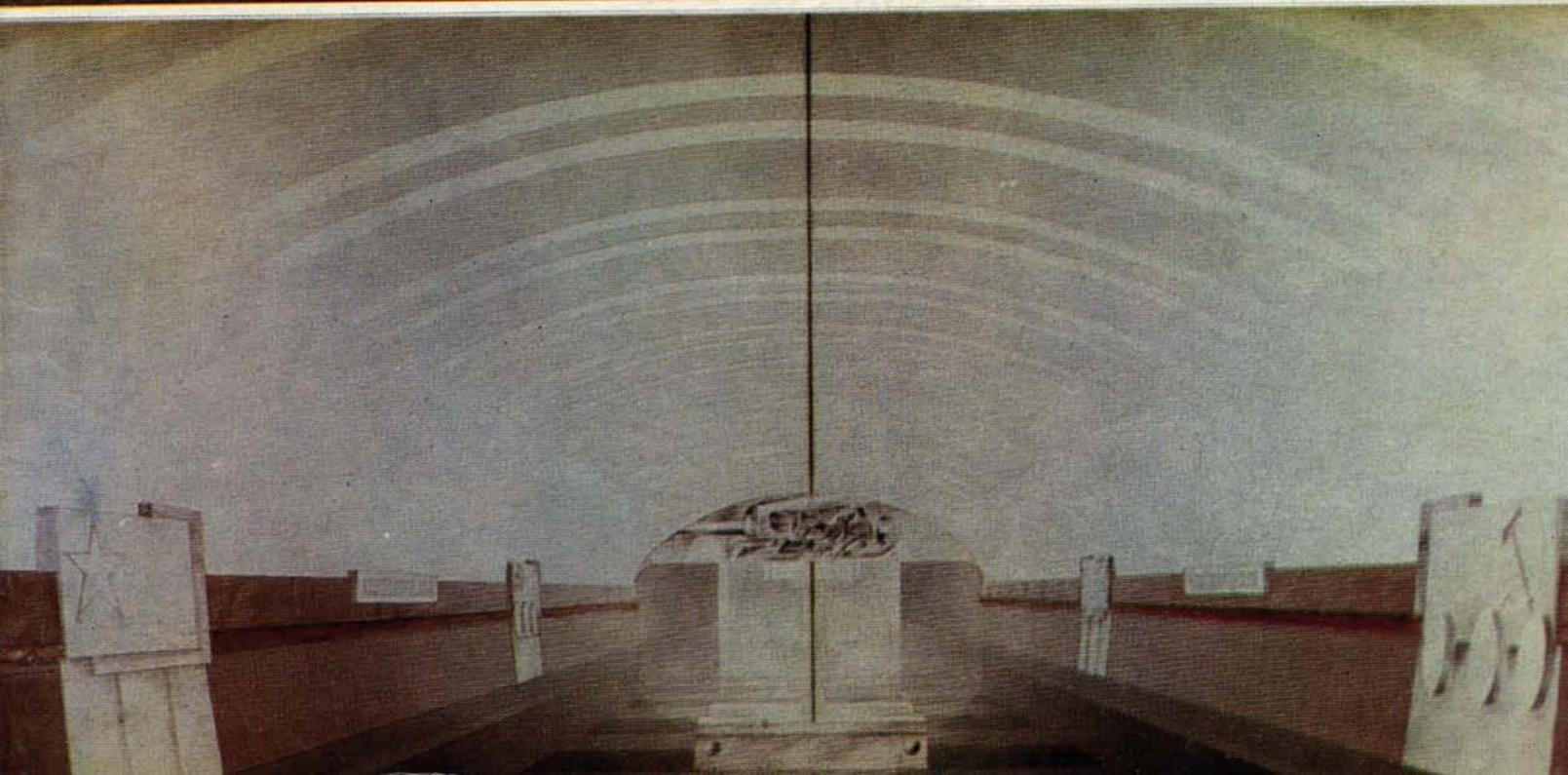
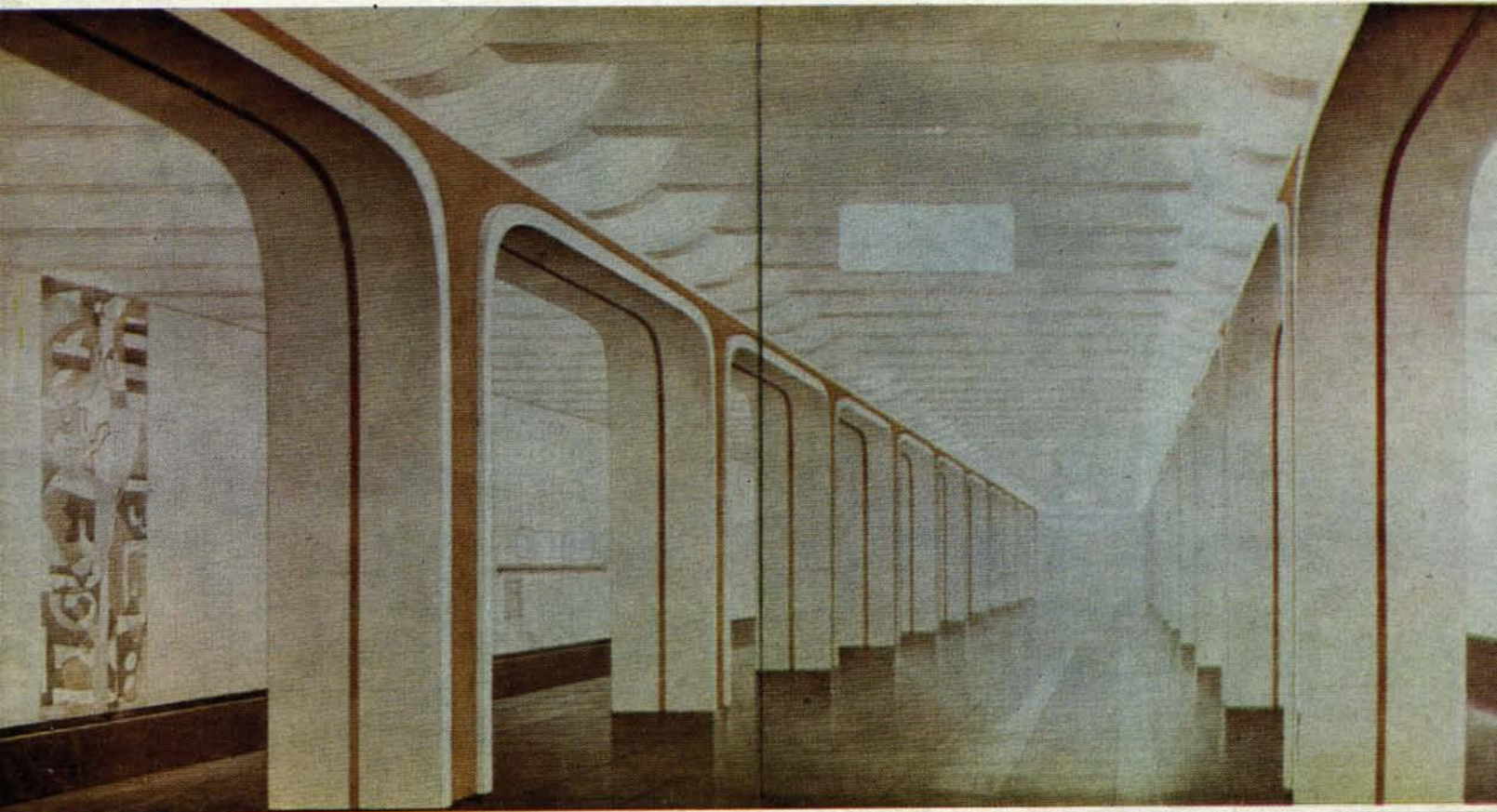


Перспективные линии
метрополитенов в Москве и
др. городов СССР. стр. 24-29

ISSN 0130—4321

4 1983

МЕТРОСТРОИ





ПРОВЕРКА НАДЕЖНОСТИ

(С МЕЖВЕДОМСТВЕННОГО СОВЕЩАНИЯ ПО КАЧЕСТВУ СТРОИТЕЛЬНО-МОНТАЖНЫХ РАБОТ И ПРОМЫШЛЕННОЙ ПРОДУКЦИИ)

Ю. АБРАМОВ,
инженер

XXVI съезд КПСС поставил перед строителями ответственные задачи: обеспечить совершенствование и ускорение ввода в действие основных фондов; улучшить качество строительства и поднять его эффективность; увеличить масштабы реконструкции и технического перевооружения действующих предприятий. Реализация этих решений позволит значительно повысить эффективность капитальных вложений.

В организациях Главтоннельметростроя и Главметрополитена придается большое значение осуществлению выдвинутых задач.

Благодаря успехам производственных, проектно-конструкторских и научно-исследовательских организаций создан и внедряется ряд новых конструкций и технологических процессов, позволивших повысить индустриализацию работ, качество сооружений и эффективность строительства метрополитенов и тоннелей. Это — железобетонные обделки, обжимаемые в породе обделки, цельносекционные конструкции, облегченные обделки из чугунных тюбингов, плоский лоток, колонные станции из чугунных тюбингов с клинчатыми перемычками (в Москве) и из железобетонных тюбингов с металлическими колоннами (в Ленинграде), односодчатые станции глубокого заложения (в Ленинграде и Тбилиси) и мелкого (в Харькове, Ташкенте и Москве), сборные железобетонные сейсмостойкие конструкции (в Ташкенте), технология возведения тоннелей с монолитно-прессованной обделкой, с обжимаемыми в породе обделками, безмастичный способ гидроизоляции подземных сооружений с применением нового материала — гидростеклоизола, проходка на полное сечение с использованием механизированных опалубок, пневмобетонагнетателей и новых погрузочных средств.

Организации Главка активно участвуют во Всесоюзных общественных смотрах-конкурсах на лучшее качество строительства. Так, в 1982 г. работали 102 смотровые комиссии и 419 контрольных постов. За период смотра-конкурса подано 871 предложение и реализовано 757, общий экономический эффект от их внедрения составил 2960 тыс. руб.

Регулярно проводятся проверки качества строительно-монтажных работ комиссиями управлений строительства, Главтоннельметростроя, дирекций строящихся метрополитенов и Главметрополитена.

Растут объемы работ, выполняемых по методу бригадного подряда.

Однако в ряде случаев выявляется неудовлетворительное качество выполняемых объектов. Среди характерных недостатков закрытого способа работ — отклонения от проектной геометрии колец сверх допусков, регламентированных СНиПом; течи; деформация отдельных колец обделок; на открытом способе соответственно — низкое качество оклеечной гидроизоляции обделок, а также защитного гидроизоляционного ковра и обратной засыпки котлованов. Монтаж сборных железобетонных конструкций ведется иногда без подливки их раствором и плит перекрытий — с недостаточными площадками опирания на стеновые блоки или ригели. Устройство неудовлетворительной деревянной опалубки и низкое качество укладки бетонной смеси приводят к образованию раковин и неплотностей в теле монолитных бетонных конструкций. Открытый водоотлив в основании котлованов нередко вызывает неравномерные осадки смонтированных конструкций и появление в них трещин. Порой нарушаются правила ведения работ в зимнее время.

Некоторые дефекты связаны с неритмичностью строительного производства или с недостаточным профессиональным мастерством, низкой требовательностью представителей технического надзора подрядчика, заказчика и авторского надзора проектной организации.

Вопросам дальнейшего улучшения качества проектно-сметной документации и выполняемых строительно-монтажных работ, повышения надежности и долговечности возводимых сооружений метрополитена и усиления контроля за их выполнением было посвящено проведенное в мае в Москве совещание руководителей подразделений Главтоннельметростроя, Главметрополитена, Главтранспроекта и других организаций.

Совещание открыл заместитель министра путей сообщения **В. П. Калинин**. Он обратил внимание собравшихся на особую важность вынесенной на обсуждение темы. Если в текущей пятилетке метрополитены эксплуатируются и строятся в 14 городах Союза, то в следующей — эта цифра возрастет до 23. Наблюдающаяся тенденция к увеличению эксплуатационных затрат на 1 км линии и к снижению их рентабельности во многом обусловливается ростом затрат на ремонт тоннельных конструкций, на откачку воды из подземных выработок и т. п. Поэтому вопросы улучшения качества строительства приобретают все большую актуальность.

С основным докладом выступил главный инженер Главтоннельметростроя **С. Н. Власов**, давший развернутую программу мер — организационных, технических, научно-исследовательских и проектных — по повышению качества строительно-монтажных работ при сооружении метрополитенов.

Усиление ответственности аппарата заказчика за качество и комплектность выдаваемой подрядчику проектно-сметной документации, а также роль технического надзора — тема доклада заместителя начальника Главметрополитена **А. И. Матюшина**. Он проанализировал, в частности, влияние качественных строительных характеристик на эксплуатационные показатели работы метрополитенов.

О роли проекта в формировании качества строительных конструкций говорил главный инженер Метрогипротранса **В. А. Алихашкин**. Он подчеркнул принцип поиска прогрессивных конструкций, призванных обеспечить высокое качество тоннельной обделки в конкретных инженерно-геологических условиях при минимальных трудовых и материальных затратах.

Состояние переработки действующих и создание новых нормативных документов и методических указаний по сооружению метрополитенов с учетом повышения требований к качеству строительства находилось в поле зрения докладчиков: зав. лабораторией ЦНИИСа **А. Г. Лапшина** и зав. отделением ВНИИЖТа **А. И. Глonti**. Они указали на необходимость совершенствования координационной и межведомственной структур.

Пути повышения качества изготовления железобетонных изделий и конструкций рассмотрел главный инженер завода ЖБК Очаково **М. Е. Прудовский**. Среди них — разработка и внедрение новой техники и технологии химических добавок для бетонной смеси, обеспечение качественными материалами и формами, сокращение типоразмеров выпускаемых изделий с учетом их технологичности, создание благоприятных условий труда и совершенствование его оплаты, оптимизация плановых экономических показателей с учетом повышения качества продукции.

Вопросы улучшения качества изготовления чугунных тюбингов выдвинуты в выступлениях главных инженеров

ММЗ Главка **Ш. И. Шакарова** и Лентрублита **И. Ф. Педа-на**, а также главного конструктора ДЗМО **А. К. Сильвестрова**. На Лентрублите, в частности, изучается возможность применения автоматической линии с использованием вакуумной формовки, что значительно улучшит качество отливки и облегчит механическую обработку тубингов.

О совершенствовании качества изготовления гидростеклоизола сообщил зам. директора Рыбинского опытного экспериментального завода кровельных материалов **З. И. Лобанов**. Это — строительство окислительной установки, ввод пластификатора в битум, замена ключевых узлов технологического оборудования во время капитального ремонта. Заводу необходимо наладить изготовление полиэтиленовых втулок для рулонов изоляции, обеспечение парафинированной и силиконизированной бумагой вместо тальковой посыпки, а также использование контейнеров при транспортировке.

В развернувшейся дискуссии главный строительный ревизор Главметрополитена **Ю. И. Грачев** сказал, что улучшению качества строительства мешает устаревшее оборудование, недостаточное геодезическо-маркшейдерское обеспечение, слабая организация входного контроля качества на строительных площадках, не всегда высокий уровень проектных разработок, низкая исполнительская дисциплина. Главметрополитеном предложен и осуществлен ряд мер, направленных на упрочение трудовой дисциплины и упорядочение работы дирекций метрополитенов, вплоть до освобождения от занимаемых должностей некоторых руководителей, не справившихся с возросшими требованиями.

Главный инженер геодезическо-маркшейдерского управления **Д. Г. Кислицын**, рассматривая сообщение представителей заказчика о допущенных отклонениях смонтированных колец обделки перегонных тоннелей на строящемся Серпуховском радиусе, отметил, в частности, что рабочие данные об их эллиптичности, полученные по результатам измерений и наблюдений в процессе сборки, не должны быть тем числовым материалом, по которому можно было бы принять технически грамотное решение о пригодности к эксплуатации того или иного участка тоннеля. Критерий для принятия такого решения — данные окончательной съемки колец от оси пути и уровня головки рельсов.

Главными инженерами Мосметростроя **П. С. Исаевым** и Ленметростроя **В. В. Горышиным** поставлены вопросы о необходимости переработки ряда нормативных документов, усилении претензионной работы с поставщиками материалов и изделий, улучшении инженерной подготовки производства, своевременной выдачи качественной проект-

ной документации, а также отвода земельных участков под строительство и обеспечения условий подсоединений воды, тепла и электроэнергии.

Подводя итоги обсуждения, начальник Главтоннельметростроя **Ю. А. Кошелев** выразил общее стремление сосредоточить усилия на решении узловых вопросов, направленных на повышение качества. Один из них — необходимость разработки Главтранспроектком механизма единой технической политики метростроения в условиях все расширяющейся его географии и вызванного этим роста числа проектных институтов.

Предстоящий в XI пятилетке ввод 109 км новых линий разбит по годам крайне неравномерно: в 1981 г. — 16 км, в 1982 г. — 9, в 1983 г. — 14, а остальные 70 км приходится на два последних года, причем в 1984 г. — 40 км и 8 линий, а в 1985 г. — 46 км и 9 линий (до настоящего времени более 4 линий и 20 км в год не сдавалось). Задел на XII пятилетку составляет примерно 2—3% от общего объема работ, что примерно в 10 раз меньше необходимого. Такое планирование не лучшим образом может сказаться на качестве строительства.

Залог высокого качества — взаимная ответственность, четкость взаимодействия строителей, заказчика, ученых, проектировщиков.

Очевидно, назрел вопрос создания централизованной лаборатории качества.

Нашим строительным организациям надо шире внедрять комплексное поточное ведение работ по примеру Харьковметростроя.

В числе мер, направленных на повышение качества строительно-монтажных работ и промышленной продукции, совещание признало необходимым ежегодную разработку и внедрение организационно-технических решений, предусматривающих регулярную проверку выполнения на производстве действующих строительных норм и правил и государственных стандартов; внедрение новейших достижений науки и техники; широкое применение положений о материальной заинтересованности работников в улучшении качества строительства, а также экономном использовании материалов, изделий и конструкций; повышение личной ответственности; систематическое проведение аттестации продукции промышленных предприятий; проверку знаний ИТР в соответствии с утвержденными программами и др.

Всесторонне рассмотрев накопленный опыт, имеющиеся резервы и возможности дальнейшего повышения эффективности производства, совещание поставило задачу постепенного перехода отрасли на комплексную систему управления качеством на всех этапах строительства. □



В зале заседания.

ВЗАИМООТВЕТСТВЕННОСТЬ

(из выступлений, участников совещания)

● На повседневный контроль ● Чтобы навести порядок ● Соответствие норм достигнутому уровню ● Создать инспекцию по качеству ● Технический надзор — участник строительного процесса ● От взаимных претензий — к взаимопомощи ● Наибольший производственный эффект ● Стройкам — надежные приборы неразрушающего контроля ● Гарантия прочностных свойств

— Система создания и переработки нормативных документов, порядок разработки новых технических решений должны в полной мере обеспечивать соответствие норм достигнутому уровню при достижении необходимого качества продукции, быстро и оперативно реагировать на изменение ситуации и вооружать строителей передовыми и высокоэффективными узаконенными нормами.

...Большая часть претензий должна сниматься в процессе строительства, а не доводиться до момента сдачи объектов. Особую роль здесь должны играть пооперационный контроль, тот, который раньше при ведении работ Метростроем хозяйственным способом осуществляла инспекция по качеству.
(А. ЛАПШИН)

— Очень хотелось бы, чтобы сотрудничество строителей, заказчика, проектировщиков и ученых было более деловым. Чтобы оно выражалось не только в проверках качества и приемке готовых объектов в эксплуатацию, но много раньше — на стадии выдачи в срок качественной и комплектной проектно-сметной документации.

...Успех хозрасчета, в основном, зависит от того, как относится к своей работе каждый член коллектива, что он сделал для обеспечения высокого качества работ, как он относится к экономному расходованию материалов, культуре производства, — все это должно быть на контроле ежедневно.

(П. СЕМЕНОВ)

— Со всей ответственностью могу сказать, что качество исполнения зем-

ляных, строительно-монтажных, гидроизоляционных и других работ на принимаемых в эксплуатацию объектах метрополитенов оставляет желать много лучшего.

...Признаюсь, мне ни разу не встретился документ, подтверждающий использование авторским надзором в полной мере прав, которые одновременно являются и обязанностями.

Вот, что сказал недавно Герой Социалистического Труда, бригадир строителей треста «Мосстрой» № 1 товарищ Затворницкий: «Для того, чтобы навести порядок в капитальном строительстве, надо прежде всего поднять ответственность самих трудовых коллективов за результаты своего труда, в первую очередь за качество выполняемых работ».

(Ю. ГРАЧЕВ)

— 14 мая 1935 года, в день рождения первого советского метрополитена, «Правда» писала: «Это прекрасное сооружение, помимо громадных удобств для населения столицы, окажет большое влияние на качество наших дальнейших строителей как промышленных, так и гражданских. Строить столь же прочно, как построено метро, с той же любовью к каждой мелочи, с такой же великой заботой о людях, которым будет служить данное сооружение, строить так же красиво, как построено метро, — это теперь станет законом».

...Целесообразно на базе имеющихся заводов создать трест «Метростройиндустрия» и заводскую инспекцию по качеству продукции при Главке. Это позволит резко повысить ее качество.

(Ф. КАРПУНЕНКО)

— В настоящее время технический надзор является только контролирующим и предъявляющим претензии органом, а надо, чтобы этот орган



Выступает начальник треста «Ташметрострой» П. В. Семенов.

стал участником строительного процесса.

...Требуется коренного улучшения опалубочное дело. Постепенно исчезает профессия плотника-опалубщика в подземном строительстве: опалубку ставят проходчики-бетонщики, это не всегда у них получается качественно. Не хватает инвентарной переставной металлической опалубки.

Нужно запроектировать легкую сборно-разборную инвентарную опалубку для разных конструкций, изготовление которой можно наладить на каждом строительстве.

(Б. ПАЧУЛИЯ)

— Вполне реальным представляется в недалеком будущем ведение проходческих щитов автоматически, по заданной программе. Надо также работать над повышением маневренности щитов на кривых. Особенно это касается комплексов с монолитно-прессованной бетонной обделкой. Опыт показывает, что путем несложных конструктивных изменений пресс-кольца можно значительно улучшить способность щита разворачиваться на кривых предельного радиуса.

...Существующая технология обеспечивает водонепроницаемость пока только на пробных образцах, а конструкции, особенно тоннельной обделки, текут. Для достижения водонепроницаемости перспективно применение напрягающегося цемента, пластификаторов, текольных мастик.

О взаимоотношениях между участниками строительства — от взаимных претензий к взаимопомощи.

