

# МЕТРО СТРОЙ

6  
1973





ИНФОРМАЦИОННЫЙ  
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ  
СБОРНИК

# МЕТРО- СТРОЙ

Выпуск:

6

1973

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. Савраиского  
Технический редактор Л. Горшкова

Л29358 Сдано в набор 3/IX—73 г.

Подписано к печати 26/X—73 г.

Тир. 4000 экз.

Объем 4 п. л.

Бумага тифдручная 60×90<sup>1</sup>/<sub>8</sub>.

Зак. 3271.

Цена 30 коп.

Типография изд-ва «Московская правда»

## В НОМЕРЕ:

- ✓ Е. ДЕМЕШКО, Ю. КОШЕЛЕВ. Тоннели в неустойчивых и слабоустойчивых грунтах с обжатой сборной обделкой . . . . . 1
- Х. АБРАМСОН, А. НАНКИН, Н. ПРОСТОВ. Механизация бурения шпуров . . . . . 3
- ✓ Н. КУЛАГИН, М. ТУЗИН. Анкерная крепь в протерозойских глинах . . . . . 4
- ✓ И. КРЫЖАНОВСКАЯ, Г. ДОЛЖКОВА, М. СТРЕКОЗОВ, В. КОБЛЯКОВ, М. ДОРФМАН. Цемент для гидроизоляции швов тоннельной обделки . . . . . 6 ✓
- М. БРУССЕР, М. КАГАН. О прогнозировании свойств бетона . . . . . 7
- М. ЛЕБЕДЕВ. 40-й конгресс международного Союза общественного транспорта. . . . . 8
- Л. ЕДИГАРЯН, К. КРАВЧИНСКИЙ. Сухие тяговые трансформаторы ТСЗП—1600/10. . . . . 11
- М. ЛЕВИН, И. ЮСУПОВ. Передача дирекционного угла через вентиляционные скважины. . . . . 12
- Д. КИСЛИЦЫН. Приближенный способ уравнивания дирекционных углов в вытянутой цепи треугольников подземной полигонометрии . . . . . 14
- А. БОГОРОДСКИЙ, Я. МАРЕННЫЙ. Основы структурной схемы АСУ . . . . . 15
- В. СИМБИРЦЕВ. Станции глубокого заложения Московского метро. . . . . 19
- З. АЦАГОРЦЯН, А. ХАЧАТУРЯН, Р. АБЕЛЯН. Из отходов камня и неполирующихся пород. . . . . 22
- ✓ Л. ЕВДОКИМОВ. Сооружение станции открытого способа работ . . . . . 23
- И. ХЛЕБНИКОВ. Электроснабжение строительства . . . . . 24
- Г. ЦИМИНТИЯ, Г. ДЖАКЕЛИ. Автодорожный тоннель на Военно-Грузинской дороге. . . . . 25
- З. ГУДАВА. Совершенствование системы энергообеспечения. . . . . 26
- Проблемы снижения шума в метро. . . . . 27
- ✓ Л. НЕВЕРЖИЛ. Проходка тоннеля Навахо . . . . . 29
- ✓ В. БЕЛОЛИКОВ. Щитом под насыпью . . . . . 30
- Л. ПАЦЛЬТ. «Сирфлекс мини тоннель» . . . . . 31
- Строительная мозаика. . . . . 31

На обложке: советский механизированный щит ШН-1 на последнем метре тоннеля у площади им. Москвы в Будапеште.

# ТОННЕЛИ В НЕУСТОЙЧИВЫХ И СЛАБОУСТОЙЧИВЫХ ГРУНТАХ С ОБЖАТОЙ СБОРНОЙ ОБДЕЛКОЙ

## ОПЫТ ПРОХОДКИ НА ПОЛНОЕ СЕЧЕНИЕ В ГРУНТАХ МОРЕННОГО ОТЛОЖЕНИЯ

Е. ДЕМЕШКО, канд. техн. наук,  
Ю. КОШЕЛЕВ, инженер

В последнее десятилетие в Москве построено около 40% перегонных тоннелей мелкого заложения закрытым способом. В дальнейшем значение и удельный вес этого способа еще больше возрастет: непрерывно сокращается свободная территория города в связи с осуществляемой жилой застройкой. Характерная особенность инженерно-геологических условий при мелком заложении линий Московского метро — широкая распространенность неустойчивых и слабоустойчивых песчаных и супесчаных отложений, что требует применения щитового метода проходки тоннелей. Этот метод получил значительное развитие при строительстве перегонных тоннелей. В 1963—1964 гг. на Метрострое были применены, а затем широко внедрены проходческие немеханизированные щиты, оснащенные горизонтальными рассекающими площадками. Это позволило устранить шандорное крепление забоя и практически исключить ручную разработку грунта. Производительность труда повысилась на 20—25%, а стоимость строительства снизилась на 10—12%. Резко сократился расход лесоматериалов. Дальнейшим шагом явилось внедрение механизированных щитов с горизонтальными площадками на 20—23%, снизивших затраты труда при проходческих работах. К таким щитам относятся агрегат комплекса ТЩБ-1 для сооружения тоннеля с монолитно-пресованной бетонной обделкой и щит ЩМ-17 проходческого комплекса КМ-19 для тоннелей со сборной железобетонной обделкой.

Следующей ступенью технического прогресса в проходке перегонных тоннелей, на наш взгляд,

должен стать механизированный щит с универсальным рабочим органом, обеспечивающим селективную разработку забоя в сложных условиях нераслаивания неустойчивых и устойчивых грунтов.

Дальнейшее повышение технического уровня сооружения перегонных тоннелей мелкого заложения в неустойчивых и слабоустойчивых грунтах может быть связано с использованием новой технологии возведения тоннельной обделки — обжатию ее в окружающий грунтовой массив. Потенциальные возможности этой технологии, как известно, включают: существенное уменьшение величины осадок поверхности; сокращение объема перекадок подземных коммуникаций; устранение процесса первичного нагнетания тампонажного раствора за обделку; сокращение расхода цемента; увеличение внутреннего габарита тоннеля; облегчение ведения щита; улучшение статической работы обделки.

Положительный эффект технологии обжатия обделки в грунт подтверждается результатами внедрения ее в отечественном метростроении в условиях устойчивых глинистых грунтов (коллекторный тоннель в Кневе, тоннель водоочистного комплекса в Ленинграде и перегонные тоннели Ленинградского метрополитена).

Главная особенность возведения обжатой обделки в устойчивых грунтах заключается в возможности достаточно легкого осуществления разжатия кольца до диаметра тоннельной выработки. При этом обеспечивается сохранность ее контура, наличие гарантированного начального зазора между обделкой и поверхностью выработки, отсутствие



внешних сил (кроме собственного веса блоков обделки), сопротивляющихся разжатию.

В неустойчивых песчаных грунтах проявляется действие дополнительных факторов, резко осложняющих процесс возведения обделки с обжатием в массив. К ним относятся: немедленная потеря устойчивости контура выработки при выдергивании хвостовой оболочки щита, вследствие отсутствия или небольшой способности песчаного грунта воспринимать растягивающие усилия; сплошное оседание контактного слоя грунта, расположенного над обжимаемым при передвижении щита кольцом обделки, что вызывает сдвигание вышележащих слоев и оседание поверхности; высокая скорость распространения деформаций сдвигания в песчаном массиве; значительная неравномерность деформаций сдвигания и необратимость этого процесса при восстановлении первоначального контура выработки; немедленное восприятие обделкой первичного горного давления, и, как следствие, возникновение в радиальных стыках нормальных сил, значительно превосходящих по величине нормальные силы от собственного веса обделки.

Учитывая неблагоприятное действие перечисленных факторов, при решении задач обжатия обделки в неустойчивой грунтовой среде необходимо:

1 } обеспечить условия минимального нарушения окружающего грунтового массива, по возможности не допуская развития значительных по величине необратимых деформаций сдвигания;

2 } обеспечить приложение к обделке высоких распорных усилий, достаточных по величине не только для восприятия веса конструкции и давления со стороны грунта, но и для разжатия ее до требуемого диаметра.

Первое условие может быть соблюдено путем максимального приближения обделки к контуру выработки за счет устранения строительного зазора и утонения ограждающей конструкции — хвостовой оболочки щита. Второе условие диктует необходимость применения распорных устройств гидравлического типа, обеспечивающих возможность развития больших усилий при малых габаритах силового оборудования.

Для практической реализации принципа обжатия в неустойчивых грунтах необходимо учитывать требования и ограничения, накладываемые характером производства работ и техникой безопасности, применяемым тоннелепроходческим оборудованием, конструкцией обделки и производственной базой по ее изготовлению, экономической целесообразностью принятых технических решений.

**Производство работ.** Важное значение имеют обеспечение минимального уступа (не более 30—35 мм) между блоками смонтированного и обжатого колец для уменьшения влияния эксцентричной передачи усилия от щитовых домкратов и предупреждения разрушения блоков при передвижении щита; возможность нормального ведения щита на прямых участках трассы и кривых при уменьшении или полном устранении строительного зазора; совмещение операций замыкания кольца и обжатия кольца обделки; обеспечение максимальной механизации работ при обжатии, удобство их ведения;

минимальные затраты времени на дополнительную операцию обжатия обделки.

**Техника безопасности.** Работы по монтажу и обжатии обделки должны проводиться при полном и постоянном ограждении места ее возведения хвостовой оболочкой щита. Конструкция оболочки должна обеспечивать надежную защиту при монтаже кольца, передвижении щита и окончательном обжатии кольца в грунт.

**Тоннелепроходческое оборудование.** Следует ориентироваться на существующие проходческие комплексы и использование принятых при строительстве перегонных тоннелей блокоукладчиков с внесением минимально необходимых изменений и дополнений в их конструкцию. Для уменьшения деформаций в грунтовой массе корпус щита должен иметь снаружи цилиндрическую поверхность без накладок. Хвостовая оболочка щита должна быть замкнута для укладки лоткового блока на оболочку и использования ее в качестве кондуктора при сборке кольца. При наличии прижимного распределительного кольца на щите следует обеспечить передачу усилия от этого кольца на обделку по всей ее торцевой площади, а также отсутствие уступов на хвостовой оболочке.

**Конструкция тоннельной обделки.** В качестве базисной конструкции для обжатия в неустойчивых грунтах следует применять унифицированную железобетонную обделку из блоков сплошного сечения.

Использование этой конструкции обеспечивает необходимую универсальность в строительстве перегонных тоннелей при замене одного способа сооружения другим (с обжатием обделки и без обжатия) в зависимости от принятых проектных решений. Кроме того, сохраняется производственно-технологическая база по изготовлению блоков обделки. Конструкция обжатой обделки должна включать новые элементы (взамен замковых блоков), позволяющие сохранить ее увеличенный диаметр. Целесообразно использовать для этого готовые железобетонные блоки-вкладыши с компенсирующими устройствами, фиксирующими окончательный диаметр кольца. Наружный диаметр обжатого кольца следует принимать равным наружному диаметру щита.

**Экономическая целесообразность.** Технологическое оборудование по обеспечению обжатия обделки — хвостовая часть щита и распорные устройства — должно быть не сложным по конструкции и простым в обслуживании, чтобы обеспечить невысокую стоимость изготовления и эксплуатации. При этом следует учитывать, что использование технологии обжатия обделки устраняет процесс нагнетания и тем самым сокращает трудозатраты на 5,5 чел.-час на 1 пог. м тоннеля (15% от общих трудозатрат) и уменьшает стоимость его сооружения на 5%.

Использование принципа обжатия обделки при сооружении перегонных тоннелей мелкого заложения закрытым способом в неустойчивых и слабоустойчивых грунтах может стать дальнейшим шагом по повышению производительности труда в метростроении.



# МЕХАНИЗАЦИЯ БУРЕНИЯ ШПУРОВ

Х. АБРАМСОН, канд. техн. наук,  
А. НАНКИН, Н. ПРОСТОВ, инженеры

В практике метростроения выполняются большие объемы горных работ буровзрывным способом. Между тем на протяжении 40 лет строительства метрополитена в СССР техника бурения шпуров базируется на применении ручного бурильного инструмента, что обуславливает высокую трудоемкость и повышенную вредность этого процесса. По этой причине на строительстве метрополитенов до сих пор не удалось решить задачу комплексной механизации всей технологии горнопроходческих работ при сооружении перегонных и станционных тоннелей глубокого заложения буровзрывным способом. Наряду с механизацией процессов погрузки горной массы и возведения обделки, буровзрывной комплекс остается до сих пор немеханизированным.

В отличие от метростроения, в горнодобывающей промышленности, а также при строительстве гидротехнических, железнодорожных и автодорожных тоннелей и других подземных сооружений, для бурения шпуров широко применяются бурильные установки различной конструкции и специальное навесное оборудование, которое дает возможность эффективно механизировать эту работу.

Однако специфика технологии работ и применяемое тоннельное оборудование при сооружении метрополитенов таковы, что существующие бурильные установки и машины с манипуляторами в этих условиях использовать невозможно.

Для решения этой задачи специалистами института ЦНИИПодземмаш и СМУ-6 Мосметростроя было разработано и испытано в тоннельном забое бурильное оборудование для метростроения — БОМ-1. Оно состоит из гидравлически управляемого телескопического манипулятора 1 (рис. 1, 2), установленного на плите механизма осевого поворота 2, закрепленного на раме 3, и находящейся на поворотной опоре 4 бурильной машины 5.

В бурильной машине имеется направляющая балка 6, гидродатчик 7 с цепным удвоителем и двухскоростной вращатель 8.

Механизм осевого поворота 2 с закрепленным на нем манипулятором 1 может перемещаться гидrocилиндром вдоль направляющей балки 6.

Манипулятор дает возможность перемещения бурильной машины от шпура к шпуру и «складывания» ее, т. е. выведения из забоя. Все перемещения манипулятора и бурильной машины осуществляются гидроцилиндрами, управляемыми секционными золотниковыми распределителями, собранными в один блок. Для обеспечения безопасности установлены непосредственно на гидроцилиндрах гидрозамки. Скорость и усилия подачи регулирует дроссель Г77-32 с предохранительным клапаном ПГ52-12, находящемся в блоке управления.

Электровращатель бурильной машины питается от сети напряжением 380 в через автоматический пускатель типа АП-50-3МТ и магнитный пускатель серии ПА-331 в пылебрызгозащитном корпусе.

Управление магнитным пускателем производится при помощи двухкнопочного поста управления типа КУ-123-12М.

Цепи управления питаются от сети напряжением 36 в. Для питания гидросистемы бурильного оборудования необходима маслостанция, имеющая расход не менее 5 л/мин, при давлении 100—120 атм.

## Техническая характеристика БОМ-1:

Тип бурильной машины . . . . .	электрическая, вращательного действия
Тип манипулятора . . . . .	гидравлический, телескопический
Глубина шпура . . . . .	до 1400 мм
Максимальное усилие подачи . . . . .	500 кгс
Скорость бурения шпуров диаметром 42 мм по породам крепостью $f=4$ по шкале проф. Протодыконова . . . . .	до 2 м/мин
Привод бурильной головки . . . . .	электродвигатель АОС 2-31-2 (потребляемая мощность — 3,5 квт, число оборотов в мин. — 2800)
Скорость вращения буровой штанги:	
первая . . . . .	360 об/мин
вторая . . . . .	700 об/мин
Ход телескопа манипулятора . . . . .	1,0 м
Масса . . . . .	1500 кг

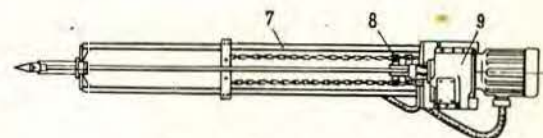
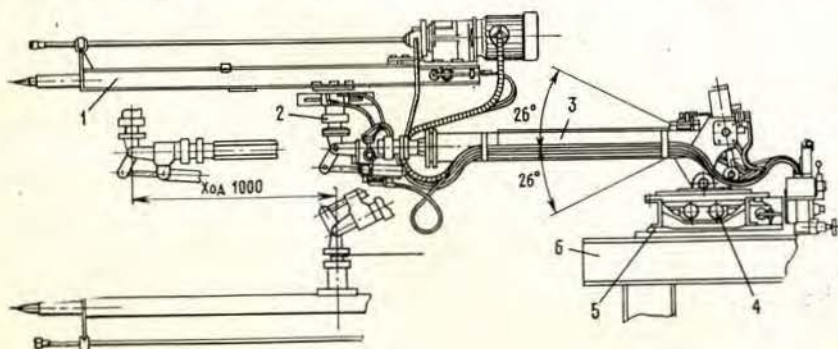


Рис. 2. Общий вид БОМ-1.

Рис. 1. Бурильная машина БОМ-1 в тоннельном забое на передвижной платформе.



При проектировании предполагалось, что опытный образец БОМ-1 будет установлен на верхней площадке тоннельного блокоукладчика ТУ-1, предназначенного для проходки перегонных тоннелей диаметром 5,5 м. Однако стесненность габаритов блокоукладчика затрудняла «складывание» бурильной машины по окончании бурения. Поэтому опытный образец БОМ-1 применили при сооружении с помощью двухъярусной перекатной платформы камеры подземной тяговой подстанции, примыкающей к строящейся станции «Кузнецкий мост».

Камера диаметром 9,5 м в свету и 10,5 м в выработке имела площадь забоя 87 м<sup>2</sup>, по которому забуривали 85 шпуров глубиной по 0,8 м.

Бурильную машину БОМ-1 (см. рис. 1) установили на колесной тележке, перемещающейся вдоль забоя в направляющих швеллерах, закрепленных на верхнем ярусе платформы, что позволило обуривать верхнюю треть забоя. С помощью этой машины производили бурение шпуров на протяжении 20 метров камеры.

В ходе экспериментальных работ было установлено, что машина БОМ-1 является вполне работоспособным бурильным агрегатом и может быть эффективно использована при сооружении различных камер и других объектов, разработка которых ведется с передвижных платформ — подмостей.

Принятое техническое решение позволяет полностью механизировать бурение шпуров. Работа проходчика в процессе бурения сводится к повороту рукояток на пульте управления, т. е. к функциям оператора. Это коренным образом изменяет условия труда проходчиков, которые до сего времени счита-

лись вредными (вибрация, наличие большого количества пыли, передача силовых нагрузок на организм и т. д.) и в 3—4 раза повышает производительность их труда в результате увеличения скорости бурения и напорного усилия на буровой инструмент, создаваемого автоподатчиком.

Таким образом, испытание опытного образца бурильного оборудования БОМ-1 показало, что дальнейшее совершенствование средств буровой техники для практики метростроения должно развиваться в направлении создания манипуляторов с установленными на них бурильными машинами. При этом оборудование такого типа должно быть встроено в конструкцию блокоукладчика.

Блокоукладчик, оснащенный бурильным оборудованием, обеспечит комплексную механизацию всех проходческих процессов — бурение шпуров, погружку горной массы и возведение тоннельной обделки при сооружении тоннелей метрополитена и других выработок буровзрывным способом разработки пород.

В связи с тем, что конструкции существующих блокоукладчиков не дают возможность выстроить в них буровое оборудование, представляется целесообразным разработать новые конструкции тоннельного оборудования — тоннельных комплексов для сооружения перегонных и станционных тоннелей в крепких породах буровзрывным способом.

Результаты промышленных испытаний БОМ-1 подтверждают правильность принятого технического решения и неотложную необходимость создания бурового оборудования, отвечающего современным требованиям к механизации горнопроходческих работ.

## АНКЕРНАЯ КРЕПЬ В ПРОТЕРОЗОЙСКИХ ГЛИНАХ

**Н. КУЛАГИН, главный специалист отдела организации работ  
Ленметропроект,  
М. ТУЗИН, начальник участка СМУ-17 Ленметростроя**

При строительстве Ленинградского метрополитена в протерозойских глинах для временного крепления забоев при бесщитовой проходке тоннелей со сборной обделкой обычно кровлю затягивают всплошную досками, которые с одной стороны опираются на сборную обделку, а с другой — заводятся в штрабу и подхватываются снизу дугвыми элементами. Лоб забоя, в зависимости от размеров выработки и состояния грунтового массива, затягивают всплошную или вразбежку досками, расклиниваемыми в систему горизонтальных балок, распертых по концам в собранную обделку. Устойчивость кровли во многом определяется надежностью крепления лба забоя.

В связи с применением нового типа подземных сооружений, в частности, односводчатых станций метрополитена с пролетом между опорами сборного свода около 19 м, резко (почти в 2 раза) увеличивается ширина выработки и площадь забоя, что

вызывает необходимость изменения установившейся системы временного крепления и использования для этого грунтового массива.

