

# МЕТРОСТРОЙ

6

1974

ИНФОРМАЦИОННЫЙ  
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ  
СБОРНИК

№ 6

«МЕТРОСТРОЙ»

1974 г.

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:  
ул. Куйбышева, д. 3, комн. 11,  
тел. 228-16-71.

Фото В. Костылева.

Технический редактор А. Милиевский.

Л 79547 Сдано в набор 27/VII—74 г.

Подписано к печати 18/IX—74 г.

Объем 4 п. л.

Тир. 3921.

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

Зак 2843

Цена 30 коп.

Типография изд-ва «Московская правда»

## В НОМЕРЕ:

С. Власов. Важнейшие предпосылки роста производительности труда . . . . .	1
Из опыта московских метростроителей . . . . .	5
Новый источник повышения эффективности строительства . . . . .	6
Успех хозрасчетных бригад Киевметростроя . . . . .	7
Перевыполнен по всем показателям . . . . .	7
Создать условия для широкого внедрения бригадного хозрасчета . . . . .	8
П. Соболев, В. Шмерлинг. Калининский радиус . . . . .	9
П. Васюков, Е. Василенко, Н. Федоров, А. Кривошеин. Проходка тоннелей под каналом . . . . .	12
Новое в технике замораживания грунтов . . . . .	14
С. Зукакянц. Специальные методы на службе отечественного метростроения . . . . .	16
Б. Карасев. Маркшейдерские работы при искусственном замораживании грунтов на участке канала . . . . .	19
Н. Федоров. Жизнеспособность нового метода очевидна . . . . .	20
Л. Романов. Для сокращения строительных сроков . . . . .	20
А. Тищенко. В условиях сложной гидрогеологии . . . . .	20
Г. Шкарлет. О мерах безопасности . . . . .	20
И. Немой. Наш девиз . . . . .	21
Б. Воронов. Что обеспечило успех . . . . .	21
Н. Лаврова. Застрельщики социалистического соревнования . . . . .	21
А. Исаев. Организация монтажных работ . . . . .	22
А. Никольский. По удачно выбранным схемам . . . . .	22
А. Бакулин. Основные итоги работы метрополитенов страны . . . . .	23
П. Спирин, А. Муганлинский, В. Тхор, К. Гин. Продольное электрическое сопротивление тоннелей в агрессивной среде . . . . .	24
Л. Гельфгат. Окупаемость линий метрополитена . . . . .	26
М. Воробьев, Ю. Лаврешин, П. Пашков. О снижении «дутья» на станциях . . . . .	28
Модификация методов проходки тоннелей в городах . . . . .	29
Е. Демешко. Оборудование для сооружения тоннелей в смешанных песчано-глинистых грунтах . . . . .	32

# ВАЖНЕЙШИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ РОСТА ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ТРУДА

## БРИГАДНЫЙ ХОЗРАСЧЕТ ПРОКЛАДЫВАЕТ ПУТЬ В МЕТРОСТРОЕНИЕ

За последнее время всеобщим достоянием строителей нашей страны стал метод бригадного подряда, осуществленный Героем Социалистического Труда Н. Злобиным. Как известно, целью этой новой формы хозяйственного расчета является сокращение продолжительности строительства объектов, повышение производительности труда, экономное расходование материально-технических ресурсов, улучшение качества и снижение себестоимости строительно-монтажных работ.

Недавно в Главтоннельметрострое состоялось совещание-семинар по обмену опытом внедрения бригадного подряда на стройках

Главка. В работе семинара приняли участие главные инженеры строек метро и тоннелей, работники строительно-монтажных управлений, бригады, новаторы, осуществляющие подрядный способ, работники Минтрансстроя и Главтоннельметростроя.

Бригадный хозрасчет нашел применение на стройках метрополитенов и тоннелей. Однако темпы его внедрения еще крайне недостаточны и обобщение опыта, проведенное на семинаре-совещании метростроителей и тоннельщиков, должно содействовать широкому распространению подрядного метода в нашем строительстве.

