

МЕТРО

ISSN 0869-4265



2

1996

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ,
ПОПУЛЯРНЫЙ ЖУРНАЛ
ВЫХОДИТ ШЕСТЬ РАЗ В ГОД

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

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

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

2 • 1996

Главный редактор С. Н. ВЛАСОВ

Редакционная коллегия:

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

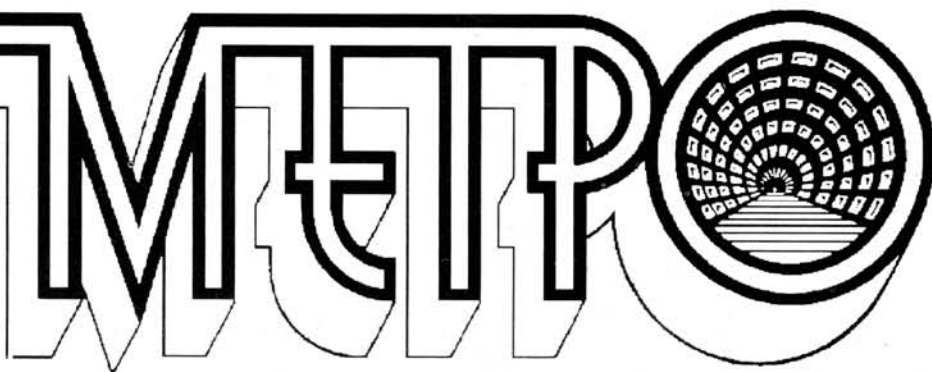
Фото Е. П. ПОЛИТОВА

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

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

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

© Журнал "Метро", 1996.



В Н О М Е Р Е:

<i>В. Александров. 1996 — год 55-летнего юбилея и год пусковой</i>	<i>1</i>
<i>Итоги и задачи</i>	<i>3</i>
<i>А. Иванчук. Применение антистатического линолеума на объектах Петербургского метрополитена</i>	<i>6</i>
<i>Н. Прибытков. Проблема безопасности на метрополитенах</i>	<i>9</i>
<i>Х. Абрамсон. Опыт, эффективный и сегодня</i>	<i>10</i>
<i>Д. Френкель. Использование расширяющихся и безусадочных цементов</i>	<i>13</i>
<i>В. Солдатов, И. Бориславская. Пути развития монолитно-гибких сопряжений строительных конструкций</i>	<i>14</i>
<i>Ю. Фролов, Е. Собирай. Крепление котлованов армированием грунта</i>	<i>15</i>
<i>Д. Голицынский, В. Александров, Н. Кулагин. Об усилении практической направленности подготовки специалистов с учетом потребности производства</i>	<i>20</i>
<i>М. Пиир, А. Ледяев. Транспортные проблемы центра Санкт-Петербурга</i>	<i>21</i>
<i>Я. Татаржинская. Торжество комфорта и красоты</i>	<i>23</i>
<i>Проблемы повышения надежности механического оборудования вагонов метрополитена</i>	<i>26</i>
<i>М. Белкин, С. Чесноков. Совершенствование контрактных отношений в строительстве</i>	<i>28</i>
<i>С. Власов. Тоннельные объекты и исторические достопримечательности Италии</i>	<i>31</i>
<i>Г. Щербо. Тоннель из прошлого в будущее</i>	<i>33</i>
<i>Л. Маковский. Особенности строительства тоннелей в сложных горно-геологических условиях</i>	<i>37</i>
<i>Б. Келлерман. «Туннель»</i>	<i>40</i>

1996 – год 55-летнего юбилея и год пусковой

В. АЛЕКСАНДРОВ,

Генеральный директор АО «Метрострой» Санкт-Петербурга

В начале текущего года трудовая семья Санкт-Петербургских метростроителей отметила свое 55-летие. Этот праздник мы встретили в непростое для коллектива, города и страны время. Но вся история Метростроя свидетельствует о том, что он способен с честью выходить из очень непростых ситуаций, потому что у нас всегда были и есть люди мужественные и стойкие, которые составляют его большинство. И по традиции старшее поколение передает эти высокие человеческие качества, профессиональный опыт и мастерство молодым.

Коллектив, созданный 21 января 1941 г. для строительства метрополитена в Ленинграде, с первых дней своего рождения проявлял героическое упорство и настойчивость в этом важном деле.

В короткий срок на трассе I очереди были развернуты подготовительные работы, заложены и частично пройдены вертикальные стволы и проходные выработки. Этот труд, прерванный начавшейся Великой Отечественной войной, возобновился только после Победы, когда разбросанные по фронтам формирования метростроителей вернулись в родной город.

В тяжелые дни блокады, в суровое военное лихолетье метростроители внесли весомый вклад в оборону Ленинграда и победу над врагом.

По инициативе начальника Строительства № 5 НКПС И.Г. Зубкова было принято решение направить сводный рабочий батальон на строительство оборонных сооружений. Несмотря на значительное превосходство в силе и технике, немцы не смогли

войти в Ленинград. Он так и остался недосягаемым для врага.

В блокаду встал непростой вопрос обеспечения фронта и города боевой техникой, продовольствием и всем необходимым. Требовалась эвакуация из города части населения. С начала 1942 года Строительство № 5 вошло в состав Управления военно-восстановительных работ Ленинградского фронта наряду с железнодорожными войсками и другими спецформированиями НКПС. В течение марта-апреля 1942 года в Кобоне, Осиновце были построены причалы для погрузки на суда из железнодорожных вагонов. В Кобоне порт был сооружен в основном силами Метростроя. Время было голодное, приехавшие из блокадного города люди были очень истощены, но трудились самоотверженно. К началу навигации пирсы были готовы. Поток грузов пошел в Ленинград. Это была знаменитая Дорога жизни.

После прорыва блокады Ленинграда в районе Шлиссельбурга в январе 1943 года за 17 дней была проложена железная дорога Шлиссельбург — Поляны с мостом через Неву. Затем — второй мост-дублер. Так Ленинград связали железной дорогой со страной. Она проходила в 4-5 км от фронта. В Кобоне есть братская могила, где похоронено свыше 200 метростроителей.

После полного снятия блокады Ленинграда в январе 1944 года весь коллектив УВВР-2, в составе которого были и метростроители, в сжатые сроки обеспечил восстановление железных дорог и искусственных сооружений для снабжения наступающей армии.

Немало метростроителей за

самоотверженный труд в те суровые годы были награждены орденами и медалями.

После Победы метростроители возвращались к мирному труду. Их ждали шахты и забои — вновь началось строительство метрополитена.

За истекшие 40 лет со дня пуска первых восьми станций метрополитена не раз торжественно гремели оркестры, отмечая очередную нашу победу. А сегодня к услугам горожан 54 станции, 100 км подземных магистралей, соединяющих отдаленные друг от друга районы Санкт-Петербурга. Это наглядное материальное воплощение труда метростроителей.

За более чем полвека непростого труда коллектива решены десятки научно-технических, организационных и социальных проблем: первый в стране механизированный щит, первое массовое внедрение в метростроение сборного железобетона, новые конструкции станций глубокого заложения, новые технологии, мировые достижения в скоростной проходке и многое другое.

Следует отметить, что вместе с метростроителями все радости и невзгоды на протяжении минувшего 55-летия делят коллективы института «Ленметрогипротранс» и эксплуатационников действующего метро.

Мы понимаем, и жизнь убеждает, что и новые задачи будут не менее сложны и ответственны. Социальные потребности развивающегося города обуславливают необходимость более интенсивного развития городского транспорта, ведущим видом которого является метрополитен.

Профессия метростроителя всегда являлась престижной, хотя

и тяжелой. Любая наша стройка, пуск новой линии сопровождалась подъемом, который испытывал весь город. Поэтому и сегодня главной нашей задачей, несмотря на изменение форм собственности (мы стали акционерами), остаются пуски новых линий. Город очень нуждается в метро. Это показала и авария на действующем участке в районе станции «Площадь Мужества». Сколько сразу возникло проблем в хозяйстве большого города, как непросто обеспечивать перевозки огромного количества людей только наземным транспортом. А сколько неудобств принесло это горожанам, жителям северных районов.

Несмотря на объективные трудности, мы продолжаем прокладывать метро, вводить в строй действующих новые участки, так необходимые горожанам. За 1995 г. нам удалось освоить более 360 миллиардов рублей, и хотя профинансировано меньше, этот результат по нынешним временам не назвешь обыденным.

В текущем году предстоит построить три станции и депо.

Односводчатые двухъярусные станции метро в нашей стране никогда еще не возводились. За рубежом они есть, например, в Париже. Но впервые такое гигантское сооружение ведется в Санкт-Петербурге на большой глубине, забой — самый большой в мире. Работы ведет коллектив ТО № 3. Недавно, в связи с предстоящей Олимпиадой-2004, на право проведения которой претендует и Санкт-Петербург, эту станцию переименовали в «Олимпийскую».

В настоящее время на этот объект привлечены большие силы.

Горнопроходческие работы на «Олимпийской» выполнены практически полностью, за исключением двух ходков, предназначенных для сообщения линий Правобережная-III и Кольцевая-I. Ведется облицовка путевых стен верхней платформы и полов верхнего и нижнего ярусов.

Приступили к монтажу зонтов и приводов двух малых эскалаторов. Начаты работы на экспериментальном 20-метровом участке путей верхней платформы. На этом ярусе впервые в практике отечественного метрополитена пути предусмотрено обо-

рудовать вибро-шумоизоляцией: на лоток будет уложена специальная резина, которая присыпается щебнем, и уже после этого шпалы и рельсы.

Сейчас на «Олимпийской» начаты или находятся в различной степени готовности все те работы, которые необходимы для пуска. Утвержден график. Но не определен до конца пусковой комплекс.

Из всех пусковых объектов «Чкаловская» сегодня наиболее подготовлена.

Работы здесь ведутся коллективом Управления № 13 в две смены относительно небольшим количеством людей. Горнопроходческие работы завершены полностью еще в прошлом году. Закончен также монтаж основных внутренних конструкций. В настоящее время более половины объема на станции приходится на архитектурно-отделочные работы.

«Чкаловская» в прошлом году сыграла ключевую роль в обеспечении оборудованием пусковой линии. Именно через ствол шахты № 514 было опущено крупногабаритное оборудование для СТП «Чкаловской» и «Олимпийской» и доставлено к месту назначения. Другой возможности не было.

Станция «Адмиралтейская», которую сооружает СМУ № 17 примечательна для метростроителей тем, что многое здесь происходит впервые.

Так, к пуску она будет подготовлена в «проходном» варианте. Электрички будут следовать через «Адмиралтейскую» без остановок. Эту станцию планируется подготовить в следующем виде: смонтировать боковые платформы, уложить жесткое основание среднего зала (платформы не будет), оформить путевые стены, навесить зонты в станционных тоннелях.

Тоннели здесь давно уже пройдены. В настоящее время главная задача заключается в завершении среднего зала. И опять-таки впервые верхний свод станции проходится по новой технологии, методом опережающей крепи. Он коренным образом отличается от прежнего. Новая технология сооружения верхнего свода, разработанная в Метрострое, позволяет до минимума избежать осадков дневной поверхности, так как станция

располагается под центром исторической застройки Санкт-Петербурга.

Темпы проходки методом опережающей крепи к концу прошлого года составили одно кольцо в сутки. А ведь еще осенью только на то, чтобы «выставить» механизм на резку породы, уходило около суток (сейчас такая подготовительная операция занимает примерно час). Впервые на Метрострое на строительстве верхнего свода был применен комбайн для отгрузки породы, что значительно облегчило труд людей и повысило темпы работ.

Проходку среднего зала станции «Адмиралтейская» планируется завершить в июне.

Сдача депо Выборгское была намечена по нашему графику на конец года. Сейчас издан приказ о пуске депо в третьем квартале. Это связано с тем, что в результате размыва в районе «Площади Мужества» депо Северное используется не в полную силу.

В связи с аварией значимость нового депо намного возросла и строители со своей стороны делают все возможное.

Основные строительные-монтажные работы практически завершены, осталось лишь закончить монтаж железобетонных конструкций. Неплохими темпами ведутся бетонные работы и кирпичная кладка.

Пусковой комплекс депо Выборгское включает в себя: мастерские, ремонтно-отстойные корпуса, моечно-обдувочный цех, 6-этажный административно-бытовой корпус, мотодепо, СТП, компрессорные, большой комплекс очистных сооружений, более 8 км внутренних и внешних инженерных коммуникаций, 300-метровую галерею. Кроме того, на Парнасе необходимо сдать нулевой цикл, посадочные платформы и пути.

Сейчас работы здесь ведутся в три смены в режиме скользящего графика (раньше была односменная).

Однако немало еще осталось нерешенных проблем с финансированием, поставкой материалов и оборудования. Но, несмотря на это, уверен, метростроевцы, верные своим традициям, успешно справятся с поставленными перед ними задачами. □

ИТОГИ И ЗАДАЧИ

В конце февраля текущего года в Москве прошла отчетно-выборная конференция Правления Тоннельной ассоциации. С отчетным докладом выступил заместитель Председателя Правления, директор Исполнительной дирекции ТА С.Н. Власов. Он рассказал о работе Правления и об организационной и финансово-хозяйственной деятельности за период с 1992 по 1995 гг.

С.Н. Власов, в частности, отметил, что Тоннельная ассоциация, выполняя свои уставные задачи и имея Государственную лицензию на организацию строительной деятельности и инженеринговые услуги по тоннельным сооружениям различного назначения, за отчетный период своей деятельности осуществила силами высококвалифицированных специалистов, привлекаемых во временные творческие коллективы, значительное количество работ:

по составлению технических заданий, выполнению предпроектных изысканий и разработке технической документации;

подготовке заключений, экспертиз, проведению обследований сооружений и объектов, натурных измерений и разработке технических решений по снижению уровня шума и вибрации и другим направлениям инженерной деятельности.

Главной целью ассоциации являлось содействие организациям — коллективным членам разными формами и методами в ускорении научно-технического прогресса, повышении эффективности и качества проектирования, строительства и эксплуатации тоннельных сооружений.

Эту работу Правление проводило на основе ежегодно разрабатываемых тематических планов основных мероприятий, которые предусматривали:

проведение конференций, совещаний, семинаров по обмену опытом и обсуждению различных технических проблем тоннелестроения;

создание временных творческих коллективов (ВТК) для выполнения научно-исследовательских, опытно-конструкторских, проектных и внедренческих работ;

осуществление силами высококвалифицированных специалистов вневедомственных экспертиз проектов строительства подземных сооружений и тоннелей, анализа и оценки аварийных ситуаций с выработкой необходимых рекомендаций по их ликвидации;

содействие разработке нормативных документов (правил, инструкций, рекомендательных норм и пр.);

организацию сотрудничества с зарубежными национальными



Президиум конференции.



С.Н. ВЛАСОВ,
Тоннельная ассоциация, Россия

тоннельными ассоциациями через членство в Международной тоннельной ассоциации;

распространение научно-технической и коммерческой информации среди организаций-коллективных членов, издание и распространение журналов Тоннельной ассоциации и научно-технических обзоров;

проведение производственных экскурсий на объекты подземного строительства в нашей стране и за рубежом.

За отчетный период было подготовлено 28 различных научно-технических совещаний, конференций, семинаров, встреч специалистов-тоннельщиков.

С целью более широкого привлечения членов ассоциации к участию в обсуждении тоннельных проблем было организовано 10 секций по различной профессиональной направленности: расчетам тоннельных обделок, машинам и оборудованию для подземных работ, технологии строительства, освоению подземного пространства, ремонту и реконструкции подземных сооружений, стандартам, нормативам и др.

К работе в секциях привле-

кались наиболее крупные ведущие специалисты в области подземного строительства.

Для выполнения научно-исследовательских, опытно-конструкторских, проектных и внедренческих задач, подготовки различных нормативных документов (правил, инструкций), проведения вневедомственных экспертиз проектов и консультаций создавались временные творческие коллективы.

Специалисты, привлеченные Тоннельной ассоциацией через ВТК, участвуют в решении важнейших вопросов подземного строительства в Москве, С.-Петербурге, Челябинске, Уфе, Н.Новгороде, Туле и других городах России, а также сооружения объектов энергетического хозяйства, эксплуатации канализационных систем, освоения подземного пространства, например, Манежная площадь в Москве.

Среди научно-технических разработок наиболее значительными являются:

проект технико-коммерческого предложения по строительству гидротехнического тоннеля Гавшон (Республика Иран);

рекомендации по совершенствованию нормативно-методической базы в части планирования, проектирования, строительства и эксплуатации тоннелей;

оказание технической помощи

по подготовке обосновывающих материалов для разработки рекомендаций по выбору параметров и конструкций двух вариантов прибрежных ПАС;

исходные требования к основному и вспомогательному технологическому оборудованию энергоблока атомной станции типа ВВЭР, размещаемого в подземных выработках;

исследования и разработка мероприятий по обеспечению экологически безопасных условий строительства и эксплуатации участков Люблинско-Дмитровской линии Московского метрополитена в районе станции «Краснодонская» с прилегающими тоннелями, на перегоне от «Кожуховской» до «Печатников» и станции «Марьино»;

рекомендации по строительству тоннельного участка канализационного коллектора в Ростове-на-Дону;

универсальные микропроходческие комплексы с лазерно-гирроскопической аппаратурой для точной прокладки закрытым способом трубопроводов в различных, в том числе водонасыщенных, грунтах и некрепких скальных породах;

научно-технический анализ и обобщение технических решений по строительству Северомуйского тоннеля;

технология работ по устройству ограждающих стен котлова-



Участники конференции и семинара.

нов буронабивными секущими сваями;

разработка дополнений к Правилам безопасности при строительстве метрополитенов и подземных сооружений (в части коммунальных тоннелей);

новые Технические условия на изготовление сборных железобетонных конструкций для метроостроения;

нормативные документы по использованию подземного пространства и многое другое.

По решению Правления в 1995 г. создан Экспертно-технический совет Тоннельной ассоциации для обсуждения и оценки проектов крупных подземных сооружений, проведения научно-технических экспертиз, подготовки заключений и рекомендаций по различным вопросам проектирования, строительства и эксплуатации тоннельных сооружений. Ассоциация аккредитована в качестве коллективного члена Совета Государственной вневедомственной экспертизы. Для информационного обеспечения коллективных членов ТА создан Информационно-издательский центр «ТИМР».

В отчетном периоде Правление и Дирекция провели большую работу по представлению России в Международной тоннельной ассоциации (ИТА), в которую она была принята в 1991 г.

Специалисты-тоннельщики России ежегодно участвуют в проводимых тоннельных конгрессах и заседаниях Генеральной ассамблеи ИТА.

Разработаны и утверждены на конференции «Основные направления деятельности Тоннельной ассоциации на 1996 год». В



Выставка современных материалов и механизмов, применяемых для гидроизоляции подземных сооружений.

них предусмотрены: организационно-массовая работа, проведение совещаний, семинаров и выставок, научно-технические мероприятия, экспертные заключения, разработка нормативных документов; информационное обеспечение и экскурсии; международное сотрудничество.

На конференции прошли выборы нового состава Правления ТА и Ревизионной комиссии. Председателем Правления вновь избран Олег Николаевич Мака-

ров, его первым заместителем — Сергей Николаевич Власов, Ученым секретарем — Владимир Федорович Бочаров.

После конференции был проведен семинар на тему «Новые материалы и технология работ по устройству и ремонту гидроизоляции подземных сооружений», на котором обсуждались современные технологии, материалы, машины и механизмы для производства гидроизоляционных процессов. □

Применение антистатического линолеума на объектах Петербургского метрополитена

А. ИВАНЧУК,
инженер

В настоящее время в связи с расширением производства и применения полимерных строительных материалов в промышленном и гражданском строительстве и использованием современной автоматики, вычислительной техники, средств связи, точной измерительной аппаратуры и приборов возникает проблема защиты от неблагоприятного воздействия статического электричества. При эксплуатации напольных покрытий на их поверхности, в основном в результате трения, образуются электростатические заряды. Это снижает точность показаний измерительных приборов, блокирует работу радиоэлектронного оборудования, способствует образованию помех за счет разрядов статического электричества. Последние могут привести к сбоям работы вычислительной техники и даже к выходу ее из строя, к пробоям полупроводниковых приборов, повредить и разрушить точные элементы и аппаратуру. Особенно чувствительны к статическому электричеству СВЧ-приборы.

Серьезную опасность при электризации напольных покрытий представляет искровой разряд, обладающий достаточной энергией для воспламенения горючих сред и приводящий к пожаро- и взрывоопасности помещений. Помимо всего, статическое электричество оказывает неблагоприятное влияние на организм человека: вызывает ухудшение физиологического комфорта, общего самочувствия, головную боль и в области сердца, раздражает нервную систему человека, снижает омическое сопротивление кожи, силу и выносливость мышц, замедляет нервные реакции на свет и звук, значительно снижает трудоспособность.

На многих объектах Петер-

бургского метрополитена в связи с оснащением их современной дорогостоящей техникой предъявляются повышенные требования к антистатике покрытий для полов. Предлагаемые зарубежные материалы, в том числе линолеум, обладая хорошими антистатическими, эстетическими и физико-механическими свойствами, имеют высокую стоимость, поэтому не нашли широкого применения на метрополитене. В нашей стране подобные покрытия ранее не выпускались.

Учитывая эти факты, АО «ДЕКМА» (Санкт-Петербург), занимающееся производством полимерных строительных материалов, разработало и выпустило опытно-промышленную партию антистатического линолеума. Он создавался на базе поливинилхлоридного вспененного линолеума на тканевой подоснове (ТУ-21-57744710-55-92), изготавливаемого промазным способом на линии фирмы «Stork-Brabant» (Голландия). Линолеум производится из поливинилхлоридных смол, пластификаторов, стабилизаторов, наполнителей и специальных технологических добавок. Исходный материал, обладая высокими физико-механическими и эстетическими показателями, не являлся антистатическим. Его удельное поверхностное электрическое сопротивление (основной критерий оценки антистатических свойств полимерных материалов) находилось в пределах величины 5×10^{15} Ом, что на 5-6 порядков выше требуемых значений. Данный фактор ограничивал область применения этого материала и его конкурентоспособность на рынке подобной продукции.

Выбор этого линолеума, как прототипа для антистатического материала, был обусловлен его

структурой. Он имеет три слоя: грунтовочный, печатный и лицевой прозрачный, последовательно нанесенных на хлопчатую нетканую подоснову — неткол. Лицевой прозрачный слой изготавливается не дублированием печатной ПВХ-пленки, как при вальцево-каландровом способе производства, а методом шаблонно-ротационной печати. Такая структура линолеума позволяет вводить антистатические агенты (антистатики) в любой, в том числе лицевой прозрачный слой, без существенного изменения технологических режимов и увеличения себестоимости материала.

В качестве антистатиков используются преимущественно поверхностно-активные вещества (ПАВ), которые адсорбируются на поверхности раздела двух фаз, образуя на ней слой повышенной концентрации (адсорбционный слой), и вследствие этого понижают поверхностное натяжение на границе раздела. По характеру действия антистатики делятся на три группы: повышающие поверхностную проводимость материала, оказывающие влияние на полярность заряда и уменьшающие коэффициент трения. Антистатики наносят на поверхность материала (наружные антистатики) или вводят непосредственно в его объем (внутренние антистатики).

В качестве внутренних антистатиков в композицию при изготовлении лицевого прозрачного слоя линолеума добавлялись различные неионогенные поверхностно-активные вещества. Наряду с используемыми ранее антистатиками для ПВХ-линолеумов — синтамидом-5 и стеароксом-6 было испытано ПАВ-синтанол АЛМ-10, применявшийся в практике производства полимерных строительных материалов как

стабилизатор вязкости и никогда в качестве антистатического агента. На основании лабораторных экспериментов было установлено, что именно синтанол АЛМ-10 из всех исследованных ПАВ является наиболее эффективным внутренним антистатиком для имеющейся ПВХ-композиции. Опытным путем была разработана композиция линолеума и определено оптимальное количество содержания в ней антистатика. Синтанол АЛМ-10 вводился в лицевой прозрачный и в печатный слой линолеума. Это позволило снизить удельное поверхностное электрическое сопротивление материала до 2×10^{10} Ом. При наличии других антистатиков эта величина снижалась только до 3×10^{11} Ом. Дальнейшее ее уменьшение достигли путем замены пластификатора в грунтовочном слое.

Для сокращения себестоимости линолеума была изучена возможность использования пластификатора ЭДОС, предложенного Опытным-промышленным предприятием Центра по разработке эластомеров (г. Казань) с целью полной замены дорогостоящих пластификаторов ДАФ-6 или ДОФ, традиционно применявшихся при производстве этого линолеума.

Введение пластификатора ЭДОС в печатном и лицевом прозрачном слое оказалось неэффективным, так как время желирования пластизоли гораздо ниже, чем аналогичных с использованием пластификаторов ДАФ-6 или ДОФ. Это приводит к тому, что данный процесс начинается уже в шаблоне, что вызывает засорение в нем мешей, плохое прохождение через них паст, непечатку рисунка и защитного слоя. После использования на шаблонах образуются плохо очищаемые залипания. Чистка шаблонов способом обычной промывки не представляется возможной, и они преждевременно изнашиваются. Применение пластификатора ЭДОС влияет также на цвет рисунка материала и прозрачность лицевого слоя.

