

ISSN 0869-4265

МЕТРО



1

1996

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ,
ПОПУЛЯРНЫЙ ЖУРНАЛ
ВЫХОДИТ ШЕСТЬ РАЗ В ГОД

Учредители:
Московский метрострой,
Московский метрополитен,
Тоннельная Ассоциация,
Центр «ТИМР»

В организационно-творческое
сотрудничество с «Метро» на
договорных началах в 1995 г.
вступили:

Ассоциация «Ассодстройметро»,
институт «Метрогипротранс»,
Санкт-Петербургский
метрополитен.

1 • 1996

Главный редактор С. Н. ВЛАСОВ

Редакционная коллегия:

В.А. АЛЕКСАНДРОВ,
О.Т. АРЕФЬЕВ,
В.А. БЕССОЛОВ,
Г.П. БОКУЧАВА,
Д.В. ГАЕВ,
В.А. ГАРЮГИН,
Д.М. ГОЛИЦЫНСКИЙ,
Е.А. ДЕМЕШКО,
Е.Г. ДУБЧЕНКО,
В.В. КОТОВ,
Ю.А. КОШЕЛЕВ,
Ю.Е. КРУК,
Н.И. КУЛАГИН,
С.Н. ЛИХМАН,
О.Н. МАКАРОВ,
В.Е. МЕРКИН,
В.П. САМОЙЛОВ,
Г.М. САНДУЛ
(зам. главного редактора),
С.И. СЕСЛАВИНСКИЙ,
Н.Н. СМЕРНОВ,
Ш.К. ЭФЕНДИЕВ.

Фото Е. П. ПОЛИТОВА

Адрес редакции: 103031, Москва, К-031,
Кузнецкий мост, 20, 2-й этаж,
телефоны: 925-86-02, 923-77-72

Дизайн, компьютерный набор, верстка,
оригинал-макет и графическое
оформление — Центр «ТИМР»

Худ.-техн.редактор **Е.К.Гарнухин**
Художник-график **И.Е.Груздева**
Верстка и набор **М.Е.Давыдова**
Н.П.Гашникова



В Н О М Е Р Е:

<i>Л. Ильина. От «Чкаловской» до «Волжской»</i>	1
<i>Опыт и перспективы строительства подводных тоннелей в России</i>	5
<i>С. Сильвестров, Б. Яцков, Ю. Крук. Комбинированные тубинги из шлакокаменного литья</i>	14
<i>В. Иванов. Ремонтные технологии на базе материалов из композиционных полимеров</i>	17
<i>У. Годжишвили, Г. Бокучава. Сооружение ветки в вагонное депо Тбилисского метрополитена в сложных инженерно-геологических условиях</i>	24
<i>В. Певзнер. Сотрудничество на взаимовыгодных условиях</i>	27
<i>Дело, которому посвящена вся жизнь</i>	29
<i>С. Астахова. Нет правил без исключения</i>	31
<i>В. Пикуль. Деловой центр строителей первого отечественного метрополитена</i>	34
<i>И. Выпов. Первые Российские железнодорожные тоннели</i>	38
<i>С. Власов, В. Гарбер. Наука и техника в тоннелестроении Швейцарии</i>	41
<i>Д. Камушкин. Метрополитен Гамбурга</i>	43
<i>Б. Келлерман. «Туннель»</i>	46

ОТ «ЧКАЛОВСКОЙ» ДО «ВОЛЖСКОЙ»

Л. ИЛЬИНА,

районный инженер технического отдела Управления Мосметростроя

З авершилось строительство и сдан в эксплуатацию участок Люблинско-Дмитровской линии от «Чкаловской» до «Волжской» с электродепо Печатники протяженностью 12,7 км (в том числе 7,63 км глубокого заложения, 5,06 — мелкого) с 7 станциями. Среднее расстояние между ними — 2,03 км, наибольшее — 3,13, наименьшее — 1,72 км.

На линии возведены 4 станции глубокого заложения: «Чкаловская», «Римская», «Крестьянская застава», «Дубровка» (первые три — пересадочные) и 3 станции мелкого заложения: «Кожуховская», «Печатники» и «Волжская».

Положение трассы в плане с кривыми радиусом 300 м — 500 м и более определено из условий размещения станций в наиболее важных пассажирообразующих пунктах с учетом сложившейся планировочной структуры прилегающих районов, перспективы развития городской застройки и условий строительства.

Положение трассы в профиле в пределах от 0,003 до 0,045 % обусловлено инженерно-геологическими условиями в зависимости от градостроительных, транспортных, экономических факторов, а также примыкания пересадочных станций к действующим.

Отрезок линии от станции «Чкаловская» до «Дубровки» построен в тоннелях глубокого заложения; от «Кожуховской» до «Волжской» — мелкого; от «Дубровки» до «Кожуховской» — переходной участок с глубокого заложения на мелкое.

Станция «Чкаловская» — колонно-пилонного типа, с

междупутьем 22 м. Она расположена под одноименной улицей, образуя пересадочный узел со станциями «Курская»-кольцевая и «Курская» Арбатско-Покровской линии. Из объединенного подземного вестибюля, сооруженного на площади Курского вокзала, осуществляется вход на станцию «Чкаловская» по наклонному тоннелю, оборудованному четырьмя эскалаторами. Торец ее платформы связан с торцом станции «Курская» Арбатско-Покровской линии пешеходным переходом, оснащенный лестницей и четырьмя эскалаторами.

Тупики перед станцией «Чкаловская» обеспечивают отстой составов и дают возможность продлить линию в перспективе в центр города.

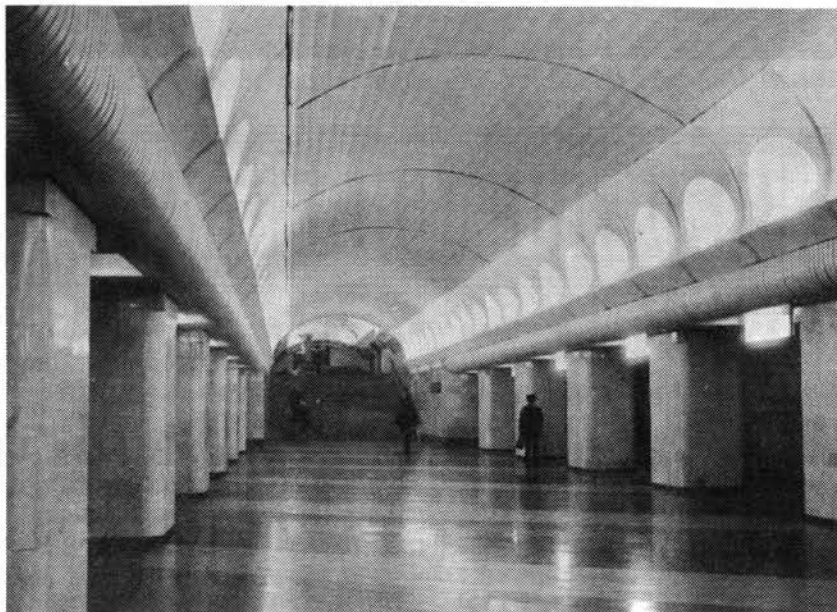
Станция «Римская» — колонного типа, с междупутьем 19,0 м, размещена в районе пло-

щади Ильича. Южный торец платформы соединен лестницей и четырьмя эскалаторами с подземным вестибюлем, который в свою очередь связан с существующим переходом, примыкающим к вестибюлю станции «Площадь Ильича» Калининской линии. Северный торец соединен с центральной частью платформы станции «Площадь Ильича» пешеходным переходом с четырьмя эскалаторами и тремя боковыми лестницами.

Станция «Крестьянская застава» — колонно-стенового типа, с междупутьем 19,0 м, возведена на одноименной площади и образует (в перспективе) пересадочный узел со станцией «Пролетарская» Таганско-Краснопресненской линии. Торец станции связан четырьмя эскалаторами с подземным вестибюлем и одним лестничным сходом. В будущем предусмат-



«Чкаловская»



«Римская»



«Крестьянская застава»

ривается сооружение второго наклонного тоннеля и вестибюля для входа и выхода пассажиров.

Станция «Дубровка» — колонно-стенового типа, с междупутьем 19,0 м, размещена вдоль Шарикоподшипниковской улицы.

Наклонный тоннель с четырьмя эскалаторами со стороны южного торца станции, подземный вестибюль и пешеходные переходы в пусковой комплекс не вошли и будут сооружены позднее в связи с возникшими трудностями по замора-

живанию грунтов в районе строительства.

Станция «Кожуховская» — одноводчатая, с междупутьем 12,90 м. Она расположена вдоль Южнопортовой улицы. Платформа связана двумя лестничными сходами с подземными частями вестибюлей. Из вестибюля № 1 пассажиры по эскалаторам попадают в наземный павильон, который размещен в стороне от продольной оси станции.

Вестибюль № 2, а также второй выход из вестибюля № 1 в пусковой комплекс не вошли.

Станция «Печатники» — колонная, с междупутьем 12,90 м, расположена на участке между улицами Гурьянова и Шоссейной. Вестибюль № 2 соединен с платформой лестничным сходом. Вестибюль № 1 — перспективный.

Станция «Волжская» — однопролетная, с междупутьем 12,90 м, размещена вблизи пересечения Волгоградского проспекта с Краснодонской улицей. Подземные вестибюли станции связаны с платформой лестницами. Восточный вестибюль соединен с подземным переходом под Краснодонской улицей. Со стороны зоны отдыха сооружен лестничный сход.

Станции и вестибюли снабжены световыми указателями ориентировки пассажиров, надписями наименования станций и эмблемой метрополитена.

Оборотное электродепо Печатники предназначено для обслуживания подвижного состава Люблинской линии и связано с основной трассой двухпутной соединительной веткой.

Станции глубокого заложения выполнены с комбинированными обделками из чугунных и железобетонных блоков с чугунными изолирующими плитами.

«Римская», «Крестьянская застава», «Дубровка» — новой конструкции, без подплатформенных помещений в среднем зале, с устройством сплошной монолитной железобетонной плиты, на которую опираются колонны и стены.

Вестибюль станции «Чкаловская» индивидуальной конструкции из сборного и монолитного железобетона с применением сварных конструкций колонн и прогонов в связи с тем, что в будущем над вестибюлем предполагается строительство гостиницы.

Зонты на станциях выполнены из полимерных труднотгорючих материалов, в БТП и СТП — из стального листа, в эскалаторных тоннелях — из алюминиевых элементов, не требующих последующей отделки.

«Кожуховская», «Печатники» и «Волжская» сооружены из

сборного и монолитного железобетона открытым способом.

Обделка перегонных тоннелей и притоннельных сооружений на участках закрытого способа работ выполнена из чугуна и сборного железобетона; на открытом способе — из одной и двухпутной прямоугольной обделки из сборного и монолитного железобетона и блоков ЦСО.

Впервые на переходном участке по правому тоннелю была внедрена железобетонная обделка $D = 6,0$ м фирмы «Вайсунд Фрайтаг» в количестве 681 кольца.

В архитектурной обделке станций и вестибюлей применены долговечные материалы, отвечающие требованиям эксплуатации и эстетики.

Для облицовки пилонов, колонн и стен станций и вестибюлей использован мрамор различных пород (уфалей, колга, буровщина и др.), для полов платформ станций, вестибюлей, облицовки парапетов лестничных сходов — полированный гранит (возрождение и др.), для стен пешеходных переходов и лестничных сходов — глазурованная морозостойкая плитка и стеклокристаллит.

Впервые широко и удачно применен в облицовке новый алюминиевый профиль завода «Алмос». Это — путевая стена станции «Волжская», подшив-



«Кожуховская»



«Печатники»



Депо Печатники



«Волжская»

ной потолок «Римской», потолок и карниз эскалаторного павильона станции «Кожуховская».

Также впервые успешно использованы новые осветительные приборы завода «ВИСКОМ»: платформенные торшеры на станции «Волжская», торшеры и светильники, встроенные в подшивной потолок вестибюля станций «Печатники» и «Римская».

В художественном оформлении последней принимали участие в порядке творческого сотрудничества итальянские архитекторы Жанпауло Имбриги и Альберто Кватроки.

Декоративное оформление станции «Римская» отражает тему «Римские достопримечательности». Это — 4 медальона и композиция «Фонтан».

Декоративно-художественные панно на тему крестьянского труда выполнены в технике римской мозаики и располагаются на торцах колонн платформы станции «Крестьянская застава».

В вестибюле станции «Печатники» размещено большое художественное панно, изготовленное в технике росписи по металлу на тему «Труд и отдых москвичей».

В конструкциях верхнего строения пути применены рельсы Р65 на главных путях и рельсы Р50 в электродепо. Крепления раздельного типа, дере-

вянные шпалы и путевой бетонный слой. Рельсы главных путей свариваются в плети длиной до 200 м. Изолирующие стыки рельсов — клееболтового типа.

Линия метрополитена оборудована системами тоннельной (проветривание станций, перегонных тоннелей, тупиков) и местной вентиляции (отдельных помещений).

Для освещения станций, перегонных тоннелей и других помещений принята система рабочего и аварийного освещения с использованием газоразрядных источников света — люминесцентных, ртутных, металлогалогенных и ламп накаливания.

На диспетчерском пункте каждой станции имеется пульт «Системы управления работой станции с применением теленаблюдения» (СУРСТ), который осуществляет дистанционное и автоматическое управление освещением тоннелей, станций, контроль работы эскалаторов, обогрева лестничных спусков в вестибюли.

На Люблинской линии имеется комплекс устройств обеспечения безопасности, организации и регулирования движения, аналогичный действующим.

На новом участке реализованы мероприятия по обеспечению пожаро- и взрывобезопасности, охране труда и окружающей природной среды. □

Поздравляем юбиляра



В январе с.г. заведующему кафедрой «Тоннели и метрополитены» Сибирской Государственной Академии путей сообщения (НИИЖТ) профессору **Анатолию Константиновичу Поправко** исполнилось 60 лет.

Закончив в 1958 г. МИИТ; А.К. Поправко до 1961 г. занимался проектированием и строительством тоннелей на железнодорожной линии Абакан — Тайшет. Затем — учеба в аспирантуре ЛИИЖТа под руководством одного из корифеев тоннельной науки профессора Ю.А. Лиманова. В 1964 г. возвратился в НИИЖТ, где прошел все ступени научно-педагогической лестницы от ассистента до профессора.

За 32 года работы в НИИЖТе через руки и сердце Анатолия Константиновича прошли сотни студентов, многие из которых стали руководителями крупных строительных управлений и тоннельных отрядов. Вот лишь немногие из них: главный инженер Трансинжстроя В. Милов, начальники УС-30 и Бамтоннельстроя В.Абрамчук и С. Сермягин; начальники Метростроев В. Зборовский (Нижний Новгород), В. Савченко (Днепропетровск), А. Серегин (Минск); директора проектных институтов А. Мельник (Новосибирскметропроект) и В. Чечанов (Минскметропроект); генеральные директора Дальневосточной горностроительной компании С. Ровбель и А. Летуновский; начальники крупнейших тоннельных отрядов В. Рябов, А. Воронин, А. Мысик; главные инженеры Новосибирскметростроя В. Тур и А. Агеев; президент концерна «Дороги России» В. Глуценко и многие другие.

На счету А.К. Поправко свыше 140 печатных трудов, в том числе учебное пособие для студентов «Проектирование тоннелей».

Ему присвоено звание «Почетный транспортный строитель».

Друзья, коллеги и ученики Анатолия Константиновича от всей души поздравляют его с юбилеем и желают многих лет жизни, дальнейших успехов в подготовке нового поколения тоннельщиков, большого личного счастья.

Редакция присоединяется к этим пожеланиям.



Президиум семинара.

зарубежья, традиционные пути сообщения регионов России между собой вместе с сортировочными станциями, терминалами и базами эксплуатации оказались частично проходящими по территориям смежных государств);

сеть не приспособлена к рыночным условиям хозяйствования, ориентирована на постоянные плановые корреспонденции грузовых потоков, которые в новых условиях не только нарушены, но и не могут быть постоянными;

образование связей новых сырьевых источников затруднено из-за отсутствия путей сообщения в регионах их расположения, в частности, не имеют круглогодично действующих сухопутных путей сообщения северные регионы, обладающие большим потенциалом;

недостаточны транспортные коридоры на связях со странами ЕС и Тихоокеанского бассейна.

Указанные обстоятельства неизбежно приведут к необходимости в ближайшем будущем интенсивно развивать ЕФТС как за счет модернизации имеющихся путей сообщения, так и за счет строительства новых портов и сухопутных транспортных путей — железнодорож-

ных и автомобильных магистралей. Это строительство потребует решения ряда достаточно сложных технических проблем, связанных с организацией транспортных коридоров, в том числе через густонаселенные промышленные центры (или в обход их), и с сооружением новых магистралей на территориях с экстремальными климатическими и геологическими условиями, в частности, в приполярной и заполярной зоне.

Вероятными трассами, на которых может быть осуществлена проработка тоннельных альтернатив пересечения водных преград, являются пересечения:

приустьевых участков рек Северной Двины, Оби, Пура, Енисея, Таза, Лены, Индигирки, Яны, Колымы на перспективной Полярной магистрали;

Татарского и Берингова пролива на Сахалинской и Русско-Американской (Трансконтинентальной) магистралях;

рек Невы, Волги, Дона на обходах крупных агломераций при организации транспортных коридоров.

Перспективы использования подводных тоннелей просматриваются также на трассах, образующих Международную (Всемирную) транспортную

систему сухопутных дорог при соединении материков Европа — Африка (тоннель через Гибралтар), Азия — Африка (через Суэцкий и Баб-эль-Мандебский проливы), Европа — Азия (тоннели через проливы Босфор, Дарданеллы, Керченский), а также Азия — Океания и Океания — Австралия (в более отдаленной перспективе).

Ряд проблем совершенствования конструктивно-технических решений тоннельных переходов на пересечении водных преград, таких, как проблема гидроизоляции, вентиляции, обслуживания, гарантий надежности и технологии сооружения, подлежит научной проработке уже в настоящее время, поскольку от их решения будет зависеть конкурентоспособность подводных тоннелей на железных и автомобильных дорогах при сравнении их с мостовыми переходами.

О перспективах строительства железных дорог на остров Сахалин и к Берингову проливу рассказал **В.Б. Скорняков**, директор АО «Мосгипротранс»:

— В последние годы АО «Мосгипротранс» выполнило ряд работ, посвященных развитию сети железных дорог на Дальнем Востоке и прежде всего железной дороги, соединя-

ющей материк с о. Сахалин, а также возможные проработки проектирования Трансконтинентальной магистрали, соединяющей Азиатский и Североамериканский континенты на участке Якутск — Берингов пролив и тоннель под Беринговым проливом с выходом на Аляску.

По заданию Академии транспорта РФ АО «Мосгипротранс» и Тоннельной ассоциацией разработан технико-экономический доклад строительства новой железнодорожной линии, соединяющей железные дороги о. Сахалин и материка в единую железнодорожную сеть России. Строительство этой новой линии следует рассматривать как дополнительный, качественно новый выход Байкало-Амурской и Транссибирской магистралей к океану.

В район тяготения новой линии входят: Приморский и Хабаровский края, Амурская, Сахалинская, Магаданская, Камчатская области, республика Саха (Якутия), другие регионы России и Япония.

Возможные варианты трассы:

первый — отход от Байкало-Амурской магистрали в районе ст. Дуки. Трасса его проходит долиной реки Амгунь, пересекает Амур и выходит к тоннельному переходу;

второй — строительство новой линии от ст. Черный Мыс с усилением участка существующей дороги Сахалин — Чер-

ный Мыс.

Оба варианта трассы пройдут примерно в одинаковых климатических и инженерно-геологических условиях.

По первому варианту сокращается эксплуатационная длина примерно на 80 км при увеличении укладки пути на 280 км в условиях более сложного рельефа местности и необходимости строительства нового моста через р. Амур.

Для дальнейшего рассмотрения выбран второй вариант выхода к мысу Лазарева со строительством железнодорожной линии от Комсомольска-на-Амуре через Де-Кастри, мыс Лазарева — Ноглики.

Сооружение новой линии, соединяющей железные дороги материка и Сахалина в единую транспортную сеть России, позволит:

освободить производственные мощности морских портов материка от перевалки грузов, следующих на Сахалин, в Магадан и на Камчатку, и использовать их для обработки экспортно-импортных грузов;

частично разгрузить Забайкальскую и Дальневосточную железные дороги, переключив грузопоток в объеме 12 — 15 млн. т на БАМ.

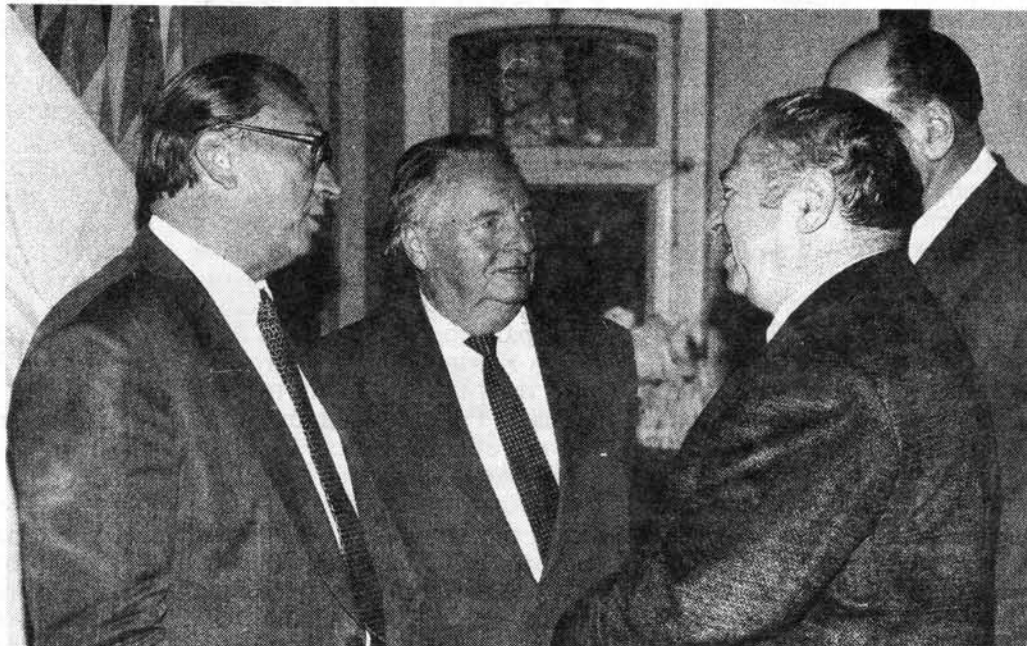
Идея создания трансконтинентальной железнодорожной магистрали между Евразией и Северной Америкой с пересечением Берингова пролива имеет целью организацию круглогодичных транзитных сухопут-

ных перевозок между странами Америки, с одной стороны, и Азии, Европы и Африки, — с другой, по железной дороге, соединяющей эти континенты через Берингов пролив.

Возможны два принципиальных направления магистрали: северный по кратчайшей трассе между Якутском и Беринговым проливом и южный, предусматривающий прохождение железной дороги по наиболее освоенным районам рассматриваемого региона.

Первый имеет меньшую длину и в наибольшей степени отвечает назначению железной дороги как транзитной межконтинентальной магистрали. В то же время этот вариант только в пределах Якутии на участке длиной 1800 км проходит вблизи Хандыги, Усть-Неры и Зырянки — относительно крупных населенных пунктов, имеющих промышленность в настоящее время и перспективы ее дальнейшего развития, а на большом протяжении в пределах Магаданской области и Чукотки трасса проходит по малоосвоенным и необжитым районам, что делает ее в недостаточной мере соответствующей интересам развития края.

Трасса южного варианта в пределах первых 800 км (до района хребтов Сунтар-Хаята) повторяет положение северного направления, далее идет к югу, приближаясь к полюсу холода Оймякону, а в верховьях реки Колымы пересекает два хребта



В перерыве. На снимке (слева направо): президент корпорации «Трансстрой» В.А. Брежнев, Генеральный директор ГАО «Мосметрострой» Ю.А. Косилов, вице-президент корпорации «Трансстрой» О.Н. Макаров.



С. Лионел (слева) и представитель французской фирмы.

с отметками до 1150 м тоннелями по 7 км, проходит по долине реки Колымы, пересекает тоннелем длиной 4 км хребет Омсукчанский (абс. отм. 750 м), затем хребет Коркоданский и спускается в долины рек Балычиган и Сугой, пересекает реку Пенжин, а также тоннелем длиной 3,5 км — хребет Русских гор. Далее линия проходит долину реки Анадырь по северному берегу и Анадырскую приморскую низменность, пересекает хребет Искатель (абс. отм. 550 м) и на последних 400 км до мыса Уэлен повторяет положение Северного варианта.

Кроме двух принципиальных направлений трассы — Северного протяженностью 3850 км и Южного длиной 4020 км, проработаны варианты: Комбинированный — 3970 км (первые 740 км трассы являются общими для двух вариантов), и Полярный.

По каждому из них выявлена необходимость тоннельных пересечений хребтов. Так, по трассе Южного варианта необходимо соорудить 6 тоннелей длиной от 1 до 11,5 км общей протяженностью 22,2 км (данные приводятся без учета подводного тоннеля под Беринговым проливом, длина которого около 113 км), по трассе Северного варианта — 4 тоннеля длиной от 0,3 до 5,2 км общей протяженностью 7 км, по трассе Комбинированного варианта — 5 тоннелей длиной от 1 до 11,5 км общей протяженностью 20,6 км, по трассе Полярного

варианта — 3 тоннеля длиной от 1,6 до 5,5 км, общей протяженностью 9,5 км.

Выполненная эскизная проработка и экспертная оценка объемов и стоимости работ на основании имеющегося опыта изысканий, проектирования и строительства железных дорог в сложных природных условиях северных районов Дальнего Востока позволяют сделать вывод о технической возможности осуществления проекта строительства железнодорожной магистрали от Якутска до Берингова пролива по любому из рассмотренных направлений.

Конструкция и технология строительства тоннеля под Татарским проливом — тема обсуждения **В.Е. Меркина**, акад. АТ РФ, д-ра техн. наук, проф., директора НИЦ ТМ АО ЦНИИС:

— С учетом особой важности и перспективности развития Дальневосточного региона и о. Сахалин за счет организации всесезонной железнодорожной связи творческим коллективом ведущих специалистов-тоннельщиков по заданиям Академии транспорта и Госстроя России в конце 1993 г. подготовлен технико-экономический доклад (ТЭД) с предложениями по обеспечению прямой железнодорожной связью Дальневосточного региона с о. Сахалин через тоннельный переход под Татарским проливом.

Разработка базировалась на использовании архивных (50-х годов) материалов Метрогип-

ротранса и других организаций по титулу строительства тоннеля через Татарский пролив, данных об эффективности современной транспортной связи о. Сахалин с материком, анализе отечественного и мирового опыта сооружения протяженных тоннелей в сложных инженерно-геологических и климатических условиях.

Из намеченных еще в 1951 г. вариантов трассы пересечения пролива к проработке в ТЭД принят вариант «Средний», который характеризуется наименьшей длиной подводной части (7,8 км) и по которому имеются наиболее полные материалы инженерно-геологических изысканий.

Условия пересечения пролива тоннелем оценены как уникально сложные практически по всем природно-климатическим и, прежде всего, по инженерно-геологическим факторам. Исходя из этого в ТЭД рассмотрено пять возможных вариантов конструктивно-технологических решений строительства:

глубокое заложение при щитовой проходке основного тоннеля наружным диаметром 9,5 м и обслуживающего тоннеля диаметром 5,5 м;

то же, тоннеля наружным диаметром 11,4 м или 11,6 м;

мелкое заложение с опускными секциями;

тоннельно-мостовой вариант при щитовой проходке тоннелей;

тоннельный комбинированный вариант с опускными секциями на мелководе и щитовой проходкой на глубоководном участке.

