой нервюр, предназначенных для картушей мозаиками. Автор мозаик на темы «Александр Невский», «Дмитрий Донской», «Александр Суворов», «Михаил Кутузов», «Владимир Ленин», «Взятие рейхстага», «Победа», «Родина-мать», — П. Д. Корин.

Торцевая стена среднего нефа оформлена орнаментальной композицией с гербом Советского Союза. Перед торцевой стеной установлен бюст В. И. Ленина.

В рамках журнальной статьи невозможно разобрать архитектурные решения всех станций, хотя многие интересные и значительные по своей архитектуре: «Арбатская» и «Добрынинская», «Фрунзенская» и «Спортивная», «Киевская» и «Белорусская», «Электrozаводская» и «Краснопресненская» и др.

Интересны станции глубокого заложения, введенные в эксплуатацию за последние два года — «Колхозная», «Тургеневская», «Площадь Ногина». В композиции введены полосы — антаблемента из чеканного металла. На станциях «Тургеневская» и «Площадь Ногина» Ждановского направления они закрывают соединение свода и пилонов. Предельно лаконична архитектура второго зала станции «Площадь Ногина» со столбами «гармошкой». Своды нефов, образуя общую «пята», опираются непосредственно на несущие столбы. Во всю длину на металлической мощной балке укреплены лампы люминесцентного освещения. В композиции станции только три элемента, не считая пола — свод, несущие колонны и агрегат освещения. Эта лаконичность — момент положительный, но может ли он являться пределом достижений?

Перед строителями метро большие задачи, которые должны быть осуществлены на высоком качественном уровне архитектуры, технического оборудования и строительного исполнения. Необходимая база новых работ — обобщение накопленного многолетнего опыта строительства метро.

ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ ПЕРЕДВИЖНЫХ ТОКОПРИЕМНИКОВ

И. ХЛЕБНИКОВ, инженер

В УСЛОВИЯХ шахт и тоннелей применение кабельных барабанов для электроснабжения передвижных электроприемников затруднено наличием искрящих частей, а подвеска кабеля на тросе и свободная прокладка его петлями — естественными условиями и сложностью исполнения защиты от механических повреждений. В таких условиях кабели являются источниками повышенной опасности.

Мощности механизированных проходческих комплексов постоянно возрастают. Появляется необходимость осуществлять электроснабжение их на напряжение 6; 10 кв. Кабельные барабаны на такие напряжения отечественной промышленностью не изготавливаются. В Метрогипротрансе разработано устройство для электроснабжения передвижных электроприемников.

Это устройство (рис. 1) не имеет искрящих частей, предусматривает механическую защиту и укладку кабеля в труднодоступной зоне тоннеля.

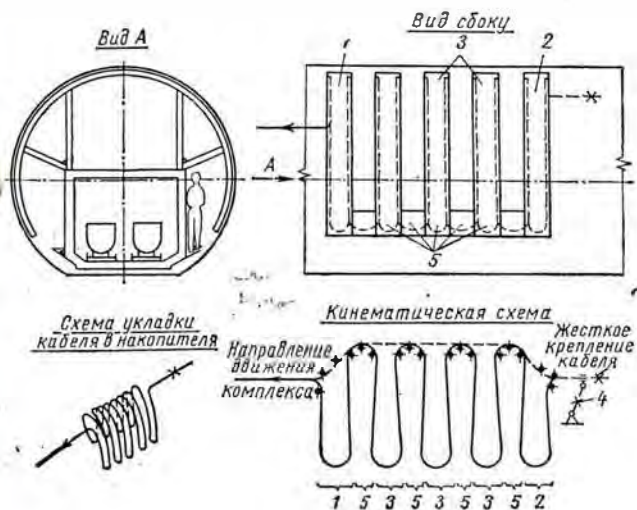


Рис. 1. Устройство для электроснабжения передвижных токоприемников.

Располагаемое в малоиспользуемой при проходческих работах части транспортной зоны тоннеля оно представляет собой емкость из отдельных дугообразных кассет. Крайние кассеты

1, 2 имеют направляющие ролики для уменьшения трения и создания необходимых радиусов изгиба кабеля. При монтаже кабельного накопителя на подвижном комплексе на крайней, со стороны подачи питания, кассете 2 устанавливается направляющее водило 4. Оно позволяет укладывать кабель на предварительно установленные в тросе конструкции. Промежуточная кассета 3 представляет собой емкость, выполненную из прокатных материалов, для укладки одной петли кабеля. На внутренней стороне устройства располагаются щиты, обеспечивающие свободный доступ во внутреннюю полость. Кассеты соединены между собой секциями с роликовыми опорами 5 для уменьшения трения и сохранения необходимого радиуса изгиба кабеля.

Чтобы ликвидировать основной недостаток устройства (ручная укладка кабеля) в настоящее время разрабатывается механизированный способ закладки кабеля (рис. 2).

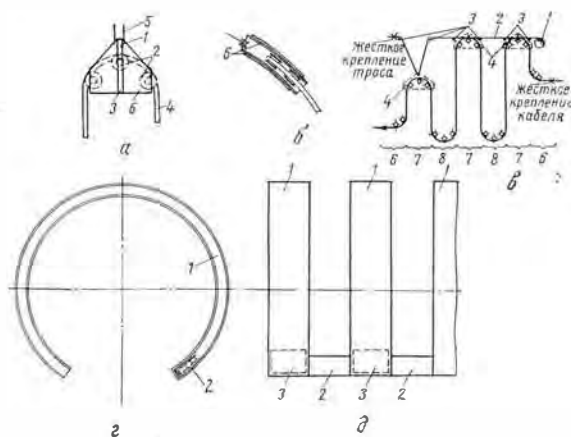


Рис. 2. Механизированное устройство закладки кабеля.

а. Вид сверху на кассету:

1 — отводной ролик; 2 — роликоопоры; 3 — направляющая кассетки; 4 — кабель; 5 — трос; 6 — основания кассетки.

б. Вид сбоку на кассету:

6 — верхнее и нижнее основания кассетки.

в. Кинематическая схема работы механизма закладки:

1 — барабанная лебедка; 2 — трос; 3 — отводные ролики; 4 — кассетка; 6 — крайняя секция; 7 — промежуточная секция; 8 — секция с роликовыми опорами.

г. Поперечный разрез устройства:

1 — промежуточная секция; 2 — кассетка.

д. Вид сбоку на устройство:

1 — промежуточные секции; 2 — секции с роликоопорами; 3 — кассетки.

Механизм закладки кабеля состоит из барабанной лебедки, устанавливаемой на крайней секции со стороны, противоположной выходу кабеля; полиспастной тросовой системы (трос и отводные ролики, установленные на кассетах); кассетки с роликовыми опорами (форма кассетки концентрична образуемой устройством).

Процесс закладки кабеля осуществляется следующим образом: включается барабанная лебедка (вращение против часовой стрелки) (см. рис. 2в); наматывая трос на барабан, она последовательно втягивает кассетки, а вместе с ними кабель в промежуточные секции устройства.