Эффективным оказалось использование пластификатора ЭДОС в композиции для изготовления грунтовочного слоя линолеума. Так как паста грунтовочного слоя наносится с помощью ражелного устройства, то

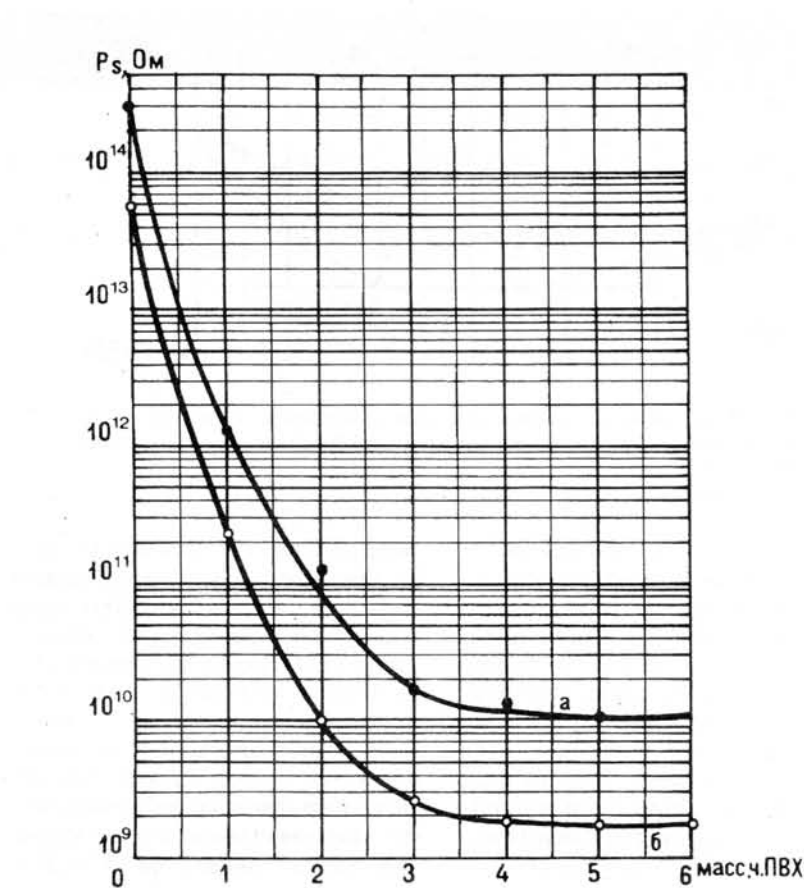


Рис. 1. Влияние количества введенного синтанола АЛМ-10 в лицевой прозрачный слой на удельное поверхностное сопротивление материала с использованием в композиции грунтовочного слоя пластификаторов: а — ДАФ-6; б — ЭДОС.

не происходит засорения шаблонов вследствие ускорения желирования пластизоли. При недостаточном предварительном желировании грунтовочный слой, переходя в пластичное состояние при длительном воздействии высоких температур в термопечи, протекает через структуру подосновы — неткола, что приводит к засорению валов камеры желирования, образованию твердых частиц-огарков на тыльной стороне и пузырей на лицевой поверхности линолеума. Применение пластификатора ЭДОС в композиции грунтовочного слоя позволило упростить процесс его изготовления; отпала необходимость вводить вторичные пластификаторы, ускоряющие желирование пластизоли или выдерживать замес до приобретения им необходимой вязкости.

Таким образом, в грунтовочном слое традиционные пластификаторы ДАФ-6 или ДОФ были полностью заменены на пластификатор ЭДОС в том же количественном соотношении.

При введении в композицию печатного и лицевого прозрачного слоев синтанола АЛМ-10 в количестве 4-6 массовых частей ПВХ, удельное поверхностное электрическое сопротивление линолеума не превышало величины 2×10^{10} Ом (рис. 1), а удельное объемное сопротивление — 10^8 Ом. Применение линолеума с такими показателями возможно в помещениях с самыми высокими требованиями к антистатичности напольных покрытий. Он обеспечивает мгновенное стекание электростатического заряда на заземленные участки.

Были проведены измерения всех физико-механических свойств разработанного материала, исследованы его стойкость к эксплуатационным воздействиям и длительность сохранения антистатических свойств. По своей структуре и внешнему виду полученный линолеум не отличается от прототипа. Его истираемость (рис. 2), абсолютная остаточная деформация, изменение линейных размеров не превосхо-

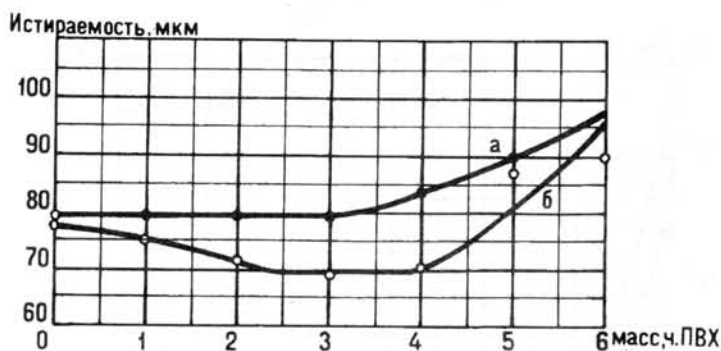


Рис. 2. Влияние количества введенного синтанола на истираемость материала с использованием в композиции грунтового слоя пластификатора:

а — ДАФ-6; б — ЭДОС.

дят предельно допустимых величин. Выдержка опытных образцов под водой, на воздухе при температуре 60 °С, под облучением светом ксеноновой лампы показала, что материал сохраняет антистатические и другие эксплуатационные свойства.

Таким образом, можно сказать, что разработанный материал обладает антистатическими характеристиками, не уступающими зарубежным аналогам. Возможно производство линолеума разнообразных цветов и рисунков. Кроме того, его стоимость не отличается от обыкновенного отечественного линолеума и в 3 — 5 раз ниже стоимости зарубежных с аналогичными показателями.

Свойства антистатического линолеума были апробированы и подтверждены экспертным заключением Санкт-Петербургского института независимой экспер-

тизы условий труда и безопасности совместно со специалистами кафедры электротехники и электроники Санкт-Петербургского технологического института. Полученный линолеум отнесен к классу антистатических материалов и подтверждена возможность его применения в любых, даже взрывоопасных помещениях. Материал прошел санитарно-химическую экспертизу и сертифицирован Государственным комитетом санитарно-эпидемиологического надзора Российской Федерации.

Полученный антистатический линолеум применили на Московско-Петроградской линии для устройства полов кассы по продаже жетонов и магнитных карт станции «Московская» и аппаратной волоконной связи станции «Перспект Просвещения» в Санкт-Петербурге, где по условиям эксплуатации оборудования

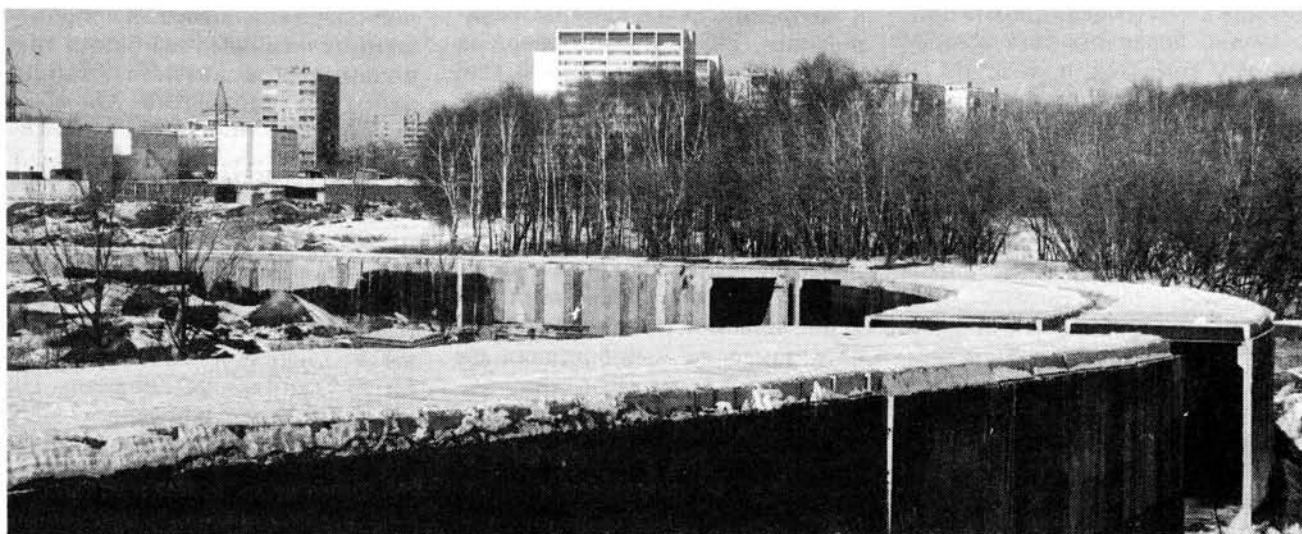
одним из основных требований является антистатичность покрытия.

Специалисты службы тоннельных сооружений Петербургского метрополитена дали высокую оценку новому материалу. Отмечалось удобство его настилки, резки, склеивания и сваривания. В процессе его эксплуатации в течение шести месяцев претензий к качеству данного покрытия не было. Поверхность линолеума оставалась ровной, без морщин. Вспененная структура обеспечивала хорошую тепло- и звукоизоляцию. Линолеум обеспечивал надежную защиту от статического электричества.

Опытно-промышленные партии использовались также на телефонных станциях, в медицинских учреждениях, рентгеновских кабинетах и операционных, в детских учреждениях, в вычислительных центрах и лабораториях, в производственных помещениях, офисах и жилых домах. Претензий от потребителей к качеству данного линолеума не поступало.

Таким образом, область применения выпускаемого материала и его конкурентоспособность значительно повысились.

В настоящее время антистатический вспененный линолеум внедрен в серийное производство. Наряду с остальными потребителями Петербургский метрополитен планирует дальнейшее использование этого материала для устройства полов на объектах, где требуются антистатические напольные покрытия. □



Перегон «Люблино» — «Волжская»

ПРОБЛЕМА БЕЗОПАСНОСТИ НА МЕТРОПОЛИТЕНАХ

Н. ПРИБЫТКОВ,

главный специалист Нижегородметропроекта

Метрополитен как транспортное средство, предназначенное для пассажирских перевозок в крупных городах, в силу своих специфических особенностей представляет собой сооружение повышенной опасности как для людей, так и для обслуживающего персонала, так как и те и другие на определенное время оторваны от привычной земной среды обитания в среду, враждебную человеку.

Проблемы безопасности пассажиров метро никогда в нашей стране не были сформулированы в полной мере. Ни в старых, ни в действующих нормах проектирования нет раздела «Мероприятия по обеспечению безопасности пассажиров и персонала». В России отсутствует и специализированный надзорный орган, который бы осуществлял комплексный подход к проблеме безопасности при проектировании и эксплуатации. Более того, в связи с передачей метрополитенов из структуры МПС в муниципальную собственность они оказались предоставленными сами себе. Нормативная база, созданная еще в СССР, когда в составе МПС существовало Главное управление метрополитенов, устарела. Да и назвать действующие нормы проектирования после отмены СНиП II-40-80 1992 г. в полной мере нормами нельзя, так как проект нового документа СНиП 2.05.04-92 «Метрополитены» Минстроем России в 1992 г. не был принят к утверждению из-за его несоответствия требованиям «Основных положений государственной системы строительных норм, правил и стандартов РФ». Было разрешено только

временно его использовать как «Пособие по проектированию метрополитенов» после утверждения корпорацией «Трансстрой» в 1992 г. В 1995 г. введена в действие «Инструкция о порядке разработки, согласования, утверждения и составе проектной документации на строительство предприятий, зданий и сооружений» СНиП II-01-95, в которую впервые включили требование о разработке в составе проектной документации раздела «Инженерно-технические мероприятия гражданской обороны. Мероприятия по предупреждению чрезвычайных ситуаций».

Подготовка такого раздела неизбежно вызовет трудности у проектных организаций из-за отсутствия, как было сказано выше, нормативной базы. Основываясь на опыте проектирования и эксплуатации, анализируя информацию об аварийных ситуациях, имевших место на отечественных и зарубежных метрополитенах, можно сформулировать общие требования, предъявляемые к техническим системам, обеспечивающим необходимый уровень безаварийной работы.

Рассмотрим перечень аварийных ситуаций, которые могут возникать на метрополитене в процессе эксплуатации:

случайное падение предметов и пассажиров с платформы станции на рельсовый путь;

сознательное стремление отдельных пассажиров сбросить какие-либо предметы, в том числе взрывчатые, ядовитые, легко воспламеняющиеся и т.п. вещества на рельсовый путь или попытки проникновения в перегонные тоннели с платформы станции;

столкновение поездов из-за отказа автоматики или сознательного ее отключения машинистами поездов;

пожар или взрыв в вагоне поезда или на станции;

потеря машинистом способности управления поездом вследствие болезни, ранения или других причин;

проникновение в метрополитен посторонних лиц через наземные сооружения — венткиоски и т.п.;

обрыв волновода поездной радиосвязи и возможное повреждение при этом вагонов, нанесение травм пассажирам и машинисту;

остановка поезда в тоннеле, вызванная неисправностью его технических систем, отключением питания контактного рельса или аварией верхнего строения пути;

затопление тоннелей из-за нарушения герметичности обделки или неисправности водоотливных установок;

затопление станции через лестничные сходы из-за разрыва подземных водонесущих коммуникаций.

Любая из названных причин в зависимости от времени и места ее возникновения может привести к трагическим последствиям разной степени тяжести. Вероятность такого развития событий можно уменьшить, оборудовав метрополитен современными техническими средствами. Так, если иметь на каждой станции автоматизированную систему, контролирующую несанкционированное появление на платформенном участке пути людей и предметов, а также возможность передачи информации машинисту поезда, прибывающего на эту

станцию, мы сможем резко снизить вероятность наступления трагических или аварийных событий. Современный уровень отечественной техники и технологии позволяет оснастить метрополитены системами контроля пассажиров на наличие оружия или взрывчатых веществ, предотвращения столкновения поездов, затопления тоннелей и станций и т.д.

Следует отметить, что, начиная с 1992 г., утвердилась точка зрения, согласно которой следует отказаться от использования метрополитена в качестве объекта гражданской обороны в связи с подписанием международных договоров о разоружении и необходимостью экономии средств, направляемых на развитие метрополитена. При серьезном рассмотрении такая точка зрения неприемлема, поскольку метрополитен практически лишается средств герметизации, необходимых ему для сохранения целостности сооружений и безопасности пассажиров и персонала. Замена аттестованных затворов и вентклапанов с электроприводом на ручные ворота распашного типа привела фактически к невозможности своевременной герметизации при ликвидации аварий.

Можно назвать ряд причин, снижающих эффективность борьбы с аварийными ситуациями:

отсутствие автоматизированной системы идентификации поездов, находящихся на линии, и представления их на экранах мониторов ПЭВМ в наглядной динамической форме отображения их фактического местонахождения в координатах линии;

нет технических средств непрерывного объективного контроля действий машинистов и технического состояния подвижного состава;

не имеется у поездного диспетчера наглядной динамической мнемосхемы контактного рельса, наличия напряжения на нем в зоне аварии, а также технических средств управления тоннельным освещением при аварии в перегонных тоннелях;

ограниченный объем информации, получаемой диспетчерами с помощью существующих систем телемеханики; отсутствие автоматизации рабочих мест диспетче-

ров на базе ПЭВМ лишает их возможности объективной оценки текущих событий;

разобщенность диспетчерских пунктов в инженерном корпусе. Наличие только проводных средств связи между ними можно считать достаточным лишь в условиях нормальной работы. В аварийной ситуации это резко ограничивает возможность быстрого и четкого принятия решений на основе полной информации и состояния всех технических систем, участвующих в ликвидации аварии;

поезда не оборудованы внутренними системами автоматического обнаружения и тушения пожара, основанными на использовании не опасных для жизни людей огнегасительных средств;

отсутствие технических систем автоматического обнаружения падения людей и предметов на рельсовый путь станции и проникновения посторонних людей в метрополитен через наземные сооружения;

нет внутренних систем безопасности на метрополитене; доступ в технологические помещения, обеспечивающие жизнедеятельность метрополитена, не контролируется автоматизированной системой, разрешающей такой доступ только лицам, имеющим на то право;

размещение в сооружениях метрополитена торговых киосков, лотков и т.п., что резко увеличивает присутствие в течение длительного времени посторонних лиц, порой криминальных;

отсутствие отработанных сценариев непредвиденных ситуаций и методик обучения персонала действиям в аварийных условиях;

нет профессиональных групп, обученных методам спасения людей при авариях на метрополитене.

Таким образом, из всего сказанного следует, что необходим серьезный аналитический и практический подход к разработке нормативных документов по проектированию и эксплуатации метрополитенов с учетом аварийных факторов. Практика последних лет доказывает, и достаточно убедительно, что аварии и даже диверсии на метрополитенах стали обычным фактом и надо уметь с ними бороться. □

Практика строительства

ОПЫТ, ЭФФЕКТИВНЫЙ И СЕГОДНЯ

Х. АБРАМСОН,
канд. техн. наук

При сооружении различных объектов в значительном числе случаев приходится возводить фундаменты глубокого заложения с большой грузонесущей способностью. Сложности возникают, когда надо это выполнять в слабых, неустойчивых и водоносных грунтах, а также когда не требуется применения свайных ростверков — забивки свай (близрасположенные здания, внутри промышленных объектов, фундаменты под тяжелое технологическое оборудование и т.д.).

Одним из технических направлений, позволивших решить эту задачу, явилось устройство фундаментов глубокого заложения колонного типа погружением железобетонных колец, заполняемых бетоном. Для снятия сопротивления трения между вмещаемым грунтом и погружаемыми кольцами использовался глинистый тиксотропный раствор — тиксотропная рубашка. Для образования кольцевой щели, в которую он заливался, первое кольцо оснащалось режущим башмаком высотой 500 мм, имеющим выступ шириной 100 мм в сторону грунтовой стенки.

Более 20 лет назад этот вариант был весьма успешно применен в Москве при сооружении фундамента под административный корпус, примыкающий к старому зданию Министерства обороны в районе Арбата (рис. 1).

Глубина колонных фундаментов диаметром 3 м составляла 12,5 м. Были использованы стандартные железобетонные кольца. Разработка грунта и выгрузка его

в автосамосвалы производилась четырехлопастным одноканатным грейфером вместимостью 1 м³. Скорость погружения колец зависела от производительности разработки грунта.

Весь комплекс работ по сооружению 70 колонных фундаментов осуществлялся с помощью самоходных кранов КС-5363, которые производили выгрузку с автомашин железобетонных колец, спуск и подъем грейферов, выгрузку грунта в самосвалы.

Заполнение бетонной смесью погруженных до проектной отметки колец осуществлялось после армирования днища арматурным каркасом.

Таким образом была реализована поточная организация работ и комплексная механизация всего технологического процесса.

Строительная площадка была ограничена размерами возводимого объекта. Поступление сюда материалов и оборудования, вывозка грунта производилась по четкому графику, что соответствует современной технологии проведения работ. Но это было более 20 лет назад.

К сожалению, этот высокоэффективный опыт не нашел широкого распространения в строительной практике.

По такой универсальной технологии можно сооружать различные объекты в наиболее сложных гидрогеологических условиях. При этом не ограничены габариты, форма и глубина фундаментов колонного типа. В отечественной практике крепи шахтных стволов в тиксотропной рубашке погружались на глубину до 80 м.

В 1952 г. совместно с П.Г. Кузьминым были разработаны метод производства работ по сооружению фундаментов глубокого заложения в неустойчивых грунтах с помощью инвентарных оболочек и конструкция оболочки. Это решение реализовали в 1973 г. на строительстве станции метрополитена в Вашингтоне (США). При этом применили 67 стальных труб-оболочек для устройства ограждающих стен котлована, в котором возводилась станция. Протяженность ограждения — 1219 м. Диаметр труб оболочек составил 91,44 см, межцентровое расстояние между оболочками — 2,44 м, глубина погружения — 22 м. Процесс осуществлялся с помощью вибромолота. Извлечение грунта из оболочки производилось шнекобу-

рильной машиной. Для заполнения оболочек расходовалось 12,3 м³ бетона. Извлекали их после твердения бетона, на что требовалось 10 — 15 мин. В незатвердевшую бетонную массу в течение 30 мин забивали стальные сваи. Такая технология позволила возвести ограждающее устройство безаварийно и в короткий срок. Таким образом, через 20 лет подтвердилась эффективность метода, примененного в 1952 г.

В 1992 г. при участии автора была выполнена «Разработка предложений по совершенствованию конструктивно-технологических решений сооружения коллекторных тоннелей диаметром 2,1 и 2,54 м». Для строительства шахт и смотровых колодцев предложили ряд горнотехнологических вариантов, в числе которых — проходка смотровых колодцев с использованием инвентарных оболочек.

По этому варианту сооружение временной монтажной шахты совмещается с устройством в ней после вывода проходческого щита на трассу коллектора постоянного смотрового колодца из монолитного или сборного железобетона.

Работы производятся в сле-

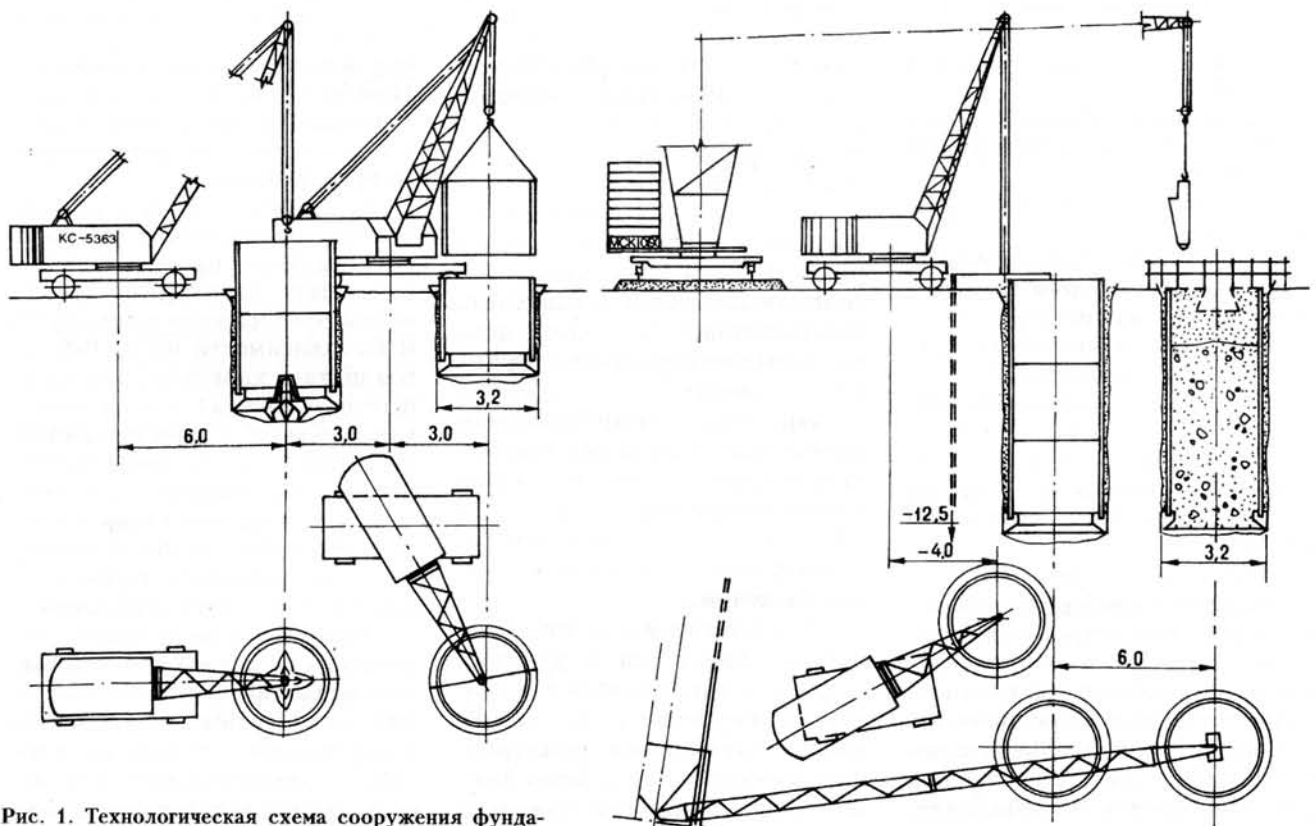


Рис. 1. Технологическая схема сооружения фундаментов колонного типа.

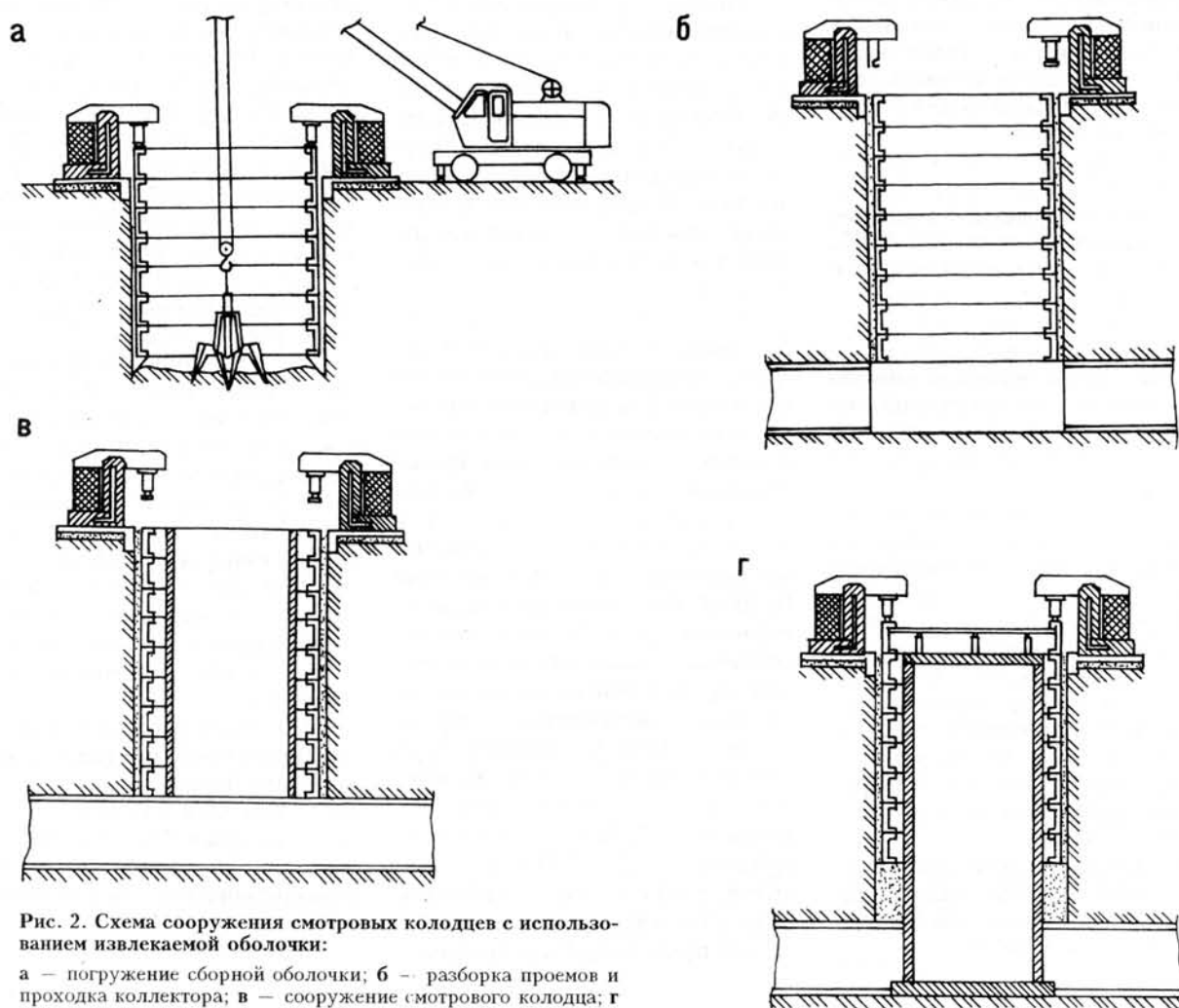


Рис. 2. Схема сооружения смотровых колодцев с использованием извлекаемой оболочки:

а — погружение сборной оболочки; б — разборка проемов и проходка коллектора; в — сооружение смотрового колодца; г — извлечение оболочки с заполнением зазора песком.