(Ю. КОЛОМИЕЦ)

— Применение лазеров не может снять все проблемы, мешающие повысить качество сооружаемых тоннелей.

Одна из причин, сдерживающих использование лазерной техники в метростроении, — непригодность для этого многих машин и механизмов. Например, все тьюбинго- и блокукладчики сконструированы так, что нет возможности пропустить через них лазерный луч к забою. А между тем лишь от луча, направленного строго по оси тоннеля, можно получить наибольший производственный эффект. При эректорной проходке лазер практически бесполезен.

(Д. КИСЛИЦЫН)

— Настало время, когда во всех Управлениях строительства следует организовать специальные лаборатории, которые должны принять на себя основную координацию работ по входному контролю и производить испытания материалов.

Стройки необходимо обеспечить надежными приборами неразрушающего контроля бетонных и железобетонных конструкций.

...Действующий в настоящее время СНиП не соответствует технологии сооружения тоннелей механизированным способом с обделкой, обжимаемой в породу. Практически какой контур вырезается щитом, такой принимает и обжата в породу обделка. А вырезается он на прямых или кривых участках трассы по-разному.

Необходима разработка ТУ на соответствующую проходку.

(В. ГОРЫШИН)

— Зачастую проектировщики закладывают в конструкции изделий заведомо неоптимальные решения. К ним следует отнести чрезмерную густоту армирования. Такое изделие трудно забетонировать без дефектов или, что еще хуже, можно не обнаружить, например, в колонне СТ-19, ослабление ее сечения 500×500 мм скрытой раковины. А оно возможно, так как колонна армируется 24 стержнями Ø 28 А III, которые, как сито, отсеивают щебень.

...Качество материалов не всегда соответствует требованиям, предъявляемым к ним ГОСТами, тем более если учесть ответственность сооружений. Цементы идут от разных поставщиков, различных марок и видов. Бывает, что на заводе одновременно имеется 10—12 сортов цемента, и хотя мы принимаем меры против их смешивания, трудности в работе большие. Постоянно меняется дозировка, разным свойствам материалов необходимо определенное время на приспособление технологии. ГОСТ требует ограничить потребление цемента 1—2 видами.

Песок приходится добывать из разных карьеров. Не получать, а добывать. Карьер добывает, а мы добываем у него.

И все же требуемые прочностные свойства нашего бетона, наших изделий мы гарантируем. Жаль, что цена этому иногда дорога.

(М. ПРУДОВСКИЙ)

СООБЩАЕМ УСЛОВИЯ ПОДПИСКИ

на информационный
научно-технический
сборник

МЕТРОСТРОЙ

на 1984 год

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

Индекс сборника «Метрострой» по всеобщему каталогу «Союзпечати» — 70572.

Подписная цена на год — 3 руб. 20 коп. (8 номеров).

На страницах сборника «Метрострой» освещаются достижения и передовой опыт строительства метрополитенов и тоннелей различного назначения в нашей стране, публикуется зарубежная информация о технике метростроения и материалы по эксплуатации отечественных и зарубежных метрополитенов.

НА КОДАРСКОМ ТОННЕЛЕ

В. РЯБОВ,
инженер

НА УЧАСТКЕ будущей железнодорожной линии Витим—Чара ведется проходка последнего туннеля Байкало-Амурской магистрали — Кодарского, протяженностью 1940 м. В январе 1982 г. сооружение туннеля поручили Тоннельному отряду № 12 Бамтоннельстроя, завершившему горнокапитальные работы на Байкальском туннеле.



Бригадир проходчиков ТО № 12
Г. Кузнецов.

обустроена площадка Восточного портала: установлены передвижные электростанции ПЭ-5, смонтирована котельная типа «ЛООС», запущен душкомбинат и компрессорная.

Несмотря на сложные условия — труднодоступность района, высокая сейсмичность и суровый климат при среднегодовой температуре воздуха минус 7°С, уже в сентябре прошлого года первый взрыв возвестил о начале горнопроходческих работ.

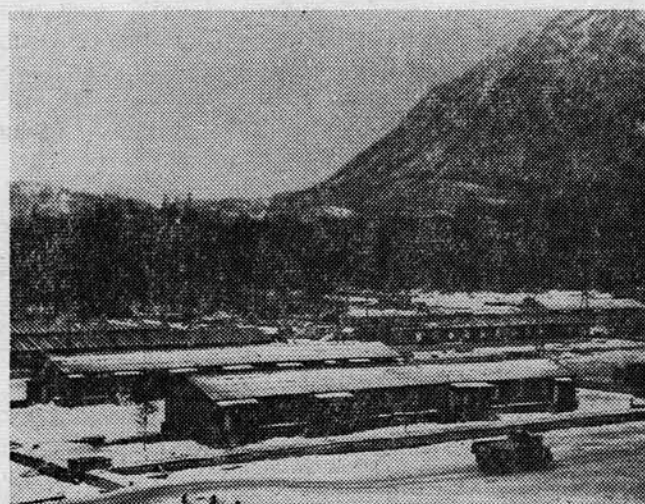
В устойчивых породах врезку производили комплексом оборудования, состоящим из самоходной буровой

Дислокацию отряда провели в предельно сжатые сроки. Расстояние в 700 км колонна из 100 автомашин, груженых жилами вагончиками и строительными материалами, преодолела успешно. Сложная транспортная операция позволила первому десанту развернуть работы одновременно на многих важных объектах.

В настоящее время сооружено 10 жилых домов серии 161, котельная, овощехранилище. Завершается строительство магазина-столовой и школы. В короткие сроки



Врезка Кодарского туннеля.



Поселок тоннельщиков Кодар.

рамы, погрузчика и большегрузных автосамосвалов. Используя накопленный опыт врезки Байкальского и Северо-Муйского туннелей, коллектив горного участка № 4 превысил проектную скорость проходки. Туннель ушел в глубь Кодарского хребта на 300 м. Ведется подготовка к врезке со стороны Западного портала.

Таким образом, за год на Кодаре создана база для производства горных работ, налажен быт строителей.

Коллектив Тоннельного отряда № 12 взял на себя повышенные социалистические обязательства по досрочной проходке Кодарского туннеля. А слово тоннельщиков — крепкое. □

ГОТОВНОСТЬ К ПУСКУ

Завершена укладка рельсов в Байкальском туннеле. Рабочее движение поездов предусмотрено открыть к 66-й годовщине Октября.

ТЕНДЕНЦИИ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ПРОГРЕССА В РАЗРАБОТКЕ ТОННЕЛЬНЫХ МАШИН И ОБОРУДОВАНИЯ

Л. АФЕНДИКОВ, В. ГАРБЕР,
кандидаты техн. наук;
И. МАНЕВИЧ,
канд. физ.-мат. наук

ОТДЕЛЕНИЕ «Тоннели и метрополитены» ЦНИИСа провело исследование мировых тенденций разработки и внедрения машин и оборудования для строительства горных тоннелей и метрополитенов.

Работа осуществлялась комбинированным методом, включающим как статистический сбор и анализ патентной и публикационной информации, так и экспертную оценку значимости и перспективности различных направлений горнопроходческой техники и ее влияния на снижение стоимости и трудоемкости подземного строительства. Оценивался также уровень ведущих стран мира в научной разработке и внедрении тоннелепроходческих машин.

Анализируемый банк патентной информации в области тоннельных машин и оборудования включает 2100 патентов, относящихся к 10-летнему периоду (1971—1980 гг.) по 12 ведущим странам мира.

Банк научно-технической публикационной информации, содержащий около 1000 информационных единиц, отражает вопросы создания и внедрения новых направлений техники для транспортного строительства.

Рассмотрены тенденции разработки и использования следующих типов горнопроходческой техники:

- механизированные проходческие щиты;
- роторные и стреловые тоннелепроходческие комбайны;
- буровая техника;

оборудование для возведения монолитной обделки; укладчики для сборной тоннельной обделки; транспортные средства; погрузочные и погрузочно-доставочные машины.

Для анализа патентной и публикационной информации применили морфологический метод, заключающийся в следующем: каждый вид техники описан с помощью P_i — параметров, обладающих K_i числом различных независимых свойств и объединенных в соответствующие матрицы, называемые морфологическими таблицами. В табл. 1 приведены описания механизированных щитов. Она содержит 10 параметров (строк), каждый из которых может принимать от 1 до 8 значений (столбцов). Табл. 2 предназначена для описания буровой техники. Здесь 14 строк (параметров) и от 1 до 7 столбцов (значений, которые могут принимать параметры).

Если в каждой матрице взять по одному элементу от каждой строки, то получается теоретически возможный вариант горнопроходческой техники с данными параметрами, называемый «динамическим параметрическим показателем» (ДПП). Анализ показал, что некоторые ДПП невозможны по физической сути, а другие — технически нецелесообразны.

Набор оставшихся ДПП по каждому виду техники оказался так велик, что даже при обработке на ЭВМ банков патентной и публикационной информации потребовалось бы свыше двух лет. Поэтому экспертная комиссия составила сокращенный список, где более 300 ДПП.

Таблица 1

Номер параметра	1	2	3	4	5	6	7	8
I. Тип техники	механизированные щиты							
II. Назначение выработки, форма	железнодорожная круглая	метро круглая	канализационная круглая	арочная прямая угольная	железнодорожная калотта			
III. Исполнительный орган	роторный	стреловой фрезерный	экскаваторный	грейферный	гидромониторный	оригинальный		
IV. Управление исполнительным органом	ручное	автоматическое						
V. Обделка	сборно-чугунная	сборно-железобетонная	сборно-железобетонная обжатая	монолитно-прессованная	набрызг-бетон	другие виды		
VI. Устройство для стабилизации забоя	шандорное	рассекающие площадки	опорные плиты	комбинированное	гидропневмо-пригрузом	оригинальное	планшайба	нет
VII. Система погрузки породы из призабойной зоны	исполнительным органом	спец. механическим устройством	гидро- или пневмоэлеваторы					
VIII. Система шлюзования	барабанный шлюз	шнековый	камерная последовательная	камерная параллельная	без шлюзования	оригинальная		
IX. Система передвижения щита	шандорная (от породы)	от обделки	от распорного кольца	прочие				
X. Предмет изобретения	исполнительный орган	привод исполнительного органа	породоразрушающий инструмент	перемещение щита	устройство для стабилизации породы, корпус	система погрузки	шлюзовое устройство	система транспортирования

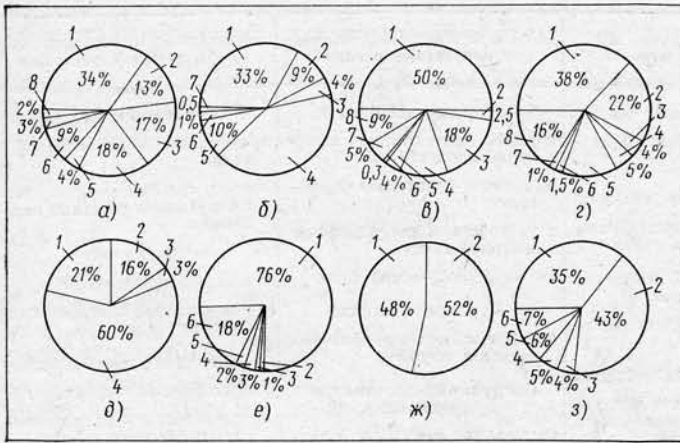


Рис. 1. Распределение патентов по основным видам техники для тоннельного строительства:

- а) виды техники: 1 — механизированные щиты; 2 — роторные комбайны; 3 — стреловые комбайны; 4 — буровая техника; 5 — погрузочные и погрузочно-доставочные машины; 6 — оборудование для возведения монолитной обделки; 7 — транспортные средства; 8 — укладчики;
- б) тип исполнительного органа механизированных щитов: 1 — роторный; 2 — стреловой фрезерный; 3 — экскаваторный; 4 — прочие; 5 — оригинальный; 6 — гидромонитор; 7 — грейфер;
- в) тип разрушающего инструмента роторных комбайнов: 1 — шарошки; 2 — гидроструйный; 3 — оригинальный; 4 — прочие; 5 — комбинированный; 6 — термический; 7 — ударный; 8 — стержневой;
- г) тип разрушающего инструмента стреловых комбайнов: 1 — стержневой; 2 — шарошки; 3 — комбинированный; 4 — ори-

- гинальный; 5 — прочие; 6 — термический; 7 — гидроструйный; 8 — ударный;
- д) виды буровой техники: 1 — агрегаты; 2 — каретки; 3 — машины для образования щелевых прорезей; 4 — прочие устройства;
- е) способы бурения: 1 — механическое; 2 — лазерное; 3 — ультразвуковое; 4 — электроток; 5 — термическое; 6 — водоструйное;
- ж) погрузочные и погрузочно-доставочные машины: 1 — дискретного действия; 2 — непрерывного;
- з) транспортные средства: 1 — рельсовый; 2 — конвейерный; 3 — монорельсовый; 4 — канатный; 5 — гравитационный; 6 — пневмоколесный.

Каждую единицу патентной и публикационной информации закодировали (причем ее код содержит как сведения библиографического характера, так и в связи с морфологической таблицей), а затем занесли в память ЭВМ ЕС-1033. Составили специальные программы для ЕС ЭВМ, осуществляющие поиск патентов и публикаций по интересующим позициям кода. В результате получено распределение мирового банка патентной информации по видам горнопроходческой техники с дифференциацией по основным параметрам (рис. 1). Аналогичное распределение получено также и по банку публикационной информации. Дальнейшая обработка проводилась с использованием методов регрессионного анализа. Результаты ее приведены на рис. 2 в виде семейства логистических кривых, отражающих мировые тенденции динамики патентования как в ретроспективном периоде (1971—1980 гг.), так и до 2000 г. (по оси ординат указывается количество патентов, а по оси абсцисс — годы).

Сравнительный анализ результатов обработки банков патентной и публикационной информации позволил классифицировать тоннелестроительную технику по уровню новизны и практической значимости на 5 основных разделов (табл. 3).

Таблица 2

Номер параметра	1	2	3	4	5	6	7
I. Тип техники					буровая		
II. Тип буровой техники	агрегаты	каретка	прочие устройства	машины для образования щелевых прорезей			
III. Тип перфоратора	гидравлический	пневматический	пневмогидравлический	электрический			
IV. Система передвижения	самоходные тележки	несамоходные тележки					
V. Наличие портала	да	нет					
VI. Система защитных средств	шандорный козырек	удлиненный верхний ярус					
VII. Наличие системы для параллельного бурения шпуров	механическая	автоматическая	нет				
VIII. Наличие средств для установки временной крепи и выполнения др. работ	анкеро-установщик	передвижные подмости и тележки	выдвижные площадки	подвесные люльки	нет	прочие	
IX. Наличие механизированной зарядки шпуров	да	нет					
X. Наличие маркшейдерских средств для разметки забоя	да	нет					
XI. Способы разработки забоя	сплошной	любой забой					
XII. Система передвижения	колесная	гусеничная	рельсовая	прочие			
XIII. Способ бурения	механический	водоструйный	термический	лазер	ультразвук	электроток	прочие
XIV. Предмет изобретения	исполнительный орган	буровая стрела	защитные средства	механизм передвижения	несущий ярус	податчик	механизм управления

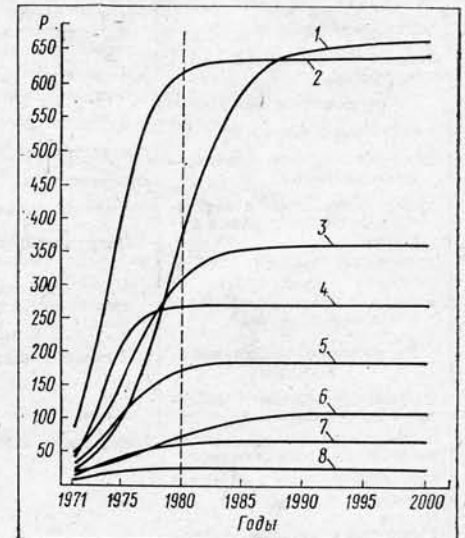


Рис. 2. Динамика патентования в области машин и механизмов для тоннели- и метростроения с 1971 по 2000 гг. по ведущим странам мира:

- 1 — стреловые комбайны; 2 — механизированные щиты; 3 — буровая техника; 4 — роторные комбайны; 5 — оборудование для возведения монолитной обделки; 6 — транспортные средства; 7 — погрузочные и погрузочно-доставочные машины; 8 — укладчики тоннельной обделки.

Значительное количество новых разработок, но слабое их внедрение	Значительное количество новых разработок, полностью внедренных	Активное внедрение, но незначительная новизна	Активное внедрение, но полное отсутствие новизны	Значительная новизна, но полное отсутствие внедрения
<p>Механизированные щиты: диаметр 5,5—6 м роторный исполнительный орган стреловой фрезерный исполнительный орган автоматическое управление монолитно-прессованной обделкой шандоры рассекающие площадки гидро- или пневмопригруз планшайба погрузка породы исполнительным органом то же специальным механическим устройством погрузка породы гидро- или пневмоэлеваторами камерно-последовательная система шлюзования щитов с гидропригрузом распорная система передвижения</p> <p>Роторные и стреловые комбайны: стержневой инструмент шарошки ударный инструмент комбинированный погрузка породы исполнительным органом автоматическое управление гусеничная ходовая часть шагающая безраспорная система перемещения то же распорная</p> <p>Укладчики сборной обделки: рычажные электромеханический гидравлический привод</p> <p>Буровая техника: каретки портального типа агрегаты и каретки с шандорным козырьком прочие устройства с механическим и водоструйным бурением каретки для проходки любым забоем каретки с оригинальной системой передвижения</p> <p>Погрузочно-доставочная техника: машины непрерывного действия с ленточным конвейером то же с нагребными лапами с нижним расположением шнековый погрузочный орган шагающие машины</p> <p>Оборудование для возведения монолитных обделок: щитовые опалубки сегментные сборно-разборные шарнирно-складывающиеся секционные передвижные опалубки и механизмы для набрызгбетонной обделки с автоматическим управлением</p> <p>Транспортные средства: рельсовый локомотивный конвейерный средства с системой разгрузки</p>	<p>Механизированные щиты: диаметр 9—11 м экскаваторный исполнительный орган гидромониторный исполнительный орган опорные плиты для стабилизации</p> <p>Роторные комбайны: с устройством сборно-металлической временной крепи то же набрызгбетонной обделки со специальным механическим устройством для погрузки</p> <p>Стреловые комбайны: гидроструйный инструмент с устройством сборной железобетонной обделки то же набрызгбетонной обделки</p> <p>Укладчики сборной обделки: для обделки Д-8,5 м с шагающей системой передвижения с выдвижными балками с породоразрушающими средствами</p> <p>Буровая техника: с пневмогидравлическими перфораторами с автоматической системой параллельного бурения каретки с передвижными подмостями агрегаты и каретки с выдвижными площадками то же с подвесными люльками агрегаты и каретки с наличием средств погрузки породы буровая техника с наличием маркшейдерских средств разметки забоя с пневмоколесной и рельсовой системой передвижения с механическим бурением с водоструйным с термическим с ультразвуковым</p> <p>Погрузочно-доставочная техника: машины непрерывного действия со скребковым конвейером</p> <p>Транспортные средства: монорельсовый рельсовый самоходный рельсовый с электроприводом</p>	<p>Механизированные щиты: подковообразного профиля с обжатой обделкой с набрызгбетонной обделкой комбинированное устройство для стабилизации забоя</p> <p>Роторные стреловые комбайны: автоматическая система ведения по трассе</p> <p>Укладчики сборной обделки: малые рычажные (для обделки Д до 5,6 м) с породоразрушающими средствами</p> <p>Буровая техника: с пневматическими перфораторами с электроперфораторами самоходные агрегаты и каретки портальные агрегаты механическая система параллельного бурения агрегаты с анкероустановщиками с механизированной зарядкой шпуров агрегаты и каретки для проходки методом сплошного забоя</p> <p>Буровая техника на гусеничном ходу</p> <p>Погрузочно-доставочная техника: машины дискретного действия на гусеничном ходу на пневмоколесном ходу с электроприводом</p> <p>Оборудование для возведения монолитных обделок: самоходные опалубки переставные механизированные</p> <p>Транспортные средства: самоходный транспорт на пневмоколесном ходу</p>	<p>Роторные комбайны: с возведением сборной железобетонной обделки монолитно-прессованной обделки с устройством для установки анкерной крепи то же металлической сетки</p> <p>Буровая техника: каретки с механизированной зарядкой шпуров</p> <p>Погрузочно-доставочная техника: машины с емкостью ковша 1—5 м³ то же 6—10 м³ то же 10—15 м³ с пневмоприводом с двигателем внутреннего сгорания</p> <p>Оборудование для возведения монолитных обделок: передвижные бесприводные опалубки</p> <p>Транспортные средства: гусеничный локомотивный пневмоколесный емкостью 3—7 м³ 7—10 м³ свыше 10 м³</p>	<p>Механизированные щиты: грейферный исполнительный орган щиты с гидропневмопригрузом с барабанной системой шлюзования то же со шнековой с камернопараллельной с оригинальной системой шлюзования</p> <p>Роторные комбайны: гидроструйный инструмент: гидравлическая и пневматическая система погрузки</p> <p>Стреловые комбайны: термический инструмент с устройством для установки сборно-металлической временной крепи то же анкерной крепи с оригинальной системой погрузки породы:</p> <p>Укладчики сборной обделки: кассетные для обделок диаметром 9,5 м на щите с распорными элементами с шандорным защитным козырьком с лобовой забойной крепью кассетные на самоходных тележках</p> <p>Буровая техника: щелеобразующие машины буровая техника с реактивными огнеметными перфораторами рамы для проходки любым забоем агрегаты с водоструйным бурением каретки с лазерным бурением устройства с бурением электротока</p> <p>Погрузочно-доставочная техника: машины непрерывного действия со скребково-ленточным конвейером с нагребными лапами с верхним расположением</p> <p>Оборудование для возведения монолитных обделок: скользящие опалубки надувные опалубки и механизмы для монолитно-прессованной обделки для монолитно-армированной</p> <p>Транспортные средства: гравитационный канатный</p>

блоков БСТ были смонтированы с отклонениями, не превышающими +20 мм, чему способствовало хорошее качество их изготовления.

Одновременно сооружали обратный свод в монолитном железобетоне. Для точности его бетонной подготовки применяли радиальные шаблоны, а при укладке железобетона — инвентарную металлическую опалубку.

Так как в период монтажа стеновых блоков закрепление обычных полигонометрических знаков на них было невозможно, то использовали специальные полигонометрические знаки с принудительным центрированием. Они представляли собой жесткие консоли из швеллеров с отверстием, равным диаметру станového винта теодолита, так что центр отверстия являлся центром полигонометрического знака.