Выдача кабеля производится в обратном порядке. При передвижении электроприемник вытаскивает кабель из устройства последовательно из всех кассет. Лебедка в этот момент или отключается или притормаживается для создания необходимого натяжения.

МЕТРОПОЛИТЕНЫ МИРА. ПРОБЛЕМЫ И РЕШЕНИЯ ПОВЫШЕНИЕ ПРОВОЗНОЙ СПОСОБНОСТИ МЕТРО

М. ЛЕБЕДЕВ, инженер

ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ транспортного обслуживания населения городов, наряду со строительством новых линий метрополитена, ведется работа по повышению провозной способности действующих линий.

На 40-м конгрессе Международного Союза общественного транспорта (МСОТ) рассматривались основные факторы, влияющие на провозную способность метрополитенов, к которым относятся: вместимость вагонов, число их в поезде, размеры движения поездов, динамические характеристики подвижного состава, автоматическое управление поездами, автоматизация контроля движения, конструктивные особенности станций и вестибюлей, пересадочные пункты, длина перегонов и др.

Вместимость вагонов. Существующие вагоны метрополитенов, которых насчитывается более 30 типов, рассчитаны на нагрузку от 2 до 8 чел./м².

В большинстве городов — Мадрид, Мехико, Милан, Западный Берлин, Осака, Париж, Токио, Рим, Роттердам, Берселона, Мюнхен и др., принята расчетная нагрузка для вагонов от 4 до 8 чел./м². Вагоны метрополитенов Лондона, Монреаля, Нью-Йорка, Франкфурта-на-Майне, Афин, Штуттгарта и др. рассчитаны на нагрузку от 2 до 4 чел./м².

Средняя фактическая перевозка пассажиров одним вагоном за сутки составляет до 5 тыс. человек.

На большинстве эксплуатируемых метрополитенов выполняются работы по сокращению кабин управления в поездах с целью высвобождения части площади для пассажиров.

В двух вагонах (переднем и заднем) имеются кабины машиниста в шестивагонных поездах Парижа и Дублина, восьми- вагонных поездах Осаки, девятивагонных поездах Мехико.

Формирование поездов. На метрополитенах мига число вагонов в поездах находится в пределах от 2 до 11 (в Сан-Франциско — до 15).

Примерно 80% метрополитенов изменяют число вагонов в поездах на различных линиях в течение суток и лишь 20% имеют неизменный состав поездов.

Поезда формируются, как правило, из секций, состоящих из двух (Мюнхен, Штуттгарт, Нюрнберг, Роттердам), трех (Милан) или четырех (Стокгольм) вагонов.

Расцепка по часам суток в зависимости от пассажиро-потоков проводится на станциях, специальных путях или в депо.

В течение суток число вагонов в поездах Нью-Йорка (НУСТА) изменяется от 2 до 11, Западного Берлина — от 2 до 8, Лондона, Нью-Йорка (RATH), Осака, Стокгольма — от 4 до 8, Парижа — от 3 до 6, Мадрида, Мюнхена, Филадельфии — от 2 до 6, Афин — от 2 до 5 вагонов и т. д.

На метрополитенах Парижа и Милана расцепку и сцепку вагонов производят на станционных путях, Мюнхена — в депо, Западного Берлина — на конечных станциях и промежуточных с путевым развитием. В Гамбурге, Риме и Лондоне при наличии резервного подвижного состава из депо выпускают на линии другие поезда с измененным числом вагонов.

На ряде метрополитенов, введенных в последние годы, эк-

сплуатируется подвижной состав из шарнирно-сочлененных вагонов. Это способствует лучшему распределению пассажиров по вагонам, позволяет сократить число тележек и уменьшить вес вагона.

Удлинение платформ станций. Для увеличения числа вагонов в поездах на некоторых метрополитенах проектируется или производится удлинение платформ станций.

Такие работы за последние годы выполнены на метрополитенах Гамбурга, Лондона (удлинение на 8 вагонов), Мадрида (с 4 до 6 вагонов), Нью-Йорка (НУСТА — до 10), Осака, Парижа (с 5 до 6), Токио (линия Марууми с 4 до 6 вагонов — 1960 г., линия Гинза с 3 до 6 — 1969 г., линия Хибита — с 6 до 8 — 1971 г.).

Удлинение платформ планируется на метрополитенах Барселоны (с 4 до 5 вагонов), Нью-Йорка (RATH — с 8 до 10), Осака (до 9), Стокгольма (до 10), Филадельфии (с 6 до 8).

В Токио проекты вновь строящихся линий предусматривают станции, рассчитанные на движение 10-вагонных составов.

При проектировании и строительстве платформ на удлиненные поезда предусматриваются дополнительные мероприятия, позволяющие более равномерно распределять пассажиров по вагонам (рассредоточение входов и выходов, обеспечение прохода из вагона в вагон и др.)

Метрополитены ряда городов (Париж, Дублин) намечают работы по дальнейшему увеличению числа вагонов в поездах с соответствующей реконструкцией (удлинением) платформ станций только после выполнения технических мероприятий, направленных на сокращение интервалов между поездами до минимума.

В Риме длина платформ запроектирована и выполнена из расчета движения 8-вагонных составов с учетом роста пассажиропотоков в перспективе и эксплуатацией в начальный период 3-вагонных составов.

Динамические характеристики подвижного состава. Максимальная скорость по данным МСОТ на 62% метрополитенов составляет 80—90 км/ч. В некоторых городах скорость доведена до 100 км/ч и более (Нью-Йорк — RATH, Лондон, Копенгаген, Осака, Париж, Рим, Токио), а в Сан-Франциско (BART) до 130 км/ч.

Средняя эксплуатационная скорость поездов метрополитенов Нью-Йорка (RATH) — 45 км/ч, Парижа — 47 км/ч, Токио — 44,9 км/ч, Сан-Франциско (BART) — 80 км/ч.

На метрополитенах, построенных в последние годы, широко применяется пневматическая подвеска кузовов вагонов.

Ускорение при пуске порожнего поезда находится в пределах 0,9 — 1,3 м/сек²; замедление при торможении — 1,1 — 1,3 м/сек².

Наибольшее распространение получили тормоза — электрический, реостатный, самовозбуждаемый и с посторонним возбуждением пневматический с воздействием тормозных колодок непосредственно на бандажи колесных пар или на диски. Электропневматические тормоза применяются примерно на 1/3 предприятий. Рекуперативные электрические тормоза устанавливаются редко, исключением является лишь метрополитен То-



Рис. 1

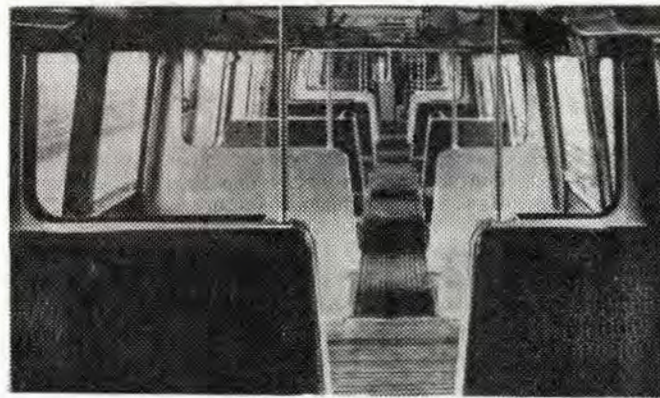


Рис. 2

ки, где такие тормоза используют совместно с пневматическими. На небольшом количестве предприятий для экстренного торможения применяют электромагнитный рельсовый тормоз.