С использованием методики экспертных оценок было определено влияние строительных и эксплуатационных показателей и по 10-балльной шкале дана обобщенная оценка вариантов, в соответствии с которой для дальнейшей разработки в ТЭО рекомендованы варианты 1 и 2.

По варианту 1 обделка основного тоннеля принята из стандартных чугунных тубингов с внутренней железобетонной рубашкой толщиной 30 см. Внутренний размер тоннеля позволяет разместить железнодорожный путь по габариту С и две боковые пешеходные до-

рожки шириной по 1 м вместо ниш, устраиваемых согласно СНиП через каждые 60 м.

Технологический (обслуживающий) тоннель расположен параллельно основному на расстоянии в свету не менее 20 м. Его обделка принята из чугунных тубингов с внутренней железобетонной рубашкой толщиной 25 см. Между основным и технологическим тоннелями устраиваются сбойки через 0,6 км.

По варианту 2 внутренний диаметр тоннеля, равный 10 м, выбран из условия размещения в тоннеле железнодорожного пути по габариту С и боковой площадки шириной 3,5 м, предназначенной для устройства продольной пешеходной дорожки шириной 1 м, камер для хранения ремонтных механизмов и материалов через 300 м, размещения водоотливных установок. Никаких дополнительных выработок, выходящих за очертания круглой тоннельной обделки, не предусматривается.

Сборная обделка тоннеля может быть выполнена из чугунных тубингов или железобетонных блоков наружным диаметром соответственно 11,4 и 11,6 м с внутренней железобетонной рубашкой.

Гидроизоляция чугунной и сборной железобетонной обделок предусматривается в виде двух линий резиновых прокладок, может быть применена также пленочная оклеечная гидроизоляция между сборной железобетонной обделкой и внутренней железобетонной рубашкой.

Из двух анализируемых вариантов наиболее предпочтительным признан второй, так как по варианту 1 необходимо трудновыполнимое в подводной части трассы устройство многочисленных сбоек.

При открытом способе работ на береговых участках тоннеля, а также при способе опускных секций рекомендуется применение монолитной железобетонной обделки.

С учетом необходимости сооружения тоннеля в совершенно неустойчивых обводненных песчано-илистых грунтах щитовые агрегаты должны быть оснащены системой уравнивания гидростатического давления. Многофакторная

оценка показала, что для рассматриваемых условий могут быть рекомендованы щиты:

с гидравлической пригрузкой и гидротранспортом грунта;

с комбинированной грунтовой суспензионной пригрузкой и рельсовой откаткой породы.

Строительство прибрежных участков подводного тоннеля суммарной длиной 6,6 км предусматривается осуществить способом опускных секций по точной схеме: по мере изготовления тоннельных секций они доставляются к створу тоннеля и погружаются на дно вскрытой подводной траншеи. После стыковки соседних секций их засыпают грунтом и камнем и устраивают сопряжения с подрусовым участком тоннеля, сооружаемым щитовым способом.

На участке от западного портала до берега пролива (2300 м) проходку тоннеля в скальных грунтах предлагается вести буровзрывным способом с монолитной бетонной обделкой.

Ориентировочная продолжительность проходческих работ в ТЭД определена 9-10 лет при величине прямых затрат (в ценах 1984 г.) до 220 млн. руб.

С инженерно-геологическими и гидрографическими условиями строительства тоннеля под Татарским проливом ознакомил собравшихся **В.В. Лехт**, начальник отдела АО «Метрогипротранс»:

Строительство тоннеля под Татарским проливом будет осуществляться в очень сложных инженерно-геологических условиях, определяемых, прежде всего, отсутствием под акваторией пролива толщи устойчивых грунтов. По условиям строительства всю трассу тоннеля можно разбить на три участка.

Первый — длиной 2,3 км располагается в пределах материковой части, где строительство будет вестись в устойчивых кристаллических породах горным способом с применением буровзрывных работ. На этом участке возможен вполне определенный набор неблагоприятных явлений, характерных для строительства большинства горных тоннелей: вывалы, горное давление, зоны повы-

шенной трещиноватости и водопритоков, зоны выветрелости и разломов и т.п.

Второй участок — около 8 км находится непосредственно под акваторией Татарского пролива. Это наиболее сложный отрезок, где тоннель будет строиться в водонасыщенных песчано-глинистых грунтах с гидростатическим давлением до 5 МПа. Для успешной проходки предполагается задействовать специально запроектированные механизированные комплексы с пригрузом на забойную часть. На переходном участке сопряжения скальных устойчивых и песчаных неустойчивых грунтов (со стороны западного портала) предполагается отсыпка дамбы, сооружение с нее котлована с применением замораживания грунтов по его контуру и заглуплением замораживающих колонок в скальный массив. В случае строительства сервис-тоннеля притоннельные камеры и сбойки предполагается осуществлять с применением большого объема специальных методов: замораживания грунтов, их химического закрепления или цементации.

Третий участок длиной около 1,3 км расположен в пределах о. Сахалин. По своим инженерно-геологическим условиям он близок ко второму участку, только имеет меньшее гидростатическое давление на забой. Здесь рекомендуется использовать тот же способ строительства — механизированный проходческий комплекс с пригрузом забоя. Вблизи портала имеется возможность строительства открытым способом в котловане с применением водопонижения.

Технология сооружения тоннеля под Татарским проливом — тема выступления **В.П. Самойлова**, канд. техн. наук, директора НТЦ Мосинжстроя:

— Топография, гидрология и геология района железнодорожного тоннельного перехода под Татарским проливом в наиболее его узком месте создают крайне тяжелые условия, требующие использования самых современных технологий и технических средств для строительства тоннеля.

Принятая в 50-е годы технология строительства предус-

матривала щитовую проходку одного тоннеля диаметром 8,5 м с чугунной обделкой на большой глубине при гидростатическом давлении до 0,75 МПа в основном в неустойчивых песчаных грунтах. При этом полученные данные изысканий и проектные разработки определили необходимость создания специального герметического щитового агрегата для сооружения подводного тоннеля, к которому были предъявлены особые требования по работоспособности, надежности, прочности и мощности.

В процессе разработки в начале 50-х годов вариантов конструктивных схем щитовых агрегатов, выбора реализуемой схемы и разработки технической документации по ней и по технологии строительства тоннеля были выполнены первые научно-теоретические обоснования ряда основных расчетных параметров для обеспечения безаварийного процесса проходки, базирующегося на сочетании принципов вдавливания головной части агрегата в грунт, гидроструйного воздействия на забой и гидротранспортирования пульпы из герметической призабойной камеры (в то время это решение являлось передовым в технике мирового тоннелестроения).

После отмены решения о постройке тоннеля с 1954 г. по 80-е годы в Советском Союзе был выполнен большой объем научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ с целью создания эффективной системы щитового агрегата для подводного тоннелестроения.

Исследовательские работы при этом велись в двух направлениях:

изучение процесса внедрения открытых ножевых частей проходческих щитов в неустойчивый песчаный грунт;

изучение взаимодействия головных частей герметических гидромеханизированных щитовых агрегатов с водонасыщенной грунтовой средой.

Совокупные результаты проведенных НИОКР выявили сущность процессов работы щитов в неустойчивой среде, в том числе водонасыщенной, привели к созданию научной базы расчетов параметров сило-

вого взаимодействия щитов и грунтов, обосновали техническую возможность успешной подводной щитовой проходки.

В настоящее время на основе этих результатов и современного опыта строительства тоннелей специальными щитами в сложных инженерно-геологических условиях и с учетом возможности проходки подвод-



Р. Ловат, фирма «Ловат», Канада.

ной части тоннеля на небольших глубинах предложена и разрабатывается более эффективная концепция технологии сооружения тоннельного перехода под Татарским проливом, состоящая в щитовой проходке с применением агрегата, сочетающего гидравлическое воздействие на забой с механическим, и «экструзионного» способа вдавливания в массив с выносом грунта на дно пролива.

Ввиду высокой сложности постройки тоннеля под Татарским проливом, необходимости больших капиталовложений и наличия исключительно важной для о. Сахалин проблемы экологической безопасности настоятельно требуется проведение углубленных теоретических и экспериментальных исследований с последующим научным мониторингом по предлагаемой новой технологии строительства тоннельного перехода.

Основной концепцией строительства тоннеля под Берин-

говым проливом поделился с собравшимися С.Н. Власов, акад. АТ РФ, зам. председателя Правления Тоннельной ассоциации:

— Инженерной общественностью широко обсуждается вопрос о сооружении железной дороги, которая соединит Североамериканский и Азиатский континенты, т.е. восточное и западное полушария Земли и пройдет в тоннеле под Беринговым проливом между Аляской и Чукоткой.

Возникновение идеи этого строительства обусловлено двумя факторами. Во-первых, возможностью обеспечения кратчайшей связью азиатского и американского материков и, во-вторых, попутным освоением и использованием минеральных ресурсов Сибири и Аляски, что одновременно будет способствовать межнациональному общению и туризму.

В современном варианте проект имеет целью установление устойчивой транспортной и коммуникационно-энергетической связи между Евразией и Северной Америкой, для чего предусматривается:

сооружение тоннеля через Берингов пролив;

строительство Трансконтинентальной железнодорожной магистрали Британская Колумбия (Канада) — Аляска (США) — Чукотка — Магаданская область — республика Саха (Россия) с выходом на Байкало-Амурскую и Транссибирскую магистрали;

развитие объектов энергетики и создание трансконтинентальной линии электропередачи;

прокладка кабелей связи и продуктопроводов.

Тоннельный переход через Берингов пролив безусловно является важнейшей частью грандиозного технического проекта. Тоннель пройдет под проливом в наиболее узкой его части (около 90 км), где в середине расположены два острова Диомиды, что, конечно, облегчает проходку тоннеля. Острова разделяют все расстояние в проливе ориентировочно на три участка.

Основные населенные пункты на побережье Российской Федерации — поселки Уэлен и

Дежнево, метеостанция Наукан, на побережье Аляски — поселки Уэйл и Тан-Сити.

Глубина пролива в основном составляет 40-50 м. Дно сложено коренными породами, лишь изредка прикрытыми тонким слоем песчано-гравийного материала.

По аналогии с геологическим строением прилегающих к проливу участков суши предполагается, что район строительства тоннеля сложен метаморфическим комплексом протерозоя с отдельными нарушениями структуры в виде разломов. Район характеризуется суровыми климатическими условиями.

С учетом этих, а также других условий длина тоннеля составит около 113 км. Из этой длины около 85 — 86 км проходят в неблагоприятных условиях, а остальные 27 — 28 км — в породах незначительной раздробленности.

Предварительно рассматриваются два варианта тоннельного перехода:

два однопутных транспортных тоннеля с тоннелем обслуживания между ними;

один двухпутный транспортный с параллельным сервисным.

Сооружение и эксплуатация такого протяженного тоннеля в суровых климатических условиях требует решения ряда строительных и эксплуатационных проблем.

На настоящем этапе прогнозной оценки возможности осуществления проекта строительства тоннельного перехода под Беринговым проливом должны быть сосредоточены сейчас усилия российских и американских специалистов.

Опытом строительства и эксплуатации тоннеля под Амуром поделился **А.В. Бушин**, канд. техн. наук, зам. начальника Главного управления пути МПС РФ:

— Длина тоннеля 7 км. Всего сооружено четыре шахтных ствола, смонтировано пять щитов, щитовая проходка выполнена на длине 3627 м. Горным способом проходка велась на восточном участке тоннеля из трех забоев на общей длине 2531 м. Открытый способ применен на западном участке про-

тяженностью 1350 м.

Работы из восьми забоев закрытым способом и на открытом участке производились со средней скоростью 2,25 м/сут. Наружный диаметр щитов 7900 мм, внутренний диаметр тоннеля 7400 мм. Расстояние от головки рельса до шельги свода 6125 мм.

На западном участке обдел-



Г. Гесс, член исполкома ИТА.

ка из монолитного железобетона прямоугольного сечения, в подводной части — круглая обделка из чугунных тубингов, на остальных участках — монолитная бетонная обделка с оклеечной изоляцией и железобетонной рубашкой толщиной 20 см. Впервые была применена металлическая передвижная опалубка в виде секции длиной 6 м с окнами на разных уровнях для подачи бетона.

Рельсошпальная решетка уложена на каменно-щебенчатое основание без устройства водоотводных лотков. Вместо материальных камер и людских ниш применены пешеходные дорожки с обеих сторон от оси пути с проемами через 50 м по длине.

Тоннель обслуживает Амурская дистанция пути со штатом 153 человека, включая тоннельную бригаду — 15 человек и бригаду по текущему содержанию пути — 17 человек.

Дистанция осуществляет контроль и текущий ремонт пути и тоннельной обделки,

наблюдает за температурным режимом припортальных участков, предупреждает образование наледей. Для наблюдения за состоянием рельсошпальной решетки применяются путеизмерительная и дефектоскопная тележки. Бригада путейцев по графику следит за стабильностью основания пути.

С целью предотвращения образования наледей и промерзания обделки вдоль тоннеля проложен паропровод, обеспечивающий повышение температуры внутри тоннеля. В 1981 г. в связи с ростом числа проходящих поездов мощность котельных, подающих пар, была увеличена. В 1977 г. по проекту Метрогипротранса проведена реконструкция вентиляционных установок в тоннеле.

Вентиляторы работали по утвержденной схеме в период эксплуатации тоннеля сначала при паровозной, а затем тепловозной тяге. С переходом на электрическую тягу вентиляция работает только во время капитального ремонта пути, так как на путеукладочных кранах применяется дизельное топливо.

Вода, просачивающаяся в тоннель, собирается в два отстойника у стволов № 2 и № 3 и после фильтрации выбрасывается в Амур, а нечистоты собираются в цистерну и вывозятся за пределы тоннеля.

Опытом строительства автомобильного подводного тоннеля в Санкт-Петербурге поделился **В.В. Стрельцов**, главный инженер АО «Трансмост»:

— В настоящее время в комплексе инженерных сооружений защиты Санкт-Петербурга от наводнений ведется строительство подводного автомобильного тоннеля длиной 2 км.

Тоннель расположен в месте пересечения защитной дамбой судоходного Морского канала Невской Губы недалеко от Кронштадта и предназначен для пропуска участка кольцевой автомагистрали, идущей по дамбе.

В поперечном сечении обделка тоннеля, выполненная из монолитного железобетона, имеет ширину 42 м, высоту 9,8 м и обеспечивает трехполосное движение автомобилей в каждом направлении.

Гидроизоляция тоннеля —

металлическая, толщиной 6 мм, рампы — оклеечная гидростеклоизолом.

Инженерное обеспечение включает вентиляцию, освещение, водоотлив, теленаблюдение, связь, автоматизированную систему управления и др.

Строительство осуществляется открытым способом, так как рядом с тоннелем возводит-



А. Гарсой, компания «Парсонс Бринкерхофф», США.

ся судопропускное сооружение в котловане под защитой шпунтового ограждения.

С учетом того, что прокладка такого тоннеля выполняется впервые в отечественной практике, разработке технической документации предшествовало проведение научно-исследовательских работ: выбор и моделирование системы вентиляции, создание резинового уплотнителя деформационных швов, разработка технологии бетонирования и др. Так, конструкция уплотнителя в швах, состав резины и технология ее изготовления разработаны Ленинградским филиалом научно-исследовательского института резиновой промышленности. Надежность работы была промоделирована кафедрой «Тоннели и метрополитены» МИИТа.

При строительстве тоннеля внедрены следующие прогрессивные решения: пространственные армоблоки длиной до 14 м; бетонирование конструкций с использованием трубно-

го охлаждения для исключения термического трещинообразования; использование в качестве опалубки сборных плит с металлоизоляцией при бетонировании стен; сетчатая торцевая опалубка вместо деревянной и др.

С участием СКТБ Тоннельметростроя разработаны ППР и специальное оборудование для устройства оклеечной гидроизоляции.

Впервые при разработке вентиляции решена проблема влияния ветровых нагрузок в зоне порталов.

Продолжительность строительства согласно проекту — 7 лет.

О первом в России тоннеле из опускных секций рассказал С.Е. Дукаревич, начальник отдела АО «Ленметрогипротранс»:

— В 1983 г. в Ленинграде вступил в эксплуатацию подводный тоннель под Морским каналом, соединивший материк (Гутевский остров) и Канонерский остров. Потребность в строительстве этого тоннеля обусловлена тем, что Канонерский остров был отрезан от материка судоходным каналом в устье р. Невы, где она впадает в Финский залив.

Сооружение тоннеля превратилось в опытный полигон для проверки и освоения новейших технологий, накопления опыта сооружения подобных объектов на пересечениях с водными преградами страны.

Протяженность тоннеля — 924 м.

Участок опускных секций общей длиной 375 м, в том числе 150 м на кривой, состоит из пяти замкнутых железобетонных наплавных секций длиной по 75 м, высотой 8 м и шириной 14 м с металлической гидроизоляцией по наружному контуру. Между собой секции соединены с применением специального резинового профиля «Фредестейн» (Голландия).

Секции изготавливались в специальном док-шлюзе, построенном на Канонерском острове. Из док-шлюза секции наплаву доставлялись к месту установки, где они состыковывались, образуя единую систему подводного тоннеля, оборудованного всеми устройствами электроосвещения, вентиляции, теплоснабжения и обогрева проезжей части.

Особый интерес представляет выполнение замыкающего стыка, расположенного между последней опускной секцией и участком тоннеля, сооруженного открытым способом работ. В осуществленной конструкции стыка предусмотрены обеспечение его водонепроницаемости путем уплотнения эластичной прокладки и возможность неравномерных осадок с одной стороны участка мелкого заложения, расположенного на естественном основании, и с другой стороны опускной секции, находящейся на намытом искусственном основании.

Объединение строительных способов сооружения замыкающего стыка с применением замораживания, в том числе и азотного, позволило получить качественно новые разработки, не применявшиеся до того времени в мировой практике тоннелестроения.

Опыт пересечения р. Невы в Санкт-Петербурге тоннелями метрополитена — тема выступления гл. технолога АОТ «Метрострой» Н.Н. Теленкова:

— В Санкт-Петербурге эксплуатируется 4 линии метрополитена и сооружается северный участок пятой.

Каждая из линий пересекает главное русло р. Невы, ее рукава и протоки. Кроме того, тоннели Кировско-Выборгской и Московско-Петроградской линий пересекают погребенные русла древних протоков, так называемые «размывы» кровли протерозойских глин.

Инженерно-геологические условия пересечения главного русла характеризуются большой глубиной свободной воды по тальвегу (до 20 — 25 м) и наличием значительной зоны размыва под руслом, заполненной водонасыщенными песчано-гравелистыми и песчано-глинистыми наносами. Погребенные «размывы» также заполнены неустойчивыми водонасыщенными наносами с большим коэффициентом фильтрации и скоростями потоков.

Значительные глубины подрусловых и погребенных протоков существенно сокращают мощность устойчивых протерозойских глин и вынуждают проходить тоннели с минимальным прикрытием устойчивых грун-

тов над шельгой или пересекать «размыв» по неустойчивым грунтам.

Первый подводный переход под Невой был осуществлен в 1956—1957 гг. при сооружении перегонных тоннелей Кировско-Выборгской линии между станциями «Чернышевская» и «Площадь Ленина». Проект предусматривал ручную щитовую проходку тоннелей диаметром 6 м в чугунной обделке под сжатым воздухом и сооружение внутренней монолитной железобетонной обоймы.

Проходка велась механизированными щитами ленинградского типа со встроенной защитной грудью в кессоне при давлении до 1,1 атм. В качестве обоймы усиления была использована сборная железобетонная обделка внутренним диаметром 5,1 м.

Пересечение главного русла при сооружении тоннелей Московско-Петроградской линии между станциями «Невский проспект» и «Горьковская» осуществлялось также механизированными щитами в чугунной обделке уже диаметром 5,5 м без усиливающей обоймы под сжатым воздухом при давлении до 1,1 атм. На подрусовом участке тоннели пройдены с уклонами 50 % и 60 %.

Механизированными щитами под сжатым воздухом в чугунной обделке проложены и перегонные тоннели при пересечении главного русла между станциями «Василеостровская» и «Гостиный двор».

Четвертый переход под главным руслом был осуществлен при проходке первого участка Правобережной линии между станциями «Новочеркасская» и «Площадь Александра Невского». Тоннели сооружались механизированными комплексами КТ-1-5,6 при нормальном давлении со скоростью 450 м/мес. При этом один тоннель сооружен в чугунной обделке, а второй — в блочной железобетонной, обжатой на породу.

Последние подводные переходы под главным руслом и Малой Невой пройдены между станциями «Адмиралтейская» и «Спортивная» в железобетонной, обжатой на породу обделке комплексами КТ-1-5,6 со средней скоростью 450 м/мес. при нормальном давлении.

Первый в истории строи-

тельства Санкт-Петербургского метрополитена «размыв» — Ковенский пересекался в 1956 г. тоннелями в чугунной обделке. Проходка велась механизированными щитами под сжатым воздухом.

Наиболее сложной оказалась прокладка тоннелей метрополитена через «размыв» в районе станции «Площадь Мужества». Погребенное русло пересекалось тоннелями, располагавшимися друг над другом в вертикальной плоскости, с временным закреплением грунтов замораживанием.

Во время проходки произошел прорыв водонасыщенных грунтов пльвунного типа. При ликвидации аварии впервые в нашей стране была применена технология низкотемпературного замораживания жидким азотом.

Опыт работы на этом участке успешно использовался при пересечении «размывов» в других местах, а также при сооружении тоннелей, выходящих на поверхность и пересекающих всю толщу водонасыщенных неустойчивых грунтов.

Вызвали интерес и выступления: представителя канадской фирмы «Ловат» Р. Ловата о современных механизмах для сооружения тоннелей в сложных гидрогеологических условиях; А. Гарсоа из американской компании «Парсонс Бринкерхофф» о подводных тоннелях, сооруженных за последние 30 лет; А. Марменса из немецкой фирмы «Нозль» об опыте использования щитового проходческого комплекса при строительстве метрополитена в Париже под Сенной; З. Целла из фирмы «Дивидаг» (Германия) о завершающем этапе сооружения железнодорожного тоннеля под проливом Большой Бельт; Р. Белецки из немецкого общества ИСТТ о проектировании, особенностях контрактов и финансирования четвертого тоннеля под Эльбой в Гамбурге и многих других зарубежных участников.

Активно прошли дискуссии по прослушанным докладам.

Во время проведения семинара были организованы производственные экскурсии. □

Поздравляем юбиляра



Сергею Петровичу Щукину исполнилось 70 лет.

Вся его деятельность тесно связана с проектированием и строительством Ленинградского — Санкт-Петербургского метрополитена.

После Великой Отечественной войны Сергей Петрович, успешно закончив ЛИИЖТ, более 40 лет беспрерывно трудится в институте «Ленметрогипротранс», пройдя путь от рядового инженера конструкторского отдела до заместителя главного инженера. При его непосредственном участии создавались Кировско-Выборгская, Московско-Петроградская, Невско-Василеостровская и Правобережная линии.

Незаурядный талант инженера, опыт, настойчивость в решении сложнейших технических задач позволили внедрить в строительство метрополитена Санкт-Петербурга целый ряд передовых конструктивных и технологических решений. Их трудно перечислить все.

С.П. Щукин является активным участником использования в подземных объектах сборного железобетона и членом авторского коллектива по освоению технологий скоростных механизированных проходок. Он руководил разработкой конструкций односводчатых и колонных станций.

Целый ряд изобретений, предложенных С.П. Щукиным, принесли значительный экономический эффект при возведении подземных объектов. За комплекс подземных конструкций на Кировско-Выборгской линии он удостоен звания лауреата Государственной премии СССР.

Все это вывело его в первые ряды ведущих специалистов нашей страны в области метро- и тоннелестроения.

Сотрудники института высоко ценят доброе, благожелательное отношение С.П. Щукина к делам, стремление найти наиболее рациональное решение возникающих вопросов. Ему присущи высокая инженерная эрудиция, огромная работоспособность, умение уважительно относиться к коллегам.

Плодотворная трудовая деятельность Сергея Петровича отмечена рядом правительственных наград, в том числе: орденом «Знак Почета», медалями «За доблестный труд» и «Ветеран труда», серебряной медалью ВДНХ и др., а также ему было присвоено почетное звание «Заслуженный строитель РСФСР».

Коллектив института «Ленметрогипротранс» сердечно поздравил Сергея Петровича с юбилеем, пожелал ему доброго здоровья, долголетия, неиссякаемой энергии.

Редколлегия журнала «Метро» присоединяется к этим пожеланиям.

С. СИЛЬВЕСТРОВ,

Генеральный директор инженерного центра «Шлаколит»;

Б. ЯЦКОВ,

главный инженер Мосметростроя;

Ю. КРУК,

Генеральный директор Ассоциации «Ассодстройметро»

КОМБИНИРОВАННЫЕ ТЮБИНГИ ИЗ ШЛАКОКАМЕННОГО ЛИТЬЯ

Применение шлакокаменного литья для изготовления элементов тоннельной обделки метрополитенов (тюбинги, блоки) взамен чугунных позволяет уменьшить стоимость и металлоемкость конструкции, повысить их коррозионную стойкость. Шлакокаменное литье обладает высокой плотностью, прочностью ($R_{сж} = 200 - 400$ МПа), химической стойкостью по отношению к щелочам и кислотам.

В случае организации выпуска тюбингов на металлургических заводах, где огненно-жидкие шлаки являются отходами производства, существенно сокращаются энергозатраты на их изготовление и улучшается экологическая обстановка.

Разработка шлакокаменлитых тюбингов ведется инженерным центром «Шлаколит» совместно с Московским метростро-

роем. В проведении научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ на разных этапах принимали участие Ленметрогипротранс и Метрогипротранс, Ленинградская и Московская дирекции строящегося метрополитена, Ассоциация «Ассодстройметро», Тоннельная ассоциация, ЦНИИС, Ленинградский и Харьковский Промстройпроекты, институты «УралНИИчермет», «УралНИИстройпроект», а также заводы-изготовители: Кондопожский и Первоуральский камнелитейные цехи, Никопольский завод ферросплавов, Новокузнецкий и Магнитогорский металлургические комбинаты, МК «Ижорсталь», Метростроевский механический завод и завод «Метромаш».

В 1992 г. в электрощитовой камере на шахте № 932 Мосметростроя сооружен из пяти

колец первый опытный участок с обделкой из камнелитых тюбингов, изготовленных на Первоуральском ПЗГО (рис. 1, 2).

Проблема создания и внедрения камнелитой тоннельной обделки представляет собой довольно сложную задачу. На рис. 3 показана структурная схема процесса разработки, включающая этапы НИОКР для одного элемента (тюбинга) и всей тоннельной обделки в целом, а также стадии проектирования серийного производства на металлургических предприятиях.