Для обеспечения точного монтажа закладных деталей, на которые должны устанавливаться пяты сводовых блоков Б_{св}, были заложены полигонометрические знаки в верхней части стеновых блоков, также с принудительным центрированием. Нижние и верхние полигонометрические знаки строго увязаны в единую систему с полигонометрической примыкающих перегонных тоннелей. Так как разница между диаметрами закладных деталей и отверстиями в пяте сводового блока составляет всего 4 мм, то монтаж первых в плане и профиле производился одновременно, от параллельного луча теодолита, с соблюдением их радиального направления.

В районе полигонометрических знаков точность расположения закладных деталей обеспечивалась струной, натянутой по ранее установленным.

Постоянно осуществлялся контроль за высотой и вертикальным опережением блоков свода (они завывшались на 50 мм). Контролировались формы для изготовления и качество самих блоков. Проверка показала, что блоки, вышедшие даже из одной формы, значительно отличались друг от друга. Причина — в деформативности форм. Зафиксированы отступления по ширине блоков (до 20÷30 мм) и отклонения их лицевой поверхности (до 15÷20 мм).

В процессе монтажа станции для наблюдения за возможными деформациями наметили ряд точек в стеновых блоках, позволивших зафиксировать плановые и высотные их смещения. После обратной засыпки и одновременного извлечения свай верхнего яруса обнаружили, что стеновые блоки Б_{ст} сместились в плане от оси станции: внизу до 18 и вверху до 27 мм. Просадки их в профиле продолжались в течение трех месяцев после выполнения обратной засыпки и достигли 22 мм.

Следует отметить, что забетонированные в этот период постоянные пути метрополитена имели деформации в профиле только до 8 мм.

После сдачи станции в эксплуатацию геодезические службы Метрополитена и Метростроя наметили в ее поперечном сечении дополнительные точки через 20 м по пикету для наблюдения за возможными осадками. Четыре месяца эксплуатации показали, что деформаций по станции не имеется.

Вывод: монтаж блоков свода, обратную засыпку, извлечение свай, бетонирование постоянных путей метрополитена и архитектурно-отделочные работы можно производить практически одновременно или с минимальным разрывом по времени при хорошем качестве работ. □

ЗАЩИТНОЕ АРМИРОВАНИЕ МИКРОСВАЯМИ

Н. ФЕДОСОВ, И. ТАРАСЕНКО, Д. СОБОЛЕВСКИЙ, Н. АРВАН,
инженеры

ПРИ СООРУЖЕНИИ метрополитенов мелкого заложения и коллекторных тоннелей в условиях плотной городской застройки часто возникает проблема укрепления оснований зданий. Один из перспективных способов ее решения — применение инъекционных или набивных микросвай.

Минскметростроем совместно с кафедрой «Основания, фундаменты и инженерная геология» Белорусского политехнического института осуществлен производственный эксперимент по отработке технологии изготовления таких свай на строительстве одного из участков Минского метрополитена.

Цель эксперимента заключалась:

в определении оптимальных режимов инъектирования;

установлении радиусов влияния инъекции при разных режимах закачки раствора и оптимального расстояния между скважинами;

подборе водоцементного отношения и определении прочности заинъектированного тела;

изучении влияния фильтрационных свойств грунта на инъекцию.

Работы велись специализированным участком треста № 15 Минскпромстроя с помощью оборудования фирмы «Бауэр». Оно включало самоходный буровой станок UBW-05, растворомешалку и насосную станцию для инъекции, а также домкрат для извлечения обсадных труб. Инъекция производилась водным раствором на портландцементе М 500, давление контролировалось манометром.

Опытные сваи были устроены в толще флювиогляциальных песков от средней крупности до гравелистых, с коэффициентом пористости 0,48. Коэффициент фильтрации находился в пределах от 9,3 до 13,9 м/сут.

В ходе эксперимента выполнено восемь вертикальных и две наклонных скважины. Они устраивались виброударным способом под защитой обсадных труб диаметром 114 мм с теряемым наконечником. Затем приподнимали обсадную трубу, сбивали наконечник и инъектировали раствор через обсадную трубу с последующим ее извлечением.

Раскопка заинъектированных тел показала, что раствор проник в грунт на небольшую глубину. Зацементированной оказалась тонкая корка вокруг свай толщиной 2—4 см. Причем сваи приняли форму цилиндра, утончающегося кверху. Их верхний диаметр составлял 200—250 мм и увеличивался книзу до 400—450 мм. Очевидно, для успешной инъекции верхних уровней скважин необходимо тампонирование грунта вокруг обсадной трубы.

Диаметр уширения свай на соответствующей отметке необходимо регулировать количеством поступающего раствора.

Отмечено значительное влияние режима инъектирования на форму тела микросвай. Энергия закачиваемого раствора затрачивается на динамическое обжатие стенок скважины и реактивное выталкивание обсадной трубы. После цементации тонкого слоя вокруг скважины фильтрационная способность ее стенок резко снижается. Отжимаемая из раствора вода фильтрационным потоком уплотняет грунт. При постепенной подаче раствора, между циклами закачки, она успевает просочиться сквозь «профильтрованный пирог» стенок скважины, а остаточное давление в ней падает до нуля. Сохранение же давления указывает на исчерпание возможностей уплотнения грунта, что требует перехода к инъекции следующего уровня. Оптимальным является давление 0,8—1 МПа. Увеличение его до 1,5 МПа приводило к контактной фильтрации вдоль обсадной трубы.

При интенсивном режиме инъектирования наблюдался быстрый рост остаточного давления при малом объеме подаваемого раствора с его прорывом на поверхность. Опыт показывает, что нужно избегать последовательного инъектирования соседних скважин до схватывания раствора (может сказаться фильтрационное уплотнение грунта, вызванное устройством расположенных рядом других свай, и т. д.).

В течение эксперимента обычно не удавалось полностью изготовить более двух свай за смену из-за необходимости удаления наконечника арматурным стержнем и недостатка обсадных труб. В двух последних скважинах наконечник сбивался раствором, подаваемым под давлением 1 и 2 МПа. С учетом полученного опыта последние сваи этой серии были полностью устроены за 1—1,5 ч. Высоту уровня инъекции в 0,5 м можно считать оптимальной.

Раскопка наклонных свай, устроенных под углом 30 и 60°, указала на некоторое отличие форм заинъектированных тел, которые имели глыбообразные односторонние выступы к поверхности. Максимальный диаметр здесь составил соответственно 480 и 300 мм. Давление инъекции в среднем было в два раза выше, чем в случае устройства вертикальных свай. Это, очевидно, объясняется распределением сил инъекции в грунте. Если в вертикальных скважинах вся энергия после обжатия грунта направлена на выталкивание обсадной трубы, то в данном случае происходит поднятие пласта грунта, на уровне которого идет инъекция. Эта особенность проявляется тем более отчетливо, чем меньше угол наклона скважины к горизонту. Прорыв раствора на поверхность в скважине с наклоном 30° произошел примерно на расстоянии 1,3 м от ее устья. Сравнение объемов заинъектированного рас-

твора для скважин с разным наклоном показало, что в первом случае он оказался больше почти в 2,5 раза.

Для исследования влияния водоцементного отношения раствора на качество инъекции использовано четыре варианта В/Ц: 0,4; 0,45; 0,5 и 0,6. Отличие наблюдалось только при В/Ц 0,4. Здесь происходило отжатие цементного молока в грунт, а раствор превращался в густую массу, приводившую к образованию пластичной пробки в обсадной трубе. Поэтому наиболее целесообразно использовать для инъекции раствор с В/Ц 0,45—0,5 при марке цемента не ниже 400 с применением пластифицирующих добавок.

После отрывки буронъекционных свай определялась прочность образцов на осевое сжатие. Согласно испытаниям по ГОСТ 101 80-78 на седьмые сутки после окончания работ прочность цементного камня составила 22—23 МПа. Влияния В/Ц на последнюю не отмечалось. Это подтверждает возможность фильтрации в грунт избыточной свободной воды из раствора с последующим формированием его оптимального водосодержания.

К настоящему времени микросваи применены в Минске на двух объектах. На первом — щитовую проходку коллектора между двумя зданиями осложняли включения валунов. Их обрушения привели к просадке дневной поверхности, вызвавшей образование трещин на стенах здания. Для прекращения их развития устроили два ряда вертикальных микросвай с шагом 0,6 м, расположенных в шахматном порядке. Таким способом предусматривалось изолировать основания зданий от зон проседания грунта. Было устроено 88 свай диаметром 250 мм. Скважины пробуривались шнеком и заполнялись бетоном. Арматурой свай служил стержень диаметром 22 мм АШ. После окончания работ по устройству свай проходка коллектора продолжалась без деформаций строения.

На рисунке показано здание, предотвратить деформации которого удалось путем устройства стенки из двух рядов буронабивных микросвай диаметром 250 мм, армированных двумя стержнями диаметром 16 класса АШ (всего 101 свая).

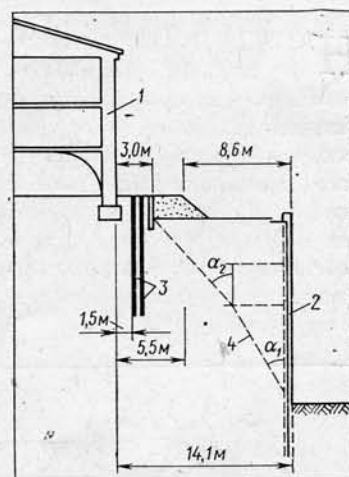
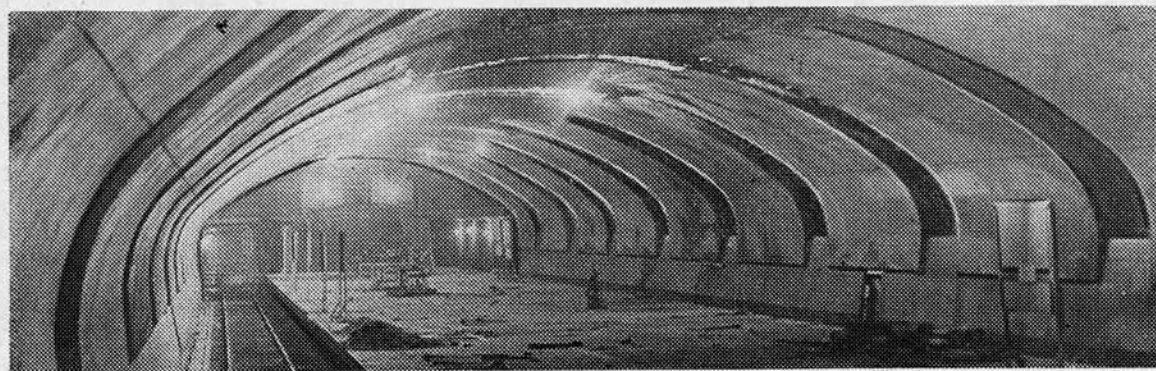


Схема укрепления фундамента здания:

1 — здание; 2 — металлическая шпунтовая стенка; 3 — микросваи; 4 — граница зоны возможных обрушений.



Момент строительства станции «Институт культуры» Минского метрополитена.

АНКЕРЫ В ГЛИНИСТЫХ ГРУНТАХ

Э. МАЛОЯН,
канд. техн. наук;
И. МАЛЫЙ, С. ПРЕОБРАЖЕНСКИЙ,
инженеры

НА ОДНОЙ из строящихся станций Московского метрополитена была реализована программа опытно-экспериментальных работ по совершенствованию конструкций и технологии анкерного крепления. Опытные испытания анкеров в песчаных* и глинистых грунтах показали, что из-за ползучести под действием постоянной длительной нагрузки последние являются для анкеров более сложными условиями, чем пески.

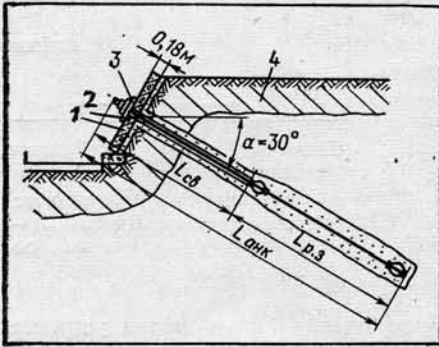


Рис. 1. Схема установки анкеров: 1 — распределительная железобетонная плита; 2 — устье скважины; 3 — опорная металлическая плита; 4 — зона промерзания; $L_{анк}$ — длина анкера; $L_{св.}$ — свободная длина тяги; $L_{р.з.}$ — длина рабочей зоны; α — угол наклона анкера к горизонтالي.

В однородных глинистых грунтах установили 6 опытных анкеров под углом 30° к горизонтали (рис. 1), тяги которых выполнены из стали марки St 110/135 $\varnothing 32$ мм с винтовым рифлением. Для гарантированного снятия трения на свободной части анкеров защита тяги выполнена стальной трубой $d = 50$ мм (на одном — из ПВХ). Место установки позволило выдержать анкеры в грунте в течение 6—7 месяцев.

В процессе бурения наблюдали за характером грунта в скважине по выходящему шламу.

При первичном нагнетании применяли цементный раствор с В/Ц=0,4; при вторичном — 0,45, причем тщательно из-

меряли объем и давление закаченного раствора. Использовался цемент низкой марки — М 100. Испытание проводили через 10 суток после повторного нагнетания. По достижении предельной нагрузки, когда анкеры теряли устойчивость и деформации не затухали (при этом потеря несущей способности анкеров происходила по грунту), нагрузку уменьшали до P_0 с минутной выдержкой и вновь прикладывали до 4 раз для определения возможности анкеров восстанавливать несущую способность.

На рис. 2 и 3 представлены наиболее характерные графики «усилия — перемещения», а также упругих (а) и остаточных перемещений (б) по испытаниям анкеров № 1 (рис. 2) и № 2 (рис. 3), где δ_0 и δ_y — перемещения. Установлено, что понижение марки цемента (М 100) не отразилось на несущей способности анкеров.

После проведения испытаний и выдержки анкеры откопали.

Нарушений цементного тела на контакте с тягой и породой не обнаружено.

В 10—15 мм от цементного тела в анкерах №№ 3 и 4, где вторичное нагнетание (по определенным причинам) не было выполнено, выявлено нарушение сплошности грунта. Это свидетельствует о том, что прилегающий к цементному телу грунт в процессе испытаний вовлечен с ним в совместную работу и, соответственно, что разрушение анкера произошло по грунту.

Порода, примыкающая к цементному телу на расстоянии 7—8 мм, уплотнена, имеет пониженную влажность, меньшую пористость и более плотную структуру по сравнению с основным массивом. Цементное тело образуется с отжатием воды и уплотнением окружающего слоя.

Отмечено крепкое сцепление породы и цементного тела: на расстоянии до 5 мм от него цемент проник в породу. Четкой границы зоны скольжения у анкеров с проведением вторичного нагнетания не выявлено.

От первичного — в цементном теле обнаружены цементированные включения породы. Вероятно, имело место

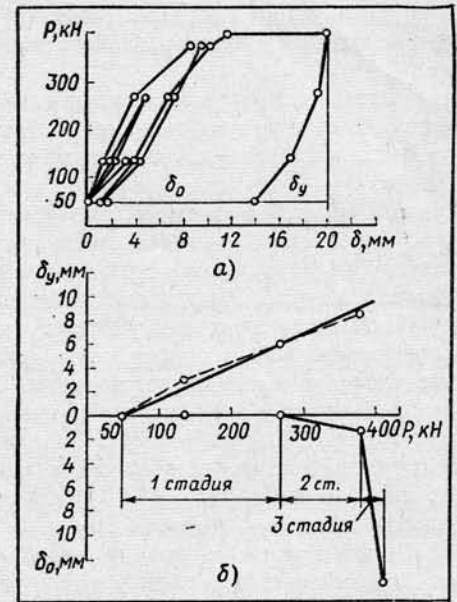


Рис. 2. Графики испытания анкера № 1.

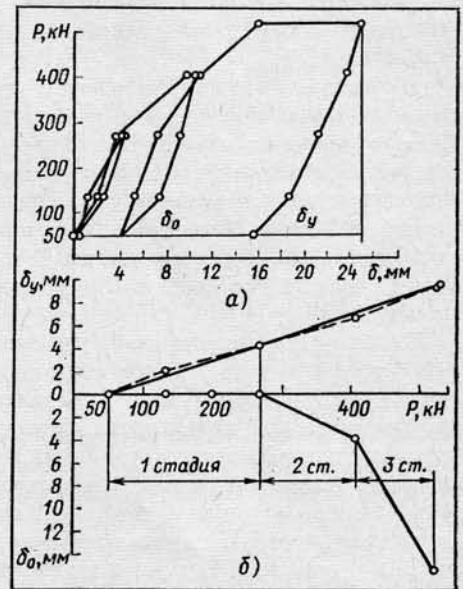


Рис. 3. Графики испытания анкера № 2.

осыпание грунта со стенок скважины после окончания бурения и до момента первичного нагнетания. Поскольку это явление не привело к снижению несущей способности анкера, то можно допустить, что в отдельных случаях возможно определенное отставание первичного нагнетания в процессе бурения скважины в глинистых грунтах.

На расстоянии до 6 см от цементного тела первичного нагнетания в ряде случаев были обнаружены отдельные полости, заполненные цементным раствором. Это свидетельствует о том, что при шнековом бурении происходило «трамбование» глинистого грунта на соответствующее расстояние от наружного диаметра шнека. Можно предположить, что эти полости работали совместно с

* «Метрострой», № 4, 1982.

рабочей зоной опытных анкеров и не способствовали понижению несущей способности анкера по грунту. Однако отрицателен сам факт нарушения сплошности породы в зоне, превышающей диаметр скважины, так как характер нарушений неконтролируем и не исключено, что полости окажутся не заполненными раствором (как следствие — грунт будет ослаблен, а это в свою очередь приведет к снижению несущей способности анкера по грунту). Причины подобных нарушений грунта окружающего массива: неудовлетворительное состояние буровой техники; значительное расхождение диаметров шнека и буровой коронки, а также «биение» шнеков при бурении.

Тело инъекции всех анкеров представляет собой однородный по длине шероховатый цилиндр диаметром 110—130 мм (шероховатость не выше 10 мм). В зоне свободной длины, где производили только первичное нагнетание, цементное тело имеет рифленную по спирали поверхность, повторяющую поверхность скважины, образовавшуюся после проходки шнеком. В этой зоне диаметр цементного тела соответствует диаметру скважины.

У каждого из опытных анкеров оказались непрорванными инъекционные отверстия, через которые раствор от вторичного нагнетания не выходил.

Введением в цементный раствор красителя отчетливо выявлена форма цементного тела от вторичного нагнетания: цилиндрическая (ЦЦТ₂) и плоско-радиальная (РЦТ) в виде «шипа» (рис. 4). «Шипы» обнаружены в анкерах №№ 2, 5, 6. В №№ 1, 3, 4 их не оказалось. Это объясняется тем, что у анкеров №№ 3 и 4 практически не выполнено вторичного нагнетания, а у анкера № 1 осуществлено, но при малом давлении и, кроме того, вскоре после начала вторичного нагнетания наблюдалось истечение раствора через устье скважины (объем проинъектированного раствора — 25 л).

Максимальная толщина в основании «шипа» — 20 мм, длина в радиальном направлении до 1,5 м, длина вдоль анкера до 3 м. В основании всех «шипов» на контакте с ЦЦТ₂ обнаружена трещина. Наличие РЦТ не способствует повышению несущей способности анкеров. У анкера № 1, где РЦТ не было, несущая способность не ниже, чем у анкеров №№ 5 и 6, где обнаружены «шипы».

Процесс образования цементного тела от вторичного нагнетания можно представить так: первоначально формируется цилиндрическое цементное тело — ЦЦТ₂ (давление при этом не превышает 4 МПа), затем с ростом давления цементный раствор, найдя наименьший

путь сопротивления, выходит через устье скважины (анкер № 1) либо нарушает сплошность окружающей породы и по образовавшемуся разрыву, расширяя его, проникает в грунт на достаточно большое расстояние, образуя «шип» (анкер № 6). У анкера № 2 обнаружены относительно небольшие «шипы» — раствор с ростом давления начал формировать РЦТ, однако сопротивление движению через устье скважины оказалось меньше, и он начал вытекать на поверхность. Объем закаченного в скважину № 2 раствора при вторичном нагнетании относительно невелик — 60 л. У анкера № 5 формиро-

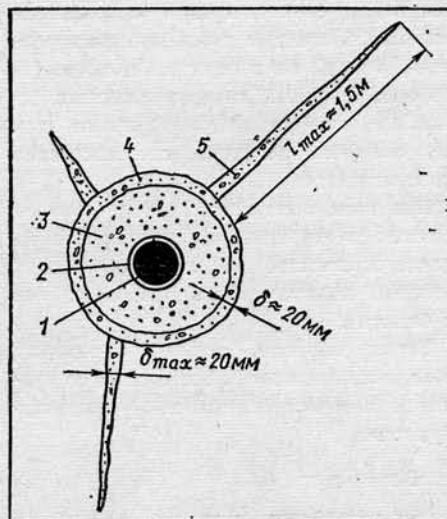


Рис. 4. Разрез тела анкера в глинистом грунте в зоне вторичного нагнетания:

1 — тяга; 2 — защитная труба; 3 — цилиндрическое цементное тело от первичного нагнетания (ЦЦТ₁); 4 — то же от вторичного (ЦЦТ₂); 5 — радиальное цементное тело от вторичного нагнетания — «шип» (РЦТ), максимальные: δ_{\max} — толщина и l_{\max} — длина «шипа».

вание РЦТ шло, как у анкера № 4, однако объем заинъектированного раствора (до выхода его через устье) больше 160 л и соответственно больше размеры РЦТ.

Размер цементного тела при образовании ЦЦТ₂ увеличивается незначительно — $\delta=20$ мм в отличие от формирования рабочей зоны в песке, где цементное тело значительно больших размеров и благодаря этому анкер отличается большей несущей способностью по грунту.

С приложением на анкер нагрузки цементное тело смещается вместе с тягой; ЦЦТ₂, имея большую площадь контакта с ЦЦТ₁, деформируется вместе с ним. При этом в работу вовлекается окружающий грунт. «Шипы» же в связи с относительно небольшой площадью контакта с ЦЦТ₂ и значительным сопротивлением сдвигу в грунте (большая площадь контакта с ним) отрываются от ЦЦТ₂ в начале приложения усилия на тягу и в дальнейшем совместно с анкером уже не работают.

Увеличение давления и объема проинъектированного раствора при вторичном нагнетании в глинистом грунте не дает гарантии повышения несущей способности анкера, а формируя РЦТ₂, ведет к неоправданному перерасходу цементного раствора.

Формирование ЦЦТ₂ — трудноконтролируемый процесс. Единственными его показателями являются давление и объем проинъектированного раствора.

При проведении опытных испытаний важно было определить предельное давление (P_n), при котором начинается образование РЦТ₂. Для глинистых грунтов оно составило 4 МПа.