В практике Ленметростроя в ряде случаев в устойчивых сухих протерозойских глинах применяли анкеры для крепления лба забоя в выработках диаметром 8,5 и 9,5 м. При этом в скважины длиной до 30 м устанавливали металлические перфорированные трубы и нагнетали в них цементный раствор состава 1 : 0 с заполнением затрубного пространства. Сцепление труб с затвердевшим цементным раствором и последнего с грунтом создавало необходимую заделку трубы в скважине. При проходке выработок балки крепления лба забоя перемещали по этим анкерам и закрепляли на них специальными замками. Затем трубы обрезали.

Учитывая принципиальную возможность такого вида креп-



ления при сооружении односводчатой станции метрополитена, по отсутствию каких-либо данных, характеризующих его несущую способность, было намечено провести экспериментальную проверку анкеров в условиях строительства станции «Площадь Мужества».

Для проведения эксперимента из пройденного опорного тоннеля станции на уровне несколько ниже горизонтального диаметра станком НКР-10СМ с продувкой сжатым воздухом было пробурено пять скважин диаметром 90 мм, длиной 3,1 м в сторону оси станции. Расстояние между скважинами — 1 м. При бурении грунты были сухие и скважины устойчиво сохраняли свою форму.

Через сутки после бурения в скважины установили металлические трубы диаметром 76 мм, имеющие шелевую перфорацию (по 2 щели размером 6×50 мм на 1 м трубы) в пределах скважины, для более равномерного заполнения затрубного пространства раствором. Трубы выступали в тоннель на 67—75 см, что давало возможность установить испытательный стенд. Устья скважин тщательно законопатили и промазали раствором быстротвердеющего цемента. Для выпуска воздуха из скважины при последующем нагнетании раствора в устье оставили отверстие, а для подсоединения шланга от насоса к оголовку трубы приварили патрубок.

Насосом контрольного нагнетания в металлические трубы нагнетали цементный раствор состава 1:0 (В/Ц 0,45—0,50), до тех пор, пока он не начал вытекать из оставленного отверстия. Давление на манометре при этом зафиксировано до 5 атм.

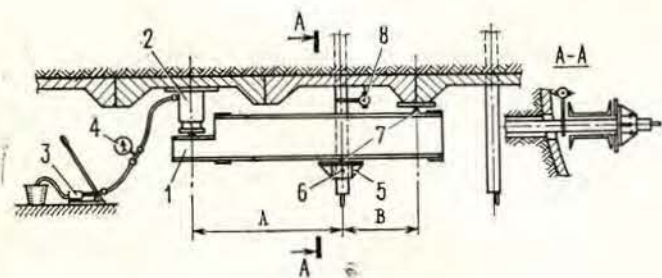
Теоретической предпосылкой для расчета несущей способности испытываемых анкеров было следующее: в силу того, что сцепление затвердевшего цементного раствора с металлической трубой (30—35 кг/см<sup>2</sup>) гораздо выше сцепления цементного раствора с грунтом, срыв анкера произойдет по контакту раствора с глиной. Причем в расчете принималось временное сопротивление протерозойской глины на срез, которое существенно зависит от ее естественной влажности.

По данным ЛИИЖТа, величина расчетного сопротивления глины на срез в зависимости от естественной влажности следующая:

W % . . . . .	10	12	14	16	17	18
C кг/см <sup>2</sup> . . . . .	4	3,2	2,4	1,5	1,1	0,7

В расчете принимали  $C=1$  кг/см<sup>2</sup>. Исходя из длины анкера  $l=3$  м и диаметра  $D$  скважины 90 мм, ожидаемое усилие срыва анкера

$$P = C \cdot \pi \cdot D \cdot l = 8500 \text{ кг}$$



Спустя 80 суток после нагнетания (такой перерыв не был запланирован) извлекли анкеры. Для этого установили балку (см. рисунок) из двух двутавров № 30, гидравлический домкрат 2 с ручным насосом 3 и манометром 4, упор 5, который винтами 6 закрепили на выступающей части трубы. Для центрирования передачи усилий и точной фиксации плечей А и В установили стержни 7. Нагрузку поднимали ступенями по

2 атм, что соответствовало цене деления манометра. Момент срыва анкера фиксировали индикатором часового типа 8, закрепленным на трубе хомутом. Усилие срыва анкера высчитывали исходя из показания давления на манометре в момент срыва, характеристики домкрата и величины плечей приложения сил.

При извлечении четырех анкеров выяснилось, что затвердевший цементный раствор покрывает не всю поверхность труб, их внутренняя полость в доинной части скважины также не заполнена. Срыв анкеров произошел не по контакту глины и цементного раствора, а по глине на расстоянии от 1 до 5 мм от раствора. Контакт глины и цементного раствора во всех случаях оказался плотным.

Пятому скважину заполнить цементным раствором при нагнетании не удалось, так как часть трубы, выступающая из скважины, оказалась также перфорированной.

Контакт раствора с глиной наблюдался лишь на 36—50,6% поверхности трубы, что объясняется, очевидно, образованием воздушных пробок в скважинах. У анкеров № 1, 3 и 4 фактическая величина временного сопротивления глины на срез оказалась значительно ниже, чем у анкера № 2.

Испытания первой серии анкеров позволили сделать следующие выводы:

срыв анкера происходит по глине в непосредственной близости к месту контакта с цементным раствором, поэтому расчет несущей способности анкеров с учетом величины временного сопротивления глины на срез при естественной влажности, по-видимому, правилен;

несущая способность анкеров прямо пропорциональна площади контакта раствора с глиной и величине ее временного сопротивления на срез, но не более несущей способности металлической трубы на разрыв;

вследствие перфорации трубы по всей длине скважины, особенно вблизи оголовка, цементный раствор при нагнетании сразу же попадал в затрубное пространство. В передней части скважины образовывались воздушные пробки, что препятствовало полному ее заполнению;

разрыв во времени между бурением скважины и нагнетанием цементного раствора должен быть минимальным, чтобы избежать притока к скважине воды и снижения несущей способности анкеров.

С учетом результатов испытаний первой серии анкеров были проведены испытания второй их серии. Из перегонного тоннеля вблизи станции через отверстие в обделке пробурили четыре скважины длиной также по 3,1 м и в них установили анкеры аналогичной конструкции, но из неперфорированных труб. Бурение скважин, установку труб и нагнетание цементного раствора произвели в течение одной смены. В две скважины (№ 6 и 7) нагнетали раствор на расширяющемся цементе, в две другие (№ 8, 9) — на обычном портландцементе, но с добавкой около 5% алюмината натрия.

Отказ от перфорации труб способствовал полному заполнению затрубного пространства цементным раствором, что повысило несущую способность анкеров той же длины. Фактическая величина сопротивления глины на срез оказалась также выше принявшейся в предварительном расчете; минимальное значение  $C=1,17$  кг/см<sup>2</sup>, максимальное — 2,37 кг/см<sup>2</sup> при среднем значении — 1,68 кг/см<sup>2</sup>. Полученные значения сопротивления глины на срез соответствуют ее характеристике при влажности в пределах 14—17%.

Несмотря на некоторое отличие результатов у анкеров, в которые нагнетали расширяющийся цемент и обычный портландцемент с добавкой алюмината натрия, вывода в пользу того или иного цемента, ввиду малого количества испытаний сделать не удалось.

При соблюдении данной технологии устройства анкеров из неперфорированных труб величина их несущей способности может быть рассчитана на площади контакта раствора с глиной (то есть по диаметру и длине скважины) и величине расчетного сопротивления протерозойской глины на срез при естественной влажности. Для расчетов рекомендуется величина  $C=1$  кг/см<sup>2</sup> при влажности  $W=17\%$ .

Полученные результаты свидетельствуют о возможности применения в определенных условиях в протерозойских глинах набивных железобетонных анкеров, конструкции которых должны быть испытаны в натуральных условиях.



## ЦЕМЕНТ ДЛЯ ГИДРОИЗОЛЯЦИИ ШВОВ ТОННЕЛЬНОЙ ОБДЕЛКИ

И. КРЫЖАНОВСКАЯ, Г. ДОЛЖКОВА, канд. техн. наук,  
М. СТРЕКОЗОВ, В. КОБЛЯКОВ, М. ДОРФМАН, инженеры

Новый вид высокопрочного цемента — быстрохватывающийся расширяющийся цемент (БРЦ) разработан в институте Южгипроцемент в соответствии с техническими требованиями Харькометростроя. Составляющие БРЦ — измельченные портландцементный клинкер, гипсовый камень, расширяющая добавка (сульфоалюмосиликатный продукт—отход химического производства).

Начало схватывания БРЦ наступает через 4—8 мин, а конец — через 6—15 мин. от начала затворения водой. Линейное расширение твердеющих в воде образцов из цементного теста нормальной густоты составляет в суточном возрасте 0,2—0,3%, в 28-суточном — 0, —0,4%, на воздухе соответственно 0,05—0,10% и 0,04—0,09%. Основное расширение происходит в течение первых трех суток, после чего наступает стабилизация. Поэтому швы, зачеканенные БРЦ, в течение первых трех суток должны орошаться водой не менее трех раз в смену. Прочностные показатели БРЦ приведены в табл. 1.

Таблица 1

Возраст цементного камня	Предел прочности (кг/см <sup>2</sup> ) образцов блячек 40x40x160 мм из цементного теста с в/ц=0,4		Предел прочности (кг/см <sup>2</sup> ) при сжатии образцов 20x20x20 мм из цементного теста нормальной густоты
	при сжатии	при изгибе	
6 часов	35—54	10—15	40—75
1 сутки	110—147	25—39	121—198
3 суток	225—320	50—64	320—380
28 суток	554—768	82—118	572—668

Физико-механические свойства нового материала определялись при помощи стандартного оборудования на образцах-блячках 40x40x160 мм из цементного теста с в/ц=0,4.

Испытания на водонепроницаемость проводили в тесте нормальной густоты и в зачеканенном состоянии (при увлажнении до 18%). В первом случае при давлении 1 атм обнаружена фильтрация воды, прекращающаяся через 6—8 часов от момента затворения цемента. Образовавшийся цементный камень в суточном возрасте был водонепроницаем при давлении 5 атм. Образцы, зачеканенные БРЦ, были водонепроницаемы через 1 час после чеканки под давлением 1 атм и через 6 часов при давлении 5 атм.

Изготовленные на опытном заводе Южгипроцемента четыре

опытные партии БРЦ общим весом 20 т, были испытаны на строящихся участках Харьковского метрополитена. Результаты физико-механических испытаний этих партий приведены в табл. 2. Чеканочные работы производились в тоннелях как с чугунной, так и с железобетонной обделкой. Опытный участок с чугунными тубингами Ø 5,5 м расположен в левом тоннеле перегона «Центр» — «Левада». На участке наблюдался калез грунтовых вод, уровень их выше лотка тоннеля составлял 0,6—2 м. Первичное и контрольное нагнетание растворов за обделку было произведено в соответствии с ВСН 132—66. Работы по гидроизоляции тоннельной обделки выполнялись в соответствии с ТУ-Т9-56 (ч. П) Минтрансстроя СССР. Увлажнение цемента производилось до 18%. Цемент с водой перемешивался вручную. По срокам схватывания, ранней прочности и удобоукладываемости в междутубинговые швы цемент удовлетворял предъявленным требованиям, не наблюдалось признаков размывания его грунтовыми водами. Осмотр и гидравлическое испытание зачеканенных швов были произведены через два месяца. В цементном камне отсутствовали усадки и трещины, не обнаружено просачивания грунтовых вод. Гидравлическое испытание (нагнетание воды под давлением 5 атм, поддерживаемым в течение трех часов, в штуцер-болты) показало их полную водонепроницаемость при давлении 5 атм. Наблюдения показали, что в течение года никаких изменений в зачеканенных швах не произошло. Опытный участок с железобетонной унифицированной обделкой Ø 5,5 м расположен в левом тоннеле между станциями «Завод Малышева» — «Турбинный завод». Лотковую часть тоннеля пересекает уровень грунтовых вод. Участок малообводнен. Работы по гидроизоляции швов выполнялись так же, как и на опытном участке с чугунной обделкой. Подтвердились ранее полученные результаты сроков схватывания, ранней прочности; отсутствие усадки и трещин в цементном камне, течей через зачеканенные швы при контрольном нагнетании (давление 5 атм). Гидравлическим испытанием установлена полная водонепроницаемость этих швов при давлении 5 атм.

Наблюдения за состоянием зачеканенных БРЦ швов тоннельной обделки продолжаются.

Выпуск полупромышленных партий БРЦ на опытном заводе института показал, что производство такого цемента можно организовать без изменения технологической схемы производства. Стоимость быстрохватывающегося расширяющегося цемента значительно ниже стоимости других материалов, применяющихся для гидроизоляции швов тоннельных обделок метрополитенов.

Таблица 2

Нормальная густота теста, %	Сроки схватывания, мин		Предел прочности (кг/см <sup>2</sup> ) образцов блячек 40x40x160 мм								Предел прочности (кг/см <sup>2</sup> ) при сжатии образцов 20x20x20 мм				Линейное расширение					
	начало	конец	при сжатии				при изгибе				при сжатии образцов 20x20x20 мм				при вакуум хранения			при воздушном хранении		
			в возрасте, сутки								в возрасте, сутки				в возрасте, сутки					
	1/4	1	3	28	1/4	1	3	28	1/4	1	3	28	1	3	28	1	3	28		
32,0	6	9	48	147	300	755	14	39	66	118	75	188	380	657	0,3	0,3	0,3	0,1	0,09	0,14
34,6	4	15	35	110	264	554	10	25	57	82	40	121	337	572	0,2	0,3	0,3	0,08	0,04	0,03
34,8	5	15	54	132	380	768	14	28	64	96	57	139	320	644	0,2	0,4	0,4	0,08	0,04	0,03
32,3	4	6	47	112	225	758	15	28	50	108	66	198	320	668	0,2	0,3	0,3	0,05	0,04	0,03



# О ПРОГНОЗИРОВАНИИ СВОЙСТВ БЕТОНА

М. БРУССЕР, канд. техн. наук,  
М. КАГАН, инженер.

**Характеристики структурной пористости могут служить средством прогнозирования свойств бетона ● наиболее целесообразен в заводских условиях метод, основанный на кинетике водонасыщения ● надежным средством повышения водонепроницаемости бетона блоков отделки служит введение в обычный портландцемент небольшого количества глиноземистой добавки, которая обуславливает формирование тонкопористой структуры.**

Структура бетона определяет большинство его физико-механических свойств. Надежная методика для определения параметров структурной пористости бетона позволила бы установить влияние основных технологических факторов производства бетона на его пористость, связать параметры последней с физико-механическими свойствами и, таким образом, изменяя технологию, получать бетоны с требуемыми физико-механическими свойствами. Параметры интегральной (общий объем пор) и дифференциальной (распределение пор по их размерам) пористости бетона позволяют составить прогноз определенных физико-механических свойств изделий из него, например, блоков тоннельной отделки.

На Очаковском заводе ЖБК с участием научно-исследовательских институтов была выполнена комплексная работа по экспериментальному определению параметров структурной пористости блоков отделки.

Исследовали образцы из цементного камня, раствора, бетона нормального твердения и пропаренные в возрасте до 1,5 лет, изготовленные с использованием обычного (ПЦ) и особо быстротвердеющего (ОБТЦ) портландцемента Здолбуновского завода.

Параметры интегральной и дифференциальной пористости цементного камня с В/Ц=0,5 и раствора состава 1:3 В/Ц=0,5 определялись (в ЦНИИСе) методами ртутной поретрии и сорбционным. Как показали данные испытаний, метод ртутной поретрии выявляет достаточно широкий диапазон пор, но одним из существенных его недостатков является несоответствие условий вдавливания ртути в поры образца под большими давлениями (до 3—5 тыс. атм) реальным условиям миграции влаги в бетоне в период его эксплуатации. К недостаткам методов ртутной поретрии и сорбционного относятся также сложность применяемого оборудования, длительность процесса подготовки и проведения испытаний и ограниченность размеров исследуемых образцов (до 10 мм).

Значительно более простым методом определения интегральной пористости оказался отсос воздуха из пор образца (на установке ВНИИСТ, усовершенствованной в МИИТе). Используемая установка достаточно проста в работе и дает возможность быстро получить сравнительные данные об интегральной пористости материалов, но требует большого объема открытой ртути, на ней нельзя получить оценку дифференциальных характеристик пористости.

Самым удобным для условий заводской лаборатории оказался метод определения пористости бетона по кинетике его водонасыщения, позволяющий в короткое время получить оценки параметров интегральной (общий объем открытых пор, доступных водонасыщению  $W_0$ ) и дифференциальной (средний размер пор  $\lambda$  и однородность пор по размеру  $\alpha$ ) пористости. В этом случае наиболее близко моделируются реальные процессы, протекающие в пространстве пор бетона, связанные с его проницаемостью и долговечностью.

Ускоренный графоаналитический метод определения параметров пористости состоит в том, что образец бетона опреде-

ленной влажности при нормальном давлении подвергается водонасыщению, величины которого замеряют через 0,25, 1 и 24 ч. Используя данные замеров с помощью специальной номограммы определяют требуемые параметры.

Этот метод был применен для оценки влияния на пористость бетонов, примененных для изготовления блоков тоннельной отделки. Для приготовления бетона использовались три вида цемента с расходом 525 кг/м<sup>3</sup> и В/Ц=0,32: обычный портландцемент; обычный портландцемент с добавкой 5% глиноземистой цемента удельной поверхностью 3000 см<sup>2</sup>/г и обычный портландцемент с добавкой 5% глиноземистого цемента удельной поверхностью 6000 см<sup>2</sup>/г. Образцы испытывались в возрасте 1 и 3 суток после пропаривания, т. е. в сроки, соответствующие испытанию блоков отделки на водонепроницаемость. Результаты испытаний приведены в таблице.

Параметры пористости бетона	без добавки в возрасте, сут.		с глиноземистой добавкой (S=3000 см <sup>2</sup> /г) в возрасте, сут.		с глиноземистой добавкой (S=6000 см <sup>2</sup> /г) в возрасте, сут.	
	1	3	1	3	1	3
Интегральная отсытая пористость $W_{0, \text{отс}}$ , %	13,6	13,4	14,9	13,3	15,7	14,6
Показатель среднего размера пор $\lambda$	8,2	7,5	5,3	3,7	3,2	2,0
Показатель однородности размера пор $\alpha$	0,45	0,45	0,50	0,55	0,55	0,60
Показатель водонепроницаемости (В) в атм	7	7	8	9	9	10

Анализ табличных данных показывает, что при введении в портландцемент глиноземистые добавки снижают средний размер пор и увеличивают их однородность, что предположительно должно привести к повышению водонепроницаемости бетона. Испытания на водонепроницаемость образцов того же состава по ГОСТу 4800—59 подтвердили эти предположения.

Статистическая обработка результатов экспериментов подтвердила, что между параметрами структурной пористости бетона и его водонепроницаемостью существует устойчивая связь, что подтверждается достаточно высоким значением коэффициента корреляции  $r=0,85$ , вычисленного по формуле

$$r = \frac{\sum(x \cdot y)}{n} - \bar{x} \cdot \bar{y} / \sigma_x \cdot \sigma_y$$

Эта зависимость вида  $(y - \bar{y}) = r \frac{\sigma_y}{\sigma_x} (x - \bar{x})$  выражается уравнением связи  $B=10,8-0,5 \lambda$ , по которому для данных конкретных условий можно прогнозировать водонепроницаемость бетона по параметрам его структурной пористости.



# МЕТРОПОЛИТЕНЫ МИРА. ПРОБЛЕМЫ И РЕШЕНИЯ.

## 40-й КОНГРЕСС МЕЖДУНАРОДНОГО СОЮЗА ОБЩЕСТВЕННОГО ТРАНСПОРТА

М. ЛЕБЕДЕВ, инженер

В работе конгресса, проходившего в Гааге (Нидерланды) приняты участие 898 организаций и предприятий — членом МСОТ из 44 стран, а также представители ряда международных организаций, фирм, учреждений и союзов. Из социалистических стран участвовали делегация СССР (представители организаций Москвы, Ленинграда и Киева, являющихся членами МСОТ), ЧССР, Венгрии, Польши и Кубы.

Конгресс был посвящен обсуждению ряда принципиальных проблем современного и перспективного развития и научно-технического прогресса различных видов городского и регионального общественного транспорта на основе девяти генеральных докладов, обобщающих мировую практику по этим проблемам. Содержащаяся в докладах информация по актуальным вопросам может быть использована при решении конкретных научно-технических задач при проектировании, строительстве и эксплуатации предприятий городского пассажирского транспорта, в том числе метрополитенов.

