



# МЕТРОСТРОЙ

4

1974

ИНФОРМАЦИОННЫЙ  
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ  
СБОРНИК

№ 4

## «МЕТРОСТРОЙ»

Издание  
Московского  
Метростроя  
и издательства  
«Московская правда»

### РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

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

Издательство «Московская правда»

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

Фото В. Савранского  
Технический редактор Н. Милневская

Л60165 Сдано в набор 23/III-74 г.

Подписано к печати 16/V-74 г.

Тир. 4000 экз.

Объем 4 п. л.

Бумага типодручная 60X90<sup>1</sup>/<sub>8</sub>.

Зак. 1151.

Цена 30 коп.

Типография изд-ва «Московская правда»

# В НОМЕРЕ:

- С. ВЛАСОВ. Повышение производительности труда — наша главная задача . . . . . 1
- Н. ГУБАНКОВ. Об основах структурной схемы АСУ Метростроя . . . . . 3
- Ф. КУРБАНОВ, Ю. ПАРХОМЕНКО. Подземный переход — бригадным подрядом . . . . . 6
- Б. БУХАРИНА. В авангарде соревнования за развитие технического прогресса . . . . . 8
- А. ДАУШВИЛИ, Д. ДЖИНЧАРАДЗЕ, А. КУРИСЬКО. С плоскими лотками без устройства обратных сводов . . . . . 11
- Г. БАЛАНДЮК. Сооружение многосводчатой станции и величины смещения пород . . . . . 12
- Ю. МУРОМЦЕВ. Сборная обделка без связей. . . . . 13
- Н. КЛОЧНЕВ, Н. АЛЕКСАНДРОВ, Л. АФЕНДИКОВ, О. АНТОНОВ, Ю. ВИНОГРАДОВ, М. ДЕРИХИН, В. ЛИЦИН. Облегченные тксбинги из высокопрочного чугуна . . . . . 14
- Е. НЕВМЕРЖИЦКИЙ. Исследование оттаивания ледопородных ограждений на физических моделях. . . . . 15
- Н. КУЛАГИН, Ю. ЛИМАНОВ. Влияние горного давления на временное крепление забоя в протерозойской глине . . . . . 17
- В. ИВАНОВ, В. ШЛЫКОВ. Централизованное управление санитарно-техническом оборудовании . . . . . 18
- Е. ДЕМЕШКО, Н. ЕФРЕМОВ. Намыв песчаного грунта в основании подводного тоннеля . . . . . 19
- С. ЖУКОВ, А. МОГИЛЕВСКИЙ. О совершенствовании системы питания тяговой сети метрополитена . . . . . 21
- М. ШУР. Горы и годы труда . . . . . 22
- А. ДЗИДЗИГУРИ, С. МАЧАРАШВИЛИ, А. ГИОРГАДЗЕ. Влияние циркуляционных сбоек на силу «дутья» в тоннелях . . . . . 25
- М. ЗАКС, А. ЗИНОВЬЕВ. Эксплуатационная нагруженность вагонов . . . . . 26
- Новые вагоны метро . . . . . 28
- В. СОБОЛЕВ. Перспективы развития рельсовой дефектоскопии . . . . . 29
- В. СИМБИРЦЕВ. Архитектура станций метрополитена мелкого заложения . . . . . 30
- О. КУДРЯВЦЕВ. Экономика метростроения в США . . . . . 32

# ПОВЫШЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ТРУДА — НАША ГЛАВНАЯ ЗАДАЧА

С. ВЛАСОВ, главный инженер Главтоннельмостростроя.

Особое внимание в социалистическом соревновании 1974 г. работники всех отраслей народного хозяйства сосредотачивают на ускорении роста производительности труда, повышении эффективности общественного производства.

В Обращении ЦК КПСС к партии, к советскому народу подчеркивается, что повышать эффективность производства — это значит повсеместно и энергично внедрять новейшую технику, прогрессивные технологические процессы и проектные решения.

ЗА ТРИ года девятой пятилетки организациям Главтоннельмостростроя проделана определенная работа, направленная на дальнейшую механизацию и индустриализацию строительства метрополитенов и тоннелей, улучшение технологии работ, совершенствование управления производством, организацию труда и планирования. Это создало условия для успешного выполнения планов строительно-монтажных работ и заданий по вводу в действие объектов в 1971—1973 гг.

Однако выполнение заданий по росту производительности труда за эти годы нельзя считать удовлетворительным. Так, при планируемом ежегодном росте производительности труда 7—7,5%, в 1971 г. фактический рост по отношению к 1970 г. составил 0,5%, в 1972 г. — 4 и в 1973 г. — 8,6%. Соответственно устанавливаемый план по ценностной выработке на одного работника Главтоннельмостростроем выполнен в 1971 г. на 93,5%, в 1972 г. на 4,2% и в 1973 г. на 96,5%.

В прошлом году не выполнили установленных заданий по росту производительности труда Тоннельный отряд № 1, Бактоннельстрой, Харьковмострострой, Мосмострострой и другие управления Главтоннельмостростроя.

В 1973 г. в Москве проходило совещание главных инженеров и главных механиков строительных организаций Главка, на котором обсуждалось состояние работы и причины неудовлетворительного выполнения заданий по росту производительности труда в управлениях. Этому совещанию предшествовала большая работа, проделанная Отделением тоннелей и метрополитенов ЦНИИСа, по выявлению резервов производства и разработке мероприятий по повышению эффективности строительства метро и тоннелей. Результаты проведенного совещания показали следующее.

На наших стройках еще велик процент работ, выполняемых вручную с большими затратами труда. Это, в первую очередь, относится к сооружению станций метрополитенов, где процесс разработки грунта в забоях осуществляется пока только с применением отбойных молотков или перфораторов при буровзрывном способе. Возведение конструк-

ций и отделка большого количества мелких служебных помещений, как правило, производится вручную. Велики затраты ручного труда на гидроизоляционных работах, при укладке и бетонировании пути, возведении притоннельных сооружений, устройстве обделок из монолитного бетона.

Недостаточно широко распространяется передовой опыт. Например, плоский чугуно-бетонный блок при сооружении тоннелей с чугунной обделкой, дающий большой технико-экономический эффект, применяется только в Москве и Баку. В то же время на таких стройках как Киевмострострой, Харьковмострострой и других с большим использованием чугуна этот опыт применяется недостаточно.

Не уделяется должного внимания анализу и контролю за снижением трудовых затрат. Как показывают данные за 1973 год, не выполняются мероприятия по разделу «Улучшение организации производства работ и труда» в результате несвоевременной подготовки необходимого фронта работ на новых участках (Мосмострострой, Ленмострострой, Бактоннельстрой, Тбилтоннельстрой и др.); перебоев в материально-техническом обеспечении; недостаточной организации рабочих мест.

На некоторых стройках продолжают оставаться значительным простои по различным организационно-техническим причинам. По данным Московской НИС Оргтрансстроя и обследований ЦНИИСа, они составляют от 8 до 14% рабочего времени.

Недостаточно эффективно используются горнопроходческое оборудование и строительные механизмы. Вследствие слабой организации труда по обеспечению забоев, недостаточно квалифицированного обслуживания механизмов, неукомплектованности участков слесарями и механиками, не обеспеченности запасными частями и поломок механизмов, пока велики простои в работе механизированных и обычных щитов, горных комплексов и, как следствие — низкие скорости проходки тоннелей. Не везде работа строительных механизмов и автотранспорта организована в две смены.

В результате сдачи объектов метрополитена с недоделками, на их ликвидацию отвлекается боль-

шое количество работников, занятых выполнением трудоемких непроемких работ в условиях эксплуатируемого сооружения.

Недостаточно широко внедряются прогрессивные формы оплаты труда и бригадный подряд по методу Героя Социалистического Труда Н. Злобина. Так, в начале 1973 г. во всех организациях Главка по методу бригадного подряда работало всего 11 бригад. К концу года их количество возросло до 29, однако организационный уровень работы этих бригад пока еще не высок. Прогрессивная аккордная система оплаты составляет в настоящее время всего 18—20% от всех видов применяемых оплат труда (в то время как по Министерству в целом внедрение аккордной оплаты составляет 35%).

В результате проделанной работы после совещания в 1974 г. намечены определенные сдвиги. План I квартала по выработке в денежном выражении на одного работника организациями Главтоннельметростроя выполнен на 105,5%. Однако, чтобы обеспечить систематическое и устойчивое выполнение заданий по росту производительности труда, необходима большая кропотливая и повседневная работа во всех звеньях строительного производства, во всех организациях и подразделениях Главтоннельметростроя.

Работа эта должна проводиться в двух направлениях. Прежде всего необходимо выполнить установленные планы по производительности труда в 1974—1975 гг. Далее, следует определить и подготовить основные пути повышения эффективности производства в области строительства метрополитенов и тоннелей на десятую пятилетку.

Выполнение задачи первого направления должно обеспечиваться на основе мероприятий, разработанных на совещании главных инженеров и главных механиков в 1973 году, по вопросам повышения производительности труда. Среди основных мероприятий — широкое применение при проектировании и строительстве уже отработанных и прошедших стадию внедрения конструкций, материалов, машин и технологических процессов, позволяющих значительно снизить трудовые затраты. Это — проходка тоннелей с монолитно-прессованной бетонной обделкой и обделкой, обжимаемой в породу; применение чугунных обделок с плоским лотком для перегойных и станционных тоннелей; сооружение тоннелей на мелком заложении из цельных секций с изоляцией из ребристого полиэтилена; использование гидростеклоизола для изоляции тоннелей и станций открытого способа; проходка стволов в неустойчивых грунтах в тиксотропной рубашке и др.

Должны найти более широкое применение механизированные щиты типа ЩМ-17, ЩН-1, КТ-1—5,6 и бесщитовые комплексы для проходки тоннелей. В 1974 г. пройдут промышленные испытания и поступят на стройки щиты ЩМР — в Москве и Киеве, а также комплекс ТЩБ-3 в Тбилиси.

Большие возможности в отношении снижения трудовых затрат заложены в конструкции односводчатых станций как при глубоком, так и при мелком заложении, возводимых в открытых котлованах. Целесообразно широко использовать на других стройках опыт сооружения в Ленинграде одно-

сводчатой станции «Площадь Мужества» глубокого заложения. Опыт Харьковметростроя по возведению односводчатых станций в открытых котлованах должен быть использован прежде всего на строительстве метро в Ташкенте, а также других городах.

Сооружение железнодорожных тоннелей нужно осуществлять, как правило, начиная с портала сразу на все сечение. Для этого следует широко применять буровые рамы и самоходные установки для машинного обустройства забоя, высокопроизводительные погрузочные машины, автомобильный транспорт для вывозки породы и специальные комплексы для возведения монолитных бетонных обделок. В необходимых случаях, особенно на припортальных участках, целесообразно применять щиты или блокоукладчики со сборными обделками.

Важно обеспечить систематический контроль за ходом выполнения ежегодно утверждаемых оргтехнических мероприятий по снижению трудовых затрат; ежемесячно рассматривать ход выполнения этих мероприятий в каждом строительном подразделении.

Самое широкое применение должны получить метод бригадного подряда, с учетом специфики метро- и тоннелестроения, применение аккордной системы оплаты труда, организация работ в забоях сквозными бригадами. Опыт работы по злобинскому методу метростроевских бригад Шепелева и Баранова (СМУ-6), Новожилова (ТО-6 Мосметростроя) раскрывает большие возможности повышения производительности труда, заложенные в новой форме хозяйственного расчета.

Необходимо свести к минимуму или полностью ликвидировать простои бригад и механизмов по тем или иным организационно-техническим причинам.

Большой резерв — в высококвалифицированной эксплуатации и своевременном качественном ремонте горнопроходческого оборудования и строительных машин.

Улучшению организации труда и повышению ответственности инженерно-технического персонала во многом способствуют технологические карты. Они должны стать основным рабочим документом на участке, в смене, бригаде. На основе этих карт можно четко организовывать технологический процесс по сооружению тоннелей, возведению конструкций, гидроизоляции и другим работам.

Необходимо принять самые энергичные меры по распространению и внедрению передового опыта в строительстве тоннелей и метрополитенов, сделать так, чтобы прогрессивный опыт каждой стройки стал достоянием всех организаций Главтоннельметростроя.

Второе направление повышения эффективности производства предусматривает разработку в 1974—1975 гг. «Основных направлений технического развития метро- и тоннелестроения на десятую пятилетку 1976—1980 гг.» В этом документе должны быть определены итоги развития отрасли за период с 1966 по 1974 гг., ориентировочные объемы проектных и подрядных работ по строительству тоннелей и метрополитенов на 1976—1980 гг.; основные направления научно-технического прогресса и намечаемый уровень в сравнении с

1975 г. по производительности труда, индустриализации, механизации и автоматизации работ.

Научно-технический прогресс в области метро- и тоннелестроения должен предусматривать:

дальнейшее совершенствование, техническое развитие и создание новых машин и механизмов, тоннельных конструкций, материалов и технологических процессов, направленных на резкое сокращение ручного труда;

более широкое применение в 1976—1980 гг. уже внедренных прогрессивных конструкций и технологических процессов, а также применение механизированных щитов и оборудования, выпускаемых промышленностью — в увязке с предполагаемыми объектами строительства;

разработку и применение прогрессивных типовых проектов, особенно для служебных помещений станций метрополитена, а также временных сооружений стройплощадок;

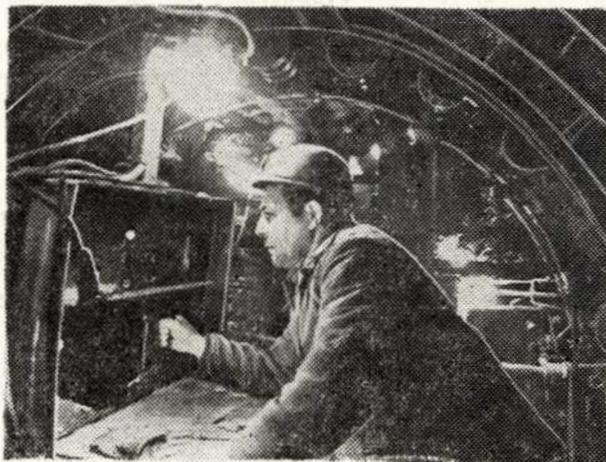
совершенствование и техническое развитие специальных методов работ на принципиально новой основе;

автоматизацию управления строительством и специализацию строительно-монтажных подразделений по отдельным видам работ как внутри управлений строительства, так и в системе Главтоннельметростроя в целом;

развитие собственной индустриальной базы и специализацию производства в промышленности для выпуска строительных конструкций и деталей, оборудования, ремонта машин и механизмов и обеспечения запасных частей к ним.

В разработке «Основных направлений технического развития» должны принять самое активное участие все строительные управления Главка, проектные организации Метрогипротранса, ЦНИИС и Оргтрансстрой, с привлечением широкого круга инженерно-технических работников — ученых, проектировщиков, строителей.

Разработка и принятие новой программы деятельности организаций Главтоннельметростроя будет способствовать дальнейшему повышению уровня производительности труда, индустриализации, механизации и автоматизации работ, улучшению качества строительства метро и тоннелей в нашей стране.



На снимке: момент передвижки щита машинистом В. Петровым в тоннеле под каналом им. Москвы

## Проблемы и суждения

# ОБ ОСНОВАХ СТРУКТУРНОЙ СХЕМЫ АСУ МЕТРОСТРОЯ

## СОВЕРШЕНСТВОВАТЬ ОРГАНИЗАЦИОННУЮ, ТЕХНИЧЕСКУЮ И ЭКОНОМИЧЕСКУЮ СИСТЕМУ СТРОИТЕЛЬСТВА

Н. ГУБАНКОВ, доктор техн. наук

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ прогресс, достижения математики, логики, кибернетики, психологии и социологии, ряда прикладных наук, а также успехи в области производства и применения электронно-вычислительной техники все в большей мере показывают, что традиционные методы управления народным хозяйством, основанные лишь на искусстве, опыте и интуиции отдельного руководителя уже не позволяют более эффективно решать сложные задачи управления производством.

На XXIV съезде КПСС было уделено очень большое внимание совершенствованию планирования народного хозяйства и управления на основе широкого применения экономико-математических методов, использования электронно-вычислительной и организационной техники и средств связи; поставлена задача — развернуть работы по созданию автоматизированных систем планирования и управления отраслями, территориальными организациями, предприятиями — АСУ.

Академик В. М. Глушков, директор Института кибернетики АН УССР дает следующее определение АСУ.

«Всякая система управления с точки зрения ее функционирования решает три основные задачи: сбор и передачу информации об управляемом объекте, переработку информации и, наконец, выдачу управляющих воздействий на объект управления. Автоматизированная система управления автоматизирует все эти этапы. Этим АСУ прежде всего отличается от простого использования ЭВМ в процессе управления, т. е. когда на машине решают отдельные задачи управления и осуществляют переработку информации, а этапы сбора информации и формирования управляющих воздействий обычно остаются неавтоматизированными».

Следовательно, можно использовать ЭВМ, но не иметь АСУ. На представленных схемах (рис. 1)

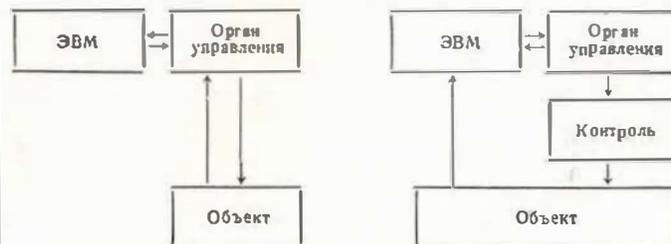


Рис. 1

слева показана электронная система обработки данных (ЭСОД) или просто справочно-информационная система управления. Справа приведена схема АСУ, на которой основной поток информации поступает непосредственно в ЭВМ, а оттуда в виде выработанных решений через управляющий орган, подвергающий эти решения контролю, или в случае необходимости, отбору из нескольких вариантов оптимального, передается на объект для выполнения.

Переходя к обсуждению основ структурной схемы АСУ Метростроя необходимо отметить, что мы рассматриваем автоматизированную систему организационного (или административного) управления, так называемую «человеко-машинную» систему, в которой человеку отводится главная роль в постановке проблем и задач, окончательный выбор и принятие решения.

Процесс управления, включающий планирование, прогнозирование, организацию, руководство, согласование, координацию, регулирование, связь, принятие решений, учет и контроль, является сложным и трудоемким. Значительную часть операций, которые выполняются в процессе управления, но не относятся к числу творческих, целесообразно передать ЭВМ.

Однако в управленческой деятельности имеются функции, которые не могут быть переданы АСУ. Например, ни один руководитель не согласится поставить на ответственную работу человека, отобранного ЭВМ по заданным критериям — специальность, образование, возраст, стаж и т. п., без личного знания таких качеств этого работника, как опыт, трудолюбие, дисциплина труда, чувство ответственности, смелость, изобретательность, взаимоотношение с подчиненными и т. п.

Таким образом, речь идет о наиболее целесообразном, оптимальном распределении функций между человеком и вычислительной техникой, оставляя последнее решающее слово за руководителем.

В работе доктора психологических наук В. Ф. Рубахина и канд. психологических наук А. Я. Филиппова<sup>1</sup> приведены предварительные приближенные расчеты, как при достаточно высоком уровне автоматизации управленческого труда происходит распределение функций между руководителем и вычислительной техникой. На машину может быть возложено: до 50% операций планирования; до 30—40% собственно управленческих задач (по сбору информации — до 40 и обработке до 30%); до 30% функций, связанных с кадровыми вопросами; до 40% учетно-вычислительных работ, что даст возможность направить усилия управленческого аппарата на экономический анализ, совершенствование технологии и повышение качества работы. Отсюда авторы делают вывод, что применение вычислительной техники и использование современных методов управления повышает удельный вес творчества в деятельности руководителя, оперативность руководства, значимость планирования и организации, увеличивается возможность глубже вникать в суть дела.

Вместе с тем академик В. М. Глушков отмечает.

<sup>1</sup> В. Ф. Рубахин, А. Я. Филиппов. Психологические аспекты управления.

что автоматизация только так называемых рутинных задач (задачи по обработке плановой информации, учета, отчетности, оплаты труда и др.) не дает коренного эффекта в улучшении организационного управления. Эффект, связанный только с экономией управленческого труда, далеко не всегда оправдывает установку сложной и дорогостоящей электронно-вычислительной техники, поэтому для успешной работы АСУ необходимо проведение целого комплекса мероприятий организационного и экономического характера (изменение организационной структуры; уточнение принципов и порядка экономического стимулирования и т. п.), т. е. при создании АСУ надо руководствоваться так называемым принципом новых задач. Суть его состоит в том, чтобы не просто перекладывать на ЭВМ традиционно сложившиеся методы и приемы управления, а перестраивать их, используя большие возможности, которые дают эти машины.

Коллектив Московского Метростроя много упорно работает над изысканием и внедрением новых способов технологии сооружения метрополитена, индустриализации и механизации строительства, внедрением и распространением передовых методов труда, повышением скоростей проходки, ростом производительности труда, снижением себестоимости строительства, улучшением качества и т. д. и добился значительных технико-экономических результатов. Но быстрое развитие жилищного, промышленного и культурно-бытового строительства Москвы требует ускорения ввода в действие новых линий метрополитена, т. е. выполнения больших объемов работ, в основном, без увеличения численности коллектива рабочих и ИТР за счет повышения производительности труда, выявления неиспользованных резервов, коренного совершенствования организации управления строительством.