дующей последовательности (рис. 2):

погружение сборной крепи оболочки до проектной глубины коллектора;

опускание и монтаж проходческого щита;

извлечение сегментов оболочки для формирования проема и вывода щита на трассу;

проходка заданного по проекту участка коллектора;

сооружение смотрового колодца;

извлечение оболочки с одновременным заполнением зазора между вмещающим грунтом и колодцем.

Погружение оболочки осуществляется с помощью специального силового устройства, конструкция которого выполнена в форме двухконсольной балки на шарнирной опоре, которая закреплена на вертикальной стойке угловой опоры. К внутренней консоли подвешен гидроцилиндр, создающий нагрузку на опуск-

ную крепь. Наружная консоль через опорную стойку передает реактивную нагрузку гидроцилиндра на горизонтальную площадку угловой опоры.

Для создания необходимой нагрузки на опускную крепь порядка 150-200 т достаточно 3-4 силовых домкратов, оснащенных гидроцилиндрами с ходом штока, соответствующего ширине кольца крепи.

При извлечении оболочки домкратная система перекрепляется упором с одной стороны на стенки возведенного колодца, а с другой — на балочные пакеты, установленные на ребра сегментов оболочки.

Для снижения сопротивления трения о грунт при погружении и извлечении оболочки зазор между грунтом и опускной крепью заполняется тиксотропным раствором. Этот зазор формируется уширением ножевого кольца на 100 мм относительно

наружного периметра оболочки. Ножевое кольцо сборной конструкции при извлечении последней демонтируется для повторного использования.

С целью предотвращения утечки тиксотропного раствора при открытии проемов для вывода щита необходимо, чтобы первые кольца были шириной 0,5 м (в зависимости их от габаритов щита и характеристики вмещающего грунта), а зазор заполнен манжетой из мягкопластичной глины с включением гравия. Можно над разбираемыми элементами устраивать пояс из цементопесчаного раствора посредством инъекционной трубы, опущенной в тиксотропный раствор.

Рассмотренные варианты технических решений по сооружению различного типа и назначения заглубленных фундаментов и других аналогичных объектов можно рекомендовать для использования в практике подземного строительства. □

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РАСШИРЯЮЩИХСЯ И БЕЗУСАДОЧНЫХ ЦЕМЕНТОВ

Д. ФРЕНКЕЛЬ,
канд. техн. наук

Общеизвестно, что в целях обеспечения коррозионной долговечности строительных элементов и конструкций необходимо препятствовать образованию усадочных трещин в процессе структурообразования бетона, поскольку именно усадочные явления становятся основной первопричиной проникновения агрессивных жидкостей в бетон и всех последующих нарушений его структуры и снижения прочности.

В связи с этим рядом исследователей европейских стран, США, Японии и др. были разработаны и предложены расширяющиеся и безусадочные цементы.

Промышленность выпускает такие смеси на основе глиноземистого цемента с добавками гипса, при этом свободное линейное расширение достигает 2 %, а самонапряжение 2 МПа.

Практический опыт их применения для гидроизоляции, особенно в тонких неармированных покрытиях, показал, что наличие у этих цементов значительных линейных деформаций расширения (более 0,5 %) и длительное их развитие приводит, как правило, к растрескиванию гидроизоляционного слоя (например, в бассейнах) и его последующему отслоению от изолируемой поверхности. Подобные явления имеют место также и при устройстве стыка и гидроизоляции в трещинах, при этом наблюдается своеобразное «выпирание» материала из стыка и его растрескивание.

Поэтому представляется целесообразным использование на практике расширяющихся цементов с весьма умеренной величиной итогового линейного расширения — не более 0,15 %, если вести отсчет от односуточного начального размера. Эта величина 0,12-0,15 % является своеобразным проявлением дополнительного напряженного состояния в цементном камне после окончания процессов его схватывания и формирования структуры, что случается в первые 5 — 20 ч с момента затворения водой. Исследования показали, что кинетика формирования гидросульфалюмината кальция на базе РК

заканчивается в основном в первые четверо суток. Расширение при этом происходит в пока еще податливой структуре цементного камня и не приводит к его деструкции, так как имеет место в эти ранние сроки твердения релаксация напряжений. В последующем, в течение 15 и более суток, продолжается образование ГСАК на базе C_3A , и именно эти процессы являются деструктивными и априори разрушительными, потому что они идут уже на фоне достаточно жесткой и прочной структуры цементного камня. Отсюда становится понятным, что расширяющиеся цементы лучше изготавливать на базе клинкера с малым содержанием C_3A и РК не более 8 — 10 %.

Нами были разработаны цементы с оптимальным количеством РК, проявляющие безусадочные свойства, и смеси со свойствами регулируемого и неопасного расширения с РК 8 — 10 %; при этом предусмотрено невысокое содержание C_3A и C_4A (в пределах 5 и 16 % соответственно). Определены также оптимальные включения гипса и модифицирующих добавок. Такие цементы имеют свойства проявлять основное свое расширение в первые двадцать часов от конца схватывания в течение суток. В этот ранний срок были зафиксированы линейные деформации расширения в пределах 0,5 — 0,55 %, а затем процесс проходит по нисходящей до семи суток, после чего фиксируется набор прочности. При этом цементный камень имеет прочность до 60 — 70 МПа, содержание этрингита в нем 13 — 15 %. При этом, по данным рентгеноструктурного анализа, основная его масса формируется в течение 3 — 4 суток (13,4 %).

Важнейшей особенностью цемента является формирование в ранний срок кристаллов этрингита с последующим заполнением этрингитового и гидроалюминатного каркаса гидросиликатными новообразованиями, которые растут достаточно медленно, по-

этому возникающее в цементном камне напряжение релаксируется при одновременном устранении усадки.

Большой практический и научный интерес представляет цемент на сульфогерритной основе. Он нами еще недостаточно изучен, однако подмечено, что у этого материала процесс набора прочности опережает процессы расширения, что обеспечивает постоянное уплотнение структуры цементного камня.

«МОНОФЛЕКС» в настоящее время организовал для своих целей выпуск разработанного безусадочного и малорасширяющегося цемента и имеет свою производственную базу по приготовлению специальных смесей на их основе. Наши исследования показали, что наилучшим методом применения безусадочных и малорасширяющихся смесей является торкретирование, что мы и используем в практике «МОНОФЛЕКС». Однако отсутствие усадочных деформаций и трещин в данных цементах отнюдь не избавляет их от пористости, пусть даже и небольшой в силу невысокой их водопотребности (в пределах 22 — 26 %).

Пористость является фактором, с которым необходимо считаться в практике гидроизоляционных работ и при замоноличивании стыков.

Кроме того, простое торкретирование не решает вопроса высокой адгезии к старому бетону и абсолютной гидроизоляции.

Поэтому «МОНОФЛЕКС» использует разработанные безусадочные смеси «МОНОФЛЕКС А» в комплексе со специальными материалами и приемами, которые проблему гидроизоляции решают на принципе трехфазной системы «основание — контактная зона — герметизация». Для этих целей фирмой созданы и применяются мастики «МОНОФЛЕКС Е», позволяющие получить прочный и водонепроницаемый стык или покрытие со свойствами гибкого монолита и эффектом «заклипания» в процессе эксплуатации, поскольку все три фазы взаимодействуют друг с другом химически и физически весьма длительный срок. □

ПУТИ РАЗВИТИЯ МОНОЛИТНО-ГИБКИХ СОПРЯЖЕНИЙ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

В. СОЛДАТОВ, И. БОРИСЛАВСКАЯ,
кандидаты техн. наук

Свои истоки и традиции научно-внедренческое предприятие «МОНОФЛЕКС» ведет, являясь их правопреемником, от научно-исследовательских лабораторий, образованных и длительное время успешно работавших на различных научных, промышленных и строительных предприятиях. На всем протяжении многолетней деятельности «МОНОФЛЕКС» его бесменным руководителем является кандидат технических наук Д.Я. Френкель. В его активе более 10 крупных научных разработок, защищенных авторскими свидетельствами и патентами на изобретения, большое количество публикаций и докладов на конференциях. «МОНОФЛЕКС» активно сотрудничает со многими ведущими научно-исследовательскими организациями России и ближнего зарубежья.

Предприятие имеет 30-летний опыт разработки и применения различных конструкций и технологий в области монолитно-гибких сопряжений, обеспечивающих высокую прочность, водонепроницаемость и сейсмостойкость стыков. Метод основан на использовании безусадочных цементных смесей и мастик, полученных по оригинальной технологии и рецептуре и обладающих высокими физико-механическими показателями. При создании монолитно-гибкого стыка в комплексе решены вопросы внедрения новых материалов, технологий и средств механизации, которые сами по себе могут эффективно применяться в различных областях строительства. Среди них следует отметить: вяжущие вещества — цементы с фиксированными сроками и объемами расширения, цементно-полимер-

ные композиции, а также технологию замоноличивания и гидроизоляции строительных конструкций, средства механизации по выполнению всех технологических процессов изготовления монолитно-гибкого стыка.

В целях достижения высокой адгезии к старому бетону и водонепроницаемости зоны герметизации «МОНОФЛЕКС» осуществляет «принцип трехфазной системы», для чего использует новые органические модификаторы и алюминатные добавки. Это способствует снижению водопоглощения стыка в 25-30 раз. Такая система обеспечивает его надежность и деформативность в условиях смены температур, при ударных и вибрационных нагрузках. Необходимая степень деформативности регулируется конструкцией стыка.

Проводимые ЦНИИСом совместно с «МОНОФЛЕКС» в течение ряда лет информационные исследования в области монолитно-гибких сопряжений строительных конструкций позволили выявить наиболее распространенные типы стыков, применяемых в мировой практике. Однако даже самые современные из них, производимые фирмой «Феникс» (Германия), не лишены некоторых недостатков, например, требуют обжатия материала стыка с избыточным напряжением, что может привести к разрушительным процессам. Определенные трудности вызывает использование указанных элементов в холодных швах в монолитном строительстве, а также при проведении ремонтно-восстановительных работ.

Созданная «МОНОФЛЕКС» конструкция нового универсального монолитно-гибкого сопряже-

ния позволяет во многих случаях избежать отмеченных выше недостатков и является незаменимой при сооружении тоннелей и станций метрополитенов, дорожных и аэродромных покрытий, включая их ремонт и восстановление, так как обладает рядом несомненных преимуществ. Стыки «МОНОФЛЕКС» имеют высокую долговечность, стойкость к химреактивам, воздействию высоких температур и сезонных перепадов. Они также способствуют хорошей герметичности, препятствуя проникновению влаги.

Благодаря отмеченным выше положительным качествам разработки «МОНОФЛЕКС» широко используются на самых различных строительных объектах. Проведены крупные работы по обеспечению гидроизоляции, водонепроницаемости, коррозионной стойкости, восстановлению и ремонту строительных конструкций, выполнению их соединений и стыков на Минской станции аэрации, на Солигорском калийном комбинате, в аэропорту «Минск»-2, гостинице «Планета» (Минск), здании Госстроя СССР (Москва), костеле святых Симона и Елены, Кафедральном соборе, при реставрации зданий Старого города в Минске, в тоннелях и станциях Московского, Санкт-Петербургского, Минского, Екатеринбургского, Днепропетровского, Киевского, Тбилисского и Самарского метрополитенов, подземных переходах и множестве других объектов гражданского и промышленного назначения.

Выполненные «МОНОФЛЕКС» работы по заделке и герметизации стыков, трещин, раковин, отколов, восстановлению же-

лезобетонных водоводов, элементов и конструкций в дорожном строительстве, мостостроении, тоннеле- и метростроении, при ремонте аэродромных покрытий, водных резервуаров и т.п. обеспечивают эксплуатационную долговечность не менее 20 лет, поскольку восстановленные элементы и конструкции обладают такими свойствами, как пластичность, прочность, водонепроницаемость, сейсмостойкость, теплоустойчивость.

Новые конструкции универсального монолитно-гибкого стыка являются незаменимыми в метростроении, в крупнопанельном домостроении, при устройстве холодных швов в монолитном строительстве, при сооружении дорог, мостов и аэродромных покрытий, включая ремонтные и восстановительные процессы.

Располагая собственным производством, «МОНОФЛЕКС» в заводских условиях при точной дозировке изготавливает сухие безусадочные смеси с упаковкой в полиэтиленовые мешки до 50 кг, пропиточные и гидроизоляционные составы в виде мастик с различными модификаторами также с упаковкой в полимерную тару, что гарантирует стабильность свойств материалов при их транспортировке и хранении.

Наряду с выпуском смесей и мастик «МОНОФЛЕКС» проводит обследование строительных конструкций, подбирая для них различные варианты восстановления с помощью своих уникальных материалов и технологий.

«МОНОФЛЕКС» располагает собственной научно-исследовательской лабораторией, что позволяет ему постоянно совершенствовать свои разработки. Этому же способствует и программа совместных научных исследований с фирмами США по сейсмостойкому строительству. В настоящее время готовится демонстрация технологии «МОНОФЛЕКС» по восстановлению и защите конструкций водовода в штате Аризона (США). Проводится патентование комплекса новых научных разработок «МОНОФЛЕКС» в России и США.

Все это подтверждает высокий научный потенциал «МОНОФЛЕКС» и позволяет ему уверенно чувствовать себя не только в странах ближнего зарубежья, но и на международном рынке технологий. □

КРЕПЛЕНИЕ КОТЛОВАНОВ АРМИРОВАНИЕМ ГРУНТА

Ю. ФРОЛОВ,
д-р техн. наук;

Е. СОБИРАЙ,
инженер

Армирование грунта — сравнительно новый метод крепления слабых малосвязных грунтов, однако он уже нашел широкое распространение в ряде стран в основном на объектах транспортного строительства. В зависимости от конструктивных особенностей сооружения армированный грунт создают различными технологическими способами.

Так, при отсыпке высоких насыпей или устройстве подпорных стен в послойно отсыпaeмом грунте размещают горизонтально металлические полосы, способные выдержать значительные усилия. Вид арматуры может быть разным (полоски, проволока, сетки и т.п.), а материал — от металла и пластмасс до синтетических тканей. На наружной поверхности армогрунтовой конструкции устраивают тонкую облицовочную оболочку из плит сборного железобетона, монолитного бетона или набрызгбетона.

Для укрепления крутых склонов естественных массивов или откосов котлованов в грунт вводят стержни из арматурной стали или других материалов. Таким образом часть малосвязного грунта образует квазимонолитный блок — стенку, которая выдерживает нагрузку не только от собственного веса, но и от внешних и даже динамических воздействий. Длина стержней обычно составляет 0,5 — 0,6 Н (где Н — высота склона или глубина котлована).

Кроме стержней, в рассматриваемой конструкции так же, как в армогрунте, имеется внешняя облицовка из набрызгбето-

на, нанесенного по металлической или синтетической сетке. Она предназначена для защиты поверхности откоса от эрозии и местных вывалов грунта, находящегося между армирующими элементами.

Работы по устройству стержневой крепи котлованов выполняют в следующем порядке (рис. 1). По мере послойной выемки грунта высотой по 0,8 — 1,5 м в массив забивают или вдавливают арматурные стержни диаметром 18 — 28 мм, причем в более плотных породах — в ранее пробуренные скважины меньшего, чем сечение стержней, размера. Они могут быть установлены и в скважины большего диаметра, но предварительно заполненные цементным раствором. В отличие от стержневой такую крепь называют нагельной. На выступающие концы стержней навешивают стальную сетку и наносят слой торкрета или набрызгбетона толщиной 50 — 150 мм.

Армированный грунт уже более 20 лет и в большом объеме применяется для крепления выемок и откосов на строительных объектах Франции, Германии, США и Канады. Имеется много примеров успешного использования этого эффективного крепления в широком диапазоне грунтовых условий при разнообразии технических решений.

В нашей стране оно ограничивается пока единичными случаями. Первые сведения об опыте крепления котлованов нагельными (арматурными стержнями, установленными в пробуренные и заполненные цементно-песчаным раствором скважины) можно на-

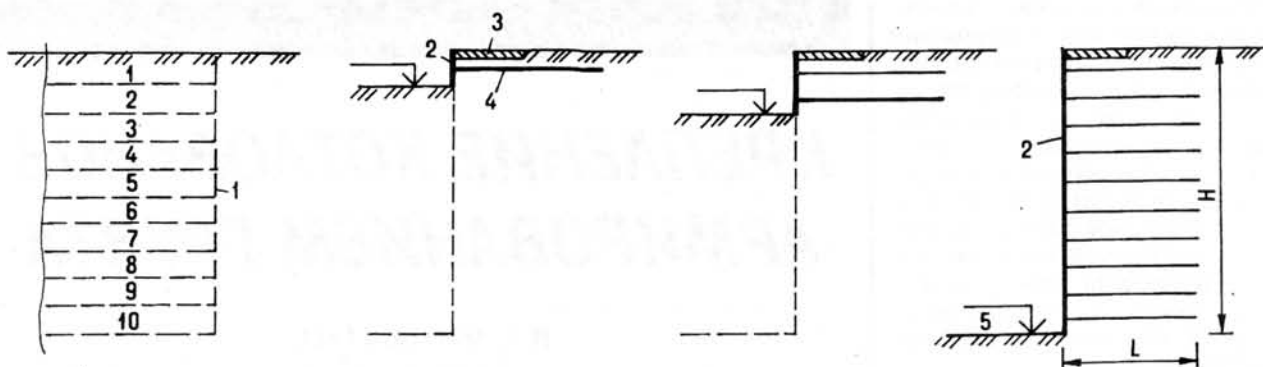


Рис. 1. Последовательность выполнения работ по закреплению котлована стержневой крепью:

1 — контур котлована; 2 — набрызгбетон; 3 — отсыпка; 4 — армирующий стержень; 5 — дно котлована.

йти в работах Скормина Г.А., Малояна Э.А., Колина Д.И. и Малого И.М.^{1,2}

Показателен опыт применения нагельного крепления вертикальных стен котлована (глубиной 12 м) станции «Тинглик» в Ташкенте, технология устройства которого, включающая установку нагелей длиной 6,5 — 7,9 м и облицовки из железобетонных плит (2х3 м), подробно изложена в статье³. Здесь было закреплено 6000 м² поверхности откоса, что позволило сэкономить 1076 т металла и получить значительный экономический эффект.

Впервые вдавливанием в грунт стержней из арматурной стали были закреплены крутые откосы котлована на строительстве Новосибирского метрополитена. Эти работы выполнены с участием Корякина Б.Н. и Савельева Ю.Н.⁴ При назначении параметров крепи использованы материалы первого этапа исследований, проведенных в ЛИИЖТе. На опытном участке котлована глубиной до 8 м станции «Речной вокзал» арматурные

стержни вводили в грунт (сухости естественной влажности) пневмомеханизмом ПУМ-3 конструкции ИГД СО АН СССР. Набрызгбетонное покрытие толщиной 50 мм наносили при помощи машины СБ-67. Инструментальные наблюдения, проведенные в течение года (до обратной засыпки котлована), не зафиксировали ни вертикальных, ни горизонтальных перемещений реперов, установленных на выступающие концы стержней. Визуальные наблюдения показали, что такое покрытие в условиях суровой зимы обеспечило надежную защиту вертикальных откосов котлована от местных обрушений.

Однако позитивные результаты, достигнутые на отдельных опытно-экспериментальных участках строительства станций метрополитена мелкого заложения, не привели к широкому внедрению технологии крепления котлованов созданием армогрунтового ограждения. Это объясняется разными причинами — от неподходящих грунтовых условий на объектах до нехватки знаний и опыта у строителей. В известной степени данный факт объясняется и отсутствием должной информации в технической литературе о применении армогрунта зарубежными фирмами, а также научно обоснованных рекомендаций, позволяющих установить рациональные типы конструкций и область их использования.

Для изучения степени влияния стержней на устойчивость грунтового массива были проведены лабораторные исследования на моделях из эквивалентных материалов. В каждой из них искомые параметры моделируемого объекта изменялись в строгом порядке при заданных гра-

ничных условиях. Интервалы численных значений параметров назначались с учетом технической и экономической целесообразности стержневой крепи (длина армирующих стержней — 3 — 8 м; диаметр — 20 мм; шаг установки — 0,3 x 0,3 м — 1,5 x 1,5 м; глубина котлована — 4-12 м). Фиксировалась также максимальная высота вертикальных откосов, не закрепленного Н₀ и закрепленного Н, при которой происходило обрушение.

От места приложения нагрузки существенно зависит характер смещений грунта. Если она расположена за пределами зоны, укрепленной стержнями (рис. 2а), то по мере ее возрастания сдвигается весь укрепленный массив как единое целое и, согласно линиям перемещений плоскости откоса, это происходит с поворотом последней относительно нижней точки котлована. При размещении нагрузки непосредственно на укрепленном массиве (рис. 2 б) происходит выпучивание откоса в сторону котлована. Итак, можно сделать вывод, что армированный грунт образует квазимонолитный блок из композитного материала, способного выдерживать возрастающую по мере заглубления котлована нагрузку не только от собственного веса, но и от внешних воздействий на борту.

Анализ данных моделирования о деформациях конструкций армированного грунта и характере его разрушения позволяет считать, что стержни за счет трения с породой воздействуют на условия предельного равновесия, препятствуя сдвигу частиц грунта от нагрузки. При этом степень влияния каждого стержня на напряженное состояние массива

¹ Малоян Э., Скормин Г., Преображенский С. Опыт крепления стержнями вертикальных грунтовых стен строительных котлованов. «Монтажные и специальные строительные работы», 1981, № 10.

² Скормин Г., Малоян Э., Колин Д., Малый И. Нагельное крепление грунтовых стен котлована. «Транспортное строительство», 1985, № 12.

³ Скормин Г., Жданов Б. и др. Анкерное крепление на Ташметрострое. «Метрострой», 1989, № 5.

⁴ Савельев Ю. Исследование напряженно-деформированного состояния откоса котлована со стержневым креплением. В сб. «Исследование работы искусственных сооружений на железнодорожном транспорте». Новосибирск, 1984.

снижается по мере удаления от стержня. Если принять расстояние между соседними стержнями так, чтобы их зоны влияния пересекались, можно изменить условия предельного равновесия приращением величины сцепления, существовавшего в естественном массиве C_0 , до некоторой величины C_a . Это сцепление будем считать фиктивным и возникшим вследствие установки армирующих стержней, которое обеспечивает большую устойчивость закрепленного грунта по сравнению с незакрепленным. Степень приращения регулируется шагом установки и диаметром стержней.

Исследованию устойчивости откосов котлованов, выемок, карьеров посвящено большое количество работ с расчетами, позволяющими дать его качественную и количественную оценки⁵.

Исходя из основных предпосылок этих исследований, рассмотрим задачу об устойчивости крутого откоса котлована, закрепленного с помощью армирующих стержней⁶.

Усилие, приходящееся на армоэлемент и вызывающее приращение начального сцепления в грунте, можно определить, рассмотрев напряженное состояние грунта в зоне откоса (рис. 3 а).

Известно, что в грунтах, обладающих трением и сцеплением, плоскость скольжения около дневной поверхности вертикальна и достигает глубины:

$$h = \frac{2C_a}{\gamma_a} \operatorname{tg}(45^\circ + \varphi/2) - \frac{q_1}{\gamma_a}, \quad (1)$$

где γ_a — удельный вес армогрунта;

φ — угол внутреннего трения.

В дальнейшем будем учитывать, что эффект упрочнения массива при введении в него стержней может быть достигнут только в случае, если ширина его — l_a (предельная длина сцепления) достаточна для исключения про-

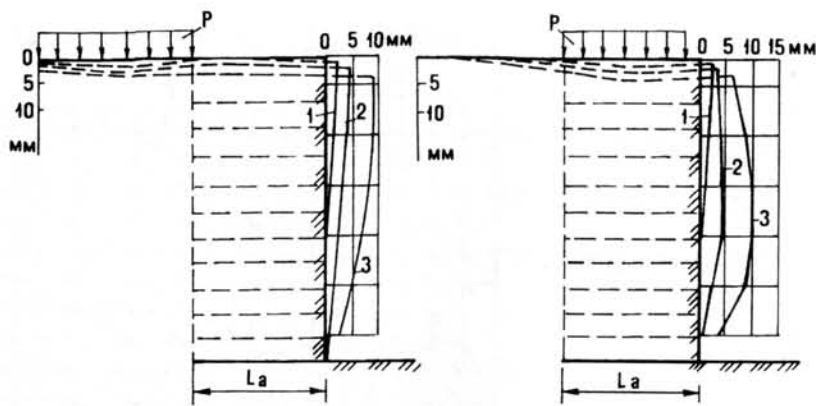


Рис. 2. Смещения откоса котлована со стержневой крепью при различном положении нагрузки интенсивностью P (в % от разрушающей):

1 — 25 %; 2 — 50 %; 3 — 87 %.