В настоящее время положительно решена часть поставленных в программе задач. В частности, имеется несколько вариантов экспериментальных блоков и тюбингов для перегонных и станционных тоннелей метрополитена; опробована в общих чертах технология отливки блоков в земляные формы и кокильная технология для изготовления тюбингов; проведены исследования прочностных свойств и структурных особенностей материала элементов обделки, включая изучение взаимодействия камня с арматурным каркасом и другими закладными металлическими деталями, а также деформационные и теплотехнические свойства расплава и камня; рассчитаны тепловые поля в процессе их изготовления и разработаны методы контроля качества изделий (экспресс-анализ химического состава расплава), выходного контроля пригодности тюбингов с применением специально разработанного испытательного стенда (рис. 4), а также интегрального метода оп-

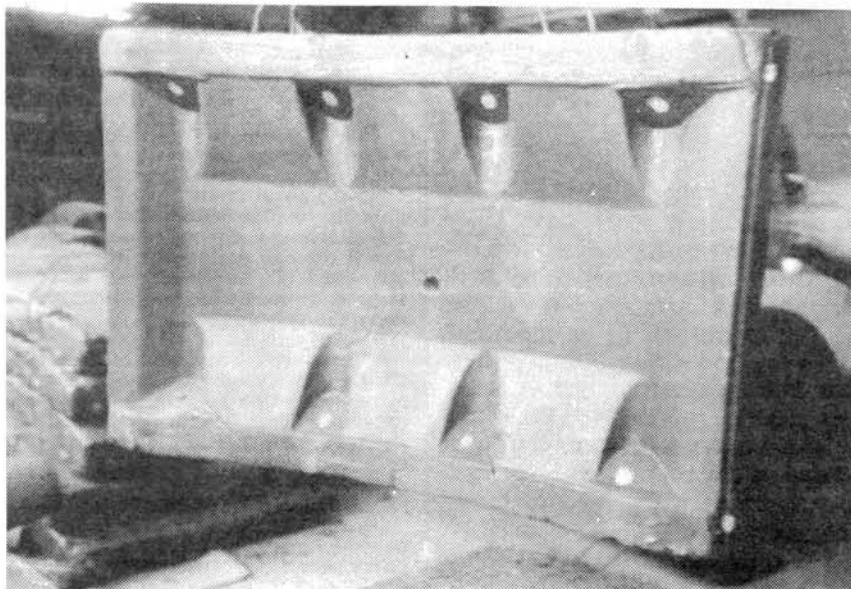


Рис. 1. Общий вид камнелитого тюбинга.

ределения предела прочности материала с использованием акустической эмиссии. На очереди — решение задач комплексного изучения обделки на кольцевых стендах и в натуральных условиях, разработка заводской технологии производства тюбингов, включая вопросы экономики и маркетинга для конкретных предприятий. Для массового внедрения тоннельной обделки из нового материала требуется, прежде всего, создание нормативной базы для ее проектирования, изготовления и применения.

Одним из актуальных направлений является разработка комбинированной конструкции тюбингов типа «чугун-камень» для замены чугунных обделок тоннелей крупного профиля в сложных инженерно-геологических условиях (станции метро, камеры съездов, железнодорожные тоннели и т.п.), т.е. там, где снижение металлоемкости элементов обделки наиболее эффективно. Пример такой конструкции тюбинга показан на рис. 5. Здесь в тонкую чугунную оболочку с минимально возможной толщиной стенки (порядка 8 — 10 мм) помещен арматурный каркас и затем залит огненно-жидкий

шлак, который кристаллизуется на поверхности чугуна, образуя прочную несущую оболочку из камня (метод «наможивания»). Ее толщина определяется требуемой прочностью комбинированной конструкции тюбинга и зависит от заданной продолжительности кристаллизации. Проведенные эксперименты на Никопольском заводе ферросплавов показали, что в условиях кристаллизации шлакового расплава в чугунных тюбингах, помещенных в обжиговую печь при температуре 600 — 800 °С, толщина каменного слоя в течение 30 минут достигала 60 мм. После достижения заданной толщины остатки огненно-жидкого шлака сливали путем опрокидывания тюбинга спинкой вверх и по завершении кристаллизации при температуре 900 °С производили медленное

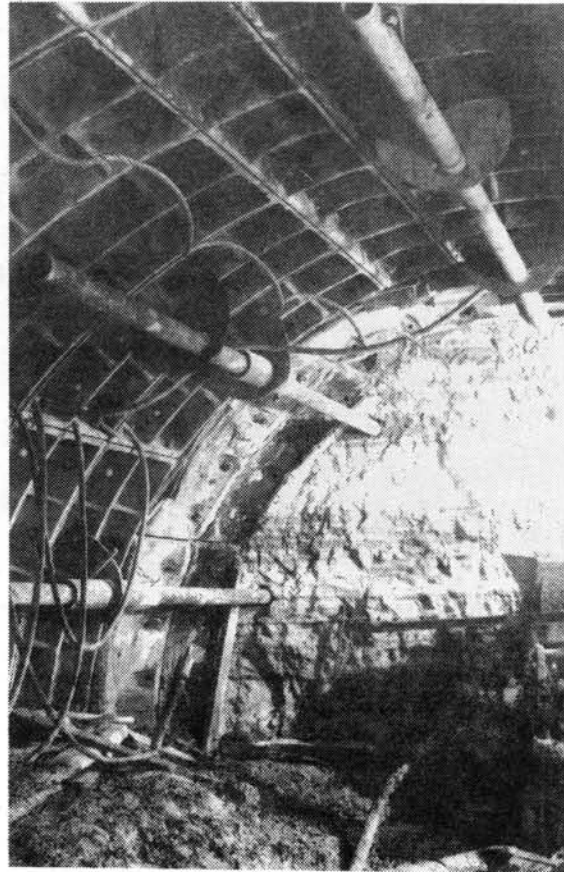


Рис. 2. Опытный участок на Люблинской линии.

охлаждение отливки вместе с печью со скоростью 50 — 60 °С в час.

Расчеты показывают, что

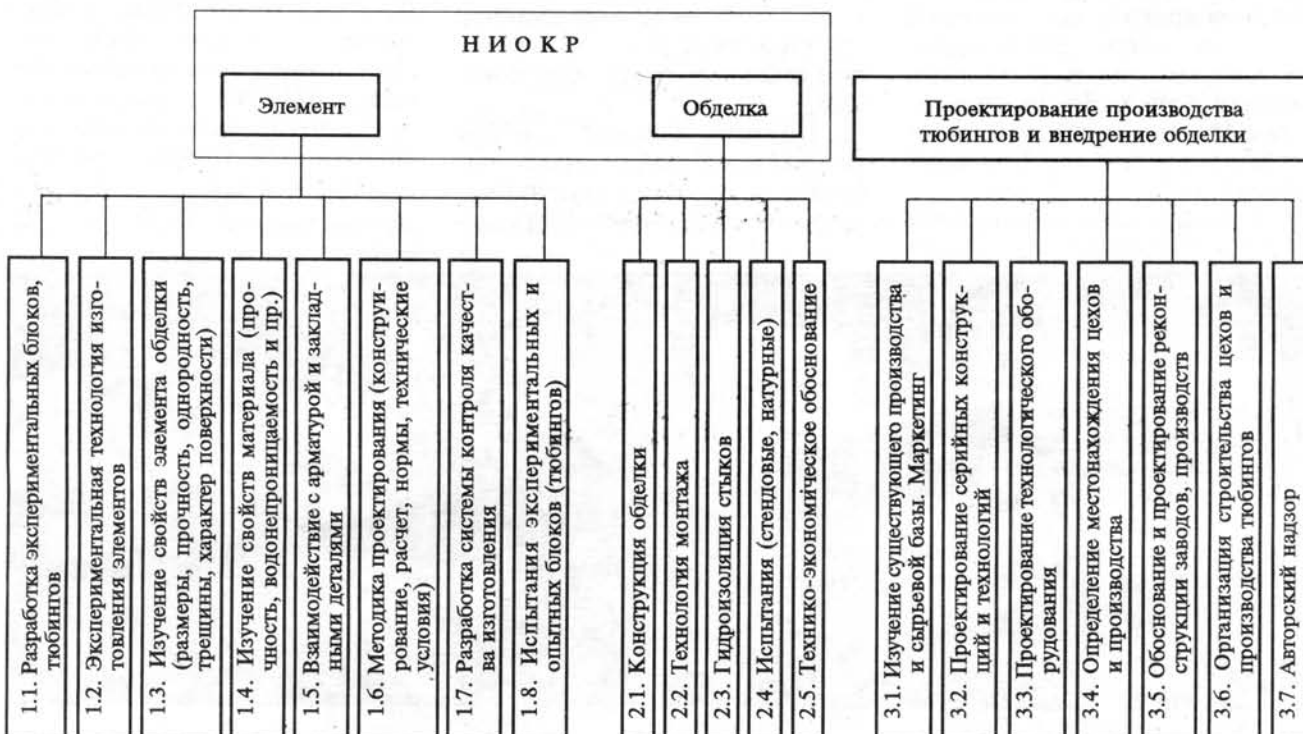


Рис. 3. Структурная схема процесса разработки камнелитой тоннельной обделки.

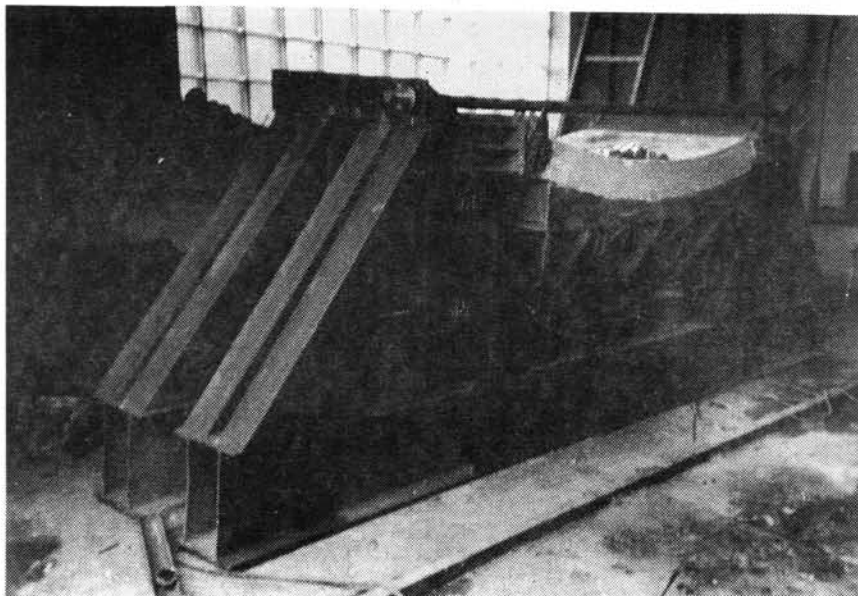


Рис. 4. Испытательный стенд для неразрушающего контроля прочности тубингов.

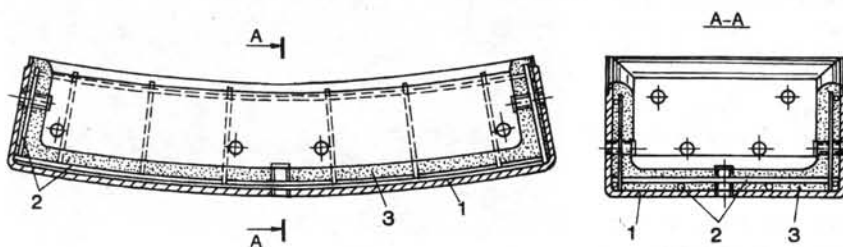


Рис. 5. Комбинированный тубинг, изготовленный методом «намораживания»:

1 — чугунная часть; 2 — арматурный каркас; 3 — шлаколитая часть.

создание комбинированной конструкции «чугун-камень», например, для стационарного тоннеля метро $D_n=8,5$ м позволит сократить вес чугунной оболочки до 160 — 200 кг (вместо 1200 кг) для нормального стандартного тубинга, т.е. в 6-7 раз. При этом обеспечивается равнопрочность его конструкции.

Важным обстоятельством

является то, что изготовление комбинированных элементов может производиться на одном и том же предприятии, т.е. в цехах, где сейчас выпускаются чугунные тубинги, с минимальной реконструкцией оборудования.

Принципиальной особенностью комбинированных тубингов типа «чугун-камень» является то, что в ней реализуется

идея разделения функций: тонкая чугунная оболочка обеспечивает (в сочетании с обычной механической обработкой) надежную гидроизоляцию тоннеля со сборной обделкой, а толстый слой армированного камня создает разнопрочную несущую конструкцию, рассчитанную на заданную нагрузку от гидростатики, горного давления, сейсмике и т.п.

Дальнейшим развитием данной конструкции является разрабатываемый ИЦ «Шлаколит» и Мосметростроем при участии ЦНИИСа и МПК Ленметростроя комбинированный тубинг, чугунная оболочка которого запроектирована с внутренним расположением спинки (рис. 6). Такая конструкция позволяет упростить технологию отливки, уменьшить высоту ребра, т.е. толщину тубинга, а в сочетании с резиновым уплотнением, устанавливаемым в канавке вблизи внешнего контура обделки, снимается необходимость в гидроизоляции болтовых отверстий.

В настоящее время уже изготовлено несколько экспериментальных тубингов данной конструкции (рис. 7). На очереди — производство полного кольца тоннельной обделки $D_n = 8,5$ м для стационарного тоннеля или камеры съездов. После испытаний на кольцевом стенде ЦНИИСа тубинги будут смонтированы на опытном участке Мосметростроя для проведения комплексных натурных исследований. □

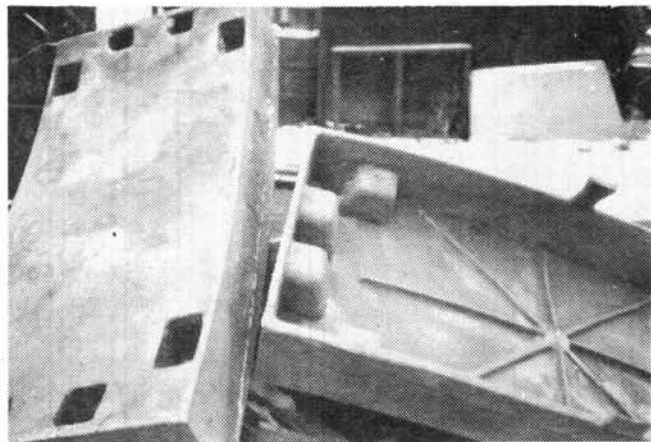


Рис. 6. Чугунная оболочка комбинированного тубинга с внутренним расположением стенки.

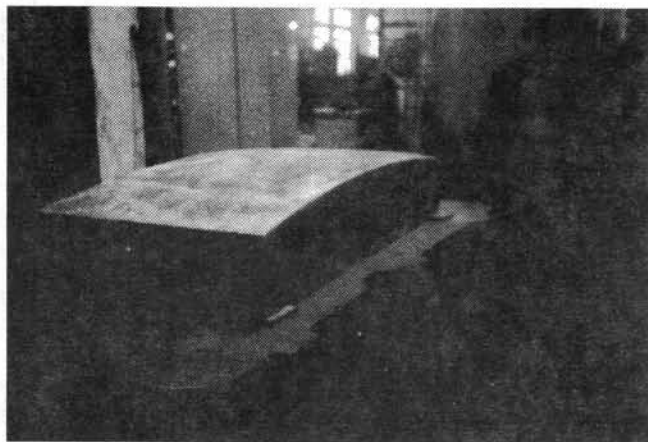


Рис. 7. Общий вид комбинированного тубинга «чугун-камень».

РЕМОНТНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ НА БАЗЕ МАТЕРИАЛОВ ИЗ КОМПОЗИЦИОННЫХ ПОЛИМЕРОВ

В. ИВАНОВ,
инженер

В последние годы в большинстве стран мира применяются ремонтные технологии на основе композиционных полимеров (металлополимеры, эластомеры, клеи и т.п.). Внедрение этих технологий, позволяющих получить значительный экономический эффект, начинается и в России. Наиболее широкое распространение они находят в судоремонте, энергетическом комплексе, авторемонте и др. Предпринимаются шаги для их использования при ремонте оборудования метрополитенов и тоннелей.

С целью ознакомления работников, связанных с эксплуатацией и строительством метрополитенов, и предлагается настоящий материал.

Назначение

Композиционные полимеры — это материалы для холодной (химической) сварки, которые соединяются со структурой материалов, в том числе абсолютно разных по своим характеристикам (черные и цветные металлы, металл — камень, металл-пластмасса, камень-бетон, стекло), химико-физическим способом. Они позволяют восстанавливать детали и узлы механизмов, трубопроводов, электрических сетей, строительных зданий и сооружений и т.д. нетрадиционными методами. Эти материалы незаменимы при проведении аварийно-восстановительных работ, так как при их применении не требуется полная разборка оборудования, а время ремонта составляет от суток до нескольких минут. Кроме того, покрытия из металлополимеров обладают повышенной износостойкостью и химической стойкостью, что увеличивает срок службы восстановленных деталей по сравнению с ремонтом по ряду традиционных технологий.

Металлополимеры используются для устранения дефектов узлов и деталей, таких, как расстрескивание, истирание, повреждения при ударе или столкновении, а также для исключения химической нагрузки.

Металлополимеры с керамическими добавками восстанавливают металлические поверхности, поврежденные или имеющие износ в результате коррозии, эрозии, кавитации или абразивного износа. В этом случае обеспечивается максимальная износостойкость от действия других твердых, жидких или газообразных сред, в том числе агрессивных.

Пластелинообразные металлополимеры начинают полимеризоваться при разминании их в руках в течение одной-двух минут. Они изготовлены и применяются для ликвидации аварий, пробоев, течей в системах трубопроводов, цистерн, баков, находящихся под нагрузкой.

Некоторые полимеры обладают высокой электропроводностью и великолепной адгезией с любыми металлами, что незаменимо при ремонте и соединениях кабельных линий, шинопроводов, крупных электродвигателей и генераторов.

Эластомеры целесообразны для восстановления без применения вулканизирующего оборудования любых резинотехнических изделий, включая изоляцию проводов и кабелей, а также для изготовления новых деталей, которые трудно или вообще невозможно приобрести. Нанесение нового слоя или производство новых резиновых деталей с помощью эластомеров в ряде случаев способствуют увеличению срока службы восстановленных изделий.

Большой класс полимеров помогает в решении широкого круга проблем при ремонте, восстановлении и реконструкции сооружений из бетона, камня, дерева, а также в период строительства. Эти материалы обеспечивают защиту от грибка и сырости, предотвращают «потение» стен и перекрытий, позволяют за считанные минуты ликвидировать протечки (особенно в подземных и подводных сооружениях) и произвести ремонт с трудно отличимой от основного материала характеристикой.

Дополняют ремонтные технологии различные клеи и герметики, необходимые для склеивания деталей из разнообразных материалов, фиксирования соединений, уплотнения поверхностей и герметизации рабочих полостей.

Цианакрилитные и анаэробные клеи применяются в основном для проведения аварийно-

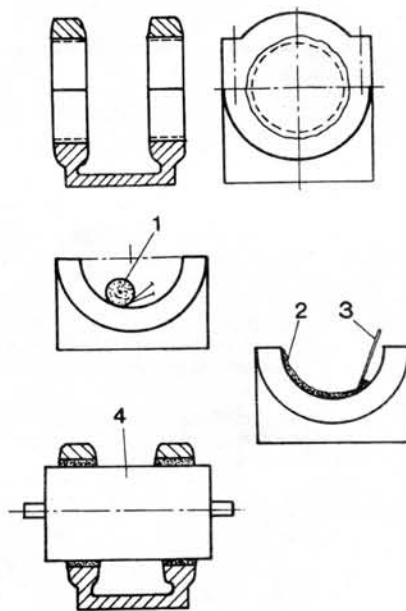


Рис. 1. Восстановление изношенных подшипниковых узлов:

1 — абразивный круг; 2 — металлополимер; 3 — шпатель; 4 — шаблон.

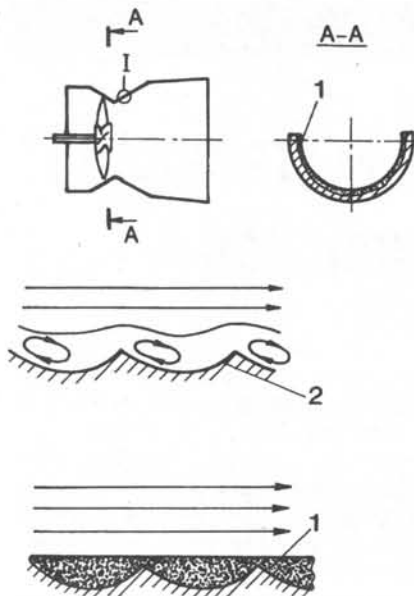


Рис. 2. Восстановление эрозивных и кавитационных повреждений:

1 — металлополимер; 2 — кавитационные повреждения.

го ремонта. Процесс полимеризации начинается в момент соприкосновения их с окружающей средой. Несмотря на более низкий срок службы по

сравнению с пастообразными двухкомпонентными материалами, они обладают малым временем затвердевания, в основном сохраняют их свойства и дают возможность оперативно провести ремонтные работы.

Суперклеи, анаэробные уплотнители, фиксирующие клеи, а также эпоксидные смолы с металлическими наполнителями способствуют значительному ускорению и удешевлению восстановления изношенных деталей и их соединений, а также облегчают сборку отремонтированного импортного и отечественного оборудования и машин.

С помощью «жидких прокладок» и герметиков можно автоматизировать процесс сборки деталей, узлов и агрегатов, достичь герметизации рабочих полостей изделий, работающих в агрессивных средах и подвергающихся воздействию вибраций, ударных нагрузок в широком интервале температур и давлений.

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКОЕ СУЩЕСТВО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

В исходном состоянии (в стадии поставки) металлополимеры и эластомеры состоят из пастообразных Базиса и Активатора, содержащих высокомолекулярные вещества, в которых распределены частицы специально подобранных металлов и других материалов. Композиционные полимеры созданы на основе новейших научных исследований в области самоорганизации структур дисперсионных сред с применением комплексных физико-технологических методов.

После смешения Базиса и Активатора различные молекулы соединяются в макромолекулярные цепи, переплетающиеся с дисперсионно распределенными материалами и образующие сложную трехмерную структуру, которая использует поверхностную энергию как металлический, так и неметаллических компонентов.

Пастообразную или жидкую композиции до затвердения

Таблица 1

Некоторые сравнительные механические характеристики материалов, применяемых для ремонта металлоизделий

Параметры	Ед. изм.	Фирма									
		"ЛЕО"		"Турбометалл"	"Дурметалл"		"Пластметалл"			"Агрохимрем-маш"	
		Керамика	Сталь-керамика		Стандарт	Рapid	Универсал	Специфик	Керамика		МВЧ
Удельная масса	г/см ³	2,64	2,86	2,39	2,7	2,7	2,3	1,75	1,50	1,90	2,7
Жизнеспособность приготовленной композиции при 20	мин	20	20	20 — 30	20	20	20	20	20 — 30	20	20
Срок хранения компонентов	мес.	24	24	24	24	24	24	24	24	18	24
Испытательное давление в сосудах, при котором допускается восстановление металл-полимерами	МПа	6,5	6,5	—	—	—	6,5	6,5	4,0	—	4,0
Температуростойкость	град, С	280	280	200	300	300	250	120	180	200	200
Диапазон рабочих температур		-150 до +180					-40+200	-30+80	-5+150	-10+180	-60+140
Время отверждения: до механической обработки; полная прочность	час	3 — 4 24	3 — 4 24	4 — 5 24 — 48	1 3 — 4	1/30 1/15	3 — 4 72	3 — 4 72	3 — 4 48	1 3 — 4	1,5 24
Предел прочности: при сжатии; растяжении; изгибе; при нормальном отрыве: от алюминия; стали; от латуни	кг/см ²	1800	2000	1200	1200	1200	590	520	710	620	—
	"	800	830	720	850	850	150	140	170	140	230
	"	720	780	900	780	780	—	—	—	—	—
	"	430	490	—	—	—	—	—	—	—	—
	"	450	500	—	440	440	—	—	—	—	—
	"	440	490	—	—	—	—	—	—	—	—
Твердость по Бринелю, НВ	"	1700	1700	650	850	850	15	21	25	14	—

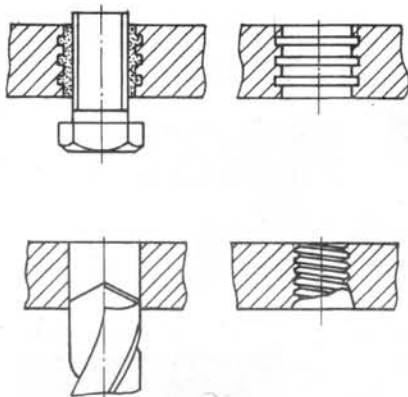


Рис. 3. Ремонт резьбового соединения.

можно формовать, наносить шпателем или кистью на поверхность, делать инъекции в пазухи, щели или трещины. После завершения молекулярной реакции и получения требуемой твердости металлополимер или эластомер превращаются в долговечный металлический или резиновый полимер с оптимальными для конкретного изделия физико-механическими свойствами.

Металлополимеры после

отвердевания приобретают технологические свойства металла: их можно подвергать любой механической обработке, они успешно работают при длительных знакопеременных нагрузках, в условиях сухого трения, в водной, масляной и агрессивных средах.

Эластомеры, затвердевая, имеют технологические свойства резины с заданными характеристиками.

ИНСТРУМЕНТ И ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ПРИ РАБОТЕ С ПОЛИМЕРАМИ

Использование металлополимеров и эластомеров для ремонта деталей машин в большинстве случаев не требует сложной технологической оснастки. В основном применяется следующий инструмент:

мерные ложки, соответствующие дозировке Базиса и Активатора;

фторопластовая или металлическая пластина, на которой производится смешивание компонентов полимера;

металлические шпатели перемешивания компонентов;

шпатели для нанесения пастообразного полимера, кисти для нанесения жидкого полимера, пульверизатор или шприц для заполнения полимером пазух, трещин, зазоров и т.п.;

спирто-ацетоновая смесь или растворители для очистки инструмента;

ветошь.

В случаях, когда ремонт деталей производится на месте установки оборудования и его полная или частичная разборка нежелательна, изготавливаются специальные шаблоны, которые формируют нужную поверхность по чистоте и точности. Небольшие и простые пресс-формы изготавливают и для получения новых резиновых деталей из эластомеров.

Ремонт тоннелей и других строительных объектов со стороны внешней обделки производится с помощью электроперфоратора, ручного или электрического насоса. В данном случае необходимо отметить, что перед ремонтом подземных тоннелей и сооружений ведущие фирмы мира осуществляют диагностическое обследование поврежденного участка с целью определения оптимального места проведения работ и сокращения расхода материала.

При использовании пластилинообразных металлополимеров специального инструмента не требуется. Упакованный в целлофан материал разделяют на дозы, разминают и наносят на ремонтируемую поверхность вручную.

Технология нанесения клеев и герметиков ничем не отличается от традиционной.

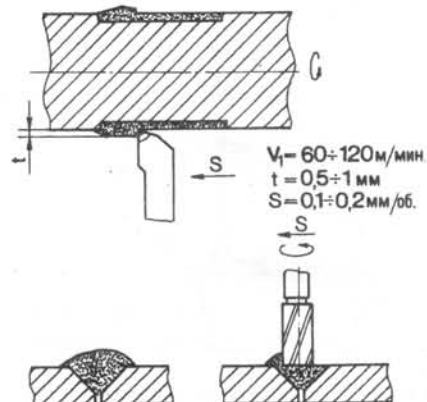


Рис. 4. Механическая обработка восстановленных деталей.