С. ВЛАСОВ, главный инженер Главтоннельметростроя

**В** СВОЕЙ речи перед избирателями 14 июня 1974 г. Генеральный секретарь Центрального Комитета КПСС товарищ Л. И. Брежнев сказал:

— Поворот к интенсивным методам развития экономики выдвигает немало важных и сложных задач в сфере управления хозяйством, требует улучшения планирования, более умелого применения экономических рычагов, строгого хозяйственного расчета... Чтобы решить их, необходима повседневная забота о сочетании совершенствования деятельности всех эшелонов хозяйственного руководства с широким движением

миллионов и миллионов трудящихся, с повышением их активности, с их подлинно хозяйским отношением к делу. В этом суть партийного подхода к руководству экономикой.

Ярким примером умелого использования экономических рычагов в организации и управлении строительством служит бригадный подряд, примененный московским строителем Героем Социалистического Труда Н. А. Злобиным, наилучшим образом отвечающий цели строить быстро, хорошо, экономично.



На снимке: представители строек Главтоннельметростроя на семинаре-совещании. Выступает Герой Социалистического Труда бригадир Ленинградского Метростроя А. Божбов

В настоящее время злобинский метод получил широкое распространение на многочисленных стройках страны.

Впервые он был применен в 1970 году в строительном управлении «Зеленоградстрой» Главмостроя, где Н. А. Злобин возглавлял комплексную бригаду. Этой бригаде предложили и она согласилась на определенных условиях построить за семь месяцев (нормативный срок) корпус 14-этажного односекционного кирпичного дома.

Сущность эксперимента состояла в том, что комплексная бригада, заключив с администрацией строительного управления договор, принимала подряд выполнить весь объем общестроительных работ по их расчетной стоимости, а специальных, выполняемых субподрядными организациями, — по сметной стоимости.

Расчетная стоимость выражалась суммой прямых затрат, а также накладных расходов. Размеры последних зависели от деятельности бригады, от экономии ею материалов и всего комплекса других производственных затрат.

Договор обязывал администрацию обеспечить бригаду механизмами, инструментом и приспособлениями, конструкциями и материалами. Бригаде предоставлялась оперативная самостоятельность. Техническое руководство осуществлялось администрацией.

Все работы по строительству дома, в соответствии с рабочими чертежами и техническими условиями, бригада выполнила на два месяца раньше срока и сдала корпус Государственной комиссии с оценкой «хорошо». При этом бригада сэкономила по статьям затрат более 13 тыс. рублей. Работники бригады получили премии по аккордно-премиальной системе оплаты труда, а также за досрочный ввод дома в эксплуатацию и снижение стоимости строительства.

Таким образом была достигнута цель эксперимента: доказано, что подрядный хозрасчет обеспечивает организованность и высокую производительность труда в бригаде, заинтересовывает каждого ее работника в экономии материалов и накладных расходов, способствует достижению высокого качества выполняемых работ, сокращает продолжительность строительства.

Эксперимент убедительно показал, что совершенствование управления строительством должно идти путем углубления хозяйственного расчета в низовых звеньях строительного производства. Очень важно, что хозрасчетные отношения между бригадой и строительным управлением в новых условиях распространяются не только на всю номенклатуру используемых материалов, но и на статьи накладных расходов, затраты на механизмы и прочие прямые затраты.

Использование таких экономических рычагов, как хозрасчет, формы материального поощрения, способствует успешной работе бригад и обеспечивает обоснованную оценку ее деятельности.

Строительное управление, передавая на договорных условиях бригаде объем работ по их расчетной стоимости (плановой себестоимости по статьям затрат, зависящим от деятельности бригады), материально заинтересовывает весь состав бригады в снижении себестоимости строительно-монтажных работ по всем статьям затрат.