В качестве противоюзковых устройств применяются:

электронное устройство, измеряющее число оборотов колес с датчиками на каждой оси тележки. Датчики сравнивают напряжение, пропорциональное числу оборотов, с заданным напряжением. При его превышении автоматически включается устройство ослабления тормозного усилия (Западный Берлин);

реле, действующее от разности потенциалов, возникающих на двигателях одной тележки (Барселона);

центробежное противоюзковое устройство (Гамбург);

сигнализатор скольжения колес (Милан);

противоюзковый генератор (Мюнхен);

устройство, работающее на принципе небаланса токов (Токио).

Длина перегонов. Расстояние между станциями чаще всего принимается в пределах от 500 до 1200 м.

Средняя продолжительность стоянок поездов на станциях 70—30 сек., в часы «пик» — 15—20 сек.

Комплексная автоматизация управления движением поездов. На большинстве эксплуатируемых метрополитенов мира осуществляются или планируются работы по комплексной автоматизации управления движением поездов. Основными направлениями в решении этой технической проблемы являются: внедрение систем автоматического управления поездами; разработка и осуществление технических средств повышения безопасности движения поездов; совершенствование методов и средств централизованного управления и контроля за движением поездов.

Основные тенденции развития этой области специально рассматривались на 34-м международном конгрессе МСОТ в Брюсселе в 1961 г. На 35-м конгрессе МСОТ (1963 г., Вена) и позднее на комитете метрополитенов в Милане были обобщены результаты работ по автоматизации управления поездами и сформулированы общие требования для их комплексного решения.

Подвижной состав линий метрополитенов, вводимых в эксплуатацию в последние годы, оборудован системами автоматического управления поездами (Мюнхен, Филадельфия, Сан-Франциско, Франкфурт на Майне и др.). При развитии действующих метрополитенов их новые линии также оборудованы устройствами АУП (Линия Виктория — Лондон, Париж, и др.).

Системы автоматического управления поездами, а также устройства обеспечения безопасности и контроля движения разрабатываются различными зарубежными фирмами в кооперации фирмами — изготовителями вагонов.

На метрополитенах, где подвижной состав и линии оборудованы устройствами АУП, управление поездом осуществляется в одно лицо (например Милан — с 1964 г., Париж — с 1968 г., Лондон — с 1969 г., Роттердам — с 1968 г. и т. д.).

Из применяемых средств обеспечения безопасности движения поездов следует отметить такие, как: автоблокировка с кодированными сигналами (Рим); система автоблокировки с наложенным устройством автоматического контроля скорости; централизованный контроль стрелок и сигналов (Мадрид); автоблокировка системы Вестингауз (Глазго); стационарные устройства контроля занятости пути с линейным управлением автоматического движения поездов (Мюнхен); автоматическая блокировка с сигналами, электромеханическими или магнитными автостопами и контролем занятости пути (Барселона, Гамбург, Милан, Париж); беспоездной контроль скорости движения поездов; централизованный оптический контроль движения (Мехико); полуавтоматическая система блокировки (Афины).

В Осакe, Роттердаме, Стокгольме и метрополитенах ряда других городов применена современная система КЭБ — сигнализация непрерывного действия, совмещенная с системой автоматического контроля движения поездов. Устройства сигнализации на пульте машиниста непрерывно передают величину максимальной допустимой скорости. При превышении скорости, установленной КЭБ-сигналом, происходит автоматическое торможение. КЭБ-сигнализация, осуществляет непрерывный контроль скорости, исключает необходимость установки постоянных световых сигналов на трассе, передает на пульт три вида информации, соответствующие скоростям 15,50 и 80 км/ч.

Для автоматизации контроля движения применяются следующие технические средства: диспетчерская централизация стрелок и сигналов; локальная контрольная сигнализация (Лондон); избирательная двухсторонняя диспетчерская связь; телевизионный контроль за пассажиропотоками; автоматическая диспетчеризация движения поездов (Нью-Йорк, Торонто, Филадельфия).

На большинстве линий метрополитена Парижа имеются центральные посты управления и контроля с оптическим табло, определяющим местонахождение поезда, точность соблюдения графиков и интервалов.

Программное управление задает время стоянок поездов на станциях.

На большинстве метрополитенов имеются интервальные часы в торцах станций.

Организация экспрессного движения. На ряде метрополитенов практикуется организация экспрессного движения поездов (Нью-Йорк, Париж, Токио, Филадельфия), для чего используются дополнительные пути или отменяются остановки на малозагруженных станциях.

Эскалаторы. На большинстве метрополитенов эксплуатируются эскалаторные машины с лестничным полотном шириной 1000 мм и более (Западный Берлин — 1020 мм, Лондон — 1030 мм, Нью-Йорк и Токио — 1200 мм); реже применяют эскалаторы с полотном шириной 600—800 мм.

Скорости движения полотна эскалаторов различны. Более 50% метрополитенов имеют скорость эскалаторов от 0,6 до 0,75 м/сек. (Гамбург, Мадрид, Милан, Монреаль, Париж, Стокгольм и др.); около 30% — 0,5 м/сек. (Барселона, Мехико, Мюнхен, Нью-Йорк — РАТН, Осака, Токио, Штуттгарт и др.).

Эскалаторы Лондонского метрополитена оборудованы устройствами автоматического регулирования скорости полотна в зависимости от пассажиропотоков.

Эскалаторы метрополитенов Милана, Нью-Йорка, Торонто имеют устройство для переключения скорости на местном управлении.

В Мадриде и Гамбурге скорость эскалаторов не регулируется, но применяются фотоэлектронные устройства для автоматической остановки эскалаторов при отсутствии пассажиров.

В нескольких городах (Париж, Лондон) на станциях метрополитена имеются лифты, предназначенные в основном для перевозки инвалидов, престарелых, матерей с детьми и колясками.

В Барселоне, Гамбурге, Мадриде, Милане, Париже и ряде других городов планируется замена или дублирование пешеходных лестниц эскалаторами при высоте подъема 3—5 м.

На некоторых метрополитенах пересадочные станции, а также переходы от станций метрополитена к остановкам наземного транспорта и к железнодорожным станциям оборудованы движущимися тротуарами (Западный Берлин, Милан, Монреаль, Мюнхен, Париж, Рим, Стокгольм). Скорость перемещения тротуаров — от 0,5 до 0,8 м/сек, провозная способность — от 6 до 12 тыс. пассажиров в час.