Продолжение таблицы 1

Параметры	Ед. изм.	Фирма				
		"Белзон"-сервис				"Лок-тайт"
		Супер-металл	Керамик-металл	Е-металл	Супер-гляйд	
Удельная масса	г/см ³	2,5	2,38	2,20	1,38	2,1
Жизнеспособность приготовленной композиции при 20	мин	90	45	17	480	10
Срок хранения компонентов	мес.	24	24	24	24	24
Испытательное давление в сосудах, при котором допускается восстановление металл-полимерами	МПа	—	—	—	—	—
Температуростойкость	град, С	250	200	250	65	120
Диапазон рабочих температур		-40+200	-30+150	-30+150	-10+50	-60+110
Время отверждения: до механической обработки; полная прочность	час	1,5 — 2 24	6 48	1 16	16 72	1,5 6
Предел прочности: при сжатии; растяжении; изгибе	кг/см ²	1100	930	760	6000	—
		205	—	—	2200	1200
		—	—	—	—	—
Твердость по Бринелю, НВ	"	25,9	—	15,9	—	—
Ударная устойчивость	дж/м	—	59	—	40	—
Кавитационная стойкость	см ³ /ч	—	0,038	—	0,029	—

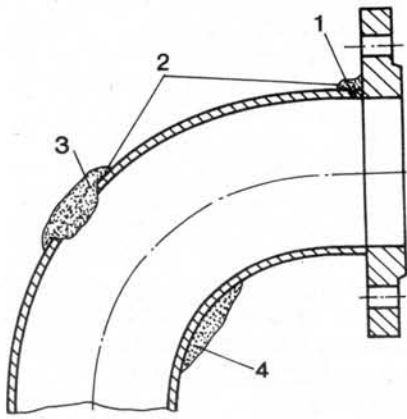


Рис. 5. Восстановление фланца и колена трубопровода:

1 — трещина; 2 — металлополимер; 3 — течь; 4 — слой стеклоткани.

РАЗРАБОТЧИКИ ТЕХНОЛОГИЙ И ПРОИЗВОДИТЕЛИ МАТЕРИАЛОВ

Ведущими фирмами в мире, занимающимися разработкой ремонтных технологий на базе полимеров, являются: «Девкон», «Белзон» (США), «Мультиметалл», «Турбометалл», «Диамант», «Униреп» (Германия), «Локтайт» (Австрия), «Дурметалл» (Швейцария).

В России в этом направлении успешно трудились: научно-производственная фирма «ЛЕО» (Москва), малое предприятие «ТЕО-ЗЕМЛЯ» («Пластметалл»), Москва, АО «Агрохимреммаш» (Люберцы), ТОО «Базис» (Дзержинск Нижегородской области — анаэробные клеи и герметики).

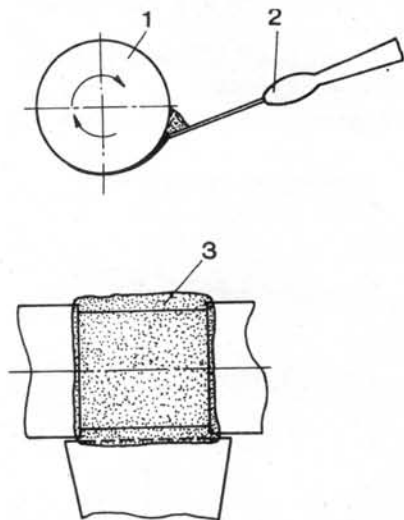


Рис. 6. Восстановление изношенной поверхности вала:

1 — вал; 2 — шпатель; 3 — металлополимер.

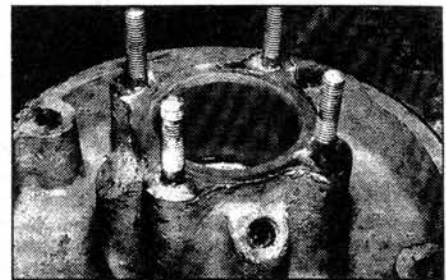
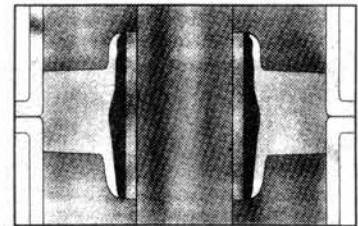
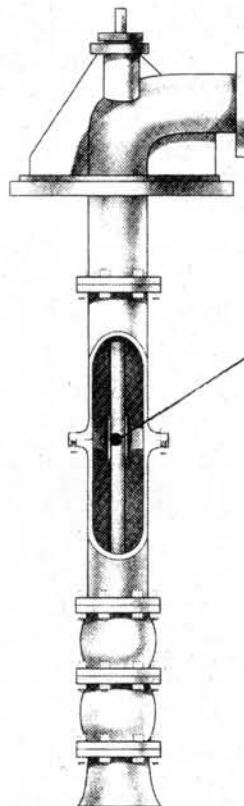
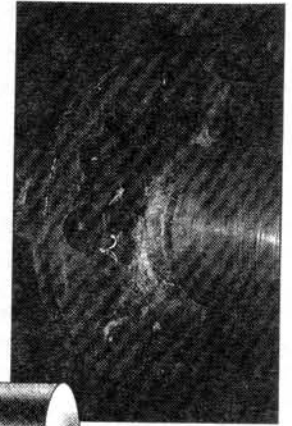
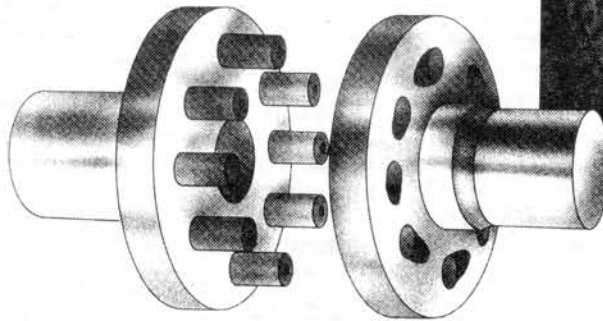
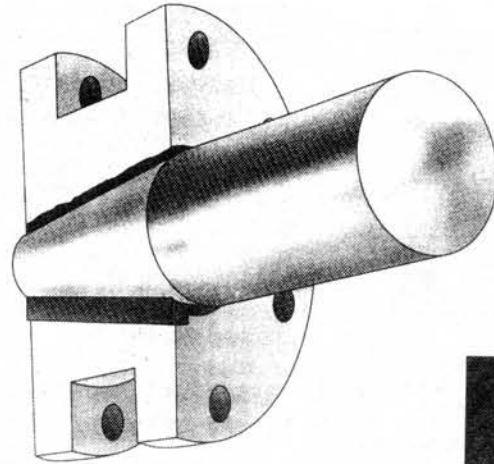
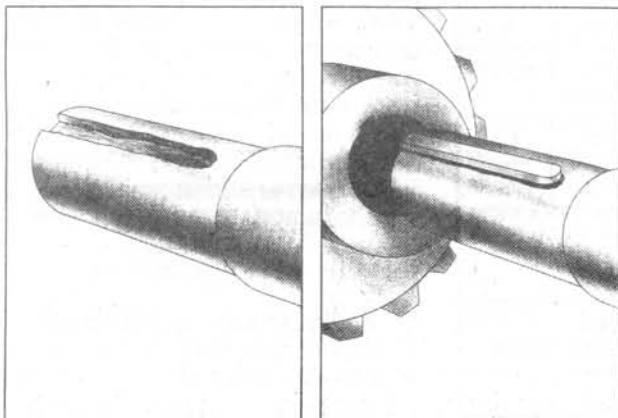
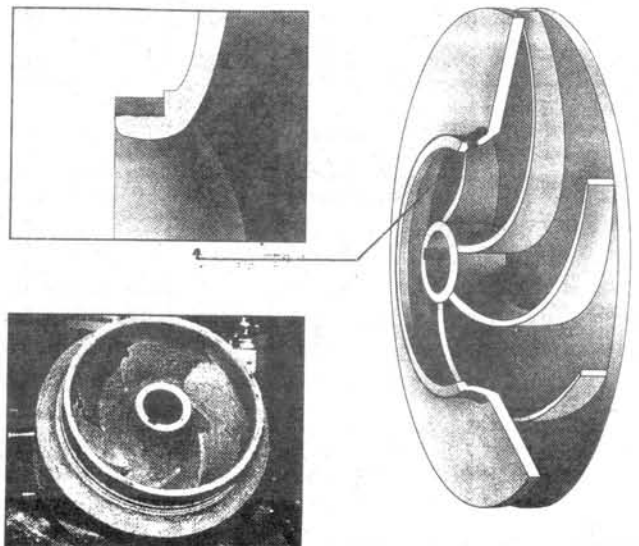
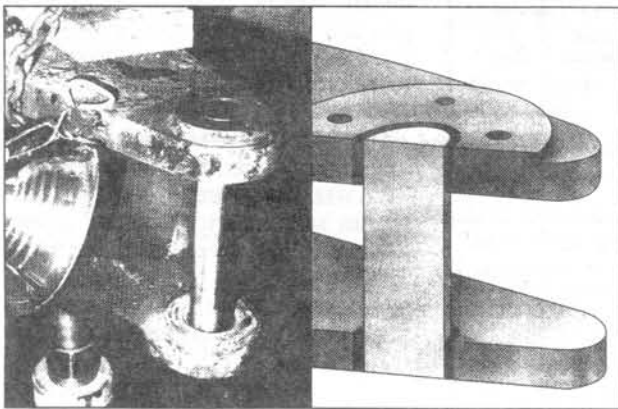
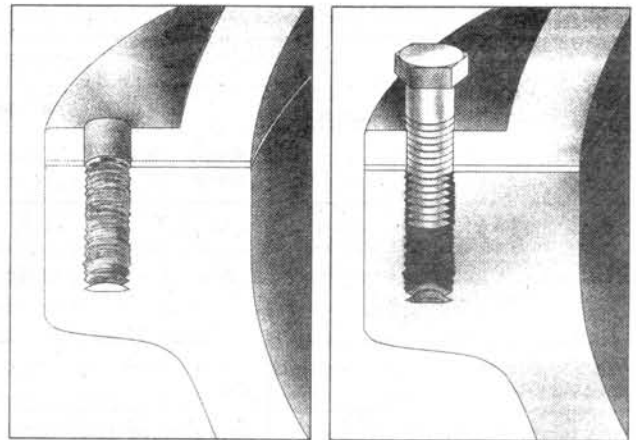
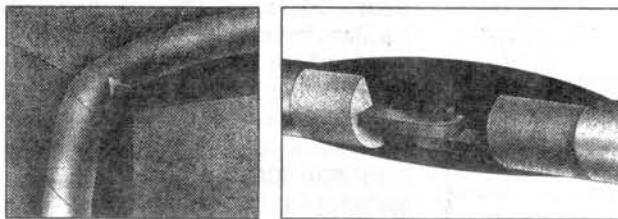
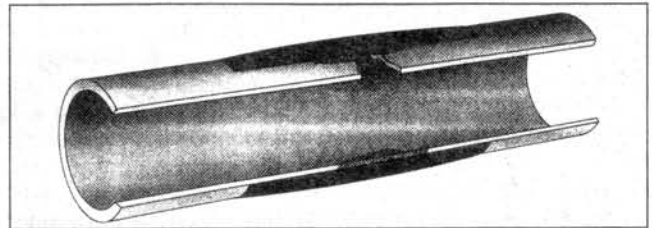
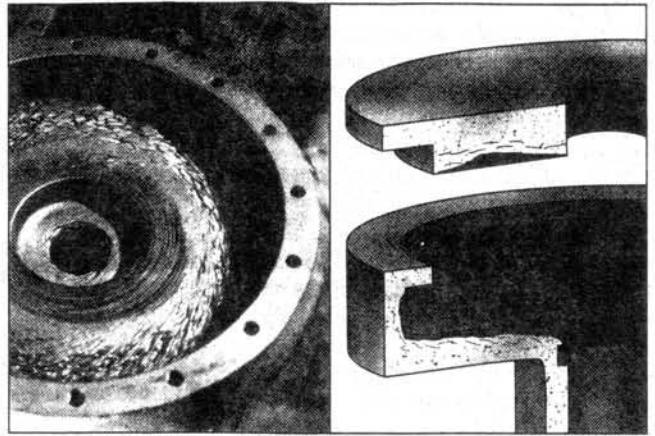
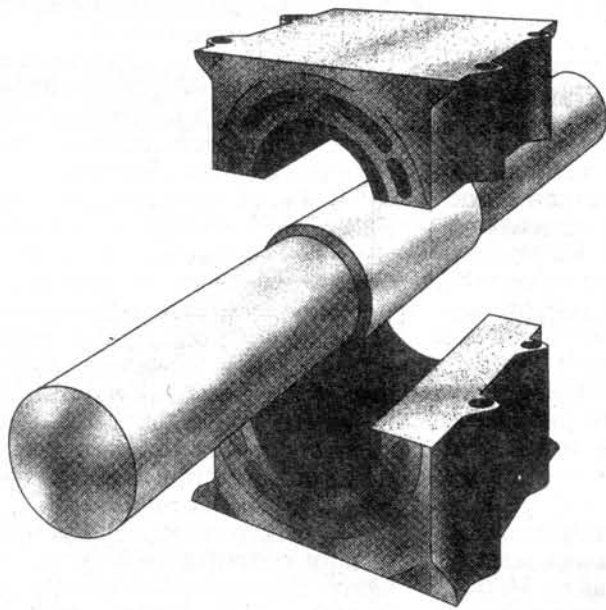


Рис. 7. Примеры использования композиционных полимеров и ремонтных технологий.



Как показывает анализ предлагаемых к использованию материалов и технологий, для широкого внедрения на метрополитенах представляют интерес фирмы: «Белзон», «Локтайт», «ЛЕО» и ТОО «Базис». На момент подготовки настоящей информации не удалось выяснить возможностей к сотрудничеству с метрополитенами МП «ТЕО-ЗЕМЛЯ» («Пласт-металл»).

Продукты, поставляемые названными фирмами, за исключением ТОО «Базис», имеют сертификаты качества международных врачебных, экологических и других организаций, Минздрава России, СЭС, Регистра России и т.п. Высокая характеристика материалов и простота их использования подтверждается тем, что они приняты на вооружение рядом армий (США, Германия, Россия и др.), широко распространены

при ликвидации последствий стихийных бедствий, производственных аварий и т.п.

ПРИМЕНЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ И ТЕХНОЛОГИЙ НА МЕТРОПОЛИТЕНАХ

Материалы и технологии фирмы «Белзон» нашли широкое применение в службах эксплуатации Нью-Йоркского (США), Лондонского (Англия), Мюнхенского и Гамбургского (Германия) метрополитенов, в службах эксплуатации тоннеля под проливом Ла-Манш.

Первые шаги во внедрении описываемых технологий делают и российские метрополитены.

В Санкт-Петербурге в основном использовались материалы фирмы «Локтайт». Например, в электромеханической службе при выполнении работ по ремонту вентиляторов и насосов с целью восстановления

посадочных мест систем «вал-подшипник», «крышка-корпус», «вал-шпонка-рабочее колесо-шків» применялись «Loctite-573, 638, 641», для уплотнения резьбовых соединений — «Loctite-243». В настоящее время успешно используются материалы фирмы «Белзон».

В объединенных мастерских произведен ремонт подшипниковых узлов главных приводных валов редукторов эскалаторов с помощью «Loctite-638» и восстановлены посадочные места подшипников натяжных звездочек эскалаторов — с «Metall-Set ST4». По заключению СКБ эскалаторостроения данные технологии могут применяться при ремонте эскалаторов.

В электродепо Дачное проведены опытные работы по ремонту подвижного состава метрополитена с использованием «Loctite-638», пресадки заменены пресадками с допуском 0,03-0,1 мм. С помощью этого же клея крепятся ручки на форточки вагонов.

На Московском метрополитене применялись технологии и материалы фирм: «Белзон» — при ликвидации течей на Люблинской линии; «ЛЕО» — в эскалаторной службе, при восстановлении подшипниковых посадок валов, ремонте редукторов и др.; на электромеханическом заводе — при восстановлении полуосей ступеней эскалаторов.

В электромеханической службе проводился ремонт тоннельных вентиляторов при помощи материалов малого предприятия — предшественника ТОО «Базис».

В настоящее время началось внедрение продукции фирмы «Локтайт».

На Нижегородском метрополитене в электромеханической службе с помощью клеев ТОО «Базис» осуществлена фиксация резьбовых соединений насоса и внедряются технологии фирм «Локтайт» и «Белзон».

СФЕРЫ ВОЗМОЖНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ И МАТЕРИАЛОВ НА МЕТРОПОЛИТЕНАХ:

восстановление любых резьбовых соединений, их фиксация и предохранение от коррозии; заделка раковин, трещин,

Таблица 2

Некоторые сравнительные характеристики защитных материалов

Параметры	Ед. изм.	Фирма				
		"Белзон"-сервис				
		Анти-сайзл	Карбид	Алгае	4811	Кафель
Удельная масса	г/см ³	—	—	1,20	2,58	1,06
Жизнеспособность приготовленной композиции при 20	мин	320	—	480	40	8—48
Срок хранения компонентов	мес.	—	—	—	—	—
Диапазон рабочих температур	град, С	-40+1200	-40+150	-5+25	-10+50	0+60
Время отверждения: до механической обработки; полная прочность	час	—	—	16	6	—
		24	72	72	72	72
Предел прочности: при сжатии; при изгибе	кг/см ²	—	—	—	756	—
		—	—	—	536	—
Сопrotивление износу, ТАБЕР	см ³ /100 ц	0,015	0,021	—	0,005	0,012
Расход	м ² /кг	10	17	2,8	17	1,8
Область защиты		коррозия подвижн. соедин.	износ	грибок	абразив. износ труб. пр. платформ	износ коррозия эрозия
Материал		сталь резина	сталь цв. мет. камень бетон	камень бетон	сталь камень бетон	любые материалы

коррозионных и кавитационных повреждений;

восстановление изношенных посадочных мест на деталях машин, включая возможность замены прессовых посадок путем закрепления подшипников, втулок, клиньев, соединение валов-ступиц и восстановление шпоночных посадок без разборки оборудования;

герметизация и ремонт дефектов в системах высокого давления (газопроводы, водопроводы, пневмосистемы, гидросистемы и др.);

выравнивание и уплотнение фланцевых соединений в моторах, редукторах, коробах передач и т.д.;

уплотнение трубопроводов и воздухопроводов;

нанесение и восстановление защитного покрытия в емкостях для хранения и переработки нефтепродуктов и химических веществ;

нанесение и восстановление антикоррозионного покрытия металлоконструкций (ферм эскалаторов, корпусов насосов, вентиляторов, конструкций и оборудования подвижного состава, строительных конструкций);

восстановление элементов деталей сложной конфигурации, изготовление или приобретение которых затруднено (лопасти вентиляторов, крыльчатки насосов и др.);

ремонт или восстановление корпусов машин и оборудования, редукторов;

ремонт фундаментов различного назначения, включая укрепление заделок анкеров и закладных элементов;

соединение деталей из разнообразных по структуре материалов, устранение биметаллической коррозии;

ремонт кабельных линий, соединение кабелей с различным материалом токопроводящих жил;

восстановление изоляции кабелей и жгутов проводов;

ремонт и изготовление изделий из резин (манжеты, сальники, прокладки различного оборудования, поручни, бегунки ступеней и приводные блоки эскалаторов и т.д.);

ремонт изделий из стекла, включая склейку разбитых элементов, нанесение нового материала на места сколов, восстановление утраченных частей без нарушения оптических свойств основного материала;

ремонт изделий из термореактивных пластмасс;

ликвидация протечек в тоннелях с внешней стороны обделки;

устранение подтеков, сырости, грибковых заболеваний тоннелей и других строительных конструкций из бетонов, камня и дерева;

восстановление строительных сооружений с обеспечением необходимых показателей по прочности, износостойкости и долговечности;

технологии и материалы, облегчающие монтажно-демонтажные работы;

для проведения аварийно-восстановительных работ (ремонтные аптечки подвижного состава, эскалаторных станций, аварийных бригад служб: электромеханической, электроснабжения, эскалаторной, тоннельных сооружений и т.д.);

защитные кремы и очищающие пасты для рук и тела;

технологии и материалы, которые могут найти применение при ремонте и восстановлении в других областях.

УСЛОВИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ РЕМОНТА И ПОСТАВКИ МАТЕРИАЛОВ

Фирмы «Белзон», «Локтайт», «ЛЕО» и ТОО «Базис» при необходимости направляют своих специалистов на метрополитены, где производят показательный ремонт с одновременным обучением персонала. Они оставляют за собой право проводить авторский надзор за качеством использования передаваемых технологий, условиями хранения поставляемых ими ремонтными материалами.

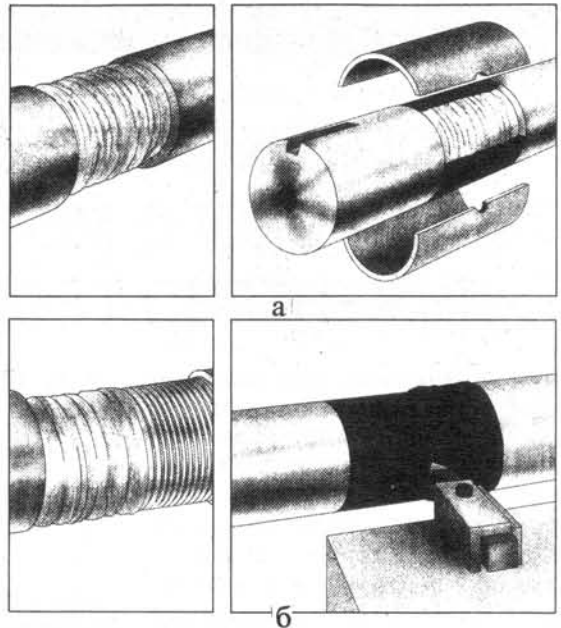


Рис. 8. Восстановление валов и осей:

а — с применением специального шаблона без дальнейшей обработки; б — с обработкой на токарном станке.

Фирма «ЛЕО» готова осуществить корректировку физико-химического состава полимерных материалов и технологий ремонта в зависимости от дополнительных требований эксплуатационных служб метрополитенов.

Фирмы могут поставлять ремонтные полимерные материалы на метрополитены в любом объеме. При этом следует учесть, что формирование заказа с целью экономии затрат желательно проводить централизованно. Представители фирм предложили использовать Хозяйственную ассоциацию «Метро» для реализации поставок названных материалов на метрополитены.

В прилагаемых рисунках приведены некоторые общие примеры возможного использования технологий, а в таблицах — сравнительные характеристики металлополимеров, выпускаемых ведущими фирмами мира.

В небольшой статье невозможно полностью отразить все аспекты и перспективы применения композиционных полимеров, поэтому в случае заинтересованности предприятий метрополитенов и других организаций предлагается обращаться в Хозяйственную ассоциацию «Метро», которая имеет прямые связи с названными фирмами. □

СООРУЖЕНИЕ ВЕТКИ В ВАГОННОЕ ДЕПО ТБИЛИССКОГО МЕТРОПОЛИТЕНА В СЛОЖНЫХ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

В комплекс строящегося участка «Делиси» — «Университетская» Тбилисского метрополитена по проекту, выполненному Кавгипротрансом, включена ветка в ранее построенное в Надзаладевском районе и в настоящее время реконструируемое вагонное депо для подключения к нему эксплуатируемой Сабурталинской линии. Тем самым отпала необходимость в строительстве нового депо для указанной линии (рис. 1). Кроме того, подача на нее подвижного состава от станции «Вокзальная-1» на участке «Театр Ахметели» — «Варкетили», осуществляемая по существующей в настоящее время схеме, создает эксплуатационникам большие неудобства, особенно при движении поездов.

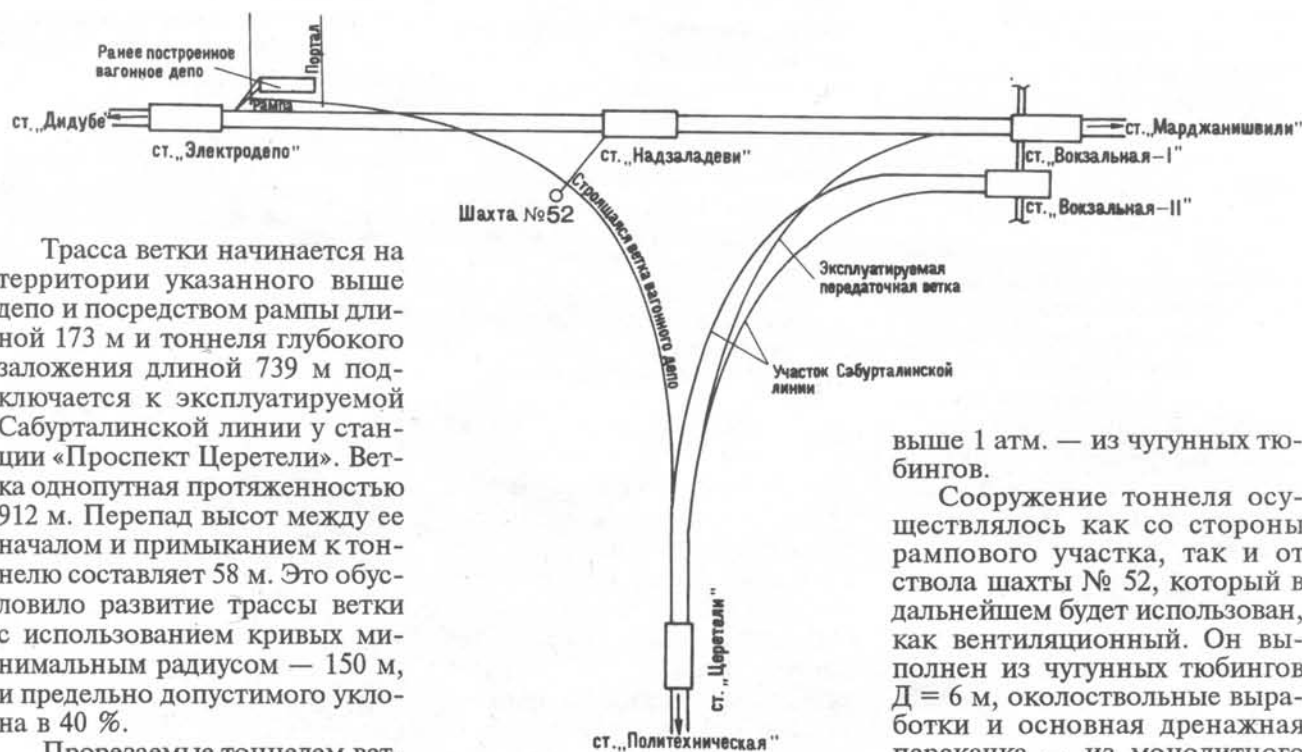
У. ГОДЖИАШВИЛИ,
 Генеральный директор фирмы
 «Тбилметрострой»;
Г. БОКУЧАВА,
 главный инженер

четвертичными делювиально-пролювиальными и аллювиальными отложениями. Первые характеризуются сложным чередованием суглинков и супесей с линзами и прослоями песка с включением щебня и дресвы. Грунты водоносные, слабоустойчивые. Аллювиальные отложения представлены галечниками с песчано-глинистым заполнением и коэффициентом фильтрации 35 м/сут.; также слабоустойчивы.

После врезки в коренные породы тоннель пересекает сильно трещиноватую выветре-

лую разрушенную зону с коэффициентом крепости $f = 2 \div 3$. На этом участке обводненность тоннеля и горное давление были весьма значительными. Поэтому на данном отрезке проходка осуществлялась с применением предварительного водопонижения. Далее по трассе породы устойчивы и обводнены. Они представлены слоистым чередованием песчаников и аргиллитов в различном процентном соотношении с крепостью $f = 4 - 5$. Подземные воды характеризуются сульфатной агрессией.