скальзывания стержня. Тогда, исходя из условий предельного равновесия массива грунта, ограниченного потенциальными плоскостями обрушения АВ, наклоненной под углом θ , и ВС, отстоящей от откоса котлована на расстоянии l , найдем длину армирующего стержня:

$$L \geq (H - h_a) \operatorname{tg}(45^\circ + \varphi/2) \times \left\{ 1 + \frac{\operatorname{tg}(45^\circ - \varphi/2)}{m \cdot \mu(1 + q_2 / \gamma_a h_a)} \right\}, \quad (2)$$

где $m = 1,2 - 1,3$ — коэффициент запаса устойчивости;

μ — то же, трения стержня о грунт.

При выполнении условия (2) за пределами области, ограниченной потенциальными плоскостями обрушения, армирующие стержни вступают в активное взаимодействие с грунтом, изменяя начальное значение сцепления до величины фиктивного — C_a .

В массиве армированного грунта C_a принимаем равной касательным напряжениям, возникающим в момент предельного равновесия на границе зон влияния смежных стержней (см. рис. 3 б), и устанавливаем из выражения:

$$C_a = \frac{1}{2 \cos \varphi} \sqrt{(\sigma_z - \sigma_x)^2 + 4\tau_{xz}^2} - \frac{\sigma_z - \sigma_x}{2 \operatorname{ctg} \varphi}. \quad (3)$$

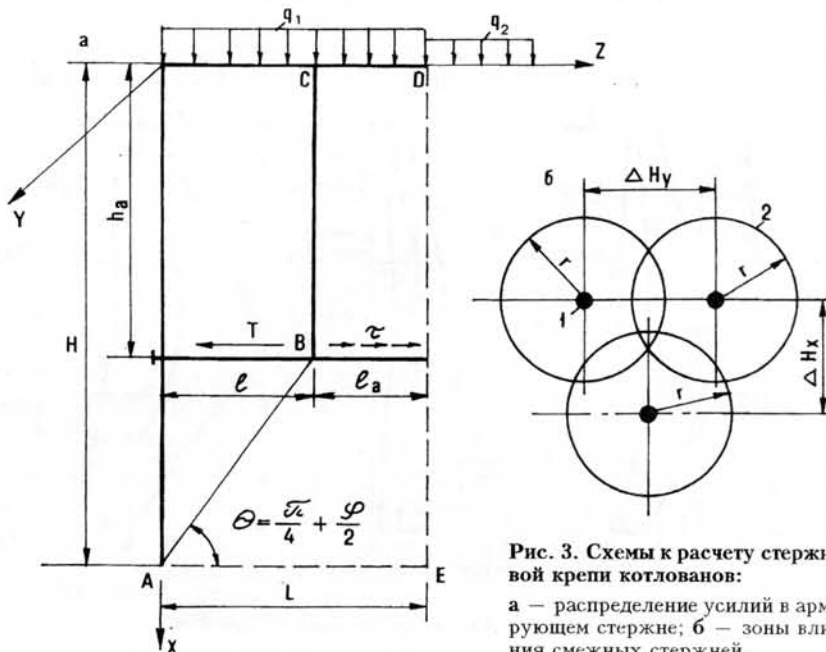


Рис. 3. Схемы к расчету стержневой крепи котлованов:

а — распределение усилий в армирующем стержне; б — зоны влияния смежных стержней.

⁵ Методические указания по определению углов наклона бортов, откосов уступов и отвалов строящихся и эксплуатируемых карьеров. Л., ВНИМИ, 1972.

⁶ Фролов Ю., Иванес Т. Расчет стержневой крепи. В сб. «Сооружение тоннелей в условиях интенсификации подземного строительства». Л., ЛИИЖТ, 1989.

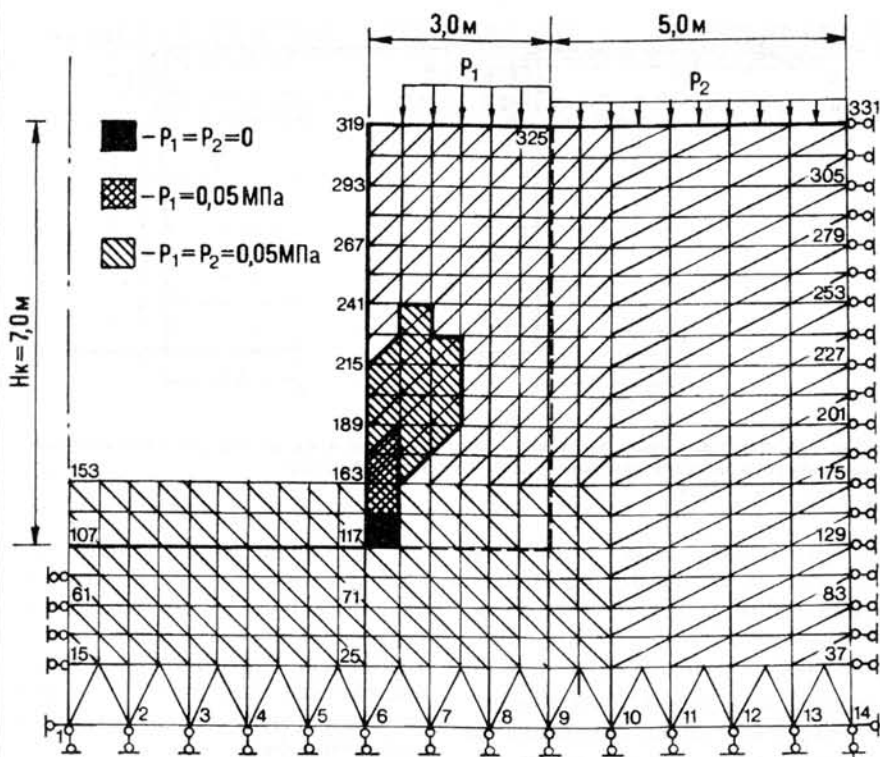


Рис. 4. Сетка метода конечных элементов для расчета напряженно-деформированного состояния грунтового массива и зоны предельного состояния грунта в армирующей стенке (глубина котлована 7 м; длина стержней 3 м; $C = 0,02$ МПа).

Здесь σ_z , σ_x , τ_{xz} — компоненты напряжений на границе зон влияния смежных стержней.

Таким образом, вопрос об эффективности закрепления малосвязных грунтов можно решить в результате анализа поля напряжений вокруг стержней определенных диаметра и шага расположения. Входящие в формулу (3) σ_z , σ_x и τ_{xz} находим, исполь-

зуя методы механики сплошных сред. Однако зная, что армированный массив имеет дискретное строение, а его основу составляет малосвязный грунт, можно рассмотреть его как зернистую среду, пронизанную системой жестких стержней. Наличие последних учитывается путем приложения касательных усилий, возникающих на поверхности

каждого из них при переходе части массива в состояние предельного равновесия. Решение задачи о распределении напряжений вокруг армирующего стержня, заглубленного в зернистую среду, изложено в работе⁷.

Таким образом устанавливаются параметры крепи — длина и диаметр стержней, а также шаг их расстановки, обеспечивающие формирование армогрунтовой стенки, общая устойчивость которой с учетом нагрузок и воздействий на борту котлована оценивается по результатам анализа напряженно-деформированного состояния слагающего его грунта. Для этой цели наиболее приемлем метод конечных элементов (МКЭ). Модель массива представлена двумя взаимосвязанными средами: наделенной композитными свойствами (армированный массив в откосе) и средой, свойства которой соответствуют естественному состоянию породы за пределами армогрунтовой стенки.

На рис. 4 в качестве примера приведена сетка конечных элементов, включающая 331 узел и 587 элементов. Такая схема позволила провести анализ напряженно-деформированного состояния грунта, слагающего борт котлована глубиной 6, 7 и 8 м (по отметке узлов 153, 107, 61 соответственно). Длину стержней варьировали от 2 до 4 м, изменяя ширину армогрунтовой стенки с шагом 0,5 м от вертикали, проходящей через узел 323. Величину C_a в объеме этой стенки принимали по итогам первого этапа расчета (см. формулу 3). На рисунке показаны зоны предельного состояния в армогрунтовом массиве, полученные по результатам частных решений задачи.

Принятая методика и алгоритм расчета стержневой крепи котлованов легли в основу программы «АРМОГРУНТ», составленной для функционирования в

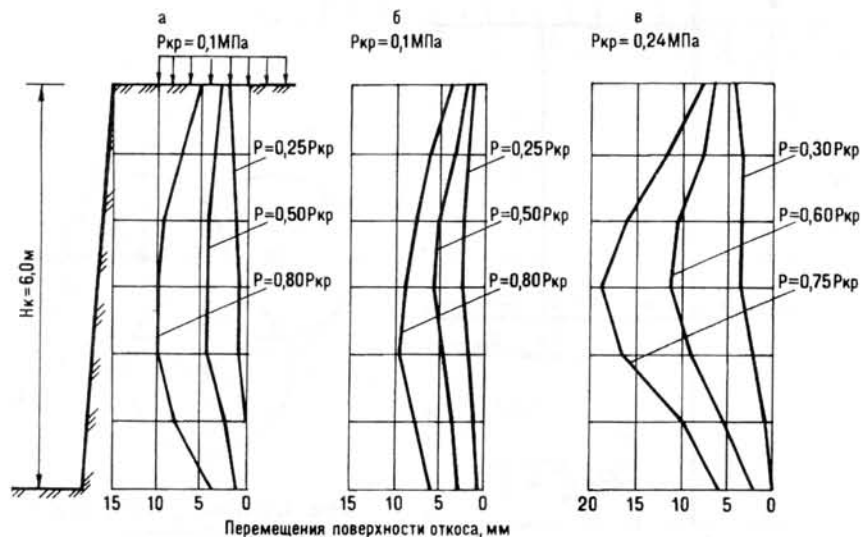


Рис. 5. Деформации откоса котлована, закрепленного стержнями: а — по данным моделирования; б — расчетные; в — экспериментальные.

⁷ Иванес Т. О распределении напряжений вокруг стержня, взаимодействующего с зернистой средой. В кн. «Применение механики зернистых сред в практических задачах геомеханики». Л., ТИМР, 1991.

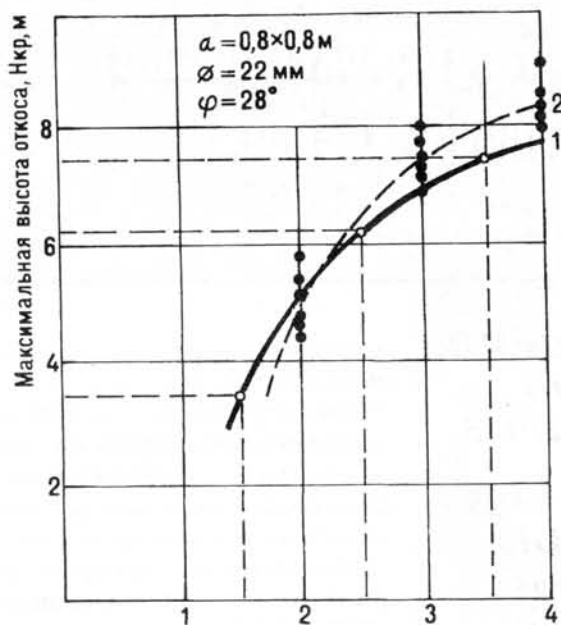


Рис. 6. Зависимость высоты устойчивого откоса от длины армирующих стержней:
1 — расчетная; 2 — экспериментальная.

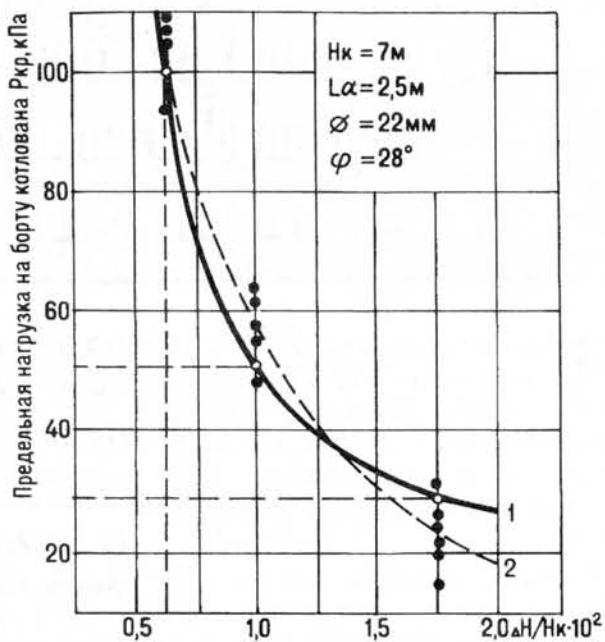
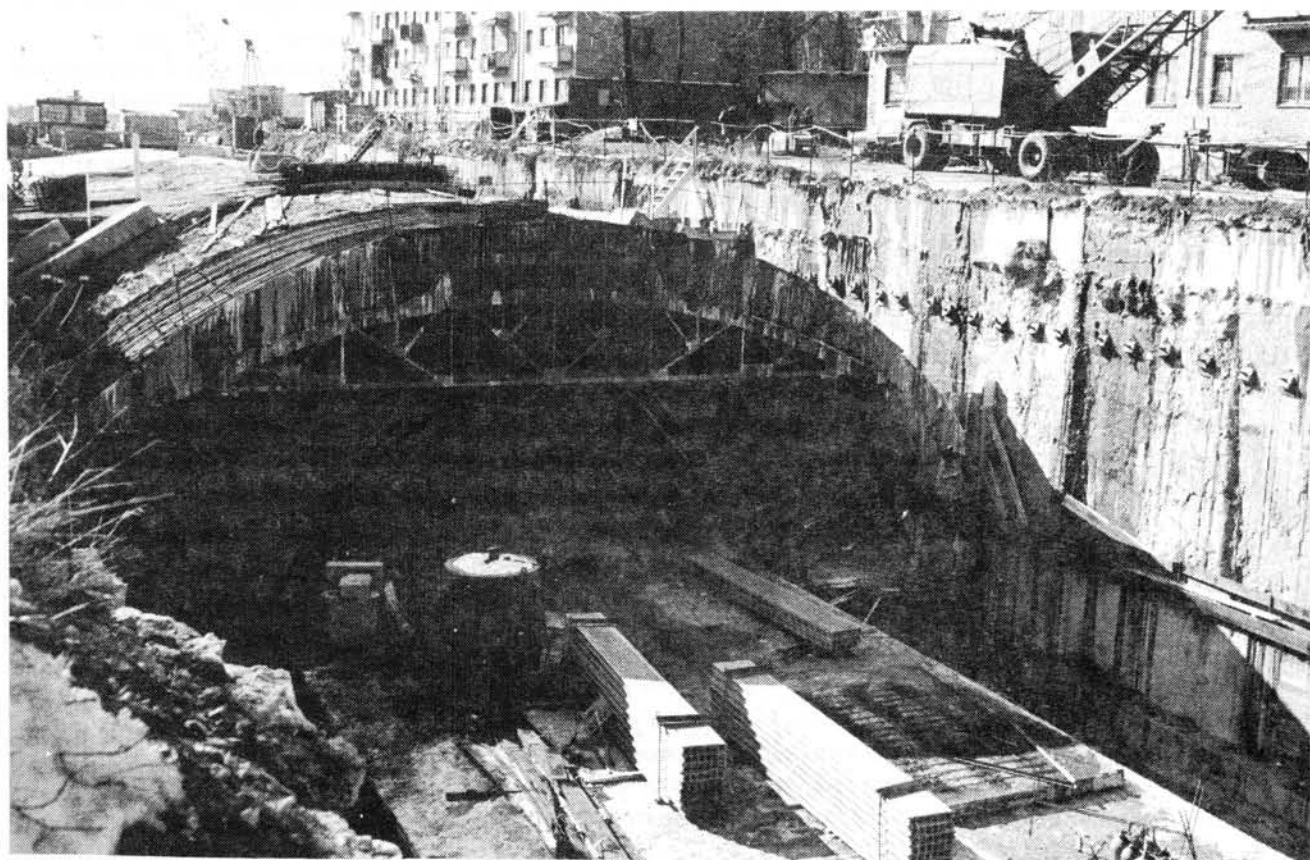


Рис. 7. Зависимость величины разрушающей нагрузки на борту котлована от шага установки стержней:
1 — расчетная; 2 — экспериментальная.

диалоговом режиме на персональном компьютере типа IBM и рассчитанной на широкий диапазон исходных данных, характеризующих условия строительства.

Чтобы сопоставить результаты расчета параметров стержневой крепи по разработанному алгоритму и экспериментальных исследований, на рис. 5, 6, 7 при-

ведены графики, построенные по итогам моделирования (в пересчете на натуру) и показавшие удовлетворительную сходимость значений. □



Строительство станции «Люблино».

Об усилении практической направленности подготовки специалистов с учетом потребности производства

В настоящее время к подготовке специалистов с высшим образованием предъявляются особые требования, продиктованные сложившейся обстановкой в жизни нашего общества.

Учитывая общие социально-экономические и политические условия, структурные изменения в социальном заказе на специалиста и квалификационные требования к нему, существенно повышается роль профессиональной ориентации, экономической и компьютерной подготовки, практических знаний и умений, способностей адаптации к быстро изменяющимся условиям экономики.

Все это требует дальнейшего совершенствования учебного процесса в вузах, готовящих специалистов по подземному строительству, тем более, что сейчас осуществляется переход на новую многоуровневую систему образования: бакалавр-инженер-магистр. Такая система образования предусматривает не только повышение уровня качества подготовки выпускаемых специалистов, но и международное признание наших дипломов.

С учетом потребностей производства это можно обеспечить, в первую очередь, за счет планомерного снижения числа студентов, приходящихся на одного преподавателя, с 10-12 до 6 человек, что позволит практически перейти на индивидуальное обучение студентов. На этом этапе необходимо производить, начиная с III курса, их тестирование с целью выявления склонностей и способностей с учетом профессиональной ориентации на

Д. ГОЛИЦЫНСКИЙ,
д-р техн. наук;

В. АЛЕКСАНДРОВ,
академик

Академии транспорта РФ;

Н. КУЛАГИН,
канд. техн. наук

работу в конкретной организации. Кроме того, обучение студентов следует вести по более «свободной» учебной программе, учитывающей возможность большого выбора различных тематических курсов, курсовых проектов и работ. При изучении отдельных учебных дисциплин целесообразно использовать так называемую «блочную» систему, заключающуюся в том, что после прохождения каждого раздела (блока) курса устраивается свободная дискуссия студентов с разбором основных положений прочитанного материала. Тем студентам, которые посещают все лекции, активно и постоянно участвуют в таких дискуссиях, показывая хорошую усвояемость материала, преподаватель в конце курса публично выставляет положительную оценку (хорошо или отлично), освобождая их тем самым от сдачи экзамена в сессию. Такая система (растянутая сессия) повышает дисциплину посещения лекций и способствует лучшей усвояемости материала (есть стимул!).

При чтении специальных дисциплин следует более полно освещать вопросы по экологии, технике безопасности и охране труда, акцентируя на их практической значимости для производства.

Для более тесной связи вузов

со строительными организациями целесообразно, кроме проведения регулярных совместных совещаний (семинаров) по учебным и научно-техническим вопросам, активно привлекать преподавателей к производству в качестве консультантов, экспертов, референтов и т.д. Следует практиковать регулярный обмен группами студентов III-IV курсов с преподавателями между отдельными родственными вузами и институтами не только в России, но и в странах ближнего и дальнего зарубежья.

По нашему мнению, активное участие производственных организаций в учебном процессе путем чтения техническими работниками (начальники подразделений, главные инженеры, ведущие специалисты и др.) лекций по отдельным наиболее интересным и актуальным вопросам подземного строительства поможет студентам и преподавателям вузов быть в курсе всех вопросов, касающихся отрасли, и, конечно, повысит качество подготовки специалистов.

Одна из важнейших задач в учебном процессе — обеспечение студентов III-IV курсов производственной практикой. Именно на этом этапе они получают те необходимые знания и жизненные навыки, которые может дать им только непосредственное участие в деятельности производственного коллектива. В настоящее время эта проблема окончательно еще не решена, так как нет определенной правовой разработки данной системы. Поэтому обеспечение студентов-практикантов рабочими местами на производстве стало первоочередной задачей.

Необходимо и в дальнейшем поощрять практику защиты дипломных проектов непосредственно на производстве, что повышает ответственность студентов и качество их работ и позволяет обсуждать вопросы, имеющие практическое значение. Кроме того, студенты-дипломники, не связанные жесткими рамками, имеют возможность в проектах воплотить свои интересные идеи и предложения, реализация которых возможна в перспективе. За наиболее интересные дипломные работы студенты и их руководители получают со стороны заинтересованной организации соответствующие поощрения: премии, ценные подарки, благодарности, грамоты и др. Такая практика защиты дипломных проектов уже несколько лет с успехом проводится кафедрой «Тоннели и метрополитены» ПГУПСа и АО «Метрострой» (Санкт-Петербург).

В учебном процессе особенно чтение лекций по специальным дисциплинам целесообразно сопровождать показом слайдов, кино- и видеокассет по тематике тоннельной тематики. Такой информационный материал можно получить от наиболее крупных зарубежных фирм, которые хотят привлечь внимание к рекламе своего производства, а также от многочисленных групп специалистов, выезжающих за границу по линии научно-технического туризма.

Следует всячески приветствовать написание и издание учебных пособий, учебников и монографий по актуальным вопросам тоннель- и метростроения преподавателями вузов совместно с инженерно-техническими работниками строительных и проектных организаций.

Реализация перечисленных мероприятий позволит усилить практическую направленность подготовки инженерных кадров и положительно скажется на дальнейшем совершенствовании учебного процесса в транспортных вузах нашей страны. □

ТРАНСПОРТНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЦЕНТРА САНКТ-ПЕТЕРБУРГА

М. ПИИР,

академик Академии транспорта России;

А. ЛЕДЯЕВ,

доцент, канд. техн. наук

Исторически сложившиеся центральные районы Санкт-Петербурга — это ядро города, объединяющее все элементы его жизнедеятельности и систему расселения в единый целостный организм. В центре сосредоточены основной культурный потенциал города и его деловая жизнь. Высокая плотность расселения и мест приложения труда обусловила мощные центростремительные потоки пассажиров и транспорта из периферийных районов в центр и обрат-

но. Кроме того, из-за отсутствия удобных обходных направлений значительные потоки грузовых автомобилей (до 25 — 30 % от общего их количества, перемещающегося в центре) следуют транзитом через центральные районы, перегружая узкие улицы и усугубляя экологическую ситуацию (загрязнение воздуха, шум и вибрации, от которых разрушаются здания). Транспортные связи с периферийными районами, мосты через Неву и многие магис-

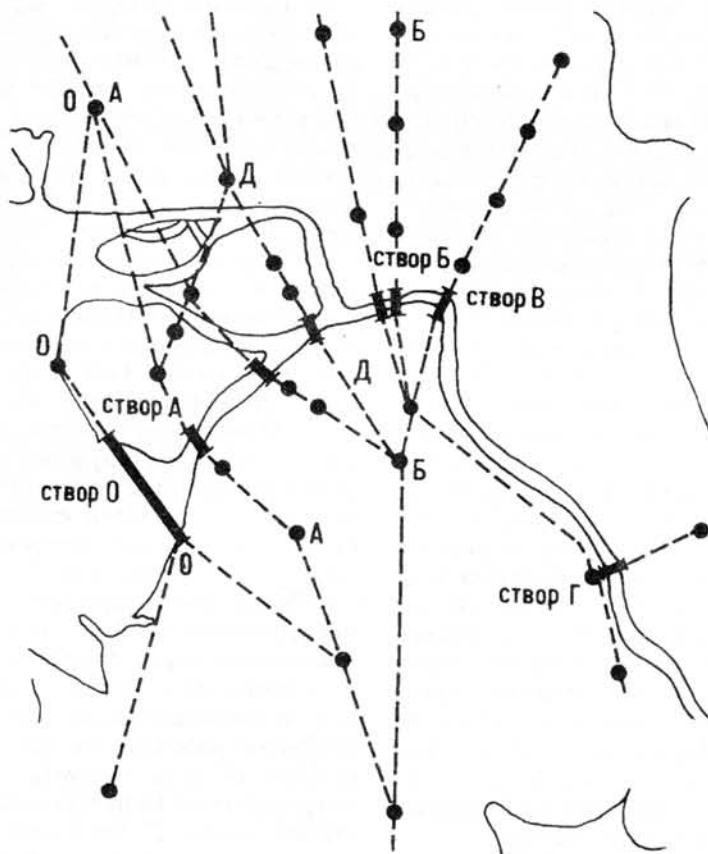


Схема предполагаемых трасс автотранспортных тоннелей в С.-Петербурге:

- — — — — трассы автотранспортных тоннелей;
- — предполагаемые места входов-выходов тоннелей;
- — — — — подводно-тоннельные переходы.

трали стабильно перегружаются автомашинами.

После 1990 г. начала активно разрушаться маршрутная сеть наземного пассажирского транспорта, главным образом, автобуса из-за дефицита подвижного состава. Растут его наполняемость и интервалы движения. В результате часть пассажиров, ранее совершавшая поездки на 1-2 остановки, стала ходить пешком, часть перешла на метрополитен, в связи с чем его пересадочные узлы в центре города и ряд перегонов перегружены на 30 % и более.

Значительно увеличились и потоки легковых машин, что вызвано резким ростом количества личных автомобилей: за последние три года их число увеличилось в 1,5 раза — с 65 до 100 машин на 1000 жителей. Особенно острой стала проблема организации стоянок в дневное время. Неорганизованные стоянки на ряде магистралей (Садовая ул., Загородный пр., Б. и М. Морские ул. и др.) приводят к снижению их пропускной способности, а также скорости движения общественного транспорта.