Освещение станций, подвижного состава и тоннелей в большинстве метрополитенов выполнено люминесцентным.

Освещение тоннелей во время движения поездов выключается.

По данным МСОТ, величина освещенности пути и дальность действия фар практически не влияют на скорость движения поездов.

На подвижном составе Лондонского метрополитена лобовые фары установлены с наклоном в 2° во избежание ослепления пассажиров на платформах.

Таким образом, при реконструкции и расширении действующих метрополитенов и особенно при проектировании и сооружении новых линий основными тенденциями технического развития являются:

применение подвижного состава с улучшенными динамическими характеристиками;

комплексная автоматизация управления движением поездов, включающая системы АУП, обеспечения безопасности движения поездов и контроля за движением;

повышение пропускной способности линий до 40—45 пар поездов в час и провозной способности — до 90—100 тыс. пассажиров в час в одном направлении;

развитие экспрессного движения;

расцепка подвижного состава по часам суток в зависимости от пассажиропотоков;

повышение степени координации и взаимосвязи метрополитенов с другими видами общественного транспорта.

(Окончание следует).



ЗАМЕТКИ О БУДАПЕШТСКОМ МЕТРО

Е. РЕЗНИЧЕНКО

КОГДА знакомишься со столицей Венгерской Народной Республики — Будапештом, несомненный интерес среди других архитектурно-строительных новшеств вызывает сооружение и эксплуатация метрополитена, построенного на высоком техническом уровне и отражающем достижения современного подземного строительства.

В облик столицы — Будапешта, в его современную архитектуру удачно вписались наземные вестибюли особенно таких станций как «Площадь Москвы», «Южный вокзал» и другие. Но главное, конечно, в том, что метрополитен оказывает большое влияние на улучшение массовых пассажироперевозок, снимая своей действующей десятикилометровой линией 8% от общего объема городских пассажирских перевозок.

Проблема городского транспорта остается одной из актуальных проблем быстро растущего городского хозяйства венгерской столицы. Будапешт сегодня — это два миллиона жителей и десятки тысяч туристов, это 526 квадратных километров, занятых на обеих сторонах Дуная благоустроенными жилыми массивами, промышленными предприятиями, музеями, парками и многочисленными памятниками. Хотя массовая транспортная сеть города насчитывает 900 километров, чрезмерная насыщенность дорог различным транспортом вызывает заторы, все чаще создающиеся на узловых пунктах города. Поэтому планом развития транспортной сети Будапешта предусматривается строительство скоростной железной дороги, в том числе радиальных линий метрополитена — Восточно-западной, Северо-южной и Южно-будапештской, общей протяженностью 37 км.

Предыстория разработки сети скоростной железной дороги начинается с 1879 года. Первый участок линии метрополитена мелкого заложения, заменивший тогдашнюю конно-железную дорогу, был открыт в 1896 году, его протяженность составила 3,8 км.

Какими маленькими невзрачными выглядят старые станции с почти игрушечными двухвагонными составами по сравнению с нынешним метрополитеном. Сейчас старая линия ремонтируется, и вход туда закрыт. Но мы все же ее посмотрели и, когда переходили на новую, мы как бы пересекали границу века минувшего в нынешний. Всего лишь три года назад автору этих заметок довелось познакомиться с первым участком Восточно-западной линии, тогда ее протяженность составляла 6,5 км. Теперь после ее продления уже одиннадцать архитек-

турно оформленных станций принимают ежедневно полмиллиона пассажиров.

Станции метрополитена расположены в местах образования пассажиропотоков в центрах движения других видов транспорта.

Открытие новой линии позволило ликвидировать несколько маршрутов трамвая, мешавших автомобильному и автобусному движению. Трамваи были сняты с таких оживленных центральных улиц, как Лайоша, Кошута, Ракоци, моста Эржебет и других.

Когда мы знакомимся со станциями Будапештского метрополитена, мы убеждаемся в том, что современный уровень строительной техники позволяет венгерским метростроителям широко использовать опыт советского метростроения и придавать сооружениям совершенную архитектурную форму. Особенно выделяется станция «Площадь Баттьяни», отделанная мраморной мозаикой, украшенная витринами огромных размеров, в которых смонтированы фотоплакаты, показывающие самые красивые места Будапешта. Веерообразная крыша вестибюля ст. «Площадь Москвы» и сам вестибюль показался нам совершенно новым конструктивным и архитектурным решением.

Интересна конструкция арки входов и переходов на ст. «Южный вокзал». Прямо с улицы пассажиры на эскалаторе попадают в подземный переход, откуда они выходят на железнодорожный вокзал, в метро или к автобусным и трамвайным остановкам; эскалатор работает только когда на его ступеньках находятся пассажиры. Если пассажиров нет, фотозлемент срабатывает и эскалатор останавливается. Станции оснащены промышленными телеустановками, позволяющими регулировать потоки пассажиров на эскалаторах и станциях. Неоновое освещение, справочные карты, световые указатели — всюду горят огни метро.

Следует особо отметить применение будапештскими метростроителями профилированного алюминия разноцветной покраски для сводов эскалаторных тоннелей и платформенных стен. Умелое использование алюминия, пластмасс и мрамора, цветковые решения позволяют отличить одну станцию от другой.

Несмотря на высокую стоимость алюминиевых подвесных сводов, экономический анализ свидетельствует, что по сравнению с традиционными материалами стоимость алюминиевых изделий ниже.

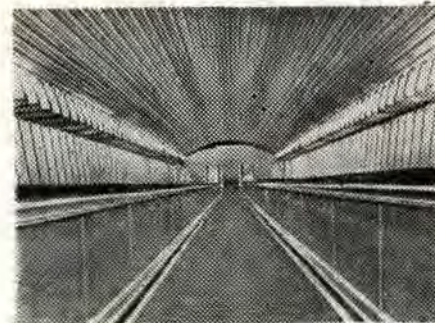
Сейчас метростроители развернули работы на второй линии, которая должна соединить районы северной и южной



Наземный вестибюль и эскалаторы станции «Площадь Москвы»



Подземная станция электрички у моста «Маргит».



Алюминиевый свод эскалаторного тоннеля.



Общий вид агрегата для забивки свай



Установка арматурных каркасов краном



Установка для бурения на строительной площадке



Связки для бетонирования

окраин Пештской части города, пересекаясь с уже существующей линией метро в районе Бельвароша. Первый участок (3,7 км) новой линии глубокого заложения с шестью станциями намечено закончить в 1976 году. Общая протяженность всей линии 14,8 км. Всего на ней будет 19 станций. От действующей станции «Площадь Деак» на первом участке будут сооружены станции «Площадь освобождения», «Площадь Кальяна», «Бульвар Ференц», «Клиники», «Площадь Нодьвард». Однако на пути метростроителей сложные гидрогеологические условия. Проходка ряда участков ведется под сжатым воздухом и щитовым способом. Отдельные участки придется сооружать при помощи водопонижения. Метростроители решили применить на строительстве станций и тоннелей способ сооружения «стена в грунте» известный как «миланский способ».