С учетом инженерно-геологических и гидрогеологических условий трассы ветки обделка тоннеля принята из унифицированных сборных железобетонных блоков, а на участке с гидростатическим давлением



Трасса ветки начинается на территории указанного выше депо и посредством рампы длиной 173 м и тоннеля глубокого заложения длиной 739 м подключается к эксплуатируемой Сабурталинской линии у станции «Проспект Церетели». Ветка однопутная протяженностью 912 м. Перепад высот между ее началом и примыканием к тоннелю составляет 58 м. Это обусловило развитие трассы ветки с использованием кривых минимальным радиусом — 150 м, и предельно допустимого уклона в 40 %.

Прорезаемые тоннелем ветки в депо грунты представлены

выше 1 атм. — из чугунных тьюбингов.

Сооружение тоннеля осуществлялось как со стороны рампового участка, так и от ствола шахты № 52, который в дальнейшем будет использован, как вентиляционный. Он выполнен из чугунных тьюбингов $D = 6$ м, околоствольные выработки и основная дренажная перекачка — из монолитного бетона М300.

Рис. 1

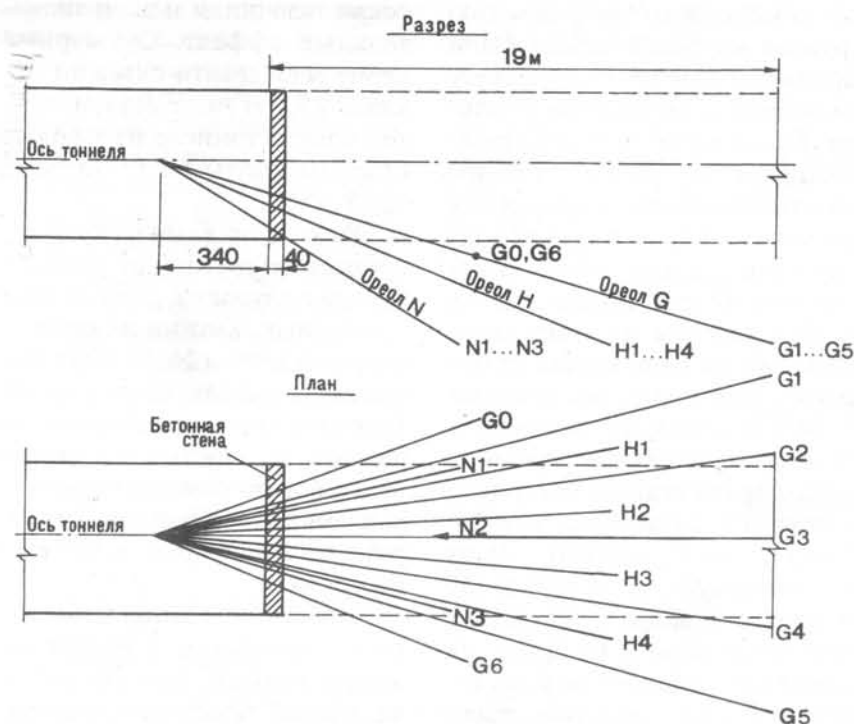


Рис. 2

Рамповый участок на территории существующего вагонного депо, расположенный вдоль основного его корпуса, представляет рамную конструкцию из монолитного железобетона М300 с наружной двухслойной гидроизоляцией из гидростеклоизола.

В пределах территории охранной зоны, находящейся над тоннелем относительно неглубокого заложения, расположен густонаселенный жилой массив с узкими улочками и переулками с частными одно- и двухэтажными домами старой постройки.

В связи с тем, что для руководства города переселение из этой зоны столь большого количества жильцов оказалось практически невозможным, производство предусмотренных проектом работ по искусственному снижению уровня грунтовых вод с поверхности с целью создания необходимых условий для сооружения этого тоннеля было сопряжено с решением и преодолением строителями целого ряда значительных организационных и технических задач.

Приток воды в забой со стороны ramпы до водопонижения составлял 20 м³/ч. По мере

продвижения забоя и пересечения им подмоченных и обводненных четвертичных отложений и водоносных галечников и одновременного бурения водопонижающих скважин с поверхности приток воды достигал 80 — 95 м³/ч. Для откачки ее из тоннеля открытым водотливом со стороны ramпы были устроены зумпфы глубиной 1,5 и 2,2 м соответственно.

Из предусмотренных проектом 25 водопонижающих скважин удалось вблизи трассы тоннеля пробурить с поверхности лишь четыре (из-за отсутствия подходов к остальным) глубиной соответственно 18, 22, 28 и 21,3 м. Однако ожидаемого эффекта от водопонижения не получили (всего 35 м³/ч). Тогда пришлось применить метод силикатизации (рис. 2). Для этого в забое со стороны ramпы соорудили бетонную стену толщиной 40 см и в подошве тоннеля пробурили веер сква-

жин $D = 100$ мм под кондукторы $D=89$ мм, длиной 1,36 м с омоноличиванием их цементно-силикатным раствором. Обработка 19-метровой зоны производилась заходками по 3 - 4 м с последовательным разбуриванием скважин $D=65$ мм.

Породы на всю глубину обрабатывались цементно-силикатными растворами под давлением 2 МПа. После этого осуществлялась силикатизация ореола G в две заходки (кроме скважин G0 и G6) и ореолов N и N скважин G0 и G6 в одну заходку. Силикатизация выполнялась одновременно в две соседние скважины с попеременной закачкой в них жидкого стекла и хлористого кальция под давлением 3 МПа насосом НБ-3-120/40. Плотность растворов составляла: хлористого кальция — $1,28 \div 1,3$ г/см³, жидкого стекла $1,34 \div 1,38$ г/см³. Порядок обработки — от ореола G к N. После окончания химического закрепления проводили гидроисследование скважины G3, которая являлась контрольной и использовалась в качестве инъекционной. При достижении удовлетворительных значений показателей гидроисследований оборудование демонтировали, бетонную стену разобрали и начали проходку тоннеля с тщательным креплением лба забоя сплошным деревянным из марчеван тол-

Таблица

№ скважин	Длина, м.	Угол наклона к горизонту, °	Дебит, м ³ /ч	Пересечение галечника скважиной на длине, м
1	201	3	3,6	—
2	150	3	3	—
3	50	10	12	46
4	18	8	5,2	—
5	66	8	6	63
6	180	5	3	169
7	130	6,5	3	—
8	45	7,5	40	42
9	$\frac{100}{938}$	5	$\frac{10}{85,8}$	94

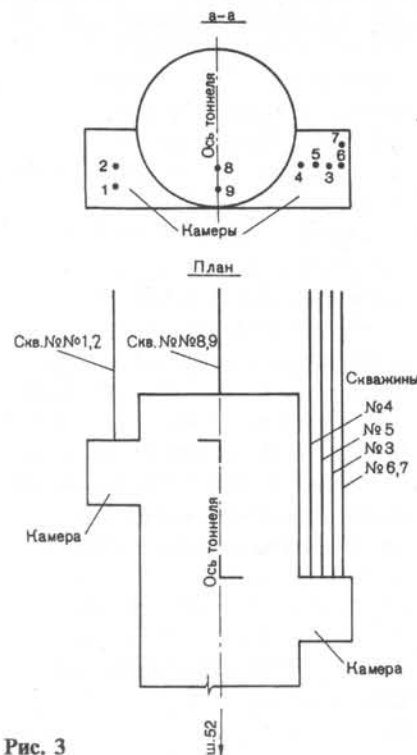


Рис. 3

щиной не менее 5 см и раздвижными металлическими трубчатыми расстрелами. При раскрытии лба забоя перед очередной заходкой марчеваны и расстрелы удалялись поштучно с тщательным перекреплением.

После выполненных работ

по химическому закреплению грунтов из обоих забоев были пройдены навстречу друг другу разведочные дренажные штольни. Когда до их сбойки оставалось 20 м, из забоя со стороны ramпы пробурили скважину диаметром 100 мм и по ней воду спустили в шахту № 52. В результате сбойки штолен приток воды в тоннель из этого забоя составил 36 м³/ч. Затем из боковых камер под различными углами к горизонту пробурили девять глубоких разведочно-дренажных скважин (см. рис. 3 и таблицу). Скважины №№ 1 и 2 под углом 3°, несмотря на их значительную длину (201 и 150 м соответственно), оказались искривленными в профиле, не пересекли водоносный слой галечника и, как следствие, были малоэффективными. Их дебит составил 3,6 и 3 м³/ч соответственно. Скважина № 3, пробуренная под углом 10°, длиной 50 м на 46-м метре пересекла галечники и оказалась весьма эффективной — с дебитом 12 м³/ч. Остальные шесть имели длину от 18 до 180 м. Из них скважины №№ 5, 6 и 8 пере-

секли галечники и дали значительный эффект. Суммарный дебит всех девяти скважин составил 85,8 м³/ч, а общий приток воды в тоннель из забоя со стороны шахты № 52 составил 121,8 м³/ч.

Работы по химическому закреплению грунтов от ramпы и бурение глубоких разведочных дренажных скважин из забоя со стороны шахты № 52 были выполнены коллективом участка Бамтоннельстроя, а сооружение ramпового участка и тоннеля ветки в депо осуществлено управлением подземного строительства № 1 фирмы «Тбилметрострой».

После проведения химического закрепления и водопонижения тоннель был расширен на полный профиль в пределах ранее пройденной разведочной дренажной штольни.

Строительство тоннеля по данной технологии исключило возможность осадочной деформации, необходимость переселения 150 семей и позволило сохранить на поверхности зеленые насаждения, здания и объекты. □



Новая тубинговая обделка диаметром 9,8 м, разработанная для эскалаторного тоннеля станции «Трубная».

Сотрудничество

на взимовыгодных условиях

В. ПЕВЗНЕР,

*заместитель начальника конструкторского отдела АО
Нижегородское предприятие «ЭРА»*

В ноябре 1995 г. исполнилось 10 лет со дня пуска шести станций I очереди метрополитена в Нижнем Новгороде.

АО Нижегородское предприятие «ЭРА» является непосредственным участником этого события и продолжает тесное сотрудничество с Нижегородским метрополитеном до настоящего времени.

Предприятие было создано в 1928 г. в системе бывшего Министерства судостроительной промышленности СССР для выполнения электромонтажных работ на строящихся судах и изготовления для них электрораспределительных устройств. За истекшие 7 десятилетий оно превратилось в крупного поставщика электротехнических устройств, базового предприятия по этому направлению в отрасли. Начав с выпуска простейших щитов с рубильниками и предохранителями, предприятие постоянно совершенствовало свою продукцию.

К настоящему времени оно является современным изготовителем продукции, оснащено высокотехнологичным оборудованием, укомплектовано квалифицированными специалистами и рабочими, располагает необходимыми производственными площадями.

Сейчас «ЭРА» имеет в своем составе следующие виды производств: раскройно-заготовительное, механообрабатывающее, слесарно-сварочное, механосборочное, штамповочное, окрасочное, гальваническое, электромонтажное, прессования пластмасс, инструментальное, литейное, испытательное, что позволяет решать практически любые задачи при изго-

товлении низковольтных комплексных устройств.

С началом строительства I очереди Нижегородского метрополитена возникла необходимость обеспечения его различным технологическим оборудованием, в том числе электротехническим. В условиях плановой экономики выпуск низковольтных комплектных устройств на заводах бывшего Минэлектротехпрома вызвал большие трудности. Тогда местными органами было принято решение о максимально возможном привлечении к выполнению работ промышленных предприятий Нижнего Новгорода.

Нашему предприятию было поручено производство целого ряда НКУ, что в то время не вызывало особого энтузиазма у коллектива в связи с перегруженностью плановыми заказами. Однако мы приняли все меры и выполнили возложенные на нас задачи, обеспечив своевременный пуск первой линии метро.

Начав изготовление НКУ с ограниченной номенклатуры изделий — путейских ящиков для тоннелей, ящиков с трансформаторами и розетками, клеммных соединительных и т.д., предприятие постоянно расширяло виды и количество выпускаемой продукции. У нас появился интерес к данной работе, так как объемы ее постоянно росли и обеспечивали стабильную загрузку предприятия. В связи с конверсией производства и сокращением объемов работ для Министерства обороны появились свободные производственные мощности и предприятие решило взять на

себя выпуск практически всей номенклатуры НКУ, необходимой для нужд Нижегородского метрополитена.

В январе 1994 г. предприятием, Управлением по строительству метрополитена в Нижнем Новгороде и институтом «Нижегородметропроект» оформлен протокол, которым определена номенклатура изделий, изготовление которых берет на себя «ЭРА». Она включает в себя следующие устройства:

- ячейки КСО-825,
- пункты переключения 825В для тупиков,
- оборудование тяговой сети 825В для установки в тоннелях, низковольтные комплектные устройства (НКУ) управления электроприводами напольного и навесного исполнения, щиты распределительные 380 и 220В переменного тока для подстанций,
- щиты постоянного тока 220В для аккумуляторных батарей,
- шкафы управления и автоматики для подстанций напольного исполнения,
- НКУ для управления освещением,
- распределительные щиты с автоматическими выключателями,
- клеммные ящики для подключения контрольных и силовых кабелей,
- путейские ящики, ящики для ремонтного освещения, ящики для питания электроинструмента,
- шкафы связи, кроссовые шкафы, ящики с сигнальной арматурой,
- ящики управления серии Я-5000,
- светильники тоннельного освещения «Астра-2» (метро),
- светильники индивидуального исполнения по эскизам архитекторов,
- щиты с аппаратурой для светильников с лампами ДРЛ,
- посты управления (кнопочные) серии ПКУ-15,
- компенсаторы гибкие,
- разъемы штепсельные трех- и двухполюсные на 63а 380 В.

Эта номенклатура не является окончательной и может постоянно расширяться при возникновении в этом потребности.

Для пуска первого этапа II очереди метро в Нижнем Новгороде предприятие изготовило практически все необходимые электрощитовые изделия, предусмотренные проектной документацией, что в значительной мере упростило работу Дирекции строящегося метрополитена, сократив число поставщиков, и позволило оперативно решить все возникающие вопросы.

У «ЭРА» сложился тесный контакт с институтом «Нижегородметропроект», который проектирует НКУ с учетом наших возможностей и технической базы, используя богатый потенциал предприятия, серийно выпускаемые нами корпуса для НКУ и элементную базу по узлам и деталям, имеющим вы-

сокие параметры по своим характеристикам.

Использование «двойной» технологии, т.е. перенос нашего опыта по производству изделий для Министерства обороны и освоение технологических процессов в процесс изготовления НКУ для метрополитена, позволило поднять их качество на более высокую ступень по сравнению с устройствами, поставляемыми Минэлектротехпромом.

Учитывая, что предприятие по своей структуре приспособлено к выпуску продукции единичного и мелкосерийного назначения, у нас не возникает никаких проблем, связанных с объемом корпусов, узлов и деталей, в отличие от предприятий Минэлектротехпрома, где имеют место отраслевые и заводские ограничительные стандарты.

По отзывам специалистов электротехнических служб

Нижегородского метрополитена десятилетний опыт эксплуатации устройств, выпущенных предприятием, показал их высокое качество и надежность, полностью удовлетворив все требования эксплуатационников.

Предприятие предлагает свои услуги всем метрополитенам России по изготовлению электрощитовых изделий для их нужд.

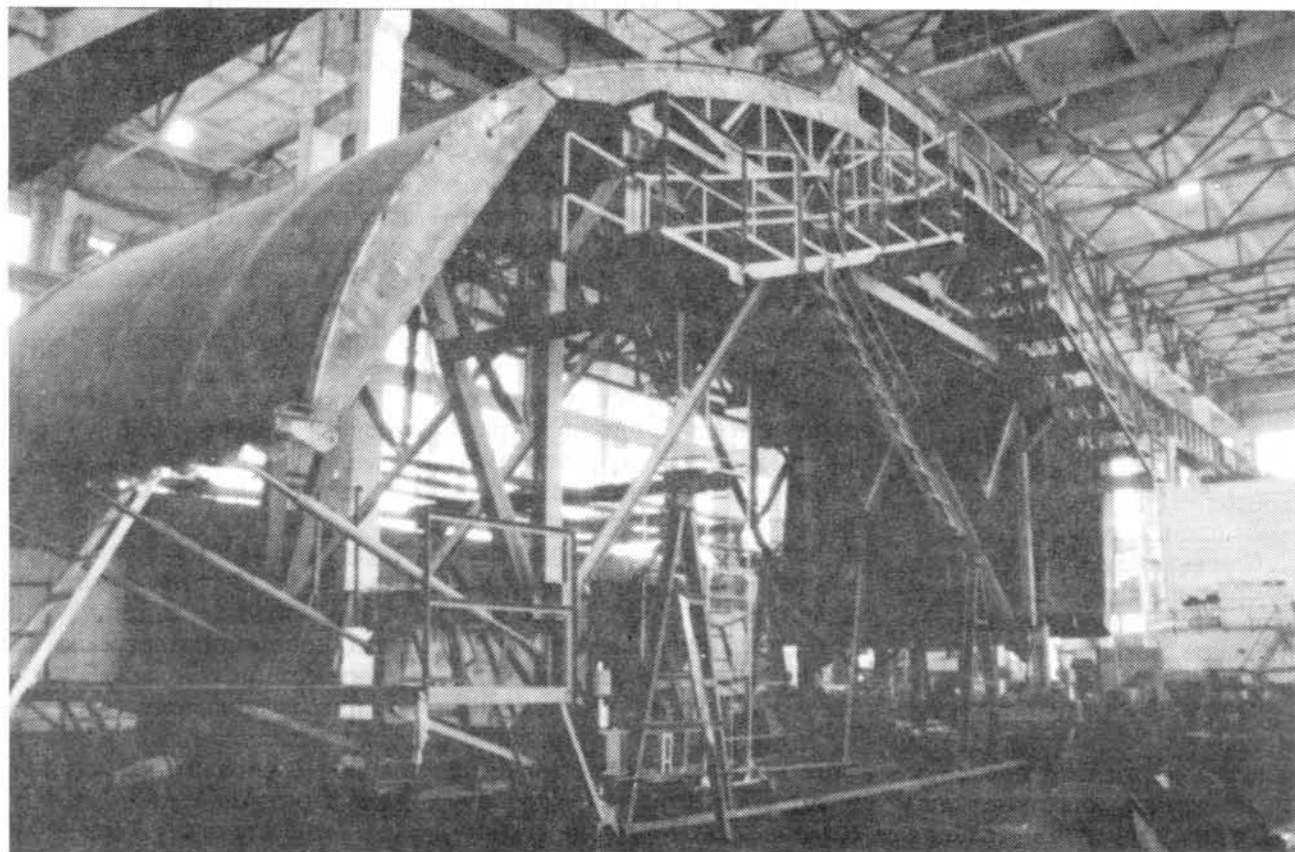
В настоящее время «ЭРА» заключила договор с Дирекцией строящегося метрополитена в Самаре на выпуск комплекта НКУ для станции «Московская».

Предприятие приглашает к деловому сотрудничеству все Дирекции строящихся метрополитенов и непосредственно метрополитены на взаимовыгодных условиях.

Контактные телефоны:

8-8312-41-24-54, 41-38-50;

Факс: 4138-58



Опалубка для возведения свода станции «Люблино», изготовленная на АО «Метромаш».

ДЕЛО, КОТОРОМУ ПОСВЯЩЕНА ВСЯ ЖИЗНЬ

В декабре истекшего года профессору, доктору техн. наук **Вениамину Львовичу Маковскому** исполнилось бы 90 лет.

Около шестидесяти лет он служил науке метро- и тоннелестроения.

В 1928 г. Вениамин Львович закончил Ленинградский институт путей сообщения, а с 1931 г. его деятельность была тесно связана с историей отечественного метростроения.

В то время ему едва минуло 25 лет, но в руках уже был диплом инженера, за плечами — опыт строительства набережной Владивостокского порта, проектно-конструкторские разработки крупнейшего в то время дома ЦИК и СНК СССР и железобетонных перекрытий кинотеатра «Ударник», проектно-изыскательские работы в тресте «Фундаментстрой», среди которых, например, такие уникальные, как возведение глубоких опор и фундаментных плит здания Государственного Банка СССР на Неглинной улице.

В.Л. Маковский был командирован за рубеж для изучения передового опыта метростроения, еще не практиковавшегося в СССР. Увиденное и глубоко изученное им в Англии, Франции, Бельгии и Германии послужило источником критических исканий, преломления достижений уже давно развивающейся зарубежной техники к советской действительности, разработки новых передовых приемов сооружения первого отечественного метрополитена на уровне и с размахом, превышающими лучшие достижения за рубежом.

Вклад В.Л. Маковского в становление и развитие отечественного метростроения весьма весом и многообразен. Молодой инженер Управления Метростроя и Метропроекта принимал активное участие в проектировании первых линий столичного метрополитена. Он явился инициатором строительства тоннелей I очереди на глу-



В.Л. Маковский в рабочем кабинете ЦНИИСа.

боком заложении, внедрения щитовой проходки и эскалаторов, конструкций односводчатых станций метрополитена, метода опускных секций при строительстве Канонерского тоннеля в Ленинграде. Во время Великой Отечественной войны участвовал в восстановлении разрушенных железнодорожных тоннелей на территории Литвы, за что был награжден орденом «Красной Звезды».

С 1954 по 1984 г. Вениамин Львович заведует лабораторией Отделения тоннелей и метрополитенов ЦНИИСа, а в последние годы жизни был профессором-консультантом. Под научным руководством доктора технических наук В. Л. Маковского проведен комплекс научно-исследовательских работ, и результаты их внедрены в производство. За участие в совершенствовании щитового метода проходки тоннелей, обеспечивающего значительное повышение производительности труда на подземных работах, В. Л. Маковскому было присвоено звание лауреата Государственной премии СССР.

Среди основных научных направлений можно выделить: сооружение тоннелей в водонасыщенных неустойчивых грунтах герметизированными щитами;

совершенствование конструкций и методов строительства тоннелей и станций мет-

рополитена глубокого и мелко-го заложения закрытыми способами;

исследование методами физического моделирования подземных конструкций и технологии их возведения в сложных инженерно-геологических условиях;

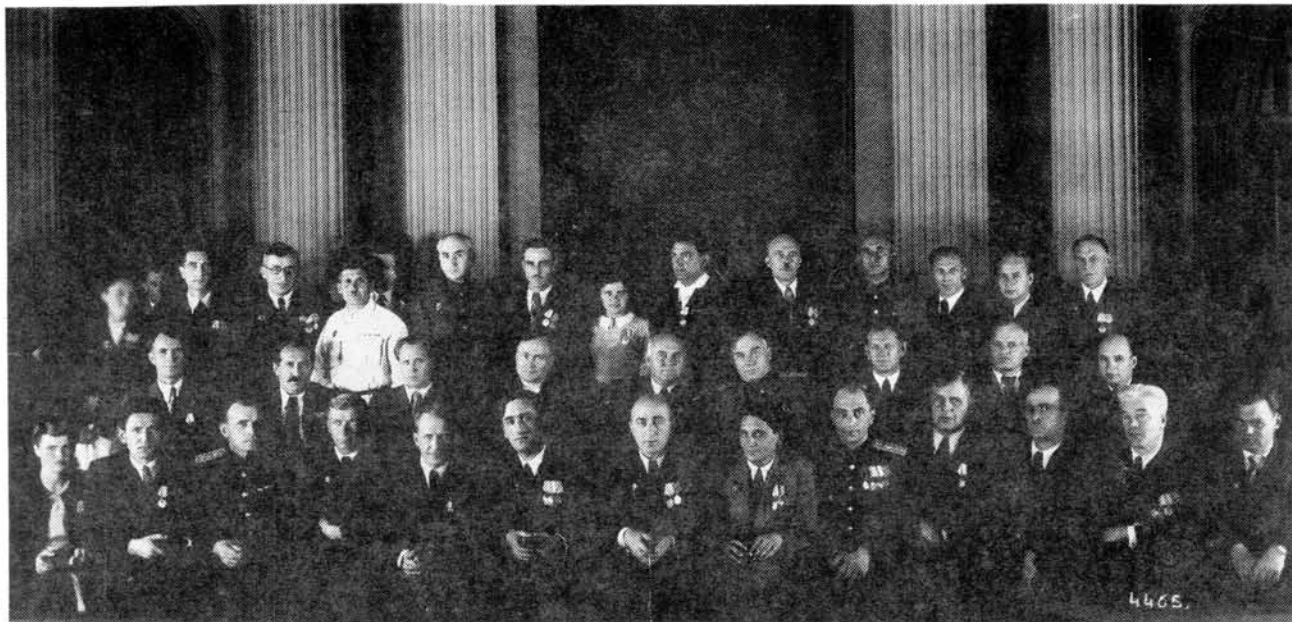
проблемы сооружения подводных тоннелей.

Под научным руководством Вениамина Львовича выполнили и защитили кандидатские диссертации 16 аспирантов и соискателей, четверо из которых впоследствии стали докторами технических наук.

В.Л. Маковский — автор более 200 печатных трудов, в числе которых фундаментальные монографии «Тоннели. Проектирование и строительство» объемом 96 п.л., «Сооружение тоннелей метрополитенов» объемом 27 п.л.; «Подводное тоннелестроение» объемом 13 п.л. и 12 изобретений.

Долгие годы В.Л. Маковский состоял членом специализированных советов по присуждению ученых степеней при ЦНИИСе, МГИ и МАДИ, членом редколлегии журналов «Метрострой» и «Автомобильные дороги» (ВИНИТИ), научным редактором-консультантом «Горной энциклопедии», экспертом Госплана СССР и Госстроя СССР.

Он воспитал достойную смену инженеров и научных



В.Л. Маковский (первый ряд, шестой слева) среди метростроителей в Кремле после вручения правительственных наград. 1945 г.

работников. Его имя для специалистов тоннельного профиля стало синонимом этой сложной инженерной области, в становлении, развитии и совершенствовании которой В.Л. Маковскому отведено почетное место.

Вениамин Львович обладал удивительными личными качес-

твами благожелательного и чуткого человека, готов был поделиться с каждым своими знаниями и богатым жизненным опытом. Его безупречное служение Родине, полная отдача сил любимому делу, отзывчивость и чуткое отношение к людям снискали к нему глубокое уважение.

Жизнь и деятельность В.Л. Маковского может служить примером для молодого поколения тоннельщиков, а его труды — делу, которому он посвятил всю свою жизнь. Его имя широко известно не только в нашей стране, но и далеко за ее пределами.

Редколлегия



В.Л. Маковский на экспериментальной базе ЦНИИСа. 1963 г.

НЕТ ПРАВИЛ БЕЗ ИСКЛЮЧЕНИЯ

С. АСТАХОВА,

главный редактор газеты ЗРЭПС

Привычной стала такая картина: промышленное предприятие сократило выпуск продукции чуть ли не до нуля, не знает, где взять деньги для выплаты зарплаты рабочим, готово сократить кадровый состав вдвое или втрое.

Однако не бывает правил без исключений. И примером тому может служить успешная деятельность одного из московских заводов, от которой без преувеличения многое зависит в жизни каждого москвича. Речь идет о заводе по ремонту электроподвижного состава Московского метрополитена (ЗРЭПС).

Он практически является ровесником метрополитена, поскольку уже в конце 30-х гг. на площадке электродепо Северное начали действовать ремонтные мастерские, преобразованные в 1940 г. сначала в вагоноремонтный, а затем в завод по ремонту электроподвижного состава.