Оценивая в целом состояние транспортной системы в центральных районах Санкт-Петербурга, следует признать его кризисным. Необходимо кардинальное совершенствование организации движения и развитие транспортной системы с учетом сохранения уникальной архитектурно-исторической среды центра города.

Одним из основных направлений решения этой проблемы является снижение транспортной нагрузки, для чего необходимо:

1. Форсировать завершение строительства внутригородской грузовой магистрали вокруг центра, прокладка которой ведется уже 30 лет крайне низкими темпами. К наиболее крупным инженерным объектам на трассе этой магистрали относятся строительство путепровода над путями железнодорожной станции Охта-товарная и реконструкция железнодорожных мостов над Обводным каналом на Московско-й и Витебской линиях.

2. Возвести новый Ладужский вокзал на Малой Охте, что позволит разгрузить не только Финляндский, но и Московский вокзалы. Крайне напряженный транспортный узел на площади

Восстания может захлебнуться после строительства ВСМ Москва — Санкт-Петербург.

3. Разработать и реализовать экономический механизм вывода из центральной части города многочисленных грузовых автохозяйств, железнодорожных товарных станций Московского и Витебского направлений, ряда непрофильных промышленных производств.

Совершенствование организации и повышение безопасности движения может быть обеспечено путем:

1. Разработки и внедрения автоматизированных систем управления дорожным движением.

2. Четкой классификации улиц по их значению и характеру движения.

3. Упорядочения стоянок прибывающих в центр легковых автомобилей: на первом этапе — путем организации платных стоянок на улицах, примыкающих к основным магистралям, а в дальнейшем — посредством активного использования подземного пространства для строительства гаражей-стоянок. Крайне важно сооружение таких стоянок на подходах к центру у станций метро (например, на площадях Стачек, А. Невского, Ленина, у метро «Черная речка») с тем, чтобы дальнейшая поездка в центр города совершалась на общественном транспорте.

4. Организации пешеходных улиц и зон, свободных от движения транспорта. Прокладка пешеходных тоннелей в наиболее опасных узлах (их в центре Санкт-Петербурга более 70).

5. Повышения качества дорожных покрытий в результате внедрения современных технологий ремонта подземных сетей, строительства проходных коллекторов под главными магистралями.

Обеспечение приоритета в использовании общественного транспорта перед индивидуальным достигается целым комплексом целенаправленных работ, к наиболее важным из которых следует отнести: развитие сети метрополитена (в перспективе — строительство 25 км новых линий с 16 станциями и 4 пересадочными узлами), восстановление маршрутной сети наземного транспорта и нормализация его работы, выделение полос движения только для общественного

транспорта. Требуется определить уровень использования легковых автомобилей при поездках в центр в утренний пиковый период не более 10-12 %.

Крайне важным является развитие транспортных связей центра с периферийными районами. В настоящее время практически все мосты на въездах в центр перегружены транспортом. Множество узлов уже исчерпало свою пропускную способность. Решение этой проблемы связано с необходимостью строительства протяженных транспортных тоннелей — как под руслом р. Невы и ее дельты, так и под центральной частью города. Для обеспечения удобных связей центра с периферийными районами и пригородной зоной эти тоннели должны быть расположены по трассам будущих региональных магистралей, предусмотренных Генеральным планом города:

Западный диаметр (в настоящее время он часто называется магистралью «Север-Юг»), который свяжет Приморский район, Петроградскую сторону, Васильевский остров с Адмиралтейской частью и далее с южными районами города, с выходом на Таллинское и Пулковское шоссе;

Центральный диаметр, который пройдет с севера вдоль Выборгского железнодорожного направления, пересечет Неву в створе Арсенальной улицы, затем в тоннеле мелкого заложения пройдет под центром города и вдоль Московского железнодорожного направления выйдет в Колпинский район.

Транспортный тоннель под Невой в створе Пискаревского пр. и шоссе Революции, хотя и не является элементом региональных магистралей, обеспечит удобные связи центра города с его северо-восточными районами, а также с пригородами: Токсово-Кавголово, Приозерском, Всеволожском.

Совершенствование транспортной системы центральных районов Санкт-Петербурга не только улучшит условия жизни его населения, но и будет способствовать повышению рейтинга нашего города в мировом сообществе, сделает его еще более привлекательным для международного туризма, для проведения таких крупных мероприятий, как Олимпийские игры 2004 г. □

Торжество комфорта и красоты

Я. ТАТАРЖИНСКАЯ,
архитектор

Архитекторам, начиная с первых шагов строительства Московского метрополитена, приходилось решать сложную и необычную задачу. Ведь все без исключения станции задумывались не только как транспортные, сугубо утилитарные сооружения, отвечающие всем современным эксплуатационным и техническим требованиям, но и прежде всего как произведения высокого искусства, созвучные самым значительным общественным зданиям города. В них хотелось утвердить не только торжество комфорта, но и торжество красоты. Желание обогатить повседневную, будничную жизнь горожан, внести в нее радость бытия и чувство оптимизма — вот категории, утверждаемые в новых сооружениях метро. Доступные каждому, они по замыслу должны были стать нескончаемым источником вдохновения, силы, утверждая собой веру в будущее, рождая «праздник, который всегда с тобой».

С этими высокими целями архитекторы успешно справились при проектировании как первой, так и последующих линий Московского метрополитена. Они создали произведения, которые многие современники воспринимали как истинное «чудо». Монументальные по своему характеру, имеющие яркий, запоминающийся облик, эти сооружения со своей особенной архитектуроникой, построенной в основном на принципах классики, стали прообразом архитектуры будущего социалистического города. До их эстетического и инженерно-технического уровня впоследствии предполагалось преобразовать всю вновь создаваемую городскую пространственную сре-



«Октябрьская».

ду. И это было небезосновательно. Все они имели неповторимые черты, определяемые художественным замыслом, идейным содержанием, а также месторасположением и названием станций. Их индивидуальность во многом была предопределена имеющимися конструктивными возможностями и различными методами строительства.

При этом в своих проектах архитекторы стремились максимально избавить пассажиров от неприятного ощущения, вызванного спуском в подземелье, всеми доступными средствами помочь преодолеть психологический гнет тяжести самой земли и замкнутости подземного про-

странства. Так, чтобы в подземных «залах» человека не покидало чувство связи с внешней средой, близости неба и солнца. Для этого в «безоконных» станциях, используя молочный свет фонарей, люстр, бра, а также скрытые подсветы, создавалось мягкое, спокойное свечение, которое оживляло все архитектурные формы и детали, делая их поэтичными и одухотворенными. Архитекторы использовали также богатую цветовую палитру отделочных материалов, с большим успехом применяя белые, розоватые, серо-голубые, желтовато-охристые плиты мрамора в контрасте с темно-красными и черными. Блеск мраморных по-



«Белорусская».

лированных стен, пилонов, колонн, гранитных полов, их изысканный колорит — все это усиливало праздничность, «дворцовость» подземных интерьеров.

Многие из построенных в те годы станций метро, выдержав испытание временем, стали своеобразным художественным эталоном в метростроении, надолго определив характер и общую направленность его архитектуры. К ним прежде всего можно отнести такие станции, как «Красные ворота» (архитектор И.А. Фомин, соавтор архитектор Н.Н. Андриканис) и «Дворец Советов», ныне «Кропоткинская» (архитекторы А.Н. Душкин и Я.Г. Лихтенберг). Здесь достигнуто подлинное единство конструкций, архитектурных форм и декора. Блестяще, новаторски переосмыслив формы русского классицизма и древнеегипетской архитектуры, удивительно скупыми средствами авторы в этих произведениях дошли до подлинных высот мастерства и совершенства. Именно поэтому эти

станции метро стали так любимы москвичами.

Мне посчастливилось принимать непосредственное участие в проектировании двух станций Кольцевой линии Московского метро — «Добрынинская» и «Белорусская»-кольцевая, возведенных в конце 40-х и начале 50-х гг. Как и многих архитекторов, меня увлекла специфика и романтика подземного строительства, его размах и масштабы, возможность создавать крупные подземные архитектурные комплексы. На всю жизнь сохранилось впечатление от первого посещения строящейся глубоко под землей станции. Фантастика трех гигантских цилиндрических тоннелей, образуемых металлическими тубинговыми кольцами, просто завораживала. Тебе как будто передавалось ощущение того огромного усилия, с которым метр за метром отвоевывалось подземное пространство. Рождалось понимание, что сила архитектурного замысла неразрывно связана с конструктивной основой, что ху-

дожественная трактовка архитектурных форм неотделима от тектонической выразительности.

Интересны и плодотворны были встречи со многими авторами первых станций метро. Ведь именно они выработали те основополагающие принципы, которыми продолжали руководствоваться архитекторы при проектировании новых станций Кольцевой линии. В своих работах они по-прежнему творчески осваивали классическое наследие русской и мировой архитектуры. Приходится лишь сожалеть, что новаторские послереволюционные искания функционального рационализма, которые оставили значительный след в архитектуре первых станций, были незаслуженно забыты в эти годы.

К тому времени задачи, стоящие перед архитекторами, столь усложнились, что они уже не могли обойтись без использования декоративных средств: живописи, скульптуры и других видов монументального искусства. Это особенно проявилось в послевоенные годы, когда шло проектирование станций Кольцевой трассы метро. Ведь тогда у Московского метрополитена появилась еще одна функция — мемориальная. И строящиеся станции должны были стать величественными архитектурными памятниками, посвященными победе советского народа в минувшей войне.

Все они были построены по проектам, отобранным на проводимых архитектурных конкурсах, которые были многочисленны и представительны. Вспоминаю, как всем авторам проектов приходилось делать десятки эскизов, прежде чем архитектурный Совет отбирал и утверждал самые профессиональные и талантливые. Эти конкурсы позволяли сохранять высокий уровень художественного мастерства. В них принимали участие крупнейшие зодчие Москвы, такие, как А.В. Щусев, В.Г. Гельфрейх, Л.М. Поляков, А.Н. Душкин, а

также талантливая молодежь. Ведь борьба за авторство велась ожесточенная, поэтому архитекторы работали с истинным вдохновением и энтузиазмом. Совокупность всех этих факторов привела к тому, что лучшие станции Кольцевой линии стали первоклассными архитектурными и инженерно-транспортными творениями эпохи последних лет сталинизма.

В те годы архитекторы плодотворно сотрудничали с видными художниками и скульпторами, привлекая их к проектированию станций. При этом они всегда стремились к органичному единству архитектурных форм и декора, стараясь максимально подчинить архитектурной логике все другие средства художественной выразительности. Но, к сожалению, осуществить это на практике не всегда удавалось. Во многих работах допускалось чрезмерное перенасыщение композиции пластическими элементами, ненужная парадность и помпезность. Это направление поддерживалось и поощрялось высшими утверждающими инстанциями, в том числе главным архитектором Москвы, а также некоторыми руководителями строительства. Именно они вносили иногда не совсем удачные коррективы во многие проекты.

Но несмотря на все это, самой высокой оценки заслуживает архитектура многих станций, построенных в конце 50-х гг. К их числу прежде всего относятся такие станции, как «Комсомольская»-кольцевая (архитектор А.В. Щусев, соавторы архитекторы В.Д. Кокорин, А.Ю. Заболотная, В.С. Варванин и О.А. Великорецкий), «Павелецкая»-кольцевая (архитекторы Н.Я. Колли, И.Н. Кагель) и «Калужская», ныне «Октябрьская» (архитектор Л.М. Поляков).

По совокупности художественных качеств, необычным габаритам, а также по сложности и оригинальности примененных стальных конструкций среди них особенно выделяется «Комсо-



«Комсомольская».

мольская». Эта последняя работа такого большого мастера, как А.В. Щусев, представляет собой крупный комплекс, состоящий из подземного перронного зала, вместительного, отдельно стоящего наземного вестибюля, подземных переходов и пересадочного узла. И символично, что расположен он на площади трех вокзалов, в том числе Казанского, построенного по его же проекту. Во многом именно поэтому архитектура станции выполнена, как и вокзал, в традиционных формах древнерусского зодчества, к которому так тяготел автор. Ее двойной ряд колонн, облицованных плитами белого мрамора с резными мраморными капителями, прекрасно гармонирует с лепниной золотисто-охристого свода и его мозаиками. Восемь грандиозных панно из разноцветной смальты, украшающих свод, выполнены по эскизам художника П.Д. Корина. Их тематика посвящена не только героям и событиям минувшей войны, но и всей русской истории.

Необычайно выразителен архитектурный образ трехсводчатой пилонной станции «Калужская». Традиционные архитектурные мотивы русского классицизма обрели здесь особое звучание. В этой станции поражает сочетание торжественности и величия. Главным акцентом в композиции являются высокие и сильные беломраморные пилоны, раскрепованные по углам, которые легко несут сверкающие белизной цилиндрические своды, расчлененные подпружными арками. Основание каждой из них декорируется барельефами с изображением воинов, а также различных элементов военной атрибутики. Снизу они подсвечиваются черными металлическими пристенными парными светильниками, напоминающими по форме горящие факелы. Все это усиливает тот праздничный и торжественный дух, которым пронизана вся станция, тот дух, который был так типичен для всей архитектуры послевоенной сталинской эпохи. □

Проблемы повышения надежности механического оборудования вагонов метрополитена

На заводе по ремонту электроподвижного состава (ЗРЭПС) Московского метрополитена состоялся научно-практический семинар работников служб подвижного состава и ремонтных заводов российских метрополитенов по теме «Повышение надежности механического оборудования вагонов метрополитена».

Данный семинар был организован совместными усилиями руководства АОЗТ «ЗРЭПС» и Хозяйственной ассоциации «Метро». В нем приняли участие специалисты не только из Москвы и Санкт-Петербурга, но также из Нижнего Новгорода, Самары и других российских городов.

Открывая семинар, его председатель, Генеральный директор Хозяйственной ассоциации «Метро» Е.Г. Дубченко отметил, что, учитывая сложности в вопросах обеспечения безопасности движения поездов метрополитена, на первый план в решении данной проблемы выдвигается не только работа конструкторов по проектированию техники нового поколения, но также и новые разработки и решения в области повышения надежности уже действующего вагонного оборудования в период его ремонта.

Во время работы семинара была организована экскурсия по цехам ЗРЭПСа, в ходе которой участники смогли ознакомиться с производственным процессом, заводскими «ноу-хау», осмотреть действующее оборудование.

Большой интерес вызвал доклад Генерального директора ЗРЭПСа Л.В. Винника о проведенных на заводе научно-технических мероприятиях, который мы предлагаем вниманию читателей.

Практическое знакомство с ремонтной базой и деятельностью заводов России, СНГ и многих метрополитенов мира показывает, что качественный капитальный ремонт вагонов в условиях депо метрополитена произвести невозможно, нужны только заводы. Практика Московского метрополитена это доказывает на примере истории развития завода по ремонту электроподвижного состава (ЗРЭПС). В качестве вагоноремонтных мастерских II очереди метро он стал функционировать с 1940 г., поскольку коллектив Московского метрополитена с самого начала эксплуатации первой линии столкнулся с пробле-

мой организации качественного ремонта вагонов.

Поэтому, по нашему глубокому убеждению, на всех метрополитенах России и стран СНГ необходимо продумать вопрос о создании собственных заводов по ремонту электроподвижного состава. В пользу этого свидетельствует также и мировая технология, возможность ознакомления с которой в довольно широких масштабах получили на ЗРЭПС за последние годы.

На зарубежных метрополитенах внедрена практика: старые вагоны не списывать, а в среднем через 10 — 15 лет (в Великобритании через 16 лет) модернизировать путем замены морально и физически устаревшего оборудования, так как приобретение



На снимке: Генеральный директор Хозяйственной ассоциации «Метро» Е.Г. Дубченко (слева) и Генеральный директор ЗРЭПСа Л.В. Винник.

новых вагонов весьма затруднительно из-за их довольно высокой стоимости (от 600000 до 1200000 дол.).

И хотя наши отечественные вагоны, выпускаемые Санкт-Петербургским и Мытищинским вагоностроительными заводами, имеют самую низкую в мире себестоимость, можно с уверенностью предположить, что в обозримом будущем у государственного бюджета не будет свободных средств на закупку новых вагонов для российских метрополитенов.

Руководство ЗРЭПСа отдает себе отчет в том, что если в сложившихся в настоящее время экономических условиях завод не будет заниматься модернизацией вагонного оборудования, то он не сможет эффективно функционировать в условиях рынка. С этой целью здесь планомерно проводятся научно-исследовательские и

опытно-конструкторские работы (НИОКР).

В 1995 г. на базе конструкторского опытного отдела по модернизации оборудования по примеру ведущих фирм развитых западных стран был создан так называемый венчурный (научно-технический) отдел, способствующий развитию самостоятельных научно-исследовательских разработок (НИР) завода с привлечением по тематическим трудовым договорам специалистов самого высокого уровня. Большое значение в этой связи предполагается уделять юридическому оформлению документации по новым конструкторским разработкам и изобретениям в интересах охраны авторского права отечественных ученых и инженеров, как это повсеместно принято в мировой практике.

Основной задачей нового отдела является улучшение параметров ремонтируемых вагонов. Подготовлена конструкторская документация на упругую карданную муфту, подрезиненное зубчатое колесо, на усиление рам тележек и др.

Особое внимание было уделено принципиально новой конструкции колесной пары дифференциального вращения, снижающей сопротивление движению дорожного состава, что позволяет значительно сократить потреб-

ление энергии и увеличить срок службы рельсов и колесных пар.

До настоящего времени нет стройной математической модели, описывающей взаимодействие колеса с рельсом, несмотря на большое количество (более двух десятков) статей, специально посвященных этому вопросу, поскольку это самый сложный процесс. В этой связи у конструкторов завода возникла идея создания колесной пары дифференциального вращения, которая дает возможность при прохождении ею кривых одному колесу проворачиваться относительно другого. Благодаря этому решению удалось значительно уменьшить «влияние» колесной пары, а также подрез гребня и износ поверхности катания, сократить потребление электроэнергии. А главное преимущество — увеличение скорости движения состава. Новые колесные пары успешно прошли предварительные испытания на вагоне-лаборатории.

Кроме того, за последнее время на ЗРЭПСе также разработано и внедрено свыше 150 новых технологий и ОКР. В их числе: оригинальная технология ремонта балок подвески задвижных дверей путем нагрева и обжаривания балок, что дает возможность продлить срок их эксплуатации;

технология запрессовки элементов на ось без разворота колесных пар на прессе, которая

позволяет почти вдвое сократить время на эксплуатацию;

изготовлен и используется вибростенд для испытания тяговых двигателей;

разработана технология и сдана в эксплуатацию гальваническая линия восстановления изношенных поверхностей методом железнения. Это дало вторую жизнь многим деталям вагонов. Кроме того, появилась возможность изменения их геометрических размеров для обеспечения селективной сборки;

созданы конструкция и технология усиления продольных балок рам тележек посредством приварки дополнительных стальных косынок в особо нагруженных местах;

модернизированы с помощью микропроцессорных систем балансировочные станки для якорей электрических машин, что значительно повысило точность балансировки и упростило процесс;

проведены опытные работы и внедрена в производство технология окраски тележек вагонов пожаробезопасными воднодисперсионными материалами;

выпущена в опытную эксплуатацию партия карданных муфт со стаканами, восстановленными электроимпульсным методом, особенно эффективным при ремонте тонкостенных деталей. □



Художественное оформление перехода с «Чкаловской» на «Курскую».

Совершенствование контрактных отношений в строительстве

М. БЕЛКИН, С. ЧЕСНОКОВ,
кандидаты техн. наук

Конфликты между заказчиком, проектировщиком и подрядчиком в строительстве сопровождаются процессом создания сооружения на всех стадиях и нередко заканчиваются в суде. Основными причинами конфликтов являются, прежде всего: недостаточное знание обстановки на стройплощадке, особенно геологических условий на трассе тоннелей и окружающего массива выработок; сокращение финансирования; непредвиденные аварии и несчастные случаи; недостаточная точность формулировок прав и обязанностей сторон в контрактах. Имеются и субъективные причины: нежелание считаться с интересами партнеров; стремление любой ценой к получению прибыли или, по крайней мере, к безубыточности; недооценка или пренебрежение к экологическим факторам.

Арбитраж может оказаться очень привлекательным способом решения споров, по крайней мере, для победившей стороны. Однако он требует значительных затрат времени и средств. Большинство консультаций выполняют юристы, которым часто нужны советы и свидетельства экспертов, что связано с немалыми расходами. Дорого обходится также получение необходимой документации, в силу чего лишь немногие документы фигурируют при слушаниях.

То же происходит и при судебном разбирательстве, в котором занято такое же количество людей, но процедура является менее гибкой. Преимуществом судебного разбирательства является фиксированная шкала затрат, отсутствующая при арбитраже.

Как тяжба в суде, так и арбитраж, нежелательны для строителей, поскольку в этой отрасли сравнительно велик риск и малы прибыли. Этим обусловлена тенденция к поиску альтерна-

тивных решений. По мнению британского судьи лорда Доналдсона, нельзя себе представить какой-либо контракт в области строительства, в котором не было бы повода для споров. Такова природа явления. Задача состоит в быстром, экономичном и разумном разрешении этих споров.

СИСТЕМА «ПРОЕКТ + СТРОИТЕЛЬСТВО» (ПС)

Во многих контрактах на прокладку тоннелей целесообразно с коммерческой точки зрения возложить ответственность за проектирование и строительство на одну организацию. Это особенно важно там, где технология проходки является существенной частью проекта постоянных сооружений. Например, при проходке в слабых породах конструкция ТБМ, способ ее работы и проект обделки тесно связаны. Выбор вакуумного захвата эректора для ее монтажа может потребовать уширения замкового блока, выбор длины которого повлияет на ТБМ и ее технологическую платформу.

Если размер объекта позволяет сэкономить на масштабе, а заказчик имеет достаточный опыт и финансовые ресурсы, он может сам выполнить все проектирование и даже приобрести ТБМ и обделку. Затем все это продать подрядчику по контракту, предусматривающему возмещение затрат. При такой стратегии заказчик использует специальные знания подрядчика только в части руководства рабочими, заботы о материалах и найме оборудования.

Однако принято возлагать на подрядчика всю ответственность за проектирование и строительство, что требует использования специальной формы контракта ПС. Главной идеей является координация и объединение усилий заказчика и подрядчика. Даль-

нейшим развитием этого подхода явились системы «Проект, строительство, финансирование и эксплуатация» и совсем недавно возникшая «Приемка и эксплуатация», где для демонстрации ключевых инженерных характеристик сооружения готовится эскизный проект.

В гражданском строительстве система ПС существенно отличается от традиционных с точки зрения отношения к окружающей среде. Вопреки распространенному мнению о тяготении проектировщиков при ПС к стандартным типовым решениям, скрывающим инициативу архитектора, эта система часто дает подрядчику большие возможности для приспособления технологии к его планам и опыту. При этом легче увязать форму и детали постоянных конструкций с определенным методом производства работ, чем при традиционной системе, где требуется разработка альтернативных вариантов. Новый подход позволяет сократить расходы подрядчика и облегчает взаимодействие с заказчиком и его консультантами, которого меньше интересуют строительные проблемы, нежели вид готового объекта, окружающей территории, восприятие заданных воздействий и архитектурное оформление. Последнее может быть связано с ограничениями очертаний сооружений, и в некоторых случаях потребуются одобрение компетентных организаций.

Преимущества и недостатки системы ПС. При хорошо подготовленной исходной записке заказчик получает большую уверенность в том, что окончательная стоимость объекта будет близка к объявленной в тендере, а все стороны убеждены в том, что работа будет выполнена в согласованные сроки. Это улучшает командный дух, значительно уменьшает взаимные претензии

и конфликтные споры и способствует налаживанию плавного процесса производства работ. Заказчик склоняется к приобретению более эффективных сооружений, поскольку при их проектировании учтены не только экологические и физические ограничения стройплощадки, но и технология производства работ.

Для эффективного применения системы ПС заказчик должен полностью сознавать свои интересы и свою роль. Ему следует провести предварительное исследование для выявления главных зон риска и их количественной оценки. В противном случае некоторые участники торгов могут снизить объем или стоимость работ, что приведет к снижению качества.

Точка зрения проектантов.

Для проектировщиков система ПС привлекательна тем, что они участвуют на всех этапах создания и эксплуатации сооружения. Это расширяет их кругозор и обогащает опыт. Обычно из-за недостатка времени руководство с целью контролирования работы на всех этапах создает независимые проверяющие бригады. Необходимо своевременно заказать материалы и оборудование. Проектирование продолжается и после начала строительных работ. Это исключает возможность корректировки проектных решений и вынуждает проектировщиков придерживаться принципа «проще и без поправок».

Наибольшие трудности для проектировщиков при ПС представляют недостаточная информация на стадии тендера или неполное осознание заказчиком особенностей проекта. Проектировщики располагают наибольшим знанием всех деталей, и поэтому на них лежит особая ответственность за успех проекта в целом.

При системе ПС началом разработки детального проекта является заключение контракта. Информация, находящаяся в распоряжении подрядчика, может нуждаться в дополнении результатами дальнейших исследований с целью подготовки более детального проекта.

Одной из сложных проблем при системе ПС с точки зрения заказчика является возможность для подрядчика принять такой

проект, при котором значительно возрастает риск, связанный с непредвиденными физическими условиями. В частности, это может касаться специфических свойств грунта, проявляющихся при определенной нагрузке. Заказчик может потребовать не только результаты исследований грунта, но и представить ему план лабораторных испытаний, уяснив при этом, как данная информация будет использована в проекте. Тогда заказчик сможет в полной мере оценить степень риска и принять соответствующее решение.

Новая редакция формы контракта недавно издана Институтом гражданского строительства (ИГС). Некоторые аспекты этой формы существенны для тоннелестроения: значительная роль «представителя заказчика»; двусмысленность и неопределенность дефиниции понятия «контракт» и процедуры его формирования; ответственность за обеспечение адекватного исследования стройплощадки и др.

В новом документе вместо традиционного понятия «инженер» используется термин «представитель заказчика», а также предложена процедура улаживания споров.