Как известно, главное преимущество этого способа в том, что он дает возможность в стесненных городских условиях вести работы более быстрыми темпами, не открывая котлованов, без прекращения движения городского транспорта. К применению способа «стена в грунте» метростроители уже приступили, используя комплекс специального оборудования, закупленного у одной из французских фирм. Об объемах строительства Северо-южной линии говорят следующие цифры: надо выполнить 28 тысяч м² так называемой врубной стены, 181 400 м³ земляных работ. Уложить бетона и ж. б. конструкций 63 200 м³.

Творческая, инженерная мысль будапештских метростроителей направлена на поиск более совершенных конструкций, комплексной механизации, ликвидации тяжелого ручного труда при выполнении основных и вспомогательных работ. В этой связи метростроители Будапешта придают большое значение традиционным дружеским связям, обмену опытом венгерских и советских метростроителей. Ежегодно на стройки метро приезжают наши венгерские друзья, которые знакомятся с новой техникой, применяемой в отечественном метростроении.

Нет сомнения, что научно-техническое сотрудничество, дружеские связи и взаимный обмен опытом будут содействовать развитию технического прогресса метростроения в наших странах.

УГЛУБЛЯТЬ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО

ГРУППА венгерских специалистов в составе кандидата технических наук, генерального директора Предприятия по строительству метрополитена в Будапеште Й. Хомоки, технических директоров Д. Сендрои и Э. Локотоша, инженера отдела капитальных вложений Д. Грешика, главного проектировщика Будапештского метро Л. Роши, начальника строительного участка Т. Хонведа, начальника планово-предупредительного ремонта М. Надя и бригадира, ударника социалистического труда Я. Оноди посетила в октябре этого года действующие и строящиеся линии метро в нашей стране. Генеральный директор Предприятия по строительству метрополитена в Будапеште ИОЗЕФ ХОМОКИ дал редакции «Метростроя» следующее интервью:

— Для нас очень важно иметь налаженную научно-техническую информацию, позволяющую вбирать и обобщать накопленный в метростроении опыт, сопоставлять достигнутые уровни техники. Такую, можно сказать, наглядную информацию мы получили в нынешний приезд в Вашу страну, побывав на подземных стройках Москвы, Ленинграда, Харькова и Тбилиси. Подводя итоги своим впечатлениям, в первую очередь хочу сказать: нужно глубже изучать опыт друг друга. Необходимы более тесные контакты, более крепкая и урегулированная связь между нашими стройками. Надо надеяться, что взаимный научно-технический обмен будет гораздо интенсивнее и олеративнее уже в ближайшее

время и поможет ускорить осуществление основной цели технического прогресса — улучшение и облегчение условий работы человека.

Четырнадцать дней, которые мы провели в Советском Союзе, дали очень много. Мы увидели большой разворот работ, применение на стройках высокопроизводительного оборудования и достижений технической эстетики, высокое качество работ и концентрированное централизованное руководство. Во всех республиках, где довелось нам побывать, нас удивило то, что при широком внедрении сборных железобетонных типовых элементов достигается столь широкое конструктивное разнообразие. К тому же коллективы строителей этих республик соревнуются, у кого лучше будет метро. В связи с тем, что нашу группу представляют и заказчики и проектировщики метро, которые воочию могли видеть успешное сооружение сборных железобетонных и обжатых тоннельных обделок, надо полагать, и в наших условиях смелее будут применяться эти конструкции.

Основная цель поездки группы — подобрать такую конструкцию механизированного щита, который позволял бы работать в сложных гидрогеологических условиях Будапешта и обеспечить скорость проходки не менее шести метров в сутки. Только в этом случае можно будет вести бескессонную и бесосадочную проходку.

В предстоящие пять лет мы должны вдвое ускорить темпы строительства метро. Для этого необходимо увеличить скорости сооружения станций, тоннелей и комплектировать выдачу и подачу материалов. В этом свете мы должны обдумать, как претворить в жизнь полученный в этой поездке опыт.

Много новых решений могут позаимствовать у наших строителей и советские специалисты. Мы порекомендовали бы свой опыт гидроизоляции стен, технологию получения водонепроницаемого блока, результаты некоторых архитектурных поисков.

Звездислав С. Александрова

ПЕРВЫЙ ВЫПУСК

— **МОЖНО** сказать, что нам преподавал золотой фонд работников Вашего метро, — сказал при выпуске первой группы слушателей-пражан в технической школе Московского метрополитена машинист-инструктор Олдрих Хара. Шестьдесят машинистов поездов потребуется для I линии метрополитена в Праге. Тридцать человек уже получили здесь, в Москве, теоретическую и практическую подготовку к своей будущей профессии. Они изучали электрическое, пневматическое и механическое оборудование вагона; СЦБ; инструкции по технике безопасности; знакомилась с устройством пути, системой АРС и принципами автоведения. А затем — две недели производственной практики в депо «Сокол», где предстояло освоить все виды ремонта подвижного состава. На Горьковско-Замоскворецкой линии в течение семи недель под наблюдением опытных машинистов курсанты наездили около 9 тысяч километров. Во время пробных поездок устраивались аварийные игры, давались рекомендации по выходу из неблагоприятных ситуаций.

Сданы экзамены, и первые выпускники уехали в Прагу. Сейчас вторая группа из Чехословакии — тридцать один человек — осваивает в технической школе Московского метрополитена положения той же программы.

А в начале октября с подъезд-



На снимке: Будущие машинисты Пражского метрополитена, сдавшие экзамены на «отлично». Слева направо — Фатурин Марко, Яилек Карел, Трнко Милош и Орнич Иржи.

ных путей Мытищинского завода отошел в Прагу метropоезд с первыми вагонами. Это не привычные для москвичей голубые экспрессы: на линиях пражского метро будут курсировать вагоны серого цвета с контрастными красными дверями.

Создатели вагонов применили новую систему автоматического регулирования скорости. С ее помощью скорость меняется в зависимости от рельефа пути и протяженности перегона.

Вместе с мытищинскими машиностроителями в сооружении первого метropоезда для Праги приняли участие коллективы московских заводов «Динамо», тормозного, мытищинского комбината «Стройпластмасс» и других предприятий.



Мытищинский машиностроительный завод. Митинг по случаю отправки вагонов в ЧССР.

ОТЛИЧНЫЙ подарок получили жители столицы Корейской Демократической Республики в канун ее 25-летнего юбилея, отмечавшегося 9 сентября: в торжественной обстановке была открыта первая в стране линия метро. Она соединила железнодорожный вокзал в центре города с университетским рай-

ПЕРВАЯ ПОДЗЕМНАЯ ЛИНИЯ В КНДР

оном и зоной отдыха Тесонсан. Каждая из шести станций отличается индивидуальным архитектурным обликом, украшена скульптурами, мозаичны-

ми панно и барельефами. Художественное оформление подземных дворцов связано с героической историей и современностью корейского народа. Это

нашло отражение и в названиях станций: «Победа», «Единство», «Дружба».