Организованный для нужд метрополитена все годы своего существования завод честно «тянул лямку», исправно выполняя возложенные на него функции. Работал на оборону в годы войны, сразу после нее занимался реконструкцией прибывших из эвакуа-

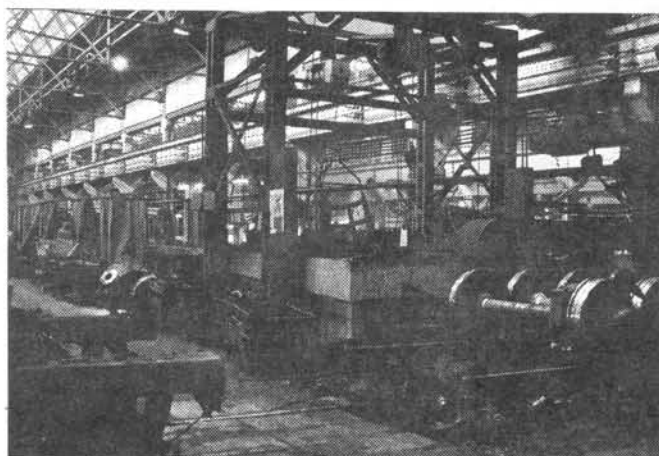
ции московских вагонов, одновременно осваивая ремонт берлинских, поступивших из Германии по репарациям. В 70-х гг., когда старое оборудование и цеха морально и физически устарели, сам подвергся реконструкции и модернизации.

Постоянно завод занимался капитальным ремонтом вагонов (норма их пробега — 3150 тыс. км) и средним (норма пробега — 1050 тыс. км), а также ремонтом тяговых электродвигателей и колесных пар. Кроме того, он производил колесные пары не только для Московского метрополитена, но и для всех метрополитенов бывшего СССР. Надо отметить, что он являлся единственным их экспортером на заводы бывших стран — членов СЭВ.

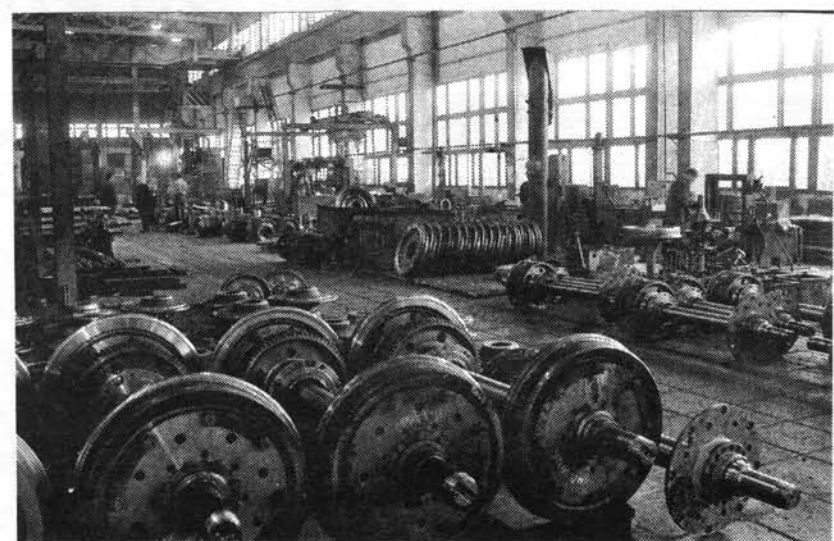
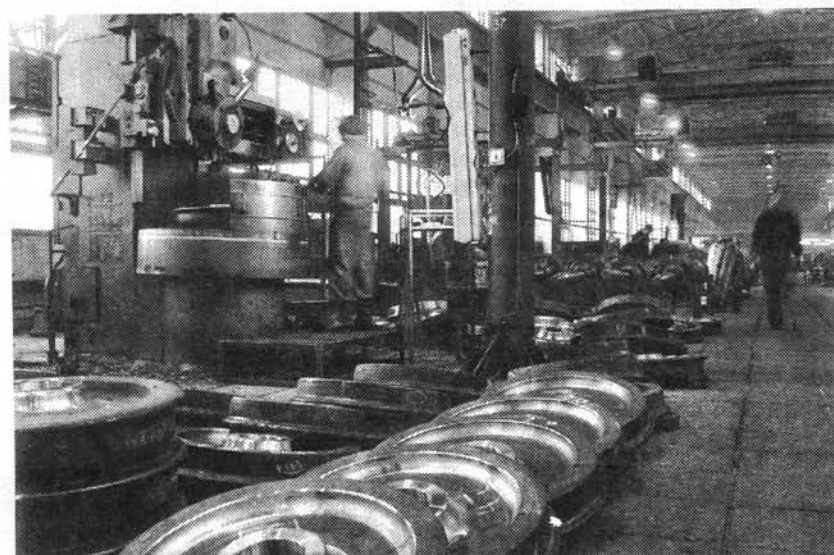
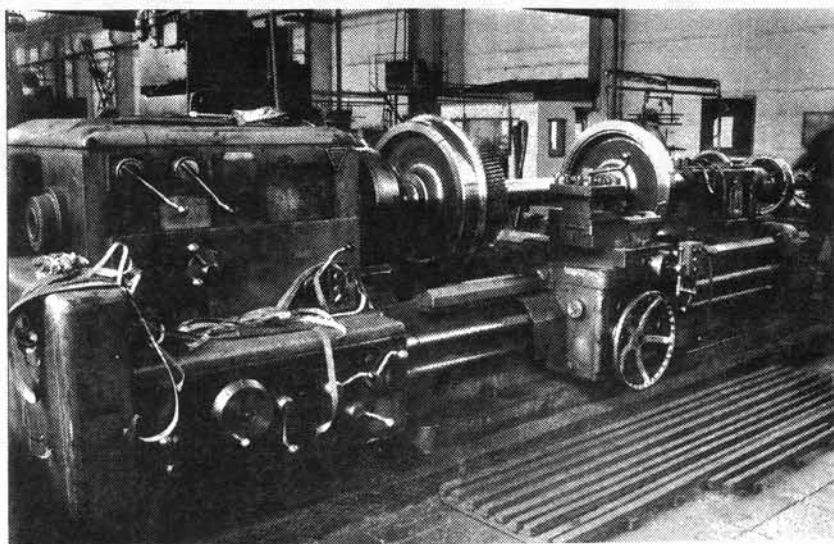
Непрестижный статус рядового ремонтного предприятия в системе МПС сказывался на положении его работников и, в первую очередь, на их зарплате, которая традиционно была ниже, чем на метрополитене (в настоящее время средняя зарплата работников завода в последние два года примерно на 10 — 15 % выше средней зарплаты работников метрополитена). Кстати, именно с модернизации системы

оплаты труда начал внутризаводское реформирование Генеральный директор Леонид Владимирович Винник после его коллективного избрания на эту должность в 1989 г.

К тому времени положение на заводе сложилось критическое. Квалифицированные кадры подавали заявления об уходе практически каждый день. Оставалось



Вагонсборочный цех на производственной площадке Сокол.



Колесоремонтный цех на производственной площадке Выхино.

всего 780 сотрудников (сегодня их 1700). Головные цеха — механосборочный и колесный — на 85 % были оснащены оборудованием, не имевшим остаточной стоимости, т.е. подлежащим списанию. «Устарело не только инструментальное и ремонтное хозяйство, — рассказывает первый заместитель Генерального директора ЗРЭПС Петр Андреевич Зверев, — устарела вся система. Остро нуждалась в реорганизации вся ремонтная служба, системы оплаты труда и материально-технического снабжения и др. На заводе постоянно находился представитель руководства метрополитена, регламентировавший производственный и распределительный процесс буквально до мелочей. Завод потерял свое лицо. Снижение объемов выпуска продукции привело к тому, что эксплуатационные потребности метрополитена удовлетворялись примерно на 70 %».

Вследствие этого вагоны Московского метро эксплуатировались с несоблюдением сроков среднего ремонта, т.е. «ходили с перепробегом», а кадровая чехарда привела к тому, что за один только 1989 г. на заводе сменилось пять директоров. В том же году долг ЗРЭПС составил 300 млн. руб.

Новый Генеральный директор Л.В. Винник, проанализировав данную ситуацию, пришел к выводу, что выход из тупика заложен в переходе к новым формам хозяйствования. «В то время наиболее прогрессивной формой хозяйствования являлась аренда, — убежденно говорит он. — А для того, чтобы предпринимать какие-либо меры по оживлению производства, в первую очередь требовалось создать возможность самостоятельной деятельности не только для директора и его заместителей, но и для инженерной, конструкторской, экономической служб завода». И в течение 1990 г. Генеральный директор добился разрешения о переводе ЗРЭПС на арендный договор, создав в системе МПС первый прецедент такого рода. Реорганизацию производственного процесса начали по двум направлениям.

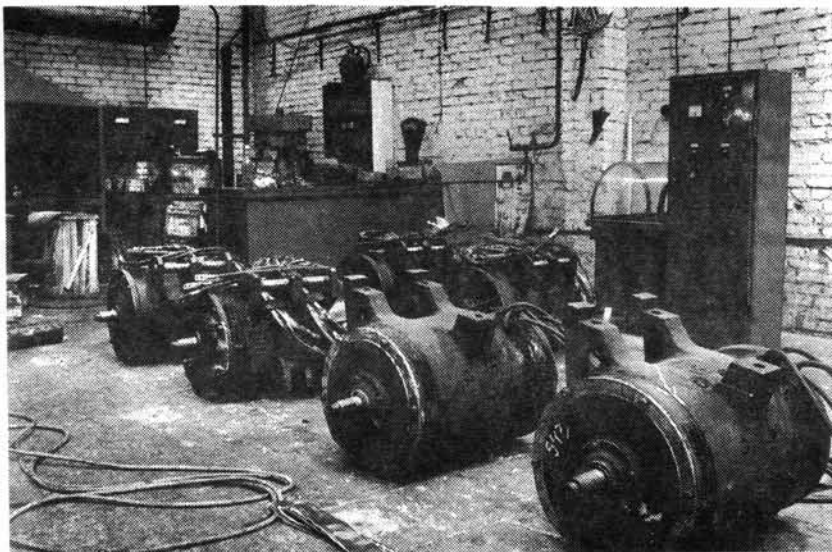
Во-первых, открыли мощные ремонтные цеха, что позволило существенно увеличить нагрузку на то же самое изношенное оборудование, заставив его эффективно работать, а также улучшили инструментальную базу.

Во-вторых, создали внутриводские приоритеты в оплате труда, подняв ее уровень в целом. Для этого на заводе была разработана собственная система, в основу которой был положен принцип двенадцатирядной тарифной сетки. Уровень ставок рабочих первого и шестого разрядов был увеличен. Коэффициент возрос с 0,95 до 2,5, что дало возможность повысить заинтересованность рабочих в освоении новой квалификации. Эта система — разработка завода, и в настоящее время успешно применяется на других предприятиях. Существовая в виде компьютерной базы данных, она очень эффективна в современных условиях, поскольку обладает встроенным антиинфляционным механизмом, позволяющим гибко реагировать на изменения экономической конъюнктуры.

Единый фонд оплаты труда стал источником свободных денег, которыми арендатор смог распоряжаться по своему усмотрению. Были введены собственные нормативы стоимости продукции, и на их основе стал формироваться фонд заработной платы по цехам и подразделениям завода. Это дало возможность уйти от прежней практики нарядов и сделать расчетным показателем трудоемкости.

За время работы по арендному договору на ЗРЭПС была создана собственная система материально-технического снабжения, которая оказалась лучше метрополитеновской и позволяет в сложной экономической обстановке поддерживать бесперебойный производственный процесс. Налажены связи с вагоностроительными заводами в Мытищах и в С.-Петербурге, а также с метрополитенами тех городов, в том числе и за рубежом, поставщиком которых ЗРЭПС являлся в прежние времена.

Экономические показатели улучшались с большим трудом, так как некоторое время продолжал действовать инерционный механизм (до 1991 г.). В 1993 г. рост производства составил 12 %, а в 1994 г. — 25 %. Завод полностью освободился от долгов, а прибыль за 1994 г. достигла 2 млрд. руб. В 1995 г. впервые был принят полный заказ метрополитена на средний и капитальный ремонт вагонов.



Мотороремонтный цех.

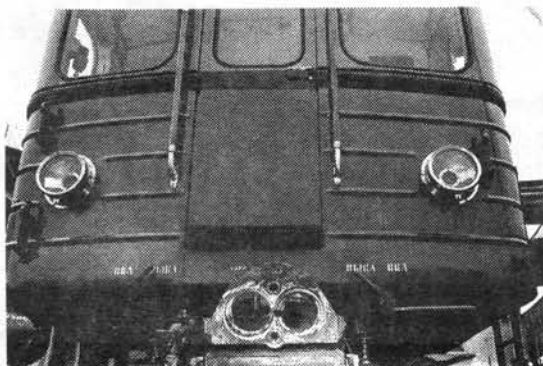
Л.В. Винник полагает, что «преобразование ЗРЭПС в акционерное общество закрытого типа должно дать мощный толчок к его развитию, так как каждый работник будет заинтересован в наращивании объемов и увеличении парка оборудования. Но преимущества акционирования люди смогут почувствовать только тогда, когда они получат первые дивиденды». На заводе разработана специальная система, по которой планируется распределение акций между его сотрудниками согласно их вкладу в производство. Для этих целей выполнены расчеты, создана специальная комиссия. Дивиденды будут начисляться с прибыли, полученной от работы оборудования, купленного на средства завода, т.е. принадлежащего теперь акционерам. Остальное оборудование является арендным и, следовательно, в формировании дивидендов не участвует. Поэтому завод прилагает максимум усилий для улучшения своей оснащенности.

В планах руководства завода

и метрополитена — реконструкция производственной площадки Сокол и реорганизация новой площадки Выхино с их последующей специализацией, новые конструкторские разработки, аналогов которым в мире пока не существует, улучшение показателей рентабельности всей деятельности.

Больше всего подкупает организованная на заводе мощная система социальных гарантий не только для всех возрастных работающих групп, но и для всех пенсионеров завода. «Никто не должен считать себя забытым и ненужным. Всех людей, связанных с нашим производством, мы обязаны поддержать», — такова твердая позиция Генерального директора ЗРЭПС Л.В. Винника и его первого заместителя П.А. Зверева. Ежеквартально пенсионеры получают от завода материальную помощь, которая индексируется в соответствии с инфляцией. Заключен договор с Институтом охраны труда по оформлению карт условий труда и аттестации рабочих мест для определения конкретных мер по снижению уровня профзаболеваний. Завод оплачивает лечение в медицинских учреждениях, осуществляет доплаты к отпуску и т.п.

Невозможно рассказать в небольшой статье обо всех достижениях, новшествах и планах завода, о которых с большой увлеченностью и понятной гордостью за достигнутое рассказывает его руководство. И лишний раз убеждаешься в мудрости восточной пословицы: «Дорогу осилит идущий». □



Вагон после ремонта.

Фото И. Чунусова

Деловой центр строителей первого отечественного метрополитена

В. ПИКУЛЬ,
ветеран Метростроя

Осенью 1931 г. в доме № 3 на старинной столичной улице Ильинка собрались первые представители управленческого авангарда создателей Московского метрополитена, чтобы возглавить и дать жизнь новой отрасли транспортного строительства. За десятилетия в стенах дома произошло множество событий и деловых встреч, обеспечивших успешный старт и динамичное развитие прогрессивной транспортной системы. Этот дом с дюжиной больших сводчатых окон по всему фасаду и слепками правительственных знаков поощрения над центральным входом по своему стилю соответствует зданиям Верхних и Средних рядов ГУМа. Дом действительно ранее составлял так называемые Теплые ряды громадного торгового комплекса, доминирующего над Красной площадью. Свидетельством былой принадлежности его к торгово-банковским строениям является и сохранившийся над порталом старинный барельеф с эмблемой, символизирующей развитие торговли и промышленности.

Сооружение, служившее метростроителям более шести десятилетий, было построено по проекту архитектора А.С. Никитина в 1865 г. Через 11 лет к правой стороне его вплотную примкнули стены пятиэтажного квартирного здания подворья Троицко-Сергиевой лавры с излюбленным коммерсантами и биржевиками рестораном. Это строение с

цилиндрической башней на углу долгое время было самым высоким в Москве.

Как же получилось, что именно здесь оказался деловой центр строителей первого отечественного метрополитена?

Известно, что решающим моментом к «немедленной» практической реализации проекта прокладки метро дало постановление ЦК ВКП(б) от 15 июня 1931 г. о реконструкции и дальнейшем развитии городов в годы плановых пятилеток. Естественно, что осуществление такого грандиозного замысла в первую очередь относилось к столице. Кроме того, Московский метрополитен должен был стать лучшим в мире.

Не следует забывать, что сооружение I очереди совпало по времени с началом разработки Генерального плана рекон-

струкции Москвы (так и не утвержденной до пуска первоочередной линии), что вследствие неопределенности внесло много трудностей исполнителям и той и другой задачи.

Для безотлагательной организации неведомого еще у нас строительства метрополитена требовались исключительно эрудированные специалисты, обладающие не только глубокими инженерными знаниями, но и огромным опытом производственников. Уже существовала убежденность, что с такой задачей мог бы справиться выдающийся инженер Павел Павлович Ротерт, зарекомендовавший себя как строитель первых в стране «небоскребов»: Дома промышленности в Харькове, Дома правительства в Москве, а с 1927 года — Днепростроя. Особенно привлекало то, что в заграничной командировке в



Здание Управления Мосметростроя на Ильинке.



Посещение одной из шахт строительства I очереди метро.

Слева-направо: начальник Метростроя П.П. Ротерт; секретари МК ВКП(б) Н.С. Хрущев и Л.М. Каганович; заместитель начальника Метростроя Е.Т. Абакумов; главный инженер закрытого способа работ (повернут плечом) А.И. Гертнер; председатель Моссовета Н.А. Булганин (снимок 1933 г.).

Европу и США наряду с изучением опыта возведения крупнейших зданий, мостов и гидростанций он внимательно ознакомился с методами сооружения тоннелей и метрополитенов в Нью-Йорке, Филадельфии, Париже и Берлине.

Так как стройка на Днепре в 1931 г. была еще в разгаре, постановлением СНК СССР от 23 августа 1931 г. П.П. Ротерт был назначен начальником Метростроя по совместительству. Поэтому в Москве должен был находиться опытный помощник начальника, связанный с аналогичным штабом в Запорожье. Им стал замечательный инженер-путеец Николай Илларионович Осколков, который будучи в 25-летнем возрасте, в 1912 г., руководил проектированием и строительством мемориального Бородинского моста в Москве.

Ротерт назначил Осколкова своим заместителем в Москве еще до выхода правительственного постановления об организации Метростроя, состоявшегося 23 сентября 1931 г.

Выбор места расположения штаба стройки в самом центре столицы, куда сходятся все направления уличных магистралей (а следовательно, будущих линий радиально-кольцевой сети метрополитена) был сделан по настоянию П.П. Ротерта, считавшего, что это позволит обеспечить быструю связь со строительными объектами и

центральными директивными организациями.

Освоение здания было непростым, так как оно долгое время не освобождалось прежними обитателями.

В начале октября организовался технический отдел под началом проф. В.Л. Николаи. Пришли сюда со своими огромными лекалами для вычерчивания криволинейных участков трассы ведущие проектировщики из МГЖД. Но предназначенный для них огромный зал на втором этаже (позже разбитый на отдельные клетушки для ближайших помощников начальника Метростроя) был занят многочисленными финансистами, неустанно крутившими ручки арифмометров «Феликс» и выстукивавшими итоги на счетах. Первые проектировщики технического отдела ютились в отдаленном углу зала.

Актуальность ударной стройки и настойчивость ее авангарда не остались без внимания: здание посетили «отцы» города — Л.М. Каганович, Н.С. Хрущев и Н.А. Булганин, которые трудились поблизости. Очевидно, по договоренности молодые исполнители приступили к решительным действиям: вечером, когда «банкиры» ушли домой (а мы уже тогда трудились до полуночи) мы вынесли все их вещи на третий этаж, представлявший собой захлащенное чердачное помещение. Банковских служащих больше не видели.

Затем возникла необходимость в срочном оборудовании рабочих мест для продолжающих прибывать ведущих проектировщиков и производственников. Заботу об этом взял на себя Н.И. Осколков. В то время не было еще фирменных магазинов и старую, но пригодную мебель начали изыскивать повсюду, не исключая бывших помещичьих усадеб. Так в кабинетах руководителей Метростроя появились сохранившиеся до наших дней прекрасные резные шкафы, столы, диваны. В коридоре долгое время стояло пневмомеханическое пианино, принадлежавшее, видимо, знатокам музыки (на перфорированных рулонах были записаны этюды Шопена). Пианино вскоре исчезло, а богатая резная мебель пришлось по вкусу знатным посетителям, часто бывавшим в Управлении Метростроя. Среди них — руководители зарубежных метрополитенов, представители отечественной и иностранных экспертиз, консультанты. В гостях бывали деятели науки, культуры, искусства. 27 июля 1934 г. Управление посетил известный классик научно-фантастической литературы Герберт Уэллс, имевший длительную беседу с Ротертом о строительстве Московского метро. Это была уже третья поездка писателя в Россию. В беседе он признался в ошибочной недооценке возможностей Советской России. К сожалению, Уэллс не успел побывать в тоннелях, так как буквально на следующий день, 28 июля, он должен был быть в Ленинграде, где его ждал соратник по основной биологической профессии И.П. Павлов.

Технический отдел Управления Метростроя занимался не только проектированием трассы и разработкой вариантов тоннельных конструкций, но и участвовал в натуральных изысканиях. Мы, молодые техники и инженеры, прошли по поверхности улиц и дворов путь над будущими линиями, намечая рациональное расположение строительных площадок. Но этим походы не ограничивались: автору этих строк пришлось пройти Мясницкую улицу под землей по подвалам зданий, чтобы выяснить, выдержат



Заместитель начальника Метростроя в 1931 — 32 гг. Н.И. Осколков.

ли их фундаменты на нагрузку по соседству с раскрываемым рядом котлованом.

В начале 1932 г. уже приступили к забивке свай, так как предполагалось строить всю I очередь способом мелкого заложения, рекомендованным проектом МГЖД (закрытый, «парижский») и альтернативным ему предложением немецкой фирмы «Сименс-Баунион» (открытый котлованный способ).

Для оценки проектных работ и начатых Метростроем опытных работ постановлением правительства в мае 1932 г. были созданы авторитетные советская и иностранные экспертные комиссии. Французские и немецкие специалисты были удовлетворены принятым решением, а английские — настаивали на переходе к ответственному Лондону глубокому заложению со щитовой проходкой. Неожиданно для руководства Метростроя эту идею поддержал в печати наш молодой инженер В.Л. Маковский.

В здании на Ильинке разыгрались острые дискуссии, закончившиеся, как известно, принятием «комбинированного» способа с глубоким заложением от Красных ворот до Театральной площади. На правительственные органы несомненно подействовала ссылка

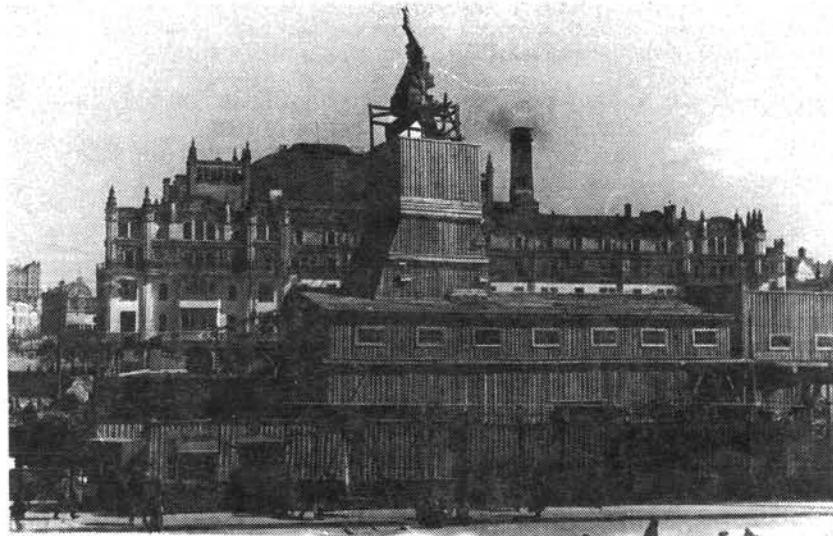
на стужавшиеся тучи военного конфликта.

Известно, какие дополнительные трудности пришлось испытать еще не окрепшим метростроевцам при осуществлении «комбинированного» варианта. И здесь неоценимую роль сыграл пришедший в метростроевский штаб в 1933 г. заместителем начальника строительства потомственный донбасский шахтер Е.Т. Абакумов. Двери его кабинета всегда были открыты для посетителей. Несмотря на противодействие городских властей, в Москве тогда появилось много домов барачного типа: надо было обеспечить метростроевцев жильем,

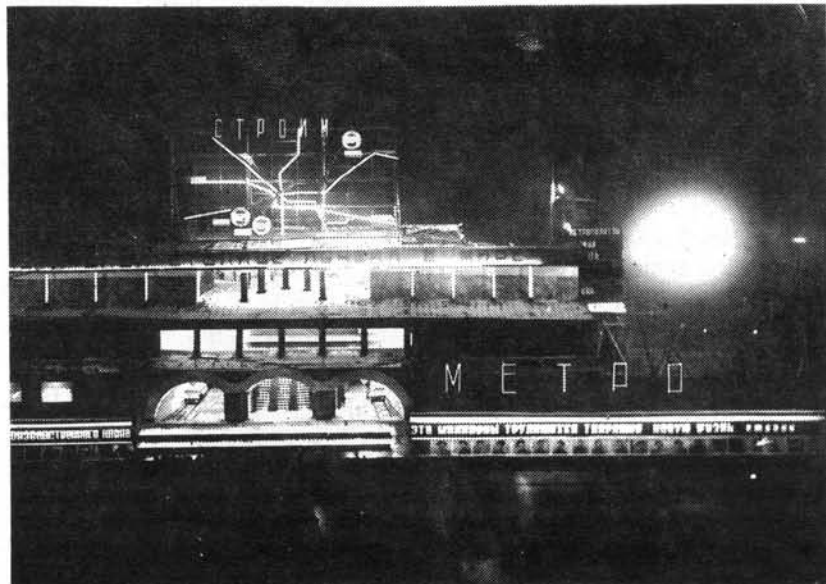
расположенным вблизи от рабочих мест. У недалекой подмосковной станции Лось вырос целый рабочий городок; проект его планировки вместе с архитектором С.М. Кравец разработал Н.И. Осколков.

К началу прокладки последующих очередей на Метрострое уже сложился замечательный коллектив тружеников новой отрасли.

Из зарубежных консультантов вспоминаются руководители Лондонского метрополитена (Купер, Эванс, Андерсен и др.), которым мы носили чертежи на просмотр в гостиницу «Интурист», а затем слушали их мнение в «штабе» на Ильинке.



Праздничное оформление шахты Метростроя на Театральной площади (1933 — 34 гг.).



Громадный стенд-макет на одной из площадей Москвы при вечернем освещении (1934 — 35 гг.).



Новое здание Управления Мосметростроя на Цветном бульваре.

Памятны непосредственно трудившиеся в этом здании консультанты И. Шульц (известный немецкий специалист по водопонижению), Ф. Баррет (английский специалист по щитовой проходке), П. Вайнер и Д. Морган (американские консультанты) и другие.

Особо хочется вспомнить деятельного Джорджа Моргана, которому автор, как исполнительный подмастерье, помогал графически оформлять чертежи. С 1931 г. он около двух лет по договору с американской фирмой работал на строительстве Магнитогорского металлургического комбината, а с 1933 г. до пуска I очереди — главным консультантом Метростроя. Он активно отстаивал многие свои предложения в штабе на Ильинке. Очень полезные советы дал при возведении станций на Лубянке, у Библиотеки им. Ленина, у Красных ворот. По его чертежам были внедрены на станциях и в наклонных ходах подвесные гидроизоляционные «зонты», в перегонных тоннелях вместо за-

громождавших сечение деревянных крепей — винтовые стойки типа «летучей арки». Удивительная хватка, подтверждающая его устоявшиеся инженерные навыки, сказалась на быстром нанесении им конструктивных эскизов: от руки он мог так точно набрасывать криволинейные контуры обделок или составных элементов, что их нельзя было отличить от выполненных с помощью циркуля.