Одной из первоочередных наиболее эффективных задач является применение поточного строительства. Поточное строительство — это научный метод ритмичного строительного производства, основанный на равномерности и постоянстве загрузки рабочих, использовании материалов, технических ресурсов и выпуска готовой продукции. Потоки могут быть различных видов в зависимости от характера, объема, условий строительства объекта. Например, метод циклового потока (жилые здания с повторяющимися секциями, этажами); раздельного потока (строительство серии прокатных станоз на металлургических заводах); поточно-линейный метод (строительство железных и автомобильных дорог); долговременный непрерывный строительный поток, который охватывает широкие комплексы строящихся сооружений и зданий различного назначения и регулирует в течение продолжительного времени производственную деятельность крупных территориальных строительных генподрядных и субподрядных организаций. Последний метод наиболее соответствует условиям метроостроя.

Большой опыт применения долговременных непрерывных строительных потоков на многочисленных крупных стройках СССР подтверждает несомненные преимущества такой организации работ. По данным Главмосстроя и Главленинградстроя, дол-

современный поток при комплексной застройке жилых массивов обеспечивает сокращение продолжительности строительства в среднем на 50%, уменьшение трудоемкости работ на 25%, снижение стоимости на 5%.

Вопрос об организации потока и специализации строительно-монтажных организаций в метростроении поставлен много лет назад и неоднократно освещался в печати, но до сих пор не решен, так как создание проекта комплексного долговременного потока для такой организации, как Метрострой, строительное производство которого имеет свои специфические особенности (связь с работами многочисленных городских организаций, необходимость наличия проектной документации не менее, чем на три линии метрополитена и на несколько лет вперед) представляет сложную инженерную, организационную и финансово-экономическую задачу. Для выбора оптимального проектного решения необходимо отработать и сравнить большое число вариантов, поэтому точнее и быстрее можно решить эту задачу с помощью электронно-вычислительной техники.

Проекты долговременных непрерывных потоков по строительству уже разрабатываются с применением вычислительных машин для важнейших объектов горнорудной, металлургической, химической и других отраслей промышленности рядом специализированных институтов (Гипротис, Сибирское отделение АН СССР, НИИСП Госстроя УССР и др.).

В настоящее время при разработке проекта АСУ Метростроя необходимо предусмотреть организацию долговременного непрерывного поточного строительства.

У любой строительной организации имеются свои трудности. У Метростроя особенно трудные «узкие места» образуются в период пуска новых линий. Они не являются закономерностью технологического процесса, а вызываются несвоевременным выполнением сопутствующих работ городскими организациями (перекладка подземных инженерных коммуникаций, снос зданий и пр.), обеспеченностью проектной документацией, а также внутренними неувязками, образующимися в результате, например, несоответствия графика выпуска на заводах ЖБК блоков и деталей тоннельных обделок и подготовки фронта для их укладки. Создавать сверхнормативные запасы изделий для обеспечения пуска новых линий в установленные сроки ни заводы, ни СМУ не могут, так как эти запасы банком не финансируются. Бывают случаи когда детали в первую очередь завозят на второстепенные по срокам пуска объекты из-за вынужденной необходимости выполнения плана по валу, от которого зависит фонд зарплаты, производительность труда и другие плановые показатели. Чтобы исключить такие ненормальности, нужно прогнозировать образование возможных «узких мест» и заранее планировать их предупреждение. Это можно осуществить путем оптимизации оперативных плановых решений при помощи электронно-вычислительной техники АСУ.

Член-корреспондент АН СССР Д. Г. Жимерин, который руководит «генеральным штабом» ученых и разработчиков систем управления в Государст-

венном комитете Совета Министров СССР по науке и технике, считает, что «настоящая система управления, как отраслевая, так и предприятием, должна включить по меньшей мере три функции.

Первая — это сбор и обработка информации и выдача ее руководителю в преобразованном, синтезированном виде. То есть в таком, чтобы он мог видеть не вообще все процессы, протекающие в производстве, в отрасли, а именно те, которые относятся к его компетенции, его уровню руководства.

Вторая функция — это анализ полученной информации и выработка оптимальных решений, т. е. таких решений, которые позволяют оперативно не только исправить недостатки процесса, внести в него необходимые коррективы в связи с какими-то возникшими помехами, но и сделать все это наиболее рационально, экономически целесообразно.

Наконец, третья функция АСУ — прогнозирование, составление оптимальных планов на дальнейшую перспективу».

И еще: «Если система действительно не способна оптимизировать решения руководства, оперативные планы, то автоматизированной ее, конечно, назвать нельзя».

В проекте АСУ Мосметростроя разработчики должны предусмотреть выработку оптимальных оперативных плановых решений, прогнозирование возможных «узких мест» и меры для их предупреждения, т. е. предложить оптимальные варианты последовательности выполнения работ, наиболее рационального использования ресурсов, планирования комплексного снабжения строительства материалами и оборудованием, увязки по времени и объемам горных, строительных и специальных работ по замораживанию и водопонижению грунтов и т. д. с таким расчетом, чтобы сдать новые линии метрополитена в установленные планом сроки.

Принципиальным является установление признака, по которому сравнивается эффективность вариантов АСУ, т. е. выбор критерия оптимальности системы.

Критерием оптимальности автоматизированной системы управления для строительной организации является ввод объектов в эксплуатацию в установленные государственным планом сроки с наиболее эффективным использованием трудовых и материальных ресурсов и наименьших затрат денежных средств.

При решении вопроса о структурной схеме АСУ для Метростроя следует использовать накопленный опыт действующих АСУ, в частности, Главмостроя.

АСУ Главмостроя, которая называется «Управление планирования, контроля и регулирования строительства — АСУС», состоит из трех функциональных подсистем (рис. 2), причем центрально:



Рис. 2

место занимает подсистема контроля и регулирования.

Имеется очень мощная разветвленная диспетчерская связь: стационарные диспетчерские пункты на предприятиях, базах снабжения, базах механизации, автохозяйствах, в строительных и производственных управлениях; передвижные диспетчерские пункты в районах застройки и на отдельных крупных объектах. Все пункты соединяются с ВЦ АСУ автономной телефонной и телеграфной связью; системой радиосвязи и передачи кодированной информации от датчиков.

Учитывая положительный опыт Главмосстроя, целесообразно предусмотреть в структурной схеме Мосметростроя организацию функциональной подсистемы контроля и регулирования.

К мероприятиям, направленным на повышение эффективности управления, относится также внедрение комплексных сетевых графиков.

Принято считать, что сетевые графики являются основой планирования, организации работ и материально-технического обеспечения, оперативного управления и диспетчеризации и что внедрение АСУ возможно только при условии полного перевода строительных организаций на сетевое планирование и диспетчерское управление.

Оплата строительных работ производится банком по этапным или объектным сметам, независимо от сетевых графиков. Заказчик же, с одной стороны, помогает подрядчику выполнять сетевой график, который может быть составлен по этапам и объектам, но с другой — его, как и подрядчика, давит план по валу и он подписывает процентки по набору работ независимо от выполнения графика. Экономическое стимулирование за выполнение

этапов не производится и из графика не вытекает. Материально-техническое снабжение, увязанное с сетевым графиком строительства, но не согласованное с планом Главснаба Министерства, фактически не обеспечивает выполнение сетевого графика. Без комплексной увязки всех этих вопросов эффективность сетевого графика, который должен являться действенным средством управления и контроля, снижается, а то и вовсе сводится к нулю.

Таким образом, наряду с разработкой технического и математического обеспечения при проектировании АСУ Метростроя возникает задача дальнейшего изучения организационно-экономических вопросов использования вычислительной техники, имея в виду проведение в жизнь комплекса мероприятий организационного и экономического характера.

Отечественная и зарубежная практика показывает, что сформулировать новые задачи и требования к системе могут только руководители и работники организаций, для которых создается система, иначе ее разработка неизбежно приводит к приспособлению создаваемой АСУ к существующим структуре и методам управления, ориентации ее на рутинные задачи для обработки плановой и бухгалтерской информации и не дает ожидаемого эффекта.

Перед разработчиками АСУ Мосметростроя надо ставить новые задачи организационного, технического и экономического характера, чтобы обеспечить оптимальное, более эффективное функционирование строительной организации как единого целого и решать эти задачи необходимо комплексно при обязательном активном участии производственников — заказчиков системы.

## ПОДЗЕМНЫЙ ПЕРЕХОД — БРИГАДНЫМ ПОДРЯДОМ

Ф. КУРБАНОВ, главный инженер Бактоннельстроя;  
Ю. ПАРХОМЕИКО, старший инженер Московской НИС  
Оргтрансстроя

**Н**ОВУЮ форму хозяйственного расчета — бригадный подряд по методу Н. Злобина — применили на строительстве городского подземного перехода в Баку.

Переход длиной 28 м через Коммунистическую улицу расположен в центральной части города (см. рисунок) с интенсивным транспортным движением, которое на время строительства пришлось закрыть. В целях ускорения работ в СМУ-771 Бактоннельстроя была создана комплексная бригада из 15 человек (бригадир Г. Абдуллаев), с которой 1 октября 1973 г. заключен подрядный договор на строительство перехода до 5 ноября 1973 г. В дальнейшем этот срок был перенесен на 15 декабря того же года с внесением в проект дополнительных объемов земляных и каменных работ, вызванных

необходимостью конструктивного усиления основания перехода.

Комплексная бригада состояла из двух каменщиков, арматурщика, трех бетонщиков, пяти плотников, монтажника и трех подсобных рабочих. По квалификационному составу в бригаду входили: рабочие шестого разряда — 1, пятого разряда — 3, четвертого разряда — 5, третьего — 3 и второго — 3 человека.

Сметная стоимость сдаваемых по бригадному подряду работ составляла 47 884 руб., сумма заработной платы 3993,6 руб. При выполнении бригадой подряда в установленный договором срок — 15 декабря, начислялась премия в размере 40% от суммы заработной платы или 1597,4 руб.

Виды и объемы выполненных бригадой работ, а также их стоимость приведены в табл. 1.

Таблица 1

Наименование работ	Единица измерения	Количество	Сметная стоимость работ, руб.	В том числе заработная плата, руб.	Трудовые затраты, чел.-час.
Земляные	м <sup>3</sup>	1393	1441	678—83	731
Крепление котлована	м <sup>2</sup>	352	1090	201—00	214
Бетонные	м <sup>3</sup>	361	11250	426—20	441
Гидроизоляционные	м <sup>2</sup>	878	5200	410—20	523
Арматурные	т	16	—	687—25	610
Каменные	м <sup>3</sup>	184	5095	395—32	301
Монтаж сборных железобетонных конструкций	м <sup>3</sup>	147	19494	273—00	201
Плотнично-опалубочные	—	—	—	211—20	290
Прочие	руб.	—	4321	710—00	911
Итого:	—	—	47884	3993—00	4182

Примечание: Стоимость арматурных и плотничных работ включена в сметную стоимость монолитного бетона и железобетона.

Как видно из таблицы, наиболее трудоемкими являются земляные, гидроизоляционные, арматурные и вспомогательные работы (погрузочно-разгрузочные и транспортные на территории строительной площадки).

Сборные железобетонные конструкции монтировались автокраном грузоподъемностью 16 т, закрепленным за бригадой. Для гидроизоляции сооружения применяли рулонный материал — стеклобит. Основные объемы земляных работ — разработку грунта в котловане — вели до начала работ по бригадному подряду. Отделочные и облицовочные работы выполняла субподрядная организация, которая с договорными обязательствами бригады не связана.

Участок строительства перехода был обеспечен всей необходимой технической документацией (проектами, сметами, рабочими чертежами). Бригаде выдали на руки договор, а также график и калькуляцию на все виды выполняемых работ с указанием их стоимости.

Московской НИС Оргтрансстрой в ноябре 1973 г. проведены пять полносменных наблюдений на строительстве подземного перехода и составлены фотографии рабочего дня. Наблюдения проводили с целью выявления затрат труда бригадой на отдельные виды работ, уплотненности рабочего дня, а также потерь рабочего времени по разным причинам. Данные наблюдений с предложениями были вручены руководству СМУ-771.

Таблица 2

Дата наблюдения (смена с 8 до 16 час)	Число работающих	Прозволенные затраты времени, чел.-час.	Потери рабочего времени						Выполнение норм, %
			чел. мин.	%	в том числе из-за				
					отсутствия материалов	нарушения дисциплины	необеспеченности фронта работ	несвоевременности указания технадзора	
11/XI	9	4026	274	6,8	184	90	—	—	112
12/XI	10	3188	946	29,0	323	—	618	—	96
13/XI	11	4026	279	6,9	184	95	—	—	108
27/XI	12	4229	811	19,2	270	70	471	—	101
28/XI	14	4754	1126	23,7	691	—	229	206	98
Итого	—	20223	3436	17	1657	255	1318	206	103

Из таблицы 2 видно, что средние потери рабочего времени в бригаде составляли 17%.

Наиболее значительные потери времени происходили из-за несвоевременной доставки материалов (8,2%, в основном бетона), плохой организации работ — 7,8%, неисправности механизмов и др. Срывы сроков поставки бетона были вызваны плохой организацией автотранспорта и перебоями в снабжении заводом ЖБК.

Фактическая себестоимость строительства по статье «Эксплуатация машин и механизмов» превысила сметную и плановую себестоимость, что объясняется неточностью учета фактических затрат, так как имелись простои из-за неисправности механизмов. Это подтвердили и нормативные исследования использования механизмов.

По материалам и заработной плате получена экономия. Основные технико-экономические показатели строительства перехода, завершено в установленном сроке — с 1 октября по 15 декабря 1973 г., приведены в табл. 3.

Таблица 3

Наименование показателей	Единица измерения	По нормам	Фактические
Затраты труда на объемы работ, выполненные бригадой	чел.-дни	495	355
Сокращение затрат труда	—	—	60
Планово-расчетная стоимость работ	тыс. руб.	47,8	47,8
Выработка в среднем на 1 рабочего	руб.	100	112,5
Размер премии от сверхплановой прибыли	%	6,5	10,8
Сумма премии	тыс. руб.	1,6	1,6

Несмотря на имеющиеся недостатки при сооружении подземного пешеходного перехода, достигнуто снижение трудовых затрат и повышение производительности труда. Накопленный СМУ-771 опыт применения новой формы хозяйственного расчета позволит использовать преимущества метода участкового подряда и на других объектах. Но необходимо создать материальную заинтересованность завода ЖБК и автобазы в ускорении строительства, а также не допускать перебоев в материально-техническом снабжении и простоев механизмов.



# В АВАНГАРДЕ СОРЕВНОВАНИЯ ЗА РАЗВИТИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО ПРОГРЕССА

## ИНИЦИАТИВА ПЛЮС ТВОРЧЕСТВО

Рассказывает секретарь партийной организации  
СМУ-3 В. Нязев:

— При строительстве каждой новой линии метрополитена возникают свои сложности. Они связаны с гидрогеологией, с пересечением водных преград, с перекладками подземных коммуникаций... Как правило, сложными считаются и участки трассы, которые проходят под железнодорожными путями. А таких участков немало. Третько на Краснопресненском радиусе в двух местах тоннели проходят под железной дорогой.

В проектах обычно предусматривается перекладка железнодорожных путей. Это вызывает удорожание стоимости строительства, увеличивает сроки проходки.

В нашем коллективе Строительно-монтажного управления № 3 родилась инициатива проходки тоннелей под железной дорогой без перекладки путей. Первый опыт был сделан 10 лет назад при сооружении тоннелей продолжения Горьковского радиуса между станциями «Сокол» — «Войковская».

С каждым годом этот способ совершенствуется. В 1969 г. при строительстве багажного тоннеля Московской железной дороги мы использовали метод продавливания. В проекте же предусматривалось сооружение тоннеля открытым способом. Метод продавливания оказался очень эффективным.

Поскольку у коллектива СМУ-3 уже есть опыт проходки под железной дорогой, нам и поручают такие участки трассы.

На первой очереди Краснопресненского радиуса мы построили тоннели под самым грузонапряженным участком Московского окружного отделения железной дороги. Проходка велась в напряженные летние месяцы, когда составы шли один за другим. Была и еще одна сложность. Обычно тоннели пересекали железную дорогу под углом 90°, а на этом участке они проходили по отношению к оси пути под углом 15°, что увеличило их протяженность до 160 м. Проходка производилась в течение месяца.

По проекту в данном случае предусматривалось химическое закрепление грунтов. Мы же обошлись без этого, вели шитовую проходку и сэкономили 223 тыс. руб. Просадки поверхности были в пределах нормы.

В 1973 г. на второй очереди Краснопресненского радиуса вашему коллективу опять предстояло построить тоннели под железнодорожными путями Рижского направления. На этот раз в проекте был заложен метод продавливания. Наши специалисты подошли к работе творчески, и, учитывая местные условия, отказались от своего же метода. Была внедрена шитовая проходка, но щит использовали более совершенной конструкции, с дополнительными перегородками. Тоннели пере-

секали восемь путей, из них два — главных. Эта работа уже закончена. И экономический эффект налицо — сэкономлено 0,5 млн. руб.

Кому же принадлежит инициатива во всех этих творческих поисках? Кто с энтузиазмом берется за внедрение нового? Прежде всего коммунисты нашего СМУ. Им принадлежит основная, мобилизующая и организационная роль.

Большую творческую работу проводят коммунисты: начальник СМУ К. Н. Крюков, начальник ПТО С. И. Миллерман, гл. инженер В. А. Бессолов. В решении сложных технических проблем всегда участвуют начальники участков коммунисты Р. И. Касапов и А. Г. Маноюков, партгрупорг механик Н. И. Сериков.

Во время проходки под железной дорогой работа осуществляется по скользящему графику. Четыре бригады работают круглосуточно. Регулярно проводятся собрания партийных групп. Итоги работы подводятся каждый день. Все это дает положительные результаты.

Вместе с опытными бригадами в забой направляем и молодые. Так, с бригадами коммуниста И. Частова, беспартийных И. Томила и И. Соловьева, у которых уже есть опыт проходки под железной дорогой, работают и учатся у них бригады коммуниста В. Мясникова и беспартийного В. Колба.

Роль коммунистов сказывается во всем. На коммунистов равняются остальные. Я не могу не назвать здесь бригады монтажников Ю. Шуленина и Н. Васильева. Это они монтируют у нас в СМУ горное оборудование, щиты, блокоукладчики... А Васильев сам и монтирует щит, и ведет его.

В 1973 г. работники нашего управления внедрились 64 рационализаторских предложения. А экономический эффект составил 475 тыс. руб.

## ВОСПИТАНИЕ ПРИМЕРОМ

Рассказывает секретарь партбюро СМУ-6  
И. Бучинский:

— На строительстве станции метро «Кузнецкий мост» работает бригада проходчиков, которую возглавляет коммунист, заслуженный строитель РСФСР Илья Иванович Шепелев.

Сейчас под руководством этого бригадира трудится 45 человек. И. Шепелев сам инициатор создания большой комплексной бригады из трех звеньев. На первой очереди Краснопресненского радиуса комплексная бригада построила 700 пог. м тоннелей. Причем проходка велась в сложных условиях, но была закончена в рекордно короткие сроки. Во главе всех трех звеньев в этом коллективе были коммунисты.

Когда начала распространяться новая форма социалистического соревнования — бригадный подряд, Шепелев первым не только на Метрострое, а и в системе транспортного строительства начал работать по методу зеленоградского строителя Н. А. Злобина.

Занимаясь в кружке по изучению основ экономических знаний, коммунисты И. Шепелев, В. Крутицкий, И. Ерошин заинтересовались бригадным подрядом. Знали, что будут трудности — перебои в снабжении, сложности в расчетах — и все-таки охотно взялись за новое дело.

В 1973 г. бригаде И. Шепелева поручили строительство пересадочного узла между станциями метро «Лузнецкий мост» — «Дзержинская». По графику бригада должна была выполнить задание за 13 месяцев, а закончила за 9 с половиной.

По инициативе коммунистов на участке была организована школа коммунистического труда по изучению экономических знаний, в которой занимается бригада И. Шепелева. Теперь уже всем интересно знать не только о бригадном подряде, а и вообще о хозяйственном расчете, о фонде предприятия, о том, как он распределяется... Труд стал более творческим, рабочие больше стали проявлять смекалки, технической выдумки, самостоятельности.

Коммунисты были инициаторами овладения смежными профессиями. И сейчас каждый проходчик этой бригады может быть и монтажником, и чеканщиком, и бетонщиком...

За последний год поступило много интересных предложений, которые помогали выполнить работу быстрее и с меньшими трудовыми затратами. Например, для удобства разворота вагонетки с породой в узкой шахтной выработке смастерили поворотный круг; для подачи в шахту металла вместо лебедки использовали тельфер; с помощью сжатого воздуха подавали в шахту бетон и т. д.

Самое ценное, что в разработке этих предложений участвует вся бригада. Каждый уверен, что успех зависит от них самих, от их желаний и способностей.

Работая по методу бригадного подряда, бригада И. Шепелева выполнила в 1973 г. работ на сумму 434 тыс. руб., что на 45 тыс. руб. больше, чем по плану. Выработка на одного работающего превысила здесь плановую на 105 руб. А фонд строительного управления от бригады поступило 1 тыс. руб. плановой прибыли и 22 тыс. сверхплановой.