Сегодня подрядный хозрасчет со всей силой заявил о себе. За Н. А. Злобиным уже следуют тысячи бригад. Пока в большинстве своем они строят жилье, добиваются стабильных успехов. Эти бригады ломают привычные представления о нормах, сдают дома в полтора-два раза быстрее обычного, экономя значительные ресурсы. Их работа получает хорошие оценки приемных комиссий. Производительность труда, как правило, опережает рост заработной платы. Коллектив Н. А. Злобина и многие его последователи уже выполнили пятилетнее задание по росту производительности труда.

Бригадный подряд получил дальнейшее развитие. На ряде строек в настоящее время применяется поточно-бригадный или участковый подряд, охватывающий ряд взаимосвязанных подразделений строительной организации. Коллектив участка в составе всех бригад и линейных инженерно-технических работников заключает договор с администрацией монтажного управления не на строительство одного дома, а на выполнение всего комплекса работ, предусмотренного квартальной программой.

В организациях Главтоннельмостростроя бригадный подряд внедряется с 1972 года. На горных работах его одной из первых в 1973 году применила бригада Шепелева из СМУ № 6

Мосметростроя. Также по-злобински стали работать бригады Келехашвили из СМП-212 Тбилитоннельстроя, Удода из СУ № 704 Киевметростроя.

В первом полугодии 1974 года по методу бригадного подряда в строительно-монтажных организациях Главтоннельмостростроя работало 37 бригад. Наибольшее количество таких бригад было организовано в Мосметрострое (12 бригад), Киевметрострое (8) и Харьковметрострое (5 бригад).

Ценный опыт работы по подрядному хозрасчету накоплен бригадами, возглавляемыми Б. Барановым (СМУ № 6 Мосметростроя), В. Костриковым (СМУ № 17 Ленметростроя) и Н. Андрейко (СМУ № 4 Киевметростроя).

Всего в бригадах, переведенных на хозяйственный расчет, работает более 1200 человек, выполняющих объем работ расчетной стоимостью 10,5 млн. рублей.

Как правило, в бригадах, работающих по подрядному договору, более высокий уровень организации и дисциплины труда, лучше используются механизмы. В результате в этих бригадах ускорилось выполнение заданий по порученным объемам работ и по снижению их себестоимости.

Большую работу по внедрению бригадного подряда проделали инженерно-технические работники из СМУ № 6 Мосметростроя (Н. Простов, А. Полосин, М. Корчагин), СМУ № 17 Ленметростроя (А. Лапин).

О достигнутых ими результатах свидетельствует следующий характерный факт.

Бригада И. Шепелева, работавшая по бригадному подряду на пересадочном узле станции «Кузнецкий мост», представлявшем собой ряд тубинговых камер разного диаметра с сопряжениями, т. е. работу весьма трудоемкую, сумела выполнить в срок и добиться повышения производительности труда на 27%, в то время, как в целом по участку Ш. Симандуева этот важный показатель оставался на прежнем уровне. Резкое повышение производительности труда добивались и другие бригады, работающие по-злобински.

Однако пока еще шаг бригадного подряда в наших строительных организациях не широк. И следует основательно выяснить, какие причины замедляют его внедрение.

Нельзя не обратить внимание на то, что новый метод организации труда бригад не всегда приживается в низовых звеньях.

Например, бригады, применившие подрядный хозрасчет, закончив работы на своем договорном объекте, переходят на новый в качестве рядовой бригады только потому, что здесь не подготовлен фронт работ и нет необходимой документации для заключения нового бригадного подряда на выполнение работ по объему в целом или этапу работ. Таким образом полученный бригадой опыт не закрепляется, не становится системой ее работы.

Так было с бригадами В. Баранова, П. Новожилова из Мосметростроя, бригадами И. Скачка — СМУ № 5 и Н. Андрейко — СМУ № 4 Киевметростроя и другими.

Имеются случаи, когда управления, подписав договоры о бригадном подряде, не выполняя своих договорных обязательств, чем с первых же шагов нарушают ритмичность работы бригады. Несвоевременные поставки материалов, деталей, конструкций дезорганизуют работу бригад по подряду. Мало внимания уделяется также совершенствованию методов производства работ в этих бригадах и внедрению научной организации труда.