Во время работы на Метрострое он проживал в доме на Земляном валу, этажом выше над квартирой Валерия Чкалова. В эти годы Морган получил высокую правительственную награду — орден Трудового Красного Знамени — и написал книжку «Московский метрополитен — лучший в мире», считая его «университетом» для инженеров.

Престижу и поддержке такой высокой марки правительственные органы и Метрострой уделяли много внимания. В праздничные дни на центральных площадях возводили

огромные макеты, в уличных витринах демонстрировали материалы, связанные с постройкой метро, в крупнейших учреждениях устраивали выставки.

Несмотря на отсутствие в те годы телепропаганды, рекламу лучшего в мире метрополитена решили распространить и за пределы Советского Союза. Появились почтовые марки, открытки и конверты с изображениями станций метро. Лучшая и наиболее полная реклама достижений развернувшихся пятилеток осуществлялась тогда большеформатным журналом «СССР на стройке», 8-й номер которого в 1935 г. решили посвятить строительству и пуску метрополитена.

На 65-м году Управление ГАО «Мосметрострой» решило покинуть обжитое помещение на Ильинке, 3, и отпраздновать новоселье во вновь отстроенном здании на Цветном бульваре, над одноименной станцией метро, в непосредственном соседстве с цирком и Центральным рынком. □

ПЕРВЫЕ РОССИЙСКИЕ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЕ ТОННЕЛИ

И. ВЫПОВ,

канд. техн. наук

В 1852 — 1862 гг. после Петербургско-Московской железной дороги в России была построена вторая магистраль — Петербург — Варшава протяженностью 1112 км (1042 версты). Дорога прокладывалась в направлении Петербург-Гатчина-Луга-Псков-Остров-Двинск (Даугавпилс) — Вильно-Гродно-Белосток-Варшава и от Вильно через Ковно (Каунас) до границы с Пруссией. Она имела не только экономическое, но и важное стратегическое значение, так как соединяла прибалтийские порты с Полесьем и центром страны. Постройкой дороги руководил инженер — генерал Э.И. Герстнер (1798 — 1878); его помощником — главным инженером сооружения дороги по мостам — был выдающийся русский инженер и ученый С.В. Кербедз (1810-1899), автор первого в России чугунного (Благовещенско-Николаевского) моста через Неву в Петербурге.

Сооружение железной дороги начали за счет средств казны, однако из-за острого дефицита капитала в государстве был проложен только участок до ст. Луга (43 км). С 1853 г., т.е. с начала Крымской войны, строительство магистрали было приостановлено.

В 1857 г. указом императора Александра II было учреждено Главное общество российских железных дорог с привлечением иностранного капитала. Его штаб-квартира располагалась в Париже, а более половины служащих общества были иностранцами. В том же году общество возобновило работы на линии и закончило их в 1862 г. с превышением сметной стои-

мости одной версты дороги на 20 % (фактическая стоимость 104 тыс.руб., плановая — 87 тыс.руб.).

На Петербургско-Варшавской железной дороге было возведено значительное количество сложных искусственных сооружений, в том числе мосты через крупные реки Буг, Нарова, Луга, Великая, Западная Двина, Неман и др. На мосту через Лугу со схемой 2x55,38 м С.В. Кербедз впервые в России применил металлические пролетные строения со сквозными (решетчатыми) фермами (в то время их называли фермами Тауна). Первый же такой мост пролетом 42,67 м был построен в 1845 г. на железнодорожной линии Дублин — Дрогеда в Ирландии.

Мосты через Великую и Западную Двину были запроектированы также С.В. Кербедзом (проекты были утверждены еще Николаем I), однако реализованы они не были. Мосты через эти, а также другие водотоки возводили французы по своим проектам, хотя по техническим характеристикам, и главным образом по расходу металла на пролетные строения, отечественные предложения были значительно экономичнее.

Петербургско-Варшавская железная дорога — в основном однопутная и лишь на участке в 63 км уложено два пути (Петербург-Гатчина и Вильно-Ландварово). Ширина колеи — 1524 мм, рельсы — стальные длиной 4,2 — 6 м, массой 30 — 35,9 кг/м. В путь уложены деревянные шпалы (1200 шт./км); толщина балластного слоя (песчаный, песчано-гравийный, щебеночный) — 30 — 50 см.

На территории современной

Литвы было пройдено два тоннеля: Вильнюсский (у ст. Панеряй) длиной 427 м и Ковенский (Каунасский) протяженностью 1278 м. Первый из них давно заменен обходом, засыпан и с исторической и инженерной точки зрения интереса уже не вызывает. История же Ковенского тоннеля такова.

При проведении изысканий на ветке Вильнюс — Прусская граница (лето 1857 г.) выявился объект, представляющий определенную сложность — переход через Неман (Нямунас) в его излучине. Были предложены два варианта перехода. Первый предусматривал построить высокий виадук длиной около 800 м и вырыть глубокую выемку на противоположном берегу реки, что требовало больших объемов работ, но позволяло трассировать линию с допустимыми уклонами. По второму варианту объемы земляных работ резко сокращались, но железная дорога у ст. Ковно удалялась от города на 3 км. Поэтому город предполагалось связать со станцией специальной соединительной веткой. Данный вариант перехода через Неман оказался значительно дешевле первого. Он и был принят к исполнению.

Весной 1858 г. начались строительные работы.

Однако возникли определенные неудобства для города Ковно и трудности в эксплуатации железной дороги. Тогда начальник II участка строительства дороги выпускник Института корпуса инженеров путей сообщения инженер — подполковник Г.Ф. Перрот (по архивным сведениям Перрот — 2-й) по собственной инициативе провел новые изыскания пере-

хода и предложил свое, более оптимальное решение проблемы, предусматривающее сооружение тоннеля, длина которого определилась равной 1278 м. Им же были разработаны проект тоннеля и методы производства работ.

После тщательного анализа технико-экономических показателей тоннельного варианта перехода предложение Перрота было утверждено ведомством путей сообщения, в решении которого было записано: «Департамент железных дорог обще с генерал-майором Кербедзом и полковником Журавским по рассмотрении представленных проектов туннелей Ковенского и Панарского полагал бы проекты сии утвердить с тем, чтобы размеры сводов и стен при производстве работ были соображены с качеством грунта... и чтобы стены туннелей в основании были соединены обратными стенками». Уже выполненные работы на подходах к Неману использовались и при реализации проекта Перрота.

Тоннели на Петербургско-Варшавской железной дороге были первыми в России и какой-либо опыт сооружения таких объектов в стране отсутствовал. Главное общество российских железных дорог поручило руководителю работами по прокладке обоих тоннелей их автору — Г.Ф. Перроту. Он был сторонником высокого качества строительных работ и категорически возражал против привлечения иностранных специалистов. В составленном им руководстве «Необходимые меры для обеспечения хорошей постройки Ковенского туннеля» Перрот подчеркивал: «Нет сомнения, что тогда только можно будет иметь уверенность в хорошем производстве работ, когда ими будет заведовать русский инженер, на котором остается ответственность и по окончании работ».

Поперечное сечение Ковенского тоннеля соответствовало заданному управлением Главного общества (рис. 1). Тоннель строился под два пути с кир-

пичной обделкой толщиной в 3 кирпича в пятах и 2,5 в замке и точках перелома профиля. По предложению С.В. Кербедза в механической лаборатории Института инженеров путей сообщения, основанной в 1854 г., под руководством проф. П.И. Собко были проведены испытания кирпича на прочность, которые подтвердили высокое качество этого древнего строительного материала. Был открыт кирпичный завод, вырабатывающий продукцию из местных глин. В кладки стен заложили металлические дренажные трубы для стока грунтовых вод и устроили ниши для укрытия обслуживающего персонала при проходе поездов. Пустоты между кирпичной кладкой и грунтом заполнялись камнем или кирпичным боем.

В плане на расстоянии 816,9 м от Вильнюсского портала тоннель расположен на прямой линии, а затем на длине 461,1 м на кривой $R = 958,5$ м. Уклон в сторону Ковно составляет 0,0015. Высота тоннеля от верха замка до поверхности земли — 28 — 35 м (по оси тоннеля).

Составленный Г.Ф. Перротом проект производства работ позволил вести проходку тон-

неля ускоренными темпами. Им была принята так называемая франко-бельгийская система работ, при которой первоначально сооружали свод, а затем под него подводили стены. Этот метод принципиально отличался от применявшейся в то время немецкой системы, при которой прежде выкладывали стены и уже потом на них опирали свод. Таким образом, Перрот доказал, что принятый им способ имеет значительное преимущество как по срокам сооружения, так и стоимости работ.

Прокладку тоннеля начали с проходки малой верхней галереи (штольни) и рытья колодцев (шахт) на глубину до его основания. Четыре основных из них располагались на расстоянии 170,4 м один от другого. Крайний колодец со стороны ст. Вильно был устроен в 383,4 м от портала, пятый, вспомогательный, — в 96 м от Ковенского портала. Таким образом, проходка велась на 6 участках, на двух из которых она производилась со стороны порталов, а на четырех (с основных колодцев) по двум противоположным направлениям (рис. 2). В целях безопасности проведения работ четыре колодца находи-

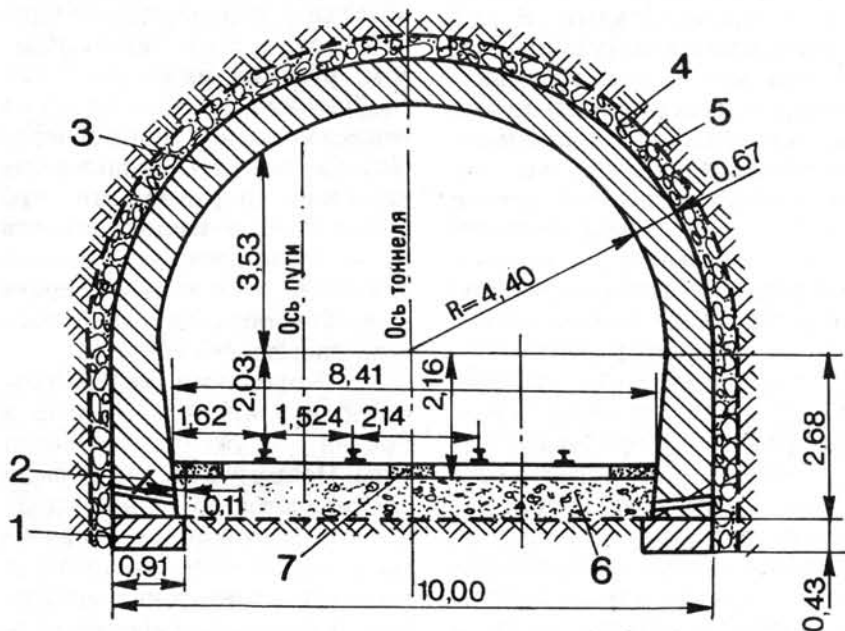


Рис. 1. Поперечное сечение Ковенского тоннеля:

1 — фундамент стен; 2 — дренажные трубы; 3 — кирпичная обделка; 4 — заполнение камнем или кирпичным боем; 5 — грунт; 6 — песчаный балласт; 7 — щебень.

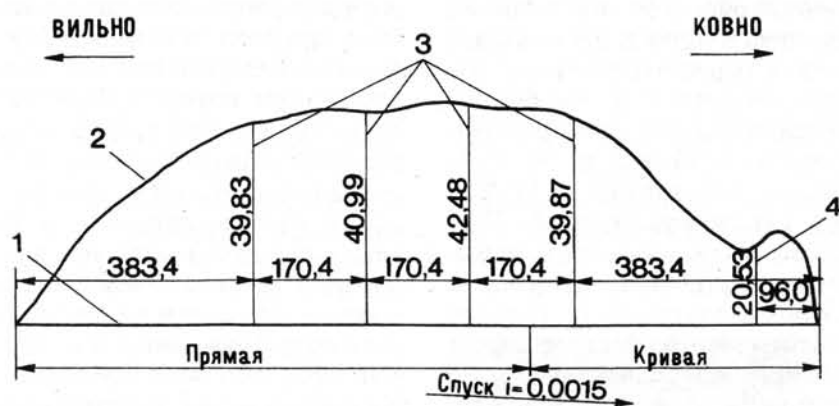


Рис. 2. Схема расположения колодцев:

1 — подошва тоннеля; 2 — дневная поверхность; 3 — основные колодцы (№ 1 — 4); 4 — вспомогательный (№ 5).

лись на расстоянии 9,6 м от оси тоннеля, а пятый — по его оси. Колодцы соединялись со штольной поперечными галереями. По поверхности тоннельного перехода уложили временный железнодорожный путь нормальной колеи. По нему подвозили на стройку поступающие по Неману материалы и частично транспортировали грунт.

Для сооружения верхней штольни вначале прошли малую галерею, которая затем преустроивалась в большую. Когда с Вильнюсской стороны она была построена на 65 м, начали разработку грунта калотты для кладки свода, которую вели участками длиной 4,2 м с такими же промежутками. В них осуществляли кладку свода после того, как на двух примыкающих участках (полосах) он был уже устроен. По окончании сооружения свода возводили стены тоннеля. Для этой цели в грунте разрабатывали колодцы и также заполняли их кирпичной кладкой (в шахматном порядке по обеим стенам тоннеля). Затем удаляли грунт.

В зарубежной практике тоннелестроения того времени толщину свода устанавливали эмпирически по аналогии с уже построенными в подобных условиях тоннелями (одинаковые габариты, идентичные геологические условия и т.д.). Толщина обделки изменялась лишь по длине сооружения в зависимости от свойств грунтов. Такой метод выбора параметров в ряде

случаев, в силу своей неопределенности, приводил к осложнениям при проходческих работах, неоправданно большим запасам или недостаточной прочности тоннельной обделки.

В Ковенском тоннеле Г.Ф. Перрот в результате постоянных наблюдений за поведением крепи в различных породах пришел к убеждению, что размеры обделки должны определяться исходя из величины горного давления проходимой породы. Свои убеждения Перрот обосновал статическими расчетами и разработал метод исчисления нагрузок на сооружение от горного давления. Для Ковенского тоннеля, в частности, было предложено девять типов обделки с переменной толщиной свода и стен. Таким образом, русский инженер путей сообщения впервые в практике тоннелестроения принял переменную толщину обделки с оптимальными размерами, что значительно снизило стоимость и сократило сроки сооружения тоннелей. Концепция Перрота в расчетах обделок сохранилась и до настоящего времени.

... Ковенский железнодорожный тоннель — первое в России сооружение подобного типа. Поэтому в стране не было специалистов по горнопроходческому делу и основные работы производили немецкие и частично французские минеры (так назывались рабочие-проходчики, хотя взрывные процессы в тоннеле из-за отсутствия скальных грунтов не ве-

лись). Для неквалифицированных операций (откатка грунта, подача и погрузка материалов, устройство путей и т.д.) использовались русские чернорабочие.

Работы шли круглосуточно, в три смены по 8 часов. Платили минерам по одному рублю за смену. Грунт перевозили в отвал на вагончиках по узкоколейным путям, а из колодцев поднимали паровыми машинами (их же применяли и для водоотлива). Из пятого колодца породу извлекали воротом, в ушатах. В штольнях вагончики толкали люди, на поверхности — отвозили лошадьми.

При сооружении тоннеля преобладал тяжелый ручной труд. И все же темпы работ на Ковенском железнодорожном тоннеле были сравнительно высокими, если учесть к тому же, что это был первый в стране железнодорожный тоннель. Так, проходка верхней штольни была начата в мае 1859 г. и закончена в январе 1860 г.; среднемесячная скорость сооружения направляющей штольни составила 160 пог.м.

В ноябре 1861 г. тоннель был открыт для рабочего движения поездов, а в мае 1862 г. — сдан в постоянную эксплуатацию. Таким образом, Ковенский двухпутный железнодорожный тоннель — первенец отечественного тоннелестроения — протяженностью 1278 м был построен за три года русскими инженерами с высоким качеством работ. Он безупречно служил железнодорожному транспорту до 1941 г. В первый же день Великой Отечественной войны тоннель был взорван нашими отступающими войсками. В июле 1944 г. его основательно разрушили немцы при отступлении: взорвали припортовые участки и в четырех местах в самом тоннеле. Всего лишь за один месяц советские войска капитально восстановили тоннель, выполнив при этом 55 тыс. м³ земляных работ и 1200 м³ бетонной кладки.

В настоящее время тоннель входит в комплекс сооружений Литовской железной дороги. □

Наука и техника в тоннелестроении Швейцарии

Тоннельной ассоциацией была организована деловая поездка группы специалистов-тоннельщиков в Швейцарию. Делегация ознакомилась с деятельностью фирм «Проматек АГ», «Медас АГ», «Алива АГ», «Мэдер Бауфарбен АГ» и посетила следующие объекты: подземный научно-исследовательский центр «Хагербах», строительство заглубленного объекта в Бадене, сооружение двухпутного железнодорожного Адлертоннеля, завод фирмы «Алива» по выпуску горнопроходческого оборудования, Сен-Готардский автодорожный тоннель, а также получила представление о производстве ремонтных работ на городском автодорожном тоннеле в Дизтиконе.

Подземный научно-исследовательский центр «Хагербах» находится примерно в 100 км от Цюриха и представляет собой трехкилометровую сеть подземных выработок (см. рисунок), включающую среди прочих: испытательные галереи оборудования фирмы «Алива», материалов и технологий фирмы «Сика», герметичную камеру для испытания новых типов взрывчатых веществ и вооружений, лабораторию для исследования новых видов строительных материалов, грунтовую лабораторию, музей горных пород и средств защиты при проведении горных работ, механические мастерские, комнаты отдыха и первой помощи, подземный ресторан, склады и пр.

Научно-исследовательский центр «Хагербах», основанный более 20 лет назад, предназначался для испытаний нового горнопроходческого оборудования, технологий и материалов без помех и в условиях, близких к реальным подземного строительства. Вначале центр проводил испытания только в

С. ВЛАСОВ,
канд. техн. наук
(Тоннельная ассоциация);

В. ГАРБЕР,
канд. техн. наук
(НИЦ ТМ АО «ЦНИИС»)

области буровых и взрывных работ, а затем его деятельность распространилась на все виды горнопроходческих процессов, в частности, на возведение различных типов временной крепи (анкерная крепь, арочная крепь, набрызгбетон), гидроизоляции (пленочная изоляция, наплавленная изоляция и др.), постоянной обделки (крепь Бернольда, монолитные и сборные обделки).

Центр был основан компаниями «Amberg Civil Engineering Ltd» и «S16 Swiss Industrial Company». Он принадлежит им и функционирует как корпорация.

В настоящее время в центре проводятся, например, следующие виды испытаний скальных горных пород и бетонных конструкций: на одноосное сжатие, на прочность при растяжении, на сцепляющие свойства, трехосные испытания, на прямой срез, на разбухание, химический анализ подземных вод, определение термальной проводимости, на морозостойкость.

Исследовательско-испытательный потенциал центра «Хагербах» характеризуется следующими возможностями:

испытание бурового оборудования и средств анкерного крепления для широкого диапазона подземных выработок (от галерей в человеческий рост до тоннелей с двухрядным автомобильным движением);

взрывные и огневые испытания с любым материалом во взрывных камерах с наблюде-

нием из обзорного убежища, в котором установлены видеокмеры и видеоманитофоны для записей результатов с немедленной передачей их в специальную комнату для обработки;

проведение полного цикла работ по сухому и мокрому способу набрызгбетонирования, включая доставку материалов, их транспортировку к забою, загрузку в набрызгбетонмашину, нанесение на поверхность выработки и промывку оборудования;

выполнение полного цикла работ по возведению постоянной обделки, в том числе монтаж и установка различного вида опалубок, подача бетонной смеси, ее уплотнение, устройство пленочной или наплавленной гидроизоляции, снятие опалубки.

В выработках центра смонтирован и функционирует современный бетонный завод, обеспечивающий испытания новых видов материалов.

Следует отметить высокую культуру строительного производства в центре: чистоту, отсутствие мусора и захламленности.

Во время посещения научно-исследовательского центра «Хагербах» нашей делегации были продемонстрированы процессы:

мокрое торкретирование с использованием насоса AL-277; сухое и мокрое набрызгбетонирование с применением установки AL-262.

На возведении заглубленного объекта «Белликон» в Бадене участники делегации наблюдали процесс мокрого набрызгбетонирования стены котлована высотой около 12 м, закрепленной свайно-анкерной крепью, с использованием агрегата AL-262. На другом объекте в Бадене (откос железнодорожной насыпи) мы озна-



План сооружений центра «Хагербах»:

- 1 — главный вход; 2 — трансформаторная станция; 3 — раздевалка; 4 — конференц-комната; 5 — компрессорная станция; 6 — ресторан; 7 — откос 1; 8 — сборочная и рабочая мастерские; 9 — хранилища; 10 — грунтовые и бетонные лаборатории; 11 — хранилище (склад); 12 — комната отдыха и комната первой помощи; 13 — подготовительная комната, лаборатории; 14 — откос 2; 15 — взрывная комната; 16 — наблюдательный пункт; 17 — вибрационная ниша; 18 — откос 3; 19 — склады; 20 — вентиляционная галерея; 21 — вентиляционная станция 1; 22 — вентиляционная ось 1; 23 — боковой вход; 24 — штаб; 25 — проходная галерея 1; 26 — вентиляционная дверь 1; 27 — вентиляционная дверь 2 (открывается воздухом); 28 — галерея для выхода воздуха; 29 — вентиляционная станция 2; 30 — вентиляционная ось 2; 31 — ось затвора 2; 32 — комнаты с оборудованием и лаборатории; 33 — испытательная комната; 34 — испытательная галерея; 35 — склад Weidmann A6 и испытательная галерея; 36 — испытательная галерея Aliva A6; 37 — склад Sika A6; 38 — испытательная галерея Sika A6; 39 — проходная галерея 2; 40 — мастерская и склад Aliva A6; 41 — складская галерея; 42 — хранилище и мастерская S 16; 43 — поперечное направление 1; 44 — точильная мастерская и склад S 16; 45 — испытательная и демонстрационная галерея S 16.

комились с проведением процесса сухого набрызгбетонирования с помощью агрегата AL-280, который может применяться и для мокрого набрызга.

Большое впечатление произвело посещение строительства семикилометрового двухпутного железнодорожного Адлертоннеля. Он сооружается с использованием механизированного роторного щита диаметром 12,6 м фирмы «Херренкнехт». Обделка тоннеля состоит из трех слоев: наружный — сборная высокоточная семиблочная железобетонная, затем — пленочная гидроизоляция с защитным покрытием и внутренний — железобетонная монолитная «рубашка». Здесь же на стройплощадке расположен мобильный завод по производству высокоточных железобетонных блоков обделки. Строительство тоннеля ведет фирма «Pratteln/BL».

На заводе фирмы «Алива АГ» в г. Виден делегация ознакомилась с полным циклом производства набрызгбетонных машин последнего поколения: AL-246, AL-262 и AL-280. Было также продемонстрировано изготовление манипуляторов для набрызгбетонных процессов в тоннелях большого сечения. Этот завод выпускает также и запасные части к механизмам и оборудованию. Делегация осмотрела склад запасных частей, имеющий высокую степень механизации погрузочно-разгрузочных и транспортных работ. Кроме того, был продемонстрирован передвижной электронный пункт управления роботоманипулятором для ремонта коллекторных тоннелей малого диаметра. Пункт представляет собой вагон на пневмоходу, оснащенный системой дистанционного управления, включающий теленаблюдение, теле-

метрию и телеуправление такими операциями робота-манипулятора, как зачистка поверхности поврежденных участков обделки, удаление строительных отходов, нанесение слоя наплавляемой гидроизоляции и торкретирование внутренней поверхности тоннеля.

Фирма «Mader Baufarben», расположенная в г. Диэтikon, специализируется на проведении ремонтно-восстановительных работ зданий и сооружений: тоннелей, мостов, домов и др. Основа ее деятельности заключается в разработке специальных укрепляющих и гидроизолирующих составов, наносимых на поврежденную поверхность сооружения методом набрызга или за опалубку с предварительной зачисткой поверхности. При этом арматура, примыкающая к последней и подвергшаяся коррозионному воздействию, либо покрывается специальными составами, либо, при сильном ее поражении, заменяется на новую.

После ознакомительной экскурсии по административно-производственному зданию делегация осмотрела городской автодорожный тоннель в Диэтиконе, где производились ремонтно-восстановительные работы с использованием материалов и технологии этой фирмы. Цикл работ включал: удаление поврежденных участков бетона защитного слоя стен тоннеля с помощью водяной струи высокого (до 400 ат) давления, удаление пораженных коррозией участков арматурных каркасов, установка и приварка новых арматурных сеток, покрытие их защитным составом, монтаж секций переставной опалубки и заливка за опалубку пластичной бетонной смеси со специальными добавками, обеспечивающими повышенную прочность и долговечность защитного слоя отремонтированной поверхности стен тоннеля. На отдельных его отрезках применялись бетоноломы для удаления наиболее глубоко пораженных участков стен и набрызгбетонмашины для торкретирования арматурных сеток перед установкой секций опалубки.

Представляет интерес и агрегат для разрушения защитного слоя бетонной поверхности, представляющий из себя самодвижной робот-манипулятор. На рабочем органе смонтированы несколько сопел малого диаметра. Через них подается вода под высоким давлением, создаваемым специальным гидронасосом, являющимся основной частью агрегата.

В заключение командировки делегация посетила 17-километровый автодорожный тоннель, расположенный в Швейцарских Альпах под Сен-Готардским перевалом, с шестиполосным движением (по 3 полосы в каждом направлении). Через каждые 400 — 500 м в нем имеются телефоны аварийной связи, а через каждые 4 - 5 км — герметические камеры с месячным запасом продовольствия и воды и с междугородней телефонной связью на случай возникновения аварийных ситуаций. Тоннель абсолютно сухой, хорошо освещается и проветривается, хотя в нем ощущается несколько повышенная температура.

Во время поездок по Швейцарии делегация видела немало автодорожных тоннелей. Для всех них характерны: полное отсутствие водопроявлений благодаря применению многослойных обделок с включением пленочной гидроизоляции; прекрасное дорожное покрытие; хорошие освещение и вентиляция; наглядная и удобная для восприятия информация об особенностях трассы; обязательное наличие средств аварийной связи и жизнеобеспечения на случай возникновения аварийных ситуаций.

В целом делегация, в состав которой входили тоннеле- и метростроители Москвы, Уфы, БАМа, Сочи, отметила очень высокий научно-технический уровень тоннелестроения Швейцарии, который объясняется большим вниманием к научным разработкам и обеспечением соответствующим их финансированием, а также тесной связью производственных и деловых кругов с научными центрами. □

Метрополитен Гамбурга

*Д. КАМУШКИН,
инженер*

Группа специалистов Гидропроект была направлена на учебу в Немецкую Академию менеджмента в Германию. Помимо учебы, нам была предложена обширная культурная программа, в том числе посещение крупнейших городов Германии. В Гамбурге нам представилась возможность ознакомиться с особенностями метрополитена.