Работа анкеров по мере возрастания на них нагрузки состоит из трех этапов: на первой стадии происходят упру-

Таблица

Основные результаты испытаний анкеров в глинистых грунтах

Показатели	№№ анкеров					
	1	2	3	4	5	6
Длина анкера, м	7,5	7,13	7,55	7,27	7,55	7,55
Длина рабочей зоны, м	4	3,14	3,2	4,13	3,04	3,5
Свободная длина тяги, м	3,8	7,13	4,36	7,27	4,52	7,55
Объем раствора, м ³	0,025 (истечение через устье скважины)	0,06 (истечение через устье скважины в конце нагнетания)	0 (истечение через устье сразу)	0 (инъекционная трубка забита цементным раствором от первичного нагнетания)	0,16 (истечение раствора через устье скважины в конце нагнетания)	0,2
Давление при вторичном нагнетании, МПа	4	4—5	4	4—6	4—5	4—5
$P_{гр. макс.}$, кН	380	520	270	330	330	377
Упругие деформации, мм	7,2	5,4	5,8	12,8	5,4	4,08*
Остаточные деформации, мм	14,2	15,4	7,8	7,6	4	1,3*

* Данные при усилии 135 кН.

гие деформации тяги, цементного тела и грунта (по грунту они исчерпывались при нагрузке до 27 т). Остаточные деформации невелики, нарастают очень медленно;

на второй стадии упругая деформация тяги и цементного тела продолжается. Возрастают остаточные деформации по грунту, упругие — практически отсутствуют;

на третьей — значительно увеличиваются остаточные деформации по грунту (при параллельных упругих деформациях тяги и цементного тела). Вновь появляются упругие деформации грунта. Это можно объяснить тем, что по мере роста остаточных деформаций — сдвиги анкера — в совместную работу вовлекаются новые объемы грунта, у которых не использованы полностью возможные упругие деформации. Грунт, окружающий анкер, в основном работает в пластической стадии. Наконец, анкер «плывет», что проявляется в резком нарастании перемещений во времени при предельной нагрузке P_n . Происходят также значительные сдвиги цементного тела.

При снижении нагрузки (например, на $0,25 P_n$) по достижении предельного усилия рост деформаций замедляется, они стабилизируются. При новом ступенчатом нагружении (усилие на анкер $P \approx P_n$) анкер вновь начинает «плыть». Это отчетливо было видно при испытании анкера № 6.

Опытные исследования показали, что в глинистых грунтах по достижении ан-

кером предельной нагрузки по грунту он не разрушается и при снижении нагрузки сохраняет несущую способность — свойство обратимости. Это свойство — благоприятный фактор, способствующий выравниванию нагрузки на анкеры, установленные в одном ярусе: с ростом грунтового давления усилия через пояс передаются на анкеры. По достижении анкером предельной нагрузки по грунту (R^{gr}_{max}) и его резко возросшей способности деформироваться узел передачи усилия от пояса к анкеру смещается на величину, определяющую жесткостными характеристиками пояса. Тем самым нагрузка на смежные анкеры увеличивается. Анкер сохраняет свою несущую способность, так как благодаря смещению распределение усилий на анкеры изменяется. На деформированный анкер приходится теперь меньшее усилие, в то время как на смежные нагрузка соответственно увеличивается.

При этом пояс крепления котлованов должен иметь единую, постоянную по длине жесткость, т. е. стыки между поясами должны быть равнопрочными с балками.

Таким образом, усилия в анкерах, объединенных поясом жесткости, со временем перераспределяются — «нивелируются».

Выводы:

при устройстве скважин не следует превышать более чем 20-миллиметровую разницу между буровой коронкой и шнеком. Иначе создается зона травми-

рованного грунта, снижающая несущую способность анкеров (особенно это касается глинистых грунтов);

важен контроль за давлением и объемом инъецированного раствора при вторичном нагнетании. При расчетной нагрузке на анкер до 300 кН можно применять цемент М 100. В исключительных случаях допустимо отставание первичного нагнетания от момента установки укомплектованной заготовки анкера в скважину на срок не более суток;

при нагнетании цементного раствора изменяются физико-механические свойства грунта. Цементное тело образуется с отжатием воды и уплотнением окружающего грунтового массива; в глинах цемент также проникает в грунт;

установлена «обратимость» работы анкеров, т. е. потеря устойчивости анкером по грунту не приводит к его разрушению, при сбрасывании нагрузки ниже предельной несущая способность анкера восстанавливается;

для работы анкеров в одном ряду, объединенном поясом жесткости, характерно свойство «нивелирования» — выравнивания усилий в анкерах во времени, поэтому при устройстве пояса надо учитывать его равнопрочную жесткость;

в суглинистых и глинистых грунтах давление при вторичном нагнетании должно быть ограничено примерно до 3 МПа, чтобы предотвратить образование «шипов». Для повышения несущей способности анкеров в глинистых и суглинистых грунтах целесообразно увеличивать их рабочую зону. □

В СУРОВЫХ УСЛОВИЯХ СИБИРИ

МЕТРО в Сибири... Можно ли было мечтать о нем полвека назад, когда самому Новосибирску в этом году исполняется всего 90 лет!

Сибиряки поставили перед собой непростую задачу: проложить первую линию длиной 13 км с 11 станциями в сложных гидрогеологических условиях, через своенравную Обь — ведь трасса пройдет с левого ее берега на правый.

У нашего метрополитена замечательная биография — одна из главных страниц истории социалистического строительства в Сибири. Вот некоторые ее вехи:

В ноябре 1978 г. утвержден проект I очереди метро-

политена в Новосибирске. А в начале 1979 г. на площадке станции «Октябрьская» была забита первая свая.

В ноябре того же года организована Дирекция по строительству метрополитена. Создан филиал «Новосибметропроект» института «Ленметрогипротранс». Руководителем и организатором его назначен Ю. Самочернов.

Большую помощь оказал Новосибирскому метрогипротрансу в разработке ТЭО I очереди, выдаче совместно с Бакинским филиалом технического проекта сибирского метрополитена. Его сооружение является уникальным. Впервые проектировщики и строители

столкнулись с комплексом новых сложных проблем. Суровые сибирские условия наложили отпечаток не только на конструктивные решения, но и на производство работ.

Обделки станций выполняются из сборно-монолитного железобетона. Монтаж сборной конструкции не вызывает осложнений; возведение же монолитной железобетонной обделки и бетонные работы при низких температурах — одна из важных проблем. Ждут своего решения вопросы борьбы со снежными заносами на входах в метро, с шумом и вибрацией и др.

Работа по архитектурно-художественному оформле-

нию Новосибирского метро ведется на основе материалов технического проекта и предложений открытого городского конкурса, в котором приняли участие архитекторы Метрогипротранса, Ленметрогипротранса и других организаций.

Молодой коллектив Новосибирского метропроекта поддерживают специалисты Метрогипротранса в реализации в проектах достижений науки, техники, передового отечественного и зарубежного опыта.

Метрогипротранс — инициатор наиболее прогрессивного и экономичного способа сооружения тоннелей метрополитена — мелкого заложения, который успешно внедряется в суровых сибирских условиях.

Л. ДЕНИСОВА

ДИАГНОСТИКА СТАНЦИОННЫХ ПЕРЕКРЫТИЙ МЕТОДОМ АКУСТИЧЕСКОЙ ЭМИССИИ

Г. МУРАВИН, А. БУРНШТЕЙН,
кандидаты техн. наук;
Я. СИМКИН,
инженер

СТАБИЛЬНОСТЬ построенных сооружений, устойчивость их в условиях перераспределения действующих нагрузок — один из важных вопросов в практике метро- и тоннелестроения. Представляет интерес определение уровня нагрузок в элементах конструкций, возможность ранней диагностики их повреждений, прогнозирование аварийных ситуаций, связанных с накоплением этих повреждений и развитием трещин.

Используемые в настоящее время средства контроля напряжений σ довольно трудоемки и позволяют определить их значение лишь в точке установки преобразователей. В то же время аварийная ситуация может развиваться в локальном объеме за пределом зоны чувствительности датчика, ограничиваемой несколькими сантиметрами. Расширить область регистрации повреждений и обеспечить высокую чувствительность определения динамического процесса трещинообразования возможно с помощью метода акустической эмиссии (АЭ) — звукового излучения трещин, широко применяемого для исследования прочностных свойств материалов.

В настоящее время, однако, известны считанные работы, посвященные акустэмиссионному способу контроля крупногабаритных конструкций, не выяснена приемлемость серийной аппаратуры для оценки их состояний. Не установлена зависимость между излучением и величиной нагрузки, не выработаны практические рекомендации по определению порогового предела интенсивности эмиссии фазовых превращений и накопления повреждений.

Методика эксперимента. В соответствии с поставленными задачами осуществлялись эксперименты в лабораторных и производственных условиях. Первые ставили целью определить связь между параметрами АЭ, величиной нагрузки и развитием трещин, вторые — стабильность конструкций под действием реального силового воздействия.

Опыты проводились на железобетонных плитах размером $5480 \times 1980 \times 600$ и конструкции из них. В лабораторных условиях образцы нагружались 6 домкратами, усилия которых равномерно распределялись вдоль балки с помощью траверз. Измерение АЭ проводилось с помощью устройства, приведенного на рис. 1. Пьезоэлектрический датчик 1 был установлен на поверхность балки и крепился к ней резиновым амортизатором. Акустический контакт обеспечивался смазкой поверхности жидкой эпоксидной смолой. Сигналы эмиссии усиливались предусилителем 2, селектировались блоком фильтров 3 и обрабатывались анализатором волн напряжения АВН — 1 м (на рисунке — позиция 4). Названная часть схемы поз-

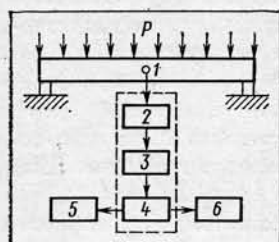


Рис. 1. Схема эксперимента.

воляла усиливать сигнал АЭ в 10^4 раз и осуществлять регулируемую ступенчатую селекцию сигналов в диапазоне 0—1,5 МГц. Данные измерений записывались осциллографом с электронной памятью 5, работающим в ждущем режиме с однократной разверткой, и фотографировались с экрана. Число акустических сигналов записывалось частотомером 6. Отсчет с него снимался в определенные промежутки времени.

При проведении опытов в производственных условиях измерительная схема не менялась. Нагрузкой балок служило горное давление.

Результаты и обсуждение. При приложении нагрузки P к балке АЭ зафиксирована на ранней стадии деформации, когда усилия не превышали 10% от предела прочности бетона R . В этот период росла суммарная эмиссия ΣN и ее скорость \dot{N} . Стабилизация давления приводила к снижению \dot{N} . Через 15 мин. его величина не превышала 20—30 импульсов в час. Длительные (суточные) наблюдения балок с постоянной нагрузкой показали стабильную скорость эмиссии — 4—6 имп./час (рис. 2).

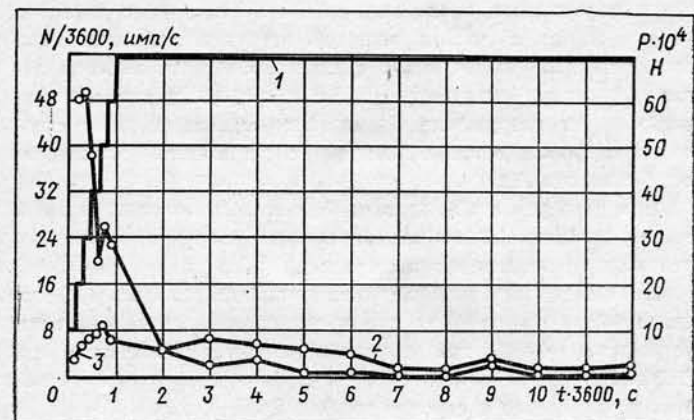


Рис. 2. Результаты эксперимента: 1 — изменение нагрузки; 2 — то же суммарной эмиссии; 3 — то же скорости последней.

С ростом нагрузки увеличивалась энергия излучения, возрастала скорость эмиссии и амплитуда сигналов. Характер изменения \dot{N} для балок №№ 1 и 2 разный. В первом случае эмиссия нарастала относительно равномерно, ее максимальная скорость соответствовала моменту достижения предельной величины усилий испытания. На участке стабилизации нагрузки отмечен спад скорости эмиссии. Небольшие пики на кривой \dot{N} обусловлены подъемом усилий в момент их оперативного выравнивания.

При испытаниях балки № 1 число трещин, вышедших на поверхность в момент достижения расчетной нагрузки (0,5 R), невелико. Раскрытие их не превышает нормативной величины 0,2 мм, указанной в ГОСТе. Согласно результатам испытаний балка признана годной.

Во втором случае зарегистрирована качественно иная картина изменения характеристик АЭ и развития трещин. Здесь вначале наблюдалось плавное нарастание энергии излучения вплоть до 4-й ступени нагружения (см. рис. 2). Затем при повышении нагрузки до 50000 кгс резко увеличилась скорость эмиссии, образовалось и вышло на поверхность большое число макротрещин. При постоянном давлении они увеличивались по длине, раскрытие их достигало 4—5 мм.

Стабилизация трещинообразования наступила через 20 мин. Одновременно снизилась скорость эмиссии до 40 имп./час. Дальнейший рост нагрузки вызвал развитие множества новых трещин и увеличение раскрытия уже имевшихся. Отмечен сквозной излом опорной части балки, сопровождавшийся значительным акустическим излучением.

Следует отметить, что суммарные АЭ бракованной и годной балок значительно (почти в 3 раза) отличаются друг от друга. Это объясняется тем, что число актов эмиссии функционально связано с развитием дефектов и может служить мерой определения повреждений. Однако подобная оценка недостаточна для определения прочности конструкций, находящихся в условиях сложно-напряженного состояния. Их излучение в значительной мере зависит от вида, величины нагрузки и скорости ее изменения. В этой связи для оценки стабильности сооружений и уровня нагрузки относительно допустимой были подвергнуты спектральному анализу сигналы АЭ с целью получения информации о смене механизма разрушения.

Исследование спектрального состава сигналов АЭ. Известно, что процесс деформирования бетона при медленном нагружении проходит в несколько стадий. Вначале ($0,1R < \sigma < 0,3R$) смыкаются поры, появляются одиночные дефекты и схлопываются исходные трещины. В этот период энергия излучения чрезвычайно мала. Затем ($0,3R < \sigma < 0,5R$) происходит излом кристаллитов, развитие стационарных микротрещин и пор. Количество их, вовлеченное в деформацию, и скорость процесса накопления дефектов увеличиваются с ростом внешней нагрузки. Одновременно растет и число акустических сигналов. Скорость эмиссии падает на стадии ползучести ($0,55R < \sigma < 0,8R$) и резко возрастает при разрушении. Изменение механизма деформирования сопровождается вариацией спектральных характеристик сигналов АЭ.

Для проверки этой гипотезы был исследован спектральный состав сигналов АЭ на разных стадиях нагружения методом ускоренного анализа осциллограмм*.

На каждой ступени нагружения анализировалось 10 осциллограмм. Информация с них считывалась автоматическим устройством Ф-009, превращающим аналоговый сигнал в код ЭВМ. Последняя отыскивала спектральную функцию сигналов, усредняла ее и строила график $S(\omega)$ (рис. 3).

Расчеты энергетического спектра $S(\omega)$ показали, что при нагрузках, не превышающих предел упругости бетона, ам-

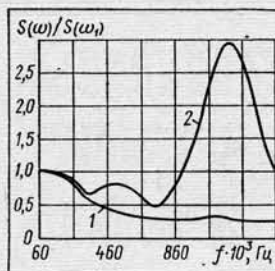


Рис. 3. Спектральная функция сигналов акустической эмиссии:

1 — на стадии упругого деформирования при нагрузке $0,1R$; 2 — то же при ползучести бетона ($\sigma = 0,6R$) $S(\omega) = 0,06$ — значение спектральной функции сигналов АЭ при частоте $f = 0,06$ МГц.

плитуды гармонических составляющих сигналов АЭ затухают с ростом частоты. Характеристика $S(\omega)$ достаточно гладкая, если исключить область 1,25 МГц, где она несколько возрастает за счет резонансных явлений (напомним, что f резонанса датчика = 1,25 МГц).

Анализ спектрального состава сигналов АЭ, снятых на разных ступенях нагружения в пределах упругой деформации бетона, не устанавливает изменение вида их спектральной плотности, присущее смене механизма разрушения. Схлопывание одиночных дефектов и пор, их развитие — эти процессы, сопровождающиеся изломом кристаллитов, звучат на одинаковых частотах. Отличаются сигналы АЭ по уровню энергии. Среднестатистическая амплитуда импульсов возрастает с увеличением нагрузки. Одновременно растет и скорость эмиссии.

На стадии ползучести ($0,55R < \sigma < 0,8R$) изменяется характеристика спектральной плотности сигналов АЭ. Гармоники в спектре распределяются относительно равномерно, вплоть до частот больших 0,8 МГц. Затем наблюдается резкое возрастание. Шумы, возникающие при взаимном перемещении частиц материала, имеют доминирующие частоты, близкие к 1,2 МГц.

Отличие спектрального состава сигналов АЭ позволяет выявить стадию деформирования материала в конструкции путем анализа ее излучения. Конечно, такое исследование даст возможность определить лишь приближенную величину нагрузки, ее диапазон, однако, для практических целей эта информация чрезвычайно важна. Исходя из того, что большинство конструкций рассчитывается на нагрузку, не превышающую предела упругости, сведения о локальной концентрации напряжений выше данного значения свидетельствуют о надвигающемся разрушении. Это дает возможность принять меры превентивного характера. К ним могут относиться частичная разгрузка сооружений, устранение повреждений, укрепление конструкций и др.

Промышленный эксперимент. При проведении эксперимента ставилась цель исследовать интенсивность процесса накопления повреждений в конструкции, выяснить в ней уровень локальных напряжений. Ответ на поставленные вопросы был получен измерениями АЭ в каждой из балок сооружения в течение одного часа. Установлено, что энергия излучения в них не превышает 4—5 импульсов в час. АЭ имеет спектр, соответствующий стадии упругого деформирования бетона. На основании сопоставления с данными лабораторных измерений сделан вывод, что процесс разрушения в балках не развивается, уровень нагрузки в них не превышает допустимый, отдельные импульсы АЭ обусловлены фазовыми превращениями в бетоне. По результатам акустических измерений сооружение признано годным к эксплуатации.

Выводы:

на основе спектрального анализа сигналов АЭ можно определить уровень нагрузки объекта, выявить локальные зоны повышенной опасности;

акустические измерения в производственных условиях позволяют определить уровень пороговой нагрузки, накопление повреждений, развитие дефектов и тем самым прогнозировать стабильность конструкции. □

* Володарский А. Я. Спектральный анализ. «Автометрия». Новосибирск, изд-во СО АН СССР, 1966, № 5, с. 49—55.



Крепнут дружественные связи советских и чехословацких метростроителей. Недавно делегация из Праги знакомятся с макетом будущей станции «Московская», выполненным по архитектурному проекту Метрогипротранса (реализация завершится в столице Чехословакии в 1985 г.).

На снимке в центре: уполномоченный правительства ЧССР по строительству метрополитена в Праге, первый заместитель министра капитального строительства и техники О. Ферфецки и начальник Московского метростроя П. Васюков.

АРХИТЕКТУРА

СТАНЦИИ II ОЧЕРЕДИ ХАРЬКОВСКОГО МЕТРОПОЛИТЕНА

В. СПИВАЧУК,
главный архитектор Харькoвметропoлeкta

ТРАССА первого пускового участка II очереди Харьковского метрополитена проходит от площади Советской Украины в сторону Салтовского жилого массива в основном под исторически сложившимся центром города. Это предъявило особые требования к размещению станций, к организации пассажиропотоков и наземного транспорта, а также повлияло на архитектурно-художественный облик сооружений.

Архитектурный образ каждой станции создается с максимальным выявлением ее конструктивной основы, использованием функционально необходимых элементов и деталей для организации внутреннего пространства интерьеров. Многообразие архитектурной пластики потолков и поверхностей стен, формы колонн и пилонов, типов светильников и облицовочных материалов, конструктивных схем позволило придать индивидуальную образную выразительность станциям. Для более полного раскрытия их тематики и образной характеристики в интерьеры включены монументально-художественные композиции, над которыми трудится большая группа харьковских художников.

Для «Советской» определяющим было положение станции в центральной части города с ее историческими, революционными и трудовыми традициями. Это нашло отражение в архитектурно-художественном облике сооружения.

Станция колонная, глубокого заложения, пересадочная на одноименную действующую I очереди метрополитена. Вестибюль, расположенный на углу улиц Рымарской и Мечникова, оборудован четырьмя лентами эскалаторов.

Складчатая поверхность потолка вестибюля опирается на стены, облицованные мрамором Саяно-шуйского месторождения. Для отделки путевых стен станции используется закарпатский мрамор «большой камень», для стен и колонн пассажирского зала — белый мрамор «коелга», который создает контрастную цветовую выразительность в сочетании с красно-коричневыми путевыми стенами и красным полом из плит гранита Капустянского месторождения.

Структурная форма светильников, набранных из отдельных элементов, дополнит впечатление торжественности и нарядности станции. Литые из металла монументальные композиции на путевых стенах и мозаичные вставки из смальты в вестибюле отражают тему революционных событий и становления Советской власти на Украине, в частности, в Харькове.

Станция «Дзержинская» располагается под одноименной площадью в той части города, которая родилась и сформировалась в годы Советской власти как административно-культурная часть индустриального Харькова.

Станция колонная, открытого способа работ, переса-

дочная на III очередь, имеет развитую систему пешеходных переходов.

Из-за стесненных условий стройплощадки и типа пересадки станция запроектирована укороченной, двухъярусной над путями. На втором ярусе с одной его стороны располагаются служебные помещения, с другой — переход для пассажиров.

Индивидуальную выразительность интерьера среднего зала создают ряды белых круглых колонн, поддерживающих балконы второго яруса полуциркульного очертания в плане. Круглые ниши потолка под люстры и их обрамление подчинены единому стилизованному решению. Здесь доминирует белый цвет «коелги» (колонны, стены и балконы). И только в глубине (под антресолями и на втором ярусе перехода) просматривается мрамор «газган». Полы — из красного гранита Капустянского месторождения.

На путевых стенах — монументально-художественные композиции на тему достижений социализма и подъема народного хозяйства. В вестибюле № 2 будет установлена рельефная композиция, посвященная Ф. Э. Дзержинскому.