«РАБОТЫ ПО ОБЩЕМУ ЗАКАЗУ» (РОЗ)

Новая контрактная система призвана оказать помощь владельцам в увеличении отдачи на инвестиции. Она объединяет сотни мелких контрактов в один, конкурентоспособный на торгах. Сейчас сокращение бюджетных ассигнований и персонала вынуждает владельцев откладывать строительство важных объектов. Решение может лежать в применении заимствованной у Федерального правительства системы РОЗ, практикуемой как в общественном, так и в частном секторах.

Как действует система? Объединенный контракт возглавляется единой бригадой проектантов. РОЗ обладает конкурентоспособностью и фиксированными ценами независимо от объемов и условий поставки. От традиционных контрактов «по требованию» она отличается тем, что охватывает

все виды заказов по строительству, эксплуатации, ремонту и реновации в рамках единого контракта и все частные подряды оказываются на месте, прежде чем подрядчик выдвинет специфические требования.

Преимущества РОЗ:

Более низкие цены. При традиционной системе торгов они колеблются со временем в зависимости от ситуации на рынке. А в данном случае коэффициенты подрядчика и единичные расценки остаются неизменными на срок действия контракта. Отсутствуют непредвиденные затраты. Практически не встречаются изменения заказов. Заказчики находят, что фактические цены при РОЗ несколько ниже, чем по их смете, и намного ниже, чем при заключении контрактов на индивидуальной основе.

Стимулирование качества. Для подрядчика мотивом является тот факт, что он будет получать новые заказы только до тех пор, пока качество его работ признают удовлетворительным. При системе РОЗ это сокращает время реагирования, улучшает контроль за качеством и снижает стоимость (особенно в областях проектирования и претензий).

Сокращение времени на камеральные работы заказчика. Ему остается только организовать торги за подряд РОЗ. Далее избранный подрядчик оценивает и выставляет на торги каждую перспективную работу, на которую был выдан заказ. Поскольку персонал заказчика контролирует только единый общий подряд, достигается существенная экономия за счет отказа от руководства многочисленными отдельными контрактами. Сводятся к минимуму накладные расходы на контрактную администрацию и упрощаются процедуры. Подрядчик становится продолжением персонала заказчика, а высвободившиеся ресурсы направляются на удовлетворение других нужд.

Появление возможностей для мелкого бизнеса. Растущие потребности в субподрядах увеличивают шансы для участия в РОЗ мелких, неперспективных предприятий. Фирмы, не способные конкурировать в борьбе за крупные подряды, могут оказывать услуги или брать на себя индивидуальные разделы РОЗ.

Инициатор внедрения системы РОЗ инженер Гарри Меллон руководил строительством объектов НАТО. По его мнению, ее отрицательным качеством является то, что подрядчики нередко составляют контракт по нереально низким ценам, а затем получают выгоду предъявлением претензий и внесением изменений в проекты.

«СТРОИТЕЛЬСТВО, ЭКСПЛУАТАЦИЯ, ПЕРЕДАЧА» (СЭП)

Системы СЭП, СВЭП (строительство, владение, эксплуатация и передача) и ЭРУ (эксплуатация, ремонт, обучение) впервые появились в середине 80-х гг. вследствие растущей острой потребности развивающихся стран в расширении инфраструктуры в условиях недостатка финансирования. Их возникновение предоставляло богатый выбор многим подрядчикам в этих странах, имевшим доступ к фондам и пользующимся солидной правительственной поддержкой. Подрядчики нуждались в работе по окончании периода послевоенной реконструкции и нефтедолларового бума на Ближнем Востоке. Часто системы отсроченных платежей применялись для привлечения клиентов.

Международные фонды. Несмотря на отдельные ограничения, концепция СЭП была довольно быстро подхвачена на международном фондовом рынке, где с помощью Всемирного банка и его отделения — Международной финансовой корпорации — многие проекты по схеме СЭП были предприняты в таких странах, как Малайзия, Таиланд, Бангладеш, Вьетнам и Оман, где объекты в совокупности обходятся в несколько миллиардов долларов и некоторые уже успешно завершены.

Сложности проектов СЭП. Воплощение СЭП в жизнь может оказаться сложным. Для выполнения предъявляемых требований необходима передовая технология, а это должно быть сбалансировано с финансовыми возможностями. Кроме материальных трудностей, подрядчик может встретиться с проблемами зако-

нодательства, продлевающими подготовительный период.

Одним из важнейших факторов успешного осуществления проекта СЭП является наличие сильного и знающего финансового спонсора или группы спонсоров, способных гарантировать сумму, необходимую для проектной компании. В равной мере важно, чтобы консорциум — «подрядчик, поставщик оборудования и пользователь» — имел опыт эксплуатации и ремонта для того, чтобы эффективно организовать работу в период окупаемости.

Критическим аспектом СЭП является общее руководство с эффективной координацией усилий различных участников, включая эксплуатацию и передачу объекта. Поэтому вся деятельность требует строгого упорядочения.

Успешное выполнение проекта СЭП может привлечь в развивающуюся страну значительные дополнительные инвестиции. Несмотря на то, что при эффективном проектировании, строительстве и эксплуатации может быть получена суммарная экономия, перед тем, как приступить к разработке проекта СЭП, следует провести точное технико-экономическое обоснование. Необходимо иметь возможность прогнозировать влияние изменений пошлин, вероятные сбои в снабжении сырьем и рост конкуренции товаров и технологий. Другим важным аспектом является распределение риска между спонсорами, кредиторами и другими акционерами. Непредвиденные затраты и потери времени могут сорвать проект и помешать этому должны тщательное планирование и точное соблюдение графика.

«АЛЬТЕРНАТИВНОЕ РАЗРЕШЕНИЕ КОНФЛИКТОВ» (АРК)

Сущность системы. Точного определения АРК не существует, однако в это понятие входят согласие, посредничество, примирительный арбитраж, комиссия по рассмотрению споров и исполнительный трибунал (аналогичный принятому в США «мини-суду»). Выбор метода зависит от конкретного соглашения и принятых в нем правил, тем не менее наибо-

лее популярным из них является посредничество. Существенной особенностью всех способов является нейтральность лица или органа, разрешающего спор, наличие у него надлежащего опыта и исполнение им своих функций в примирительном ключе, а не в судебном, с упором на поиск основы для взаимоприемлемого решения.

Крупным достоинством АРК является возможность изучения и вероятного разрешения споров в ходе выполнения строительных работ, а не после их окончания, что невозможно при обычной системе арбитража. Важнейшее преимущество его состоит также в скорости и экономической эффективности. Вполне возможно путем посредничества разрешить конфликт, затрагивающий большие суммы, в течение недели и без привлечения юристов. Однако даже при использовании АРК дешевизна может быть относительно ввиду сложности спора.

Другое преимущество — скорее психологическое. Суд и арбитраж приводят к полной или частичной победе одной из сторон, тогда как другая испытывает раздражение. Лучшим аналогом АРК является Служба совета, примирения и посредничества при спорах в промышленности. Здесь нередко обе стороны объявляют о своей победе, в то время как в действительности бывает достигнуто взаимное урегулирование разногласий и, несмотря на любые публичные заявления, обе стороны остаются удовлетворенными в разумных пределах.

Главный недостаток АРК — в отсутствии законной обязательности достигнутого соглашения: стороны должны проявить добрую волю к его исполнению. В крайнем случае необходимо взаимное стремление их к согласию, что нередко требует переговоров на уровне директоров. Чаще всего этого достичь не удастся. Те, кто обращаются к АРК, рискуют тем, что могут не довести дело до конца. В других случаях одна из сторон не ищет путей разрешения спора, но хочет использовать АРК для отсрочки своих платежей. Все это приводит к выводу о необходимости надле-

жащего законного оформления соглашений для обеспечения их успеха.

Еще один недостаток АРК связан с быстротой его методов, которые могут противоречить необходимому уровню изучения деталей спорной проблемы «нейтральным» посредником и тем самым повлиять на рекомендации по урегулированию.

Ни один из методов АРК не может быть удовлетворительным, если расхождения между сторонами настолько велики, что они не испытывают желания достичь полюбовного соглашения, если одна из сторон заинтересована в максимальном затягивании решения или необходимо судебное разбирательство.

Положительным примером применения АРК является Евротоннель, где специально разработали контракт, по которому учреждалась арбитражная группа с пятью постоянными членами, поддерживавшими между собой связь в случае возникновения каких-либо споров в ходе строительства. Группа собиралась несколько раз (с обязательным присутствием председателя и еще двух членов) и в течение последних месяцев был разрешен ряд важных вопросов без суда или официального арбитража.

Таким образом, важнейшую роль в решении острой проблемы совершенствования контрактных отношений в целях повышения эффективности строительного производства должны играть консультативные фирмы. Будучи независимыми и нейтральными, они должны выполнять предпроектные изыскания, составлять и пополнять банки данных об условиях на предполагаемой стройплощадке, аналогичных конструктивных и технологических решениях, выступать в качестве экспертов и даже третейских судей в конфликтных ситуациях, проводить измерения, компьютерную обработку их результатов, сбор, систематизацию и анализ информационных и прочих данных и т.д. Привлекать консультантов-исследователей и оплачивать их услуги должны заказчик и подрядчик в равных долях, хотя не исключаются и другие варианты. □

По материалам зарубежной командировки

Тоннельные объекты и исторические достопримечательности Италии

С. ВЛАСОВ,
заместитель председателя
Правления Тоннельной ассоциации

Исполнительной Дирекцией Правления Тоннельной ассоциации в декабре прошлого года была организована поездка в Италию для ознакомления со строительством метрополитенов, транспортных тоннелей и подземных сооружений.

В ней приняли участие 28 человек — представители организаций, коллективных членов Тоннельной ассоциации, строители, проектировщики, научные работники.

Специалисты побывали на сооружении линии А Римского метрополитена, в частности, на возведении станции «Московская» и проходке перегонных тоннелей. Известно, что в соответствии с договоренностью между мэриями Москвы и Рима выполнялись архитектурные проекты станции «Римская» на Люблинской линии в Москве итальянскими архитекторами (автор Джакомо Имбриги) и «Московская» в Риме российскими архитекторами (ин-т «Метрогипротранс»). На станции «Московская» мелкого заложения, которую осмотрели российские специалисты, смонтированы основные конструкции тоннелей и вестибюльных помещений, однако к архитектурно-отделочным работам пока еще не приступали.

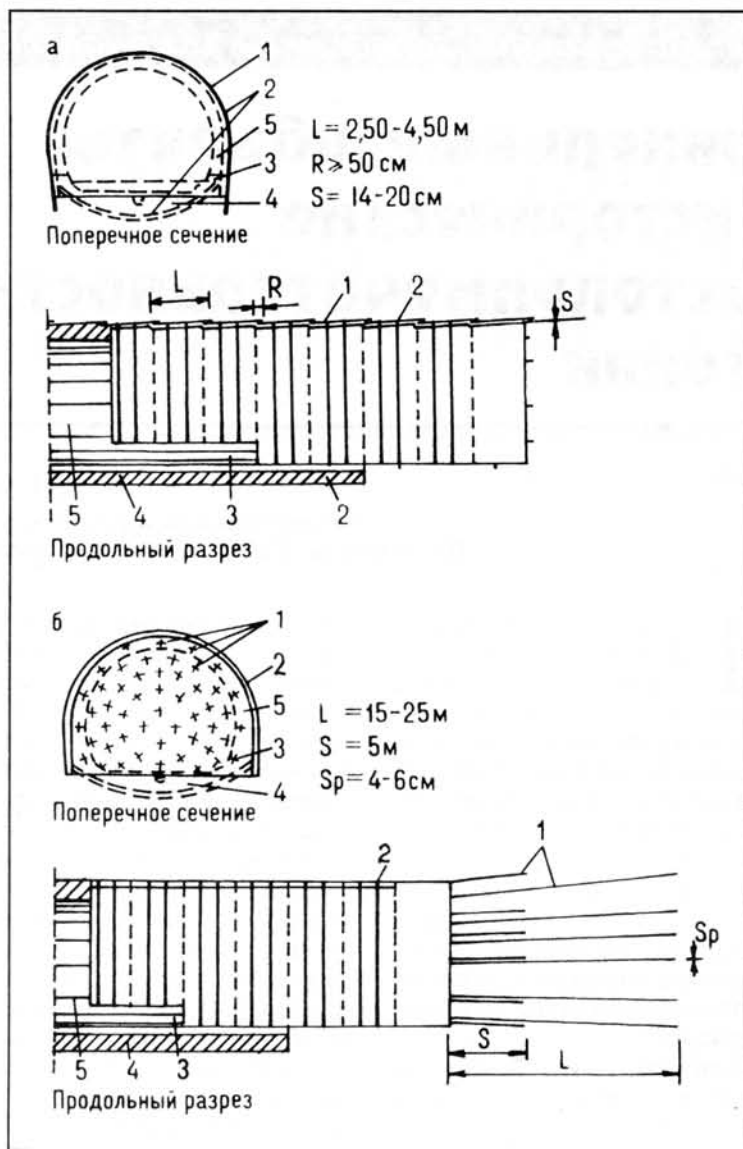
Особенностью станции «Московская» является то, что стационные тоннели с платформами для пассажиров размещаются один над другим, и к ним при-
мыкает полузаглубленный вести-

бюль с проходами на платформы. Такое необычное решение, конечно, затрудняет разработку архитектурного проекта. Метрогипротранс представил в Рим на рассмотрение три варианта, но решения ни по одному из них пока не принято.

Строительство перегонных тоннелей между станциями «Бальдо Убальда» и «Корнелия» осуществлялось в перемежающихся водоносных, неустойчивых грунтах с применением тоннелепроходческих комплексов с бентонитовым пригрузом забоя фирмы «Фест Альпине». Один из тоннелей наружным диаметром 9,8 м предназначен для размещения двух путей, один из которых используется для движения маршрутных поездов, а второй — для отстоя и осмотра подвижного состава и имеет специальные смотровые ямы. Второй тоннель наружным диаметром 5,8 м — однопутный и предусмотрен для курсирования поездов метро.

Обделка обоих тоннелей — сборная железобетонная с резиновыми уплотнениями в стыках блоков. На момент посещения один из тоннелей был уже построен. На втором — малом заканчивались проходческие работы. Здесь специалисты ознакомились с тоннелепроходческим комплексом и процессом монтажа обделки, беседовали со специалистами.

По приглашению архитектора Имбриги российские тоннельщики посетили строительный фа-



Контурная подрезка и опережающее крепление забоев:

а — технологическая схема проходки тоннеля комплекса Ферем во Флоренции с механической подрезкой щели по контуру забоя:

1 — контурная щель; 2 — металлический арочный подхват; 3 — опоры свода; 4 — лоток; 5 — обделка свода;

б — опережающее крепление лба забоя:

1 — анкеры из стеклопластика; 2 — металлический арочный подхват; 3 — опоры свода; 4 — лоток; 5 — обделка свода.

культет Римского политехнического университета, где встретились с деканом и преподавателями и обсуждали вопросы возможного сотрудничества. Была достигнута договоренность о проведении подготовительной работы с целью прочтения лекций российскими специалистами в Римском университете. Предполагается, что Тоннельная ассоциация подберет специалистов для выступления с лекциями в Риме по различным вопросам тоннельного строительства — технологиям, конструкциям, проектирова-

нию, архитектуре. Римский университет определит возможности оплаты за лекции и утвердит их тематику.

Во Флоренции посетили строительство двухпутных железнодорожных тоннелей комплекса Ферем, которые сооружались в слабоустойчивых глинистых грунтах с прослоями аргиллитов и известняков. Протяженность одного из тоннелей 2,5 км. Площадь поперечного сечения около 80 м². Проходка осуществлялась с раскрытием забоя на полное сечение. Особенностью проходчес-

ких работ было применение технологии устройства прорези по контуру выработки и заполнения ее бетоном для временного крепления кровли и части стен и устройства опережающего крепления забоя трубчатыми анкерами из стеклопластика, что позволяло разрабатывать забой на полное сечение. В мягких грунтах использовали экскаватор, породу вывозили в самосвалах. На участках аргиллитов и песчаников применяли сменное оборудование в виде рыхлителей-гидроударников.

После разработки и уборки грунта на одну заходку длиной от 1 до 1,5 м устанавливали металлические арки и наносили слой набрызгбетона. Постоянная железобетонная обделка возводилась с помощью передвижных металлических опалубок. Бетон укладывали бетононасосами.

Помимо производственных объектов, во время посещения Италии была организована большая культурная программа по ознакомлению с древними историческими достопримечательностями. В Риме были проведены две большие экскурсии с посещением Ватикана, собора Святого Петра, Колизея, Римского Форума и других мест. В течение одного из дней группа посетила Неаполь и Помпею, где ознакомилась с древними остатками города, существовавшего 2000 лет назад. После этого был совершен переезд с юга на север Италии в город Флоренция и Болонья.

Увидели мы и уникальный город Венецию с его достопримечательностями.

Участники поездки остались довольны проведенным мероприятием. Тоннельная ассоциация планирует и в дальнейшем организовывать такие туры, в которых бы удачно сочеталось ознакомление с производственными тоннельными объектами и достопримечательностями страны пребывания.

В частности, в феврале-марте будет вторая поездка в Италию, а в середине года предполагается визит в Англию с целью ознакомления со строительством новой Юбилейной линии метро в Лондоне и тоннелем под Ла-Маншем. □

ТОННЕЛЬ ИЗ ПРОШЛОГО В БУДУЩЕЕ

Г. ЩЕРБО,
канд. техн. наук

Обновленному журналу «Метро» исполнилось 4 года. Продолжая и развивая лучшие традиции прежнего сборника «Метрострой», журнал освещает многогранные вопросы строительства и эксплуатации тоннелей и метрополитенов, не ослабляя внимания к этапам истории и перспективам дальнейшего совершенствования отрасли. Публикации находят отклик в научно-технических кругах общественности.

В приводимой статье члена комитета по истории и философии науки и техники Российской Академии наук, председателя секции истории строительной техники Г.М. Щербо, дается развернутый анализ и оценка работ, опубликованных в журнале «Метро» за 1992-95 гг.

Тоннели всегда служат радикальным способом перехода из одной градостроительной или природной ситуации в другую. В переносном смысле мы можем говорить о проходке сквозь «массив времени». Обильный материал для исторического анализа дает строительная техника, составляющая до 25 % в целом (1,2). К счастью, мы все дальше уходим от чисто патристического и идеологического обращения к прошлому.

В наше время итоги историко-технических исследований, к сожалению, зачастую не доходят даже до передовых кругов специалистов соответствующих отраслей. Разрыв связей между конкретной областью науки, с одной стороны, проектной и производственной практикой, с другой, не позволяет полноценно влиять на корректировку траектории движения научно-технического прогресса. При такой ситуации важно восстановить искусственно заузненные каналы связи истории науки с жизнью, некогда успешно культивировавшиеся отраслевыми журналами.

Ярким примером в этом плане может служить научно-технический популярный журнал «Метро», созданный в 1992 г. на базе ранее выходившего сборни-

ка «Метрострой». Отрадно, что редколлегия нового журнала сразу же включила в его программу подготовку исторических публикаций и продолжает успешно поддерживать это направление. Обратимся к наиболее содержательным примерам.

Разделим многочисленные исторические публикации на несколько групп. Первую из них можно квалифицировать как глубокие историко-технические исследования, приведшие к новым научным результатам. Ко второй группе отнесем анализ мирового исторического опыта строительства и эксплуатации крупнейших тоннелей и метрополитенов. Страницы отечественного опыта, в том числе оставшегося неизвестным, составляют третью группу. Далее следуют исторические сообщения о деятельности отдельных организаций и лидеров научно-технических направлений.

Начнем со второй группы. По составу сообщаемых сведений и содержательности анализа можно, в частности, отметить статьи инж. П.Д. Пузанова об истории старых западноевропейских метрополитенов. Анализируя развитие метро в английском городе Глазго (3) с начала его строительства (1891 г.), он характеризует

все этапы реконструкции, а также проблемы функционирования в системе города. Говоря о двух линиях Лондонского метрополитена (4), имеющих столетнюю историю своего существования, автор представляет картину развития инженерного оборудования и подвижного состава. История создания «трамвайного метро» в американском городе Кливленд (5) также свидетельствует о процессе технического и градостроительного развития.

Не выделяя все интересные исторические темы, упомянем некоторые статьи историка транспортного строительства канд. техн. наук И.Г. Выпова. Например, история выдающегося сооружения XIX в. — Сурамского тоннеля заслуживает внимания производством работ в сложных горно-геологических условиях (6). Анализ строительства в конце XIX в. тоннелей на Новороссийской ветви Северо-Кавказской железной дороги (7) показывает вклад передовой инженерной мысли. Аналитическое сопоставление Альбергского, Сурамского и Новороссийского тоннелей представляет собой ценный историко-технический материал. В связи с опытом тоннелестроения начала XX в. на Северо-Донецкой железной дороге (8) даны не менее интересные сравнения ряда тоннелей этого времени, в частности, сооруженных на Кругобайкальской железной дороге и в Швейцарии. Эти сведения позволяют уточнить и дополнить современные обобщающие историко-технические труды.

Уникальные сведения мы находим о незавершенных в предвоенные годы крупных строительных работах в районе Киева — двух стратегических железнодорожных тоннелях под Днепром (9). Подробно освещена деятельность Тбилисского метростроя за

40 лет его деятельности (10), в результате которой были проложены не только линии метро в столице Грузии, но также многие железнодорожные тоннели, комплексы подземных вино-фрукто-овощехранилищ, благоустроены уникальные Иверские пещеры в Новом Афоне и т.д. Проф. Н.А. Зензинов сообщает ценные для истории техники данные о восстановлении нескольких десятков железнодорожных тоннелей, разрушенных в годы Отечественной войны, в том числе на Кавказе, в Крыму, под Новороссийском, на Карпатах и даже за пределами нашей страны (11). Интересная статья посвящена крупным техническим средствам, созданным Государственным предприятием «Метромаш» за 60 лет (12). Детально представлена история проектирования двух станций Московского метро — «Киевская»-кольцевая и «Киевская»-радиальная (13). Они были созданы в сотрудничестве с украинскими специалистами. Особую ценность имеют систематизированные сведения об авторах архитектурных проектов всех станций Московского метрополитена (14). Было бы полезно иметь аналогичную подборку об авторах-инженерах.

Нельзя не обратить внимания на то, что журнал подходит к истории науки, техники и промышленности шире рамок метро- и тоннелестроения. Например, кандидат (ныне доктор) техн. наук С.Н. Власов освещает историю первого в нашей стране Русского технического общества (15) и показывает роль в его деятельности многих выдающихся ученых. Отдельные статьи посвящены выдающимся российским инженерам. Одна из них освещает вклад проф. М.М. Протодьяконова (16) — замечательного ученого в области горного дела. Примечательно, что здесь же помещена дополнительная историко-научная статья о методе этого ученого, получившем использование при расчете тоннелей. В одной из статей подробно обрисована деятельность основоположника отечественной научной школы в области замораживания грунтов и крупнейшего специалиста по строительству подземных сооружений специальными способами проф. Н.Г. Трупака (17). До сих пор все наклонные

стволы метрополитенов в водонасыщенных грунтах сооружаются преимущественно с применением его метода.

Новаторским начинанием журнала стало предоставление заслуженным работникам отрасли страниц для подробного изложения собственного опыта. Эти «кирпичи» истории техники представляют непосредственный интерес для последующих ретроспективных обобщений. Так, в одной из таких статей сообщается об истории создания первых вагонов Московского метрополитена (18) и их техническом обслуживании. Читатель также узнает, что на протяжении всей трассы первых очередей нашего метро существовали бетонные проходы на уровне станционных платформ, предназначенные для аварийной эвакуации пассажиров. В другой статье подробно описаны разработанные и внедренные конструкции подземных станций, в особенности односводчатых (19). Мы также находим ценную информацию об истории создания эскалаторов и освоении способов их монтажа (20). Интересные данные в этой области относятся как к предвоенному времени, к 1942-1944 гг., так и к работам 50-х годов.

С исторических позиций оценивает 60 лет деятельности Московского метрополитена его начальник (ныне Генеральный директор Хозяйственной ассоциации «Метро») Е.Г. Дубченко (21). То же можно сказать о статье начальника Мосметростроя Ю.А. Кошелева (22). Инж. В.В. Малеев подробно осветил историю развития технических средств и устройств метрополитена (23). В другой содержательной статье проанализирована история появления и совершенствования эскалаторов в мировой практике (24).

Представляют интерес статьи ретроспективного содержания по таким частным вопросам, как создание и внедрение в наклонных эскалаторных тоннелях водозащитных алюминиевых зонтов, появление метода монтажа электрооборудования укрупненными узлами — электроблоками, производство монтажных работ в Метрострое во время Великой Отечественной войны (25, 26). Заслуживают внимания сведения о том, как были разработаны

конструкции таких станций Московского метрополитена, как «Тверская», «Чеховская», «Китай-город», «Пушкинская», «Кузнецкий мост» и др. (27). Особо следует упомянуть публикацию архивных заметок таких выдающихся ученых-строителей, как В.Л. Николаи и В.М. Келдыш, в которых дана оценка авторского вклада инженеров — создателей первых очередей Московского метро (28).

В журнале публикуются также исторические информационные подборки. Некоторые из них характеризуют отечественный опыт, например, всю летопись Московского метрополитена (29) или многолетнюю производственную деятельность ведущих подразделений Мосметростроя (30, 31). Другие имеют международный аспект. Так, мы узнаем, что на некоторых станциях зарубежных метрополитенов наряду с эскалаторами в настоящее время применяются также лифтовые подъемники (32). Например, на линиях Лондонского метро эксплуатируется около 100 пассажирских лифтов с высотой подъема от 16 до 60 м. Они существуют также в метрополитенах США и Германии. Намечается применение лифтов для вторых выходов на некоторых станциях метро Москвы и Санкт-Петербурга. В этой связи можно упомянуть сообщение о лифтовом варианте станции «Адмиралтейская» (33, 34). Таким образом, мы можем говорить о точках соприкосновения истории и современной деятельности.