В ряде строительных организаций имеются большие недостатки в постановке учета работы бригад, который является основой оценки эффективности бригадного подряда и определения размеров материального поощрения. Плохо поставленный учет не дает возможности информировать бригаду об эффективности ее работы, а когда работы по договору выполнены, затрудняет определение суммы достигнутой экономии и приводит к задержкам выплаты вознаграждения.

Бригадный подряд внедряется преимущественно на отдельных видах работ, которые в целом не влияют на сокращение продолжительности строительства и ускорение ввода объектов в эксплуатацию. Все же последующие работы, как правило, выполняются без применения бригадного подряда. Это обезличивает работу, выполненную бригадой, и дискредитирует идею подряда.

Если в целом по стране по методу Н. А. Злобина работает свыше 9 тысяч бригад, или 6% их общего количества, то в организациях нашего Главка — только 4,2%. Медленно внед-

ряется бригадный подряд в Ленметрострое, Бактоннельстрое, Тблтоннельстрое, Тоннельных отрядах №№ 1 и 2 и других, а в ряде строительных управлений еще нет ни одной бригады, работающей по-злбннски (ССП № 901, Управление № 157, СУ № 528, СМУ № 160).

Было бы неправильно, однако, объяснять: недостаточное внедрение этого метода только организационными неполадками или безынициативностью отдельных работников. Есть объективные трудности, которые испытывают с внедрением бригадного подряда не только строители метро, но и организации, ведущие промышленное строительство.

В отличие от жилищного строительства, где объект возводится за год-полтора, сооружение тоннелей и метрополитенов длится 4—5 лет. В связи с этим возникают трудности с определением конечного результата и стимулированием работающих по досрочному вводу объектов в действие.

В комплексе сооружения метрополитена участвует много организаций и очень трудно рассчитать трудовые и материальные затраты каждой из нескольких бригад, ведущих работы по данному стволу или площадке. Тем более сложно установить, какая экономия против расчетной стоимости достигнута той или другой бригадой.

При существующей разбивке работ в сметах по строительству метрополитенов и тоннелей на этапы и объекты, не всегда удается увязать расчетную стоимость этапа со всей стоимостью объекта. В связи с этим затрудняются и расчеты причитающегося бригадам материального вознаграждения за достигнутую экономию.

Есть и другие трудности. Одна из них связана с необходимостью организовать материально-техническое обеспечение бригад на основе комплектной поставки конструкций и материалов на весь объем работ, поручаемый бригаде.

Подряд — не самоцель, а средство для достижения высокой эффективности производства, ускорения строительства, снижения его стоимости. Для его широкого распространения нужно последовательно и систематически совершенствовать управление, планирование, организацию производства и труда, материально-техническое снабжение.

Для широкого внедрения бригадного подряда при строительстве тоннелей и метрополитенов предлагается применить этот метод там, где может работать одна комплексная бригада, отвечающая за сдачу объекта (этапа), где можно четко организовать учет материальных затрат и где бригада будет полным и настоящим хозяином.

В первую очередь к таким объектам (этапам) и видам работ целесообразно отнести:

стволы и наклонные тоннели, камеры всех видов и назначений, перегонные тоннели метрополитенов или тоннели различного назначения, сооружаемые одним забоем на площадке; пересадочные узлы; совмещенные тягово-понижительные подстанции; вестибюли станций; санитарные и вентиляционные узлы; перекачки; путеукладочные работы и монтаж контактного рельса; монтаж эскалаторов; монтаж тяговых и понижительных подстанций; комплекс работ по бурению скважин для замораживания и водопонижения; комплекс отделочных работ в сооружениях; городские подземные транспортные пересечения; временные сооружения на строительных площадках; компрессорные, душкомбинаты, мастерские, склады и другие помещения.

Жилищное строительство в организациях Главтоннельметростроя должно быть организовано, как правило, методом бригадного подряда.