## НАШИ ТЕХНИЧЕСКИЕ НОВШЕСТВА

Рассказывает инженер СМУ-7 А. Щербина:

— Для дальнейшего развития технического прогресса нашим коллективом сделано немало. Творческая мысль инженеров в содружестве с рабочей смекалкой, самоотверженностью, опытом, настойчивостью всегда приносит свои плоды. И я с гордостью могу сказать, что многие интересные начинания родились именно в нашем управлении и от нас уже получили путевку в жизнь.

Говоря о творческой работе всего коллектива СМУ, нельзя не сказать о коммунисте, начальнике производственного отдела Борисе Ильиче Альперовиче, который принимает самое активное участие в разработке технических предложений, новой технологии, во внедрении новой техники.

Прежде всего была разработана конструкция железобетонной обделки перегонных тоннелей с металлическим экраном.

Три кольца этой обделки изготовлены и установлены в перегонных тоннелях у станции «Пушкинская». В ЦНИИСе были проведены испытания, и они показали высокую прочность конструкции.

Нельзя не отметить большую работу коллектива СМУ по освоению проходки перегонных тоннелей в песках щитом с рассекающими перегородками.

В семидесятых годах внедрены обделки перегонных тоннелей с плоским лотком. За эту работу Б. И. Альперович получил бронзовую медаль ВДНХ.

На станции «Пушкинская» применена конструкция обделки колонного типа с плоским железобетонным лотком, покрытым чугунными гидроизолирующими плитами. Общая экономия металла, при условии, что лотковый и боковой блок — плоские, составит 850 т. Кроме того, на 220 м<sup>3</sup> уменьшится расход лесоматериалов, а экономия в трудозатратах достигнет 2700 чел.-дней. Сметная же стоимость строительства станции снизится на 100 тыс. руб.

Если в разработке плоского лоткового блока принимали участие только инженеры СМУ-7, то плоский боковой блок разработан совместно с Метротрансом.

Блоки плоского лотка и бокового блока для станции «Пушкинская» изготавливаются в цехе СМУ-7 под руководством начальника смены коммуниста А. М. Новикова, который работает на Метрострое с 1934 г. и участвовал в строительстве многих станций.

В цехе изготавливают в среднем по 70—80 блоков в месяц. Всего уже сделано более тысячи блоков. Очень удачным по производительности был январь этого года — 120 блоков. И в этом большая заслуга бригады слесарей-монтажников механического цеха, которой руководит Н. Г. Бакушкин.

Из последних интересных работ в области технического прогресса можно назвать такие, как усовершенствование конструкций верхнего вентиляционного узла, нижнего совмещенного вентузла шахты, проходка ствола шахты методом задавливания вместо замораживания и т. д.

## РЕЗУЛЬТАТ РАЦИОНАЛИЗАЦИИ

Рассказывает механик СМУ-9 О. Катаманни:

— Внедрение в производство прогрессивных передовых методов труда и новой техники постоянно находится в центре внимания коллектива коммунистического труда строительного управления.

По предложениям наших рационализаторов изготовлены и внедрены многие приспособления и усовершенствования строительной техники. В каждом случае рационализация позволила улучшить условия труда и технику безопасности, повысить качество ремонта, сократить трудоемкость и себестоимость работ, механизировать отдельные процессы ремонта, ликвидировать простои.

Коллектив осуществляет тесное сотрудничество с научно-исследовательскими институтами. Это дает возможность своевременно внедрять в производство все новое, что созда-

ется промышленностью, правильно решать технические вопросы, способствует росту технической культуры.

В частности, в тесном содружестве с институтом ВНИИ-Стройдормаш работники СМУ-9 испытывают опытные образцы высокопроизводительного электровибромолота С-467М и шпунтовывдергивателя В-1-592.

Кроме того, в содружестве с институтом оснований и подземных сооружений осуществляются работы по искусственному закреплению грунтов способом силикатизации и синтетическими смолами.

Большое участие в решении вопросов научно-технического прогресса принимает механик участка коммунист А. Морозов. Он постоянно ищет резервы для повышения производительности труда и улучшения условий работы механизаторов. Например, им сконструирован, а ремонтниками участка ППР изготовлен прицеп-тяжеловоз с низкой посадкой, грузоподъемностью 60 т. На таком прицепе можно перевозить высокобаритные и большегрузные краны и экскаваторы. Подобных средств перевозки строительных машин промышленность не выпускает.

А. Морозов сконструировал и изготовил устройство для забивки иньекторов при химическом закреплении грунтов на базе экскаватора ЭО-2621, а также приспособление для извлечения иньекторов с целью повторного их использования.

К решению вопросов, связанных с научно-техническим прогрессом, коммунист А. Морозов привлекает всех слесарей. Вместе с ним работают газосварщик (он же пюфер автомашины «Техпомощь») Л. Кутьев и слесарь А. Капустин.

Машинисты копровых установок коммунисты И. Латышев, А. Потемкин и А. Монаков принимали активное участие в совершенствовании средств забивки и извлечения свай — вибромолота С-467М и шпунтовывдергивателя В-1-592. Вместе с ними активное участие во внедрении нового принимали слесарь В. Лапиев и бригадир электрорегулирующего цеха Д. Кабочкин.

Коммунист механик участка А. Дахно сконструировал и изготовил стенд для отмеривания и отрезания тросов к строительным машинам. Он же предложил универсальный наголовник — шабот к трубчатым дизель-молотам...

А сколько интересных рационализаторских предложений у начальника участка плано-предупредительного ремонта И. Флюкса. Им сконструированы и изготовлены на базе автомашины МАЗ-503 лесовоз с механизированным боковым опрокидывателем, который используется для разгрузки металлических двутавровых балок, шпунта, а также длинномерного сортового металла без автокрана; стенд для демонтажа и монтажа шин строительных машин и автомобилей; стенд для ремонта муфт сцепления автомобилей; комплекс автомашин и

оборудования для проведения профилактических ремонтов строительных машин на объектах.

Внедрение всего нового и прогрессивного в производство делает нашу работу интересной, творческой.

## ПЕРВЫЙ ОПЫТ

Рассказывает бригадир СУ-702 коммунист  
И. Стефанков:

— Моя бригада строила девятиэтажный шестисекционный крупнопанельный дом в метрогородке Лось. Дом этот необычен тем, что строили его по методу бригадного подряда.

Между администрацией СУ-702 и бригадой был заключен договор, по которому бригада должна закончить монтаж десяти этажей к 31 марта этого года. Строители в своих обязательствах сократили этот срок до 28 марта. И все это время работали с опережением графика на 5—6 дней.

Чувствуем ли мы разницу в работе прежде и теперь? Несомненно! Мы боремся за каждую минуту. Считаем себя на стройке хозяевами, заинтересованными во всем. И хотя работаем по новому методу всего несколько месяцев — налицо его преимущества.

Инициаторами работы по методу Н. А. Злобина были коммунисты нашего СМУ — гл. инженер Г. Степанов и начальник участка А. Чуев. И это действительно эффективный метод.

В ежедневном графике учета монтажа панелей мы представляли результаты работы каждой смены. Обычно за день монтировали 50—60, а бывали такие смены, когда устанавливаем до 74 элементов.

За счет чего?

Бригада из 25 человек была разделена на звенья, в каждом из которых два монтажника и стропальщик. К звену прикрепляли сварщика, строго определяли место работы и сменное задание.

Бригада комплексная. Здесь есть плотники, каменщики, бетонщики. Но каждый прежде всего — монтажник. А смежные профессии просто помогают в работе.

Есть у нас и определенная специализация. Например, монтаж фасада — наиболее сложную работу — поручаем звеньям А. Маркина и А. Фокина. А вот монтаж лестничных маршей — тоже нелегкую операцию — выполняет звено А. Иванова.

Раздел подготовила Б. БУХАРИНА



На снимке: бригада проходчиков С. Воронина Ташкентского метростроя в момент радостного события — первой сбойки в перегонном тоннеле протяженностью почти 1800 метров, соединившим станции «Чилаизар» и «Им. Сабир Рахимова».

## С ПЛОСКИМИ ЛОТКАМИ, БЕЗ УСТРОЙСТВА ОБРАТНЫХ СВОДОВ

А. ДАУШВИЛИ, доктор техн. наук;  
Д. ДЖИНЧАРАДЗЕ, А. КУРИСЬКО,  
кандидаты техн. наук

ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ сооружений Тбилисского метрополитена на участках его глубокого заложения учет гидростатического давления предопределил замкнутое очертание обделок перегонных тоннелей, станций и вспомогательных конструкций — круговое или коробовое с обязательным устройством обратного свода. На рис. 1 а, б, в даны типы обделок станций, перегонного тоннеля и наклонного хода, получившие наибольшее распространение в местных условиях строительства. Гидростатическое давление принималось равномерно распределенным по наружному контуру обделки.

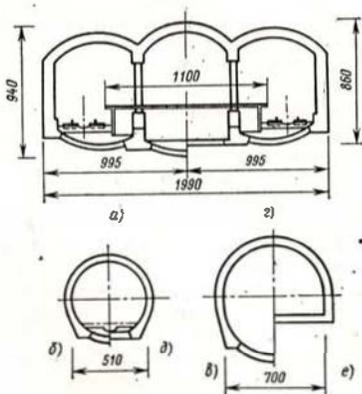


Рис. 1. Конструкции обделок:

а — криволинейных сводов; б, в — перегонного тоннеля; г, е — наклонного хода; з — плоский лоток

Такая расчетная схема, предложенная Метрогипротрансом, применяется до настоящего времени (рис. 2, а).

Учитывая, однако, что на поверхности выработки количество трещин незначи-

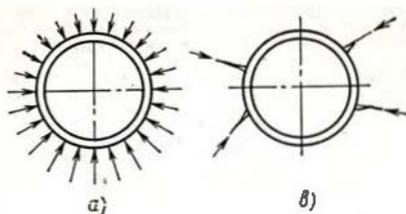


Рис. 2. Схемы гидростатического давления:

а — сплошное давление на обделку; б — давление на обделку по трещинам в скале

тельно, авторами статьи было высказано предположение, что в условиях Тбилисского метрополитена гидростатическое давление будет наблюдаться не по всей поверхности обделки, а только на ее части, определяемой зоной трещиноватости (рис. 2, б). Такая схема справедлива в том случае, если на остальной части конструкции существует сцепление между породой и обделкой.

В целях выяснения правомерности нового предположения, отделением «Метро и тоннели» Кавгипротранса и кафедрой «Тоннели и метрополитены» ГПИ им. В. И. Ленина проведены исследования в скальных выработках Тбилисского метрополитена.

Было установлено, что величина гидростатического давления по трещинам на уровне головки рельса метрополитена для различных участков трассы колеблется от 0,4 до 1 атм. Тщательное обследование поверхностей опытных выработок показало, что площадь трещин не превышает 3—4% площади выработки. Величина сцепления между монолитным бетоном марки 300 и скальной породой превышает 1 кг/см<sup>2</sup>.

Результаты исследований позволили запроектировать и внедрить на участке правого перегонного тоннеля между станциями «Пл. Руставели» и «Пл. Ленина» обделку из монолитного бетона кругового очертания с плоским лотком толщиной: 20 см (рис. 1, д). Кроме того, плоские лотки вместо круговых сводов были применены в среднем станционном тоннеле ст. «Пл. Руставели» (рис. 1, з) и наклонном ходе ст. «Вокзальная» (рис. 1, е). Обделка с плоским лотком возведена и эксплуатируется уже более 5 лет без каких-либо признаков деформаций, что свидетельствует о правильности принятых расчетных предпосылок в отношении гидростатического давления.

Применение плоских лотков взамен круговых обратных сводов позволяет значительно упростить производство, снизить трудозатраты и уменьшить объемы строительных работ. Общая экономия на 1 км двухлутных перегонных тоннелей составляет 100 тыс. рублей.

Другим примером экономической эффективности применения плоских лотков может служить односводчатая станция «Политехнический институт», вместо ранее запроектированной трехсводчатой. Здесь удалось сэкономить более 1000 м<sup>3</sup> бетона.

Данные исследования, проектных работ и эксплуатации позволяют сделать вывод, что подземные сооружения Тбилисского метрополитена глубокого заложения при условии расположения в скальных породах и выполнения из монолитного бетона, могут проектироваться с плоскими лотками без устройства обратных сводов.

# СООРУЖЕНИЕ МНОГОСВОДЧАТОЙ СТАНЦИИ И ВЕЛИЧИНЫ СМЕЩЕНИЯ ПОРОД

Результаты натурных исследований деформативного состояния массива пород при сооружении многосводчатой станции метрополитена глубокого заложения с учетом процесса развития осадок поверхности в ходе производства работ дают возможность оценить характер распределения нагрузок на несущие конструкции.

**В ПРОЦЕССЕ** сооружения многосводчатой станции Московского метрополитена в карбонных глинах и известняках буровзрывным способом с предварительной проходкой пилот-тоннелей получены величины перемещений сводов обделок и налегающей карбонной толщи горных пород.

Эксперименты проводились на измерительных участках в пилот-тоннелях и боковых тоннелях.

На первом этапе определялись перемещения массива пород и свода обделки пилот-тоннелей при раскрытии боковой выработки на полный профиль (рис. 1).

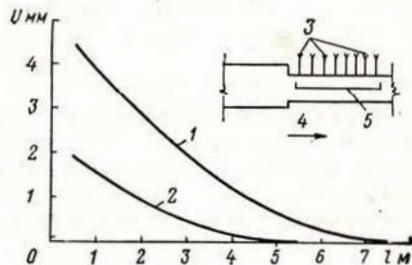


Рис. 1. Графики перемещений массива пород и свода обделки пилот-тоннеля при раскрытии боковой выработки:

1 — перемещения шельги свода пилот-тоннеля относительно перемещений массива пород; 2 — абсолютные перемещения шельги свода пилот-тоннеля; 3 — измерительные анкера; 4 — датчики забоя бокового тоннеля; 5 — леса измерительного участка

Затем устанавливались величины смещения пород и сводов боковых станционных тоннелей при сооружении среднего зала (рис. 2, 3).

Для измерения вертикальных перемещений сводов обделок впервые применялся прибор — НШТ-1 — шланговый нивелир системы ВНИИ.

Для определения вертикальных перемещений массива налегающих пород относительно перемещений свода обделки применялись специальные глубинные анкеры, устанавливаемые в скважины, пробуренные через отверстия в тубингах для нагнетания раствора за обделку. Анкеры, изолированные по всей длине от контакта с чистым цементным раствором нагнетания, и тубинги свода выработок были оборудованы специальными маяками, на которые для производства измерений

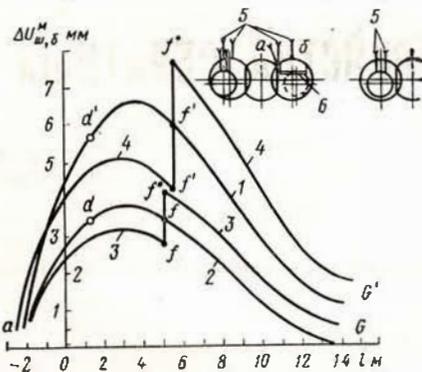


Рис. 2. Приращения перемещений массива пород и свода бокового станционного тоннеля при сооружении среднего зала: 1 — абсолютные приращения перемещений боковых участков свода; 2 — то же, на замковых точках шельги свода; 3 — абсолютные приращения перемещений массива пород над замковыми точками шельги свода; 4 — то же, над боковыми участками свода; 5 — измерительные анкеры; 6 — леса измерительного участка; а — измерения над колонной и просамми; б — измерения над шельгой свода

устанавливались в одних случаях стационарные, в других — съемные индикаторные приборы.

Каждая исследуемая точка на соответствующих кольцах тоннелей (от 6 до 10 на каждом участке) последовательно измерялась на всех наблюдательных пунктах в течение всего периода производства работ. Скорость продвижения забоев станционных тоннелей на исследуемых участках была, в основном, постоянной. Средняя квадратическая ошибка отсчета по шкале пьезометра НШТ-1 не превосходила  $\pm 0,2$  мм.

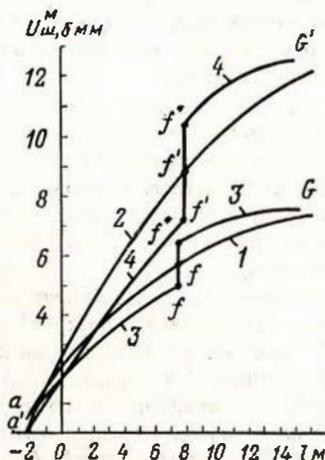


Рис. 3. Перемещения массива пород и свода бокового станционного тоннеля: 1 — абсолютные перемещения точек шельги свода; 2 — то же, боковых участков свода; 3 — абсолютные перемещения массива пород над шельгой свода; 4 — то же, над боковыми участками свода

Г. БАЛАНДЮК, инженер

Результаты аппроксимировались с помощью многочленов некоторой степени  $N$ . Были получены величины вертикальных перемещений налегающего несущего слоя и оценивались зависимости их от положения движущихся забоев.

Измерения показали, что шельга свода пилот-тоннеля смещается вверх, начиная с расстояния 2,5—1,5 м от исследуемой точки до приближающегося забоя бокового станционного тоннеля. Горизонтальный диаметр пилот-тоннеля уменьшается в 2,5 м от приближающегося забоя. Величины максимальных перемещений шельги свода пилот-тоннеля относительно нижнего слоя пород (см. рис. 1, кривая 1) в 2,5 раза больше абсолютных вертикальных перемещений шельги (см. рис. 1, кривая 2).

Процесс опускания свода бокового тоннеля начинается, когда забой среднего зала не доходит до исследуемой точки на 2 м (см. рис. 2). Затем свод интенсивно опускается, и зона максимальных приращений сдвижений находится на расстоянии от 1,5 до 6 м от пройденного забоя среднего тоннеля. Далее скорость перемещений свода уменьшается и они затухают при удалении забоя на 14 м. При этом абсолютные величины максимальных приращений перемещений точек, расположенных в боковых местах свода непосредственно над колонной и перемычкой — по второй серии измерений (см. рис. кривая 1) — в 1,8 раза больше соответствующих величин по точкам на замковых тубингах шельги свода (см. рис. 2, кривая 2).

Были определены зависимости приращений (см. рис. 2, кривая 3) полных перемещений пород над шельгой сводов (см. рис. 3, кривая 3) и над боковыми его участками — над колонной и перемычкой станции (см. рис. 2, кривая 4 и рис. 3, кривая 4). Полученные данные позволяют выявить деформативное состояние массива пород, налегающих на конструкцию станции. На первом этапе ее сооружения при приближении забоя бокового тоннеля в зоне над сводом пилот-тоннеля происходят деформации вынуждающей толщи пород. Шельга обделки последнего перемещается вверх, а горизонтальный диаметр уменьшается.

На втором этапе возведения основных конструкций продвижение забоев средних тоннелей вызывает перераспределение напряженно-деформированного состояния массива. Вначале приходит в движение близлежащий к обделке бокового тоннеля нарушающий оконтуривающий слой (см. рис. 2, 3, участки — а — f; а' — f'). В результате сдвижения налегающего слоя происходят деформа-

ции элементов обделки: свод начинает перемещаться вместе с налегающим слоем пород в момент, когда забой среднего тоннеля не доходит 2 м до рассматриваемой плоскости. Максимальные приращения перемещений свода возникают при расстоянии от забоя среднего тоннеля, равном от 1,5 до 6 м (см. рис. 2, участки  $d - f$ ;  $d^1 - f^1$ ). При этом на-

легающий слой массива пород перемещается вниз медленнее свода обделки (см. рис. 2, 3, участки  $a - f$ ), как бы зависая над «уходящим» забоем.

При удалении забоя среднего тоннеля на 6 м скорость перемещения массива пород превышает скорость сдвижения свода обделки. Начинается стадия интенсивного перемещения массива, как бы

мгновенный сдвиг (см. рис. 2, 3, участки  $f - f^*$  и  $f^1 - f^{1*}$ ), после чего происходит пластическое движение породы (см. рис. 2, 3, участки  $f^* - G$  и  $f^{1*} - G^1$ ). Несущий слой массива коренных пород опускается быстрее конструкции.

По мере удаления забоя среднего тоннеля смещения массива постепенно уменьшаются.

## СБОРНАЯ ОБДЕЛКА БЕЗ СВЯЗЕЙ

Ю. МУРОМЦЕВ, инженер

ПРИ ПРОХОДКЕ перегонных тоннелей с помощью щитов и блокоукладчиков на различной глубине и в различных грунтах применяется сборная железобетонная обделка из блоков сплошного или ребристого сечения с цилиндрическими продольными стыками без связей растяжения (рис. 1).



Рис. 1

Конструктивные особенности такой обделки обуславливают ее высокую несущую способность по прочности и трещиностойкости.

Особенно широкое распространение эта обделка получила при сооружении тоннелей щитовым способом на малой глубине, так как в этом случае удается в значительной степени достичь преимуществ метрополитенов глубокого заложения: исключить раскрытие поверхности земли. Однако если максимальная глубина, на которой возможно применение этой обделки, может быть определена путем ее расчета на прочность и водонепроницаемость, то минимальная глубина заложения до последнего времени оставалась величиной неопределенной.

При малых глубинах заложения тоннелей со сборной железобетонной обделкой без связей первоначальное значение приобретает не прочность и водонепроницаемость конструкции, а устойчивость ее формы.