Без преувеличения можно констатировать, что решающий вклад во внедрение историко-технического направления на страницах журнала принадлежит видному ученому, ветерану Мосметростроя, канд. техн. наук В.С. Пикулю. Его статьи отличаются как научной капитальностью, так и литературными достоинствами. Коснемся некоторых из этих исследований.

Много новой исторической информации содержится в статье о старейшем метрополитене мира — Лондонском (35). Так, создатель тоннелепроходческого щита выдающийся военный инженер М. Брюнель, как установил автор, имел в Лондоне встречу с императором Александром I, после чего предложил устроить тонн-

нель под Невой. Здесь же мы находим много других ранее не известных сведений, подкрепленных историческими иллюстрациями. В другой его статье рассмотрены попытки создания подводных железнодорожных тоннелей под Волгой у Нижнего Новгорода и Саратова в период с 1914 по 1922 гг. (36). При этом введены в научный оборот многие интересные исторические сведения и сопоставлены разные решения. Автор статьи считает, что перспектива строительства тоннелей под Волгой продолжает оставаться актуальной: «Подземное пересечение Волги — это еще одна проблема будущего».

В.С. Пикуль провел обобщение мирового опыта разработки систем так называемых «пловучих» тоннелей. Их возведение основано на методах погружения в водоем доставленных на плавучих секциях. В статье по этому вопросу (37) мы находим сведения о проектных разработках турецкого инженера И. Гаддана, предложившего еще в 1870 г. соединить берега Босфорского пролива, а также английского изобретателя Э. Рида, намечавшего пересечение Ла-Манша, и др. Но особенно необычно звучание приобретает упоминание о том, что во время Великой Отечественной войны наши инженеры выдвигали аналогичные предложения по созданию оперативной переправы через Ла-Манш, которые поступали в Инженерный комитет Красной армии и анализировались авторитетными специалистами, в том числе и автором рассматриваемой статьи.

С глубоких исторических и критических позиций этот же автор подходит к проблеме сооружения тоннеля под Беринговым проливом (38). Рассмотрение варианта «пловучего» тоннеля и под дном этого неглубокого (42–55 м) пролива приводит к предпочтительности последнего. Это согласуется с предложением французского инженера Лойк де Лобеля почти столетней давности. Таким образом, бережное отношение к идеям или опыту прошлого помогает объективно подходить к проблемам сегодняшнего и завтрашнего дня.

Как показал В.С. Пикуль на обширном историческом материале, техническая мысль привела

к созданию необычных типов тоннелей. Например, принцип, основанный на движении поршня в трубе, не утративший своего перспективного значения, был выдвинут еще в 1864 г. Можно было бы добавить, что в недалеком прошлом Институт генерального плана Москвы разработал технико-экономическое обоснование пневматической экспрессной линии метро в городе-спутнике Москвы Зеленограде с обособленными тоннелями прямоугольного сечения и четырьмя метровокзалами (39). Не менее богатую историческую основу имеет идея использования гравитационного поля Земли для свободного движения поездов по принципу «катания с гор» (40). Патенты, проекты и другие научно-технические обоснования, возникшие в разных странах, в том числе и в России, позволяют оценивать как реальные сверхдальние транспортные тоннели не только гравитационного движения, но и других типов. В настоящее время, например, начато проектирование самого длинного в мире тоннеля водовода протяженностью 200 км, который намечено построить в Китае, возможно, с участием одного из дальневосточных предприятий России (41).

Важные для истории техники сведения, в большинстве своем ранее не публиковавшиеся, содержатся в богато документированной статье о разработке проходческой техники в годы войны (42). Здесь мы находим сведения о разработанном под руководством В.С. Пикуля самодвижущемся подземном снаряде, о «подземных танках», необычных средствах щитовой проходки и военной техники.

Диапазон исторической тематики этого автора весьма обширен. Например, назовем информационно насыщенную статью о проектировании и строительстве московской станции метро «Красные ворота» (43), одной из первых глубокого заложения.

Из крупномасштабной исследовательской работы о предшественниках Московского метро (44) мы впервые узнаем много нового. Так, в конце прошлого столетия выдающийся русский инженер С.Н. Розанов активно участвовал в строительстве Парижского метро. Здесь же обращает на себя внимание аналити-

ческий график исторических факторов, определивших решение проблем создания Московского метрополитена.

Большое научное значение имеет статья о первом в нашей стране разработчике теоретических основ метростроения П.И. Балинском и его статистическом методе решения градостроительных основ проектирования метрополитенов (45). Читатель получает детальное представление об историческом анализе развития Москвы, Петербурга и наиболее крупных зарубежных городов. Очень содержательная статья завершается такой констатацией: «С сожалением следует констатировать, что... о работах Балинского хранится до сих пор молчание. Ни в одном из учебников, посвященных вопросам теории и практики проектирования метрополитенов, не встретишь его имени... А ведь он достоин этого не менее, чем инициаторы постройки первых метрополитенов в других цивилизованных странах».

На страницах журнала впервые дано хорошо документированное изложение истории формирования профессии инженеров-метростроителей (46) по инициативе выдающихся ученых В.Л. Николаи, С.Н. Розанова и П.П. Ротерта. Здесь содержатся уникальные данные о судьбах преподавателей и их талантливых учеников. Отдельная статья раскрывает многие забытые страницы жизни и деятельности С.Н. Розанова (47).

Особенно близка В.С. Пикуль династия выдающихся российских ученых Николаи, работавших кардинальные вопросы строительства мостов, тоннелей и других сооружений, с блеском проводивших крупные инженерные работы и подготовку кадров высшей квалификации. Академик Е.О. Патон дал такую оценку исторической роли основателя этой династии: «Мы, ученики Л.Ф. Николаи, к которым себя причисляли не только молодые люди вроде меня и Г.П. Передерия (будущего академика), но и такой авторитет, как Проскуряков, учился у Леопольда Федоровича держать в чистоте и высоко ценить звание русского инженера». В свою очередь Вадим Саввич является учеником одного из троих выдающихся

сыновей Л.Ф. Николаи. Читая статью об этой замечательной династии (48), насыщенную многочисленными документальными материалами из частных архивов, в том числе ранее не публиковавшимися фотоснимками, мы как бы обозреваем обстоятельную по своим масштабам историко-научную панораму.

Особое внимание привлекают статьи в журналах, посвященных юбилейным датам: 60-летию Метрогипротранса (49), 50-летию Победы в Великой Отечественной войне (50), 60-летию Мосметростроя, 40-летию Петербургского метрополитена (51), органически связанные со знаменательными событиями.

Довершением этой панорамы можно считать большую редакционную статью о жизни и деятельности первостроителя метро, ветерана труда и Отечественной войны, доцента, кандидата технических наук В.С. Пикуля (52). До сих пор успешно эксплуатируется построенный при его участии самый первый отрезок Московского метро в районе станции «Сокольники». Затем он разработал и внедрил ряд новых технических решений, провел оригинальные технологические исследования и издал несколько научных монографий. В этой биографической статье показано, как углубление в научные проблемы привело исследователя к необходимости познания самого процесса технического развития, следовательно, выявления и творческого использования опыта прошлого. Мы можем сделать в этой связи вывод, что именно такой «прорыв в историю» является наиболее плодотворным, причем не только для самого исследователя, но и для тех, кому предстоит пользоваться его трудами. Как авторитетный историк техники В.С. Пикуль много лет активно участвует в работе секции истории строительной техники Национального комитета по истории и философии науки и техники РАН и с Институтом истории естествознания и техники.

Все сказанное свидетельствует о том, что на страницах журнала «Метро» сформировалось весьма плодотворное историко-техническое направление, насыщенное документальностью и

хорошо иллюстрированное. Нужно надеяться, что редакция этого неординарного издания (главный ред. С.Н. Власов, зам. гл. ред. Г.М. Сандул), сумевшая «проложить тоннель» из прошлого в будущее, успешно продолжит свое ценное начинание.

ЛИТЕРАТУРА

1. Организация историко-научных исследований в России и других странах, входивших в СССР. М., РАН, 1993, 108 с., с. 47.
2. *Шербо Г.М.* История строительной техники как базовое звено строительной науки. Строительная наука: проблемы и стратегия развития, вып. 2. М., Стройиздат, 1991, с. 23-30.
3. *Пузанов П.* Метрополитен Глазго. «Метро», 1992, № 1, с. 56-59.
4. *Пузанов П.* Линии Лондонского метрополитена, эксплуатируемые в «Бритиш Рейл». «Метро», 1992, № 2, с. 58-60.
5. *Пузанов П.* Кливленд. «Метро», 1994, № 3, с. 38-39.
6. *Выпов И.* Сурамский тоннель. «Метро», 1994, № 2, с. 41-44.
7. *Выпов И.* Тоннели на Новороссийской ветви Владикавказской железной дороги. «Метро», 1994, № 4, с. 36-40.
8. *Выпов И.* Тоннель в Донбассе. «Метро», 1994, № 5-6, с. 51-53.
9. *Карафица Ф.* Тоннели под Днепром. «Метро», 1991, № 2, с. 26-28.
10. *Циминтия Г.* Тбилисскому метрострою минуло 40 лет. «Метро», 1993, № 3, с. 27-30.
11. *Зензинов Н.* Восстановление тоннелей. «Метро», 1995, № 5, с. 25-28.
12. *Жуков А., Шенкман М.* Государственному предприятю «Метромаш» — 60 лет. «Метро», 1993, № 4, с. 25-29.
13. *Шагурина Л.* «Киевская» создана в дружестве. «Метро», 1992, № 1, с. 25-26.
14. Авторы архитектурных проектов станций Московского метрополитена. «Метро», 1993, № 2, с. 34-39.
15. *Власов С.* 125 лет Русскому техническому обществу. «Метро», 1992, № 1, с. 49-52.
16. *М.М. Протодьяконов* (к 120-летию со дня рождения). «Метро», 1994, № 5-6, с. 54-55.
17. *Яковлев В.* Основоположник отечественной школы в области замораживания грунтов. «Метро», 1993, № 3, с. 36-38.
18. *Белин М.* Создание первых вагонов метро. «Метро», 1994, № 3, с. 24-25.
19. *Антонов О.* Конструктор. «Метро», 1993, № 1, с. 32-36.
20. *Белин М.* Как мы осваивали монтаж эскалаторов. «Метро», 1994, № 1, с. 14-18.
21. *Дубченко Е.* Московскому метрополитену — 60. «Метро», 1995, № 3-4, с. 7-15.
22. *Кошелев Ю.* В творческом содружестве — залог успеха. «Метро», 1993, № 2, с. 12-15.
23. *Малеев В.* Главная задача — проектирование Московского метро. «Метро», 1993, № 2, с. 14.
24. *Семенов Н.* Из истории появления и совершенствования эскалаторов. «Метро», 1992, № 3, с. 49-50.
25. *Церковницкий Н.* Монтажники Мосметростроя во время Великой Отечественной войны. «Метро», 1994, № 1, с. 25-27.
26. *Абрамов М.* Алюминиевый зонт. «Метро», 1994, № 1, с. 19.
27. Профессия: проектировщик-тоннелестроитель (Е.С. Барский). «Метро», 1994, № 4, с. 12-17.
28. В защиту инженеров. Проекты станций метро и их авторы. «Метро», 1994, № 3, с. 36-37.
29. Летопись Московского метрополитена. «Метро», 1995, № 3-4, с. 31-35.
30. Хроника производственной деятельности СМУ № 6 Мосметростроя за 60 лет. «Метро», 1994, № 3, с. 21-23.
31. Хроника производственной деятельности СМУ № 7 Мосметростроя. «Метро», 1995, № 2.
32. Знаете ли вы? «Метро», 1992, № 1, с. 44.
33. *Кабанов В.* Лифтовые подъемники вместо эскалаторов. «Метро», 1993, № 1, с. 24-25.
34. *Кабанов В.* Тоннели с травелейрами для пассажиров станции «Адмиралтейская» метрополитена Санкт-Петербурга. «Метро», 1993, № 3, с. 26-27.
35. *Пикуль В.* Юбилейные даты старейшего метрополитена мира. «Метро», 1993, № 3, с. 48-53.
36. *Пикуль В.* Железная дорога под Волгой. «Метро», 1994, № 2, с. 37-41.
37. *Пикуль В.* Пловучие тоннели. «Метро», 1994, № 3, с. 29-36.
38. *Пикуль В.* К вопросу о тоннеле под Беринговым проливом. «Метро», 1993, № 1, с. 50-53.
39. Пневматический метрополитен. «Строительная газета», 28 апреля 1974 г.
40. *Пикуль В.* Транспортные тоннели гравитационного движения. «Метро», 1994, № 4, с. 30-35.
41. *Печников Б.* Проект самого длинного в мире тоннеля. «Строительная газета», 30 июня 1995 г.
42. *Пикуль В.* Разработка проходческой техники в годы войны. «Метро», 1995, № 1, с. 19-25.
43. *Пикуль В.* Станция «Красные ворота». «Метро», 1992, № 3, с. 44-49.
44. *Пикуль В.* Предвестники Московского метро. «Метро», 1995, № 3-4, с. 55-59.
45. *Пикуль В.* Статистическая теория Балтинского. «Метро», 1992, № 1, с. 29-36.
46. *Пикуль В.* Инженеры новой отрасли. «Метро», 1994, № 1, с. 37-52.
47. *Пикуль В.* Семен Николаевич Розанов — основоположник прогрессивных начинаний отечественного метростроения. «Метро», 1993, № 4, с. 42-46.
48. *Пикуль В.* Семья выдающихся деятелей прикладных наук (к 150-летию со дня рождения Л.Ф. Николаи). «Метро», 1994, № 5-6, с. 46-50.
49. *Пикуль В.* Предшественники рабочего проекта. «Метро», 1993, № 2, с. 58-65.
50. *Пикуль В.* Разработка проходческой техники в годы войны. «Метро», 1995, № 1, с. 19-25.
51. *Пикуль В.* Проекты подземных дорог старого Петербурга. «Метро», 1995, № 6, с. 11-15.
52. Творческий путь инженера («первостроитель» метро В.С. Пикуль). «Метро», 1992, с. 33-37. □

Особенности строительства тоннелей в сложных горно-геологических условиях

Л. МАКОВСКИЙ,
профессор МАДИ

В Германии завершена прокладка двух скоростных железнодорожных магистралей — Ганновер — Вюрцбург (327 км) и Мангейм — Штутгарт (100 км). Трассы железных дорог пересекают гористую местность средней высоты. Обусловленные скоростным движением поездов (250 км/ч) ограничения продольного уклона (12,5 %) и минимальных радиусов кривых в плане (5100 м) потребовали строительства многочисленных тоннелей, виадуков, мостов и других искусственных сооружений.

Всего пройдено 76 тоннелей протяженностью 153 км, что составляет 35 % общей длины двух магистралей. Стоимость работ оценивается в 4,7 млрд. марок ФРГ (в ценах 1988 г.). Двухпутные тоннели подковообразного очертания площадью поперечного сечения от 105 до 145 м² строили преимущественно новоавстрийским способом (НАТМ), который был признан наиболее эффективным и экономичным, поскольку гибкость технологии дает возможность быстро приспосабливаться к изменяющимся по трассе горно-геологическим условиям.

Обделка тоннелей выполнены двухслойными: наружная оболочка из набрызгбетона в сочетании со сплошными или решетчатыми стальными арками, анкерами или арматурной сеткой, внутренняя — из монолитного бетона класса В25 толщиной не менее 30 см. Между оболочками устраивали пленочную гидроизоляцию.

Тоннели расположены на глубине от 6 до 160 м от поверхности земли в сложных горно-геологических условиях, характеризующихся спорадическим чередованием песчаников, аргиллитов, известняков и сланцев различной крепости, трещиноватости и об-

водненности. По трассе тоннелей часто встречались зоны сбросов, разломов и других тектонических нарушений. Особые трудности возникали при преодолении толщ трещиноватых песчаников, содержащих более 50 % глинистых грунтов, невысокая прочность которых еще более снижалась при водопитоке. За счет выщелачивания гидронестойких пород в массиве образовались пустоты, в ряде случаев достигающие поверхности земли.

Проходку тоннелей вели, учитывая большие размеры поперечного сечения, нижним уступом с опережением калоттного профиля высотой 5,5-6 м на 10-30 м в зависимости от устойчивости породного массива. После разработки нижнего уступа возводили внутреннюю оболочку с помощью передвижной опалубки и бетононасосов. Бетонирование осуществляли только после прекращения деформаций контура выработки и наружной оболочки.

В слабоустойчивых и неустойчивых породах применяли дополнительные меры по усилению крепи и стабилизации породного массива (рис. 1):

проходку опережающей центральной штольни;

усиленное армирование слоя набрызгбетона;

устройство опережающей стержневой крепи;

уширение пят свода калотты;

установку скальных анкеров;

укрепление породы под пятнами свода инъекцированием;

возведение временного обратного свода калотты;

бурение дренажных скважин;

искусственное закрепление породы в забое.

Все перечисленные меры способствовали повышению прочности и жесткости породного массива, активизации его несущей способности. Однако, несмотря на это, в процессе проходки тоннелей происходили многочисленные обрушения породы, повреждения и разрушения временной крепи.

Все подобные случаи тщательно проанализированы, установлены их наиболее вероятные причины, предложены механические модели разрушений и даны рекомендации по предотвращению аварийных ситуаций. Прежде всего отмечалось, что нарушения наблюдались только в процессе строительства, а устойчивость тоннельных сооружений на стадии эксплуатации была обеспечена.

Характер и интенсивность нарушений определялись свойствами пород, условиями их залегания, глубиной заложения тоннеля и технологией производства работ. При глубине заложения менее удвоенной высоты (до 25 м) они достигали дневной поверхности.

Все происходившие при строительстве тоннелей наруше-

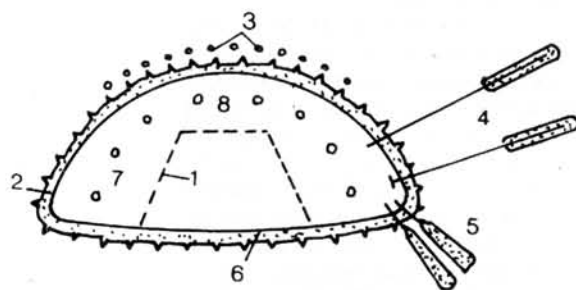


Рис. 1. Меры по усилению крепи и стабилизации породного массива:

1 — проходка опережающей центральной штольни; 2 — уширение пят свода калотты; 3 — устройство опережающей стержневой крепи; 4 — установка скальных анкеров; 5 — укрепление породы под пятнами свода; 6 — сооружение временного обратного свода; 7 — бурение дренажных скважин; 8 — то же, инъекционных.

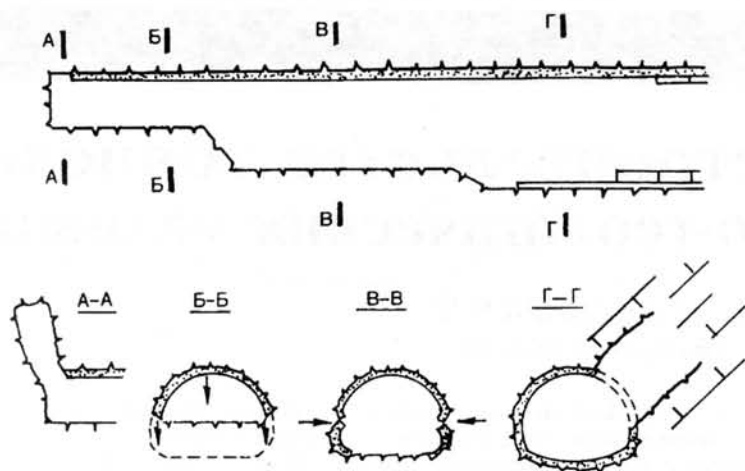


Рис. 2. Виды нарушений при проходке тоннелей.

ния можно разделить на 4 категории (рис. 2):

вывалы породы в забое неподкрепленной выработки;

обрушения породы и повреждения крепи в закрепленной призабойной зоне;

разрушения крепи во время разработки нижнего уступа;

деформации контура выработки и крепи, требующие повторной разработки породы и восстановления крепи.

Вывалы породы в забое неподкрепленной выработки чаще всего происходили на участках сбросов или других тектонических нарушений, а также в водоносных породах при значительных притоках подземных вод. Так, при прокладке одного из тоннелей в нарушенных и водоносных песчаниках с включениями до 10-15 % глин применили опережающую крепь в калотте из 20 стальных стержней, установленных в скважины на цементном растворе (рис. 3). Сразу же после раскрытия калоттного профиля его закрепляли набрызгбетоном и замыкали временным обратным сводом толщиной 20 см.

После проходки 10 м калотты происходили незначительные вывалы породы в забое. Стабилизация его лба набрызгбетоном не дала результатов — через 6 ч после этого случился более крупный вывал (120-150 м³), причем из-за мелкого заложения тоннеля (~ 6 м) обвал достиг дневной поверхности. Как показала расчистка завала, обрушение произошло в пределах сбросовой зоны, где порода была нарушена и разрыхлена до такой степени, что даже закрепленные цементным раствором стальные стержни в кровле не могли предотвратить вывала грунта.

Обрушение с повреждением крепи в закрепленной призабойной зоне связано с изменением напряженного состояния породного массива. Если в выработке имеет место трехмерное напряженное состояние, то по мере удаления от забоя оно меняется на двухмерное. В переходной зоне несущая способность породного массива снижается (отсутствует третий компонент напряжений), а набрызгбетон наружной оболочки не успевает набрать достаточную прочность. Вероятность обрушения породы и повреждения крепи калотты возрастает с увеличением темпов работ.

Примером неудачной проходки тоннеля в трещиноватых песчаниках является случай, когда на расстоянии 10 м от забоя в калотте при глубине заложения 20 м произошло обрушение породы до дневной поверхности (рис. 4). Изучение его обстоятельств пока-

зало, что основными причинами могли быть: недостаточная толщина и прочность набрызгбетонной оболочки; низкие прочностные показатели обводненной породы; обильные дожди в последние недели; проникание воды из кюветов в породный массив; 6-дневный перерыв в работе.

Разрушение крепи во время разработки нижнего уступа обусловлено увеличением высоты выработки с 6 до 12 м и нарастанием бокового горного давления, особенно в сильнотрещиноватых породах при ориентации трещин в направлении действия горного давления, в породах с низкой несущей способностью, а также при разломке временного обратного свода калотты.

Необходимость повторной разработки породы и возведения новой крепи связана с обеспечением проектного профиля тоннельной выработки. Вследствие неточностей первоначальной разработки грунта и последующих деформаций наружной оболочки из набрызгбетона контур выработки может не соответствовать проектному. Поэтому, прежде всего, необходимо провести геотехнические измерения и исследования.

Каковы же основные причины имевших место нарушений? Анализ показал, что обрушения породы и разрушения крепи обусловлены комплексом причин, связанных с неблагоприятными геотехническими и конструктивно-технологическими факторами. К первым относятся: неожиданные геологические аномалии; наличие слоев, пересекаемых грунтовыми водами, вызывающими выщелачивание пород; высокая степень обводненности пород, ведущая к потере устойчивости; наличие поверхностей раздела, ориентированных в направлении



Рис. 3. Обрушение породы в забое строящегося тоннеля мелкого заложения: 1 — опережающая стержневая крепь; 2 — анкерная крепь; 3 — наружная оболочка из набрызгбетона; 4 — временный обратный свод калотты.

действия горного давления; высокая степень декомпрессии и глубокого увлажнения песчаника. Ко вторым: недостаточные толщина и прочность набрызгбетонной оболочки, а также быстрота установки крепи, что увеличивает длину неподкрепленного участка тоннеля и уменьшает несущую способность породного массива; ошибочная повторная разработка грунта.

Обрушения породы и разрушения крепи часто происходили при возобновлении горнопроходческих операций после перерывов в работе (например, после праздничных дней). Это объясняется изменением уже консолидированного поля напряжений в породном массиве и различием жесткости между старым затвердевшим и свежееположенным бетоном наружной оболочки (в нем наблюдалась резкая концентрация напряжений).

Помимо выявления причин нарушений, были разработаны механические модели поведения породного массива и крепи. Так, в обводненных и трещиноватых песчаниках при небольшой глубине заложения тоннеля характер и последовательность процесса обрушения грунта представляются следующим образом (рис. 5 а):

во время проходки калотты возникают значительные осадки кровли;

при невозможности их предотвращения в пределах калоттного профиля (подвешивание или утолщение пят свода, инъекционное упрочнение, возведение временного обратного свода) забой смещается вниз;

опускание забоя калотты вызывает выпуски породы в кровле и прогрессирующие осадки вышележащих слоев породы;

формируется муфта оседания и столб грунта, ограниченный вертикальными плоскостями скольжения;

давление столба на крепь приводит к ее деформации и обрушению породы.

Рассмотренную выше механическую модель можно условно назвать «обрушением вследствие осадки». Поскольку в соответствии с этой моделью данный процесс протекает медленно, в большинстве случаев могут быть приняты своевременные защитные меры, например, установка дополнительной арочной или анкерной крепи.

Другой механизм, названный

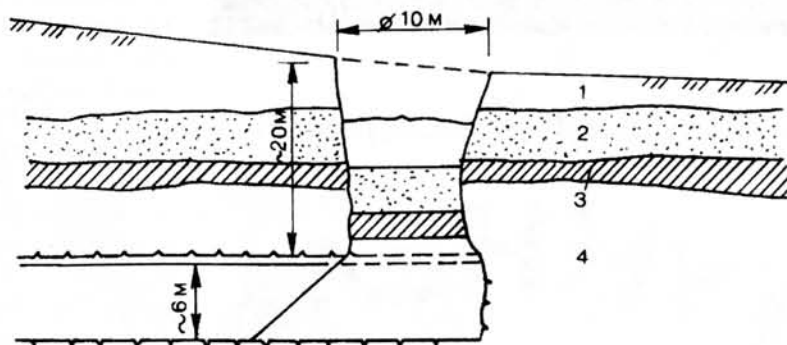


Рис. 4. Обрушение породы в забое тоннеля глубокого заложения:

1 — лёсс; 2 — несвязный грунт; 3 — нетрещиноватый песчаник; 4 — трещиноватый песчаник.