В одном из докладов был рассмотрен вопрос о повышении провозной способности метрополитенов (К. Кляпотов, СССР).

На основании информации от 39 метрополитенов из 19 стран исследован опыт последних лет и перспективные тенденции в области повышения провозной способности метрополитенов. Дана оценка эффективности технических, эксплуатационных, строительных и организационных решений применительно к различным конструкциям подвижного состава, методам организации эксплуатации, режимам движения поездов.

Конгрессом приняты следующие рекомендации по проблеме увеличения провозной способности метрополитенов и повышения культуры обслуживания пассажиров:

улучшение конструкции подвижного состава и его технико-экономических характеристик;

оптимизация процессов пуска и торможения на подвижном составе;

постоянное ускорение при пуске и замедление при торможении при различных нагрузках;

выбор трассы и профиля линии для достижения наилучших характеристик;

высокое качество верхнего строения пути;

повышение скорости движения поездов за счет автоматизации их управления, централизованного контроля, сокращения времени стоянок на станциях;

уменьшение времени поездки путем организации безостановочного движения поездов на малозагруженных станциях или использовании специальных путей;

лучшая организация пассажиропотоков на станциях, выбор эскалаторов с оптимальными размерами и регулируемой скоростью, сокращение пешеходных расстояний при пересадках на другие транспортные средства, обеспечение наиболее удобных выходов и входов на остановки наземных видов транспорта;

организация расцепки составов на станциях, отстойных путях или в депо в зависимости от пассажиропотоков по часам суток;

информация пассажиров с помощью высокоскоростных коммуникационных систем связи, радио, телевидения и других средств.

Представляет интерес координация между метрополитенами и другими видами общественного транспорта.

В докладе М. Чиренел (Италия) на опыте различных городов рассмотрены примеры форм и методов координации между метрополитенами и наземным общественным городским транспортом, железными дорогами, системами транспортного обслуживания крупных аэропортов.

Конгрессом рекомендовано: проблемы метрополитенов целесообразно рассматривать в общем плане пассажироперевозок, осуществляемых городским общественным транспортом и пригородными железными дорогами; уделять должное внимание проектированию и строительству пересадочных узлов; при определении очередности развития транспортных систем предпочтение отдавать метрополитену как средству массовых скоростных перевозок пассажиров.

По результатам работы конгресса можно сделать выводы об основных тенденциях развития рельсового общественного транспорта.

Метрополитен — самый перспективный вид городского транспорта, обеспечивающий массовые скоростные перевозки пассажиров, имеется в 44 городах 27 стран. В настоящее время метрополитены строятся в 19 крупных зарубежных городах и во многих сооружения их планируется (см. таблицу).

Проводимые в настоящее время в больших масштабах работы по проектированию, строительству и реконструкции метрополитенов базируются на последних научно-технических достижениях.

Внимательного изучения заслуживают метрополитены, построенные за последние годы с учетом новейших технических тенденций (Мюнхен, Нюрнберг, Роттердам, Франкфурт-на-Майне, Штуттгарт, Сан-Франциско), а также проектируемые и строящиеся метрополитены в ряде крупных городов (Амстердам, Вашингтон, Копенгаген, Дюссельдорф, Хельсинки, Манчестер, Мельбурн, Сидней и др.).

Следует отметить, что действующие у нас нормы на проектирование метрополитенов (СНиП ПД 3—68 «Метрополитены») не полностью отражают достижения отечественной и зарубежной науки и техники в области автоматизации движения поездов, повышения безопасности движения, внедрения новой техники, прогрессивной технологии, современных материалов. Представляется целесообразным пересмотреть их с учетом предложенных проектных, строительных и эксплуатационных организаций.



Таблица

Города	Линии и участки метрополитена		
	эксплуатируемые, км	сооружаемые	планируемые
Амстердам	—	Завершается первый участок 2,5 км.	Восточная линия 16,5 км—к 1977 г., вся система 106 км—к 2000 г.
Барселона	34	Линия 22,1 км.	111,4 км (141 станция).
Балтимора	—	Ведутся подготовительные работы.	38-км линия. (Начало работ в 1974 г.)
Бомбей	—	То же	Три линии. Первая 10-км—к 1980 г.
Брюссель	6,3	Линия—10,7 км (18 станций)—к 1975 г.	Система метрополитена и предме-трополитена—73,4 км—к 1990 г.
Будапешт	19,6	Линия север—юг—15 км—к 1980 г.	Третья линия—10 км
Калькутта	—	Линия—16,5 км—к 1978 г.	Продление линии.
Каракас	—	Первая линия—20 км.	50 км (50 станций).
Чикаго	143,9	—	32 км.
Копенгаген	—	Проводятся подготовительные работы на 4-км линии.	10 км—к 1980 г.
Дюссельдорф	—	Первая линия—16,9 км.	46,4 км, в том числе вторая линия—20,3 км, третья линия—9,2 км.
Флоренция	—	—	Ведутся изыскания
Франкфурт-на-Майне	19,8	Линия 8,5 км.	Система—123 км.
Генуя	—	—	Проектируется первая линия.
Гвадалахара	—	—	Система—59 км.
Гамбург	88,5	—	Новая линия.
Ганновер	—	Линия А—3,9 км, линия В—1 км—к 1975 г.	Продление линии В на 1,5 км.
Хельсинки	—	Первая линия—2,8 км, вторая линия—11 км.	Система 40 км.
Гонконг	—	—	В 1974 г. начало строительства первой 20-км линии. Планируется система 52,1 км—к 1986 г.
Хьюстон	—	—	Линия—3,2 км.
Стамбул	—	—	Линия—20 км.
Кобе	—	Первая линия—5,8 км—к 1973 г.	7,8 км—к 1975 г.
Киото	—	—	Линия Север—Юг—11 км.
Льеж	—	—	Система—34 км. Первая линия—14 км с 1974 г.
Лиссабон	12	Линия 7 км (12 станций).	Система—40 км.

Продолжение таблицы

Города	Линии и участки метрополитена		
	эксплуатируемые, км	сооружаемые	планируемые
Ливерпуль	—	Линия—1,8 км.	3,2 км.
Лондон	411,2	Флит-Лайн—4,4 км и линия—5,6 км к аэропорту Хитроу.	Продление линии Вилбледон на 7,3 км и линии Бакерлоо на 2,3 км.
Лос-Анжелос	—	—	Система—257 км, первая фаза—две линии—102 км.
Мадрид	55,3	Три линии—20,9 км.	Система—100 км—к 1980 г.
Манчестер	—	Первая линия—3,7 км.	—
Мельбурн	—	Линия—19,2 км—к 1985 г.	—
Мехико	42,2	—	Продление северной линии на 7,5 км, южной—на 1,5 км.
Минчган	—	—	Строительство метрополитена.
Милан	23	Продление линии А на 5,4 км.	Продление линии на 9,3 км.
Монреаль	25	Продление линии.	Система—50 км.
Мюнхен	16	Линия—11,5 км.	Система—100 км, из них 54 км—к 1983 г.
Нагойя	32,4	Продление линии 4 на 5,4 км.	Система—77,4 км—1980 г., 130 км—к 1985 г.
Неаполь	—	Первая линия.	Строительство второй линии.
Нью-Йорк (NYCTA)	381,8	Линия 6,9 км.	То же
Нью-Йорк (PATN)	22,8	—	Продление линии до аэропорта.
Нюрнберг	3,6	Два участка общей длиной 3,5 км.	Завершение линии А—5,7 км—к 1979 г.
Осака	67	Продление линии.	Продление линии 2 на юг на 10,2 км.
Осло	39	Продление трех участков на 5,85 км—к 1980 г.	—
Париж	235,5	Продление линии 13.	—
Пекин	22,4	Кольцевая линия.	Радиально-кольцевая система.
Филадельфия (SPTA)	57,1	Участок—1,9 км.	Линия—10,3 км.
Филадельфия (PATCO)	23,3	—	Три новых линии—34,8 км.
Прага	—	Линия С—6,9 км.	Пуск первой линии в 1974 г. Система—88,5 км—к 1990 г.
Рио-де-Жанейро	—	Первый участок.	Линия—18 км.
Рим	11	Завершение строительства линии А.	—



Продолжение таблицы

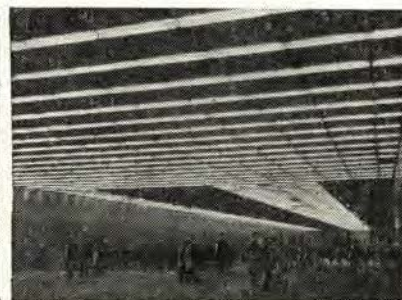
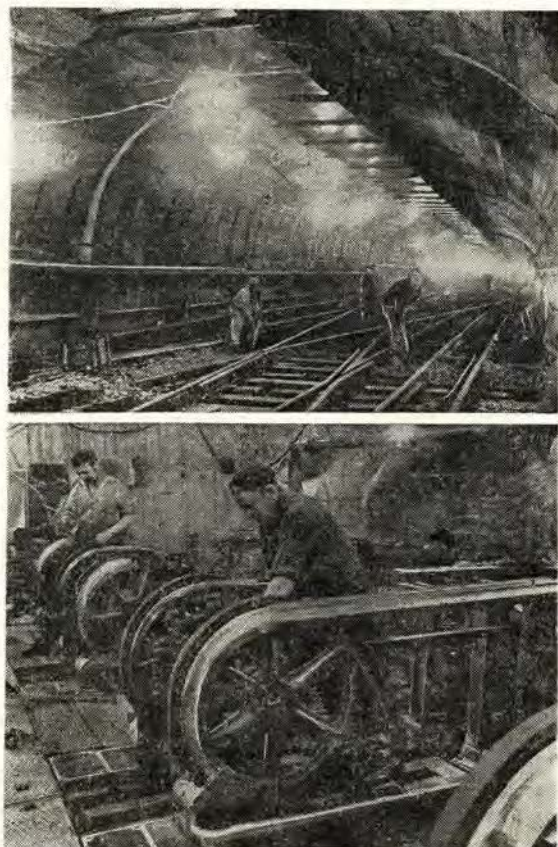
Города	Линии и участки метрополитена		
	эксплуатируемые, км	сооружаемые	планируемые
Роттердам	7,5	Продление линии на 9,5 км.	Строительство линии Восток—Запад—12 км.
Сан-Франциско	69	Линия в Конкорд—32 км и Дели Сити—16 км.	Линия к аэропорту.
Сан-Пауло	—	Первый участок—3 км.	Довести систему до 66 км, в том числе участок—17 км—к 1976 г.
Саппоро	12,1	Продление линии на 10,4 км.	—
Сеул	—	Линия 9,5 км к 1974 г.	133 км до 1985 г.
Стокгольм	70,4	Две линии—33 км—к 1975 г.	Система—130 км—к 1985 г.
София	—	—	Система—80 км.
Штутгарт	5,2	Линия—3 км.	Система—95 км.
Сидней	—	Линия—30,4 км.	—
Тегеран	—	—	Система—40 км.
Тель-Авив	—	—	60 км (31 станция), подземная трасса 8 км.

Продолжение таблицы

Город	Линии и участки метрополитена		
	эксплуатируемые, км	сооружаемые	планируемые
Токио	146,2	Линия—53,5 км—к 1975 г.	Довести систему до 12 линий.
Торонто	33,8	Линия—8,8 км к марту 1974 г.	Линия Север—Запад.
Турин	—	—	38,2 км, из них линия 1—14 км проектируется.
Вена	—	Линия—2,16 км.	25,2 км—к 1981 г.
Варшава	—	Предварительные работы.	Линия Север—Юг—24 км—к 1985 г.
Вашингтон	—	Линия—35,9 км (33 станции), из них 7,4 км—к декабрю 1974 г.	Система—157 км.
Иокогама	5,3	Продление линии на 6,4 км—1973 г., на 2,2 км—1974 г.	Система—133 км—1985 г.
Сантьяго	—	Первая линия—14 км (22 станции)	Вторая линия—11 км (14 станций).

ПРОДОЛЖЕНИЕ В СЛЕД. НОМЕРЕ

## МЕТРОПОЛИТЕН БУДАПЕШТА



На снимках: одна из новых станций Будапештского метрополитена — «Южный вокзал». Справа наземный вестибюль и эскалаторный тоннель с алюминиевым сводом «Люкса флекс». Слева показан завершающий рабочий момент на пусковом участке: путевые работы в камере съездов и монтаж советских эскалаторов.



## СУХИЕ ТЯГОВЫЕ ТРАНСФОРМАТОРЫ ТСЗП-1600/10

Л. ЕДИГАРЯН, К. КРАВЧИНСКИЙ, инженеры

На подземных тягово-понижительных подстанциях метрополитенов эксплуатируются кремниевые выпрямительные агрегаты с масляными трансформаторами, вынужденное применение которых осложняет конструкцию подстанции и снижает безопасность и надежность эксплуатации. Установка масляных трансформаторов требует маслогасительных ям с металлическими поддонами, специальных противопожарных устройств с герметическими клапанами и сложной автоматикой, а также дополнительных сооружений для производства ремонтных работ.

Сухие трансформаторы с кремнеорганической изоляцией, при равных технических параметрах, обладают такими преимуществами, как противопожарная безопасность и надежность; простота строительной конструкции (исключаются маслосборные ямы, устройства для подъема, отдельные камеры и др.) и сантехнических устройств (исключаются герметические клапаны и автоматика); отсутствие противопожарных устройств и автотелесигнализации; уменьшение стоимости строительных конструкций подземных подстанций ориентировочно на 6—8%; исключение трудоемких эксплуатационных работ; уменьшение стоимости эксплуатационных расходов.

В настоящее время на каждой подземной подстанции устанавливается два выпрямительных агрегата типа УВКМ-5 с масляными трансформаторами общей мощностью 6120 кВА из расчета возможного аварийного выхода из работы одного агрегата с сохранением в работе другого мощностью 3060 кВА (100% резерва на каждой подстанции). При замене их на агрегаты с сухими трансформаторами половинной мощности типа УВКМ-6 потребуется установка трех агрегатов общей установленной мощностью 4545 кВА. Таким образом, при аварийном выходе из работы одного агрегата мощностью 1515 кВА два других общей мощностью 3030 кВА обеспечат потребную мощность. При этом резервная мощность составляет 33%.

Сравнение вариантов подстанций с двумя агрегатами типа УВКМ-5 с масляными трансформаторами типа ТМП-3200/10 и с тремя агрегатами типа УВКМ-6 с сухими трансформаторами типа ТСЗП-1600/10 показали экономическую целесообразность применения сухих трансформаторов.

При усилении движения на линиях до 40—48 пар 8-вагонных составов обеспечить потребляемую мощность двумя агрегатами (с учетом выхода из

строя одного из них) на ряде подстанций окажется невозможным. Установка же четырех агрегатов половинной мощности типа УВКМ-6 может быть достаточной, так как мощность 4545 кВА трех рабочих соответствует полуторакратной мощности одного агрегата УВКМ-5.

При этом четыре агрегата типа УВКМ-6 с сухими трансформаторами размещаются в габарите подстанции, выполненной для двух агрегатов УВКМ-5 с масляными трансформаторами, а удельный объем рабочей мощности агрегатов с сухими трансформаторами примерно в 1,5 раза ниже, чем с масляными.

Два опытных образца сухих трансформаторов типа ТСЗП-1600/10 будут поставлены метрополитену заводом Уралэлектротяжмаш во II квартале 1973 года. Внедрение их на подземных совмещенных подстанциях Краснопресненской линии и ЖКД намечено в 1975 году.

При увеличении парности движения до 48 пар 8-вагонных поездов в час на проектируемых подстанциях потребуется установка трех агрегатов типа УВКМ-5 с масляными трансформаторами или четырех агрегатов УВКМ-6 с сухими трансформаторами, что подтверждается расчетами по новой линии Калининского радиуса (6 подстанций). Для этого случая экономические итоговые показатели стоимости для подстанций глубокого заложения с масляными выключателями составят 151,5 тыс. руб., а с сухими — 114,8 тыс. руб., то же для подстанций мелкого заложения соответственно 128 и 114,8.

Расчеты показывают, что применение сухих трансформаторов экономически целесообразно. Стоимость сухих трансформаторов в будущем, очевидно, будет снижена, и экономичность возрастет.

Замена масляных трансформаторов на сухие на Краснопресненской линии и ЖКД даст возможность в перспективе увеличить мощность подстанции установкой четвертого агрегата типа УВКМ-6 без изменения строительных конструкций.

Для многогородных метрополитенов, где максимальный размер движения поездов обеспечивается тремя выпрямительными агрегатами типа УВКМ-6 с сухими трансформаторами типа ТСЗП-1600/10, объем подстанции может быть уменьшен примерно на 100 м<sup>3</sup> по сравнению с объемом подстанции с двумя агрегатами типа УВКМ-5 с масляными трансформаторами.



## ПЕРЕДАЧА ДИРЕКЦИОННОГО УГЛА ЧЕРЕЗ ВЕНТИЛЯЦИОННЫЕ СКВАЖИНЫ

М. ЛЕВИН, И. ЮСУПОВ, инженеры

Способы ориентирования подземной геодезической основы зависят от вида выработок, соединяющих тоннель с дневной поверхностью. Наиболее часто встречаются следующие: через одну вертикальную шахту; с помощью гидротеодалита; через горизонтальные и наклонные выработки; через две вертикальные шахты (скважины).

При ориентировании особое внимание обращают на передачу дирекционного угла, так как влияние ошибки его на поперечный сдвиг подземной геодезической основы увеличивается с увеличением длины подземного хода. Для уменьшения ошибок центрирования следует стремиться к тому, чтобы дирекционный угол был передан на линию возможно большей длины.

При сооружении перегонных тоннелей мелкого заложения на третьем участке 1-й очереди Бакинского метрополитена проектом предусматривалось бурение вентиляционных скважин через 200—300 м.

Для повышения точности плановой и высотной подземной основы эти скважины использовали для передачи дирекционных углов и отметок на знаки подземной полигонометрии. Передача отметок производилась общепринятым способом. Сущность метода передачи дирекционного угла с поверхности в тоннель заключается в косвенном определении углов при отвесах  $O_1—O_2$  на поверхности и в тоннеле (рис. 1). Отвесы  $O_1—O_2$ , к которым может быть осуществлено одно и двустороннее примыкание, создают вертикальную плоскость проектирующего направления. Расстояние между отвесами непосредственно не измеряется, а вычисляется по их координатам, определяемым со знаков подземной полигонометрии.

Подготовительные работы включают: выбор места расположения скважин, отвечающего условиям примыкания к отвесам;

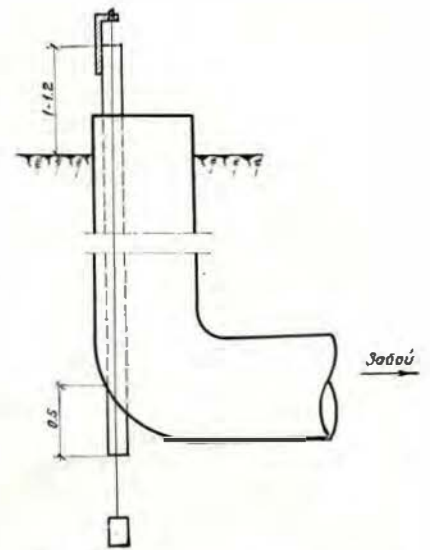


Рис. 2. Оборудование скважины для пропуска отвеса

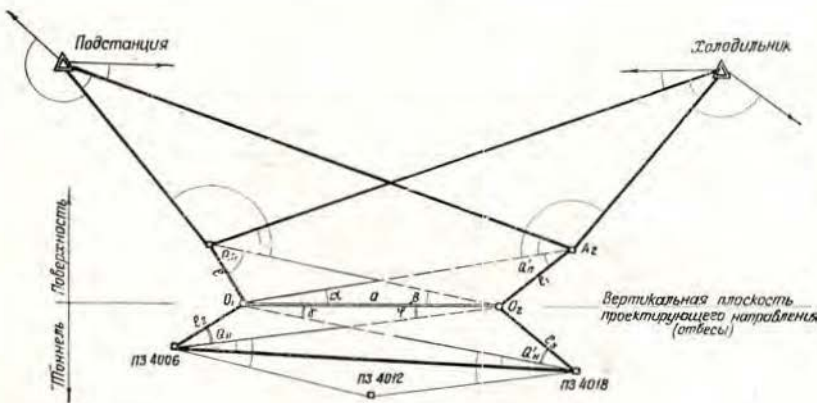


Рис. 1. Схема двустороннего примыкания к отвесам на поверхности и в тоннеле

$$\sin \beta = \sin Q_{11} \frac{l_1}{a}; \quad \sin \alpha = \sin Q_{11} \frac{l_1}{a}$$

$$\sin \varphi = \sin Q_H \frac{l_2}{a}; \quad \sin \rho = Q'_H \frac{l_3}{a}$$

где  $l$  — линейный элемент центрирования,  
 $Q$  — измеренные углы,  
 $a$  — расстояние между отвесами

закрепление 3" или 4" трубы в обсадной трубе для пропуска отвеса. Труба устанавливается строго вертикально и приваривается к обсадной (рис. 2). Это позволяет изолировать отвес от влияния воздушной струи и производить ориентировку независимо от режима работы вентилятора.