По-видимому, в сметах на строительство метрополитенов и тоннелей следует расширить перечень объектов, по которым не представит сложности определить экономию к расчетной стоимости, увязав технологию выполнения работ с учетом применения бригадного подряда.

Это даст возможность производить выплату за экономию к реальной стоимости за этап (объект), как это предусмотрено утвержденным Положением о новой форме бригадного хозяйственного расчета в строительстве и устранил причины, вызывавшие конфликты с банком.

Необходимо, чтобы не только СМУ, но тресты и управления строительства отвечали бы за организацию работы бригад, переведенных на подряд, особенно в вопросах материально-технического обеспечения, так как они являются фондодержателями.

Необходимо шире проводить материальное стимулирование инженерно-технических работников за внедрение и пе-

ревод бригад на хозрасчет и обеспечение ими взятых по договору обязательств.

Надо полностью использовать предоставленное Положением о новой форме бригадного хозяйственного расчета в строительстве право премирования инженерно-технических работников за достигнутые бригадами показатели объема выполненных работ.

Представляет определенную сложность вопрос поощрения за досрочный ввод в действие объектов и сооружений. Здесь, по-видимому, следует или применять систему авансирования, что разрешается соответствующим положением и делается в Ленметрострое, или относить премирование ко времени окончания строительства, причем учитывать при расчетах и определение премий за ввод, роль и значимость бригад, переведенных на подряд, в обеспечении досрочного ввода в эксплуатацию того или иного объекта.

Следует поручить Нормативно-исследовательской станции Оргтрансстроя изучить опыт применения поточной бригадного подряда и возможности его использования в случаях, когда с одного ствола или площадки работает несколько бригад.

Для успешной работы бригад по подряду очень важна правильная организация службы материально-технического обеспечения. Нашим трестам, очевидно, предстоит создать у себя управления производственно-технологической комплекции, которых пока еще, к сожалению, в нашем Главке не имеется.

Словом, внедрение бригадного подряда ставит перед нашим Главком много вопросов, решая которые, необходимо перестраивать по-новому складывавшиеся годами, ставшие традиционными, но во многом уже изжившие себя, методы организации и управления строительством тоннелей и метрополитенов.

При этом необходимо соблюдать главное: комплексная бригада берет подряд на строительство объекта в установленный срок с высоким качеством, за что ей выплачивается соответствующее материальное поощрение.

Госстроем СССР утверждено Положение о новой форме бригадного хозяйственного расчета в строительстве. В основу Положения, которого долго ждали специалисты и рабочие, легли требования, выдвинутые практикой. Оно, безусловно, будет способствовать широкому внедрению подрядного хозрасчета в строительстве.

Сейчас речь идет о том, чтобы широко внедрить бригадный хозрасчет в строительстве, осуществляемое организациями нашего Главка, вести работы на объектах комплексными сквозными бригадами. Это одно из важнейших мероприятий, которое положительно скажется на повышении производительности труда, сокращении продолжительности строительства объектов и повышении качества.