Станция «Пушкинская» разместилась в старой части города, в районе студенческих общежитий. Конструкция — пилоная. Массивность опор зрительно уменьшена каменными косыми ниспадающими складками, напоминающими драпировки и отдаленно создающими ощущение пушкинской эпохи. Это впечатление подкрепляется формой люстр с гнутыми декоративными элементами и своеобразными решетками, располагаемыми по низу сводов в ритме пилонов. Посадочные залы освещаются настенными бра, разработанными в едином стиле с люстрами. Текстовая вязь букв наименования станции, декоративные композиции из ковального металла на путевых стенах дополняют этот образ. Композицию среднего зала завершит барельеф поэта (на торцевой стене).

В отделке стен и пилонов предусмотрен белый мрамор, полы — из серых плит гранита и черного лабрадорита.

Станция «Киевская» находится в одноименном районе города. Архитектурно-художественное решение ее посвящено Киеву, его историческому прошлому, роли в формировании Русского государства, а также нынешним трудовым свершениям.

Станция односводчатая, мелкого заложения, из монолитного железобетона, сооруженная при помощи передвижной металлической опалубки.

Отштампованная в опалубке поверхность свода в виде переплетающихся арок является акцентом станции. Путевая стена, облицованная белым мрамором, представляет собой систему более крупных по масштабу арок, в центре которых разместятся тематические композиции из фаянса. Рисунок изображений объемный с последующей подглазурной росписью. Цветовая гамма росписи — мягкая, зеленовато-голубая на фоне белого мрамора стен в сочетании с белой пластиковой поверхностью свода и светом люстр — придаст интерьерам станции торжественность и нарядность.

Станция «Барабашева» обслужит Салтовский жилой массив и временно будет конечной (тупиковой). Название станции связано с расположенной рядом улицей, поименованной в честь харьковского ученого Н. П. Барабашева — астронома, академика, посвятившего жизнь изучению небесных светил. Тема освоения околоземных миров — основа архитектурного решения станции.

Конструкция — колонная, открытого способа работ. Здесь впервые в практике отечественного метростроения



Предлагаем вниманию читателей выдержки из рабочей тетради архитектора Метрогипротранса Л. Попова, любезно предоставленной им редакции «Метростроя».

Причина, почему искусство может нас обогатить, заключается в его способности напомнить нам о гармониях, недостижимых для систематического анализа. (Нильс Бор).

Архитектура овладевает пространством, окружает, ограничивает, замыкает его. Она наделена даром создавать магическую среду одной лишь силой духа художника. (Огюст Перре).

Восточные народы давно поняли, что для того, чтобы иметь выразительные пространства, необходимы ограждения, и что размер, форма и характер ограждения определяют качество пространства. Открытость или чистый простор для нас недостаточны, это уже не пространство, а пустота.

Наши проекты должны привлекать интеллект человека. (Бруно Дзеви).

Инженерной мы называем конструкцию, в которой поставленную практическую задачу решают, исходя из технических, технологических и экономических возможностей, в целях наилучшего и наиболее рационального решения этой утилитарной задачи. И только. Задача эмоционального воздействия пластическими средствами не ставится, и видоизменения материала или конструкции в этих целях не делается. (А. К. Буров).

Архитектура стремится к независимости от использованных материалов. (Л. Н. Павлов).

Только культурно самостоятельное архитектурное творчество, порождаемое условиями собственной жизненной среды и ее исторического развития, может быть предпосылкой архитектуры, которая освобождает, а не сковывает жизнь.

Кредо архитектуры — освобождение человека — и в дальнейшем остается ее главным смыслом, в первую очередь, архитектуры социалистической, советской.

Облегчение массы, материализация абстракций, гуманистическое опозитивирование всех полезностей, функционализация свободы, мечтаний и фантазии — вот в чем нуждается архитектурная мысль, прежде чем она войдет в реальный архитектурный план, станет звеном архитектонизации техники.

Не односторонняя техника, а социально-гуманное содержание определяет главную черту архитектурной мысли, концепции, творчества и затем — архитектурного произведения. (Иржи Крога).

Следует четко различать различные, так называемые «конструктивные» элементы, производимые массовым порядком, и

личные, уникальные, так называемые «не конструктивные» элементы. Каждый обладает своей красотой и каждый имеет свою ценность.

Самые крупные ошибки проистекают из чрезмерного стремления достигнуть личного за счет безличного. (Эро Сааринен).



Мы, научившиеся двигаться быстрее, быстрее, чем кто-либо двигался когда-либо раньше, имеем новое восприятие пространства. Пространства в движении, текучего пространства. И потому, что мы имеем это новое ощущение, нас уже не занимают мелкие детали, мы скорее интересуемся более величественным единством этой новой и прекрасной среды: мы пытаемся формировать это текучее пространство. (Марсель Брайер).

Решающее значение имеют духовные ценности. (Людвиг Мисес Вандер Роз).

Что же такое метро — транспортное сооружение, мраморный дворец или подземные улицы, интегральная часть урбанистической структуры города? Какие архитектурно-художественные принципы должны определять его образ — монументальность или дематериализация толщи земли, использование возможностей синтеза, приобщение людей в их повседневной жизни к искусству, представленные им тех же благ, что и в традиционной городской среде или дизайнерская функциональность и простота, не отвлекающие спешащих пассажиров? (Н. Соловьев).

Мир метро — это мир подземных пространств, мир, создаваемый воображением и силами человека, мир обитания, как космос, как океан, создаваемый наново. Это организм, в котором все необходимо для жизнедеятельности человека должны быть привнесены. Ничего не дано. Это новый мир. Мир «искусственный». Мир без окон. Мир искусственных солнц.

Метро не есть часть наземного пространства, своеобразные подвалы современного города, метро — часть подземного пространства, начало развития, первый шаг в освоении совершенно новой сферы жизнедеятельности человечества, в отличие от данных природой возможностей «естественного» (наземного) мира.

Она (литературная фантастика) все чаще предупреждала о нарушении гармонии между прошлым и будущим человека, между сущностными силами, между ним и естественной средой. И нередко уже прямо вы-

применен продольный шаг колонн в 9 м с сохранением всей номенклатуры сборных элементов колонных станций.

Продолжая успешное внедрение металлоэмалевых элементов в облицовке, путевые стены отделяют такими плитами (голубой цвет) с участками стен из белого мрамора для размещения информации. У-образные опоры станции облицованы белым мрамором. Потолок платформы собран из сборных железобетонных плит с круглыми

нишами для светильников. Декоративные витражи из цветного стекла на тему освоения космоса дополняют общее архитектурно-художественное решение станции.

Над разработкой проектов станций II очереди трудились архитекторы Харьковметропроекта: В. Спивачук, П. Чечельницкий, Ю. Лысенко, Э. Дрогожилова, Е. Перепелица, Е. Незым. Большую помощь в этой работе оказали: А. Денисенко, О. Шевченко, Н. Кусинская, Н. Оленин, С. Косовцова. □

ступала на стороне «естественного мира» против мира «искусственного».

И в этом «искусственном» мире возникают моральные полярности: естественное — искусственное, первичное — вторичное, единичное — тиражированное, ручное — машинное, уникальное — массовое, иррациональное — рациональное, гармоничное — дисгармоничное. (В. Прокофьев).

Прямая линия — единственно нетворческая линия. Единственная линия, которая не сочетается с человеком. Прямая линия — истинное орудие дьявола. Она способствует разрушению человечности, ведет к ее утрате. (Хундертвассер).

Мы идем к единообразию в пространстве и разнообразию во времени. (Огюст Перре).

Задача заключается в том, чтобы наряду с удовлетворением потребностей, предоставить большую степень свободы иррациональным категориям, как бы они ни назывались — случайность, несовершенство, спонтанность, интуиция. Практически это означает, что градостроительная или архитектурная система не должна быть слишком жесткой, настолько жесткой, чтобы невозможно было «обиграть» ее, как-то вырваться из ее плена. Это означает, что самое непосредственное и более отдаленное окружение человека — квартира, фасад дома, сад у дома — все должно быть отмечено печатью индивидуальности и отражать эмоциональные запросы. (М. Шидгельм).

Выразить мысль минимумом слов и с максимальной силой — вот что такое стиль. (Мармонтель).

Цилиндрическая форма тоннеля, не имеющая привычных ни верха, ни низа, вручает художнику непредвиденные возможности.

Синтез — это органичное слияние всех составляющих пространственно-функциональных, строительно-производственных, пластически-конструктивных, транспортно-эксплуатационных, светоустройственных, информационно-опознавательных в единое целое, здоровый организм.

Современное искусство делает дисгармонию одним из важнейших принципов композиции. Классические искусства нацелены на безмятежность, которой они достигают с помощью гармонии, порядка и логики. Современное искусство прямо противоположно этому... Оно и использует дисгармонию, которая основана на иррациональ-

ном и неожиданном. (К. Готтлиб).

Ошибки проектирования кроются в чересчур осторожных идеях — а не в смелых. (Поль Швейхер).

Архитектурная рациональность зиждется на экономическом принципе, так же как и техническая рациональность.

Разница заключается в том, что техническая рациональность есть экономия труда и материала при создании целесообразного сооружения, а архитектурная рациональность есть экономия психической энергии при восприятии пространственных и функциональных свойств сооружения. (Н. Ладовский).

Широта, единство приема, мягкость материала — национальные черты русской архитектуры. (Л. Лиле).

ИЗ ФОТОХРОНИКИ СТРОИТЕЛЬСТВА ПУСКОВОЙ ЛИНИИ МИНСКОГО МЕТРОПОЛИТЕНА



Укладка верхнего строения пути на станции «Институт культуры».



Монтаж и сварка арматурных каркасов и лотка на станции «Площадь Победы».

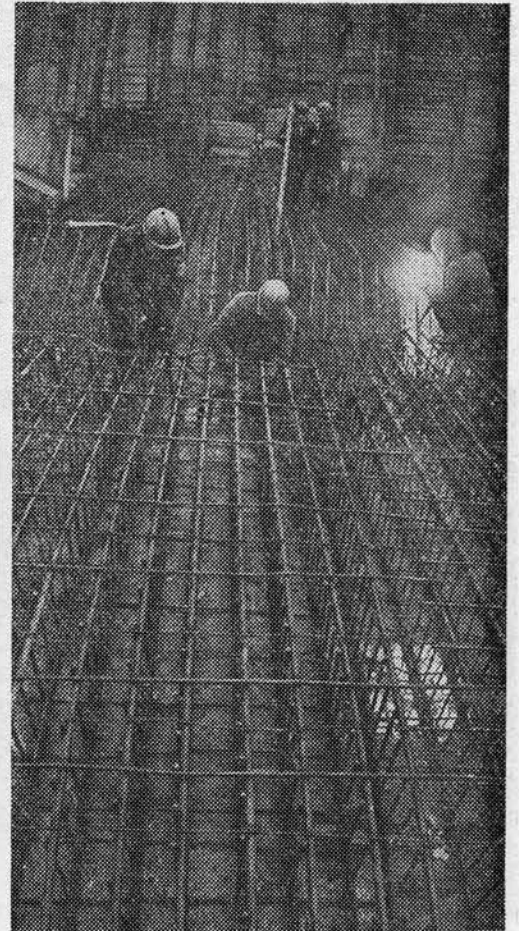
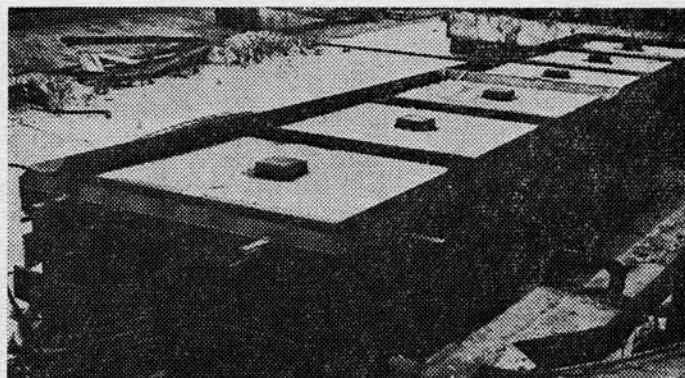


Фото П. Костромы.

МЕТАЛЛИЧЕСКАЯ ФОРМА С ОТГИБАЮЩИМИСЯ БОРТАМИ

М. ВОРОБЬЕВ,
инженер



Изготовление изделия в форме с отгибающимися бортами.

МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ формы для изготовления сборных железобетонных изделий производят, как правило, с открывающимися бортами (расход металла — 90—100% от веса изделия); форма рассчитана на многократную оборачиваемость (свыше 200 раз) и возможность транспортировки с заполненной бетонной смесью в пропарочную камеру, не допуская при этом деформации изделия. Такие формы не только металлоемки, но и трудоемки в изготовлении, так как требуют повышенной точности и большего количества деталей, обрабатываемых на станках. Кроме того, габариты пропарочных камер ограничены и изделия длиной 12 м в них не помещаются.

Харьковметропроект разработана форма не с открывающимися, а с отгибающимися бортами за счет упругих деформаций металла.

Для уменьшения габаритов плиты перекрытия по высоте ее несущая способность рассчитана на возможность транспортировки и принятия нагрузки от добетонирования плиты на месте производства работ: таким образом, она работает, как опалубка. При этом арматурный каркас целиком готовится на заводе, а бетонирование в форме ведется на половину высоты каркаса.

Новая форма проста в изготовлении, не требует транспортировки в пропарочную камеру, так как выполняется с внутренними полостями, куда подается пар.

Опыт эксплуатации формы с отгибающимися бортами

показал, что металлоемкость ее можно уменьшить до 56% к весу изделия; значительно сокращаются трудозатраты на изготовление формы, обеспечивается рисунок потолка различной конфигурации.

В этих же формах (длиной 12 м) возможно изготовление плит и меньших размеров — 6 или 3 м путем устройства перегородок в опалубке.

Таблица

Сравнение технико-экономических показателей металлических форм с открывающимися и отгибающимися бортами

Форма	Габариты изделия, м	Вес изделия, т	Вес формы, т	Стоимость формы, тыс. руб.
СП-I (с открывающимися бортами)	5,45×2,98×0,7	11,05	8,75	8,75
СП-II-I (с отгибающимися бортами)	11,4×1,98×0,6	12,9	7,3	5,51

Из таблицы видно, что при площади формы для плиты СП-I, равной 16,24 м², расход металла больше, чем на форму СП-II-I при площади 22,6 м². В первом случае он составит 11,2 т, во втором — 7,3 т. Экономический эффект при выпуске 200 шт. плит в год — 10165 руб. □

СТРОИТЕЛИ МИНСКОГО МЕТРОПОЛИТЕНА



На снимках: маркшейдер В. Сараев и проходчик Н. Ковальчук.



МАСТИКА «ТБИЛИСИ» НА ПОВЕРХНОСТЯХ СЛОЖНОЙ КОНФИГУРАЦИИ

М. САЛАКАЯ,
инженер

ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ станции «Исани» (в 1971 г.) кровля вестибюля была выполнена рулонной на эпоксидном лаке. Через три года эксплуатации она потрескалась, внутри вестибюля появились течь и сырость, от которых портилась украшающая стены рельефная композиция из цветной глины.

Многофигурность и покатость этой уникальной кровли, сделанной в виде четырех гиперболических парабол, опирающихся на четыре опоры, исключали применение уже известных типов рулонных покрытий. Не оправдали себя и рекомендованные мастики.

После ознакомления (в 1979 г.) с изобретением Б. Лернера (авторское свидетельство № 528327) по устройству безрулонных кровель с использованием горячей мастики «Тбилиси» было решено покрыть вестибюль «Исани» такой мастикой.

Предварительно на 15 зданиях и сооружениях города проверили состояние кровель, выполненных 5—6 лет назад мастикой «Тбилиси». Они оказались в исправном состоянии. После этого в течение 10 дней заново уложили кровлю вестибюля «Исани» (площадью 1260 м²) и полностью ликвидировали течь и сырость в потолке. Подготовительные работы включали одну из самых трудоемких операций по снятию кровли старого покрытия — эпоксидного лака.

Последующие наблюдения за состоянием кровли — после сильных ветров, снегопадов, дождей, резких колебаний температуры воздуха — не выявили никаких дефектов.

Преимущества мастики «Тбилиси»: механизированный способ ее нанесения, облегченная технология и организация производства дают возможность добиться высоких результатов роста производительности труда и качества выполняемых работ (с соблюдением техники безопасности, особенно при транспортировке горячей мастики на высоту);

в два раза по сравнению с рулонным исполнением увеличивается срок службы гидроизоляционных устройств;

возможность применения различных цветов покрытия позволяет улучшить внешний вид зданий и сооружений.

Благодаря повышенной теплоустойчивости мастика «Тбилиси» может применяться на плоских кровлях с уклоном 0÷3‰, на плоских скатных с большим уклоном 3÷2,5‰ и при гидроизоляции вертикальных поверхностей.

Состав мастики «Тбилиси» при устройстве гидроизоляции (в %):

битум марки БН-IV	ГОСТ 6617-76	—30
известь (тесто)	ГОСТ 9179	—43
мыло (жидкое)	ГОСТ 2985-64	— 3
асбест 6-7 сорта		— 6
цемент		—12
песок кварцевый	ГОСТ 8736-67	— 3
резина жидкая	ГОСТ 2199-66	— 3

Для плоских кровель с небольшим уклоном до 3‰ используют двухслойный гидроизоляционный ковер из мастики с верхним бронирующим слоем (тип 1), а для плоских скатных с уклоном 3÷2,5‰ и на вертикальных плоскостях — однослойный гидроизоляционный ковер с таким же верхним слоем (тип 2).

Таблица
Оптимальный расход компонентов мастики «Тбилиси» при устройстве 100 м² покрытия

Материалы	Вес, кг	
	тип 1	тип 2
битум марки БН-IV	480	300
известь	688	430
мыло жидкое	48	30
асбест 6-7 сорта	96	60
цемент (любой марки)	192	120
песок кварцевый	48	30
резина жидкая (резиновый клей)	48	30
всего мастики	1600	1030

Элементы кровельного ковра — основной гидроизоляционный слой (толщиной 2—3 мм); дополнительный (мастика с прослойкой в 3—4 мм из стеклохолста для усиления основного слоя в местах примыкания к конструктивным элементам, выступающим над кровлей); бронирующий слой — состав из смеси кварцевого песка и цемента для защиты кровельного ковра от механического повреждения и воздействия атмосферных явлений.

Технология приготовления мастики «Тбилиси» (на специальной установке): заранее подготовленные известковое тесто и жидкое мыло смешивают и загружают в приемный отсек установки, где находится подогретый до 85°C обезвоженный битум с растворенной в нем жидкой резиной. Варка продолжается при постоянном повышении температуры и загрузке асбеста, цемента и кварцевого песка с вводом в промежуточный отсек установки.

При вводе очередного компонента и интенсивном перемешивании варочной массы до полной ее готовности обязательно учитывается стабильность температурного режима.

Мастика считается готовой, когда варочная масса однородна и гомогенна в накопительном отсеке при температуре 180°C.

Для предупреждения вспенивания мастики применяется пеногаситель ПМС-200 (полиметилсилоксановая жидкость) — 2—3 капли на варку.

Основанием для устройства кровли на битумно-резиновой мастике «Тбилиси» являются: поверхности железобетонных плит, не требующие выравнивающих стяжек; выравниваемые стяжками из цементно-песчаных растворов марки не ниже 50; тщательно очищенные от пыли, грязи и рыхлых мест, продутые сжатым воздухом или промытые сильной струей воды; ровные, твердые и гладкие. Наносить гидроизоляцию из мастики «Тбилиси» целесообразно в сухую безветренную погоду при температуре наружного воздуха не ниже +2°C.

Кровли на битумно-резиновой мастике делают как ручную, так и механизированным способом.

При устройстве основного гидроизоляционного ковра необходимо соблюдать последовательность операций. Сначала очищают поверхность от пыли и грязи. Разливая и выравнивая мастику специальными скребками-правилами и щетками, наносят первый ее слой толщиной 2—3 мм, затем — бронирующий слой из смеси цемента и кварцевого песка в соотношении 1:2 (по горячей мастике).

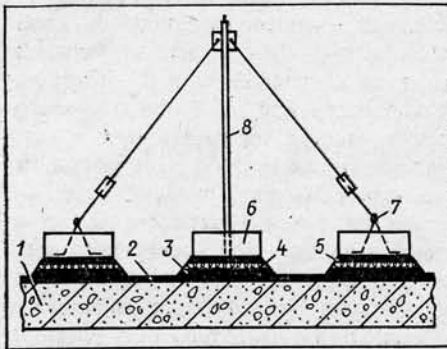


Рис. 1. Установка теле- и радиоантенн: 1 — плита покрытия; 2 — гидроизоляционный слой из мастики; 3 — бронирующий слой; 4 — армированная прокладка из стеклотканевого материала; 5 — дополнительный слой из мастики «Тбилиси»; 6 — бетонный куб; 7 — анкерный болт; 8 — стойка мачты

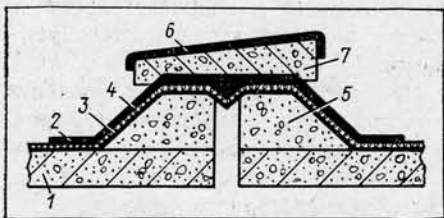


Рис. 2. Устройство температурно-осадочного шва: 1 — железобетонная плита; 2 — гидроизоляционный ковер; 3 — дополнительный слой; 4 — армированная прокладка из стеклотканевого материала; 5 — плитусный элемент из бетона или цементно-песчаного раствора; 6 — бронирующий слой; 7 — железобетонная парапетная плита

Причем при однослойной конструкции кровельного ковра (тип 2) он укладывается по незатвердевшему слою мастики, а при двухслойной (тип 1) — по второму ее слою.

В местах перепадов высот кровель и примыкания их к парапетам, стенам, карнизам, у водостока и т. д. основной гидроизоляционный ковер усиливается дополнительным из стеклоткани или стеклохолста.

Стояки для радио- и телеантенн необходимо устанавливать с растяжками на бетонных блоках. Эти блоки укладывают на дополнительно армированный стеклотканью слой мастики (рис. 1).

Температурно-осадочные швы должны пересекать все слои покрытия, водонепроницаемость которого достигается устройством бортиков из бетонных сборных элементов или монолитных, выполненных по месту. Бортики обрабатывают несколькими слоями мастики и защищают железобетонной плитой или металлическим фартуком (рис. 2).