К верхнему концу трубы приваривается кронштейн с отверстием 1—1,5 мм для пропуска проволоки отвеса.

Программа наблюдений сводится к следующему (см. рис. 1):

за один—два дня до ориентировки на поверхности производится передача дирекционных углов на исходные направления;

на поверхности и в тоннеле измеряются углы на точках примыкания к отвесам;

измеряются расстояния до ближайшего отвеса.

После надлежащей проверки полевых журналов вычисляются координаты отвесов от знаков подземной полигонометрии, а по ним — расстояние между отвесами.



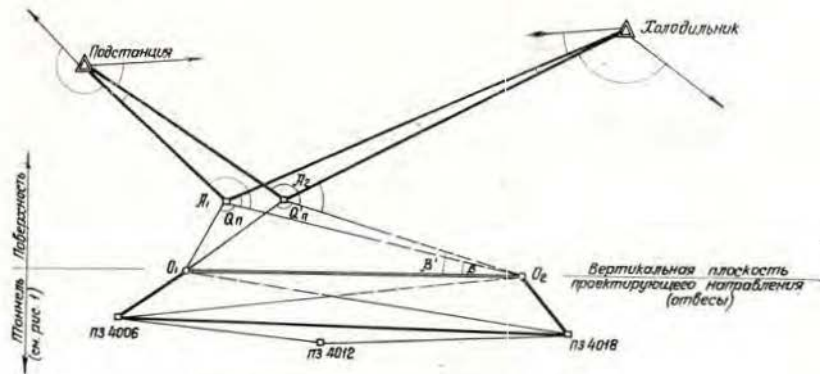


Рис. 3. Схема одностороннего приывания и отвесу на поверхности при двух азимутных пунктах

По формулам, приведенным на рис. 1, вычисляются углы и дважды передается дирекционный угол с поверхности на подземный стая полигонометрии (4006—4018). При одностороннем приывании к отвесам для обеспечения

двойной передачи дирекционного угла следует закладывать два азимутальных пункта вблизи одной скважины (рис. 3). Метод позволяет передать с высокой точностью и минимальными затратами времени дирекционный угол с поверх-

ности на сторону подземной полигонометрии без остановки строительных работ. Он может быть применен и при сооружении тоннелей глубокого заложения.

Этот метод ориентирования имеет ряд преимуществ.

Точность передачи дирекционного угла увеличивается с возрастанием расстояния между отвесами.

Отпадает необходимость производить снесение координат. Достаточно иметь в районе скважины азимутальный пункт.

Большое расстояние между отвесами (100—300 м) дает возможность закладывать примычные пункты с удалением от створа отвесов 0,25—0,75 м отрезка элемента центрировки (е).

Анализ многократных передач дирекционного угла этим методом показал, что средняя погрешность одной передачи не превышала 5".

Максимальное расхождение между двумя передачами не превышало 11".



## ВЕТЕРАНЫ И МОЛОДЕЖЬ

На строительстве станции «Кузнецкий мост» Ждановско-Краснопресненского радиуса трудятся ветераны и молодежь. На снимках: комсомольско-молодежная бригада чеканщиков, возглавляемая бригадиром Е. Прудниковым, и старейшие проходчики А. Ильющин и А. Каталкин (СМУ-6).



## ЭПОКСИДНЫЕ КОМПАУНДЫ ДЛЯ ОСУШЕНИЯ ТОННЕЛЕЙ

А. ДАУШВИЛИ, доктор, техн. наук,  
Б. БУАДЗЕ, Т. ХВАДАГИАНИ, Т. ЧУРАДЗЕ, инженеры

По просьбе Закавказского управления магистральных газопроводов кафедра «Тоннели и метрополитены» ГПИ им. В. И. Ленина проводит исследования способов осушения тоннелей. Опыты проводили на участках с различной интенсивностью обводнения (течи, капели, влажность и т. д.). Тоннель маг-

истрального газопровода проложен без обделки (закреплены только припортальные участки) в песчаных сланцах.

Поперечное сечение тоннеля имеет вид пологого свода с прямолинейными стенами. В зависимости от сезонных изменений, метеорологических условий менялась интенсивность и конфигурация обводнения участков.

На опытиком отрезке длиной 25 м у входного портала на поверхность выработки наносили два слоя эпоксидного компаунда (эпоксидная смола ЭД-5 40%, маршалит 40%, полиэтилен-полнамин 10%, ацетон 10%) толщиной 2 мм каждый под давлением 4—5 атм при помощи пневмораспылителя.

В период максимальных осадков мокрые точки на внутренней поверхности тоннеля не обнаружены.



# ПРИБЛИЖЕННЫЙ СПОСОБ УРАВНИВАНИЯ ДИРЕКЦИОННЫХ УГЛОВ В ВЫТЯНУТОЙ ЦЕПИ ТРЕУГОЛЬНИКОВ ПОДЗЕМНОЙ ПОЛИГОНОМЕТРИИ

Д. КИСЛИЦЫН, главный инженер ГМУ

При строительстве тоннелей плановая подземная геодезическая основа создается в виде цепочки вытянутых треугольников (рис. 1). Если в такой цепи треугольников измерены все углы и линии, получается жесткая геодезическая система с большим числом избыточных измерений. Строгое уравновешивание этой системы нецелесообразно.

Во то же время распределение невязки в треугольнике 7—8—9 поровну приводит к искажению вероятнейших значений дирекционных углов вновь определяемых сторон 7—9 и 8—9.

Анализ ошибок, возникающих при измерении углов подземной полигонометрии оптическими теодолитами типа Т-2, показывает, что главную роль в возникновении этих ошибок играют погрешности центрировок ввиду коротких сторон подземной полигонометрии в 25—100 м.

Не требует особых доказательств и тот факт, что при прочих равных условиях ошибка в измеренном направлении тем больше, чем короче это направление. Поэтому можно при вычислении дирекционных углов новых сторон полигонометрии ввести систему весов для оценки степени достоверности вновь полученного значения дирекционного угла.

С определенным отступлением от строгих положений теории ошибок, но с достаточной практической точностью можно считать, что вес значения дирекционного угла  $\alpha_{7-9}$ , полученного с исходной стороны 7—5 по измеренному углу на Пз7, должен быть в два раза больше веса значений этого же дирекционного угла, полученных с коротких исходных сторон 7—6 и 7—8 через соответствующие измеренные углы на Пз7 (рис. 1).

Придерживаясь этого принципа назначения весов при вычислении дирекционных углов вновь определяемых сторон 7—9 и 8—9, произведем эти вычисления для конкретных измеренных и исходных данных.

Из схемы на рис. 2 видно, что в цепочке треугольников подземной полигонометрии исходными служат стороны 5—7; 6—7—8, а на точках 7, 8, 9 измерены все направления. Опуская некоторые промежуточные вычисления и пользуясь данными, выписанными на схеме рис. 2, расчет дирекционных углов можно записать в следующем виде:

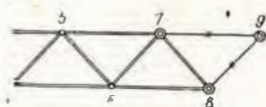


Рис. 1

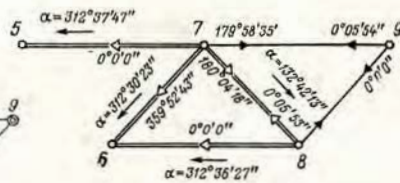


Рис. 2

$$\left. \begin{aligned} \text{с Пз 5 } \alpha_{(7-9)} &= 312^\circ 37' 47'' + 179^\circ 58' 35'' = 132^\circ 36' 22'' (P_1 = 2) \\ \text{с Пз 6 } \alpha_{(7-9)_a} &= 312^\circ 30' 23'' - 179^\circ 54' 08'' = 132^\circ 36' 15'' (P_2 = 1) \\ \text{с Пз 8 } \alpha_{(7-9)_b} &= 132^\circ 42' 13'' - 0^\circ 05' 43'' = 132^\circ 36' 30'' (P_3 = 1) \end{aligned} \right\} \text{Средневесовой } \alpha_{(7-9)} = 132^\circ 36' 22''$$

$$\left. \begin{aligned} \text{с Пз 6 } \alpha_{(8-9)} &= 312^\circ 36' 27'' + 179^\circ 54' 06'' = 132^\circ 30' 33'' (P_1 = 2) \\ \text{с Пз 7 } \alpha_{(8-9)_a} &= 312^\circ 42' 13'' + 179^\circ 48' 13'' = 132^\circ 30' 26'' (P_2 = 1) \\ \text{с Пз 7 } \alpha_{(8-9)_b} &= 312^\circ 36' 22'' - 0^\circ 05' 54'' = 312^\circ 30' 28'' (P_3 = 2) \end{aligned} \right\} \text{Средневесовой } \alpha_{(8-9)} = 132^\circ 30' 30''$$

Средневесовые значения дирекционных углов вычислены по известной формуле:

$$\alpha_{\text{ср.вес}} = \frac{\alpha_1 \cdot P_1 + \alpha_2 \cdot P_2 + \alpha_3 \cdot P_3}{P_1 + P_2 + P_3}$$

При вычислении дирекционных углов новых сторон 7—9 и 8—9 следует использовать измеренные направления (углы) на Пз 7, 8, 9 без введения каких-либо поправок в них по условиям фигур или исходных данных с тем, чтобы не исказить результаты полевых измерений.

Сравним значения внутренних углов треугольника 7—9—8, полученные по разности вычисленных дирекционных углов его сторон, с их величинами, измеренными в натуре:

$$\left. \begin{aligned} < 7 = \alpha_{7-8} - \alpha_{7-9} = 132^\circ 42' 13'' - 132^\circ 36' 22'' = 0^\circ 05' 51'' \\ < 7 \text{ измеренный} = 0^\circ 05' 43'' \\ < 8 = \alpha_{8-9} - \alpha_{8-7} = 132^\circ 30' 30'' - 312^\circ 42' 13'' = 179^\circ 48' 17'' \\ < 8 \text{ измеренный} = 179^\circ 48' 13'' \\ < 9 = \alpha_{9-7} - \alpha_{9-8} = 132^\circ 36' 22'' - 312^\circ 30' 30'' = 0^\circ 05' 52'' \\ < 9 \text{ измеренный} = 0^\circ 05' 54'' \end{aligned} \right\}$$

После фигурных скобок выписаны поправки в измеренные углы, полученные в результате приближенного уравновешивания результатов угловых измерений. Как видно, при общей невязке в треугольнике 7—9—8, равной — 10'', сумма абсолютных величин фактических поправок в измеренные углы составила 14'', так как в угол 9 введена поправка с тем же знаком, что и невязка. Это обстоятельство не может быть признано неправильным: у нас нет оснований считать, что при общей невязке в треугольнике в — 10'' каждый из его внутренних углов обязательно измерен таким образом, что его фактическое значение должно быть больше измеренного.

Практика неоднократно и убедительно подтверждала высокую надежность предлагаемого способа вычисления дирекционных углов подземной полигонометрии.

Вычисление координат вновь определяемого знака 9 (см. рис. 2) производится вставкой его между знаками 7 и 8.

Система «вставок» каждого нового Пз между старыми дает возможность контролировать как качество измерения линий, так и правильность выполненных вычислений.

Необходимо отметить, что в производственной обстановке при наличии точных угломерных оптических инструментов целесообразно тоннельную полигонометрию прокладывать в виде цепочки вытянутых треугольников с измерением всех углов и линий и уравновешиванием результатов приближенным способом с применением весов, а также «вставкой» каждого нового Пз между двумя последними, определенными ранее.

Вполне себя оправдывает тот дополнительный объем линейных и угловых измерений, который приходится выполнять в натуре: он полностью гарантирует надежность и жесткость планового подземного геодезического обоснования.



# ОСНОВЫ СТРУКТУРНОЙ СХЕМЫ АСУ

А. БОГОРОДСКИЙ, инженер;  
Я. МАРЕННЫЙ, канд. техн. наук.

Наука управления является еще очень молодой, и методы объективной оценки многообразных явлений, возникающих в конкретных условиях, разработаны недостаточно. Еще не созданы автоматизированные системы управления для многих сложных хозяйственных подразделений.

В этих условиях особо важное значение приобретает участие во всех аспектах создания АСУ широких кругов работников сферы управления Московского метрополитена. Необходимо создать в коллективе определенный психологический климат, способствующий широкому внедрению вычислительной техники во все сферы деятельности. Очень важен выбор принципиальной структурной схемы построения будущей системы управления Московского метрополитена.

Такая схема может строиться по функциональным, организационным, социологическим или другим объединяющим ее признакам. Для системы Московского метрополитена представляется целесообразным принять, во всяком случае, на период проведения целенаправленного обследования, которое окончательно решит вопрос — функциональный признак построения.

Следует, однако, иметь в виду, что в настоящее время Мосметрополитен еще не имеет системы управления, созданной по единому принципу, настроенной на использование единых признаков во всех звеньях управления. Вследствие этого цель и границы деятельности отдельных структурных звеньев выражены недостаточно четко, а следовательно, диагностика работы подсистем, определение «узких мест» и вскрытие возможных резервов затруднены. С другой стороны, существующая система управления Мосметрополитеном обеспечивает выполнение задаваемых технико-экономических показателей и плановых заданий по вводу объектов. В качестве основных положений создания АСУ следует принять: ЦЕЛЬ — повышение экономической эффективности строительства метрополитена в Москве во всех ее аспектах; КРИТЕРИИ — снижение себестоимости работ при улучшении других показателей (трудоемкость, качество, надежность и т. п.); ЗАДАЧА — дать в руки руководителя ключ к коренному совершенствованию всей системы планирования и руководства Мосметрополитеном, обеспечивающему получение наибольшего технико-экономического эф-

фекта в работе путем автоматизации процессов управления.

Вся деятельность системы управления Мосметрополитена должна обуславливаться действиями следующих систем: обеспечения материальными и трудовыми ресурсами; планово-экономическая; технического обеспечения.

Эти подсистемы могут иметь четко выраженные частные цели и критерии, связанные между собой через руководство Мосметрополитена.

Подсистемы могут члениваться по организационным признакам. Ни одна из локальных функций не должна иметь непосредственного входа или выхода связей на другую функцию, помимо руководителя вышестоящего уровня. Это исключает возможность появления «аварийных», так называемых «возмущающих» воздействий на систему и принятие «волевых» решений, а возможные нечеткости в работе отдельных функций ликвидируются вышестоящим уровнем.

Цели и задачи отдельных функций в процессе действия системы не остаются неизменными, а подвергаются уточнениям по мере совершенствования всей динамической системы, поэтому целесообразна разработка и внедрение их в качестве отдельных «блоков», действующих внутри системы. Однако принципы построения системы должны оставаться неизменными на весь период ее действия. Построение схемы всей системы в виде единого развернутого «дерева» показывает некоторую ее громоздкость. Поэтому представляется целесообразным ввести в нее еще один признак — экономическое членение.

В условиях действия новой системы планирования и экономического стимулирования смета строительства состоит из конечного числа смет на отдельные объекты или этапы работ. Такая объектовая смета включает в себя полную стоимость объекта или этапа, включая накладные расходы, плановые накопления, различные установленные начисления, затраты на непредвиденные работы и т. д. Приемка выполненных работ заказчиком и финансирование их банком осуществляются только после завершения такого объекта или этапа. До этого банк может выдать аванс или строительная организация обязана вести работы за счет собственных оборотных средств. Таким образом, «объект» или «этап» в



этом понимании являются не только законченным производственным циклом, но и экономическим, финансовым, трудовым и т. д., что делает его очень удобным рубежом для планирования и контроля исполнения в системе управления строительной организацией.

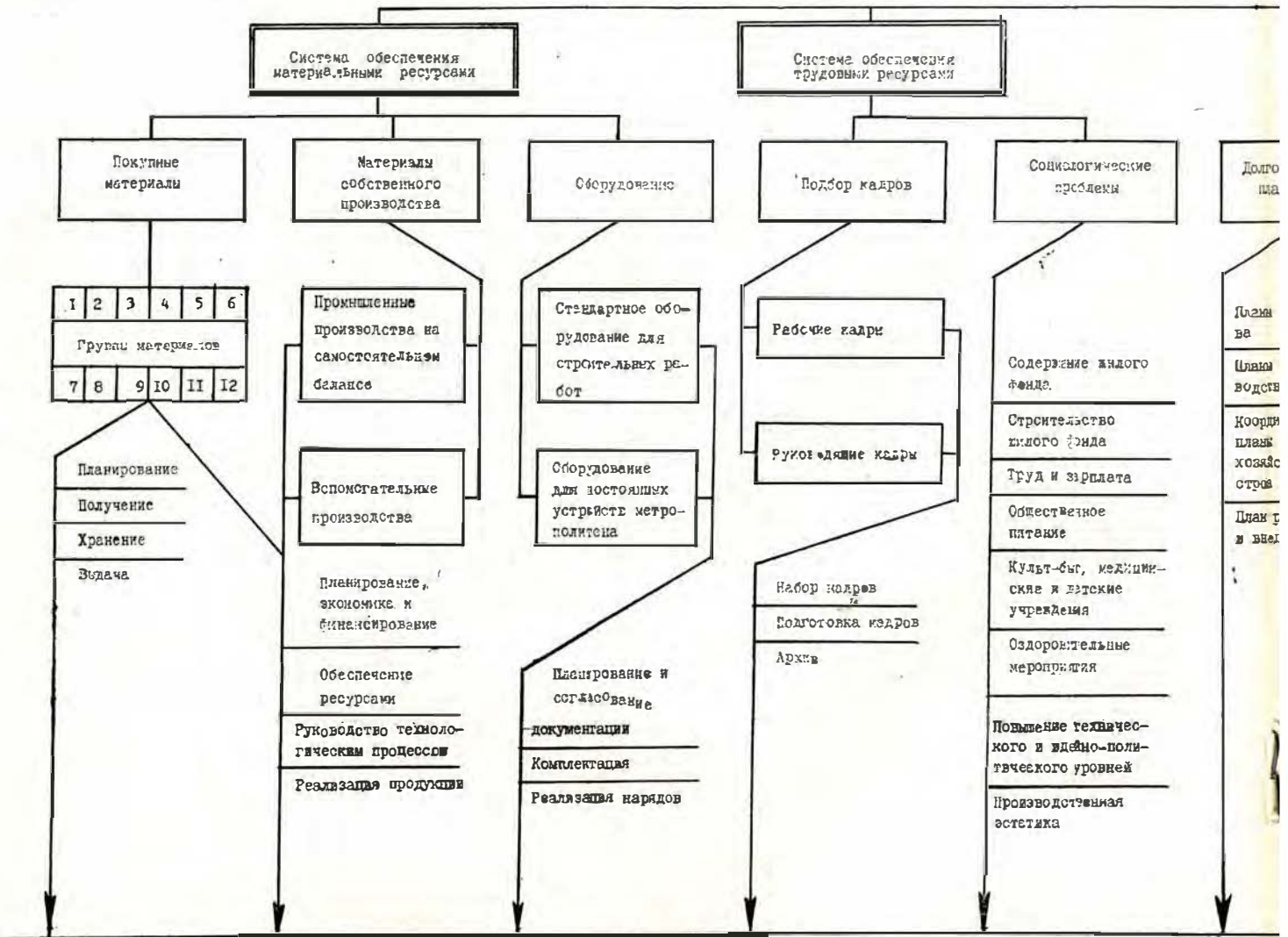
Подсистема непосредственного выполнения этапов соответствует примерно уровню существующих СМУ, а подсистема обеспечения выполнения этапов всеми видами ресурсов, планирования в показате-

лях народнохозяйственного плана и перевода их в показатели конкретных этапов, действующих в СМУ, примерно соответствует уровню Управления Метростроя.