При определении границ применения такой обделки перегонных тоннелей закрытого способа работ необходима проверка ее устойчивости против выпучивания в горизонтальном или вертикальном направлениях. Потеря устойчивости обделки может произойти при малой глубине заложения (от шельфы до поверхности земли), недостаточной для возникновения сил отпора со стороны породы, противодействующих выпучиванию конструкции. Опасность выпучивания обделки увеличивается также при определенном расположении временной нагрузки на поверхности земли. Горизонтальному выпучиванию способствует расположение временной нагрузки непосредственно над тоннелем (рис. 2, схема 1), вертикальному — по обе стороны от него (см. рис. 2, схема 2) либо с одной стороны (см. рис. 2, схема 3).

В конструкторском отделе Метрогипротранса проведен анализ условий обеспечения устойчивости обделки, выполнены расчеты, в-

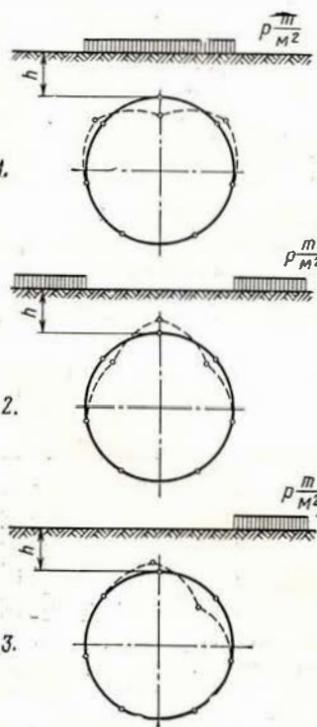


Рис. 2

ведены формулы и составлены графики, позволяющие без проведения дополнительных вычислений определять минимальную глубину заложения тоннелей со сборной железобетонной обделкой без связей в различных грунтовых условиях. При этой глубине обеспечивается устойчивость обделки против выпучивания при наиболее невыгодном расположении временной нагрузки на поверхности земли.

Принимается, что собственные деформации блоков обделки от изгиба и сжатия малы и не оказывают влияния на распределение усилий и деформации кольца в целом. Поэтому эти деформации в расчетах не учитываются.

Рассматриваются три основные схемы возможного расположения нагрузки на поверхности по отношению к тоннелю (см. рис. 2).

Вывод формул для определения минимальной глубины заложения тоннеля производится следующим образом.

Для схемы 2, например, наиболее вероятно вертикальное выпучивание обделки, следовательно условием ее устойчивости будет положительное значение вертикальной составляющей  $P_0$  опорной реакции в точке 0 трехшарнирной арки 0—1—2 (рис. 3), т. е.

$$P_0 \geq 0.$$

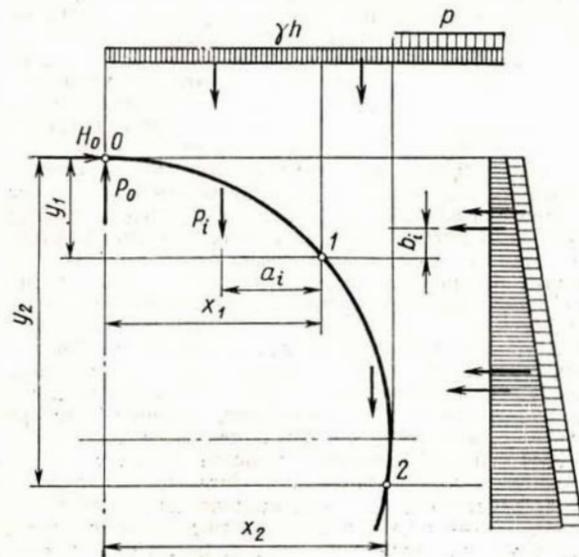


Рис. 3

Для определения  $P_0$  используем два уравнения равновесия (суммы моментов всех сил, расположенных слева от шарниров 1 и 2):

$$\sum M_1^{лев} = 0; \text{ и } \sum M_2^{лев} = 0;$$

откуда получаем:

$$P_0 = \frac{y_2 \cdot \sum P_i a_i - y_1 \cdot \sum P_i b_i}{x_1 y_2 - x_2 y_1}.$$

Подставив в эту формулу значения нагрузок  $P_t$ , выраженные через толщину слоя грунта  $h$ , его объемный вес  $\gamma$  и угол внутреннего трения  $\varphi$ , величину нагрузки на поверхности  $P$  и характеристики блоков обделки, получим следующую зависимость для глубины заложения тоннеля:

$$t = f(P, \gamma, \varphi).$$

При схемах расположения нагрузки в соответствии с рис. 2 выведены следующие формулы для определения минимальной глубины заложения тоннеля (см. таблицу).

Схема	Минимальная глубина
1	$\frac{1,5 p + 0,75 - 1,8 m \gamma}{\gamma (m - 1,5)}$
2	$\frac{n (p + 1,4 \gamma) - 0,5}{\gamma (1 - n)}$
3	$\frac{n p + \gamma (1,1 n - 0,1 m) - 1,3}{\gamma (2,3 + 0,3 m - n)}$

В этих формулах

$$m = 1g^2 \left( 45 + \frac{\varphi}{2} \right);$$

$$n = \operatorname{tg}^2 \left( 45 - \frac{\varphi}{2} \right).$$

При выводе приведенных в таблице формул не учитываются наличие внутреннего трения и сцепления в грунте над тоннелем, а также распространение на большую ширину действия нагрузки, приложенной на поверхности земли, что привело бы к некоторому уменьшению минимальной глубины заложения тоннелей. Неучет этих факторов обеспечивает дополнительный запас устойчивости обделок.

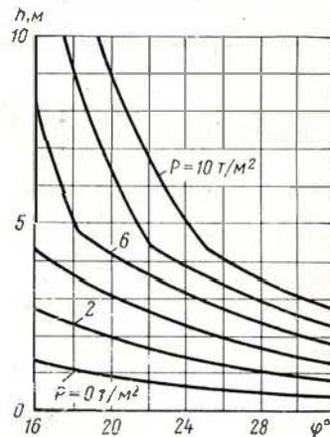


Рис. 4

На основании анализа расчетов по приведенным формулам составлен график (рис. 4), который позволяет без дополнительных вычислений определить границы применения сборной железобетонной унифицированной обделки перегонных тоннелей в широком диапазоне изменения нагрузок на поверхности и характеристик грунта. При построении графика учтен объемный вес грунта  $1,8 \text{ т/м}^3$  (причем изменения объемного веса на 10–15% практически не влияют на результаты расчетов).

## ОБЛЕГЧЕННЫЕ ТЮБИНГИ ИЗ ВЫСОКОПРОЧНОГО ЧУГУНА СНИЖАТЬ МАТЕРИАЛОЕМКОСТЬ ЧУГУННОЙ ТЮБИНГОВОЙ ОБДЕЛКИ

**С**НИЖЕНИЕ материалоемкости тоннельных конструкций — одна из главных задач метро- и тоннелестроителей. Исключительно важным представляется уменьшение материалоемкости несущих тоннельных конструкций, выполненных из чугунных тюбингов, стоимость которых составляет более 60% от общих строительных затрат. Решение этой задачи возможно двумя путями: заменой чугунных обделок железобетонными и совершенствованием первых при условии снижения их веса. Чугунные обделки в настоящее время применяются на участках со сложными инженерно-геологическими условиями, длина которых составляет до 25% от общей протяженности линий метрополитена. На каждый километр тоннеля необходимо 9,6 тыс. тонн металла. При строительстве станций метрополитенов глубокого заложения в обводняемых грунтах чугунная обделка используется практически повсеместно, причем на каждую станцию расходуется до 9,5 тыс. тонн чугуна.

Исследованиями лаборатории тоннельных конструкций ЦНИИСа установлена практическая возможность облегчения чугунных обделок путем совершенствования их конструкции и применения нового материала — высокопрочного чугуна с шаровидным графитом, технология отливки тюбингов из которого разработана лабораторией высококачественного чугуна ЦНИИТМАШ. Прочностные свойства чугуна с шаровидным графитом в 2–3 раза выше свойств серого чугуна. Это позволяет применять его для изготовления деталей ответственного назначения — прокатного и кузнечно-прессового оборудования, паровых и гидравлических турбин, дизелей и др. Вследствие высокой циклической прочности этот материал успешно применяется для изготовления таких деталей, как коленчатые валы крупных дизелей, тепловозов, судовых двигателей, двигателей электростанций, автомобилей, тракторов, комбайнов. Высокая износостойкость позволяет использовать его для изготовления зубчатых передач, поршневых колец, прокатных валков. Чугун с шаровидным графитом, легированный алюминием, служит как жаростойкий материал, работающий при температурах до  $1100^\circ\text{C}$ .

Противокоррозионные свойства высокопрочного чугуна с шаровидным графитом (не уступающие коррозионным свойствам чугуна с пластинчатым графитом и значительно превосходящие коррозионные свойства углеродистой стали) позво-

**Н. КЛОЧНЕВ, Н. АЛЕКСАНДРОВ, доктора техн. наук;  
Л. АФЕНДИКОВ, О. АНТОНОВ, Ю. ВИНОГРАДОВ,  
кандидаты техн. наук;  
М. ДЕРИХИН, В. ЛИСИЦИН, инженеры**

ляют применять его для изготовления изделий, работающих в условиях воздействия различных агрессивных сред — водопроводных и канализационных труб, змеевиков, нефтеналивных судов, задвижек и арматуры крекинговых установок, дренажных систем аэродромов и автострад, деталей насосов и т. п.

По данным, относящимся к 1971 г., из высокопрочного чугуна с шаровидным графитом за рубежом изготовлено около 5 млн. тонн отливок (в том числе около 3 млн. тонн в США) для метрополитена и подземных шахт в горнодобывающей промышленности.

Данные о механических свойствах высокопрочного чугуна с шаровидным графитом по действующему национальному стандарту СССР (ГОСТ 7293-70) приведены в таблице.

Т а б л и ц а

Марка чугуна	Временное сопротивление разрыву, $\sigma_B$ кгс/мм <sup>2</sup>	Предел текучести, $\sigma_T$ кгс/мм <sup>2</sup>	Относительное удлинение, $\delta$ %	Ударная вязкость, $A_K$ кгс/см <sup>2</sup>	Твердость НВ
ВЧ-38-17	38	24	17	6	140–170
ВЧ-42-12	42	28	12	4	140–200
ВЧ-45-5	45	33	5	3	160–220
ВЧ-50-2	50	38	2	2	180–260
ВЧ-60-2	60	40	2	2	200–280
ВЧ-70-3	70	40	3	3	229–275
ВЧ-80-3	80	50	3	2	230–300
ВЧ-100-4	100	70	4	3	302–369
ВЧ-120-4	120	90	4	3	302–369

По предварительным расчетам, толщина спинки тюбингов перегонных тоннелей из высокопрочного чугуна с шаровидным графитом может быть уменьшена с 22 до 8–10 мм. Вес тюбинга таким образом резко уменьшается.

Исследованию подвергался синтетический чугун с шаровидным графитом с  $\sigma_B \geq 50 \text{ кгс/мм}^2$ ,  $\delta \geq 2\%$  (ВЧ 50-2) (ГОСТ



Проведение тампонажных работ после полного оттаивания ограждения потребует длительного времени, остановки работ в стволе, а также приведет к излишнему расходу цемента на заполнение пустот на большом расстоянии от ствола.

Погашение замораживающих скважин в настоящее время производится тампонирующим их цементным раствором и перфорированием труб небольшими кумулятивными зарядами. Если учесть, что при этом достигается разобщение водоносных горизонтов, то понятно значение качества выполненных работ, которое может быть достигнуто только при положительных температурах окружающей среды.

Следовательно, для ускорения искусственного проведения гидроизоляционных работ и погашения замораживающих скважин ликвидацию ледопородных ограждений необходимо осуществлять искусственным путем.

В настоящей работе предлагается осуществлять искусственное оттаивание ледопородного ограждения не до полной его ликвидации, а создавать вокруг ствола цилиндр талых пород. Производство гидроизоляционных работ при положительных температурах пород вокруг ствола под защитой наружной оболочки ледопородного ограждения сократит сроки их выполнения и улучшит качество работ.

Для определения основных закономерностей динамики оттаивания ледопородных ограждений и оценки относительного влияния определяющих параметров (толщины ограждения, начальной температуры замороженных пород, температуры рассола, температуры нагнетаемого в ствол воздуха и др.) были проведены исследования на физических моделях. Эксперименты проводились в лаборатории кафедры «Строительства подземных сооружений и шахт» МГИ в гидрогеологическом лотке. Для экспериментов была использована кольцевая модель диаметром 690 мм и высотой 750 мм. Опыты проводились с соблюдением необходимых критериев подобия. В целях устранения трудностей, связанных с обеспечением частных решений при учете критериев гидромеханического подобия, в качестве граничного условия замораживания и оттаивания принималась температура стенок замораживающих колонок, измеряемая специально установленными датчиками.

Опыты проводились на разнородном песке и гравии при полном насыщении их водой. При экспериментировании варьировались следующие величины: расстояние между колонками  $l$  (1,15; 1,9; 2,9; 3,6 м), толщина ледопородного ограждения  $E$  (2,5—7,65 м), температура породы (9, 11, 12, 14°C), температура подаваемого в ствол воздуха (20, 30, 40, 50°C). Всего было отработано 108 опытов.

Основные измерения заключались в периодическом снятии показаний медь-константановых термомпар, т. е. фиксации температурных полей в замороженных и оттаивших породах. По показаниям термомпар строились графики температурных полей для осевой, главной и замковой плоскостей.

Анализ результатов опытов показал, что после отключения замораживающей станции начинается повышение и выравнивание температуры по всему ледопородному ограждению. Вначале повышение происходит более интенсивно, так во всех опытах температура с  $-25 \div -35^\circ\text{C}$  до  $-2^\circ\text{C}$  повышалась за 70—80 суток, причем конечная температура замороженных пород мало влияла на эти сроки. В этот же период наблюдается некоторое увеличение толщины ограждения за счет аккумуляции холода в ледопородном ограждении. Этот момент был зафиксирован как измерением температур, так и непосредственным измерением толщины ограждения. Повышение температуры от  $-2^\circ\text{C}$  до  $0^\circ\text{C}$  и таяние происходило медленно. В табл. 1 приведены результаты двух опытов, откуда видно, что сроки естественного оттаивания значительно превосходят сроки замораживания.

Таблица

Эксп. №	Сроки замораживания, сутки	Толщина ограждения, м	Температура масса породы, °C	Сроки достижения, °C, суток	Сроки полной ликвидации, суток	Скорость оттаивания, см/сутки
10	104	4,75	12	210	670	0,71
		5,80	12	210	800	0,725
		6,40	14	220	890	0,72
14	128	5,70	9	260	1360	0,42
		6,20		285	1480	0,42
		6,80		300	1650	0,41
		7,20		310	1760	0,41

При искусственном оттаивании путем циркуляции подогретого рассола в колонках образование талой зоны происходит аналогично замораживанию, т. е. вначале вокруг колонок образуются цилиндры талых пород, которые по мере увеличения вытягиваются навстречу друг другу. После смыкания талых цилиндров происходит выравнивание фронта оттаивания и в дальнейшем характер распределения температур в главной и замковой плоскостях практически не меняется. На рис. 1 показан характер изменения температур при оттаивании подогретым рассолом.

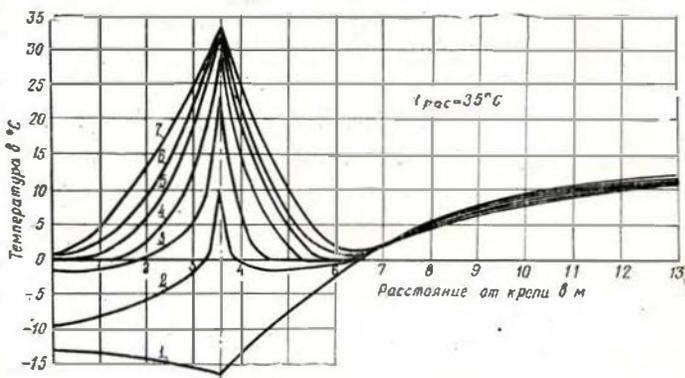


Рис. 1. Изменение температуры при искусственном оттаивании ( $l = 1,15$  м;  $E = 6,7$ ):

1 — через 10 суток (естественного оттаивания); 2 — через 8; 3 — через 16; 4 — через 45; 5 — через 64; 6 — через 82; 7 — через 100 суток.

Моделирование процесса оттаивания из ствола путем нагнетания теплого воздуха показало, что тепловое влияние ствола значительно сокращает сроки ликвидации ограждений (например, при поддержании в стволе  $+20^\circ\text{C}$  процесс ускоряется в 2 раза).

На рис. 2 представлены графики изменения температур в ледопородном ограждении при нагнетании воздуха с температурой  $30^\circ\text{C}$ .

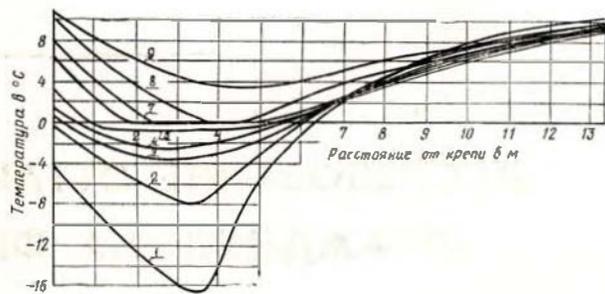


Рис. 2. Изменение температуры при оттаивании из ствола ( $l = 1,15$  м;  $E = 6,7$ ):

1 — в момент отключения замораживающей станции; 2 — через 20 суток; 3 — через 55; 4 — через 74; 5 — через 130; 6 — через 312; 7 — через 405; 8 — через 625; 9 — через 735 суток.

В результате физического моделирования можно сделать следующие выводы:

сроки естественного оттаивания превосходят сроки замораживания в 7—12 раз и зависят в основном от естественной температуры массива горных пород;

оттаивание ледопородного ограждения из ствола в результате вентиляции хотя и ускоряет процесс, однако для полной ликвидации ограждения и в этом случае потребуется длительное время;

наиболее эффективный метод ликвидации ледопородных ограждений — способ искусственного оттаивания путем циркуляции подогретого рассола, при котором время на ликвидацию ограждения становится сопоставимо со временем его образования.

## ВЛИЯНИЕ ГОРНОГО ДАВЛЕНИЯ НА ВРЕМЕННОЕ КРЕПЛЕНИЕ ЗАБОЯ В ПРОТЕРОЗОЙСКОЙ ГЛИНЕ

Для выявления величины и характера проявления горного давления и выбора рационального типа крепления забоя при сооружении односводчатой станции проведены натурные исследования в кристаллической штольне для монтажа блокоукладчика верхнего свода.

Штольню (рис. 1) размерами 340×345 см проходили в торце станции с двух

до 8 см и длиной до 1,5—2 м. На высоте 1,8 м выше обделки боковых камер на всей длине штольни встретили горизонтальный слой разрушенной глины толщиной от 4 до 8 см, который через несколько дней размок от воды, просочившейся из вышележащего слоя песчаника.

Толщина протерозоя без перемятого

Н. КУЛАГИМ, инженер;  
Ю. ЛИМАНОВ, доктор техн. наук.

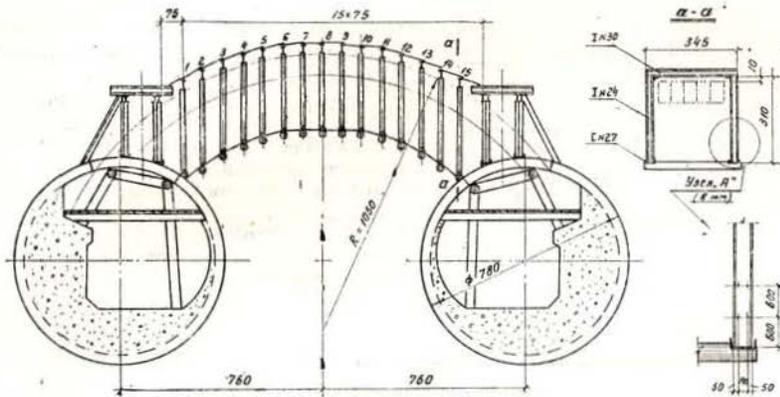


Рис. 1

сторон (из камер на боковых тоннелях) и крепили металлическими рамами с шагом 75 см, со сплошной деревянной затяжкой в кровле и боках. Рамы устанавливали на деревянные лежаны диаметром 30 см, утепленные в породе. Высоту выработки приняли, исходя из условия монтажа первых колец свода блокоукладчиком под защитой крепления штольни. Строительный зазор между низом верхняков и проектным положением наружной поверхности свода был задан 10 см с учетом возможного прогиба верхняков под действием горного давления. Сечение штольни, перпендикулярное оси станции, почти повторяло сечение калотной прорези для сооружения свода. Это давало возможность использовать результаты исследований при составлении паспорта временного крепления забоя при проходке станции.

Разработка фундамента из боковых камер и проходка штольни в основном подтвердили данные инженерно-геологических изысканий.

Проходку вели в сухих слаботрепещиноватых протерозойских глинах, зеленовато-серого цвета, горизонтальной слоистости, твердой консистенции. Попадались содержащие воду прослойки слабого и среднего глинистого песчаника толщиной

слоя над штольней составляла около 5,6 м на оси станции (над рамой № 8) и около 6,7 м по бокам (над рамами №№ 1 и 15).

Горное давление определяли по замерам деформации стоек рам временного крепления съемным индикаторным прибором с базой 600 мм со шкалой часового типа (цена деления 0,01 мм). Прибор позволял определить напряжения с точностью до 35 кг/см<sup>2</sup>.