Примыкание основного кровельного ковра к трубам, проходящим через толщу покрытия (рис. 3), осуществляется так:

на трубу надевают стальной патрубок с приваренным к нему фланцем, который устанавливают на гидроизоляционный кровельный ковер. На фланец наклеивают слой стеклоткани, пропитанный мастикой «Тбилиси». Место примыкания ковра к патрубку заливают той же мастикой. Зазор между

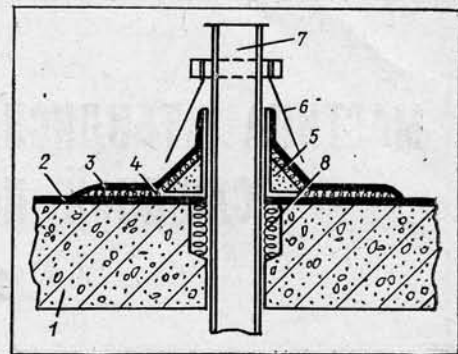
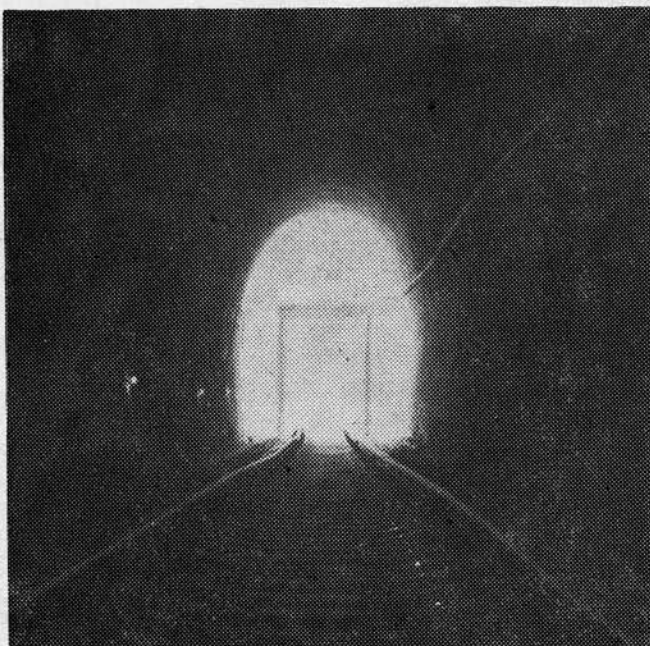


Рис. 3. Обработка труб, проходящих через покрытия: 1 — плита покрытия; 2 — гидроизоляционный слой из мастики; 3 — дополнительный слой мастики; 4 — армированная прокладка из стеклотканевого материала; 5 — патрубок; 6 — фартук из оцинкованной стали; 7 — труба; 8 — теплоизоляция

жду трубой и патрубком сверху заполняют паклей, пропитанной мастикой, и защищают фартуком из оцинкованной стали. На трубу надевают металлический зонт.

До укладки теплоизоляции и устройства основания под кровлю устанавливаются водосточные воронки, патрубки для прохождения труб через толщу перекрытия, бортики и стенки температурно-осадочных швов, вентиляционные шахты и др.

Тбилисметрополитеном принято решение и в дальнейшем широко использовать мастику «Тбилиси» и организовать ее производство. □



Порталы Иджеванского и Дилижанского тоннелей в Армении.



НОВЫЙ УЗЕЛ КРЕПЛЕНИЯ КОНТАКТНОГО РЕЛЬСА

С. ГЕНКИН, Т. МОРОЗОВА,
кандидаты техн. наук;
В. АКТОВ,
инженер

В О ВНИИЖТе совместно со службой пути Московского метрополитена разработана новая конструкция узла крепления контактного рельса с учетом условий его эксплуатации в тоннелях: повышенной влажности воздуха; попадания воды при мойке специальными машинами; вибрации от проходящих электропоездов и др.

Новая конструкция должна была отвечать основным техническим требованиям:

простота и малодетальность, удобство при монтаже;

гладкая поверхность деталей во избежание скопления пыли и переброса тока с контактного рельса на кронштейн; надежная работа в температурном интервале от -45 до $+55^{\circ}\text{C}$;

сухоразрядное напряжение деталей изоляции узла — не менее 20 кВ;

выдерживать вертикальную нагрузку не менее 1200 кгс; воспринимать без разрушения динамические удары от взаимодействия подвижного состава и контактного рельса.

Исходя из этого, несущие детали выполнены одновременно электроизолирующими. Для изоляции металлического кронштейна от контактного рельса верхняя его часть заключена в закрытую камеру, образуемую деталями узла при их монтаже.

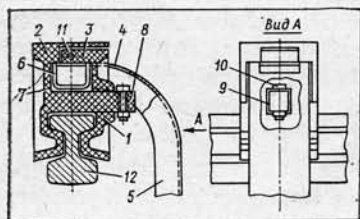


Рис. 1.

Новая конструкция (рис. 1) состоит из правого и левого полукорпусов, отпрессованных из полимерного материала. Деталь 1 имеет Г-образный выступ 3, который при монтаже проходит через отверстие 4 опорного кронштейна 5 и опирается на крепежную скобу 6. Верхняя часть детали 2 выполнена в виде коробки 7, охватывающей по периметру и с торца кронштейн с крепежной скобой. При соединении деталей 1 и 2 направляющий выступ 8 детали 2 входит в окно 9 детали 1; они скрепляются штифтами 10 и 11 и образуют закрытую камеру, в которой заключена верхняя часть кронштейна. Нижние части деталей 1 и 2 выполнены по профилю контактного рельса 12, охватывают его подошву и шейку и удерживают рельс в подвешенном состоянии. Таким образом, верхний конец опорного кронштейна закрыт со всех сторон и надежно изолирован от контактного рельса, который свободно лежит в охватывающих его деталях. Это положение зафиксировано по отношению к ходовым рельсам; в то же время он может свободно перемещаться в направлении своей продольной оси при температурных изменениях его длины.

Новая конструкция существенно надежнее традиционного узла крепления, так как в ней нет фарфоровых изоляторов,

часто выходящих из строя из-за механических повреждений; пробиваемого резинового уплотнительного шнура; разрывающегося стяжного болта.

Для изготовления деталей разработанной конструкции выбран пресс-материал ДСВ-2-Р-2М ГОСТ 17478-72 (стеклопластик), характеризующийся хорошей механической прочностью в диапазоне температур $-60 \div +150^{\circ}\text{C}$, высокими электроизоляционными свойствами, атмосферостойкостью, трудновоспламеняемостью.

Из этого материала методом горячего компрессионного прессования в специальных пресс-формах были выполнены детали нового узла (рис. 2). Чтобы проверить его на соответствие техническим требованиям, провели механические и электрические испытания*. Результаты последних приведены в таблице.

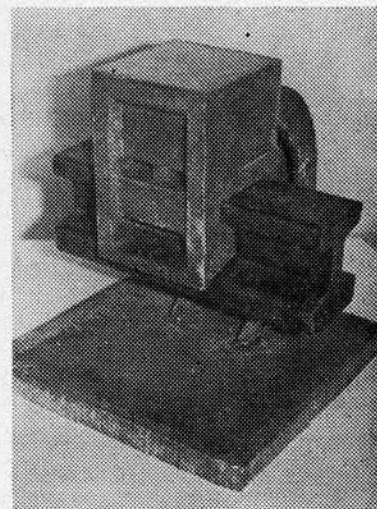


Рис. 2.

Для механических испытаний изготовили приспособление, имитирующее реальную схему нагружения узла. Оно состояло из верхней части опорного кронштейна, приваренного к площадке, и металлической скобы для передачи нагрузки на детали узла. Приспособление устанавливалось на испытательную машину, и узел нагружался вертикальным усилием до разрушения.

Проверка показала, что сначала при нагрузке 2745 кгс наступает излом правого полукорпуса, а затем при нагрузке

Таблица
Результаты электрических испытаний
стеклопластикового узла крепления

Вид напряжения	Род тока	Величина напряжения, кВ	Ток утечки, мкА	Время испытания, мин.	Сопротивление изоляции, МОм		Результаты
					до испытания	после испытания	
I узел Сухоразрядное	пост.	25	1	5	3000	3000	выдержал
	•	20	2	5	3000	3000	выдержал
	перем.	30	—	1	3000	3000	выдержал
		•	38	—	1	3000	3000
Мокроразрядное	пост.	8	—	—	2	2	не выдержал
		5	124	5	2	2	выдержал
	•	9	160	1	2	2	перекрытие, не выдержал
	•	15	200	0,5	2	2	то же
II узел Мокроразрядное	пост.	5	170	5	3	3	выдержал
	•	8	180	1	3	3	перекрытие
	пост.	5	700	—	1	1	выдержал
•		8	1300	5	1	1	перекрытие, не выдержал
•		12	1000	5	1	1	то же

* Испытания проводились в лаборатории измерений и испытаний дистанции защиты и автоматики службы электроподстанций и сетей Московского метрополитена.

«ПАССАЖИРСКИЕ ПЕРЕВОЗКИ НА МЕТРОПОЛИТЕНЕ»

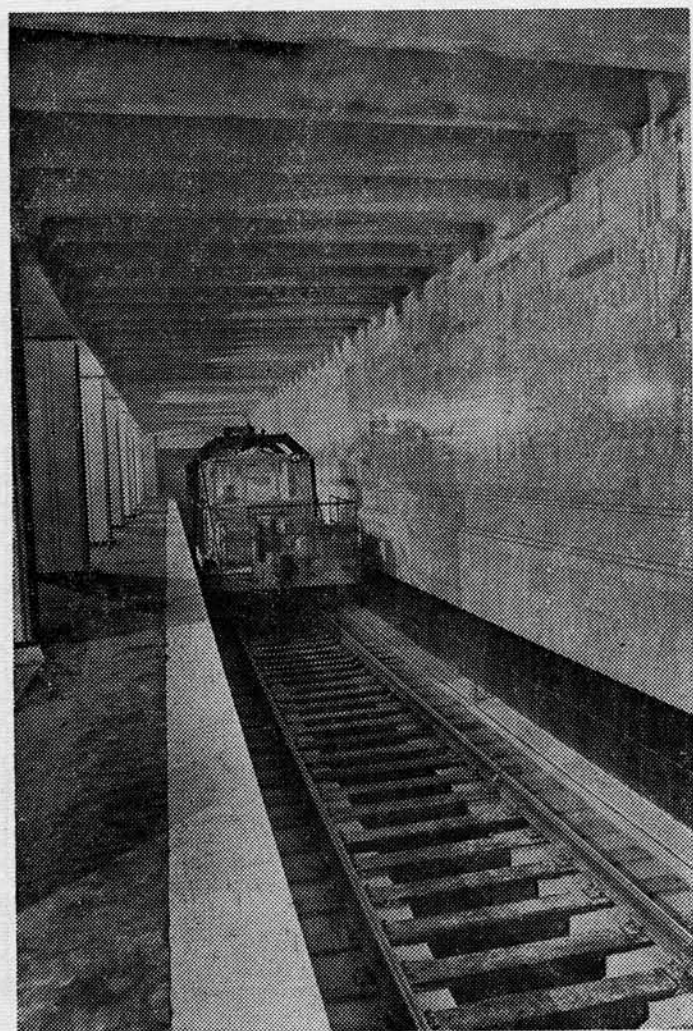
2920 кгс — левого. Таким образом, узел удовлетворяет требованиям, в соответствии с которыми его детали должны выдерживать вертикальную нагрузку не менее 1200 кгс. Если учесть, что рабочая нагрузка (300 кгс) составляет 11% от разрушающей, то можно сделать вывод: новая конструкция обеспечит надежную и длительную работу узла.

При высоковольтных испытаниях установлено, что вода при поливе узла попадает в зазоры между деталями и вызывает пробой при напряжении 1,5—2 кВ, что недопустимо. Поэтому между контактным рельсом и деталями узла уложили полиэтиленовую прокладку, обычно применяемую в узлах крепления. Ее установка существенно повысила электроизоляционные свойства узлов.

Учитывая, что рабочее напряжение на контактном рельсе составляет 825 В, можно заключить, что электроизоляционные свойства узла с полиэтиленовой прокладкой должны обеспечить его надежную работу.

В настоящее время 24 стеклопластиковых узла контактного рельса эксплуатируются на перегоне «Сокольники» — «Преображенская площадь» Московского метрополитена. Повреждений не отмечено, узлы надежны и удобны в эксплуатации.

Экономические расчеты показали: применение новых узлов снизит трудоемкость их текущего содержания, за счет чего по Московскому метрополитену будет достигнута экономия 85000 чел./час. в год (что равноценно труду 50 рабочих). Экономический эффект — ориентировочно 50 тыс. руб. в год. □



Станция «Московская» Минского метрополитена перед пуском.

ПОД ТАКИМ названием в издательстве «Транспорт» вышла в свет монография канд. техн. наук И. Якушкина — компактная и насыщенная содержанием. В ней всестороннему и обстоятельному анализу подвергается основной производственный процесс, ради которого проектируются, строятся, эксплуатируются и совершенствуются советские метрополитены: быстрой, комфортабельной, массовой, надежной и безопасной перевозки пассажиров.

В логической последовательности изложены вопросы роли метрополитена в системе городского пассажирского транспорта (глава I), целей, методики и результатов обследования пассажирских потоков (II), неравномерности распределения их во времени и пространстве (III), пропускной и провозной способности линий и станций (IV), определения размеров и разработки графиков движения (V), времени и скорости передвижения пассажиров (VI), экономики перевозок на метрополитене (VII).

Монографию отличают научная строгость и убедительность изложения, комплексность исследования богатого фактического материала, четкая целенаправленность и повышение эффективности (прежде всего социальной) работы метрополитена, конкретность практических выводов и предложений. Особый интерес представляют разделы о выборочном оперативном методе обследования пассажиропотоков, распределения их на станциях и неравномерности наполнения вагонов поезда, что в свою очередь связано с функционально-пространственным решением станций, играющим существенную роль в формировании затрат времени пассажиров на передвижение. На исследовании этого комплекса взаимосвязанных явлений автор обосновывает конкретные предложения по совершенствованию планировки станций и пересадочных узлов метрополитена, по корректировке норм пропускной способности переходов, лестниц и эскалаторов, принятых в главе СНиП по проектированию метрополитенов.

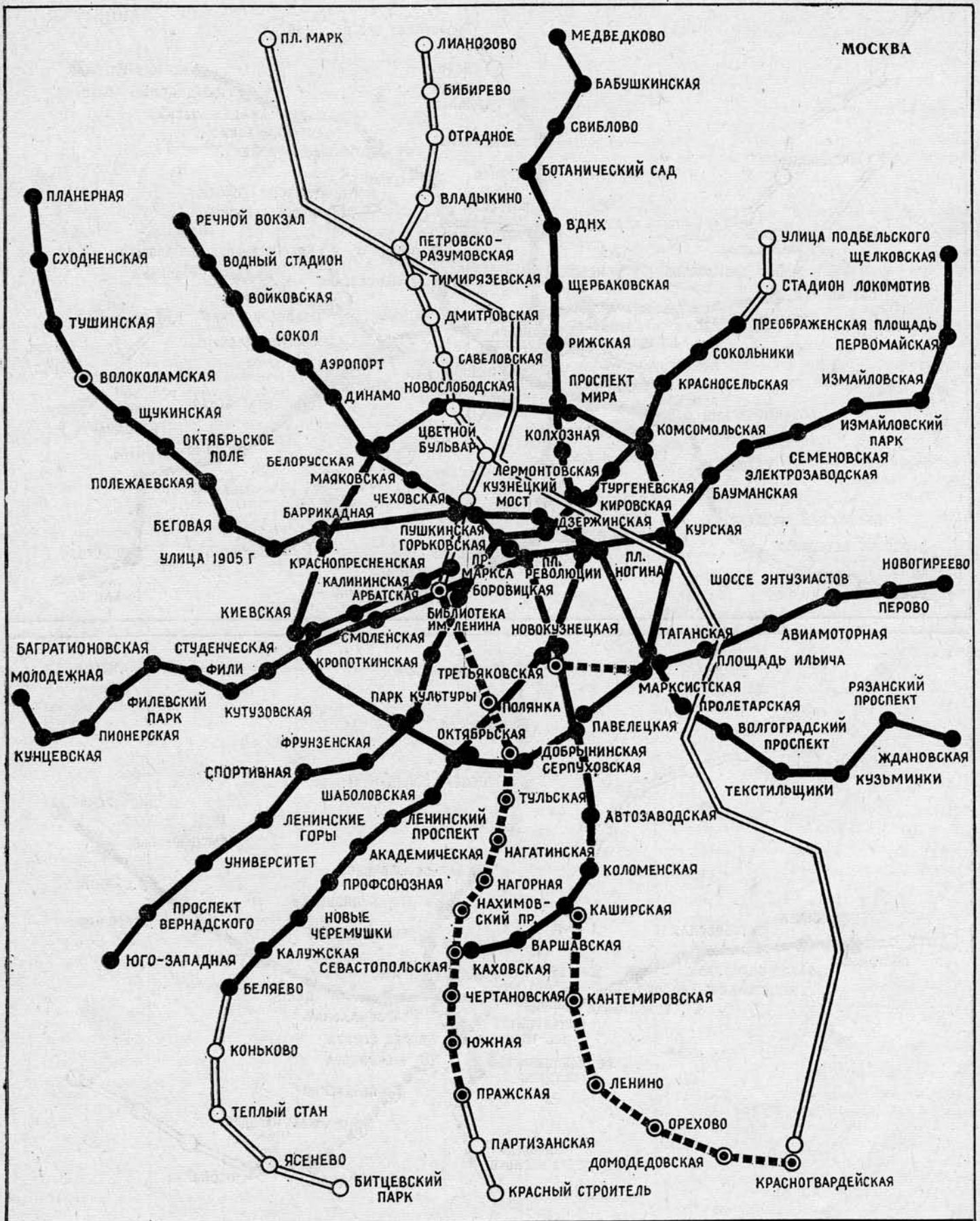
Дискуссионной представляется, однако, идея беспересадочного проезда по разным маршрутам ввиду уязвимости маршрутных систем к любым, даже незначительным нарушениям графика движения на любой из ветвей. Не случайно поэтому, что в главе СНиП «Метрополитены» однозначно принят принцип автономной работы каждой линии, а в недавно утвержденных дополнениях к главе СНиП «Планировка и застройка городов, поселков и сельских населенных мест» для проектов пересадочных узлов метрополитена установлен максимум затрат времени не более 3 мин. на весь путь пересадки, не считая времени ожидания поезда.

Хорошо подобранные и содержательные иллюстрации дополняют и обогащают текст. Включенные в издание номограммы представляют собой ценные пособия, облегчающие труд проектировщиков.

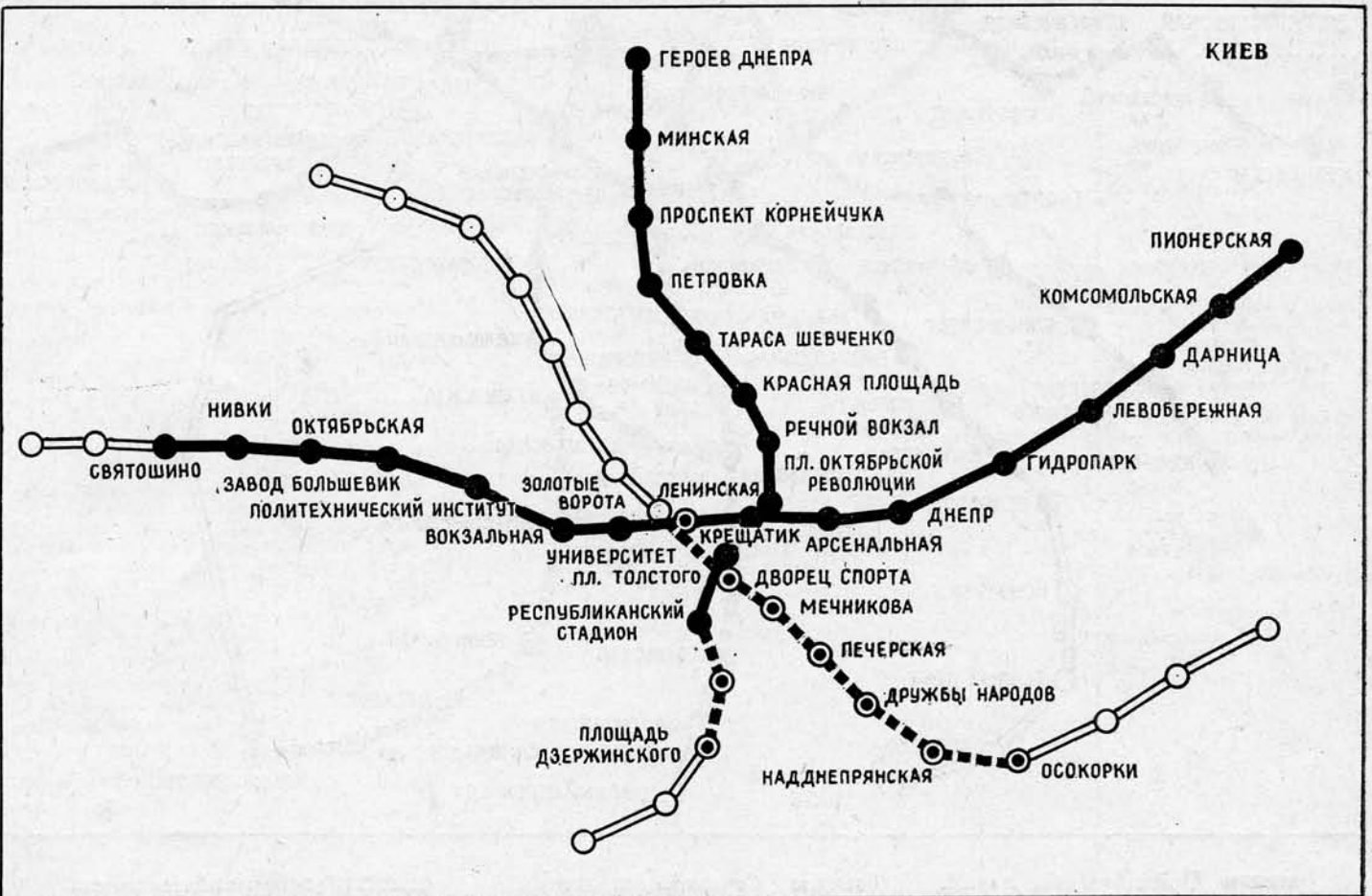
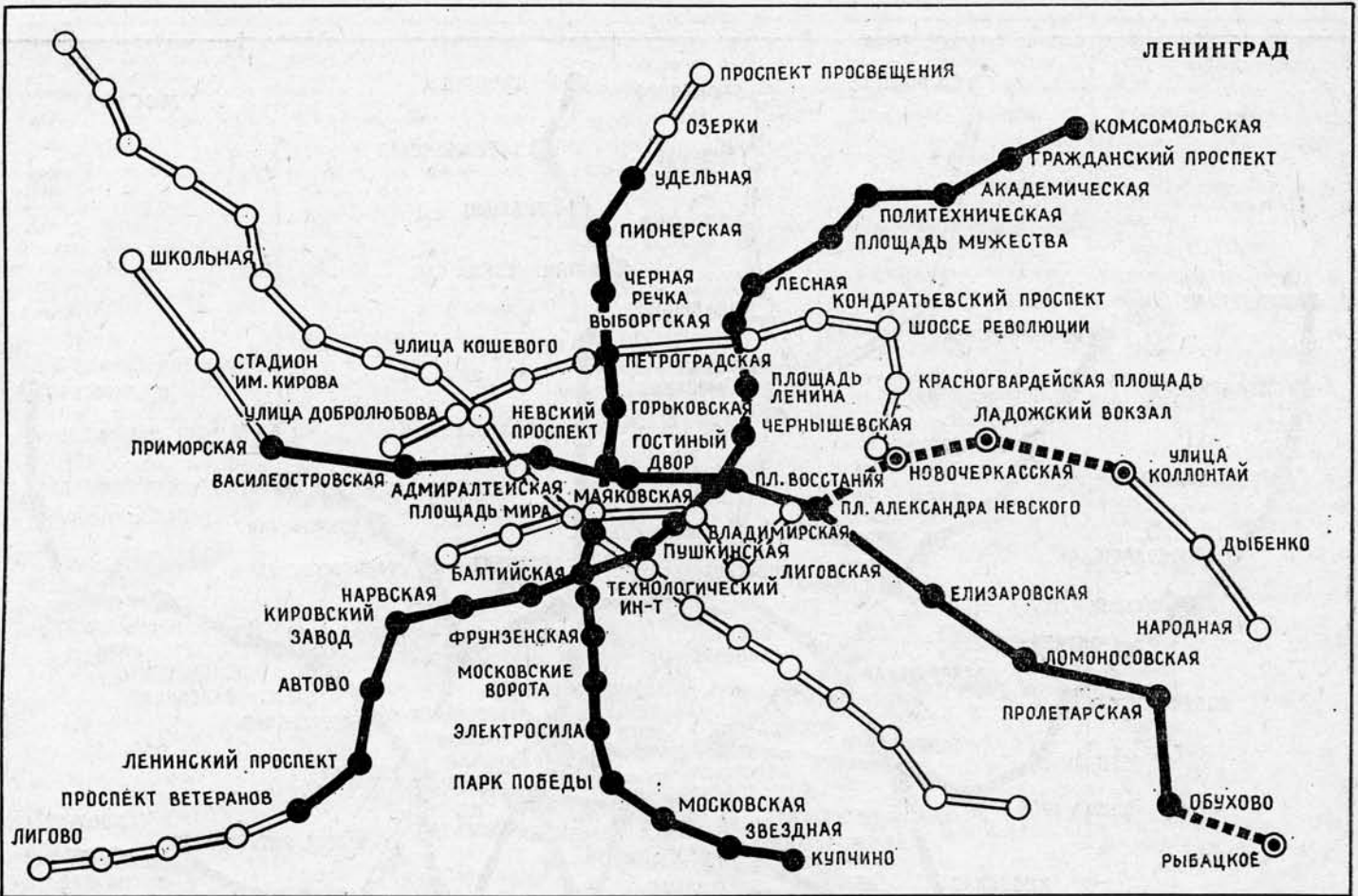
Интересна схема (на вкладке) определения затрат времени на поездку. Сеть линий метрополитена и пригородных электропоездов представлена здесь как единая система скоростного железнодорожного транспорта.