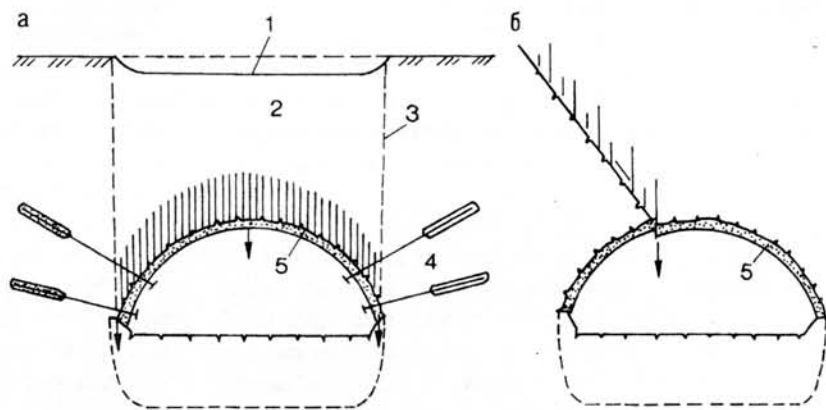


Рис. 5. Механические модели обрушения породы и разрушения крепи:

1 — муфта оседания; 2 — столб породы; 3 — плоскости скольжения; 4 — скальные анкеры; 5 — набрызгбетон.

«обрушением вследствие разрыва набрызгбетонной оболочки», соответствует незначительным деформациям породного массива, когда оболочка испытывает большое горное давление (рис. 5 б). Такой вид разрушения коррелируется с классическим сдвиговым (по Л. Рабцевичу), протекающим в условиях наклонного залегания пластов породы. Сдвигание их вызывает асимметричное нагружение крепи и появление значительных локальных напряжений и деформаций. Поскольку период времени между появлением первых признаков обрушения (продольные трещины в набрызгбетонной оболочке) и самим процессом сравнительно невелик, единственной мерой его предотвращения является усиление крепи.

Анализ опыта проходки тоннелей на скоростных магистралях Германии позволяет оценить принятые конструктивно-технологические решения и извлечь уроки из ряда аварийных ситуаций;

концепция НАТМ в целом подтвердила свою эффективность

в часто меняющихся горно-геологических условиях;

отсутствие точного прогноза геологической ситуации по всей длине тоннелей требовало принятия оперативных мер предотвращения аварийных ситуаций непосредственно в процессе проходки. Однако в ряде случаев неожиданное ухудшение горно-геологических условий при неадекватных технологических решениях приводило к обрушению породы в строящийся тоннель и разрушению временной крепи;

риск, связанный с неблагоприятными горно-геологическими условиями, может быть минимальным, если вовремя фиксировать и правильно интерпретировать признаки возможных нарушений устойчивости породного массива и элементов временной крепи;

до начала и в процессе строительства тоннелей необходимо проведение полномасштабных геотехнических измерений и исследований, по результатам которых корректируются конструктивно-технологические решения. □

Бернгард Келлерман

ТУННЕЛЬ

2

Пока демонстранты шумели вокруг здания синдиката, Аллан совещался с С. Вульфом и вторым финансовым директором — Расмуссеном.

Финансовое положение синдиката нельзя было назвать ни угрожающим, ни вполне благополучным. К будущему январю готовился второй миллиардный заем. Теперь, конечно, не приходилось думать об этом. Никто не рискнет даже центом!

На гул взрыва в американской южной штольне, на шум забастовки откликнулись биржи всего мира. Акции за несколько дней упали на двадцать пять процентов, каждый хотел как можно скорее избавиться от них, и никому не хотелось обжечься. Через неделю после катастрофы крах казался неизбежным. Но С. Вульф с отчаянным напряжением бросился на поддержку заколебавшегося финансового гиганта и удержал его. Он наколдовал соблазнительный баланс, опубликовал его, подкупил армию биржевых репортеров и наводнил прессу Старого и Нового света успокоительными сообщениями.

Курс подтягивался, курс перестал падать, и С. Вульф начал убийственную борьбу за поддержание курса и постепенное повышение его. В своей конторе на десятом этаже он с неукротимой энергией, пыхтя и фыркая, как бегемот, составлял планы компании.

В то самое время, когда внизу завывала толпа, он докладывал о своих проектах Аллану. Он предлагал эксплуатировать залежи калия и железа на участке «толстого Мюллера». Использовать энергию электрических станций. Извлекать «субмариний» из злосчастливого ущелья. Бурение показало среднюю мощность пласта в десять метров — целое состояние! С. Вульф предложил Питтсбургской компании плавильных заводов заключить договор. Пусть компания извлекает руду, а синдикат возьмет на себя ее вывоз. За это С. Вульф требовал шестьдесят процентов чистой прибыли. Компания прекрасно знала, что синдикату приходится туго, и предложила тридцать процентов. Но С.

Вульф клялся, что скорее даст себя заживо похоронить, чем согласится на подобное бесстыдное предложение. Он тотчас же обратился к «Американ Смелтерс», и Питтсбургская компания поспешила предложить сорок процентов.

Вульф сбавил процент до пятидесяти и пригрозил, что синдикат в будущем вообще не вывезет больше ни горсточку руды. Штольни пройдут под месторождениями или над ними — все равно. Наконец, сошлись на сорока шести с третьей процента. За последнюю треть процента С. Вульф сражался, как африканский воин, и питтсбургцы заявили, что предпочли бы иметь дело с дьяволом, чем с этой «акулой».

С. Вульф за последние два года заметно изменился. Он стал еще толще, и его астма усилилась. Правда, его темные глаза не потеряли своего слегка меланхолического восточного блеска и длинных черных ресниц, всегда казавшихся подкрашенными. Но огонь этих глаз померк. С. Вульф начал заметно седесть. Он уже не стриг бороду коротко, и она свисала длинными космами с обеих щек и подбородка. Своим могучим лбом, широко расставленными выпуклыми глазами и широким горбатым носом он напоминал одинокого американского буйвола, изгнанного стадом за чрезмерный деспотизм. Это впечатление усугубляли красные отеки под глазами. С. Вульфу последнее время приходилось бороться с сильными приливами крови к голове.

Когда галдеж внизу усиливался, С. Вульф вздрагивал, и его глаза беспокойно бегали. Он был не трусливее других, но бешеная работа последних лет повлияла на его нервы.

Кроме того, у С. Вульфа были заботы иного рода, совсем иного, о которых он благообразно умалчивал перед миром...

После совещания Аллан остался опять один. Он ходил взад и вперед по своему кабинету. Он похудел, взор его был тусклый и унылый. Как только он оставался один, его охватывало беспокойство, и он чувствовал потребность в движении. Тысячу раз переходил он из угла в угол и таскал свое горе из одного конца комнаты в другой. Иногда он останавливался в раздумье. Но он сам не знал, о чем он думал.

Потом он телефонирует в госпиталь Мак-Сити и справился о здоровье Гобби. У Гобби был жар, и к нему никого не пускали. Наконец, Аллан взял себя в руки и выехал. Вечером он вернулся несколько освеженный и опять принялся за работу. Он изучал различные проекты разработки найденного под океаном ущелья. Он хотел устроить в нем большую станцию, громадные депо и машинные залы. Восемьдесят двойных километров камня он мог сбросить в это ущелье. Собственно говоря, злосчастное ущелье, в котором смерть миллионы лет подстерегала туннельных рабочих, имело громадную ценность. Эти проекты занимали его и отгоняли мрачные видения. Ни секунды не смел

он останавливаться мыслью на том, что лежало позади...

Он ложился спать поздно ночью и был рад, если ему удавалось поспать два-три часа без мучительных сновидений.

Один только раз он ужинал у Ллойда.

Этель Ллойд беседовала с ним, перед тем как идти к столу. Она с такой искренней болью говорила о гибели Мод и Эдит, что Аллан сразу стал смотреть на нее другими глазами. Она внезапно показалась ему на много лет старше и более зрелой.

Несколько недель Аллан безвыходно провел в туннеле.

Перерыв на несколько недель, который при нормальном ходе вещей потребовал бы огромных финансовых жертв, был в сущности желателен. Бешеная, длившаяся уже годами работа утомила всех инженеров, и они нуждались в отдыхе. Забастовке рабочих Аллан не придавал большого значения. Он не изменил этого мнения и тогда, когда объединения монтеров, электротехников, строителей, плотников объявили туннелю бойкот.

Покамест нужно было обслуживать штольни, чтобы они сразу же не пришли в запустение. Для этой работы в распоряжении Аллана была армия из восьми тысяч инженеров и добровольцев, которых он распределил по участкам. С героическим напряжением сил эти восемь тысяч человек защищали гигантское сооружение.

Монотонно звучали колокола редких поездов в опустевшем туннеле. Он безмолвствовал, и людям в нем нужно было много времени, чтобы привыкнуть к гробовой тишине прежде гудевших от работы штолен. Отряды горных техников, специалистов по железным конструкциям, электротехников, механиков объезжали европейские, атлантические и американские штольни. Каждый рельс, каждая шпала, каждая заклепка, каждый болт тщательно проверялись, и отмечались необходимые изменения и исправления. Геодезисты и математики тщательно изучали положение и направление штолен. Отклонения от намеченной трассы были незначительны. Сильнее всего было отклонение в атлантической штольне «толстого Мюллера» — три метра по ширине и два метра по глубине — разница, которую можно было отнести за счет неточности инструментов, находившихся под влиянием огромных каменных масс. В фатальном ущелье день и ночь полунагие, обливавшиеся потом рудокопы бурили, взрывали и грузили субмариний. В тропически жарком ущелье работа гремела и клокотала, словно ничего не случилось. Дневная продукция имела огромную ценность.

Но вокруг все было мертво. Туннельный город словно вымер.

Ваннамеркер закрыл свой универсальный магазин, ворота Туннельного отеля были заперты. В рабочих поселках ютились женщины и дети — вдовы и сироты погибших.

Процесс, возбужденный против синдиката, через несколько недель был прекращен.

Этот процесс задерживал Аллана в Нью-Йорке. Теперь же он был свободен и немедленно уехал.

Он провел зиму на Бермудских и Азорских островах и несколько недель оставался в Бискайе. Потом его видели на электрической станции Иль-Кессан, а затем след его затерялся.

Весну Аллан прожил в Париже, где остановился в старой гостинице на улице Ришелье под именем коммерсанта Ч. Коннора. Никто его не узнал, несмотря на то, что каждый сотни раз видел его портреты. Он нарочно выбрал эту гостиницу, чтобы избежать встреч с тем классом людей, который он больше всего ненавидел: с богатыми бездельниками и шумными болтунами, кочующими из отеля в отель и со смешной торжественностью совершающими свои трапезы.

Аллан жил в полном одиночестве. Ежедневно после обеда он сидел перед одним и тем же кафе на бульваре за круглым мраморным столиком, пил кофе и молчаливо, равнодушно глядел на шумный поток уличного движения. От времени до времени он поднимал взор к балкону во втором этаже расположенного напротив отеля, где он жил несколько лет назад с Мод. Иногда там, наверху появлялась женщина в светлом платье, и тогда Аллану трудно было оторваться от балкона. Ежедневно он отправлялся в Люксембургский сад, в ту его часть, где играли тысячи детей. Там стояла скамья, где он однажды сидел с Мод и Эдит. Аллан ежедневно садился на эту скамью и смотрел на резвящихся вокруг ребятишек. Теперь, через полгода после катастрофы, мертвые и тоска по ним постепенно приобретали над ним удивительную силу. В конце весны и летом он проделал то же путешествие, которое совершил несколько лет назад с Мод и Эдит. Он побывал в Лондоне, Ливерпуле, Берлине, Вене, Франкфурте, сопровождаемый повсюду мрачными и болезненно-сладостными воспоминаниями.

Он жил в тех же отелях и часто даже в тех же комнатах. Он останавливался перед дверями, которые некогда открывала и закрывала Мод. Ему нетрудно было ориентироваться во всех этих незнакомых отелях и коридорах. Долгие годы, проведенные им в темных подземных лабиринтах рудников, развили в нем умение находить путь. Ночи он проводил без сна в кресле, в темной комнате. Он сидел, не шевелясь, с открытыми сухими глазами. Иногда вполголоса произносил фразы, с которыми обычно обращался к Мод: «Пора идти спать, Мод!», «Не порть себе глаза!». Он терзал себя упреками в том, что связал жизнь Мод со своей жизнью, когда уже был занят мыслями о великом предприятии. Ему казалось, что он не открыл ей всей своей любви, что вообще недостаточно любил ее — не так, как любит ее теперь. Он мучился и укорял себя, вспоминая, как его даже

раздражали упреки Мод в том, что он ею пренебрегает. Нет, он не сумел дать счастье своей маленькой, нежной Мод. С воспаленными глазами, затуманенными горем, сидел он в мертвых комнатах до рассвета. «Уже светает, птички чирикают, ты слышишь?» — говорила Мод. И Аллан шепотом отвечал: «Да, я слышу, дорогая». И ложился в постель.

Наконец, ему пришла в голову мысль приобрести вещи из этих священных покоев — подсвечник, часы, письменный прибор. Владельцы отелей, считавшие мистера Ч. Коннора хандрящим богатым американцем, не стесняясь, запрашивали бесовские цены, но Аллан платил, не торгуясь.

В августе он вернулся из своего путешествия в Париж еще более замкнутым и угрюмым, с мрачным огнем в глазах и опять остановился в старом отеле на улице Ришелье. Он производил впечатление психически расстроенного человека, не замечающего окружающей его жизни и погруженного в свои думы. Неделями он не говорил ни слова.

Как-то вечером Аллан проходил по кривой, шумливой улочке Латинского квартала и вдруг остановился. Кто-то произнес его имя. Но кругом торопились куда-то чужие безразличные люди.

Подгоняемый необъяснимым любопытством, он нерешительно вошел в темный зал. Шла мало занимавшая его мелодрама. Но в картине участвовала маленькая девочка, которая отдаленно напоминала Эдит, и этот ребенок сумел его удержать на полчаса в переполненном зале. Маленькая Ивонна разговаривала с таким же важным видом и серьезностью взрослых...

Вдруг он услышал, как конферансье произнес его имя, и тотчас же перед ним явился «его город». Окутанный пылью и дымом, освещенный солнцем. Группа инженеров стояла перед станцией — все знакомые лица. Они все повернулись, как по сигналу, навстречу медленно подъезжавшему автомобилю. В автомобиле сидел он сам и рядом с ним Гобби. Гобби поднялся и крикнул инженерам что-то смешное, все они рассмеялись. Аллан почувствовал глухую боль, когда увидел Гобби: свежий, задорный — а теперь туннель погубил его, как многих других. Автомобиль медленно двинулся дальше, и вдруг Аллан увидел, как его двойник встает и оборачивается. Один из инженеров прикоснулся к шляпе в знак того, что он понял распоряжение.

Конферансье: «Гениальный строитель отдает распоряжения своим сотрудникам!»

Человек, прикоснувшийся к шляпе, неожиданно устремил испытующий взгляд в публику, именно на него, Аллана, словно он обнаружил его присутствие. И Аллан узнал этого человека: это был Берман, которого застрелили десятого октября.

Вдруг он увидел туннельные поезда: они слетали по наклонной рампе вниз, они мчались наверх, один за другим, и облако пыли взметалось над ними.

У Аллана ушаченно забилося сердце. Он сидел

прикованный к месту, взволнованный, лицо его горело, и он так тяжело дышал, что соседи обратили на него внимание.

Поезда все мчались... Аллан встал. Он тотчас же ушел. Он взял такси и вернулся в гостиницу. Здесь он справился у управляющего о ближайшем пароходе-экспрессе в Америку. Управляющий, все время проявлявший к Аллану самое заботливое внимание как к тяжело больному, назвал ему пароход линии Кунард, который на следующее утро отходил из Ливерпуля. Но вечерний скорый поезд уже ушел.

— Закажите сейчас же экстренный поезд! — сказал Аллан.

Управляющий, изумленный голосом и тоном Аллана, уставился на мистера Ч. Коннора. Что так изменило его за один вечер? Казалось, что перед ним стоял другой человек.

— С удовольствием, — ответил он. — Но я вынужден попросить у мистера Коннора некоторых гарантий...

Аллан шагнул к лифту.

— Зачем? Скажите, что поезд заказывает Мак Аллан из Нью-Йорка.

Лишь теперь управляющий узнал его и смущенно отступил, скрывая в поклоне свое изумление.

Аллан словно переродился. Он унесся в бешено мчавшемся поезде, пролетавшем мимо всех станций с такой скоростью, что только звон стоял. Быстрота движения вернула Аллану прежнюю энергию. Он великолепно спал в эту ночь. Впервые за долгое время. Только раз он проснулся — когда поезд гремел по туннелю под Ла-Маншем. «Слишком тесные они построили штольни!» — подумал он и опять заснул. Утром он почувствовал себя бодрым и здоровым, полным решимости. Из поезда он по телефону переговорил с капитаном и с дирекцией общества. В десять часов он добрался до парохода, который поджидал его, трепеща от нетерпения и выпуская из труб свистящие клубы пара. Едва он одной ногой ступил на палубу, как винты уже взбили воду в жидкий мрамор.

Полчаса спустя весь пароход знал, что запоздавший пассажир был не кто иной, как Мак Аллан.

Как только вышли в море, Аллан стал лихорадочно рассылать телеграммы. Над Бискайей, Азорскими, Бермудскими островами, Нью-Йорком и Мак-Сити пролился дождь телеграмм. По мрачным штольням под морским дном прошла живительная струя.

Аллан снова взял руль в свои руки.

4

Первый визит Аллана был к Гобби.

Вилла Гобби находилась немного в стороне от Мак-Сити. Она была вся окружена лоджиями, балконами, террасами и примыкала к молодой дубовой роще.

Никто не открыл Аллану, когда он позвонил. Звонок, по-видимому, не действовал. Дом казался давно покинутым. Но все окна были открыты настежь. Садовая калитка тоже была заперта, и Аллан, недолго думая, перелез через забор. Едва он очутился в саду, как примчалась овчарка и остановила его своим неистовым лаем. Аллан успокоил собаку, и она в конце концов, не отрывая от него глаз, пропустила его. На дорожках валялись увядшие дубовые листья, сад был так же запущен, как дом. Гобби, очевидно, не было дома.

Тем больше были радость и удивление Аллана, когда он вдруг увидел Гобби. Он сидел на ступеньках, ведущих в сад, подперев подбородок рукой, погруженный в думы. Казалось, он не слышал даже поднятого собакой лая.

Гобби, по обыкновению, был одет элегантно, но его костюм производил впечатление франтоватости: это была одежда молодого человека, надетая стариком. На Гобби было дорогое белье с цветными полосками, лакированные туфли с широкими подошвами и кокетливыми шелковыми бантами, желтые шелковые носки и серые брюки особого покроя с заглаженной складкой. Пиджака он не надел, хотя было довольно прохладно.

Гобби сидел в позе здорового интеллигентного человека, и Аллан было обрадовался. Но когда Гобби посмотрел на него, и Аллан увидел его большие, изменившиеся глаза и морщинистое бледное старческое лицо, он понял, что здоровье Гобби еще не восстановилось.

— А вот и ты опять, Мак! — сказал Гобби, не двигаясь с места и не протягивая Аллану руки. — Где ты был?

Вокруг глаз и рта складки легли маленькими веерами. Он улыбнулся. Его голос все еще казался Аллану чужим и хриплым, хотя он ясно слышал в нем прежний голос Гобби.

— Я был в Европе, Гобби! Как же ты поживаешь, милый?

Гобби опять устремил взор вдаль.

— Лучше, Мак! И проклятая голова опять стала немного работать!

— Неужели ты живешь совсем один, Гобби?

— Да, я выгнал слуг. Они слишком шумели.

Но теперь Гобби вдруг окончательно понял, что Аллан тут. Он встал, пожал ему руку и, казалось, обрадовался.

— Войдем, Мак! Да, такова жизнь, вот видишь!

— Что говорит врач?

— Врач доволен. Терпение, говорит он, терпение!

— Почему у тебя все окна открыты? Страшно дует, Гобби!

— Я люблю сквозняк, Мак! — ответил Гобби, неестественно улыбаясь.

Он дрожал всем телом, и его белые волосы развевались, пока он поднимался с Алланом в кабинет.

— Я уже опять работаю, Мак! Ты увидишь. Это нечто замечательное!

И Гобби подмигнул правым глазом, как будто подражая прежнему Гобби.

Он показал Маку несколько листов, покрытых спутанными дрожащими штрихами. Рисунки должны были изображать его новую собаку. Но они были не лучше детских — а кругом на стенах висели его же грандиозные проекты вокзалов, музеев, торговых домов, в которых видна была рука гения.

Аллан доставил ему удовольствие, похвалив рисунки.

— Да, они действительно хороши, — с гордостью сказал Гобби и дрожащими руками налил два бокала виски.

— Я опять начинаю работать, Мак! Только я быстро устаю. Скоро ты увидишь птиц. Птицы!... Когда я спокойно сижу, я часто в мыслях вижу самых странных птиц — миллионы птиц, и все движутся. Пей, друг мой! Пей, пей, пей!

Гобби опустил в потертое кожаное кресло и зевнул.

— А Мод была с тобой в Европе? — внезапно спросил он.

Аллан вздрогнул и побледнел. У него закружилась голова.

— Мод? — шепотом повторил он, и это имя странно прозвучало в его ушах, словно его не следовало произносить.

Гобби моргал и напряженно о чем-то думал. Потом он встал и сказал:

— Хочешь еще виски?

Аллан отрицательно покачал головой.

— Спасибо, Гобби! Я днем не пью.

Тусклым взором смотрел он сквозь осеннюю листву деревьев на море. Маленький черный пароход медленно шел к югу. Аллан чисто машинально заметил, что пароход вдруг остановился в развилке двух веток и больше не трогался с места.

Гобби опять сел, и они долго молчали. Ветер гулял по комнате и срывал листья с деревьев. Над дюнами и морем пробегали одна за другой быстрые тени облаков, пробуждая чувство беспомощности и вечно новой муки.

Потом Гобби заговорил опять:

— Так вот бывает теперь с моей головой, — сказал он, — ты видишь? Я, конечно, знаю все, что произошло, но подчас мои мысли путаются. Мод, бедная Мод! А кстати, ты слышал, что доктор Герц взлетел на воздух? Со всей своей лабораторией. Взрыв пробил большую яму среди улицы и погубил еще тринадцать человек.

Доктор Герц был химик, работавший над взрывчатыми веществами для туннеля. Аллан узнал об этом несчастье еще на пароходе.

— Жаль! — прибавил Гобби. — Новый состав, над которым он работал, был, вероятно, неплох! — И он спокойно улыбнулся. — Очень жаль.

Аллан заговорил об овчарке Гобби, и некоторое время Гобби следил за разговором. Потом он перескочил на другую тему.

— Какая прелестная женщина была Мод! — сказал он без всякой связи с предыдущим. — Со-



Устройство анкерного крепления на станции «Россошанская».

всем ребенок! А вместе с тем она делала вид, что умнее всех других. Последние годы она была не особенно довольна тобой.

Аллан, погруженный в свои мысли, гладил руку Гобби.

— Я это знаю, Гобби! — сказал он.

— Да, она иногда жаловалась, что ты оставляешь ее одну. Я ей говорил: видишь ли, Мод, иначе никак нельзя. А однажды мы поцеловались. Я это помню как сегодня. Сперва мы играли в теннис, потом Мод стала спрашивать всякую всячину. Боже, как ясно я слышу сейчас ее голос! Она назвала меня Франком...

Аллан впился глазами в Гобби. Но ни о чем не спросил. Гобби смотрел вдаль, и его взор жутко сверкал.

Вскоре Аллан поднялся. Гобби проводил его до калитки сада.

— Ну, как Гобби, не хочешь ли ехать со мной?

— Куда?

— В туннель.

Гобби изменился в лице, у него задержались щеки.

— Нет, нет... — робко ответил он, неуверенно оглядываясь кругом.

И Аллан, видя, что Гобби дрожит всем телом, пожалел о своем вопросе.

— Прощай, Гобби, завтра я зайду опять!

Гобби стоял у садовой калитки, понурился, бледный, с воспаленными глазами. Ветер играл его седыми волосами. Желтые засохшие дубовые листья кружились у его ног. Когда собака проводила Аллана яростным лаем, Гобби засмеял-

ся — большим детским смехом, который еще вечером звенел в ушах Аллана.

В ближайшие дни Аллан возобновил переговоры с рабочим союзом. Ему казалось, что теперь союз более склонен к соглашению. И действительно, союз не мог дольше держать туннель под бойкотом. Освободилось много рабочих рук на фермах, с наступлением зимы тысячи людей прибывали с Запада в поисках работы. Прошлой зимой союз роздал безработным огромные суммы, а этой зимой пришлось бы затратить еще больше. С тех пор как работа в туннеле прекратилась, в рудниках, на металлургических и машиностроительных заводах произошло неслыханное сокращение производства, и целая армия людей оказалась выброшенной на улицу. Вследствие большого предложения рабочей силы заработная плата сильно упала, и даже обеспеченные работой еле сводили концы с концами.

Аллан был настойчив и неумолим. Его голос гремел по-прежнему, и его кулак мощно рассекал воздух во время речи. Теперь, когда его упругая натура опять взяла свое, к нему вернулась и прежняя мощь. Снова пресса трубила его имя.

Дело обстояло благоприятно: Аллан надеялся возобновить работу в ноябре, самое позднее — в декабре.

Но тут совершенно неожиданно для Аллана над синдикатом разразилась новая гроза. Гроза, последствия которой были разрушительнее октябрьской катастрофы.

В гигантском здании финансов синдиката пошло зловещее потрескивание.

(Продолжение следует)

Подписано к печати 05.04.96. Формат 60 x 84 1/8
Бумага офсетная. Гарнитура "Таймс". Печать офсетная.
Объем 5,5 усл. п. л. Зак. 6

Информационно-издательский центр "ТИМР"
129344, Москва, ул. Ленская, 2/21
Отпечатано в типографии АО «ИНФОРМПРИБОР»