Мерные базы были установлены на всех стойках рам на высоте 60 см от лежана. На стойках, большинство которых было выполнено из труб диаметром 159 мм (толщина стенки 5,5 мм), одну мерную базу располагали на стороне, обращенной к оси штольни, и две — по бокам стойки.

Верхняки опирались по плоскости торцов стоек. Болтовое крепление служило монтажной связью и препятствовало сдвигу стойки относительно верхняка под действием бокового давления породы.

Деформации измеряли после установки рамы и расклинки деревянного крепления, далее — один раз в сутки в течение трех недель эксплуатации штольни.

Штольня была пройдена и закреплена, но из-за задержки монтажа блокоукладчика срок ее службы увеличился. Поэто-

му для предотвращения развития деформации верхняков, а также частичной разгрузки стоек рам были установлены промежуточные деревянные стойки, несимметрично, на расстоянии 1,4 м от боковых стоек (для возможности монтажа блокоукладчика). Но и после этого деформации металлических стоек не прекратились, что фиксировалось показаниями приборов и визуально. Стойки рам №№ 7, 8, 9 заметно прогнулись внутрь штольни.

Монтаж блокоукладчика и первой арки свода был закончен через 19 дней после проходки штольни. Спустя два дня после тщательной забутовки пространства между блоками и крепления штольни произвели разжатие арки путем нагнетания цементного раствора в первый домкрат Фрейссине давлением 80 атн. При этом произошло обратное стыков между блоками, незначительный подъем свода в верхней его точке и некоторая разгрузка стоек рам штольни.

Замеры, выполненные спустя двое суток после разжатия первой арки свода, показали, что деформации в стойках рам №№ 1, 2, 4, 13 и 14 прекратились, в то время как в рамках средней части штольни (№№ 5—10 и 12) был отмечен дальнейший рост деформации, который прекратился только после монтажа и разжатия второй арки свода первым домкратом Фрейссине и первой арки — вторым домкратом давлением 150 атн.

Максимальные замеренные напряжения растяжения на внутренних поверхностях стоек по левой стороне штольни (противоположной торцовой стене станции) приведены в таблице.

Номер рамы*	Напряжения, кг/см <sup>2</sup>	Интенсивность горизонтального давления лба забоя, т/м <sup>2</sup>
1	210	—
2	295	—
4	945	1,12
5	2000	2,14
6	2170	2,31
7	2590	2,67
8	3535	3,59
9	1860	1,91
10	630	0,84
12	490	0,71
13	420	—
14	175	—

\* В стойках №№ 3, 11 и 15 базы были повреждены.

К сожалению, не удалось зафиксировать деформации верхних стоек штольни и разделить влияние вертикального и горизонтального давления породы на стойки. Полученные деформации стоек характеризуют суммарное действие вертикального и горизонтального давления.

Вертикальное давление на затяжку кровли определяли ориентировочно по ее несущей способности. При шаге рам 75 см и толщине затяжки 5 см равномерно распределенная вертикальная нагрузка составляет  $7,85 \text{ т/м}^2$ . Очевидно, эту величину можно принять как максимальную, так как доски кровли не были повреждены и имели незначительный прогиб. С учетом установки промежуточных стоек на рассматриваемую крайнюю стойку приходилась нагрузка около 6 т, что вызвало в ней напряжение сжатия около  $250 \text{ кг/см}^2$ . Сравнивая величину замеренных напряжений с расчетным напряжением от вертикальной нагрузки, можно сделать вывод, что несущая способность стоек в основном зависит от горизонтального давления грунта со лба забоя.

Приняв высказанное выше предположение о величине вертикального давления, можно определить и горизонтальное давление грунта по всей боковой поверхности штольни. Если из замеренных напряжений исключить напряжения сжатия от расчетной вертикальной нагрузки, то получим значения горизонтальной нагрузки по боковой поверхности штольни. Эти величины также приведены в таблице.

На рис. 2 представлены графики деформаций в стойках (на базе 600 мм) под действием суммарной нагрузки. Если в рамах, близко расположенных к опор-

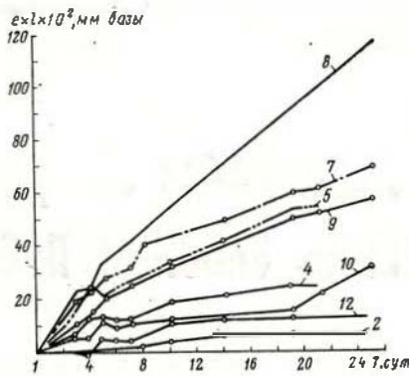


Рис. 2

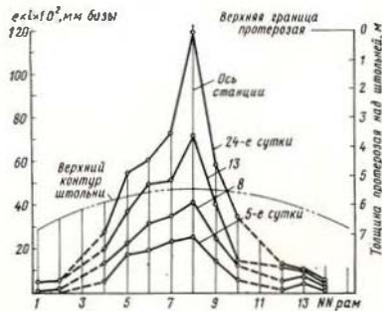


Рис. 3

ным тоннелям, возрастание нагрузки и деформаций прекращается, то в стойках средней части до последнего замера включительно деформации увеличивались и тенденции к их затуханию не наблюдалось. Очевидно, эти стойки были близки к потере устойчивости, так как напряжения в них достигли величины  $2550-3535 \text{ кг/см}^2$ .

Как видно из рис. 3, стойки средней части штольни оказались значительно более нагруженными, чем примыкающие к тоннелям. Так как ширина штольни по всей ее длине одинакова, рост нагрузок к середине сооружения, возможно, связан с уменьшением толщин протерозойских глин над верхними рамами. Эта зависимость ясно прослеживалась в течение всего периода наблюдений.

В основании опыта проходки криволинейной штольни для верхней части станции было принято временное крепление забоя, состоящее из пятнадцати трубчатых стоек диаметром 159 мм (стенки толщиной 6 мм), которые поддерживали дугу из семи связанных между собой элементов из швеллера № 20. Доски затяжки кровли с одной стороны заводили в штрабу и поддерживали снизу швеллерной дугой, другой их конец опирали на смонтированную арку свода.

Замеры деформации стоек под действием горного давления, выполненные также методом мерных баз, подтвердили ранее высказанное предположение, что деформация стоек вызывалась в основном давлением грунта со лба забоя; нагрузка на стойки средней части выработок оказалась значительно больше, чем на боковые.

## ЦЕНТРАЛИЗОВАННОЕ УПРАВЛЕНИЕ САНИТАРНО-ТЕХНИЧЕСКИМ ОБОРУДОВАНИЕМ

В. ИВАНОВ, начальник службы сантехники Ленметрополитена;  
В. ШЛЫКОВ, ст. электромеханик

**ПРИ ОБСЛУЖИВАНИИ** санитарно-технических устройств метрополитена эксплуатационному персоналу часто приходится обходить тоннели во время движения поездов. Для улучшения условий техники безопасности и обеспечения централизованного управления санитарно-техническим оборудованием и контроля за его состоянием работниками Ленинградского метрополитена было решено применить средства автоматики и телемеханики.

В проекте, разработанном Ленметропроектом, было предусмотрено следующее:

- телеуправление вентиляционными клапанами, вентиляторами, их реверсом и вентагрегатами;
- телесигнализация о положении вентиляционных клапанов (закрыт, открыт) и тоннельных вентиляторов (приток, вытяжка, остановка), о режимах работы тоннельной вентиляции (местное, дистанционное телеуправление).

В результате подробного анализа и сравнения различных вариантов для телемеханизации сантехустройства была выбрана бесконтактная система телемеханики на феррито-транзисторных элементах.

Проект осуществлен работниками службы сантехники с привлечением монтажных и наладочных организаций. В домезен оборудован центральный диспетчерский пункт сантехники, где установлен специальный щит с мнемосхемой санитарно-технического оборудования Кировско-Выборгской и Московско-Петроградской линий метрополитена.

Эксплуатация устройств автоматики и телемеханики, проводимая с 1 января 1973 г., показала, что они работают устойчиво и безотказно.

В результате применения этих устройств значительно повысилась оперативность при переключении вентагрегатов тоннельной вентиляции. Раньше для изменения режимов работы агрегата требовались десятки минут, теперь эта операция занимает несколько секунд. Улучшилось качество контроля за работой вентустановок тоннельной вентиляции. Если прежде по ряду причин (посадка напряжения в энергосистеме, самовольные отключения установок лицами, не обслуживающими их и пр.) некоторые вентустановки не работали по графику, то в настоящее время диспетчер имеет возможность визуально наблюдать за их работой. Сократились затраты вре-

мени на устранение различных аварийных ситуаций, так как вместо последовательных действий дежурного по станции, оператора сантехники и персонала участков, введен сигнал об аварии, поступающий непосредственно на диспетчерский щит. Ускорилось переключение режимов работы сантехустановок во время движения поездов. Повысился контроль за действиями работников службы сантехники и других служб, находящихся на объектах.

Все это позволило руководству службы сантехники отменить дежурства слесарей-электриков по участкам дистанции в дневную и вечернюю смены. С 1 июля 1973 г. дежурства установ-

лены только в ночную смену, наиболее благоприятную для осмотров оборудования.

Для устранения возможных нарушений нормальной работы сантехнического оборудования создана бригада скорой технической помощи в составе дежурного мастера, двух слесарей-электриков и шофера с аварийно-ремонтной машиной. Высвободившиеся слесари-электрики использовались в ремонтных группах на участках и в мастерских службы, что значительно облегчило производство планово-предупредительных ремонтов оборудования. Значительно улучшились условия и режим работы слесарей-электриков на участках.

## НАМЫВ ПЕСЧАНОГО ГРУНТА В ОСНОВАНИЕ ПОДВОДНОГО ТОННЕЛЯ

Е. ДЕМЕШКО, канд. техн. наук;  
Н. ЕФРЕМОВ, инженер

ПОД МОРСКИМ каналом в Ленинграде сооружается автотранспортный тоннельный переход из опускных секций. В основании тоннеля будет намыт песчаный грунт по специально разработанной и исследованной технологии, использованной при строительстве подводного тоннеля в Нидерландах\*. Для транспортного пересечения дельты р. Западная Шельда запроектирована комбинированная тоннельно-мостовая конструкция, причем южную протоку перекроют мостом длиной 1,5 км, а на северном участке длиной 2 км предусмотрено построить подводный тоннель из опускных секций прямоугольного сечения шириной 25,8 м и высотой 10,2 м.

По Западной Шельде происходит интенсивное движение морского транспорта и судов внутреннего каботаж. Дно реки по трассе тоннеля слагают неустойчивые осадочные породы, легко размываемые приливными течениями.

Способ строительства подводного тоннеля предполагает намыв искусственного песчаного основания в пространстве между дном траншеи и тоннельной секцией после ее погружения и закрепления на временных опорах. Приня-

тая технология намыва отличается от обычной тем, что пульпу транспортируют по трубопроводу, проложенному в готовой части тоннельного перехода. Песок нагнетают через отверстия в днище секции, перекрываемые задвижками по мере намыва основания. На новую технологию намыва основания получен патент.

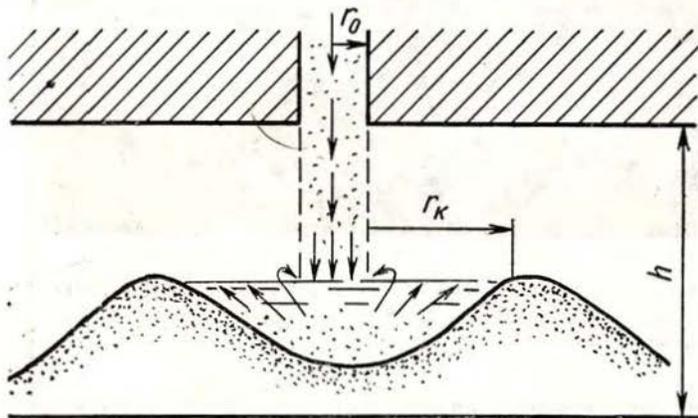
Процесс заполнения песком пространства под секцией и гидротранспортирования грунта по трубопроводам изучали предварительно на моделях малого и крупного масштабов.

В качестве крупномасштабной модели использовали гидравлический лоток шириной 11 м, длиной 22 и глубиной 1,2 м и конструкцию тоннельной секции размерами в плане 10×10 м. Последняя была установлена в лотке на четырех гидравлических домкратах, при помощи которых во время исследований измеряли ее вес. В днище секции смонтировали приборы для измерения гидростатического давления и давления грунта. Кроме этого, регистрировали консистенцию пульпы и ее расход. Проведено восемь опытов при различной крупности песка и разных расходах пульпы.

Исследования показали, что процесс намыва основания можно условно разделить на три стадии.

В начальной стадии пульпа свободно растекается по дну подводной траншеи во все стороны от выходного отверстия и перемешивается с окружающей водой. С увеличением гидравлического радиуса скорость движения пульпы уменьшается, и при некотором критическом ее значении из потока начинают выпадать частицы песка и отлагаться в виде кольцевого вала на дне лотка. Дальнейший намыв песка приводит к росту этого вала. Расстояние между отверстием в секции и валом уменьшается до момента, когда скорость движения пульпы в воронке конуса достигает такой величины, что оседание частиц песка внутри ее становится невозможным.

С этого момента начинается вторая стадия намыва основания. После образования воронки пульпа переливается через край и начинает вытекать в тонкий зазор между намытым песком и днищем секции. При этом поток пульпы сохраняет осевую симметрию, скорость его падает пропорционально расстоянию от отверстия. В местах потери потоком транспортирующей способности формируются песчаные отложения. Под действием скоростного напора



\* „Tunnels and Tunnelling“, vol. 5, № 4, 1973.

пульпа находит пути наименьшего сопротивления и концентрируется в вихревой поток повышенной скорости и малых размеров.

После этого начинается завершающая стадия. В процессе намыва вихревое движение пульпы обеспечивает заполнение песком всего пространства на участке намываемого основания. Как только песчаный конус достигает дна секции, образуется сосредоточенный вихревой поток, и давление в отверстии тоннельной секции увеличивается. Это устанавливают измерением напора воды вблизи выходного отверстия. При увеличении напора на определенную величину намыв участка основания из этого отверстия заканчивают и переходят к следующему.

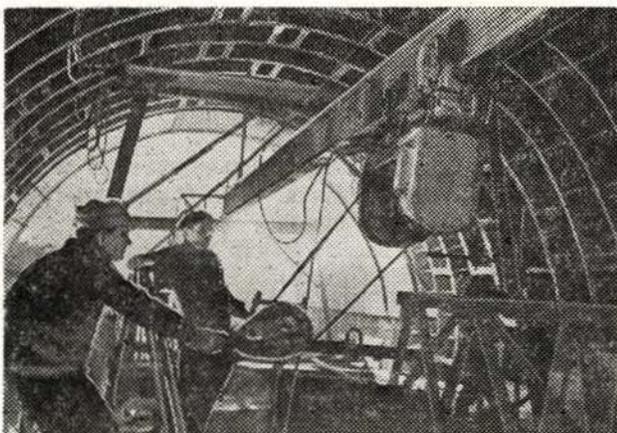
Для определения качества намываемого основания, под моделью тоннельной секции измеряли плотность укладки грунта пенетрометром, а величину осадку конструкции после опускания ее на основание.

В результате экспериментов установлено, что для принятого способа намыва основания наиболее подходящим оказался песок крупностью  $0,15 \div 0,3$  мм.

С целью уменьшения развития подъемной силы от потока пульпы ее консистенцию рекомендуется уменьшать, а расход увеличивать.

На основе полученных данных разработано оборудование, позволяющее обеспечивать замыв песком всего пространства под тоннельной секцией.

## БУДНИ СТРОИТЕЛЕЙ МОСКОВСКОГО МЕТРО



На снимках: Бригада штукатуров монтеры спецработ А. Парамоновой (вверху справа). Монтажные работы на Центральном пересадочном узле (слева) Комсомольско-молодежная бригада А. Федченко ведет бетонирование лотковой части станции «Тушинская» Краснопресненского района (нижний снимок)

## О СОВЕРШЕНСТВОВАНИИ СИСТЕМЫ ПИТАНИЯ ТЯГОВОЙ СЕТИ МЕТРОПОЛИТЕНА

С. ЖУКОВ, начальник технического  
отдела Метрогипротранса;  
А. МОГИЛЕВСКИЙ, главный специалист

В СТАТЬЕ З. Е. Гудава «Совершенствование системы энергоснабжения»\* рассмотрены вопросы, связанные с выбором и построением системы питания тяговых сетей метрополитенов.

Обосновывая отказ от применения централизованной системы питания тяговой сети и переход к распределенной системе на второй очереди Тбилисского метрополитена, автор утверждает, что при такой системе повреждение отдельных элементов питающей сети вызывает полное обесточивание значительных участков пути, а следовательно и прекращение движения на всей линии.

Это нельзя считать правильным, так как существуют технические решения, обеспечивающие степень надежности централизованной системы питания не ниже, чем распределенной.

Выбор системы питания, т. е. количества и типов подстанций, их размещение на трассе и схемы питания контактной сети следует производить на основании сравнения вариантов по технико-экономическим показателям.

При этом принимаемые в любом варианте схемы должны обеспечивать в нормальном и аварийном режимах бесперебойную работу линии, питание тяговых нагрузок в часы «пик» при максимальных размерах движения, защиту контактной сети от токов короткого замыкания, а также нормированные СНиП П-Д 3—68 параметры работы сети.

Технико-экономические показатели каждой системы зависят в основном от размеров движения, числа вагонов в поезде, профиля пути, расстояния между пассажирскими станциями, возможности размещения тяговых подстанций на трассе и суммы капитальных и эксплуатационных затрат.

Опыт проектирования и строительства метрополитенов в Советском Союзе и за рубежом показывает, что может применяться как централизованная, так и распределенная система питания тяговой сети, а в некоторых случаях и смешанная, когда, например, по ряду условий не представляется возможным сооружение тяговых подстанций под землей. Поэтому указанные автором причины перехода на Тбилисском метрополитене на распределенную систему питания тяговой сети не отражают существа вопроса.

При технико-экономических сравнениях

распределенная система питания с подземными тягово-понижительными подстанциями в большинстве случаев дает лучшие показатели, чем централизованная, так как при ее осуществлении не требуется занятия городской территории под строительство тяговых подстанций, сооружения коллекторов от подстанций до тоннелей (иногда большой длины) и укладки на значительном протяжении кабельных линий постоянного тока. Кроме того, распределенная система питания уменьшает потери электроэнергии в тяговой сети, сокращает амплитуду колебаний напряжения на токоприемниках поездов, уменьшает блуждающие токи и величины потенциалов «ходовые рельсы — земля». Этим и обусловлено принятие на второй очереди Тбилисского метрополитена распределенной системы питания.

Для усовершенствования существующей на Тбилисском метрополитене схемы контактной сети при централизованной системе автор статьи предлагает в середине участков между тяговыми подстанциями создать посты секционирования, оборудованные быстродействующими автоматическими выключателями, с устройством в этих местах перекрываемых токоразделов. Создание таких постов не является ни новым, ни наилучшим решением.

На первых очередях Московского метрополитена, где применена централизованная система питания, контактная сеть была оборудована постами секционирования, предназначенными для защиты ее оттоков короткого замыкания и уменьшения зоны отключаемого участка сети при повреждениях. Однако из-за усложнения обслуживания и увеличения эксплуатационных расходов посты секционирования заменили более экономичными решениями (блокировка между выключателями питающих линий, потенциальная защита и т. п.) и в дальнейшем их нигде не применяли. Следует отметить, что посты секционирования не обеспечивают бесперебойного питания тяговой сети.

Таким образом, для решения и этого вопроса целесообразнее было бы, не усложняя существующую систему питания тяговой сети постами секционирования, устроить на каждой тяговой подстанции пятую питающую линию, которая автоматически заменяет при авариях или ремонтных работах любую отключившуюся линию 825В, и ввести блокировку между

выключателями соседних подстанций, питающих один и тот же участок контактной сети. В этом случае контактная сеть фактически не будет иметь аварийных режимов, так как обеспечивается постоянное двустороннее питание.

Одновременно необходимо отметить, что предлагаемое автором устройство у постов секционирования перекрываемых разрывов является недопустимым, поскольку в аварийных режимах подвижной состав может подать напряжение на отключенный участок контактного замыкания к месту повреждения отключенного участка, на что подвижной состав не рассчитан.

При рассмотрении схемы питания контактной сети второй очереди Тбилисского метрополитена инж. З. Е. Гудава предлагает в первый период эксплуатации на некоторых подстанциях не устанавливать тяговые агрегаты (что составляет сравнительно незначительную стоимость подстанции) и эксплуатировать их в качестве понижительных подстанций и постов секционирования. Это нецелесообразно, так как сведет на нет почти все преимущества, присущие распределенной системе питания, особенно приближение питающих агрегатов к максимальным тяговым нагрузкам (пусковые токи на станциях) с целью уменьшения потерь электроэнергии.

Кроме того, систему питания участков тяговой сети нельзя рассматривать, исходя из пропуска в первый период эксплуатации 20 пар поездов в час. Практика строительства метрополитенов показала, что необходимость увеличения провозной способности линии и усиления электрооборудования возникает уже в ближайшие несколько лет после пуска линии, а выполнение связанных с этим работ в тяжелых условиях эксплуатации приводит к большим затратам. Поэтому электрооборудование второй очереди Тбилисского метрополитена (в том числе и установку тяговых агрегатов) целесообразно рассчитывать сразу на максимальные размеры движения.