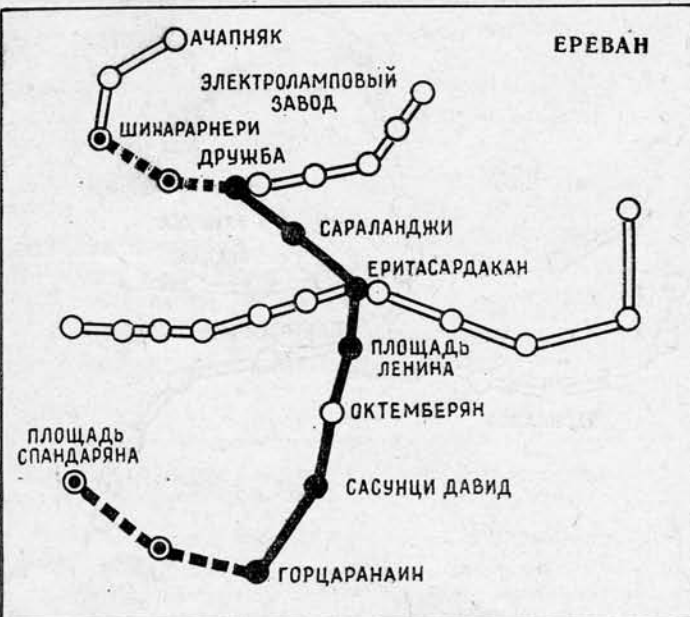
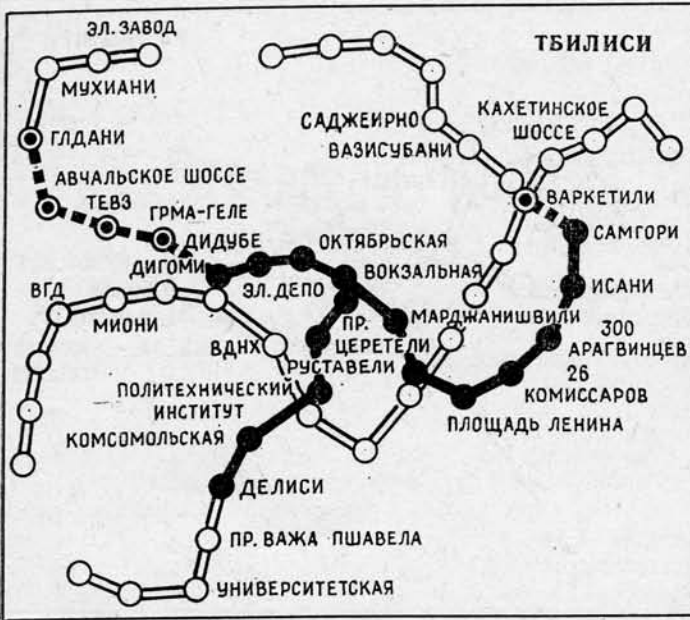
Аналогичные схемы следовало бы установить на станциях метро для информации пассажиров.

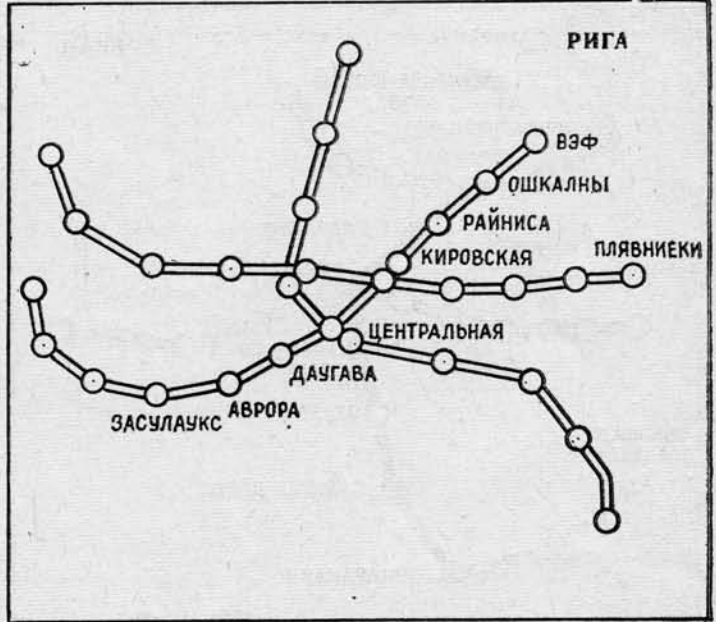
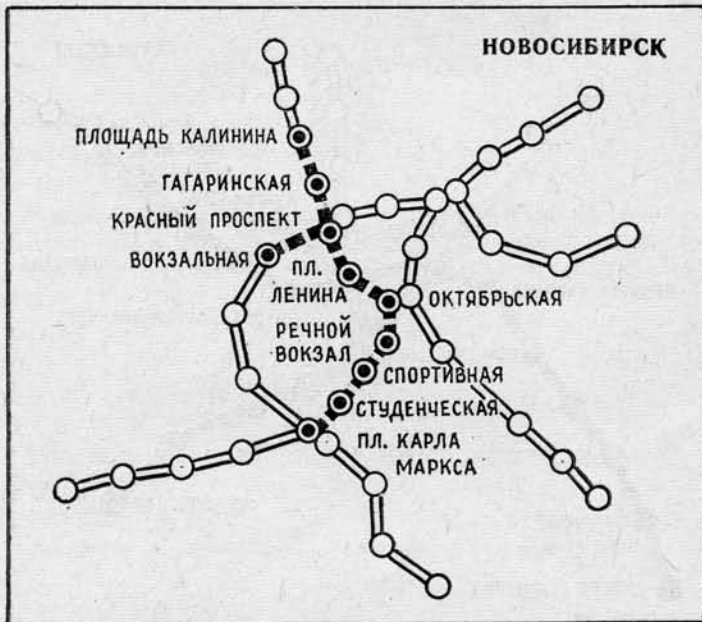
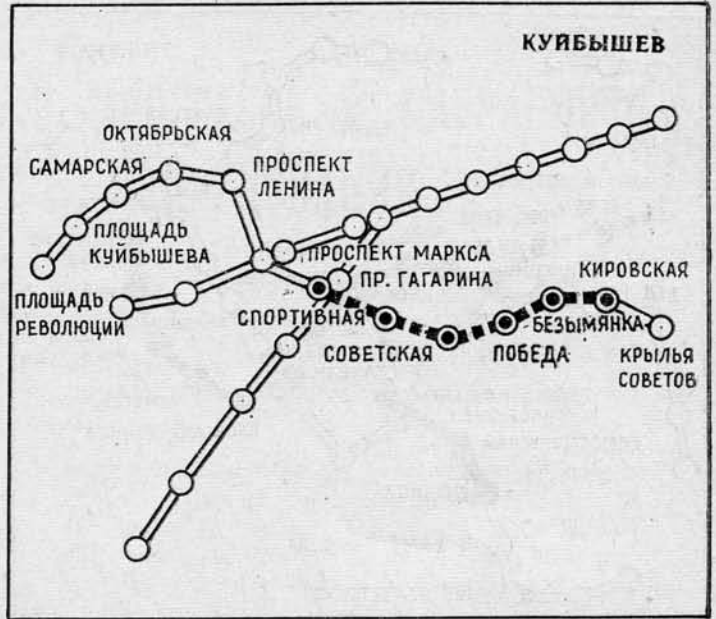
К. АЛЕКСАНДЕР,
канд. техн. наук



———— Действующие линии
 - - - - Строящиеся линии
 ———— Перспективные линии







СТАБИЛИЗАЦИЯ НЕУСТОЙЧИВЫХ ГРУНТОВ*

Л. МАКОВСКИЙ, канд. техн. наук

В ПОСЛЕДНИЕ годы получает распространение новый эффективный способ стабилизации грунтов: энергией высоконапорных водовоздушных струй вокруг заранее пробуренной направляющей скважины создают полость, заполняемую стабилизирующим составом (например, цементным раствором).

Работы ведут в такой последовательности: пробуривают вертикальную скважину (диаметром 135—200 мм), закрепляя ее стенки от обрушения бентонитовой суспензией. В скважину опускают колонну из трех труб, по одной из которых — мониторинной ($\varnothing 12,7$ мм) подают воду. Водяная струя, выходящая из насадки ($\varnothing 1,8$ мм) под давлением 40 МПа, окружена оболочкой из сжатого воздуха, поступающего под давлением 0,7 МПа по второй трубе ($\varnothing 35,5$ мм). Воздушная оболочка концентрирует и направляет водяную струю, а также создает водовоздушную смесь, турбулентным движением которой грунт удаляется из скважины на поверхность земли. Радиус эффективного размывающего действия струи — около 1—1,2 м. На третьей трубе ($\varnothing 71$ мм) на 500 мм ниже мониторинной закреплена инъекционная насадка ($\varnothing 7$ мм). Через нее под давлением 4 МПа в грунтовую полость нагнетается стабилизирующий состав. По мере разработки и удаления грунта трубы поднимают по скважине, а образованную полость равномерно заполняют этим составом.

Так, по контуру тоннеля можно создать область закрепленного грунта в виде отдельных свай или сплошной завесы — ограждающей или несущей стены в грунте с

низкой степенью водопроницаемости.

В зависимости от требуемой формы закрепляемого массива применяют различные технологические режимы работы. Например, для устройства плоских стен из закрепленного грунта инъекционные трубы поднимают, сохраняя их положение в плане. В этом случае скважины забуривают по оси стены с шагом 1—1,2 м (рис. 1). Используя трубы с несколькими насадками, можно создавать взаимно пересекающиеся участки стен. Вращением системы труб во время их подъема по скважине устраивают своеобразные сваи из закрепленного грунта (рис. 2). Располагая скважины с определенным шагом, можно создавать стены из «секущихся» или касающихся свай.

Рассматриваемый способ применяют и для локального закрепления грунта. При этом водяную и воздушную струи включают и отключают на заданных глубинах, а трубы извлекают из скважины. Успешно используют его и для усиления фундаментов зданий, расположенных по трассе строящихся тоннелей: направляющие вертикальные или наклонные скважины могут быть забурены на расстоянии до 300 мм от стен зданий или непосредственно через конструкцию фундамента (рис. 3).

Новый способ приемлем в широком диапазоне грунтов. В отличие от химического и электрохимического закрепления используют инертные, нетоксичные материалы, не загрязняющие окружающую среду, так как цементный раствор заполняет строго определенный объем в заданном месте, не проникая в грунтовые воды. Применение способа, как правило, не влечет за собой сдвиги и деформации грунтового массива и поверхности земли, проявляющихся обычно при водопонижении или замораживании грунтов. Преимуществом является и то, что для производства работ нужно сравнительно простое, малогабаритное и легкое оборудование: буровые станки для устройства скважин диаметром 135—200 мм, агрегаты для приготовления, подачи и очистки бентонитовой суспензии, высоконапорные водяные насосы, воздушные компрессоры, насосы для нагнетания стабилизирующего состава. К достоинствам способа следует отнести и довольно высокие строительные скорости: так, участок подземной стены длиной 1,2 м, толщиной 0,15 м, глубиной 30 м может быть закреплен за полчаса.

С целью повышения экономической эффективности работ в качестве стабилизирующего состава вместо цементного раствора можно использовать цементно-бентонитовый или компаунды на основе битума либо асфальта. □

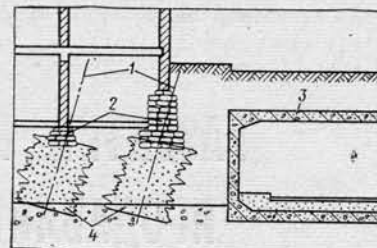


Рис. 3. Усиление фундаментов здания:
1 — ось направляющей скважины; 2 — фундамент; 3 — тоннель; 4 — закрепленный грунт.

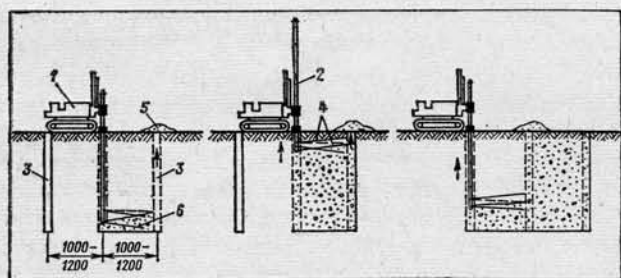


Рис. 1. Устройство стены из закрепленного грунта:
1 — базовый агрегат; 2 — колонна труб; 3 — направляющая скважина; 4 — водовоздушная струя; 5 — разработанный грунт; 6 — нагнетаемый цементный раствор.

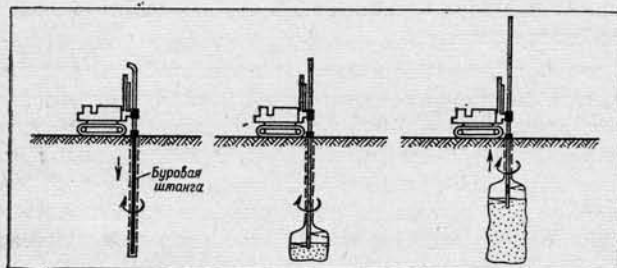


Рис. 2. Устройство свай из закрепленного грунта.

* По материалам «Civil Engineering», April, 1982 и «Construction Methods and Equipment», July, 1974.

РАЗВИТИЕ МЕТОДА ПРОДАВЛИВАНИЯ

В. ШВАНДЕРОВА

ОБШИРНАЯ практика использования метода продавливания конструкций тоннельных переходов и труб при пересечении действующих транспортных магистралей за рубежом позволила реализовать различные технологические схемы производства работ в зависимости от местных, эксплуатационных и инженерно-геологических условий, расширить ассортимент применяемого оборудования для продавливания конструкций, разработки и транспортирования грунта.

Чтобы правильно выбрать способ производства работ, проводят предварительные инженерно-геологические исследования. Для оценки устойчивости забоя, подбора мощности домкратной установки и типа породоразрабатывающего оборудования определяют показатели сцепления и внутреннего трения грунтов, их устойчивости, положение уровня грунтовых вод.

Наиболее эффективен метод продавливания в устойчивых связных грунтах; в неустойчивых или смешанных породах часто требуется их предварительная стабилизация; в водонасыщенных песках и гравелистых отложениях производят понижение уровня грунтовых вод.

Устойчивость грунтового массива во всех случаях является объектом особого внимания, так как она может быть нарушена и вследствие неровностей поверхности продавливаемых элементов (особенно в стыках), при наличии отдельных линз или больших грунтовых призм, увлекаемых вперед в ходе продвижения элемента, и т. д. Во избежание этого часто используют упругие прокладки, размещаемые между наружной поверхностью конструкции и грунтом.

Для экономии средств, затрачиваемых на строительство, при разработке проекта производства работ особое внимание уделяется тщательным расчетам для получения требуемых усилий домкратов, определению мест передачи их давления на обделку. Равнодействующая усилий должна проходить в пределах нижней части сечения элемента для предотвращения его опускания.

Элементы сооружения рассчитывают на давление домкратов и грунта и выполняют обычно из железобетона. С учетом возможности критического сочетания нагрузок вследствие неравномерного контакта конструкции с грунтом требуется дополнительное армирование, а также расчетная проверка стыков между элементами на возможность передачи ими усилий от домкратов и ограничения горизонтальных смещений.

Обычно работы по продавливанию выполняют круглосуточно, чтобы свести к минимуму перерывы в движении транспорта и ограничение его скорости, нарастание давления грунта и осадок поверхности, стоимость и сроки строительства.

В сложных условиях производят предварительное задавливание в насыпь стальных защитных труб. Такой метод оказался целесообразным при тоннельном пересечении вблизи станции Эссен (ФРГ) железнодорожной насыпи с 18 путями без перерыва движения поездов.

В насыпь по контуру автодорожного трехполосного тоннеля сечением $11,75 \times 4,75$ м задавливали 17 стальных труб диаметром 1,6 м. Одна из них использовалась для удаления разработанного грунта, другая — для пропуска рабочего персонала и поставки оборудования. Из шахты, устроенной в насыпи между порталами тоннеля, продавливали трубы звеньями (по 5,6 м), свариваемыми по мере продвижения. Расстояние между трубами над верхом тоннеля составляло 10 см, вдоль стен — 30 см. Через каждые 15 м в стенках двух труб вырезали отверстия для выемки грунта насыпи на длине 5 м и в образовавшейся полости бетонировали участки обделки тоннеля. В местах восприятия обделкой нагрузки от насыпи устраивали временные опоры. Фундаментом для подошвенной плиты тоннеля служили бетонные плиты или сваи.

Когда нижняя боковая труба достигала проектного положения, из нее извлекали грунт и устанавливали внутри конвейер для его удаления из остальных труб. Затем их заполняли бетоном. Под защитой такой опорной рамы из труб разрабатывали грунт насыпи на полное сечение тоннеля и бетонировали обделку. Пространство между трубами и обделкой также заполняли бетоном.

Более сложную технологию пришлось применить при устройстве путепровода в Саппоро (Япония) на железнодорожной линии с интенсивным движением без его перерыва. Проходку вели методом продавливания в мягких грунтах (вулканические лавы) под защитой 79 труб диаметром 318,5 мм, длиной 15,5 м, опирающихся по концам на стальные балки. Путепровод рамной конструкции шириной 19,5 м, длиной 14,5 и высотой 7,78 м пересекает железнодорожную линию под углом $71^\circ 21'$. Предварительно по обе стороны пути устроили котлованы со шпунтовым ограждением, из которых осуществили продавливание труб, а затем бурение горизонтальных скважин для пропуска напрягаемых тросов: четырех вдоль боковых стен и десяти — в уровне перекрытия будущего путепровода. После этого прошли три штольни шириной 1,9, высотой 2,7 м в центре и по углам нижней части поперечного сечения путепровода. Сквозь оставшуюся часть насыпи пробурили горизонтальные скважины, сгруппировав их по четыре. В основание и боковые стенки штолен уложили бетон, замонолитив в него направляющие для перемещения конструкции путепровода. Одновременно изготовили две железобетонные секции путепровода рамной конструкции с ножевой кромкой на переднем конце и уплотнительным устройством в зоне стыка.

В обоих котлованах смонтировали домкратные установки: лобовые — по числу пробуренных горизонтальных скважин и четыре торцевых. С помощью последних осуществили вдавливание ножевой кромки первой секции в насыпь. Затем произвели основную операцию — продавливание за счет подтягивания секции путепровода по направляющим тросами, пропущенными через скважины. При одновременной разработке грунта за одну подачу секции перемещали лишь на 10—15 см, что было обусловлено размерами уплотнения в стыке. По окончании каждой заходки (примерно в 1 м) торцевые домкраты переставляли на новые позиции. Установив секции в проектное положение и убрав тросы, произвели нагнетание цементного раствора в скважины, а трубы защитного покрытия забетонировали.

С целью повышения технико-экономической эффективности метода Научно-исследовательский институт железнодорожного транспорта в Японии разработал типовые конструкции переходов из металлических элементов, продавливаемые в грунт насыпей. Они имеют закрытое коробчатое трапециевидное сечение, боковые ребра усилены по торцам плитами для упора в них задавливающих домкратов. Созданы три типа таких конструкций, имеющих аналогичные поперечные сечения, но различающихся устройством стыков.

Применение их позволило максимально сократить сроки и увеличить безопасность производства работ, однако оно приемлемо для относительно благоприятных инженерно-геологических условий и не исключает осадок насыпи.