Основу для четкого планирования и выполнения работ составляют сетевые графики, разрабатываемые по освоенному на Метрострое временному принципу, но дополненные перечнем ресурсов. Для графиков, разрабатываемых на уровне Управления Метростроя, «событием» является завершение како-

## СТРУКТУРНАЯ СХЕМА УПРАВЛЕНИЯ ПО

СИСТЕМА У  
МОСМЕТР



СИСТЕМЫ, ВЫПОЛНЯЮЩИЕ РАБОТЫ ПО ОСУЩЕСТВЛЕНИЮ ЗАКОНЧЕННЫХ ОБЪЕКТОВ И

СТРОИТЕЛЬНО-МОНТАЖНЫЕ У



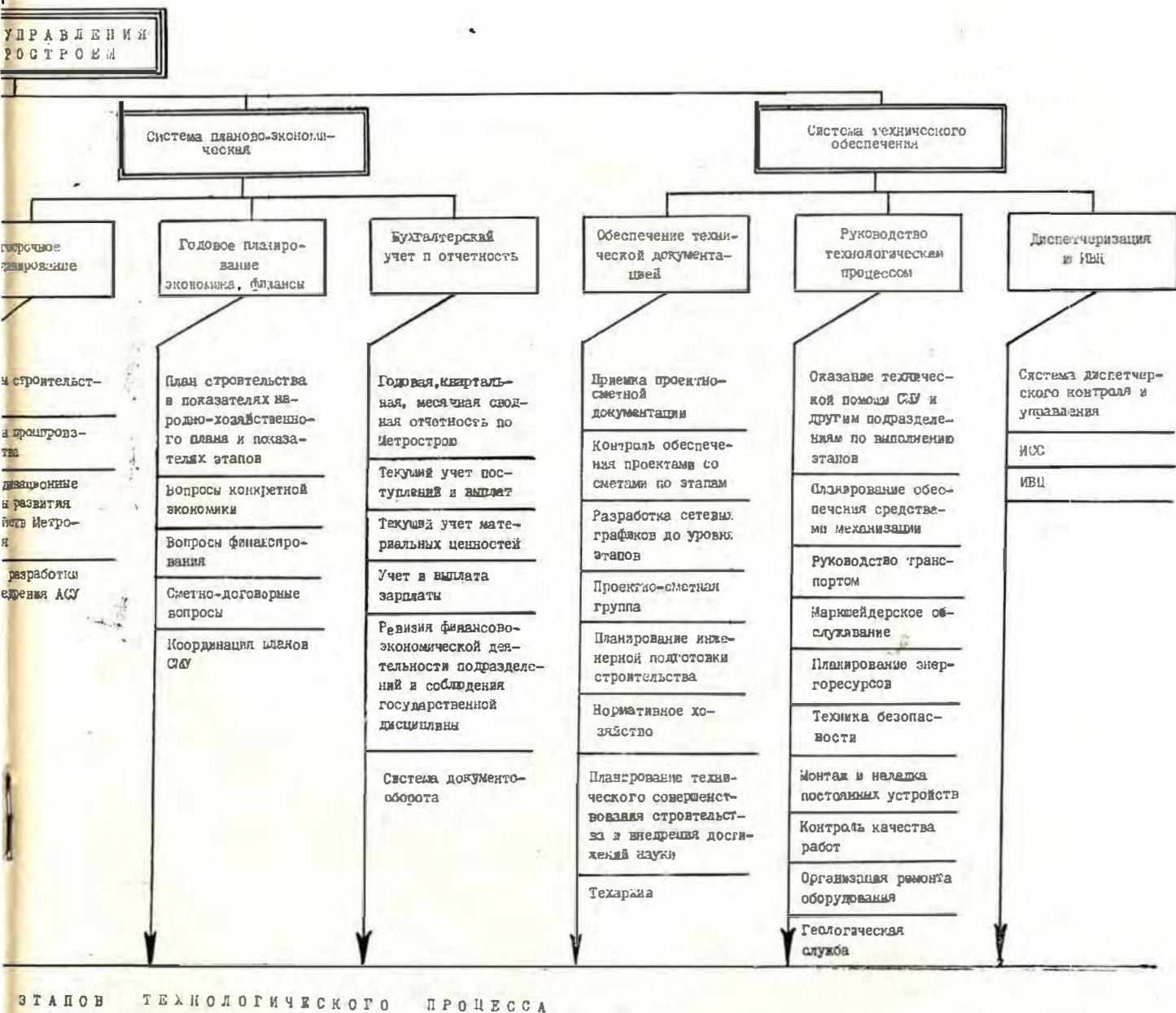
го-либо «этапа», а для СМУ это событие является входом для конкретного сетевого графика выполнения «этапа». Во всех случаях и при выполнении любых функций связь между системой управления СМУ и системой, действующей в Управлении Метростроя, осуществляется через единый показатель — «этап», который при необходимости может дробиться на доли, что, однако, не нарушает четкости взаимосвязей и надежности работы всех подсистем.

Принципиальные схемы такого построения системы управления Мосметростроем показаны на

рис. 1, 2. Схемы предназначены для проведения всестороннего, целенаправленного обследования, в ходе которого должны быть разработаны меры по совершенствованию существующей системы, устранению причин, вызывающих «возмущающие» воздействия и перехода к планированию работ по «отклонениям» — заранее предусмотренным допускам в ограничениях действия отдельных функций.

По расчетам специалистов, внедрение АСУ обеспечивает повышение эффективности работ до 20% и более.

## ФУНКЦИОНАЛЬНЫМИ ПРИЗНАКАМ

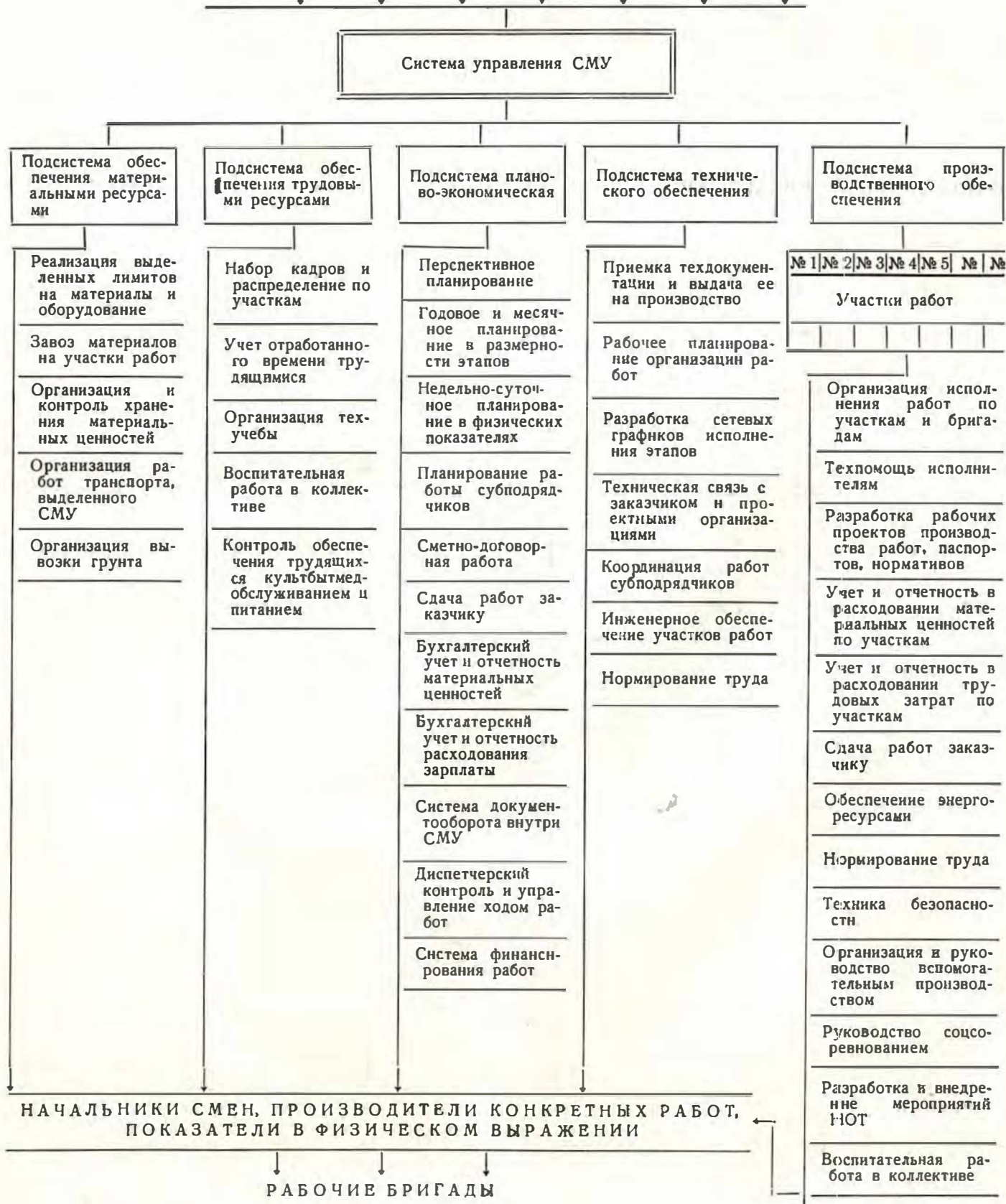


УПРАВЛЕНИЕ



# СТРУКТУРНАЯ СХЕМА УПРАВЛЕНИЯ СООРУЖЕНИЕМ ОБЪЕКТОВ И ЭТАПОВ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОЙ ОРГАНИЗАЦИЕЙ

СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ДО УРОВНЯ ЭТАПОВ





## СТАНЦИИ ГЛУБОКОГО ЗАЛОЖЕНИЯ МОСКОВСКОГО МЕТРО

В. СИМБИРЦЕВ, заслуженный архитектор РСФСР

В коммунистическом преобразовании наших крупнейших городов метрополитен является решающей градостроительной системой, скрепляющей воедино планировочный организм города, и активным фактором культурного воздействия на миллионы людей.

Накоплен колоссальный и многообразный опыт в строительстве Московского метрополитена. Выявить удачные решения для того, чтобы опереться на них в новых работах при строительстве последующих очередей, отобрав положительное, что прошло испытание временем, сформулировать принципы архитектурно-композиционных решений — задача, которую поставил перед собой автор этой статьи.

Комплекс станций глубокого заложения состоит из перронных залов, обычно строящихся по трехнефной структуре, эскалаторных ходов с аванзалами вестибюлей и на пересадочных станциях соединительных тоннелей. В последнее время вестибюли станций сочетаются с пешеходными переходами под городскими магистралями, превращающими станции в сложные градостроительные узлы и, следовательно, еще более органично включающие станции метро в планировочную ткань города.

Первая очередь Московского метрополитена стала в известной степени лабораторией в поисках архитектурных решений.

На первой линии метро «Сокольники» — «Парк культуры и отдыха имени М. Горького» четыре станции глубокого заложения: «Проспект Маркса» («Охотный ряд»), «Дзержинская», «Кировская», «Лермонтовская» («Красные ворота»). Конструктивно-архитектурное решение трех из этих станций — пилонное.

Наиболее целостное, архитектурно-логичное архитектурное решение, тематически обусловленное, дал академик архитектуры И. А. Фомин на станции «Красные ворота». Он предложил композицию, которая архитектурно напоминала московскую достопримечательность — Красные ворота, простоявшие здесь, на одном из московских холмов, почти 200 лет. В этой композиции один из наиболее глубоких и своеобразных мастеров нашей архитектуры осуществил связь времен.

Академик И. А. Фомин выбрал для отделки подземного зала красный тагильский мрамор, что соответствовало его архитектурному замыслу. Массивы конструкций автор скомпоновал в виде

пилонов, попарно объединенных плоскими арками с глухими стенками между ними, чередующимися с проходами из центрального зала в боковые на посадочные платформы. Пилоны образуют четкий ряд, объединенный антаблсментом, на который опираются пять коробовых сводов. Таким образом, И. А. Фомин создал композицию, положив в основу ее ордерную концепцию.

Для зрительного облегчения красно-мраморных пилонов в их торцах устроены ниши. Стены между пилонами облицованы мрамором теплого охристого тона (крымское месторождение Биюк-Янкой), плитус — полированным черным с ультрамаринными вкраплениями украинским лабрадором. Отделочные материалы применены расчетливо и экономично, подчеркивая в то же время пластическое богатство архитектуры. Коробовый свод центрального нефа обработан сложной формы шестигранными кессонами, своды боковых нефов более простыми прямоугольными. Разность формы кессонов соответствует архитектурно-композиционной значимости центрального нефа.

Полы станции выполнены из квадратной: метлахской плитки красного цвета и шестигранной кремовой, уложенной в

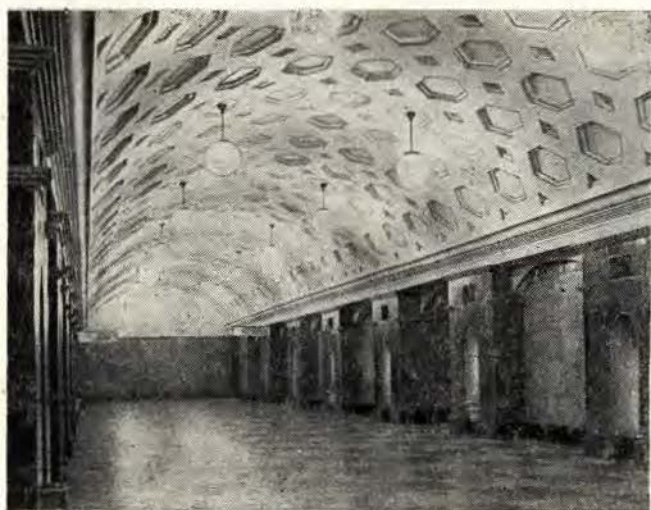


Рис. 1. Станция «Лермонтовская» («Красные ворота»)



Рис. 2. Станция «Площадь Свердлова».



крупные квадраты, что придает полу монументальный вид и единство цветовой гаммы с пилонами.

В стенах путевых нефов, облицованных керамической плиткой, сделаны рельефные рамы, композиционно сочетающиеся с проемами проходов из центрального зала в боковые.

Архитектура станции «Красные ворота» классична по своей тектонической основе, лаконична и сдержанна по форме и в то же время предельно выразительна. Печать большого мастера лежит на этом произведении советской архитектуры.

Вторая станция глубокого заложения, созданная И. А. Фоминным, — «Площадь Свердлова». В ансамбле этой станции и его декоре автор стремился выразить идеи искусства, ведь именно здесь сосредоточены центры культуры, создавшие великую славу русскому и советскому искусству, — Большой, Малый и Художественный театры. Колонный зал Дома Союзов.

Архитектура станции выполнена в белой праздничной цветовой гамме. Для облицовки плоскостей пилонов и стволов трехчетвертных колонн автор взял белый, прохоро-баландинский, уральский мрамор, обладающий нежным теплым тоном. Архитектор применил ордерную систему, достигнув исключительной стройности и цельности интерьера. Масштабность несущих элементов конструкции нейтрализована выявленными мраморными колоннами с классическими каннелюрами, придающими им стройность и изящество. Колонны несут антаблемент хороших пропорций в модуляции, служащий опорой легкой сетке нервюр свода с ромбическими неглубокими кессонами. Свод не расчленяется какими-либо другими элементами типа подпружных арок, поэтому смотрится це-

лостным и легким. Изящество свода с большим вкусом и художественным тактом усилено и обогащено белым фарфоролым скульптурным, гляцевая поверхность которых, подчеркнутая позолотой, хорошо контрастирует с матовой поверхностью свода. Барельефы на темы музыки и танцев народов СССР и декоративные пласты с изображением венка из плодов и цветов сделаны по эскизам скульптора Н. Данько.

Для освещения зала по оси свода подвешены люстры в виде диска матового стекла в бронзовой кольцевой оправе. Источники света находятся на уровне скульптур. Это обеспечивает равномерное освещение стен и пола. Свет люстр дополняется светом двухрожковых бра, укрепленных на плоскостях пилонов. В интерколумниях с глухими стенами размещены скамьи, дополняющие композицию пилонов комфортабельным элементом функционального назначения. (Почему-то архитекторы и строители стали в последних очередях метро не вероятно скупы на скамьи для пассажиров.)

Белизну архитектурных форм станции усиливает цвет полов из черного и серого гранита в крупную квадратную шашку. «Ковер» пола обрамлен широким фризом из красного и черного гранита. Путевые нефы станции скомпонованы в соподчинении с центральным: боковые своды имеют прямоугольные кессоны, но также без дополнительного членения в виде подпружных арок. Антаблемент в путевых и центральном залах одного профиля, так же решаются и пилоны, что подчеркивает единство темы. Боковые стены путевых нефов расчленены широкими плоскими юзатками. Здесь применен газганский мрамор, по цвету близкий к прохоро-баландинскому.

Архитектура станции «Площадь Свер-

длова» впечатляет гармоничностью и совершенством композиции, сдержанностью декора, мастерским применением и сочетанием материалов, глубиной замысла. Эта станция может быть эталоном архитектурно-строительного качества.

Композиционные приемы, предложенные академиком И. А. Фоминным, применены на ряде других станций. По этим тектоническим принципам осуществлены интерьеры станций «Проспект Маркса», «Октябрьская», «Парк культуры», «Фрунзенская», «Спортивная», «Киевская» (кольцевая), «Динамо», «Смоленская», «Павелецкая» (кольцевая), «Краснопресненская», «Рижская» и др.

С великолепным мастерством Л. М. Поляков создал архитектуру станции «Октябрьская». Ансамбль этой станции, посвященный победе советского народа в Великой Отечественной войне, органичен и целостен в стилистическом отношении. Наземный вестибюль в теме триумфальной арки прост и выразителен, от цоколя до аттика его композиция закончена и архитектурно убедительна, членения и архитектурные формы соподчинены и гармоничны. Хорошо нарисован цоколь, с членениями которого увязан цоколь монументальных торшеров, установленных по сторонам входа. На линии пят архивольты дана промежуточная тяга, определяющая местоположение арки входа. Из традиционных элементов антаблемента автор взял венчающую часть — карниз, архитрав же и фриз слял с плоскостью стены, что создало поле для барельефов. Завершающий композицию аттик украшен декоративным барельефом знамен. Заполнение входного проема арки-двери, витраж, эмблемы метро сделаны в крупных и выразительных формах, типичных для манеры Л. М. Полякова. Эффектно простран-



Рис. 3. Станция «Октябрьская»



Рис. 4. Станция «Смоленская»



ственное решение наземного вестибюля: центральный купольный зал в сочетании с коробовыми сводами образуют красивую композицию.

Архитектура перронных залов основана на применении темы пилонов и зрочных перекрытий, трактованных в монументальных формах. Пилоны и стены вестибюля облицованы прохоро-балкандинским мрамором. Для зрительного облегчения пилоны раскрепованы в углах, причем этому соответствует подпружинная арка свода залов и арка перекрытия проема проходов в путевые нефы. Подпружинные арки декорированы сильным скульптурным рельефом жгутов и грлинд из лавровых и дубовых листьев, перевитых лентами (триумфальная тема), в медальонах которых изображения воинов. Такие арки применены во всех трех нефях, что создает единство архитектурного решения, без внесения в интерьер нового элемента. Антаблемент путевых стен раскрепован, выступающие его части, поддерживаемые двумя парами кронштейнов, скомпонованы с пилонами и служат опорой подпружинным аркам сводов, что усиливает впечатление целостности темы.

Нарядна керамическая облицовка путевых стен: введенные автором специальные плитки с рельефными изображениями лавровых с позолотой венков размером в шесть стандартных плиток и пятиконечные звездочки-кокарды, размещающиеся в одной плитке, ритмично поставленные, создают интересное поле облицовки, отвечающее общему триумфальному духу архитектуры станции «Октябрьская». Умело вкомпонованы в облицовку стен надписи — названия станции.

Гранитная выстилка полов выполнена в виде ковра во весь центральный зал, обрамленного фризом с растительным орнаментом.

Для освещения применены попарно расположенные однорожковые бра, в вестибюле трехрожковые бра и в центральном купольном зале люстра в виде кольца с группами из четырех светильников того же типа, что и бра. Все выполнено крупно, в красивых пропорциях, выразительно и пластично. В целом, на станции есть «гарнитур» светильников.

В центральном зале в композицию каждого пилона включена монументальная скамья. Интересно решена торцовая стена зала. На многих станциях это просто глухая стена, облицованная мрамором, внизу которой лестница спуска в служебные помещения. Огороженная более или менее удачно нарисованным барьером. Л. М. Поликов создал за торцовой стеной как бы второе пространство, оградив его красивой решеткой и сделал голубоватый подсвет. Законченность композиции торцовой стены обогатила интерьер станции. Это впечатлительное усиливают поставленные перед стеной по сторонам проема два монументальных торшера.