Для повышения надежности питания тяговой сети необходимо предусмотреть на подстанциях пятые питающие линии, если при отключении питающей линии в 25 в на соседней подстанции контактная сеть участка не будет защищена от токов короткого замыкания. Это решение повысит надежность тяговой сети и обеспечит бесперебойную работу Тбилисского метрополитена.

\* См. «Метрострой» № 6, 1973.

# ГОРЫ И ГОДЫ ТРУДА

М. ШУР

**С**КОЛЬКО способен сделать один человек, это определяется не только умом и усердием, но и условиями их применения. Инженер Танкилевич считает, что наши заслуги — это прежде всего достоинство времени, в котором живем и трудимся. И что в инженерной формуле успеха фактор времени главенствует и диктует.

С Западной-Капитальной в 1932 году приехал в Москву завшахтой на первый съезд шахтостроителей. Совсем молодой был докладчик, но он представлял самые глубины нового опыта: на двух стволах 8-метрового диаметра прошли 15-метровые толщи пльвунов и хорошо прошли. Доклад попал в технический журнал.

Между заседаниями донецкие инженеры гуляли по столице, обогащали себя всячески, но только одного не узнали и не приметили: что где-то там у них под ногами уже грызут недра проходчики метростроя и началась уже схватка с лавинами пльвунов.

А Москва приметлива и чутка: месяца три спустя два донецких специалиста по пльвунам А. Г. Танкилевич и А. А. Карплюк вызваны были в Москву. К 23 июля еще ни один ствол не был пройден. 25 июля пошел вглубь ствол шахты 22-бис, это был, так сказать, дебют молодого начальника шахты Танкилевича. А 29 августа были пройдены все 26 метров ствола.

Три главных достижения зачтено было новому начальнику, три кита успеха: ствол пройден без нарушений техники безопасности, без нарушений сроков, без нарушений норм качества. На всю долгую инженерную жизнь остались железным законом эти три первейших правила.

— Обратите внимание, — говорит мне спустя срок два года седовласый ветеран отечественного метростроения Абрам Григорьевич Танкилевич, один из старейших в тоннельном генералитете страны, — обратите внимание, что я ставлю технику безопасности на первое место. Кто этого не понимает или не согласен, пусть подыщет себе другую работу.

Торжественный вечер в Колонном зале. Первый успех метростроителей! Благодарность и премия молодому инженеру, отличившемуся в борьбе с самым коварным врагом проходки.



Первостроитель Московского метрополитена инженер Абрам Григорьевич Танкилевич

Военное наступательное понятие: развивать успех. Тут дело зависит от того, как первый успех понят и оценен. Горняки Донбасса, войдя во вкус, вознамерились — в этой хорошей атмосфере московской приязни и ласки — показать столице, как надо обустривать шахты по правилам горного дела. Пока что тащили породу маленькими бадейками краном-укосиной, куда ж это годится! Созрела, понятно, идея возведения достаточно мощных и по возможности аккуратных копров, эстакад, идея традиционного шахтного клетьевого подъема, дотоле не применявшегося в Москве.

Виданное ли дело, в столице — копры! На техническом совещании высмеяли фантазера Танкилевича. Да и кто разрешит эту дощатую архитектуру! «Он думает, это ему Донбасс, он Москву спешит украсить своими балаганами...»

Но, конечно, тут дело было не в эстетических вкусах, хотя, как мы потом убедились, метростроевские копры и эстакады неплохо вписались в столичную уличную эстетику, и мы теперь любимся сохранившимися снимками той поры. Дело было в экономике. Грунт не вываливать из бадей на нуль и затем лопатами грузить в автомашины, а смонтировать пути, бункера, опрокиды, пустить вагонетки. Из бункеров грунт собственным весом вываливается в поданную автомашину, а там, на эстакаде, вагонетки попадают на лобовой опрокид. Понятно, при шахтных сооружениях — душкомбинат по особому проекту, столовая, контора прораба.

Теперь, спустя десятилетия, это уже веселый эпизод, а тогда были горечь и обида. С совещания Танкилевич пошел как побитый. Шел и считал: это ж мы так восемь лет будет строить вместо трех! Наутро наладил первую смену и пошел к начальству на крутой разговор. Вот так ставится вопрос: не

примете горняцкую идею — отпустите в Донбасс обратно, там тоже хватает работы.

В этом месте возникает один из самых волнующих кадров в киноленте биографии: Павел Павлович Ротерт вступает за дерзкую идею молодого горняка и бросает свой авторитет на чашу весов в пользу Танкилевича. В наших разговорах имя это возникало много раз: Ротерт был кумиром молодых инженеров, Ротерт был для них эталоном технической культуры и производственной основательности, Ротерт был этическим идеалом руководителя — и мягкость, и непреклонность, и чуткость, и суровая требовательность, и деликатность, и нелицеприятность. Ротерт сказал:

— Раз мы доверили 22-бис Танкилевичу, то давайте-ка доверим ему и всю организацию работ по его замыслу, да и зачем нам все участки оборудовать по одной схеме... Пусть будет по-разному. А мы с вами, технические руководители, потом посмотрим и выберем лучшие решения, и будем что-то рекомендовать уже всем.

Ну, спасибо! Сломлено серьезное препятствие. Счастливым выдался день, жаль только, что ушло пять часов светлого солнечного времени, а до завтра так далеко еще. Не терпится начать работу на площадке. Были такие моменты и у инженеров, и у рабочих, когда не знаешь, как ускорить черную ночь, она непрошено втискивается в расписание работ.

Москвичи и толпы приезжих с трех вокзалов вскоре увидели на Каланчевке первое произведение деревянного зодчества тридцатых штурмовых годов, тот самый шахтный комплекс, который позже стал знатной достопримечательностью столицы и ее строительной шахтерской эмблемой.

А рядом работала шахта 22, неблагополучная, тяжелая, и уж очень наглядно сопоставлялись две схемы. Здесь подъемные машины, эстакада, бункера, опрокиды, здесь только что внедренные цементация грунтов, силикатизация, бурильные и отбойные молотки — последнее слово техники начала тридцатых годов, а рядом на 22-й устойчивая, ничем не колеблемая старина, да вдруг среди этой дремотной тишины постыдное ЧП: села на 650 мм Каланчевская улица, а с ней вместе городской водовод. Кого кинуть на помощь? Ясно, лучший коллектив соседней 22-бис. Берите, инженер Танкилевич, в свои руки и это хозяйство, пора, дескать, привыкать к наращиванию объемов. Это не приглашение — приказ.

В соревновании коллективов и дальше держался Метрострой принципа братской помощи и постоянной готовности передовников растворить в своих достижениях слабые удач товарищей. 22-бис присоединилась к себе 22-ю и добровольно снизила все показатели. Но, конечно, не затем, чтобы ими довольствоваться, а затем, чтобы снова рвануть вверх и оставить позади высшие достижения.

Раскрыли улицу на сто метров, взяли водовод на подвески, перекрепили наново штреки, отдали, оторвали от себя три месяца, но зато выровняли фронт горных работ, соединили коллективы, прояснили общую задачу. Это уже был тридцать третий

год, Москва уже чувствовала стройку, отзывалась на ее нужды, отбирала тысячи молодых ударников, Москва держала стройку под контролем. В Московском Комитете, в Наркомтяжпроме уже знали многих видных строителей по имени и отчеству, и Танкилевич Абрам Григорьевич приобрел к тому времени репутацию человека решительного и волевого. А раз такое дело, то нельзя ли, подумали, дать ему в соответствии с общим, так сказать, накалом еще пару шахт по совместительству. И дали шахты 30—31—32 Арбатского радиуса. В придачу, в награду, а вернее будет сказать — в награду. Выходные дни, если и были, то только условно, символически. Но режим кое-какой соблюдался, главным образом, режим питания и сна. Все остальное — работа.

— Ежедневно я отчитывался перед двумя главными инженерами по двум разным радиусам,— вспоминает Абрам Григорьевич спустя сорок с лишним лет, и это, по всему видно, очень светлое, счастливое воспоминание. Еще бы, тебя вознаградят ли новой ответственностью — это ж дороже любых премиальных!

Тридцать два года было начальнику этого сводного хозяйства Соединенные Шахты. Рабочих насчитывалось уже почти три тысячи. Заводы оснащали Метрострой лучшей по тому времени техникой, но чудо было не в технике, чудо заключалось в том, что работали по высшему классу горной техники и тоннельного дела металлисты, швейники, пекари, почтовики, шоферы, конторщики... Коллектив подобрался, как говорится, одной группы крови, люди себя перерабатывали в пекле боевой непрерывки. Абрам Григорьевич очень хочет, чтобы здесь названо было имя Василия Евгеньевича Бельского, партийного секретаря того времени, иначе преувеличена будет роль начальника. Потому что все должно быть на своем месте, согласно метростроевской нравственной традиции.

За Каланчевской следует Кировская — увлекательнейшая была там задача для горняка! Трехсводчатый дворец на глубине 45 метров, с большими залами, коридорами, вестибюлями. Работ там было выполнено процентов на десять, а времени оставалось полтора года. Но тут Метрострой вступил в новый этап механизации, открывались новые возможности. Бетономешалки перенесли под землю, инертные материалы гнали по трубам и ленточным транспортерам. В сутки укладывали по двести кубов бетона. Правда, даже и на Кировской слышались голоса убежденных тачечников, торжествовавших при каждой заминке трубопроводов и транспортеров. «Да бросьте вы эту чертовщину, уберите лучше с глаз долой...». Стоит ли этому удивляться, если и сейчас еще не перевелись убежденные тачечники? Но коллектив их осадил.

Коллектив вобрал в себя 500 девушек, принципиально отвергавших работу легкую и подсобную, и многие из них приставлены были к нештучным механизмам. Абрам Григорьевич Танкилевич пронес сквозь все нелегкие перипетии своей жизни трогательное воспоминание о женщинах горняцкой славы и предлагает нам теперь такой обширный список замечательных имен, что он здесь у нас просто не помещается, а кого-то обойти было бы нетактично.

Отшумели праздники пуска, шахтеры Москвы перегруппировались для нового натиска на второй очереди, а небольшая делегация метростроевских инженеров — Абакумов, Гертнер, Ермолаев, Танкилевич — поехала в Германию, Францию и Англию. За опытом? Да, конечно! Но уже и с опытом. В этом-то и был весь смысл поездки: вчерашние ученики могли уже и поучить. Страна наша выводила своих специалистов на европейскую и мировую арену.

— Ну что я могу об этом сказать? — говорит теперь Танкилевич. — Это было прекрасно, одним словом. Это было чудесно...

В славе работать труднее, но метростроевцы, обласканные страной, научились преодолевать и эту трудность. Вторая очередь для инженера Танкилевича началась трудным экзаменом на площади Свердлова. Самый центр — здесь эстакаду надо поставить так, чтобы монументальные фасады не попали на задворки шахты, и изловчиться так вывезти грунт, выданный на-гора, чтобы Москва этого не видела. В инженерном опыте Танкилевича есть и такое ухищрение: машины с породой выходят из-под бункера, а человек со шлангом их обмывает, прежде чем они покатают по столице, потом моют асфальт дочиста, свято оберегая строгое величие центра. Не сразу согласился Танкилевич возглавить эту трудную шахту. Его вызвал Серго:

— Слушай, а если я буду твоим помощником, возьмешься?

Серго, вспоминает Абрам Григорьевич, заказал для Метростроя сорок два щита, в то время как вся Европа имела только двадцать. Под мощным давлением наркома поставщики оснастили тоннельщиков проходческими комплексами. Коллектив Танкилевича вчетверо увеличил объемы разработок. В разгар строительства центральной станции работало одновременно больше 50 забоев. Появились погрузочные машины, скреперы, бетоновозки, цементовозы, механизмы для расчеканки швов тубингов, механизмы для нагнетания, и малая механизация появилась. Широко пошли кессонные работы, замораживание, силикатизация, цементация... На первой очереди погонный метр тоннеля забирал 140 человеко-дней, а на второй очереди — 80.

К трем китам успеха добавился четвертый кит: стоимость.

Надо ли объяснять, почему я четыре критерия успеха поставил в такой последовательности: сначала техника безопасности и качество, потом темпы и затраты? Потому что первые два пункта — это жизнь людей.

Танкилевич составил себе нечто вроде устава руководящей инженерной службы. Дневники о прошедшем писать некогда было, он писал себе заметки на будущее. Стоит привести некоторые положения. Например, прежде всего знать проект. Быть универсалом и знать толк в тех работах, которыми руководишь. Никогда и нигде не выставялть своего я. Дорожить своими людьми и знать, кто на что способен...

— Вспоминаю эпизод в Московском Комитете. Один наш бойкий и видный товарищ пожаловался на своего главного инженера. Дескать, не сработалась. А кого бы вы хотели? — спросили его. — Того-то и того-то, крепкий самостоятельный работ-

ник. — Ага, раз так, то может быть, его и утвердим начальником, а вам, дорогой, подберем работу по плечу? Так вот нас учили обращаться с людьми. Если ты чего-либо стоишь как инженер, как руководитель, сработаешься, не можешь не сработаться...

Кстати, добавляет Абрам Григорьевич, на Метрострое никого не выгоняли, такого не было, чтоб выгоняли, но на место ставили, это бывало. И это в конечном счете помогало людям расти. Ведь во время снять с человека лишнюю нагрузку так же необходимо, как вовремя выдвинуть и повысить.

Еще правило: весь коллектив должен знать, что твоя главная миссия, твоя идея фикс — делать людям добро!

С этой инженерной философией Танкилевич пришел в Управление Метростроя главным инженером, проработав предвительно восемнадцать лет начальником шахты. В его насыщенной биографии есть страницы войны — Сталинград, КП нашей обороны, чрезвычайные задания («Если хотите, чтобы было сделано на совесть, поручите это дело метростроевцам...»), есть стройки Сибири, междуреченская шахта имени Ленина, подземные стройки Москвы... И высокие стройки Москвы... Но в каких бы далах, глубинах и высотах ни работал Танкилевич, он остается метростроевцем по профессиональной принадлежности, по убеждениям, по темпераменту и нраву. Случилось и так, что проходчики Танкилевича однажды ненароком завалили историческую церквушку, и пришлось во исполнение строгого приказа воспроизвести разрушенное во всей филигранности этого сооружения, словно это был внеплановый вестибюль станции с дозволенными архитектурными излишествами.

Главный инженер Метростроя — это не просто повышение для начальника шахты. Перед главным инженером целая новая область, прямые выходы в науку. Известный всем нам НИИ Метростроя стал фактически солидным НИИ, у него была связь с 80 лабораториями и институтами. Не забыть, как метростроевцы в содружестве с литейщиками ЗИЛа отлили полуторатонный тубинг.

— Когда я работал на Западно-Капитальной, совсем еще молодой, ко мне приехали мои бывшие институтские профессора посмотреть, как оно тут на деле получается, и я вроде бы сдавал им второй экзамен... Но ведь и они тоже как бы продолжали учиться, потому что в шахте уже можно было видеть то, чего еще нет в теоретических курсах и учебниках... А на Метрострое, в мою бытность главным инженером, мы родным нашим академикам и докторам предоставили все наше хозяйство как лабораторию новой техники, и своих работников, производителей, учили заниматься новой техникой в непрременном сочетании с теоретической учебой. Образованность... Образованность, товарищи, это же не раз навсегда данное. Каждый день надо, каждый день брать...

Каждый день брать и каждый день отдавать — это и есть, собственно, инженерная формула роста, движения, победной и счастливой жизни — для себя и для всех...

## ВЛИЯНИЕ ЦИРКУЛЯЦИОННЫХ СБОЕК НА СИЛУ «ДУТЬЯ» В ТОННЕЛЯХ

А. ДЗИДЗИГУРИ, академик АН ГрССР;  
С. МАЧАРАШВИЛИ, канд. техн. наук; А. ГИОРГАДЗЕ, инженер

**Д**ВИЖЕНИЕ поездов в отдельных путевых тоннелях метрополитена вызывает на станциях циркуляцию воздушных потоков, так называемое «дутье». Большая скорость перемещения потоков с сильными пульсациями и частым изменением направления движения в местах нахождения пассажиров и дежурного персонала создает для них неблагоприятные условия. Кроме того, затрудняется поддержание заданного общего воздухообмена на станциях.

Как показали обследования, на большинстве станций Московского, Ленинградского, Киевского и Тбилисского метрополитенов скорость движения циркуляционных потоков воздуха значительно превосходит максимально допустимую величину, предусмотренную нормами — 4 м/сек\*. Однако действенных средств для уменьшения силы «дутья» пока нет.

Характер возникновения циркуляционных потоков воздуха на станциях и в тоннелях метрополитенов и существующие способы борьбы с этим явлением рассмотрены в работе В. Я. Цодикова\*\*. Из известных способов наиболее простым и эффективным можно считать впервые рекомендованное в этой работе сооружение около станций циркуляционных сбоек между перегонными тоннелями с установкой в них при необходимости вентиляторов.

В настоящей статье приведены основные параметры циркуляционных сбоек для условий Тбилисского метрополитена и дана оценка их эффективности.

Если принять распределение воздуха, нагнетаемое поездом из перегонного тоннеля по ветвям I и II (рис. 1), естественным, без учета других влияющих факторов, то расход воздуха  $q$  в отдельных ветвях определится по формулам:

$$q_1 = \frac{Q}{1 + \sqrt{\frac{R_1}{R_2}}}, \quad (1)$$

$$q_2 = \frac{Q}{1 + \sqrt{\frac{R_2}{R_1}}}, \quad (2)$$

где  $Q$  — среднерасходное количество воздуха, перемещаемое поездом в тоннеле (см. рис. 1, сечение А—А). По расчетам и опытным данным  $Q=80$  м<sup>3</sup>/сек;  $R_1$  и  $R_2$  — аэродинамическое сопротивление ветвей, кд (киломюрф).

\* «Единые правила безопасности при разработке рудных и рассыпных месторождений подземным способом». Металлургиздат, 1955 и «Правила безопасности в угольных и сланцевых шахтах». Углетехиздат, 1958.

\*\* Цодиков В. Я. Вентиляция и теплоснабжение метрополитенов. Изд-во «Недра», 1968.

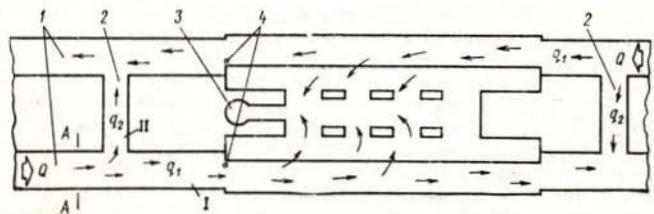


Рис. 1. Схема движения циркуляционных потоков воздуха при наличии сбоек у торца станции:

1 — перегонные тоннели; 2 — циркуляционная сбойка; 3 — эскалаторный тоннель; 4 — места установки датчиков

Из (1) и (2) находим, что

$$\frac{R_2}{R_1} = \left( \frac{Q}{q_2} - 1 \right)^2. \quad (3)$$

Учитывая необходимость уменьшения на станции давления и скорости циркуляционных потоков воздуха (до 1 м/сек), устанавливаем, что из общего количества воздуха через циркуляционную сбойку должно проходить примерно 60 м<sup>3</sup>/сек. Таким образом, для этих условий получаем:

$$\frac{R_2}{R_1} = 0,11. \quad (4)$$

Принимая расстояние ближнего края сбоек от торца станции глубокого заложения равным 15–20 м, а длину сбоек — 15 м, и исходя из условия, что потери давления на ветвях I и II должны быть равными, получаем, при частоте движения поездов до 30 пар/ч, оптимальную площадь поперечного сечения циркуляционной сбоек  $S_{сб} = 50 \div 60$  м<sup>2</sup>.

При отсутствии возможности сооружения циркуляционной сбоек вблизи торца станции и увеличении расстояния между ними до 50–75 м, необходимая величина сечения сбоек, учитывая незначительное аэродинамическое сопротивление одного погонного метра тоннеля, почти не изменится.

Очевидно, что поперечное сечение сбоек можно значительно уменьшить, если установить в ней вентилятор. причем целесообразнее без перемычки. В случае установки вентилятора с перемычкой, он должен обеспечить производительность порядка 60 м<sup>3</sup>/сек, а без перемычки количество воздуха, проходящего по сбойке, можно увеличить в 3 раза по сравнению с номинальной производительностью вентилятора. Это достигается в результате создания большого скоростного напора на выходе вентилятора и эжекторного действия воздушной струи. Известно, что работа вентилятора в таких условиях эффективна в выработках с небольшим аэродинамическим сопротивлением, какой и является циркуляционная сбойка.

Общее количество воздуха, проходящее через сбойку, можно определить по формуле\*

$$Q = \frac{1,41Q_a}{\sqrt{S_{\text{вых}} \cdot S_{\text{см}} \cdot \left( 16,3R_{\text{сб}} + \frac{1}{S_{\text{сб}}^2} + \frac{1}{S_{\text{см}}^2} \right)}}, \quad (5)$$

где  $Q_a$  — производительность вентилятора,  $\text{м}^3/\text{сек}$ ;  
 $S_{\text{вых}}$  — выходное сечение трубы, присоединенное к вентилятору,  $\text{м}^2$ ;  
 $S_{\text{см}}$  — площадь смешения воздушных потоков в сбойке,  $\text{м}^2$ ;  
 $R_{\text{сб}}$  — аэродинамическое сопротивление циркуляционной сбойки,  $\text{к}\mu$ .