Конструкция обделки для более сложных условий состоит из отдельных металлических элементов коробчатого сечения, внедряемых в тело насыпи последовательно, при помощи специальной машины. Передние пустотелые элементы оснащены рабочим органом для резания грунта, а с противоположной стороны — шнековым устройством для его удаления, размещаемым в отрезке трубы. Каждый элемент обделки (с шириной поверху — 0,8 и понизу — 0,6 м, высотой — 0,3 и длиной 1 м) изготавливается из стальных листов 4,5—5-мм толщины. Во время продавливания в продольном направлении элементы соединяются сваркой. Установка направляющих по боковым стенкам смежных элементов допускает их взаимное смещение.

Опытное сооружение и исследование работы такой обделки проведены на участке с залеганием глины, гравелистых песчаников и гравия (см. рисунок). Машина для проталкивания отдельных элементов включает электродвигатель, компрессор и гидродомкраты с усилием по 60 тс при ходе поршня 1,2 м и упором в стенку котлована. Она устанавливается на подвижных подмостях, что позволяет перемещать ее в горизонтальном и вертикальном направлении соответственно контуру продавливаемой обделки. Проталкивание начали с замковых элементов, которые последовательно сваривали один с другим, после чего начали внедрять элементы 4 и 6; 3 и 7; 2 и 8; 1 и 9. В глинистом грунте продвижение их осуществлялось без затруднений, но в гравелистых, с крупными каменными включениями было значительно сложнее. Выемку грунтового ядра производили под защитой готовой обделки, устанавливая распорки между элементами 1 и 9 каждого кольца.

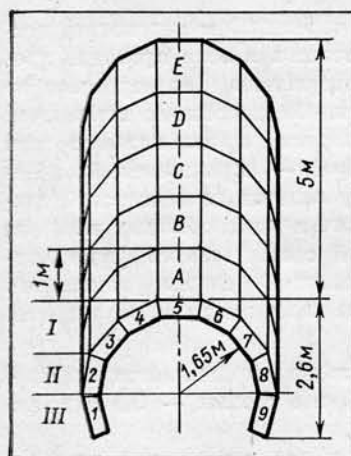


Схема обделки из отдельных элементов:

I — глина, II — гравелистый песчаник, III — гравий.

Скорость продвижения элементов ряда 5 (см. рисунок) вначале достигала 8 см/мин., затем сократилась до 5 см/мин. и осталась постоянной и для остальных элементов. Усилие внедрения в грунт каждого ряда возрастало от начала к середине пути с 10—12 до 18 тс. Исследования работы обделки в процессе ее возведения, а также на воздействие статических и динамических нагрузок показали, что осадка оказалась максимальной в пределах кольца С и минимальной по концам. Внедрение этого способа в практику строительства связано с решением вопросов более жесткого соединения элементов во избежание прогибов конструкции, а также механизированной разработки гравелистых грунтов.

В Англии метод продавливания получил распространение, начиная с 60-х годов. В основном используется схема продавливания, заключающаяся в применении на головном участке проходческого щита для обеспечения правильности направления, а на хвостовом участке, в котловане, силовой установки с гидравлическими домкратами. При значительной длине конструкции используют промежуточные установки или камеры с домкратами.

Рост мощности гидравлического оборудования позволил увеличить длину и размеры сечений продавливаемых конст-

рукций, сделать метод эквивалентным (по стоимости) проходке тоннелей горным или открытым способом.

Особые преимущества метод продавливания имеет в стесненных условиях. Например, он оказался целесообразным при проходке в Лондоне водосточного тоннеля в уровне на 1 м ниже железнодорожных путей и на 1,5 м выше тоннелей метрополитена (линия Виктория), в водонасыщенных гравелистых грунтах.

В ФРГ созданы комплексы агрегатов, включающих головные щиты с режущей кольцевой кромкой, силовые блоки, оборудование для транспортирования грунта, домкратные установки для продавливания конструкций, а также буровое оборудование для разработки грунтов широкого диапазона. Они рассчитаны на различные размеры сооружаемых конструкций.

В Цюрихе (Швейцария) использовали такой агрегат, соорудив тоннель прямоугольного сечения 3,4×3,06 м, длиной 337,5 м в наносных и гравийных отложениях на глубине 12 м. Из одной шахты продавливание вели в двух направлениях — на длину 180 и 150 м. На каждом участке применяли по три промежуточные домкратные установки. Средняя скорость продвижения составила 40 м в неделю, максимальная — 5 м за 10-часовую смену. На отрезке в 40 м, где в верхнем уровне проходит пешеходный тоннельный переход, грунт закрепляли бентонитовой суспензией. Отдельные прямоугольные элементы имели по углам стальные прокладки. Штыки заполняли битумом с полиэтиленовым покрытием.

С применением аналогичной машины под железнодорожной магистралью в ФРГ соорудили водоотводный тоннель длиной 480 м на глубине 3 м. Грунт закрепили нагнетанием бентонитовой суспензии и цементного раствора и осуществили продавливание в четыре приема, заходками по 120 м. Такое оборудование использовали и в Западном Берлине для строительства водоотводного тоннеля протяженностью 646 м, диаметром 2,04 м. Элементы обделки длиной по 5 м продавливали на глубине 8,5 м в глинистых грунтах с валунами.

Режущая кромка экскаваторного рабочего органа была оснащена резами. В некоторых случаях применялись гидравлические перфораторы. Скорость продвижения — 8 м за 10-часовую смену.

В Японии создан и широко внедрен механизированный «бентонитовый» щит для продавливания цилиндрических железобетонных труб в мягкие грунты с автоматизированным дистанционным управлением. Давление бентонитовой суспензии в призабойной камере щита изменяется автоматически, в зависимости от изменения характеристик грунта и скорости продавливания (включая остановки). В трубах диаметром более 1 м помещается телевизионное устройство, которое транслирует на табло строительной площадки показатели давления на забой, усилий на резах, степень раскрытия зазоров между резами и планшайбой, давление рабочей жидкости и величину отклонений щита.

Таким комплексом сооружен, в частности, водосточный тоннель длиной 458 м, внутренним диаметром 850 мм в Мориоке. Продавливание вели в глинистых грунтах с гравелистыми включениями и притоком грунтовых вод, через 6 шахт, расположенных на расстоянии 90 м. Скорость проходки в трудных условиях (в процессе работ трубы забивались гравием) составила 90 м за 56-часовую неделю. Автоматизированным комплексом проложено также несколько сот метров трубопроводов в Токио.

Подобные комплексы предполагается выпускать для сооружения тоннелей больших диаметров. □

ПОПРАВКА:

В № 2 «Метростроя» за 1983 г. заключительную фразу 1-го абзаца, 2-й колонки, стр. 31 следует читать: «В последующем подобного типа конструкции воплощены на станциях «Сараланджи» и «Дружба» Бреванского метрополитена».

СТРОИТСЯ МЕТРО В КАЛЬКУТТЕ

М. ЕРЕМИН,

руководитель группы советских метростроителей

СЛОЖНЫ транспортные проблемы Калькутты. Улицы и дороги образуют здесь лишь 6% площади города. И на этом ограниченном пространстве курсирует около 150 тысяч единиц различных видов транспорта. Население города составляет примерно 7,5 млн. человек. Общественный же транспорт способен перевезти лишь 2,5 млн. человек в день (тогда как им ежедневно пользуются 5,5 млн. пассажиров). Дополнительные трудности, особенно в часы пик, создают рикши, повозки, велосипеды, большое число людей на улицах. Поэтому скорость транспортного движения ограничена до 40 км в час.

В настоящее время в соответствии с разработанным Плановой комиссией Индии проектом строительства метрополитена в Калькутте сооружается первая его линия, стоимость которой составит около 5 млрд. 600 млн. индийских рупий.

Трасса проходит с севера на юг. Протяженность I очереди 16,5 км — из них 15,3 км сооружается открытым способом и 1,2 км между станциями «Шиамбазар» и «Белгачи» — закрытым. На линии предусмотрено 17 станций (открытого способа работ); среднее расстояние между ними около 1 км.

Генеральным подрядчиком является государственное учреждение «Метро Рейлвей», образованное при Министерстве железных дорог Индии. Вся трасса разбита на отдельные секции, которые строят в основном частные фирмы на субподрядных началах.

Перед началом строительства метро Индию посетили специалисты из СССР, которые детально рассмотрели проект и дали ответы на вопросы индийской стороны по схемам и методам расчетов, способам производства работ, монтажа и эксплуатации горнопроходческого оборудования.

В 1979 г. в Калькутту прибыла группа советских специалистов для содействия в монтаже оборудования и проходке тоннелей. Сейчас здесь работает новая группа в составе главного инженера-механика М. Еремина (Москва), горного инженера А. Рагимова (Баку), маркшейдера Л. Стаха (Киев).

Советский Союз поставил в Индию два немеханизированных комплекса КМ-34Т и четыре погрузочных машины I ППН-5 (во взрывобезопасном исполнении), которые успешно работают в трудных условиях тропиков.

С помощью советской техники предстоит соорудить два тоннеля диаметром 5,1 м и длиной 750 пог. м каждый. Они проходят в сложных горногеологических условиях, имеют два поворота с радиусом кривой 400 м. Породы слабые, в основном глины с включением песчанистого ила. Приток воды незначителен и, как правило, идет из почвы выработки. Проходка ведется в кессоне под давлением 1–1,2 атмосферы.

Обделка преимущественно из железобетонных блоков с плоским лотком (ширина кольца 1 м). На отдельных участках монтируются чугунные тубинги (ширина кольца

0,7 м). Железобетонные блоки изготавливаются по советской технологии с помощью оборудования, поставленного из Венгрии. Чугунные тубинги производит один из металлургических заводов Индии.

Условия проходки тоннелей очень трудные: температура воздуха в забое +32°, влажность 95%, среда считается взрывоопасной из-за присутствия в породах метана. Сейчас индийской стороной принимаются меры по установке оборудования для охлаждения воздуха, подаваемого в шахту.

Скорости проходки до ноября 1981 г. составляли около 10 пог. м в месяц. В настоящее время за счет приобретенного опыта индийскими рабочими и инженерами, лучшей организации труда, правильного ведения горных работ, технических предложений советских специалистов и их активного участия в осуществлении этих предложений темпы проходки достигли 22 пог. м в месяц. Предстоит довести их до 30 пог. м в месяц.

За время своей работы здесь мы обучили большую группу индийских рабочих профессиям: машинист щита, тубингоукладчик, машинист породопогрузочной машины, нагнетальщик. Проводится инструктаж с бригадирами и сменными инженерами по изучению и совершенствованию циклограмм проходки, правилам ведения горных работ.

Проектом предусмотрено через 250 м переносить кессонные перемычки, так как откатка в зоне проходки производится вручную из-за отсутствия электровозов во взрывобезопасном исполнении. От кессонных перемычек до тележки нагнетания комплекса прокладываются два пути (один — грузовой, второй — порожняковый). Нагнетание раствора за обделку ведется по венгерской технологии с помощью специальных центробежных насосов, а также растворонагнетателей отечественного производства. Применение комбинированной схемы нагнетания позволило избежать просадок поверхности и разрушений зданий.

В устойчивых глинах заходка принимается равной 1 м, крепится только лоб забоя, в слабых — 0,5 м с креплением лба и кровли забоя.

Сложность представляет также пересечение тоннелями канала. Толщина целика от его дна до верха свода тоннелей около 5 м, из них примерно 0,8 м ила. Приняли решение частично отсыпать канал глиной и проходить в два этапа: вначале первым, затем вторым тоннелем.

Открытые участки метро в Калькутте сооружаются способом «стена в грунте», реже применяется свайное крепление. Большую трудность при проходке открытых участков испытывают фирмы, строящие метро на оживленных магистралях, где нет возможности перевести транспорт на другие направления.

Сложные горногеологические условия, недостаток техники, применение в больших объемах ручного труда, густозастроенные улицы с интенсивным движением и ряд других факторов отодвинули сроки окончания строительства метро.

Фирма «Метро Рейлвей» предполагает сдать линию в эксплуатацию в два этапа: в 1984 г. — южный участок, а в 1986 г. — остальную часть. На северном направлении имеется уже полностью готовый отрезок протяженностью 1,2 км, где подано напряжение и проходит обкатку состав из 4 вагонов, изготовленных в Индии. Здесь же отрабатывается схема по автоматическому регулированию движения поездов. В этом вопросе индийским коллегам помогали специалисты из Ленинграда.

На четырех станциях начинаются отделочные работы. □

Проведенные исследования выявили наиболее перспективные направления научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в создании машин и оборудования для тоннеле- и метростроения (приводимые в порядке их значимости для получения наибольшего эффекта в строительстве), разработке и совершенствовании конструкций:

механизированных щитов диаметром до 6 м роторного типа с гидро-, грунто- или пневмопригрузами и автоматическим управлением рабочим органом для монтажа сборных чугунных или железобетонных обделок; с планшайбой, автоматическим управлением и возведением монолитно-прессованной обделки;

стреловых тоннелепроходческих комбайнов на гусеничном ходу для проходки выработок размером до 6 м, с рабочим инструментом ударного действия, автоматическим управлением исполнительным стреловым органом, автоматическим устройством на разрабатываемую форму выработки, погрузкой породы исполнительным органом комбайна; со стержневым рабочим инструментом, автоматическим управлением исполнительным органом и формой выработки, с погрузкой породы специальным механическим устройством; с шагающей безраспорной системой передвижения, шарошечным рабочим инструментом, автоматическим управлением рабочим органом и формой выработки, с погрузкой породы рабочим органом комбайна;

механизированных щитов шандорного типа диаметром до 6 и 9 м со стреловым фрезерным рабочим органом, его автоматическим управлением для монтажа сборных чугунных или железобетонных обделок; с экскаваторными рабочими органами;

самоходных буровых агрегатов порталного типа для проходки тоннеля методом сплошного забоя, с гидравлическими или пневматическими перфораторами; для проходки в условиях часто меняющейся инженерно-геологической обстановки как методом сплошного забоя, так и уступным способом с автоматической системой позиционирования, гидравлическими или пневматическими перфораторами; на пневмоходу с механической системой параллельного бурения;

роторных тоннелепроходческих комбайнов для сооружения выработок малого сечения с шагающей распорной системой передвижения, шарошечным режущим инструментом, погрузкой породы автоматически управляемым исполнительным органом комбайна; с шагающей безраспорной системой передвижения; на гусеничном ходу для проходки выработок малого сечения, с шарошечным режущим инструментом и погрузкой породы исполнительным органом; со стержневым режущим инструментом, с шагающей распорной или безраспорной системой передвижения, с погрузкой породы автоматически управляемым исполнительным органом;

оборудования для возведения монолитных обделок тоннелей, в том числе самоходных шарнирно-складных и секционных опалубок с автоматизированным управлением;

механизмов для возведения набрызгбетонной обделки с автоматическим управлением.

Научные исследования, разработки и внедрение новой техники в указанных направлениях повысят эффективность и производительность работ в транспортном тоннелестроении нашей страны. □

ПРАКТИКА СТРОИТЕЛЬСТВА

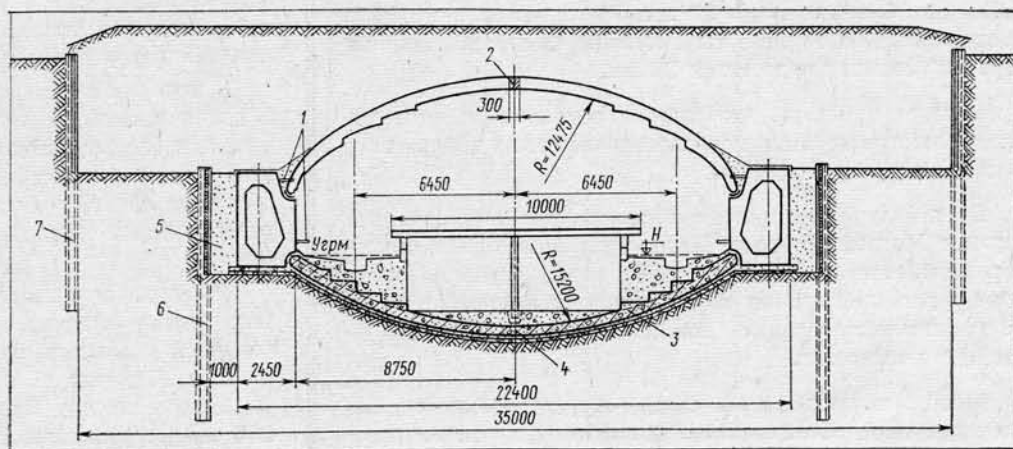
ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ РАБОТЫ ПРИ СООРУЖЕНИИ ОДНОСВОДЧАТОЙ СТАНЦИИ МЕЛКОГО ЗАЛОЖЕНИЯ ИЗ СБОРНОГО ЖЕЛЕЗОБЕТОНА

Н. БЕЛОУС, инженер

В ПЕРВЫЕ в практике метростроения в Киеве сооружена односводчатая станция мелкого заложения из сборного железобетона. Она возводилась в котловане с двухъярусным свайным креплением (см. рисунок).

Монтаж конструкции начали с монтажа стеновых блоков БСТ одновременно по обоим тоннелям. Для этого использовалась существовавшая в перегонных тоннелях, примыкающих к будущей станции, полигонометрия.

Блоки собирались от смежных осей с контролем их наклона и набегания. Все 150



Поперечное сечение станции:

1 — полигонометрические знаки; 2 — свинцовая прокладка; 3 — монолитный железобетон; 4 — шарнир; 5 — пескобетон; 6 — неизвлекаемые сваи; 7 — извлекаемые сваи.

МЕТРОСТРОЙ

4 1983

ИНФОРМАЦИОННЫЙ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ СБОРНИК

ИЗДАНИЕ МОСКОВСКОГО МЕТРОСТРОЯ И
ИЗДАТЕЛЬСТВА «МОСКОВСКАЯ ПРАВДА»

ОСНОВАН В 1932 ГОДУ

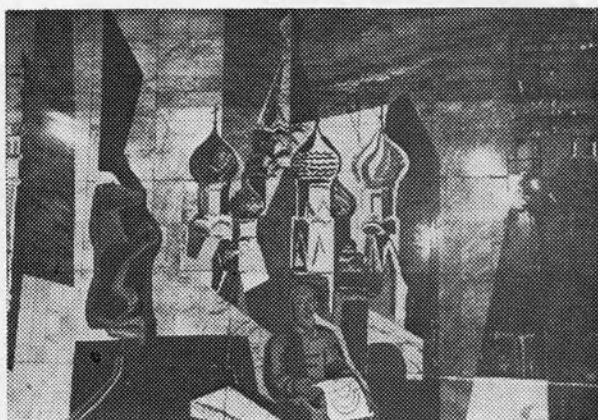
В НОМЕРЕ:

Ю. Абрамов. Проверка надежности	1
Взаимоответственность	3
В. Рябов. На Кодарском тоннеле	5
Л. Афендииков, В. Гарбер, И. Маневич. Тенденции научно-технического прогресса в разработке тоннельных машин и оборудования	6
Н. Белоус. Геодезические работы при сооружении односводчатой станции мелкого заложения из сборного железобетона	9
Н. Федосов, И. Тарасенко, Д. Соболевский, Н. Арван. Защитное армирование микросваями	10
Э. Малоян, И. Малый, С. Преображенский. Анкеры в глинистых грунтах	12
Л. Денисова. В суровых условиях Сибири	14
Г. Муравин, А. Бурнштейн, Я. Симкин. Диагностика станционных перекрытий методом акустической эмиссии	15
В. Спивачук. Станции II очереди Харьковского метрополитена	17
Мир без окон	18
М. Воробьев. Металлическая форма с отгибающимися бортами	20
М. Салакая. Мастика «Тбилиси» на поверхностях сложной конфигурации	21
С. Генкин, Т. Морозова, В. Актв. Новый узел крепления контактного рельса	23
К. Александр. «Пассажирские перевозки на метрополитене»	24
Л. Маковский. Стабилизация неустойчивых грунтов	29
В. Швандерова. Развитие метода продавливания	30
М. Еремин. Строится метро в Калькутте	32

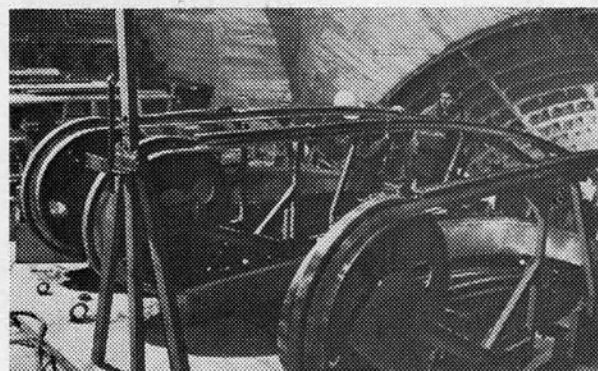
Редакционная коллегия:

С. А. ПОНОМАРЕНКО [отв. редактор], В. А. АЛИХАШКИН, Л. С. АФЕНДИКОВ, А. С. БАКУЛИН, П. А. ВАСЮКОВ, С. Н. ВЛАСОВ, В. Я. ГАЦЬКО, В. Д. ГОЦИРИДЗЕ, Д. Н. ИВАНОВ, П. С. ИСАЕВ, Ю. А. КОШЕЛЕВ, А. С. ЛУГОВЦОВ, В. Л. МАКОВСКИЙ, Б. П. ПАЧУЛИЯ, В. Г. ПРОТЧЕНКО, А. И. СЕМЕНОВ, Г. А. ФЕДОРОВ, Н. Г. ФЕДОСОВ, И. М. ЯКОБСОН

НА ПУСКОВОМ СЕРПУХОВСКОМ



Оформление путевой стены «Нагатинской» на тему истории Руси.



Монтаж эскалаторов на станции «Сerpуховская».



Алюминиевый зонт наклонного хода «Сerpуховской».

На 1-й стр. обложки: будущие станции Замоскворецкого радиуса «Домодедовская» и «Кантемировская»; на 2-й стр.: передовая комплексная бригада проходчиков участка № 5 СМУ № 1 Минскметростроя. Бригадир — кавалер ордена Трудовой Славы III степени Виктор Сергеевич Киселев; на 3-й стр.: рис. Л. Борзенкова.

Художественно-технический редактор Е. К. Гарнухин
Фото П. Костромы, А. Спиранова, В. Сенцова

Сдано в набор 27.04.83. Подписано в печать 03.06.83. Л-83742. Формат 60×90%. Бумага типографская № 1. Гарнитура новогазетная и литературная. Печать высокая, 4,0 печ. л. 5,49 уч.-изд. л. Тираж 4325 экз. Заказ 1496. Цена 40 коп.

Адрес редакции: 103031, Москва, К-031, Кузнецкий мост, 20, 2-й этаж, телефоны: 295-86-02, 223-77-73.
Тип. изд-ва «Московская правда», ул. 1905 г., д. 7.

253

МЕТРОСТРОЙ

ИНДЕКС 70572

ЦЕНА 40 коп.