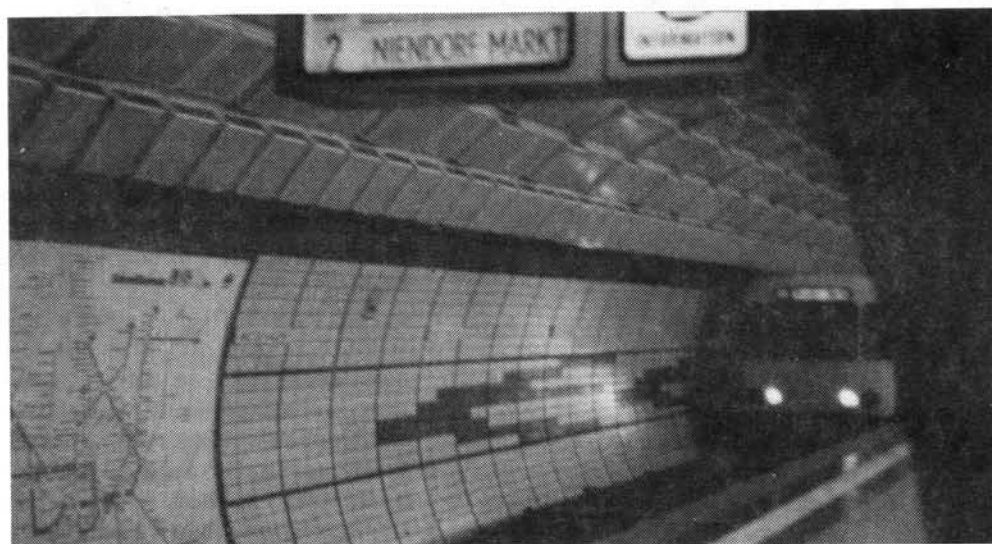
Гамбург — один из крупнейших городов Германии с населением более 2 млн. человек. Пассажирские перевозки здесь обеспечиваются автобусами и сетью скоростного внеуличного транспорта, представляющей собою систему линий трех типов: U-бана, S-бана и A-бана.

Первая состоит из 3 линий. Большая часть трассы расположена под землей в тоннелях мелкого и глубокого заложения. Большинство станций — мелкого заложения с боковыми платформами типа «Александровский сад» в Москве. Есть также колонного типа и односводчатые с островными платформами. Станции глубокого заложения — двухсводчатые, аналогичные станции «Арсенальная» в Киеве. Пассажиры попадают на платформы с помощью лестниц, эскалаторов и лифтов. Причем эскалаторы часто выходят прямо на поверхность улицы и оборудованы системой, отключающей машину при отсутствии на ней пассажиров.

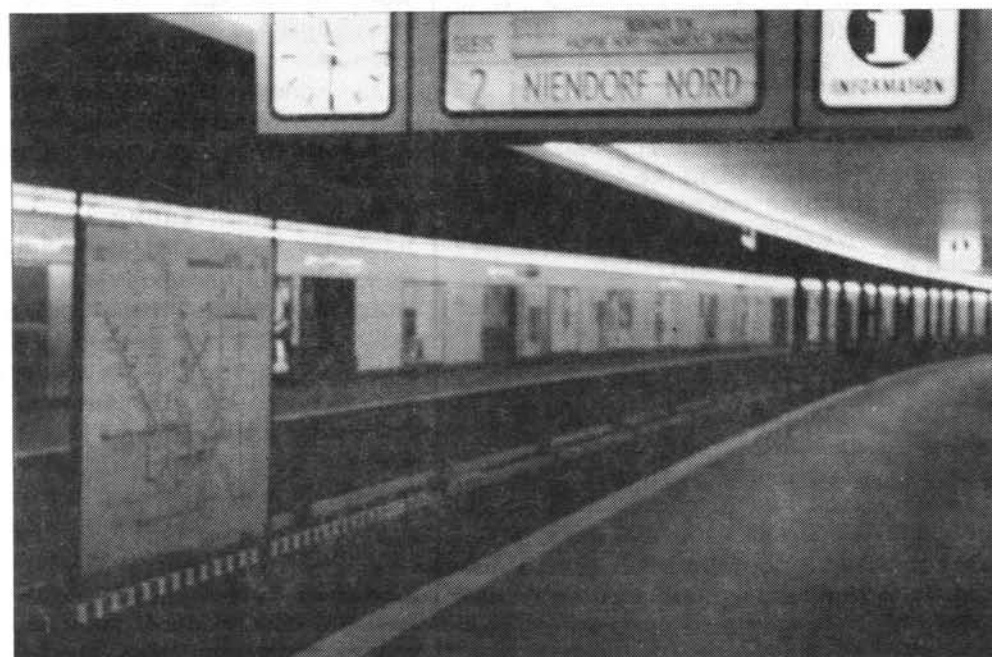
На значительном протяжении U-бан проходит по поверхности и по эстакадам. Станции на этих участках напоминают Филевскую линию метро в Москве.



Эстакадный участок.



Станция глубокого заложения.



Типовая станция мелкого заложения.

Поезда состоят из 4 вагонов. В каждом по 2 двери с обеих сторон. Двери закрываются машинистом, а открываются самими пассажирами, если есть желающие войти или выйти. Так как многие станции расположены на кривых, на платформах установлены телекамеры, а в кабинах машинистов — телевизоры, позволяющие наблюдать за процессом посадки. Места в салоне расположены по ходу и против хода поезда.

Сеть S-бана состоит из 5 основных и 3 дополнительных маршрутов. Большая часть трассы проходит по поверхности, только в центральной части города составы идут по тоннелям. Электроснабжение осуществляется с помощью контактного рельса. Поезда состоят из 6 вагонов. Каждый оборудован 4 дверьми с обеих сторон. В составе есть вагоны первого класса с мягкими сиденьями.

Поезда курсируют строго по расписанию. Информация о номере прибывающего поезда появляется на табло и объявляется по радио. Для удобства пассажиров схемы линий имеются на каждой платформе и в каждом вагоне, причем в последнем они наклеены на потолок, что позволяет хорошо ориентироваться при большом количестве пассажиров.

В Гамбурге есть также 3 линии дизельпоездов — А-

бана. Пассажиропоток на них небольшой и эксплуатируются двухвагонные составы.

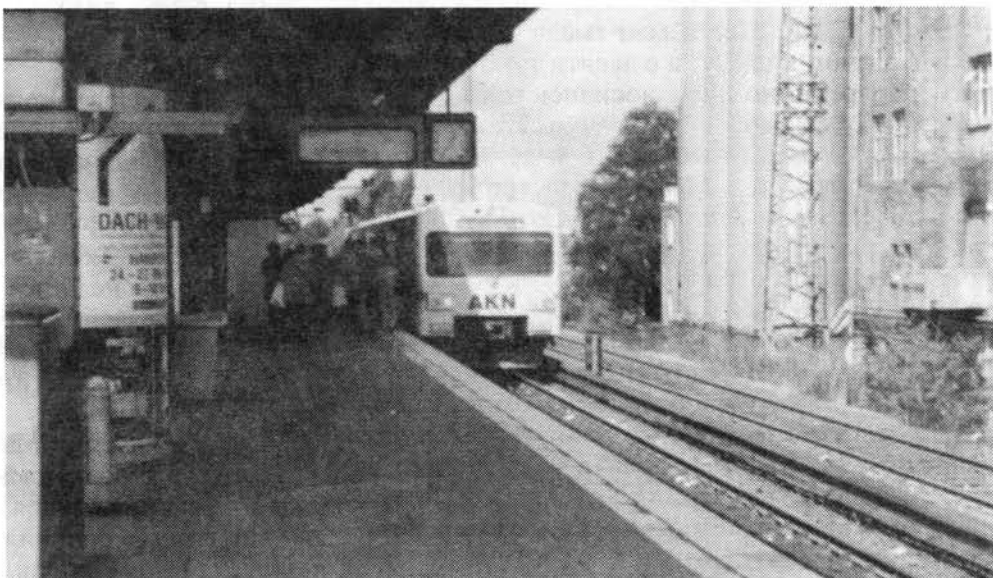
Все линии U-бана и S-бана пересекаются в нескольких пересадочных узлах, образуемых двумя или тремя линиями. На некоторых пересадочных станциях к одной платформе прибывают поезда разных линий, как на «Китай-городе» и «Третьяковской» в Москве. Крупнейший пересадочный узел расположен на Центральном железнодорожном вокзале, где сходятся все линии U-бана и S-бана. Он состоит из трех станций мелкого заложения, один — глубокого и станции, расположенной непосредственно в здании вокзала.

Стоимость проезда зависит от расстояния. Билет на поездки в течение дня в пределах центральной зоны стоит 1,5 ДМ, а по всей сети 7,5 ДМ. Билеты приобретаются в автоматах, принимающих как металлические, так и бумажные деньги, и выдающих при необходимости сдачу. Проверка билетов осуществляется контролерами в поездах.

Следует отметить, что метрополитен в Гамбурге имеет чисто функциональное назначение и по архитектуре сооружений далеко отстает от Московского.



Поезд на станции S-бана.



Дизельный поезд на станции метро.



□ Пересадочная станция.

Бернгард Келлерман

ТУННЕЛЬ

9

Аллан опубликовал обращение к бастующим рабочим. Он дал им три дня на размышление — не желающие приниматься за работу могут считать себя уволенными.

Гигантские митинги состоялись на мусорных полях Мак-Сити. Шестьдесят тысяч человек теснились плечом к плечу, и с десяти трибун (вагонов) одновременно произносились речи.

В холодном и сыром октябрьском воздухе беспрерывно раздавались одни и те же слова: туннель... туннель... Мак ... катастрофа... три тысячи человек ... синдикат, и опять туннель... туннель...

Туннель проглотил три тысячи жертв и внушал рабочим армиям ужас! Как легко и они могли сгореть или задохнуться в пылающей глубине и как легко может опять произойти подобная катастрофа, пожалуй, и большая! Их может постигнуть еще худшая смерть. Они содрогались, вспоминая об «аде». Массовый страх охватил их. Этот страх заразил работавших в Европе, на Азорских и Бермудских островах. Здесь тоже работа стояла.

Синдикат подкупил отдельных вождей рабочих и послал их на ораторские трибуны. Подкупленные ратовали за немедленное возобновление работ.

— Нас шестьдесят тысяч! — надсаживались они. — Вместе с рабочими других станций и подсобных производств нас сто восемьдесят тысяч! Зима на носу! Куда нам деться? У нас жены, дети. Кто же нас прокормит? Мы собьем все цены на рынке труда, и нас будут проклинать!

С этим все соглашались. Ораторы этого рода указывали на воодушевление, с которым производились работы, на хорошие отношения между рабочими и синдикатом, на относительно высокую заработную плату.

— В «чистилище» и в «аду» зарабатывали по пяти и шести долларов в день многие из тех, кто мог бы разве только сапоги чистить или улицы подметать. Разве я лгу?

Они указывали на рабочие поселки и восклицали:

— Посмотрите на ваши дома, ваши сады, ваши площадки для игр. Для вас устроены бани и читальни. Мак сделал из вас людей, и ваши дети растут здоровыми и живут в чистоте. Отправляйтесь в Нью-Йорк и Чикаго на съедение клопам и вшам!

Они подчеркивали, что за шесть лет не случилось других крупных несчастий и что синдикат примет самые широкие меры предосторожности, чтобы избежать второй катастрофы.

Против этого ничего нельзя было возразить. Нет! Но вдруг ими опять овладевал страх, и никакие слова не могли их убедить. Они орали и свистели, закидывали ораторов камнями и говорили им прямо в лицо, что они подкуплены синдикатом.

— Никто больше пальцем не шевельнет для проклятого туннеля!

Это было лейтмотивом для остальных ораторов.

— Никто!

И гром аплодисментов, разносившийся на много миль, выражал общее одобрение. Эти ораторы доказывали опасность строительства. Они напоминали о всех жертвах, которые туннель унес до катастрофы. Круглым счетом — тысяча восемьсот человек за шесть лет! Это разве мало? Разве никто не помнит о тех тысяча восьмистах, которые раздавлены, перерезаны поездами? Они говорили о «корчах», от которых неделями страдали сотни людей, а иные, быть может, будут страдать всю жизнь.

— Мы раскусили Мака! — кричали ораторы (часть их была подкуплена пароходными компаниями, стремившимися как можно дальше отодвинуть срок окончания туннеля). — Мак вовсе не друг рабочим! Вздор и ложь! Мак — капиталистический палач! Самый ужасный палач, какого носила земля! Мак — волк в овечьей шкуре! Сто восемьдесят тысяч человек работают у него. Двадцать тысяч свалившихся на его адской работе людей он ежегодно подлечивает в своих госпиталях, чтобы потом послать их к черту — они навсегда останутся инвалидами. Пусть они гниют на улицах, пусть подышают в богадельнях. Маку на это наплевать! Сколько человеческого материала извел он за эти шесть лет! Хватит! Пусть Мак поищет, где ему взять людей. Пусть наберет в Африке черных рабов для своего ада, пусть он купит у правительства преступников и каторжников. Взгляните на эту вереницу гробов! Гроб за гробом — на два километра! Решайтесь!

Вой, рев, гул были ответом.

Цельными днями бушевала борьба в Мак-Сити. Тысячи раз повторялись одни и те же аргументы за и против.

На третий день Аллан выступил сам.

Утром он предал кремации Мод и Эдит, а после обеда, еще оглушенный тоской и горем,

часами говорил с тысячной толпой. Чем дальше он говорил и чем громче кричал в рупор, тем больше чувствовал, как возвращались к нему прежняя сила и прежняя вера в свое дело.

Его речь, о которой оповещали метровые плакаты, одновременно повторялась в разных местах мусорного поля на немецком, французском, итальянском, испанском, польском и русском языках. В сотнях тысяч экземпляров она разбрасывалась по всему земному шару. Ее в один и тот же час на семи языках выкрикивали через рупор на Бермудских, Азорских островах, в Финистерре, Бискайе.

Алана встретили молчанием. Когда он прокладывал себе дорогу в толпе, люди расступались, а многие даже прикоснулись к фуражкам. Не было слышно ни звука, и улица ледяной тишины, в которой застывал всякий разговор, указывала его путь. Когда он показался на железнодорожной платформе среди моря голов, — тот самый Мак, которого они все знали, с которым каждый имел случай поговорить, который каждому жал руку, чьи крепкие, белые зубы знал каждый, — когда он показался, этот коногон из «Дяди Тома», — мощное движение всколыхнуло поле, массы стихийно сдвинулись. Это был судорожный напор огромной армии, стянувшейся подобно клинью, толкаемым гидравлическими прессами к одному центру. Но не было слышно ни звука.

Алан кричал в мегафон. Он трубил каждую фразу на все четыре стороны.

— Я пришел говорить с вами, рабочие туннеля! — начал он. — Я Мак Аллан, и вы меня знаете! Вы кричите, что я убил три тысячи человек. Это ложь! Судьба сильнее человека. Работа убила эти три тысячи человек. Работа ежедневно убивает сотни людей на земле! Работа — это битва, а в битве бывают убитые. В одном только Нью-Йорке, который вы знаете, работа убивает ежедневно двадцать пять человек! Но никто не думает о том, чтобы перестать работать в Нью-Йорке. Море убивает ежегодно двадцать тысяч человек, но никто не думает о том, чтобы перестать работать на море. Вы потеряли друзей, рабочие туннеля, я это знаю. И я потерял друзей — так же, как и вы! Мы поквитались! Как в работе, так и в горе — мы товарищи! Рабочие туннеля...

Он стремился вновь разжечь тот энтузиазм, который все эти шесть лет побуждал рабочих к неслыханному напряжению сил. Он говорил, что строит туннель не для своего удовольствия. Туннель должен породнить Америку и Европу, два мира, две культуры. Туннель даст хлеб насущный тысячам людей. Туннель создается не для обогащения отдельных капиталистов: в такой же мере он принадлежит народу.

— Вам самим, рабочие туннеля, принадлежит туннель. Вы сами акционеры синдиката!

Алан почувствовал, что искра перескочила

от него к морю голов. Возгласы, шум, движение! Контакт был достигнут...

— Я сам рабочий, — кричал Аллан. — Рабочий, как и вы. Я ненавижу трусов! Долой трусов! Но храбрые пусть остаются! Труд не только средство для насыщения! Труд — идеал. Труд — религия нашего времени!

Шум.

Все складывалось благоприятно для Аллана. Но когда он предложил возобновить работу, опять воцарилась ледяная тишина. Страх снова охватил всех...

Алан проиграл.

Вечером вожди рабочих собрались на совещание, длившееся до раннего утра. А утром их уполномоченные заявили, что они не возобновят работ.

Океанские и европейские станции присоединились к решению американских товарищей.

В это утро Аллан рассчитал сто восемьдесят тысяч человек. Он потребовал, чтобы квартиры были освобождены через сорок восемь часов.

Туннель затих. Мак-Сити словно вымер.

Лишь кое-где стояли солдаты милиции, ружье к ноге.

Часть пятая

1

Эдисоновский био нажил в эти дни целое состояние. Он показывал даже саму катастрофу внутри туннеля и бег ради спасения жизни по штольням. Он показывал собрание. Мак говорит. Все!

Загребали несметные суммы и газеты, издатели их жирели. Катастрофа, спасательные работы, грандиозные митинги, забастовка — все это были пушечные выстрелы, которые вспугивали жаждущую ужасов и сенсаций огромную армию газетных читателей. Во всем мире газеты рвали из рук.

Рабочая пресса пяти континентов изображала Мака Аллана призраком эпохи, забрызганным кровью и грязью, пожирателем людей с броневыми денежными шкафами в руках. Ежедневно ротационные машины всех стран разрывали его на части. Они клеймили туннельный синдикат, называя его самым бесстыдным рабовладельцем всех времен, невиданным капиталистическим тираном.

Уволенные рабочие держали себя угрожающе. Но и Аллан держал их под угрозой. На всех бараках, на углах улиц и столбах появилось следующее объявление: «Рабочие туннеля! Синдикат будет защищать свое имущество до последнего болта. Мы предупреждаем, что во всех зданиях синдиката установлены пулеметы! Мы предупреждаем, что шутить не намерены!».

Откуда вдруг у Мака взялись пулеметы? Оказалось, что они тут находились годами — на всякий случай! К этому Маку нелегко было подступиться!

Ровно через сорок восемь часов после увольнения в рабочих поселках уже не было ни света, ни воды. Оставалось только уйти или драться с синдикатом.

Все же рабочие не хотели уйти, не хлопнув дверью! Они хотели напомнить миру о своем существовании, хотели показать себя перед уходом.

На следующий день пятьдесят тысяч рабочих отправились в Нью-Йорк. Они отбыли в пятидесяти поездах и в полдень целой армией прибыли в Гобокен. У полиции не было повода запретить этим массам вход в Нью-Йорк: всякий стремившийся в Нью-Йорк имел на это право. Но телефоны в полицейских участках работали непрерывно, за движением рабочей армии тщательно наблюдали.

На два часа в туннеле Гудсон-Ривер прекратилось почти всякое движение: рабочие тянулись в нем бесконечной вереницей, и туннель гремел от их шагов и пения.

Выйдя из туннеля, армия выстроилась для демонстрации и повернула на Кристофер-стрит. Впереди шел оркестр, производивший варварский шум. За ним — знаменосцы, которые несли флаг с красной надписью: «Рабочие туннеля». Дальше следовали ряды красных знамен Интернациональной рабочей лиги, а дальше над головами демонстрантов развевались сотни национальных флагов всего мира.

За пестрым лесом флагов шагали негры. Они несли плакат с огромной надписью: «Рабочие «ада». За ними шла группа, тащившая виселицу. На виселице болталась кукла: Аллан!

Он был украшен огненно-красным париком, на круглой голове, сделанной из старого мешка, белые зубы были намалеваны краской. Из попоны смастерили широкое пальто, напоминавшее известный всем коричневый ульстер Мака.

Казненному Аллану предшествовал огромный плакат, на котором красовалось: «Мак Аллан, убийца 5000 человек».

Среди маршировавшей толпы двигались десятки оркестров, игравших одновременно и наполнявших ущелье Бродвея таким треском и звоном, словно сразу разбивались об асфальт тысячи стекол. Толпы рабочих горланили, свистели, хохотали, все рты были искажены усилием производить шум. Некоторые отряды пели «Интернационал», другие «Марсельезу», третьи попеременно все, что приходило в голову. Но основной звуковой фон создавал стук шагов, глухой такт тяжелых сапог, часами повторявший одно и то же слово: туннель, туннель, туннель...

Одна группа посреди процессии возбудила большой интерес. Ей предшествовали флаги всех наций и огромный плакат:

«Калеки Мака!»

Группа состояла из людей, потерявших руку или ногу, из ковлявших на деревянной ноге и даже из таких, которые, раскачиваясь, подобно

колоколу, подвигались вперед на двух костылях.

За ними брели мужчины с желтыми, болезненными лицами — это были страдающие «корчами».

Рабочие туннеля маршировали колоннами по десять человек в ряд, и процессия растянулась на пять километров. Ее хвост еще только выходил из туннеля Гудсон-Ривер, когда голова достигла Уолл-стрит. Соблюдая полный порядок, армия туннельных рабочих катилась по Бродвею, и мостовые, по которым она проходила, эти сглаженные автомобильными шинами мостовые еще на следующий день хранили отпечатки гвоздей от ее сапог. Движение было прервано. Бесконечные ряды трамвайных вагонов, экипажей, автомобилей ждали конца шествия. Все окна и витрины были усеяны любопытными.

Фотографы прицеливались и шелкали, кинооператоры вертели рукоятки.

В незаметном частном автомобиле, среди бушующего потока людей, вместе с сотнями других ожидавших возможности проехать сидели Ллойд и Этель. Этель трепетала от волнения и любопытства.

Когда проходили «рабочие ада», Этель постучала в окно. Негры осклабились и прижали отвратительные кирпичные ладони к стеклу. Но они не могли остановиться, так как шедшие сзади подгоняли их.

— Не вздумай опускать окно, детка! — равнодушно сказал Ллойд.

Ллойд хорошо знал, что их жизнь находилась в опасности, но ни одним словом не выдал своих опасений. Он не боялся быть убитым, но знал, что если чей-нибудь голос крикнет: это автомобиль Ллойда! — произойдет следующее: любопытные окружат его автомобиль и сомнут его. Их самих — без всякого злого умысла! — выволокут и задавят насмерть. В лучшем случае ему и Этель пришлось бы испытать удовольствие принять участие в процессии по Нью-Йорку на плечах двух негров, — а это его отнюдь не соблазняло.

Он восхищался Этель, он всегда был в восторге от нее. Она совсем не думала об опасности! В этом она походила на мать.

Когда лес красных флагов достиг здания синдиката, рабочие нашли тяжелую дверь подъезда запертой, окна двух первых этажей закрытыми железными ставнями. Никто не показывался ни в одном из четырехсот окон фасада. На гранитной лестнице, перед тяжелой дубовой дверью стоял один-единственный полицейский. Огромный, толстый ирландец в серой суконной форме, с кожаным ремешком серой суконной каски под розовым двойным подбородком. Лицо у него было круглое, как луна, с золотисто-рыжей щетиной бороды. Веселыми голубыми глазами он смотрел на приближавшийся поток рабочих, успокаивающе, с добродушной улыбкой поднимал руку, огромную руку в белой шерстяной перчатке, похожую на лопату снега, и беспрестанно

повторял, сопровождая свои слова сочным громким смехом:

— Не горячитесь, ребята!

Словно невзначай, медленно подъехали по Пайн-стрит три блестящих паровых пожарных насоса с надписью: «Возврат в депо». Они остановились, задержанные демонстрацией, и терпеливо ждали. Из их сверкающих медных труб подымался к ясному небу беловатый дымок, и нагретый воздух дрожал над их стальными телами.

Конечно, нельзя умолчать о том, что добродушно улыбавшийся ирландец с большими белыми руками, стоявший без всякого оружия, даже без дубинки, имел в кармане свисток. Если бы он был вынужден воспользоваться им, то за одну минуту эти три чистеньких, невинно и вежливо ожидавших насоса, слегка покачивавшихся на рессорах от скопления энергии, выпустили бы в толпу девять тысяч литров воды. Кроме того, висевший под карнизом над окнами первого этажа никем не замеченный четырехметровый рулон развернулся бы и огромными буквами крикнул на улицу: «Берегитесь! В здании двести констеблей. Берегитесь!».

Но огромному розовому ирландцу незачем было хвататься за свисток.

Сперва перед четырьмястами окон здания синдиката взлетел громовый крик, чудовищный рев, в котором совершенно потонул бешеный грохот оркестров. После этого стали вешать Мака! Под аккомпанемент неистовых криков его поднимали на виселицу, спускали и вновь поднимали. Веревка оборвалась, и беспомощная фигура Мака свалилась на головы демонстрантам. Веревку снова привязали, и экзекуция, сопровождаемая пронзительными свистками, возобновилась. Кто-то из толпы, стоя на плечах двух человек, произнес краткую речь. Ни одного слова, ни даже звука его голоса нельзя было расслышать среди шума. Но человек продолжал говорить своим искаженным лицом, руками, которые он выбрасывал в воздух, своими судорожно скрюченными пальцами, которыми он месил слова и бросал в толпу. С пеной на губах он потряс кулаками перед зданием синдиката. Этим он закончил свою речь, и все ее поняли. Взметнулся ураган голосов. Он был слышен даже на Баттери.

В конце концов могло случиться, что и пришлось бы пустить паровые насосы, так как фанатическое возбуждение толпы перед зданием все

росло. Но сама природа этой демонстрации была такова, что дело не могло дойти до взрыва, который сплющил бы в лепешку жирного ирландца и смел прочь все три чистеньких паровых насоса. В то время, как две тысячи демонстрантов находились перед зданием, сорок восемь тысяч с автоматической равномерной энергией напирала на них сзади. Таким образом, должен был настать момент, когда эти две тысячи, горячившиеся перед вымершим зданием, были сжаты с такой силой, что их вытолкнуло через Уолл-стрит, словно пробку из пневматического ружья.

Больше двух часов здание синдиката было окружено таким адским шумом, что клеркам и стенографисткам стало страшно.

Гул потянулся через Перл-стрит и Бовери к Третьей, а оттуда к Пятой авеню, где стояли безвкусные дворцы миллионеров. Дворцы были безмолвны и безжизненны. Перед желтым, уже немного облупленным дворцом в стиле ренессанс, отделенным от улицы садом, процессия снова остановилась, так как предстояло повесить Ллойда. Дом Ллойда казался таким же вымершим, как и остальные. Только в угловом окне первого этажа стояла женщина и смотрела на улицу. Это была Этель. Но так как ни один из участников шествия не верил, чтобы кто-нибудь из семьи Ллойда осмелился показаться, Этель приняли за служанку.

Демонстранты двинулись мимо Центрального парка к скверу Колумба. Оттуда — обратно к площади Мэдисона. Здесь с фанатическими криками сожгли кукол.

Этим и закончилась демонстрация. Рабочие туннеля рассеялись. Они затерялись в салунах Ист-Ривера, и через час гигантский город поглотил их.

Было условлено, что в десять часов они встретятся перед туннельной станцией Гобокен.

Здесь рабочих ждала большая неожиданность: станция была оцеплена широкоплечими констеблями. Но так как рабочие стекались постепенно, а их предприимчивость была истощена долгим хождением, криками и алкоголем, у них уже не было энергии для дружного удара. Плакаты оповещали, что холостым рабочим незачем возвращаться в Мак-Сити. Ехать могут только семейные.

Ряд агентов вел тщательный контроль, и каждые полчаса отправлялись поезда в Мак-Сити. В шесть часов утра были отправлены последние.

(Продолжение следует)

Подписано к печати 15.02.96. Формат 60 x 84 1/8
Бумага офсетная. Гарнитура «Таймс». Печать офсетная.
Объем 6,0 усл. п. л. Зак. 4.

Информационно-издательский центр «ТИМР»
129344, Москва, ул. Ленская, 2/21

Отпечатано в типографии АО «ИНФОРМПРИБОР»