Представляет интерес архитектурный облик станции «Смоленская», весь комплекс которой от входа с Садового кольца до перронов посадки в поезд решен как единый, последовательно развиваемый, пространственный ансамбль (авторы наземного комплекса — архитекторы О. Великорецкий и А. Стрелков, авторы подземной части — архитекторы Е. Рожин и Г. Яковлев).

Торжественно сделаны пропилы с аркой со стороны Садового кольца на пьедесту навильона вестибюля с четким разграничением входов и выходов в кассовый зал с билетными кассами и автоматами. Широкие проемы-порталы вводят в круглый эскалаторный зал, перекрытый куполом. Три ленты эскалаторов, освещаемые светильниками-торшерами, доставляют пассажиров вниз в перронные залы и поднимают на поверхность. Взаимосвязь входных элементов ансамбля станции композиционно эффективна и производит хорошее впечатление.

Конструктивной основой залов этой станции являются мощные пилоны, служащие опорой коробовых сводов. Профилированные детали пилонов, выполненные в натуральном материале, представляют интерпретацию форм греческой антики. Для зрительного облегчения пилона на его углах вделаны дорические каннелированные колонны, несколько утопленные в массив пилона, причем абаки заглублены против фасадной плоскости пилона, и колонны воспринимаются как вы-

рубленные в нем. Облицовка белым мрамором «коэлга» сделана из крупных досок — пять рядов плит выглядят очень масштабно и выразительно. Завершающий ряд плит разработан как антаблемент с карнизной частью в виде выкружки и полуваля, выполненной из мраморных блоков с точеным рельефом\*. Скульптурные формы из натурального материала, а не из гипса, убеждающе правдивы.

На пилонах в центральном зале поставлены пятирожковые бронзовые светильники, скомпонованные вместе с вентиляционными решетками, которые служат опорной панелью для светильников. Внизу пилонов размещены мраморные скамьи. Пилоны красивы по пластике, сдержанности декора, силе и монументальности форм.

Нижняя часть сводов закрыта плоскостями надуг со скрытым освещением. Падуги по своей развитости и архитектурной трактовке удачно сочетаются с пилонами и модулированными неглубокими продольными полосоми, завершенные карнизиком и акцентированные в пространстве розетками хорошей лепки. Падуги станции «Смоленская» представляют собой интересный пример решения архитектурной формы для скрытого освещения в общей гармонической композиции интерьера\*\*.

Комплекс станции «Смоленская», сделанный мастерами архитектуры, свободно владеющими формой и материалами, подчиняющими их своему замыслу, создает выразительный, органически целостный архитектурный ансамбль в мажорном монументальном масштабе.

\* В период строительства станции на камнеобрабатывающих предприятиях Метростроя имелись совершенные агрегаты, на которых исполнялись любые орнаментальные и архитектурно-скульптурные формы.

\*\* Примером грубого решения является падуга скрытого освещения на станции «Ириовская», сделанная в виде огромного «таблука», к тому же небрежно оштукатуренного.

(ПРОДОЛЖЕНИЕ В СЛЕД. НОМЕРЕ)



# ИЗ ОТХОДОВ КАМНЯ И НЕПОЛИРУЮЩИХСЯ ПОРОД

З. АЦАГОРЦЯН, доктор техн. наук;  
А. ХАЧАТУРЯН, Р. АБЕЛЯН, инженеры

Облицовочные камни, особенно декоративные их разновидности, — ценное природное сырье с невозстановливаемыми запасами. Между тем выход годных мраморных и т. д. блоков на карьерах составляет не более 20—30%, т. е. 70—80% полезных ископаемых идет в отвал.

Можно ли более рационально расходовать эти ресурсы? Современная технология позволяет использовать отходы добычи и обработки камня для изготовления облицовочных изделий путем скрепления зерен и мелких крошек полимерным связующим.

В Институте камня и силикатов в Ереване получены высококачественные изделия из отходов мрамора, гранита, габбро и других пород.

На первом этапе были спрессованы облицовочные плиты из полусухой массы, состоящей на 92% из измельченного до наибольшей крупности — 2,5 мм — природного мрамора и эпоксидной смолы ЭД-5 с соответствующим пластификатором (дибутилфталат) и отвердителем (полиэтилполнамин). После прессования под давлением порядка 500 кГ/см<sup>2</sup> плиты выдерживали в течение суток при комнатной температуре. В результате они имели достаточную прочность для шлифовки и полировки лицевой поверхности по обычной технологии обработки природного камня. Для получения желаемой расцветки и рисунка искусственного материала применяли мраморные крошки различных цветов.

У партии выпущенных облицовочных плит в количестве 40 м<sup>2</sup> было хорошее декоративное качество. Ее использовали для опытной облицовки с креплением к стене поливинилацетатной эмульсией.

Испытание искусственного мрамора, полученного прессованием, выявило высокие показатели физико-механических свойств этого материала: предел прочности при сжатии 774—1107 кГ/см<sup>2</sup>, при изгибе 430—432 кГ/см<sup>2</sup>, сопротивление удару на копне 11—12, истираемость на круге 0,61—0,75 г/см<sup>2</sup>, водопоглощение 0,09—0,11%. Искусственный мрамор оказался более водостойким, морозостойким и солестойким, чем природный. Единственный его недостаток — подверженность некоторому изменению цвета (при светлых оттенках) под воздействием длительного солнечного облучения. Поэтому плиты из искусственного мрамора на полимерном связующем могут быть рекомендованы для внутренней облицовки зданий и сооружений. Высокая сопротивляемость истиранию позволяет применять эти плиты и для настилки полов.

Опытный цех спрессованных плит из искусственного мрамора строится на Нурнусском камнеобрабатывающем заводе близ Еревана. Расчетная себестоимость продукции вдвое ниже ее себестоимости из природного цветного мрамора.

Дальнейшие экспериментальные работы показали возможность изготовления плит, а также фасонных архитектурных, скульптурных и других изделий из искусственного мрамора на полимерном связующем методом литья, что значительно облегчает производственный процесс. При этом изделия получают с гладкой и блестящей лицевой поверхностью, не требующей шлифовки и полировки.

В качестве полимерного связующего применяли как эпоксидную смолу ЭД-5, так и полиэфирную ПН-1 (она в 5 раз дешевле эпоксидной) с ускорителем и инициатором отверждения соответственно 10%-ного раствора нафтената кобальта в стироле и гидроперекиси изопропилбензола.

В качестве наполнителя применяли не только мраморную крошку, но и гранитную, габбро, лабрадоритов и других пород облицовочного камня с наибольшей крупностью от 2 до

5 мм, а также чешуйки слюды, графит, листки различных сланцев, отходы обработки самоцветов, обломки каменных облицовочных плит и др.

Следует заметить, что при изготовлении изделий методом литья расход смолы увеличивается по сравнению с прессованием и составляет порядка 30% по весу смеси.

Однако в целях экономии связующего при методе литья возможно изготовление двухслойных изделий с нанесением тонкого (2—5 мм) декоративного слоя на твердую основу, например, асбестоцементный лист, цементопесчаную плиту или бетонное архитектурное изделие.

Расчеты показывают, что облицовочные плиты, изготовленные по такой технологии, значительно дешевле плит из природного мрамора и гранита; себестоимость их при использовании эпоксидной смолы составит 12 руб. 35 коп. на 1 м<sup>2</sup>, при применении полиэфирной — 5 руб. 24 коп.

Изготовленные методом литья мрамор и гранит обладают высокими физико-механическими свойствами: предел прочности при сжатии 1100—1200 кГ/см<sup>2</sup>, при изгибе 450—550 кГ/см<sup>2</sup>, сопротивление удару 10—20. Особенно высоко их сопротивление истиранию — потеря в весе составляет всего 0,1—0,4 г/см<sup>2</sup>. Обладая ничтожным водопоглощением — 0,02—0,05%, искусственный камень показывает высокое сопротивление агрессивным атмосферным воздействиям.

Новые облицовочные материалы начинают внедряться в производство. Комбинат «Арсамоцветы» освоил изготовление декоративных облицовочных плит из искусственного камня методом литья и ежемесячно выпускает 500 м<sup>2</sup> таких плит.

На экспериментальной базе Метростроя проведены опыты по изготовлению спрессованных и литых изделий для облицовки станций метрополитена. Минтрансстроем утверждены технические условия на двухслойные облицовочные плиты из искусственного мрамора и гранита на основе асбестоцементных листов для облицовки путевых стен станций метрополитена. Намечается выпуск этих плит на камнеобрабатывающем заводе Метростроя.

Представляет интерес разработанная новая технология полировки пористых облицовочных камней — туфов, известняков и др., относящихся к так называемым «веполлирующим» горным породам.

Как известно, полировка каменных облицовочных изделий существенно повышает их декоративные качества, раскрывает природную текстуру материала, придавая поверхности интенсивный блеск. Однако не все декоративные каменные материалы поддаются полировке по известной технологии с применением специальных суспензий из окиси хрома, окиси алюминия и др. порошков. Сущность предлагаемой технологии заключается в применении современного способа полировки древесины к полировке пористого камня. При этом облицовочные плиты со шлифованной фактурой покрываются водостойким полиэфирным лаком с использованием технологии и оборудования мебельной промышленности. Плиты покрывают лаком в два приема на лаконоливной машине. После естественной сушки лаковый слой шлифуют абразивной лентой и полируют специальной пастой на соответствующих легких станках. Обработанные таким способом туфовые плиты по своим декоративным показателям не уступают мраморным. Расчетная себестоимость первых составляет 5 руб. 31 коп. за 1 м<sup>2</sup>, т. е. в несколько раз ниже себестоимости вторых.

По новой технологии могут быть полированы известняки, доломиты, песчаники и другие пористые камни. Расширяется декоративно-облицовочная палитра, открывая путь дешевому и красивому камню в массовое строительство.



# СООРУЖЕНИЕ СТАНЦИИ ОТКРЫТОГО СПОСОБА РАБОТ

Л. ЕВДОКИМОВ, инженер

Описываются практические способы сохранения зданий, расположенных вблизи строящихся открытым способом станций, при наличии неразведанных пустот в грунте основания.

Двухплатформенная трехпутная станция построена под участком Хорошевского шоссе. Около 300 м левого и несколько менее правого тоннеля третьего пути (перспективное ответвление в район Хорошево-Мневники) сооружено при строительстве 1-й очереди радиуса. Станция сооружалась в котловане со свайным ограждением и расстрелами, монтаж сборных железобетонных элементов осуществлялся двумя козловыми кранами ККТС-20 грузоподъемностью 20 т. Организацию работ существенно осложнили такие обстоятельства, как разность отметок поверхности (около 4,5 м) по длине станции; близость городской застройки (два пятиэтажных дома на расстоянии менее 4 м от котлована); разветвленность сети подземных коммуникаций. Срезку грунта заменили подсыпкой песка до уровня, необходимого для нормальной эксплуатации кранов при уклонах не более 0,002.

Гидрогеологические условия в районе строительства поначалу выглядели благоприятными — среднезернистые пески естественной влажности с объемным весом 1,75 т/м<sup>3</sup>, уровень грунтовых вод — около 1,5 м ниже дна котлована.

Но до начала строительства в 50 м от котлована под пятиэтажным кирпичным домом образовалась конусообразная воронка диаметром ~ 8 м и высотой 3 м, которая вызвала деформацию фундамента и, как следствие, разрушение нелого крыла здания. Под железобетонным покрытием толщиной 35 см проезжей части Хорошевского шоссе была обнаружена еще одна конусообразная пустота диаметром около 3 м и глубиной 2,5 м.

Возникло предположение, что в этом районе песок уходит в карсты низлежащих известняков. После вскрытия котлована до проектной отметки по оси воронки был пройден шурф глубиной 5 м. Шурфование не позволило выяснить причины возникновения пустот и не дало уверенности в их отсутствии. Проектное решение основания станции было полностью переработано, с тем чтобы сохранить прочность и устойчивость конструкции при образовании пустоты под любой колонной. Ограждение котлована длиной более 300 м и шириной от 29,9 до 31,4 м первоначально предусматривалось из металлических свай (двутавры № 55 и № 60). Расстрелы были приняты из труб диаметрами от 426 до 630 мм, минимальный расчетный коэффициент их продольного изгиба оказался равным 0,28. Поэтому по продольной оси станции были забиты с шагом 8 м промежу-

точные сваи, соединенные прогоном (швеллер № 36). На последний в середине своях пролетов опирались расстрелы (рис. 1).

В конструкции лотка станции были предусмотрены проемы для промежуточных свай я разработан способ их гидроизоляции.

Применение более дорогих трубчатых расстрелов обусловлено отсутствием инвентарных решетчатых необходимой длины. Преимущество первых перед вторыми — возможность более близкой по отношению к сооружаемой конструк-

ции условной строительств работ при возможных выпусках песка в низлежащие известняки.

Когда после частичной обратной засыпки лазах приступили к выборочному разрезанию расстрелов второго яруса непосредственно над перекрытием платформенной части, было обнаружено, что по причине деформации свайного крепления схождение двух частей разрезанного расстрела составляло около 10 см (один из максимумов эпюры бокового давления грунта).

Фактически нагрузки на временный ярус крепления (в 3,5 м от дна котло-

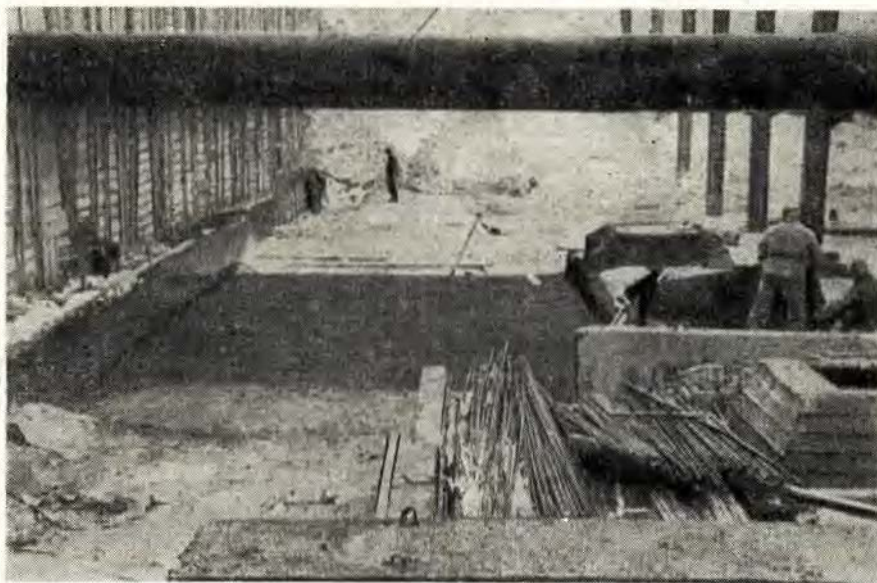


Рис. 1

ван) оказались значительно менее расчетных. Расчетные нагрузки определялись по теории Кулона распределения бокового давления грунта. Вышеперечисленные наблюдения за состоянием крепления плохо согласуются с этой теорией. Они гораздо ближе к другой, в соответствии с которой максимальное значение эпюры бокового давления в песках не на расчетном дне котлована, а на высоте ~0,6—0,7H от него.

Усиленное монолитное железобетонное основание в сочетании с бетонными упорами и временным креплением котлована обеспечили его стабильность и безопас-

ность установки, что не усложняет работ по устройству гидроизоляции и защитной стяжки по перекрытию. Эти свойства трубчатых расстрелов были использованы, когда в период строительства выяснилось, что на Метрострое лет недостаточного количества двутавров балок № 55 и № 60, а есть № 45-а, имеющие значительно меньший момент сопротивления. После пересмотра проектных решений почти на всем протяжении станции крепление котлована принято тремя ярусами расстрелов, один из которых временный. Его демонтировали после устройства бетонных упоров, передающих боковое давление грунта на лоток станции. В конструкции упоров предусматривалось последующее извлечение свай ограждения.

Усиленное монолитное железобетонное основание в сочетании с бетонными упорами и временным креплением котлована обеспечили его стабильность и безопас-

на) оказались значительно менее расчетных. Расчетные нагрузки определялись по теории Кулона распределения бокового давления грунта.

На ЭВМ «Наир» было просчитано около 20 расчетных схем свайного ограждения.

Согласно расчетам переапряжения в двутаврах № 45-а, вынужденно принятых для ограждения платформенной части, составило около 8%. Варьированием расчетных схем добиться снижения переапряжения не удалось. Уменьшать шаг свай ограждения было практически невозможно.



В процессе разработки грунта на данном участке авторским надзором были приняты необходимые меры по усилению крепления, которые позволили предотвратить его деформации.

Местные условия продолжали вносить свои коррективы в проект. Получили деформации два близлежащих дома (в пятиэтажных зданиях появились микротрещины). Поскольку между станцией и домом соответственно проекту расположены входы, возникла необходимость мероприятий по сохранению здания (тщательная расклишка деревянной затяжки; устройство нащельников, предотвращающих выпуск грунта; усиление крепления; заполнение пазух бетоном на всю высоту конструкции; установка «маяков» на здании; укрепление стен дома уголками 140X140 и тяжами, пропущенными насквозь. Для раскрытия котлована под стаяционные входы предусматривалось крепление сваями (двутавры 45-а), опущенными в заранее пробуренные с помощью станка шнекового бурения скважины Ø 477 мм, глубиной 8,3 м, расположенные по всей длине входов, с шагом 0,95 м. Так образовались несущие сваи ограждения котлована. Параллельно оси несущей стенки были пробурены скважины того же диаметра глубиной на 0,5 м ниже проектного дна котлована. Заполненные бетоном они предназначены для затяжки несущих свай. Образовавшаяся железобетонная стезка (рис. 2) избавила от трудоемкой и ответственной операции установки дере-

вянной затяжки, исключила динамические нагрузки на здание при забивке свай и предотвратила возможность выпусков грунта из-под его основания. Здание было сохранено.

Соответственно расчетной схеме возведенная стенка может работать без распорного крепления. Однако проектом были предусмотрены подкосы и расстрелы. Правильность проектного решения под-

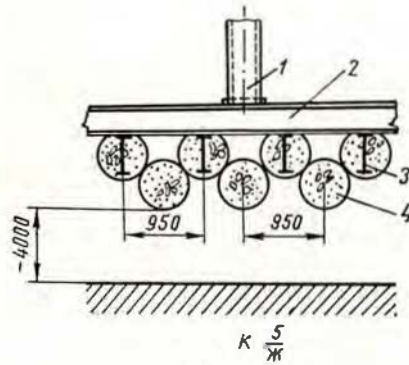


Рис. 2

твердилась после сооружения входов, при снятии распорного крепления, когда на доме треснули два «маяка» (произошло уплотнение песка в пазухах).

Около другого дома, расположенного вблизи котлована под вестибюль № 2,

для предотвращения выпуска грунта из-под основания здания и укрепления его фундамента были проведены работы по химическому закреплению грунтов и установке металлического корсета\*, что позволило сохранить здание, практически не нарушая его нормальной эксплуатации.

При монтаже конструкций платформенной части пришлось столкнуться с проблемой противоречия между нынешней тенденцией к укрупнению сборных конструкций: железобетонных элементов, существующими способами производства работ и системами крепления котлованов. Так, транспортное положение прогона весом 17,2 т, доставляемого на строительную площадку, отличалось от монтажного на 180°. Задача перекалки прогона на строительной площадке была решена далеко не сразу. Можно представить, как трудно этот шестиметровый гнгант пропустить через трехэтажный «лес» расстрелов, расстояние в свету между которыми 3,5 м, развернуть его на 90° и установить (причем не соосно) на колонну с площадкой всего 50X50 см. Далее стык прогонов надлежало сварить на весу. В настоящее время эта проблема успешно решается проектировщиками — в стадии завершения находится проект анкерной крепи котлованов.

\* Технология процесса химизации изложена в статье Г. Буша, Е. Рина и Горлова. См. «Метрострой» № 1, 1973.

## ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ СТРОИТЕЛЬСТВА

Часто во время строительства линий метрополитена схема электроснабжения претерпевает более или менее значительные изменения. Так было, например, при прокладке первой очереди Краснопресненского радиуса. Так происходит сейчас при сооружении второй его очереди. Изменения эти вызваны в большинстве случаев объективными причинами и диктуются, в основном, различными сроками начала работ на отдельных строительных площадках. Решаются же изменения схемы силами отдельных СМУ, нередко без привлечения проектной организации. Это зачастую приводит к удорожанию строительства, ухудшению надежности электроснабжения, перерывом в электроснабжении в целом по всей строящейся линии метро.

Правильно выбранная схема электроснабжения должна отвечать следующим условиям:

- обеспечение необходимой надежности;
- наименьшие капитальные затраты и годовые эксплуатационные расходы;
- наименьший ущерб потребителя от перерыва в электроснабжении.