Немало трудностей преодолели первые корейские метростроители: и твердый скальный грунт, и мощные подземные реки. В проектировании и оснащении метро большую помощь им оказали советские метростроевцы.

АРМИРОВАННЫЕ ПОДПОРНЫЕ СТЕНКИ ИЗ ГРУНТА

НА СТРОИТЕЛЬСТВЕ Анджелесского национального парка в штате Калифорния впервые в практике строительства США применен новый способ сооружения армированных грунтовых подпорных стенок, разработанный французским инженером Х. Видалом. Чтобы подпорная стенка была способна выдерживать значительное боковое давление породы, грунтовая насыпь укрепляется длинными тонкими стальными полосами.

Для сооружения армированных грунтовых подпорных стенок пригодны несвязные грунты, характеризующиеся углом внутреннего трения не менее 25° . При таком минимальном угле обеспечивается необходимое сопротивление трения между грунтом и армирующим материалом.

Стальные полосы, укладываемые поперек насыпи, должны обладать значительным коэффициентом трения и стойкостью против коррозии, а также

быть способными выдерживать возникающие растягивающие напряжения.

К стальным полосам крепят наружные стальные облицовочные панели, образующие вертикальную поверхность подпорной стенки. Облицовочные стальные панели изготавливают из оцинкованной стали в виде секции высотой 254 мм.

Армированная подпорная стенка, сооружаемая на одном из участков трассы автомобильной дороги в штате Калифорния, бу-

дет иметь высоту около 21 м. Затраты на ее строительство будут почти вдвое меньше затрат, необходимых для возведения бетонной подпорной стенки аналогичных размеров.

В результате коррозионных испытаний образцов оцинкованных стальных листов установлено, что они могут служить свыше 50 лет. Определено также, что предел текучести стальных оцинкованных полос равен 2590 кгс/см^2 , а предел прочности при растяжении — 3500 кгс/см^2 .

В ВЕЧЕРНИЙ час «пик» 28 августа этого года часть старого тоннеля, проходящего под зданием ООН, обвалилась: бетонные перекрытия заделали передний вагон поезда, засыпали пути. В результате аварии один пассажир погиб, восемнадцать ранены, возник пожар. После того, как поезд был отбуксирован к станции «Гранд-сентрал», многим пассажирам потребовались кислородные маски.

Это уже не первое происшествие в Нью-Йоркском метро. Несмотря на то, что плата за проезд из года в год растет, пользоваться метрополитеном становится все опаснее. Поезда часто сходят с рельсов, возникают пожары. Некоторые вагоны находятся в эксплуатации с начала, а большинство с 20—30 годов нашего века. Во многих вагонах выбиты стекла, путевое хозяйство в

МРАЧНАЯ СТАТИСТИКА



зброшенном состоянии. Некоторые системы сигнализации были установлены еще в 1904 году. Даже мэр города признал, что «Нью-Йоркское метро на-

ходится в самой мрачной фазе своей истории».

В прошлом году произошла крупнейшая по своим размерам катастрофа в Чикаго, случившаяся из-

за крайней изношенности подвижного состава и плохого обслуживания и ремонта путевого хозяйства: два вагона на большой скорости соскочили с рельсов и пробили ограждения. Один из них свалился с 10-метровой высоты на мостовую, а второй — повис на эстакаде (см. рисунок). По счастливой случайности только один человек погиб и тридцать один ранен. Несмотря на все это администрация обоих метрополитенов из года в год сокращают средства на эксплуатацию метро.

Поставлена под сомнение широко разрекламированная автоматика недавно открывавшегося метрополитена Сан-Франциско. Ровно через месяц после открытия за станцией «Фремонт» произошло крушение поезда, проскочившего эту станцию. Авария произошла из-за

перегрева электронной аппаратуры, регулирующей скорость. В результате на данном участке, вместо скорости 20 км/час поезд шел в задающем интервале 60—120 км/час. Машинист, следивший за движением поезда, сумел взять управление в самый последний момент перед аварией, но практически ничего уже нельзя было сделать.

16 июля этого года в результате замыкания возник пожар контактного рельса на линии метро Западного Берлина. Пожарники быстро справились с

загоранием. Спустя две недели вновь было прервано движение из-за технических неполадок: на станции «Подбельски Алле» грунтовые воды подточили крепежную балку тоннеля, и та повисла, угрожая движению. В обоих случаях никто не пострадал. Но все начинается с малого.

К техническим неполадкам в метро прибавляется и преступность.

В Нью-Йоркском метро число нападений на пассажиров примерно около 200 в месяц. Введено вооруженное патрулирование поездов. На станциях на-

ходятся полицейские с овчарками.

За 18 месяцев в парижском метро зарегистрировано 1079 нападений, из которых 579 на пассажиров и 480 — на обслуживающий персонал. Имеются смертельные случаи.

В прошлом году из-за взрывов бомб пришлось на несколько дней закрыть чикагский метрополитен.

Кражи, насилие, ограбления стали обычным явлением в лабиринте лондонского метро. В прошлом году было совершено 4918 преступлений.

В западноберлинском

метро пассажиров грабят прямо в вагонах. Нападениям подвергается также и обслуживающий персонал, особенно в районе «ЦОО», где свили себе гнездо уголовники, наркоманы, хиппи. Администрация совместно с полицией договорились о введении в метро специальных команд.

В Стокгольме происходит нечто подобное: на первомайской демонстрации этого года можно было увидеть плакаты, гласящие о необходимости сделать метрополитен безопасным.

Автодорожный тоннель в Алабаме

Строится 4-полосный автодорожный тоннель под рекой Мобил в Алабаме, трасса которого проходит в 150 м от существующего тоннеля, который не успевает пропускать 20—30 тыс. автомобилей в сутки. Ширина реки в месте пересечения 183 м, глубина — 12 м. Общая длина тоннеля — 914 м, включая 213 м открытых рамповых участков. Семь готовых секций длиной 107 м каждая составляют подводную часть тоннеля. Конструкция секции представляет собой две спаренные стальные оболочки и наружную обшивку, ребра жесткости которой

расположены через 2,44 м. Оболочки сваривали из отдельных элементов на полигоне. По окончании установки временных торцевых перегородок стальные каркасы спускали на воду и транспортировали к причалу, у которого монтировали железобетонную обделку и бетонировали наружную обшивку. Готовые секции опускали в проектное положение при помощи двух барж, оборудованных лебедками с полиспастами и домкратами. Стыковка секций с ранее опущенными осуществлялась при помощи горизонтальных домкратов. После

удаления воды из межсекционного пространства упругие торцевые прокладки обжимались дополнительно гидростатическим давлением, что обеспечивало герметизацию стыка. Затем в зазор под днищем секции по вертикальным трубам нагнетали песчаную смесь основания. Рамповые участки сооружают в котлованах со свайным и шпунтовым ограждением. В береговых вентиляционных зданиях установлено по 12 осевых вентиляторов, мощностью 100 л. с. каждый. Поддача свежего воздуха предусмотрена по каналам, расположенным под проезжей

частью, удаление загрязненного — через порталы транспортной зоны тоннеля. Система автоматического контроля обеспечит режимы проветривания в зависимости от интенсивности автодвижения, у каждого портала запрограммированы автоматически управляемые системы насосных установок. Контроль за работой флюоресцентных светильников обеспечивается при помощи фотометрических датчиков. Пропускная способность тоннеля составит 3400 автомобилей в 1 ч в каждом направлении движения. Работы по сооружению тоннеля намечено завершить в 1979 г.