Анализ показывает, что для уменьшения скорости воздушного потока, поступающего из тоннеля на станцию до  $1 \text{ м/сек}$ , достаточно установить в сбойке вентилятор без перемычки производительностью  $20 \text{ м}^3/\text{сек}$  (при  $H_{\text{ст}}=5 \text{ мм вод. ст.}$ ). При этом оптимальные величины параметров сбойки будут следующие:

$$S_{\text{см}}=4 \text{ м}^2; S_{\text{сб}}=8 \div 10 \text{ м}^2; R_{\text{сб}}=0,003 \text{ к}\mu.$$

Таким образом, там, где по техническим причинам невозможно сооружение сбоек большого поперечного сечения, для уменьшения силы «дутья» можно применять вентиляторы без перемычек. При этом для повышения скоростного напора на выходе из вентилятора вместо диффузора целесообразно установить коифузор со степенью сужения от  $0,25 \div 0,6$ .

С целью определения эффективности циркуляционных сбоек без вентиляторов, были проведены эксперименты на одной станции Тбилисского метрополитена, где вблизи торца имеется сбойка сечением  $9 \text{ м}^2$ . Скорость воздушного потока измеряли электроанемометром, а для наглядности в характерных точках станции записывали осциллограммы с помощью малонерционных датчиков и записывающей аппаратуры. Из приведенных на рис. 2 осциллограмм видно, что наличие

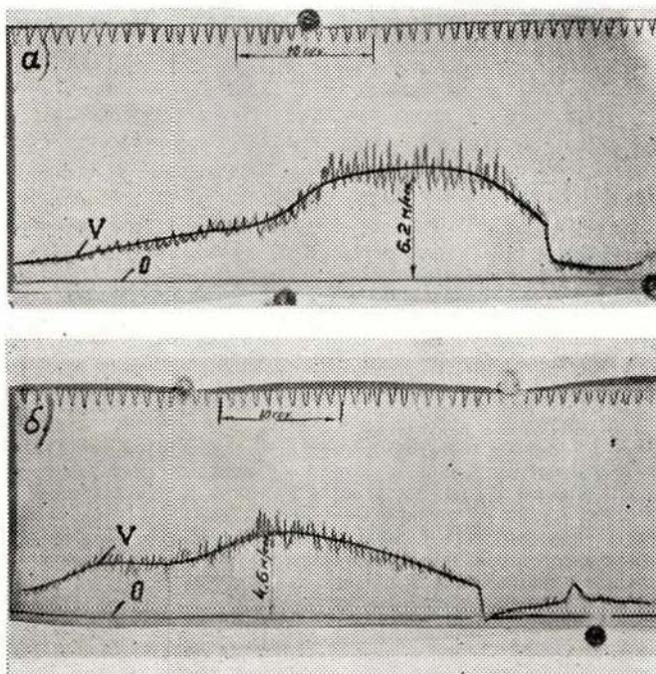


Рис. 2. Осциллограммы скоростей циркуляционных потоков воздуха:

а — при перекрытой сбойке; б — при открытой сбойке; 0 — нулевая линия; t — отсчетчик времени

сбойки поперечным сечением  $9 \text{ м}^2$  примерно на 25% уменьшает скорость и, соответственно, количество воздуха, нагнетаемого поездами на станции. Это подтверждает правильность приведенных расчетов.

\* Комаров В. Б., Килькеев Ш. Х. Рудничная вентиляция. Изд-во «Недра», 1969.

## Результаты

### научных исследований

# ЭКСПЛУАТАЦИОННАЯ НАГРУЖЕННОСТЬ ВАГОНОВ

М. ЗАКС, канд. техн. наук; А. ЗИНОВЬЕВ, инженер  
 Мытищинского машиностроительного завода

**С**ТЕПЕНЬ использования пассажироместности вагонов метрополитена переменна во времени и по длине маршрута, что обуславливает изменение в широких пределах нагрузочных режимов работы ходовых частей. В связи с этим оценка режимов, несущей способности и долговечности элементов конструкции вагона должна базироваться на фактических данных о нагруженности вагонов в разные периоды движения.

Используемый в настоящее время на метрополитене показатель среднего за определенный промежуток времени наполнения вагонов поезда не отражает действительного положения. Необходимо определить фактическое наполнение вагона, характеризующее количество пассажиров, находящихся в каждом вагоне поезда на каждом перегоне. Этот показатель является объективной оценкой условий перевозок.

Вагоны метрополитена эксплуатируют по так называемому скользящему графику, т. е. каждый состав пускают последовательно по всем маршрутам данной линии. Поэтому важно не только определить показатель фактического наполнения вагона по длине маршрута, но и изменение его в зависимости от номера маршрута. Эти данные можно получить лишь на основе большого объема испытаний, вследствие чего на первом этапе было изучено фактическое наполнение вагона только на отдельных наиболее загруженных маршрутах Московского и Ленинградского метрополитенов. Полученные результаты позволяют определить как максимальную величину показателя фактического наполнения вагона, так и, в первом приближении, его изменение.

Впервые фактическое наполнение состава вагонов определяли, применив выборочный оперативный метод натурного обследования. Это позволило установить закономерности распределения пассажиров и получить данные о наполнении вагонов, эксплуатирующихся на различных линиях\*.

Результаты этих исследований использовали при изучении фактической нагрузки вагонов типа «Е» и «Ем», выполненных в 1970 г. Мытищинским машиностроительным заводом совместно с ВНИИвагоностроения, Московским и Ленинградским метрополитенами. Испытания проводили на наиболее напряженных маршрутах Горьковского радиуса Московского метрополитена, а также Кировской и Московско-Петроградской линий Ленинградского метрополитена.

Полезную нагрузку замеряли в Москве на двух вагонах семивагонного состава — головном (хвостовом) и третьем (пятом) при движении от «Речного вокзала» к «Каховской»; в Ленинграде — на двух вагонах пятивагонного состава — втором и третьем (третьем и четвертом) при движении от «Автово» к «Пл. Ленина».

\* И. М. Якушкин. Рациональная организация пассажирских перевозок на метрополитене, Москва, 1965.

В отличие от предыдущих исследований фактическое наполнение вагона замеряли непрерывно в течение всего движения поезда по данному маршруту.

Величину загрузки исследуемых вагонов определяли по деформации пружин центрального подвешивания каждой тележки. Все комплекты пружин перед испытаниями тарировали, строили графики зависимости статического прогиба комплекта от нагрузки и определяли постоянную жесткость для каждого комплекта. Деформации комплектов пружин, установленных на исследуемых вагонах, замеряли прогибомерами реохордного типа, установленными по центру наддрессорной балки и фиксирующими средний прогиб четырех комплектов пружин. Прогибы пружин регистрировали на ленте шлейфового осциллографа К-20-21, размещенного вместе с прогибомерным щитом и источником питания в кабине машиниста одного из исследуемых вагонов. Перед каждой поездкой проводили тарировку прогибомеров с записью на ленту осциллографа. Нагрузки регистрировали на каждой станции во время стоянки состава перед выходом и после входа пассажиров. Нулевую нагрузку контролировали в тупиках. Зачетными принимали показания после входа пассажиров, а показания перед выходом рассматривали как контрольные.

Суммарная погрешность при выбранном методе замера и обработки опытных данных не превышает  $\pm 2\%$  от ожидаемой максимальной нагрузки (порядка 20 000 кг). По полученным данным строили диаграммы загрузки исследуемых вагонов на каждом перегоне. Длительность действия нагрузки определенного уровня устанавливали с учетом длины перегона. По этим диаграммам вычерчивали гистограммы распределения фактической загрузки вагона  $Q$  на данном маршруте и статистические функции распределения (рис. 1).

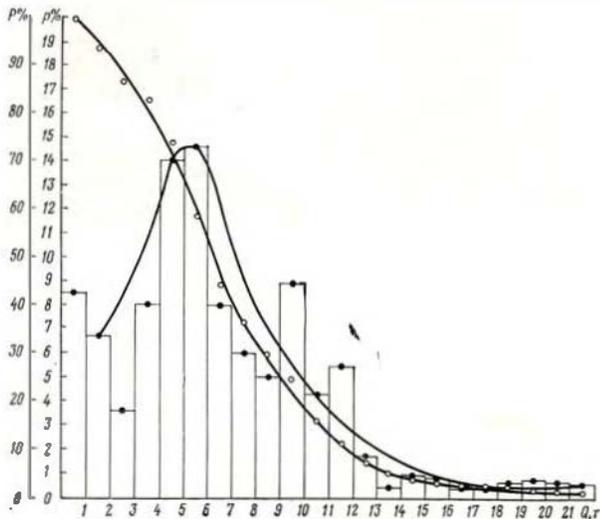


Рис. 1. Гистограмма и статистическая функция распределения для одного из маршрутов Горьковского радиуса Московского метрополитена

Максимальная загрузка вагона на Московском метрополитене составляет 21 500 кг (на перегоне «Белорусская» — «Динамо», 5-й вагон, путь № 1, 18 час. 15 мин), а на Ленинградском метрополитене — 19 500 кг (на перегоне «Технологический институт» — «Площадь Мира», 3-й вагон, путь № 1, 8 час. 08 мин). Длительность действия максимальных нагрузок для исследуемых маршрутов — 0,3% общего пробега вагона в течение дня.

В настоящее время максимальная расчетная нагрузка из вагон определяется по показателю предельного наполнения вагона  $Q_{\text{max}} = 255 \text{ чел./ваг.}$  при весе каждого пассажира 70 кг. Предельное наполнение вагона рассчитывается по существующим нормам максимальной плотности стоящих пассажиров, принятой равной 8 чел./м<sup>2</sup> площади пола.

Статистическая функция распределения позволяет определить вероятность появления нагрузок на вагон, превышающих максимальное расчетное значение — 18 000 кг. Для исследуемого маршрута Московского метрополитена вероятность появления таких нагрузок составляет 2,5%, что соответствует пробегу 12 км в сутки, а для маршрута Ленинградского метрополитена — 1%. При многолетней эксплуатации вагона пробег с нагрузкой, превышающей максимальную расчетную, составит десятки тысяч километров, что необходимо учитывать при определении усилий, действующих на вагон.

Следует отметить, что максимальная замеренная нагрузка (21 500 кг) соответствует плотности стоящих пассажиров 10 чел./м<sup>2</sup>.

Средняя загрузка вагона в течение дня определялась как математическое ожидание значений замеренных нагрузок с учетом длительности их действия.

Кроме средней загрузки вагонов, были определены среднее квадратичное отклонение замеренных нагрузок и коэффициенты вариации.

Результаты подсчетов показали, что величина средней нагрузки на вагон, независимо от номера маршрута, составляет в первом приближении для Москвы — 6 000 кг, а для Ленинграда — 5000 кг. Величины средних квадратических отклонений и коэффициентов вариации указывают на широкий диапазон изменения нагрузок относительно средней величины.

Кроме этого, были построены графики загрузки вагонов по времени на наиболее напряженных перегонах — «Белорусская» — «Динамо» (рис. 2) и «Балтийская» — «Технологический институт».

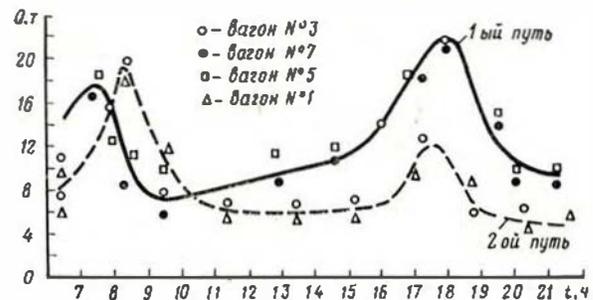


Рис. 2. Изменение нагрузки на вагон по времени на перегоне «Белорусская» — «Динамо»

Анализ графиков показывает, что в утренние часы «пик» (от 8 до 9 ч) нагрузка на вагон колеблется в пределах от 16 000 до 20 000 кг в Москве и от 14 000 до 18 000 в Ленинграде, а в вечерние часы «пик» (от 17 до 20 ч) соответственно от 14 000 до 21 000 кг и от 10 000 до 12 000 кг.

Интенсивность нарастания нагрузки на вагон в утренние часы «пик» одинакова как в Москве, так и в Ленинграде и составляет около 1000 кг за 10 мин. В вечерние часы «пик» интенсивность нарастания нагрузки ниже и равна в Москве 620 кг за 10 мин, а в Ленинграде — 310 кг. В промежутках между часами «пик» максимальная нагрузка на вагон на исследуемых перегонах может быть принята постоянной и равной 10 000 кг для Москвы и 8 000 кг для Ленинграда.

## НОВЫЕ ВАГОНЫ МЕТРО

**П**ЕРВЫЕ образцы новых вагонов метрополитена изготовил Мытищинский машиностроительный завод совместно с заводом «Динамо» им. Кирова и Московским тормозным заводом. В разработке этих вагонов принимали участие ВНИИвагоностроения, Московский институт инженеров транспорта, энергетический институт им. Кржижановского АН СССР, институт сварки им. Патона АН УССР и другие научно-исследовательские и конструкторские организации.

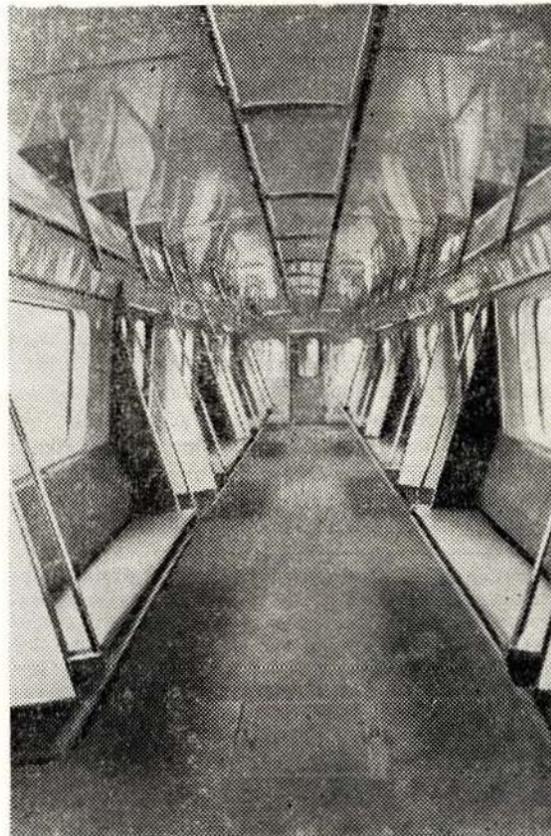
Новый вагон, которому присвоен условный индекс «И», имеет шестигранную форму. Вес его (тары) снижен на 3 тонны и составляет 29 т (при тех же габаритах).

Вагон оборудуется системой импульсного тиристорного регулирования поля тяговых двигателей, позволяющей реализовать автоматическое электрическое торможение с любыми скоростями, а также автоматическими системами управления, которые в значительной мере повышают точность выполнения графика движения, обеспечивают минимальный расход электроэнергии на тягу поездов, повышают степень безопасности движения и позволяют увеличивать парность поездов.

Для повышения комфорта в пассажирском салоне установлены люминесцентные светильники. Принудительная вентиляция значительно улучшает воздухообмен в салоне, а также снижает уровень шума в вагоне.

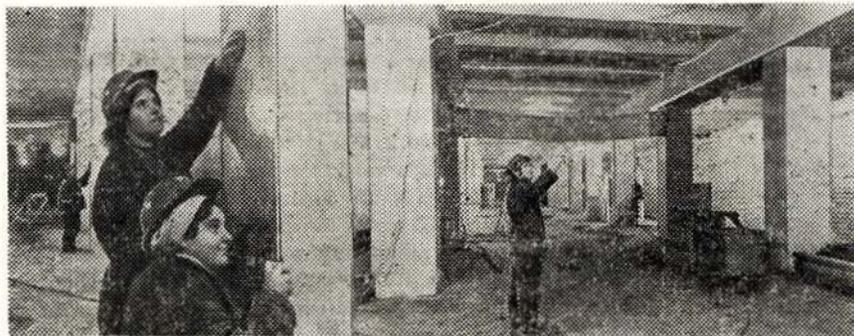
Рабочее место машиниста перенесено в середину кабины. Перед большим лобовым стеклом установлен пульт управления поездом. В кабине имеется кондиционер, обеспечивающий постоянный микроклимат для машиниста.

В целях увеличения вместимости вагонов, часть из них изготавливается без кабин управления (кабины остаются только в концевых вагонах поезда). Кроме того, салон несколько уширяется, что позволяет увеличить вместимость каждого вагона примерно на 30 человек.



Сейчас начались всесторонние испытания вагонов «И».

На снимке: салон вагона.



Полировщицы конторы спецработ Н. Ключева и А. Марейчева облицовывают колонны на станции «Беляево» (на снимке слева)

# ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ РЕЛЬСОВОЙ ДЕФЕКТΟΣКОПИИ

В. СОБОЛЕВ, зам. начальника  
дефектоскопной станции  
Ленметрополитена

**РЕЛЬСЫ**, уложенные в пути на Ленинградском метрополитене, контролируют в настоящее время с помощью ручных дефектоскопных средств и ультразвукового вагона-дефектоскопа, созданного Ленметрополитеном в содружестве с ЛИИЖТом.

В период ввода вагона в эксплуатацию скорость контроля составляла 15—20 км/ч; за проезд контролировалась одна рельсовая нитка. Рельс прозвучивался пятью датчиками в зоне прямоугольника, ограниченного высотой рельса и шириной его шейки. Для работы автоматики вагона-дефектоскопа у каждого болтового стыка устанавливались специальные металлические скобы. Результаты контроля записывались на бумажную ленту с помощью быстропечатающего механизма БПМ-20; для привязки результатов контроля к пути подсчитывались и регистрировались болтовые стыки. Вагон-дефектоскоп перемещали по путям электровозом в ночное время после снятия напряжения с контактного рельса.

Постепенно технические данные вагона улучшались. Так, скорость контроля увеличена до 40—45 км/ч; проверка подвергается все сечение рельса (кроме перьев подошвы); работа автоматики обеспечивается магнитным датчиком без установки скоб и болтовых стыков; для привязки к пути результатов контроля на ленте фиксируются болтовые стыки, скобы автостопа и производится масштабная протяжка бумаги; выезд на трассу осуществляется в составе пассажирского поезда во время спада движения.

За время эксплуатации вагоном-дефектоскопом проконтролировано около 12 тыс. км пути. Обнаружено большое количество дефектов в виде электрокоррозии подошвы, раковин, выбоин от пробуксовки, всевозможных трещин и т. п.

Учитывая увеличение протяженности трасс метрополитена, для обеспечения безопасности движения поездов, повышения производительности и удешевления контроля состояния рельсов, необходимо создать вагон-дефектоскоп более высокой производительности. Такой вагон позволит производить сплошной контроль рельсов с нужной периодичностью, значительно повысить качество контроля, сократить до минимума использование ручных дефектоскопных средств и численность операторов специальных тележек до двух человек на трассу развернутой протяженности 70—80 км.

Вагон-дефектоскоп решено изготовить на базе вагона метро типа «Ем» (имеющего ряд преимуществ по сравнению с вагонами более старых типов) в основном силами Ленметрополитена.

Планируется ввести вагон в эксплуатацию в конце 1974 г. Вагон-дефектоскоп

позволит контролировать обе рельсовые нитки одновременно со скоростью до 60 км/ч. По-прежнему будет использован ультразвуковой контактный метод дефектоскопии. Бесконтактный метод, хотя и перспективен, в условиях метрополитена в ближайшие годы использован быть не может — в рельсовых нитках протекают большие тяговые токи, создающие сильное магнитное поле на изолирующих стыках. Это поле пересиливает поле магнита вагона и притягивает к рельсам металлическую пыль, закорачивающую рельсовую цепь на изолирующих стыках, что приводит к ложному срабатыванию светофора.

Выбранная схема прозвучивания рельса ультразвуковыми колебаниями принципиально не отличается от схемы, принятой для вагонов-дефектоскопов сети железных дорог СССР, только в ней по рекомендации ЛИИЖТа предусматривается использовать искатели типа «эмейка» с углом прisms 44°.

Схема прозвучивания симметричная, что упрощает введение в нее автоматики, имеет 4 искательных головки, т. е. практически габариты искательной системы не увеличатся по сравнению с существующей. В ней исключено взаимное влияние пластин искателей. Пластины, работающие по эхо-методу, объединены в искательных головках с пластинами, работающими по зеркально-теневого методу. Это позволит контролировать наличие акустического контакта. Расстояние между 30- и 44-градусными искательными головками удобно регулировать для получения максимального данного сигнала.

Пластины подключены каждая к своему дефектоскопу с тем, чтобы избежать возможной интерференции и не подбирать пластины по чувствительности. Два искателя с углом прisms 30°, посылающие ультразвуковые колебания навстречу один другому вдоль продольной оси рельса, задублированы двумя аналогичными искателями. Это позволяет ввести в схему помехозащиту и выделить для контроля по эхо-методу зону подошвы с целью выявления вертикальных трещин, развивающихся с пера подошвы и вышедших в зону шейки.

Предполагается на новом вагоне-дефектоскопе иметь два вида регистрации результатов контроля — непрерывную запись и дискретную.

Непрерывную запись намечено производить быстродействующим самопишущим прибором НЗ27-5 на бумажную ленту шириной 240 мм. Для регистрирующего устройства непрерывной записи предусмотрен один режим работы с фиксацией болтовых стыков как дефектов. Масштаб протяжки бумаги 1:100.