Определяющим в выборе схемы является надежность, так как в условиях

Метростроя есть нагрузки, относящиеся к I категории по бесперебойности электроснабжения. Это кессонные компрессорные станции, центральный водоотлив, шахтный подъем, аварийное освещение, водоснабжение. Перерыв в электроснабжении перечисленных нагрузок может привести к созданию опасности для работающих в шахте. Отнесение нагрузок к I категории условию. Если кессонные станции и аварийное освещение безусловно относятся к I категории, то насосы центрального водоотлива, водопонижения при небольших водопритоках можно отнести к II категории. Сюда же можно включить и шахтный подъем. Ко II категории в определенных случаях (проходка под уклоном с большими водопритоками) следовало бы отнести забойные насосы и насосы местного водоотлива.

Вопрос отнесения нагрузок ко II и III категориям должен решаться путем проведения технико-экономических расчетов по величине убытков производства при прекращении электроснабжения.

Очевидно, что на Метрострое присутствуют электронагрузки всех категорий. Рассмотрим схемы, предназначенные для питания потребителей III или II катего-

рии с пониженной ответственностью, где допустим перерыв в электроснабжении на срок до 1—2 суток.

Подобная схема имеет место, например, при электроснабжении строительства наклонных ходов ЖКД.

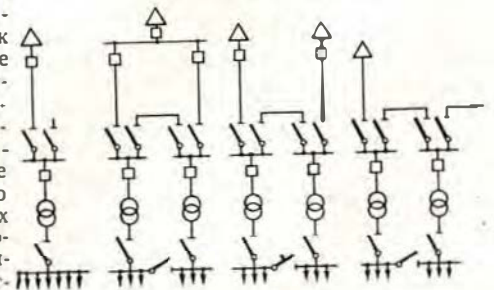


Рис. 1, 2, 3, 4

На рис. 2, 5 показаны схемы, предназначенные для нагрузок II категории, перерыв в питании у которых может быть допущен в пределах не более 1—2 ч. Эти схемы наиболее широко применяются на Метрострое (строитель-



ные площадки: Ждановско-Краснопресненского диаметра, продления Краснопресненского радиуса и т. д.). Для аварийного освещения в этом случае в качестве источника второго питания используется ввод низкого напряжения от городской сети, например от сети наружного освещения.

На рис. 3, 6 приведены схемы, предназначенные для нагрузок I категории. Эти схемы отличаются от предыдущих (рис. 2, 5) наличием АВР на стороне низкого напряжения.

Электроснабжение строительства линий открытого способа работ и линий мелкого заложения должно осуществляться исходя из технико-экономических показателей, по схемам, представленным на рис. 2, 5. Для отдельных стройплощадок допустимо применение схем, показанных на рис. 1, 4; при больших водопритоках приемлемы схемы, приведенные на рис. 3.

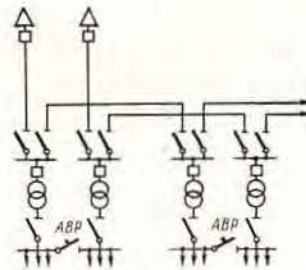
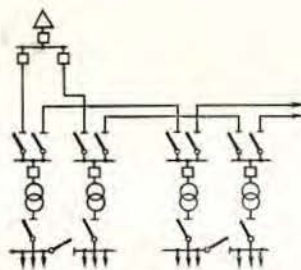


Рис. 5. 6

Для строительства линий глубокого заложения более предпочтительны схемы на рис. 3, 6. Для создания этих схем необходимо на распределительных устройствах низкого напряжения иметь автоматические выключатели. Учитывая, что аппараты не надежны в работе на открытом воздухе в зимних условиях, установка их возможна только в закры-

том отапливаемом помещении. Чтобы получить АВР на стороне низкого напряжения, можно было бы использовать блоки аварийного переключения на резерв, но для этого необходимо переоборудовать комплектные трансформаторные подстанции.

Н. ХЛЕБНИКОВ, инженер



## АВТОДОРОЖНЫЙ ТОННель НА ВОЕННО-ГРУЗИНСКОЙ ДОРОГЕ

Г. ЦИМИНТИЯ, канд. техн. наук,  
Г. ДЖАКЕЛИ, инженер

Тоннельный отряд № 9 Тбилтоннельстроя закончил строительство и сдал в эксплуатацию автодорожный тоннель (площадь сечения 65 м<sup>2</sup>) на Военно-Грузинской дороге.

Проходку первых 40 м тоннеля вели методом гладкого (контурного) взрывания в скальных грунтах с коэффициентом крепости по шкале Протодяконова  $f=7$ . Затем вместо крепких пород появились валуны, перемешанные с глиной и песком. В таких геологических условиях осуществляли сооружение тоннеля на протяжении 404 м. Подробное изучение

откосов и самой выработки показало, что породы принадлежат морене ледникового периода, состоящей из глинистых отложений. Спрессованные в течение миллионов лет ледниками большой высоты эти грунты по своим строительным качествам близки к коренным породам (как доказал в 1949 г. при исследовании профессор МГУ В. К. Дмоховский).

На строительстве тоннеля были сосредоточены такие горнопроходческие механизмы, как СБУ-4, тоннельный экскаватор Э-7515, думперы и др. Подготовлены вы-

сококвалифицированные проходчики-бурильщики и машинисты СБУ-4.

Таким образом, на строительстве были созданы условия, чтобы продолжить проходку тоннеля на полное сечение с заходками 8—10 м и немедленным возведением монолитной бетонной отделки. Такая организация работ позволила значительно снизить трудовые затраты и сэкономить большое количество крепящего материала. На строительстве не зафиксировано ни одного случая травматизма.



## Совершенствование системы энергоснабжения

З. ГУДАВА, главный инженер Управления Тбилисского метрополитена

Постоянное увеличение объемов пассажироперевозок и интенсивность движения поездов предъявляют повышенные требования к бесперебойности работы системы электроснабжения. Эксплуатационная надежность элементов последней в значительной мере определена исправностью контактной сети и гибкостью схемы ее питания.

Для первой очереди Тбилисского метрополитена была предусмотрена система централизованного (сосредоточенного) питания контактной сети. В созданной таким образом «жесткой» схеме секционирования контактной сети повреждение одного из элементов (кабель, изолятор и т. д.) вызывают полное обесточивание участка между двумя питающими подстанциями, т. е. около трех-четырех перегонов, и практически прекращение движения поездов на данной линии.

Поэтому при проектировании второй очереди Тбилисского метро от подобной системы питания контактной сети отказались в пользу децентрализованной (распределенной).

Ввод в эксплуатацию второй очереди и увеличение интенсивности движения поездов до 40 пар в час вызывает необходимость разработки технических мероприятий по усовершенствованию схемы контактной сети (секционирование контактного рельса, создание более гибкой схемы). Для усовершенствования существующей

схемы контактной сети (рис. 1) предусмотрены токоразделы между двумя смежными тяговыми подстанциями (в средней зоне) и установка поста секционирования с быстродействующим автоматическим выключателем.

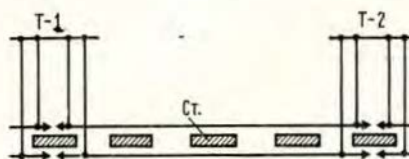


Рис. 1

Посты секционирования располагают на одной из промежуточных понижающих подстанций, где есть место для соответствующего оборудования и возможность осуществления дистанционного управления. При этом на контактном рельсе необходимо



Рис. 2

устройство перекрываемого токораздела.

Предлагаемая схема уменьшает участок обесточивания и защитную зону фидерных автоматов, соответственно увеличивая ток уста-

новки последних (по расчету для условий Тбилисского метрополитена на 30—40%). Далее ток нагрузки можно увеличивать сокращением защитных зон путем устройства блокировки между фидерными автоматами тяговой подстанции и поста переключения.

Небезынтересно и изучение вопроса применения подобного варианта при децентрализованной системе питания (рис. 3) на второй очереди Тбилисского метрополитена, где на каждой станции предусматриваются совмещенные тягово-понижающие подстанции с установкой поочередно двух и одного выпрямительных агрегатов.

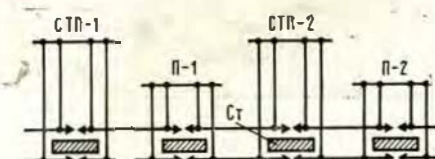


Рис. 3

При такой схеме и сравнительно небольшой интенсивности движения поездов (до 20 пар в час) на данном участке представляется целесообразным исключить тяговые агрегаты с распределительными устройствами и оставить лишь РУ-825в как пост переключения на подстанциях, где предусмотрена установка одного агрегата.

Экономический анализ демонстрирует преимущества и целесо-



образность предлагаемого варианта, несмотря на необходимость перерасчета мощности тяговых агрегатов, оставляемых на СТП (в сторону увеличения).

Для обеспечения бесперебойности энергоснабжения наряду с усовершенствованием схемы необходима надежная работа отдельных узлов контактного рельса.

Как показал опыт эксплуатации, кабельные перемычки, применяемые в местах разрывов контактного рельса, повреждаются чаще, чем другие его узлы. Кабельные участки справедливо считаются наиболее уязвимым элементом контактной сети, их повреждения вызывают длительные перерывы движения поездов. Для уменьшения количества таких кабелей и соответственного обеспечения бесперебойной работы контактной сети на Тбилиском метрополитене проведен ряд мероприятий. В тоннелях в местах установки повторных сигналов, разрывы контактного рельса с соединяющим кабе-

лем были ликвидированы. Реконструированы опоры сигналов (рис. 4) и устроен соответствующий переход через контактный рельс с соблюдением требований техники безопасности. Это поз-



Рис. 4

волицю уменьшить наличие кабелей в цепи контактного рельса на 10—15% и одновременно увеличить уставку фидерных автоматов. С нашей точки зрения, максимальное уменьшение кабельных участков контактной сети необходимо учитывать уже на стадии проектирования.

Кабельные перемычки, которые

невозможно исключить из контактной сети, целесообразно применять как неизолированное соединение, устанавливая их в защитных коробах на специальных кронштейнах с изоляторами (рис. 5). Для соединения можно использовать кабели или провод ПС. Таким образом, будут устранены существующие устройства защиты этих кабелей, что помимо усиления надежности в



Рис. 5

работе даст определенный экономический эффект и сократит затраты материальных и трудовых ресурсов.

## ПРОБЛЕМЫ СНИЖЕНИЯ ШУМА В МЕТРО

В век технического прогресса избалованное открытиями и изобретениями человечество болезненно воспринимает бытовые неудобства. Вряд ли даже в 30-х годах для оценки технических разработок часто пользовались словом «комфорт». Создавались новые транспортные системы, «космических» величин достигли их скорости и, если когда-то четырехколесное фыркающее чудовище — автомобиль — изумляло городских жителей своей новизной, теперь, размножившись чрезвычайно, грозит отнять подаренную ранее свободу передвижения и свежий воздух. Настали времена задуматься о том, как привлечь и обладателя автомобиля на общественный транспорт. При разработке новых типов подвижного состава и реконструкции старых вопросы комфортабельности занимают уже наравне с надежностью, безопасностью, скоростью движения. Проблема снижения шума и вибраций от движения подвижного состава в этой связи стала одной из главных. В статье изложены некоторые результаты и направления исследований шума в системах городского скоростного рельсового транспорта, проводимых в США.

Уровни шума в подвижном составе скоростного рельсового транспорта весьма высоки, особенно в сравнении с шумовым фоном города, в некоторых типах они достигают 98 дБ А. В таблице 1

представлены результаты замеров уровня шума в вагонах метрополитена при скорости движения 48 км/ч.

Таблица 1

Город	Средний уровень шума, дБ
Филадельфия	98
Бостон	96
Нью-Йорк	94
Чикаго, Мадрид	92
Лиссабон	91
Лондон	87
Берлин	86
Париж (на пневмошинах)	86
Торонто	85
Гамбург	80

При анализе частотных характеристик спектры шума были разделены на девять октав, чтобы определить, в какой из них уровни шума превышают максимально допустимую величину.

Определено, что максимальные уровни шума внутри подвижного состава соответствуют диапазону частот 200—800 гц. Однако уровни шума внутри подвижного состава при этих частотах ниже максимально допустимого (120 дБ) по условиям дискомфорта и 140 дБ — по условиям болезненных раздражений. Внутри подвижного состава продол-

жительность воздействия шума на пассажира обычно менее 1 ч., что безопасно по условиям дискомфорта, но снижает степень использования этого вида городского транспорта.

Замеры громкости шума на станциях показывают, что пассажиры могут подвергаться воздействию шума до 100 дБ. Такие значения уровня шума превышают максимально допустимые по критерию продолжительности воздействия на человека (см. табл. 2).

Таблица 2

Город	Средние уровни звукового давления, дБ		
	Прибытие поезда	Стояние	Отправление поезда
Чикаго	100	78	92
Нью-Йорк	100	75	98
Торонто	87	81	87
Берлин	94	73	88
Гамбург	97	78	88
Лиссабон	105	88	104
Париж (пневмошины)	88	65	96
Париж (стальные колеса)	99	77	96



Таблица 3

Узлы и детали транспортной системы	Причины возникновения шума и вибраций	Возбудители шума
<b>А. Основные источники — колеса и рельсы</b>		
Колеса	Пробуксовывание колес	Боковые поверхности колес
Стальные рельсы	"	Боковые поверхности рельсов
Стрелочные переводы	Зазоры в стыках	Колеса, балласт, рельсы
<b>Б. Источники умеренного шума — силовая установка</b>		
Электродвигатель	Дисбаланс, неравномерность работы шестерен в подшипниках	Двигатель, кузов, трансмиссия
Токосъем	Трение	Токосъемные башмаки
Тормоза	Пробуксовывание колес	
<b>В. Второстепенные источники — вспомогательное оборудование</b>		
Ходовая часть и кузова подвижного состава	Вибрации кузова, дребезжание, трение в сцепке	Кузов, двери, спящие устройства
Оборудование вагона	Турбулентность воздушного потока системы вентиляции	Воздух, крыша вагона
Оборудование станций	Турбулентность воздушного потока системы вентиляции, шум от работы насосов	Конструктивные элементы станций, вентиляционные шахты
Шум ветра при движении поезда (аэродинамический шум)	Турбулентность пограничных слоев воздуха	Воздушная среда

Практика показывает, что основными источниками шума и вибраций на скоростном рельсовом транспорте являются (в порядке убывания): качение колес по рельсам, работа двигателей и вспомогательного оборудования (компрессор, генератор, насосы), работа станционного оборудования (электрические подстанции, билетные и торговые автоматы, система вентиляции). Более детальный анализ источников шума помещен в таблице 3.

Усовершенствование конструкции колес и рельсового пути, улучшение их технического обслуживания может значительно снизить шум от движения поезда. Вопреки сложившемуся мнению подвижной состав скоростного транспор-

та на пневматических шинах не менее шумен при движении, чем на стальных колесах. Это можно объяснить тем обстоятельством, что шина деформируется под весом вагона, и канавки рисунка протектора в зоне контакта шины с рельсом сжимаются. Воздух, находящийся в канавках, также сжимается, и после выхода канавки из зоны контакта с рельсом происходит мгновенное расширение этого воздуха, сопровождающееся резким звуком. Шины с гладким протектором позволяют устранить этот источник шума, но не обеспечивают достаточного коэффициента сцепления с головкой рельса и поэтому по условиям безопасности не могут быть рекомендованы для эксплуатации. Обеспечение максимально

гладкой поверхности катания для пневматических шин снижает шум и вибрации от этого источника.

На величину шума при движении подвижного состава скоростного транспорта влияет и расположение линий (на эстакаде, в тоннеле или на уровне земли). Намечено провести ряд работ по снижению шумности работы двигателей и вспомогательного оборудования, разработать специальные стандарты на изготовление оборудования с учетом обеспечения требований его малошумной работы.

Ряд предприятий скоростного городского транспорта разработали свои критерии для определения максимального допустимого шумового воздействия на пассажиров. Для метрополитена Торонто приняты критерии, приведенные в табл. 4.

Таблица 4

Размещение наблюдателя	Допустимый уровень шума
Общие критерии	Уровень шума внутри метрополитена не должен мешать нормальной беседе на расстоянии между пассажирами 0,9 м
Внутри вагона метрополитена	60 дБ (при короткой продолжительности до 70 дБ)
Станционные платформы	65 дБ (при короткой продолжительности до 70 дБ)
Примыкающие здания	Предполагаемый уровень шума и вибраций должен быть определен для всех зданий в радиусе 30,5 м от линии на стадии проектирования; Расчетные уровни шума не должны превышать максимально допустимые для каждого типа зданий

Критерии уровней шума, принятые для системы BART в Сан-Франциско, приведены в табл. 5.

Таблица 5

Помещения станции	Критерии и предполагаемые меры защиты	Помещения станции	Критерии и предполагаемые меры защиты
Открытые уличным шумам	Звукопоглощающие барьеры с использованием в этих целях киосков и дверей. Покрытие 35% площади стен и потолка звукоизолирующими материалами. Снижение шума от движения пассажиров.	Помещения технических служб	Работа станционного оборудования не должна увеличивать уровень шума в окружающих помещениях на величину более чем 3 дБ.
Платформы	Уровень шума при отсутствии поезда не должен превышать 40–50 дБ. При движении поезда на любой скорости или стоянке—60 дБ.	Помещения для обслуживающего персонала	Уровень шума не должен превышать 30–40 дБ при закрытых дверях и окнах.
Внутренние пассажирские помещения (исключая платформы)	Уровень шума не должен превышать 40–50 дБ при отсутствии пассажиров. Защита от шума аналогичная для помещений, открытых к уличным шумам. Торговое и другое оборудование не должно увеличивать шумовой фон в помещениях.	Наружные устройства	Уровень шума, намеренный на уровне земли на расстоянии 7,6 м от входных и выходных вентиляционных каналов, не должен превышать 40–45 дБ.



## ПРОХОДКА ТОННЕЛЯ НАВАХО

Тоннель Навахо № 3 в штате Нью Мексико имеет протяженность 4850 м о диаметром выемки 8,2 м. Его проходка началась в мае 1971 г., завершилась в июле 1972 г. Предполагается проложить также тоннель № 3-бис протяженностью 1100 м в однородной породе прочностью 110—460 кг/см<sup>2</sup>.

Буропроходческая машина, выпущенная фирмой ДРЕССЕР (г. Даллас, штат Техас), первоначально конструировалась для проходки тоннеля диаметром 5,25 м в породе с прочностью 2800 кг/см<sup>2</sup>. Однако для сооружения тоннеля Навахо машину реконструировали.

В течение года при трехсменной эксплуатации ежедневная проходка составляла в среднем 15,4 м. За 106 дней суточная выработка составляла в среднем 23,5 м. Ввиду улучшившихся геологических условий к концу проходки скорость увеличилась до 46 м в сутки; несколько раз была достигнута суточная проходка до 70—80 м (предельная часовая проходка составляла 6,6 м). Такие показатели увязывались с мощностью механизмов, убирающих породу, доведенной до 500 м<sup>3</sup> породы за час при расстоянии откатки 4 км.

Направление проходки определяется лазером, установленным с правой стороны машины, неподалеку от горизонтальной оси. Работает он на длине до 400 м. Порода откачивается по путям ширинной колес 775 мм составами в семь вагонеток с тепловозом мощностью 150 л. с. Вместимость одного состава около 150 м<sup>3</sup>. Замена составов или отдельных вагонеток механизирована и осуществляется на особой площадке, оснащенной стрелочным переводом, устройством для расцепки вагонеток и передвижной тележкой. Подача вагонеток под загрузочную воронку в конце леточного конвейера от буропроходческой машины контролируется с помощью телевидения.

Закрепление анкеров кровли производили так, что на раме буропроходческой машины из расстояния приблизительно 30 см от забоя с каждой стороны монтировали гидравлический бур. Шарнир вращающегося лафета обеспечивал продольное продвижение на 1,2 м, позволяющее производить бурение анкеров при одновременном продвижении буропроходческой машины. Шпурсы диаметром 45 мм размещены по обеим сторонам шельфы выработки до горизонтальной оси. Кровлю защищала проволоочная



сетка, поддерживаемая плоскими листовыми дужками. Рулоны проволоочной сетки находились в лобовой части выработки непосредственно у забоя. Широкие вальки прижимали сетку плотно к лицевой стороне. Сетку натягивали прижатием дужек, которые монтировались вручную. Анкеры диаметром 20 мм, длиной 3 м закрепляли с помощью двухкомпонентной смолы, подаваемой через отверстие в таре. После перемешивания компонентов при движении анкера происходило отверждение в течение трех секунд. Анкер способен, таким образом, непосредственно передавать усилие 9 т.