Подводный тоннель в Бельгии

Трасса автомагистрали Брюссель—Антверпен пересекает реку Рюпель и морской канал. Строительство тоннеля, начатое в 1972 г., рассчитано на 45 месяцев. Тоннель в плане прямолинейен, рампы расположены частично на кривых.

Длина тоннеля вместе с рампами 1647 м, самого тоннеля — 595 м. Предусмотрены две полосы для движения транспорта с шириной проезжей части 11,25 м и служебным 1-м тротуаром. Средняя часть профиля тоннеля наиболее низкая, она расположена на 30 м ниже дневной поверхности, верх конструкций под морским каналом располагается на глубине не менее 2 м, под рекой — не менее 3 м. Наибольший продольный уклон допускается в преде-

лах рамы 3,5%. При строительстве подводного тоннеля используют метод опускных секций. Рампы и участки тоннеля за пределами водных преград сооружаются открытым способом с применением свайного крепления. В канале предусмотрена лишь одна опускная секция длиной 150 м. Для ее изготовления в качестве сухого дока будет использован котлован южной ramпы. Траншея для установки опускной секции на дне канала с откосами 1:6 разрабатывается земснарядом до глубины 20 м, затем грейфером. Транспортирование опускной секции с заглушками по торцам производится на лаву после разработки перемычек. Опускная секция устанавливается при помощи лебедок, стыкуется с тоннелем одним концом, другим — уста-

навливается на бетонный фундамент. Зазор между дном траншеи и секцией заполняется песком. Таким же образом предполагается вести монтаж двух 99-м секций под рекой Рюпель (для их изготовления используют котлован северной ramпы). После освобождения котлованов ramпы они отделяются от водотоков 2-рядным шпунтовым ограждением, вода из них откачивается и продолжают работы по сооружению ramп. Комплекс строительных работ включает строительство подпорных стен высотой 7,5 м для защиты тоннеля в случае наводнения, водосборников и насосных стаций, вентиляционной и осветительной системы, служб регулирования и безопасности движения и эстакады.

Анкеровка болтов полиэфирной смолой

С. ВОЛКОВА, инженер.

Очень часто строительство тоннелей ведут в сложных геологических условиях (слабые породы, сдвиги и скольжение слоев грунта), когда необходимо укрепление выработок. В этих целях широко распространено применение анкерных болтов, установку которых ранее осуществляли при помощи механических приспособлений или с дополнительным закреплением цементным раствором. Недавно разработан способ анкерования болтов полиэфирной смолой.

Состав для заполнения полости включает смолу, наполнитель и катализатор реакции. Смесь можно вводить инъектированием или в капсулах из пленки. Второй способ получает все большее распространение, так как не только ускоряет и упрощает операцию анкерования болтов, но и обеспечивает надежность их работу во всех видах пород. В канал, просверленный для анкерного болта, помещают капсулы с составляющими смоляной смеси; закручивая болт, разрушают оболочку капсул и перемешивают содержимое. Смесь равномерно распределяется в пространстве между болтом и стенками канала. В течение нескольких минут прочность состава достигает величины, более чем вдвое превышающей прочность полностью затвердевшего бетона.

Применяют болты с ограниченной зоной анкерования (смесь размещается лишь на части болта) и анкеруемые по всей длине. При выборе типа болта и методов его установки в каждом конкретном случае необходимо провести тщательный анализ геометрии окружающей местности, породы и условий ее залегания, требуемой срочности крепежных работ (до и после начала земляных работ), надежности и долговечности работы анкеров, размеров и несущей способности болтов, требуемых размеров каналов.

В Empreal tollese была проведена работа по определению коэффициентов сцепления различных пород и зоны анкерования в зависимости от диаметра болта и отверстия и усилия на болт. Определение требуемых параметров производили экспериментально. Заанкеренные болты нагружали растягивающей силой. Параллельно испытывали обычные и болты с анкерованием полиэфирной смолой. Нагружение продолжали до разрушения самого болта или его выдергивания. Анализ исследования показал бесспорное преимущество болтов с анкерованием ограниченной зоны полиэфирной смолой. До предела текучести удлинение этих болтов незначительно, дальнейшее увеличение нагрузки приводит к резкому увеличению деформаций и разрушению. Болты с механической анкерной имеют значительное удлинение перед моментом разрушения, с началом скольжения болт теряет несущую способность, что является отрицательным качеством механических анкеров. В практике тоннелестроения уже существуют примеры применения болтов с анкерованием полиэфирной смолой. При разработке котлована около г. Дуглас в сложных топографических условиях, когда слон породы располагались под углом 70°, а на соседних участках ранее наблюдались небольшие сдвиги и скольжение слоев, укрепление грунта производили установкой болтов с ограниченной зоной анкерования. Длина болта $\varnothing 19,1$ мм составляла 1,8—3,0 м, диаметр отверстия 34 мм. Испытания показали, что несущая способность болтов равна 15,2 т, что соответствовало расчету. Для сверления каналов использовали легкое буровое оборудование. В каналах размещали капсулы $\varnothing 25$ мм с составом. Для предотвращения коррозии болты предварительно об-

рабатывали хлорированной смолой. После анкерования болтов каналы заполняли цементным раствором.

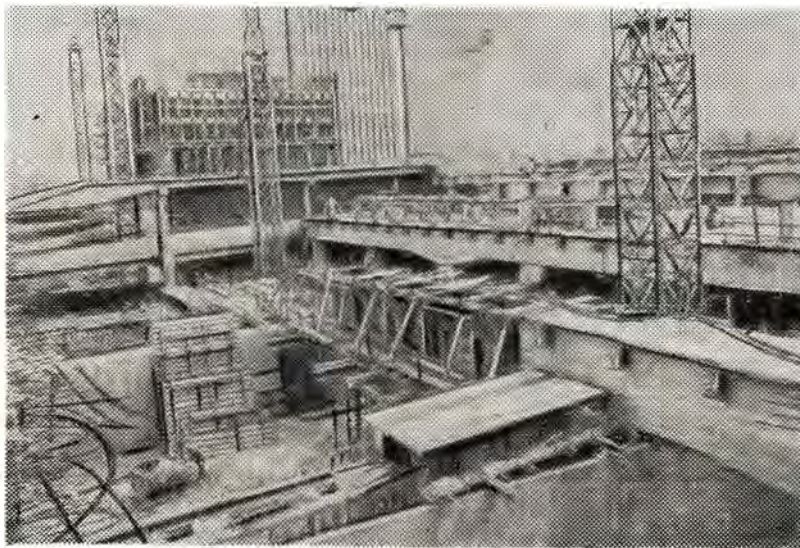
При строительстве тоннеля Мерсеи анкерные болты на полиэфирной смоле применяли для закрепления самых разных грунтов (от жестких глин до песчанников). Кроме того, горизонтальные болты использовали для усиления стены портала. Болты располагали таким образом, что шайбы их находились на средней линии стены. Использованные как крепление для опалубки из дерева и стекловолоконные болты затем составили арматуру железобетонной обделки.