Дискретная запись будет осуществляться быстропечатающим устройством МПУ-16 в виде цифровой печати на бумажную ленту шириной 240 мм. Предусматриваются два режима работы регистрирующего устройства дискретной записи: регистрация болтовых стыков как дефектов и отстройка от стыка. Масштаб протяжки бумажной ленты принят 1:1000. Кроме номеров каналов контроля будут регистрироваться номера болтовых стыков в пределах одного пикета и номера пикетов в десятичной системе.

В настоящее время ЛИИЖТ разрабатывает документацию на модернизацию искательной системы вагона-дефектоскопа, которая должна будет обеспечить надежный акустический контакт на скорости до 60 км/ч.

Использование высокопроизводительного вагона-дефектоскопа позволит изменить технологию контроля рельсов, уложенных в пути. После контроля рельсов вагоном будет производиться лишь вторичная проверка отдельных участков. При этом отпадет необходимость в сплошном контроле рельсов ручными средствами.

В дальнейшем, возможно, будет введена машинная расшифровка результатов контроля, что резко повысит производительность и объективность расшифровки.

Большое значение для надежной и четкой работы вагона-дефектоскопа имеет грамотно выполненный вторичный контроль подозрительных мест, зарегистрированных вагоном. Для облегчения этого контроля работники дефектоскопной станции намечают в текущем году создать специальный ручной прибор, возможности которого по выявлению различных дефектов будут максимально приближены к возможностям вагона-дефектоскопа.

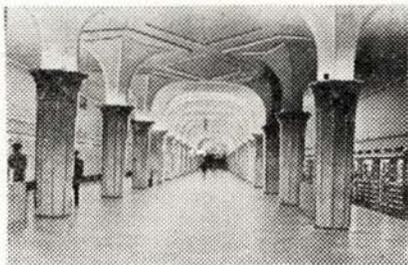
Предварительные расчеты показали, что все затраты на модернизацию вагона-дефектоскопа в условиях Ленметрополитена окупятся в течение четырех лет.

Следует отметить, что назрела необходимость разработки и выпуска вагонов-дефектоскопов промышленного образца для сети железных дорог метрополитенов страны. Необходимо также обратить серьезное внимание на подготовку высококвалифицированных кадров для работы на вагонах-дефектоскопах.

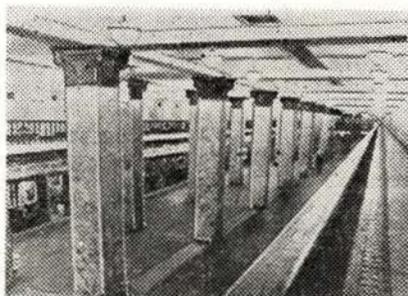
Решение этих вопросов централизованно позволит сэкономить средства, избежать параллелизма в работе, сконцентрировать силы на оптимальном решении сложных вопросов и, в конечном итоге, создать высокопроизводительный вагон-дефектоскоп, отвечающий современным требованиям.

# АРХИТЕКТУРА СТАНЦИЙ МЕТРОПОЛИТЕНА МЕЛКОГО ЗАЛОЖЕНИЯ

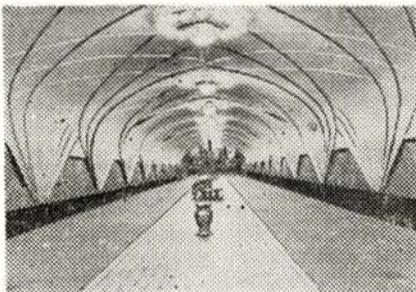
В. СИМБИРЦЕВ, заслуженный архитектор РСФСР



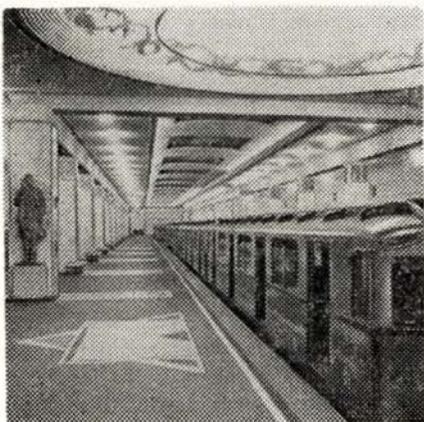
«Кропоткиннская»



«Комсомольская»



«Аэропорт»



«Измайловский париж»

НА ПЕРВОЙ очереди строительства Московского метрополитена несущая конструкция станций мелкого заложения — «Сокольники», «Красносельская», «Комсомольская», «Кропоткинская», «Парк культуры» — состоит из двух рядов колонн и плоского балочного перекрытия. Исключением являются станции «Библиотека имени В. И. Ленина» и «Аэропорт» — однопролетные с коробовым сводом.

Конструктивное решение станций мелкого заложения, принятое при строительстве первой очереди, применялось при сооружении многих станций последующих очередей.

Две станции — «Комсомольская» — радиальная и «Кропоткинская», отмеченные Государственными премиями СССР, отличаются исключительно удачными функциональными и архитектурными решениями.

Станция «Комсомольская» (автор народный архитектор СССР Д. Н. Чечулин), рассчитанная на массовые потоки пассажиров вокзалов столицы, имеет входы и выходы с обоих торцов перронного зала, в то же время входные аванзалы соединяются боковыми галереями с лестницами в центре перронного зала. Двухъярусная система станции с организацией четырех потоков движения представляет рациональное решение такого сложного узла, являясь примером проектирования с учетом условий работы. Однако до сих пор часто не уделяется необходимого внимания перспективам роста пассажиропотоков и увеличения напряженности движения. Стало обычным устройство трех эскалаторов вместо четырех, даже на линиях интенсивного движения. Конечно, это снижает стоимость строительства, но приводит к значительным осложнениям и неудобствам при эксплуатации.

Боковые галереи обогатили архитектурные формы станций, а их отделка мрамором красной цветовой гаммы делает «Комсомольскую» — радиальную одной из примечательных станций столичного метрополитена. Невысокие граненые колонны, облицованные белым прохоро-баландинским мрамором, образуют конструктивную основу галерей. В соответствии с шагом колонн боковые стены галерей расчленены на отдельные панели, законченные в своей композиции. Облицовка стен мрамором светлых тонов придает всему облику станции впечатление жизнерадостности и простора. Д. Н. Чечулин проявил себя большим мастером, архитектором, любящим материал и умеющим его «организовать».

Как классические произведения вошли в советское изобразительное искусство прекрасные панно академика живописи Е. Е. Лансере, выполненные на облицовочных плитках. Художественно-образительные возможности керамики безграничны, панно могли бы индивидуализировать станции мелкого заложения, как правило, облицованные плиткой.

Авторы станции «Кропоткинская» (б. «Дворец Советов») А. Н. Душкин и Я. Г. Лихтенберг вдохновлялись мыслью, что она будет элементом архитектуры Дворца Советов СССР. Большие пролеты несущих конструкций образуют свободное пространство, воздействие которого усиливает отделка интерьера: колоннам придана пятигранность при коническом, расширяющемся кверху стволе. Ствол, облицованный белым козлинским мрамором, завершается устройствами скрытого освещения, колокол же над стволом сливается с плоскостью безбалочного перекрытия, образуя при этом звездообразную форму. Скрытый свет интенсивно, но мягко освещает колокол и потолок, оставляя стволы колонн в полутонах отраженного света, в котором цвет мраморных плит облицовки становится как бы более насыщенным, а ряды колонн — более мощными.

В целом вся композиция станции создает впечатление удивительной легкости и простора. Лаконичность форм, гармоничность цветового решения при яркости пластического образа — большая удача авторов.

Из станций мелкого заложения интересна станция «Киевская» (автор Д. Н. Чечулин), введенная в эксплуатацию в 1937 г. Автор, применяя для облицовки колонн оникс (полудрагоценный камень), умело использовал богатые колористические возможности материала, усилив воздушную перспективу главного зала облицовкой колонн с переходом от теплого янтарного к холодному голубоватому цвету. Двенадцатигранные колонны завершают фарфоровые капители. В архитектурном решении потолка применены круглые кессоны в сочетании с люстрами освещения. Путевые стены отделаны облицовочными плитками, подобранными по композиции автора. Рисунки полов из красного и серого мрамора увязан с шагом колонн. Все подчинено единому авторскому замыслу. Основной архитектурный элемент станции — перронный зал, дополняют широкие входные лестницы и система аванзалов, также отделанных мрамором.

В тридцатые годы разрабатывался крупнейший спортивный комплекс Моск-

вы в Измайловском парке. Одним из компонентов этого комплекса является станция мелкого заложения «Измайловский парк», введенная в эксплуатацию в 1944 г. Габариты ее были приняты с учетом пропуска многотысячного потока пассажиров: большепролетные конструкции станции образуют внушительных размеров подземный зал увеличенной высоты, пропорциональной размерам сооружения; вместо обычных двух путей уложено четыре.

В композиции станции автор ее — архитектор Б. Виленский, мастерски увязав идеи партизанской борьбы с местоположением станции у зеленого массива столицы. Использование в декоративной отделке тем леса и воспроизведение в крупной скульптуре образов партизан — народных мстителей вошло в архитектуру станции органично и убедительно.

Прямоугольные в плане колонны облицованы белым прохоро-баландинским мрамором и завершены скульптурным фризом — капителью, что придает им законченность. Боковые стены перронного зала отделаны мрамором с ритмично расположенными скульптурными вставками, выполненными в общей тематике станции.

Станция «Полежаевская» на Краснопресненской линии по масштабу и конструкциям близка к станции «Измайловский парк», но уступает ей по архитектуре.

Начиная со второй половины пятидесятых годов на периферийных направлениях метрополитена чаще всего строили станции мелкого заложения и наземные. Обычно применялось стандартное конструктивное решение: два ряда колонн (26 пролетов) и ребристое сборное перекрытие, образующее крупные прямоугольные кессоны, варьировалась лишь облицовка, что недостаточно для создания запоминающегося облика станций.

«Многочисленное бездумное повторение одного и того же типового проекта привело в ряде случаев к утере характерных черт Московского метро — их индивидуальности», писал В. Полежаев\*. Нельзя не согласиться с этим мнением.

Необходимо в дальнейшем больше внимания уделять индивидуализации архитектуры станций. Возможности для этого есть. Нужен лишь творческий подход к каждому объекту.

Примером удачного и запоминающегося решения можно назвать станцию «Текстильщики», на которой путевые стены оформлены цветным стеклом в рамках из анодированного алюминия.

\* «Строительство и архитектура Москвы», № 2, 1970.

Рубкое включение изобразительных элементов не делает станции более выразительными. Так, на станции «Варшавская» (конструкции стандартные, колонны облицованы мрамором) на путевых стенах, отделанных керамической плиткой, размещены чеканные панно с архитектурными пейзажами Варшавы. Как будто бы хорошо задумано, но все это слишком камерно.

Нужно применять более крупные изобразительные элементы, соответствующие размерам перронного зала. В этом отношении интересна архитектура станции «Улица 1905 года». Боковые стены облицованы мрамором на всю их высоту. Полоса цоколя, отделанная черным мрамором, является опорой облицовки стены. Семь рядов белого козлгинского мрамора наполняют пространство зала белизной полированной поверхности натурального камня, широкий фриз красного тагильского мрамора расчленен чеканными квадратами с цифрой «1905», чередующимися с квадратами из красного мрамора. В результате получился красивый крупный метрический ряд, соответствующий шагу колонн. Относительно узкая белая полоса мрамора над фризом завершает поверхность облицовки стен и отделяет ее от линий опор балок. Прямоугольные в плане опоры облицованы розовато-желтым мрамором (газган).

Решение, принятое на этой станции, раскрыло архитектурные возможности, имеющиеся на станциях мелкого заложения с их большим свободным внутренним пространством.

На Арбатско-Филевской линии семь наземных станций: «Студенческая», «Кутузовская», «Фили», «Багратионовская», «Филевский парк», «Пионерская» и «Кунцевская» решены однотипно.

Участок Арбатско-Филевской линии метрополитена от станции «Киевская» проходит в общей выемке с железнодорожной трассой, поэтому станции расположены под открытым небом. В уровне улиц и проездов построены входные павильоны, из которых на открытые посадочные платформы ведут лестницы. Такое решение станций безусловно экономично, но в отношении комфортабельности, особенно в ненастную и зимнюю погоду, они не могут конкурировать со станциями-залами.

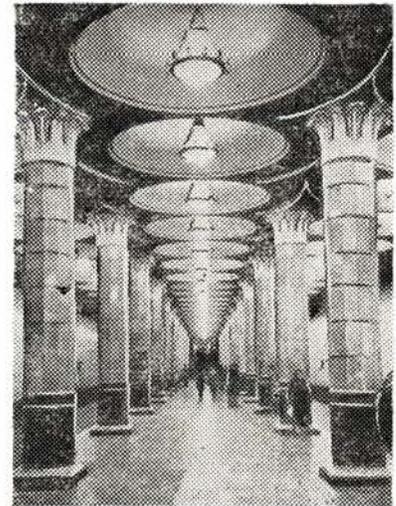
Наверное, было бы целесообразнее применить на таких станциях перекрытие ангарного типа, что облегчило бы их эксплуатацию и создало большие удобства для пассажиров. Вид этих станций беден, освещение выполнено небрежно.

Расположение станций по отношению к пересекающим линию улицам выбрано удачно. К павильонам вестибюлей подходят оба тротуара, что обеспечивает хорошую градостроительную увязку станций с планировкой районов, обслуживаемых этой линией метрополитена.

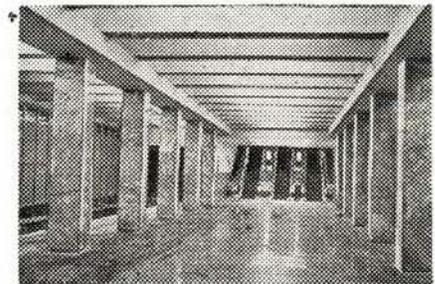
Москвичи — непосредственные участники осуществления исторической задачи — сделать нашу столицу образцовым

коммунистическим городом — предъявляют высокие требования к столичному метрополитену. Станции должны быть удобны, архитектура их глубоко продумана, идейно и эстетически содержательна, великолепа по мастерству исполнения.

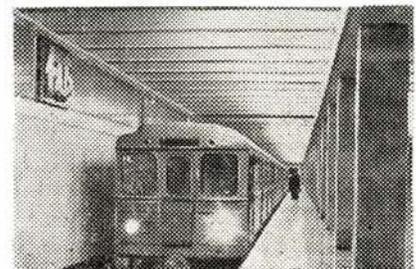
Опираясь на огромный опыт строительства Московского метрополитена, преодолевая упрощенческие тенденции, метростроевцы должны добиваться новых успехов, отвечающих современным растущим требованиям советских людей.



«Киевская»



«Текстильщики»



«Ул. 1905 года»

# ЭКОНОМИКА МЕТРОСТРОЕНИЯ В США \*

О. КУДРЯВЦЕВ, канд. техн. наук

**В** ТЕЧЕНИЕ длительного времени проблемы транспорта крупных городов США решались с помощью легковых автомобилей. Сейчас наблюдается тенденция широкого развития метрополитенов.

В настоящее время линии метрополитенов эксплуатируются в Нью-Йорке, Филадельфии, Бостоне, Кливленде, Чикаго и Сан-Франциско, сооружаются в Вашингтоне и проектируются в Атланте, Балтиморе, Буффало и Питсбурге. Во всех городах с населением свыше 0,5 млн. жителей планируется построить метро, а число таких городов к 1990 г. достигнет 63.

Строящаяся сеть метрополитена в Вашингтоне предусматривает общую сумму капиталовложений 2,98 млрд. долл. за 158 км двухпутных линий и 30 тыс. мест автомобильных стоянок у станций (исключая подвижной состав).

В экономических расчетах метростроения США принято считать 10% па капитал в год при сроке амортизации сооружений 40 лет, что дает ежегодные отчисления в размере  $0,102259$  от первоначального капитала. Применительно к метрополитену Вашингтона это составляет  $2,980 \times 102259 = 304$  млн. долл. в год. Отсюда следует вычесть расходы, связанные с автостоянками. На одно место они оцениваются в 133 долл. в год. Следовательно  $30000 \times 133 = 4$  млн. долл. в год.

На долю собственно сооружений метрополитена остается:

$$304 - 4 = 300 \text{ млн. долл. в год.}$$

Годовые перевозки пассажиров при полном развитии сети планируются в размере 292,6 млн. пасс. (1990 г.) при средней длине поездки 9,7 км. Тогда расходы, связанные с погашением капитальных затрат на сооружения, составят

$$\frac{300}{292,6 \times 9,7} = 10,6 \text{ цента на пасс.-км.}$$

Стоимость подвижного состава Вашингтонского метрополитена по контракту 1972 г. определена в 91,6 млн. долл. за 300 вагонов. Отсюда стоимость одного вагона равна 305 тыс. долл. Всего при полном развитии сети потребность в подвижном составе достигнет 658 вагонов, а их стоимость  $658 \times 0,305 = 201$  млн. долл.

При 10% на капитал в год и сроке амортизации подвижного состава 25 лет ежегодные отчисления составляют 0,110168 от первоначальной стоимости вагонов. Для конкретного примера Вашингтона:  $201 \times 0,110168 = 22,1$  млн. в год.

С учетом годовой перевозки пассажиров и средней длины поездки капитальные затраты на подвижной состав определяются

$$\frac{221}{292,6 \times 9,7} = 0,78 \text{ цента на пасс.-км.}$$

Эксплуатационные расходы по усредненным данным для действующих метрополитенов Нью-Йорка, Чикаго, Филадельфии, Бостона и Кливленда равны 37 центам на пассажира на поездку длиной 13,7 км, что составляет

$$\frac{37}{13,7} = 2,7 \text{ цента на пасс.-км.}$$

Ожидается в дальнейшем повышение этой величины на 40%, т. е. до 3,8 цента на пасс.-км. Отсюда общая себестоимость перевозки одного пассажира на километр составляет:

	центы	%
Капитальные затраты:		
на сооружения . . . . .	10,6	69
на подвижной состав . . . . .	0,8	5
Эксплуатационные расходы . . . . .	3,8	24
<b>Всего . . . . .</b>	<b>15,2</b>	<b>98</b>

Для примера Вашингтона себестоимость одной поездки при средней ее длине 9,7 км в перспективе равна  $0,152 \times 9,7 = 1,5$  долл.

Стоимость же проезда на вновь открытом метрополитене Сан-Франциско установлена в зависимости от расстояния с 0,3 до 1,25 долл.

Рассчитанная по той же методике себестоимость поездки легкового автомобиля личного пользования на расстоянии 9,7 км составит  $0,162 \times 9,7 = 1,57$  долл., что даст на одного пассажира

$$\frac{1,57}{1,6} = 0,98 \text{ долл., или 10 центов за пасс.-км.}$$

Если срок службы подвижного состава метрополитена принят в экономических расчетах 25 лет, то автобуса — 12, а легкового автомобиля — 10 лет. Для сооружений метрополитена, скоростных дорог и специализированных автобусных дорог — 40 лет.

Средняя стоимость сооружения линии метрополитена в Вашингтоне (исключая подвижной состав) достигает 18,9 млн. долл. за км. Средняя же стоимость скоростной дороги высшей категории (6—8 полос в обоих направлениях со всеми развязками движения в разных уровнях) применительно к городам с населением более 1 млн. человек равна 13,4 млн. долл. По последним проектам в сеть метрополитенов включают и специализированные автобусные дороги.

По проекту в г. Атланте к 1979 г. общая сеть линий метрополитена должна составить 104,2 км, в том числе рельсовые пути 81 км и специализированные автобусные дороги — 23,2 км. Общая стоимость системы 1,32 млрд. долл. (включая 41 станцию и 29,5 тыс. мест автомобильных стоянок при станциях) или 12,7 млн. долл. за километр двухпутных линий.

Применительно к различным видам доставки определены следующие стоимости на одного пассажира за километр подхода к станции (в центах):

на автобусе . . . . .	5,5
на легковом автомобиле без стоянки . . . . .	16,1
на легковом автомобиле со стоянкой . . . . .	31,3
(в т. ч. 25,1 за стоянку)	

Следует обратить внимание на весьма жесткие экономические условия расчета (10% в год на капитал, 40 лет амортизационного срока, 25% нагрузки часа «пик» от среднесуточной и др.). По сравнению с оценками себестоимости перевозок на метрополитенах СССР расчеты США дают более высокие результаты (в 10 раз). Сеть метрополитена проектируется одновременно для города и пригородов, причем ее длина при населении 1,5 млн. человек должна быть порядка 100 км. Это объясняется низкой плотностью населения в крупных городах США.

\* По материалам: A comprehensive bus and rail rapid transit plan for a Greater Atlanta, Atlanta, 1973. Marshall F., Read J. — Comparison of urban travel economic costs, Highway Users Federation, Washington, 1973. The comprehensive plan city and county of San Francisco, Department of City Planning, San Francisco, 1973.

**СОТХОТЮМ**

**Уважаемые читатели!**

**Не забудьте  
оформить подписку  
на  
информационный  
научно-технический  
сборник**

**«МЕТРОСТРОЙ»**

**на 2-е полугодие  
1974 года!**

Подписка принимается  
без ограничения  
общественными  
распространителями печати,  
агентствами «Союзпечати»  
и в почтовых отделениях.  
Индекс сборника «Метрострой»  
во всесоюзном каталоге  
«Союзпечати»  
**70572.**

Стоимость подписки  
на полгода —  
1 руб. 20 коп.