Несмотря на то, что не было осложнений при разработке породы, произошло несколько вывалов в уже закрепленных участках. Имеются в виду илестые и сланцевые породы, песчанки и конгломераты переменной прочности. Тоннель оказался сухим, лишь местами наблюдалось обводнение почвы.

Ввиду того, что в кровле выработки образовались трещины, на определенном расстоянии за буропроходческой машиной устанавливали добавочные анкеры через 10—15 м. Плоские стальные дуги имели отверстия диаметром 30 см, что позволяло регулировать частоту расположения анкеров.

Трубопровод вытяжки к отдельным агрегатам буропроходческой машины был установлен намертво и заканчивался на разминировке. В этом месте по мере продвижения машины приближались новые

секции постоянно действующего тоннельного трубопровода. Увеличивающийся зазор между обеими секциями трубопровода перекрывался резиновой муфтой. В целях облегчения монтажа трубопровода в месте разминировки устанавливали передвижную кошку.

### Техническая характеристика буропроходческой машины ДРЕССЕР-205:

Мощность . . . . .	720 сил
Обороты головки 0—10 об/мин.	
Динамическое напряжение . . . . .	750 т
Давление распыления . . . . .	1950 т
Момент вращения . . . . .	122 тм
Шаг машины . . . . .	1,2 м
Общий вес . . . . .	230 т
Длина . . . . .	17 м

Число оборотов головки устанавливается на основании опыта по приближенной формуле:

$$n = \frac{48}{\text{сечение тоннеля в метрах}} = 5,86 \text{ об/мин.}$$

Двигатели головки с прямым приводом позволяют изменять число оборотов и момент вращения. На головке бура установлено в середине 32 пальца в крестообразной компоновке для образования насечки диаметром 120 см. Остальная плоскость покрыта 36 валиками, оснащенными на торцах на расстоянии 180 мм режущими шайбамп диаметром 360 мм. По периметру размещено 6 валиков. Остальные, всегда сохраняющие одинаковое расстояние от центра, pokrывают плоскость таким образом, чтобы канавки резания отстояли друг от друга на 90 мм.

Валики на периметре оснащены с наружной стороны двумя рядами утолщений из твердосплавов-карбидов. Обе стороны других шайб оснащены твердосплавом. Длительность эксплуатации валиков около 2 000 000 пог. метров круговой режущей траектории до восстановления резцов; некоторые выдерживали утроенное время, прежде чем оказался необходимым ремонт подшипника.

**Л. НЕВЕРЖИЛ, инженер**  
 («Из журнала «Вестерн Констракшн» № 8, 1972)



## ЩИТОМ ПОД НАСЫПЬЮ

В районе строительства высота насыпи над поверхностью улицы составляет 6,08 м. Здесь расположена пассажирская платформа островного типа. Со стороны улицы насыпь поддерживается железобетонной подпорной стенкой, а с противоположной — имеет откос. Без перерыва движения на железнодорожных путях в насыпи были пройдены два одинаковых параллельных тоннеля (расстояние между осями — 15,20 м) длиной 21,8 м. Для предотвращения осадки насыпи и повреждения верхнего строения пути, вопреки существующим правилам возведения тоннелей такой небольшой длины, был применен метод щитовой проходки (диаметр щита 5,06 м).

больше откоса насыпи, после окончания работ оно не извлекалось.

Одновременно в подпорной стенке с противоположной стороны насыпи была пробурена серия скважин для обсадных труб. Проложенные под насыпью они вышли через отверстия в шпунтовом ограждении котлована на противоположной стороне.

Для каждого тоннеля были забиты две обсадные трубы вблизи обреза фундамента подпорной стенки, а две другие — на 1,70 м выше.

Через обсадные трубы, промытые струей воды, были пропущены и обжаты стальные стяжки диаметром 2,5". Концы стяжек с шайбами и натяжными гайками были заиккерены к перекрестным

пройдена штольца (1,52×1,8 м) для установки винтовых домкратов временного крепления.

Пять предварительно напряженных металлических балок постоянного крепления фундамента были уложены после выемки грунта. По удалении домкратов их замонолитили в плиту толщиной 60 см.

Проходческий щит длиной 3,04 м опускали в котлован краном и устанавливали на рельсы, которые были приварены к закладным частям, заделанным в железобетонную 30-см плиту. Краном щит придвигали вплотную к предварительно вырезанному в шпунтовом ограждении проему. Движение щита осуществлялось при помощи шестнадцати 200-т гидравлических домкратов, расположенных равномерно по его окружности. За щитом в котловане были смонтированы два временных опорных кольца подушек щитовых домкратов. Действие домкратов передавалось на заднюю шпунтовую стенку ограждения котлована через систему деревянных и металлических балок.

Кольцо обделки тоннеля представляло собой оболочку из стальных листов шириной 40,6 см. Между двумя кольцами на болтах устанавливались ребра жесткости, воспринимающие горное давление. Кольцо обделки усиливалось устанавливаемыми по диаметру временными стяжками для предотвращения потери устойчивости ребер под действием веса грунта. Продвижение щита за цикл — 46 см.

За обделку нагнетался просеянный горшковый гравий, а затем — цементно-песчаный раствор. По окончании нагнетания стяжки снимали. Внутри тоннеля были смонтированы бетонные кольца длиной 2,43 м, диаметром 3,65 м, которые и образовали под железнодорожной насыпью водопропускную трубу длиной 21,8 м. Пространство между оболочкой тоннеля и трубой было затем заполнено бетоном. Оболочки обоих щитов были оставлены в теле насыпи.

**В. БЕЛОЛИКОВ, инженер**

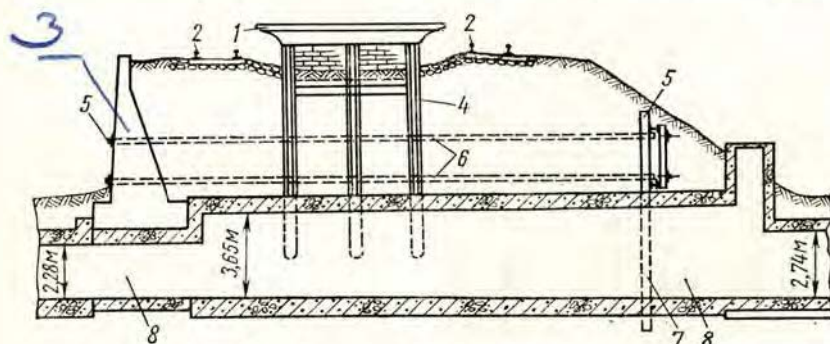


Схема проходки тоннелей под железнодорожными путями:  
1 — станционная платформа; 2 — рельсовый путь; 3 — подпорная стенка; 4 — опорные сваи платформы; 5 — обкерковка стяжек; 6 — стяжки Ø 6,4 см; 7 — срезаемая часть шпунта; 8 — переходная секция.

Ежедневным контролем установлено, что в процессе строительства не отмечалось перемещений ни железнодорожной насыпи, ни подпорной стенки.

Укрепление пассажирской платформы осуществлено подводкой бетонных блоков, передающих ее вес на бетонную подушку. Последняя уложена поверх насыпи.

Со стороны откоса у входов тоннеля были отрыты котлованы 7,6×7,6 м для монтажа щитов. Шпунтовое ограждение котлованов было забито на глубину 9 м и затем срезано на высоту па 46 см

двухавровым балкам, опирающимся на боковые стены шпунтового ограждения.

Такую же систему крепления применили и со стороны подпорной стенки, на кладку которой балки передавали усилие натяжения.

По обе стороны каждого тоннеля под фундамент подпорной стенки подвели по пять 14" трубчатых свай, длиной 6,7 м, заполненных бетоном. Они были вдавлены приблизительно на 3 м ниже подошвы штollen (1,52×3,34 м), расположенных под подпорной стенкой.

Между рядами свай посередине была

### ВНИМАНИЮ ЧИТАТЕЛЕЙ!

В киоске «Союзпечать», находящемся в вестибюле издательства «Московская правда» (Чистые пруды, д. 8), производится продажа номеров журнала «Метрострой», вышедших в 1973 году. Телефон киоска: 294-30-00, доб. 3-49.

Редакция.



## «СИРФЛЕКС МИНИ ТОННЕЛЬ»

Английская фирма *21d Олд Вокниг* выпустила щит для проходки штолен небольшого диаметра, предназначенный для работы в городских районах с интенсивным движением транспорта. Работа щита демонстрировалась в Праге. После трехлетнего опыта эксплуатации такой способ признан более экономичным, чем продавливание; он дает возможность сооружать канализационные штольни на глубине 1,5—12 м без разрушения поверхностного слоя.

В 1972 г. в Великобритании пройдено этим способом 2000 м штолен.

Обделка штольни состоит из колец длиной 600 мм, собранных по три секции из армированных бетонных сегментов.

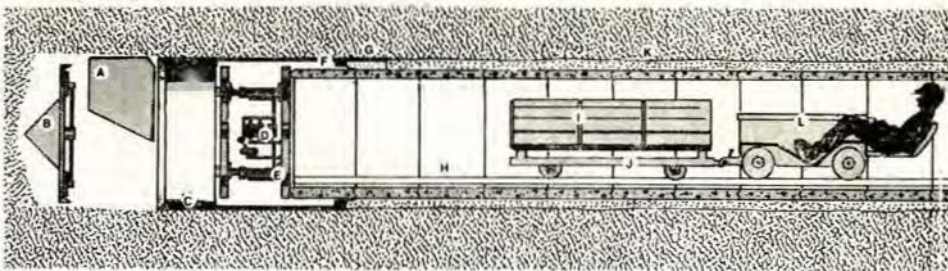


Рис. 2. Схема проходки штолен

Все оборудование можно перевозить на грузовике грузоподъемностью 5 т (рис. 1).

Щит (рис. 2) включает четыре валика *E*, приводимые в движение от гидравлического насоса *D*. Обделка *I* доставляется к месту монтажа электровозами с аккумуляторным питанием.

Диаметр щита больше наружного диаметра обделки. В преднамеренно созданный зазор инъецируется щебневая засыпка, обеспечивая водонепроницаемость обделки. Пространство уплотняется с помощью упругого кольца *F*.

Для проходки в мягких породах можно торец щита дополнительно оснастить щитком *A*. Для проходки пльвунов и влажных грунтов применяют торец с закрывающимися отверстиями для выемки грунта *B*.

Производственное оборудование занимает на поверхности площадь 13×35 м<sup>2</sup>. Система Сирфлекс не рассчитана для штолен на кривых участках.

Направление и уклон штолен, прокладываемых с помощью такого щита, необходимо проверять после монтажа двух колец (120 см проходки).

Четырехкилометровый двухпутный железнодорожный тоннель, спрямляющий ветки линии Цюрих—Берн расположен в районе Хейтерсберга. Тоннель рассчитан

на движение поездов со скоростью 140 км/ч. Для проходки участка 2,9 км в песчанках применена проходческая машина фирмы «Роббинс».

Длина этого агрегата составляет 13,45 м, вес 300 т. Рабочий орган состоит из 63 режущих дисковых фрез, приводимых в действие 10 электродвигателями мощностью 100 л. с. каждый, усиленные гидравлических домкратов — 700 т.

Разработанный грунт подбывается полоротными механическими лопатами, расположенными по краям рабочего органа, и подается на ленточный конвейер, который загружает вагонетки. Машина перемещалась по рельсам, уложенным по бетонному лотку, за ней передвигалась установка для торкретирования тоннеля. Средняя суточная производительность машины составляет 7 м, максимальная — 13 м (при двухсменной работе). Начали проходку в ноябре 1970 г. и закончили в октябре 1972 г. Стоимость проходки тоннеля с использованием машины «Роббинс» примерно равна стоимости проходки тоннеля с применением буровзрывных работ.

Однако высокая механизация работ при применении машины «Роббинс» позволила уменьшить количество рабочих со 150 до 90 чел. Недостаток машины — частая смена дисковых фрез.

Л. ПАЦЛЪТ, инженер



Рис. 1. Щит на грузовом автомобиле грузоподъемностью 5 т

## Строительная мозаика

### ИЗОТОП КОНТРОЛИРУЕТ КАЧЕСТВО

Ворошиловградский филиал НИИСП совместно с областным НТО Стройиндустрии провел школу передового опыта по применению радиоизотопных методов для контроля качества

земляных работ и сооружений.

Этот метод позволяет успешно контролировать состояние водонасыщенных и крупнообломочных грунтов. Применение в тресте Ворошиловградспедстрой поверхностного гамма-плотнометра типз «ПГП» для контроля уплотнения грунтов с большим содержанием шлаков позволило в первом квартале нынешнего года сокра-

тить на 10 дней сроки работ на строительстве Кадиевского металлургического завода и сэкономить 22 тысячи рублей.

Использование приборов регламентировано утвержденными Госстроем УССР «Временными указаниями по применению радиоизотопных методов для контроля качества земляных работ и сооружений» (РСН-234-71). Серийные радиоизотопные приборы бно-

логически безопасны, их применение в производственных условиях без ограничений разрешено Главной санитарной инспекцией СССР.

При комбинате Ворошиловградтяжстрой совместно с филиалом НИИСП организованы курсы по обучению персонала строительных лабораторий правилам технической эксплуатации радиоизотопных приборов.



Дополнительные сведения о радионизотопном методе контроля земляных работ можно получить по адресу: 348031, Ворошиловград, квартал Димитрова, 23-а, базовая изотопная лаборатория Госстроя УССР при Ворошиловградском филиале НИИСП.

## СМЕСЬ ГАЗОВ УЛУЧШАЕТ СВАРКУ

Широко применяемые методы сварки в среде различных газов, как правило, пригодны для отдельных специальных видов работ. В сварочной лаборатории треста Востокметаллургомонтаж разработана и внедрена сварка разных металлоконструкций в среде, которая состоит из смеси углекислого газа и кислорода. Для работы применяются обычные полуавтоматы «А-5-37», «ПДПГ-500» и высокопроизводительная горелка «А-921 м». Питание сварочной дуги идет от преобразователя «ПГС-500». Эта установка доукомплектована смесителем газов «УКП-171».

По сравнению с обычно применяемой сваркой в среде углекислого газа новый метод имеет преимущества; расплавленный металл находится более длительное время в жидком состоянии, что уменьшает количество пор и шлака; улучшается формирование шва; снижается расход углекислого газа.

Дополнительные сведения об использовании смеси газов для улучшения качества сварки можно получить по адресу: Челябинск, 22, просп. Ленина, 81, трест Востокметаллургомонтаж.

## ЭФФЕКТИВНАЯ ВИБРОУСТАНОВКА

В формовочном цехе завода железобетонных изделий Черкасского облмежколхозстроя внедрена в производство простая и надежная универсальная формовочная виброустановка с горизонтальными колебаниями для уплотнения бетонной смеси при изготовлении железобетонных изделий.

Новое оборудование имеет ряд преимуществ перед ра-

нее применявшимися. Оно обеспечивает равномерное распределение вибрации и высокую однородность бетона, уменьшает уровень шума в цехе и вибрацию рабочих мест, увеличивает срок службы форм опалубки. Расход электроэнергии уменьшается в тридцать раз. Работа только одной такой установки дает заводу экономию до 16 тысяч рублей в год.

## СВАИ ДЛЯ СЕЙСМИЧЕСКИХ РАЙОНОВ

В НИИ оснований и подземных сооружений Госстроя СССР разработаны «Указания по расчету и проектированию свайных фундаментов в сейсмических районах». Это позволило рассчитать свайные фундаменты в г. Грозном произвести по новой методологии. Только в нынешнем году использованы рекомендации НИИОСП Госстроя СССР должно привести к экономии тысячи кубометров сборного железобетона и сохранить 300 тонн арматурной стали. Сравнение проектов, выполненных в соответствии с новыми «Указаниями», и технической документации других организаций, пользовавшихся прежними методами при разработке однотипных сооружений, показало, что число свай, необходимых для создания надежных фундаментов, можно уменьшить вдвое.

## ДЛЯ РЕМОНТА КОЛЛЕКТОРОВ

В городе Робинсдел штата Миннеаполис (США) обнаружилось повреждение на одном из главных канализационных коллекторов. Отключенные линии для замены поврежденного участка было недопустимо — в трубопровод поступали стоки более чем от 50 различных зданий, находящихся на расстоянии более километра от места аварии. Для проведения ремонта была изготовлена пневматическая заглушка, с помощью которой отвели поступающую сточную воду в соседний колодец.

Теперь подобные заглуш-

ки выпускают серийно диаметрами 150—1350 миллиметров. Их изготавливают из алюминиевого сплава. Герметичность соединения с трубой обеспечивает чехол из эластичного материала. Для подключения перекидного шланга в торце пневматической заглушки имеется съемная пробка диаметром 25—100 миллиметров.

## ВДВОЕ ПРОЧНЕЕ

Специалистам Калифорнийского университета недавно удалось найти метод увеличения механической твердости железобетона почти в два раза. Предложение добавлять в раствор цемента определенные количества триоксида хрома. Это химическое вещество препятствует протеканию электрохимических процессов в свежем растворе, в результате которых на прутьях арматуры образовывались мельчайшие пузырьки водорода. Теперь же при полном отсутствии таких образований улучшается сцепление бетонной массы с металлом, ограничиваются возможности коррозии.

## В УСЛОВИЯХ СТРОИТЕЛЬНОЙ ПЛОЩАДКИ

Самоходное устройство для контактной точечной сварки арматуры в условиях строительной площадки разработано ЦНИИОМТП. Это устройство, на котором крепятся сварочные клещи, состоит из рамы-тележки, стоек, бабки, подвесок для перемещения сварочной машины «МТПГ-150-2» и крепления проводов и кабелей, привода передвижения тележки. Сварщик, стоя на помосте самоходного устройства, сваривает подвесными клещами находящиеся под ним пересечения арматурных стержней.

## БЕГУЩИЕ ТРОТУАРЫ

Эскалаторы перебрасывают ежедневно массы людей. Без таких лестниц просто невозможно пользоваться метрополитеном.

Но эскалатор можно не-

пользовать и в других целях. Если движущееся полотно поставить без уклона на участке тротуара, в аэропорту, в общественном здании, то это будет простая и вместе с тем весьма прочная транспортная машина.

Движущаяся дорожка сооружается в Тбилиси у станции метро «Самгори». Здесь в сложном узле сплетаются железнодорожные пути, городские магистрали, и пешеходу приходится нелегко. Вот и родилась идея соорудить тут конвейер-тротуар длиной в 105 метров. Скорость движения «тротуара» — 1 метр в секунду и за час он сможет перевезти от 5 до 15 тысяч пассажиров.

Специалистами Ленинградского СКБ эскалаторостроения вместе с московскими учеными спроектированы два типа пассажирских конвейеров — ленточного и пластинчатого. Уже проведены первые испытания.

Детали для наземных конвейеров изготавливаются на Ленинградском машиностроительном заводе им. Котлякова.

Что же представляют собой движущиеся тротуары?

Бесконечная лента, применяемая в одном из них, одновременно служит и тяговым, транспортирующим органом. Опирается лента на свободно вращающиеся ролики. Когда речь идет о транспортировке обычных грузов, шаг расстановки роликов должен быть таким, чтобы не провисала лента и не подсакивал на опорах груз. Но вставший на транспортер человек — груз капризный. Ему нужна твердая «почва» под ногами.

Чтобы приспособить конвейер для человека, тканевая лента заменена стальной, покрытой сверху и снизу резиновыми обкладками. Но одной только замены ленты недостаточно. Прогнбы между роликами устранены натяжением стальной ленты.

Конструкция тележного типа подобна эскалатору метрополитена. Основная разница в том, что ступени заменены тележками.

Эту систему характеризуют: полная безопасность, простота устройства, хорошая скорость в возможность прокладывать конвейер под землей, на земле и выше ее уровня.



*Уважаемые читатели!*

**НЕ ЗАБУДЬТЕ СВОЕВРЕМЕННО  
ОФОРМИТЬ ПОДПИСКУ НА  
ИНФОРМАЦИОННЫЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ СБОРНИК**

**«МЕТРОСТРОЙ»**

**НА 1974 ГОД.**

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

**Подписка принимается без ограничения  
общественными распространителями печати,**

**агентствами «Союзпечати»**

**и в почтовых отделениях.**

**Индекс сборника «Метрострой»**

**во всесоюзном каталоге**

**«Союзпечати»—**

**70572.**

**Стоимость подписки:**

**на год—2 руб. 40 коп. (8 номеров),**

**на полгода—1 руб. 20 коп.**