Для повышения прочности анкерования и устойчивости металла к коррозии в полиэфирную смесь можно вводить битум, а после установки болта канал полностью заполнять цементным раствором или смолой. Болты с полным заполнением полиэфирной смолой, по сравнению с анкеруемыми цементным раствором, имеют преимущество быстроты установки. Болт работает по всей своей длине, вступает в работу немедленно при возникновении перемещений породы, эффективность его не теряется при расслаивании и разрушении породы вокруг отверстия или вблизи шайбы.

Опыт строительства доказал, что небольшие размеры каналов, легкое буровое оборудование, скорость закрепления болтов позволяют работать в любых метеорологических условиях и не требуют высокой квалификации рабочих. Состав из полиэфирной смолы может быть использован и для заполнения трещин в породе. В целях экономии диаметр просверленного отверстия должен быть близок к величине вставляемого стержня. В настоящее время длина болтов с анкерованием по всей длине не превышает 4,5 м.



Строится метро в Амстердаме.



Сооружение многоярусной станции на площади Defense в Париже. Пуск в эксплуатацию намечен в 1977 г.

СТРОИТЕЛЬНАЯ МОЗАИКА

Проблемы искусственного мрамора

В НАСТОЯЩЕЕ время большое внимание уделяется разработке технологии искусственного мрамора на основе полимерных связующих.

Изделия из искусственного мрамора по своим эксплуатационным свойствам: большой твердости, износостойкости, долговечности и возможности имитации пород естественного материала — могут с успехом nonkurировать с природным. В Италии искус-

ственный мрамор изготавливают из гашеной извести и мраморного порошка; агломератмагнезиально г о цемента и мраморного порошка; окиси магнезия и мраморного порошка и т. д. В таких странах, как ФРГ, Англия, Франция, этот искусственный материал получают на основе полиэфирных, полиуретановых и эпоксидных смол.

В Советском Союзе работники комбината «Стройпластмасс» и КТБ Мосоргстройматериал о в разработали образцы искусственного мрамора из порошков на основе меламино - формальдегидных смол, выпускаемых заводом «Карболит» и Жилевским заводом пластмасс.

Новый отделочный материал

КОМБИНАТ «Югопластика» (Югославия) выпускает декоративный

пластиковый материал — деколит — для отделки интерьеров и фасадных поверхностей сооружений различного назначения. Материал обладает тепло- и звукоизоляционными свойствами, не воспламеняется, имеет гладкую поверхность, на которой не скапливается пыль.

Пена защищает от морозов

УЧЕННЫЕ Института теплофизики Сибирского отделения АН СССР предложили в качестве теплоизоляционного материала использовать полимерную пену. Для ее получения берут два раствора: набухший смола с добавкой пенообразователя и слабый раствор кислоты. В специальном устройстве — пеногенераторе — происходит смешение этих двух растворов с воздухом, и в ре-

зультате образуется жидкая пена. Растекаясь по поверхности грунта, она заполняет все неровности. Через 10—20 минут под действием инсолты пена полимеризуется — «отверждается» — и в таном виде может сохраняться несколько месяцев, выдерживая 20—25 циклов заморозания — оттаивания.

Промышленные испытания полимерной пены для защиты строительных котлованов от промерзания проводились прошедшей зимой Институтом теплофизики совместно с Бурятским управлением

строительства. Растворы готовились непосредственно на строительной площадке в специальной установке — растворном узле. Установна эта разборная; она перевозится и монтируется вблизи участка, который будет покрываться полимерной пеной. Для нанесения пены на больших площадях изготовлена передвижная пеногенерирующая машина с часовой производительностью 40 кубометров пены.

При испытаниях на поверхность грунта будуще-

го котлована в конце октября нанесли слой пены толщиной 35 сантиметров.

Тем самым грунт был защищен 2,5 месяца. В середине января при температуре воздуха минус 35° котлован был легко разработан бульдозером. Вскрытие грунта показало, что под пеной на глубине 40 сантиметров он находится в состоянии «вялой» мерзлоты; более глубокие слои были совсем талые. А незащищенный грунт промерз на глубину 2 метра.

Тоннель прокладывают электроны

В США РАЗРАБАТЫВАЕТСЯ метод про-

ронный сгусток отдает всю свою энергию породе за 50 наносекунд ($5 \cdot 10^{-8}$ сек.). Этот импульс создает резкий тепловой перепад и приводит к мощной волне температурного расширения. Последняя и взрывает породу (см. рисунок).



ладки тоннелей в твердых породах пучком ускоренных электронов.

Специальный ускоритель выстреливает в скалу, сгустком электронов с энергией около 1 МэВ. Врезаясь в скалу, элект-

Каждый залп создает воронку всего лишь в несколько сантиметров глубиной. Однако ускоритель может делать несколько сот выстрелов в секунду, и скорость проходки может быть весьма высокой.

Поезд-пылесос

В ПАРИЖСКОМ метро, имеющем 340 километров путей и 336 станций, в ночные часы нурсирует специальный трехвагонный состав для очистки подземных тоннелей и вестибюлей от пыли и мелкого мусора.

Проходя по путям, состав выпускает мощную

струи сжатого воздуха, сдувающую пыль и мусор с внутренних поверхностей подземных помещений. Облако пыли и мусора тут же поглощается всасывающим устройством и оседает на нейлоновых фильтрах. Фильтры имеют общую площадь 270 квадратных метров и размещены в крайних вагонах.

ПОПРАВКА

В № 6 «Метростроя» на стр. 22 под заголовком «Из отходов камня и неполирующихся пород» фамилию автора следует читать: А. Хачатрян.

**ПРОДОЛЖАЕТСЯ
ПОДПИСКА
НА
ИНФОРМАЦИОННЫЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ СБОРНИК
«МЕТРОСТРОЙ»
НА 1974 ГОД.**

На страницах сборника «Метрострой» освещаются достижения и передовой опыт строительства метрополитенов и тоннелей, публикуется обширная зарубежная информация о технике метростроения. Широкое освещение найдут вопросы эксплуатации отечественных и зарубежных метрополитенов.

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

**Индекс сборника «Метрострой»
во всесоюзном каталоге
«Союзпечати»—**

70572.

**Стоимость подписки:
на год—2 руб. 40 коп. (8 номеров),
на полгода—1 руб. 20 коп.**