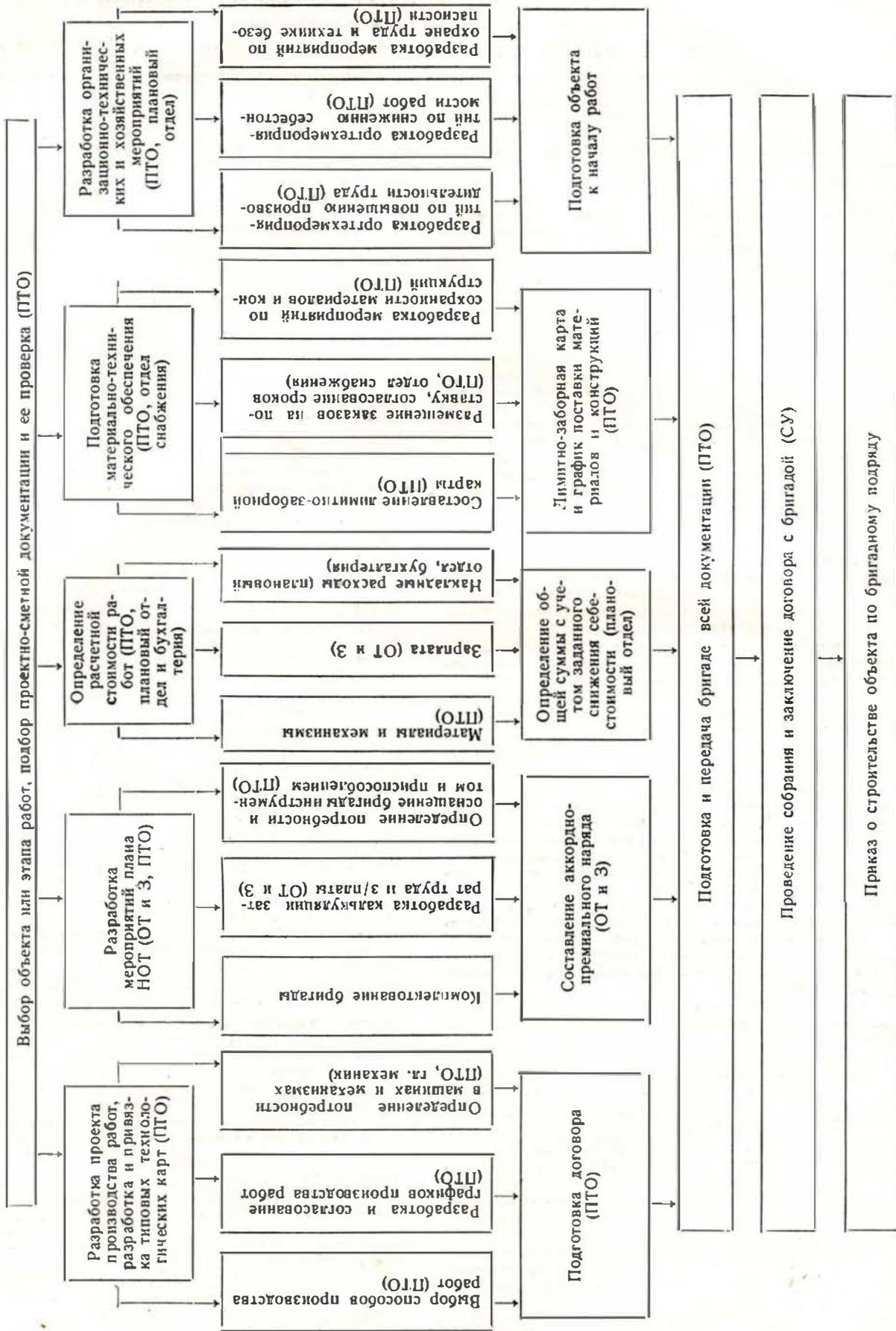
Необходимо отметить еще, что бригадный хозрасчет значительно поднимает значение бригадира на стройке. Возрастает его организаторская роль, его ответственность за весь комплекс работ. Соответственно большим должен стать его кругозор, более осознательной специальная и экономическая подготовка. Бригадир должен разбираться в технической документации, хорошо ориентироваться в сметах, уметь проводить экономические расчеты. Как видим, нужно поднять роль бригадира на новую, более высокую ступень, позаботиться о повышении его экономических и технических знаний.

Переход на бригадный подряд вносит коренные изменения в трудовой уклад бригады. Каждый в бригаде лично ощущает свою ответственность за своевременное и качественное выполнение работ. Каждый заботится об экономном, бережном расходовании материалов и конструкций. Рабочая минута в бригаде становится весомой и лучшей организацией работ — общим делом. Таким образом, интересы всех работников бригады смыкаются с интересами общественного производства.

Хотелось бы еще раз подчеркнуть, что бригадный подряд делает рабочих подлинными хозяевами стройки не только в высоком социальном общественном смысле, но и в самом простом, практическом, когда определены задачи по возведению объекта, заключен договор на его сооружение, а участники строительства знают, какое материальное вознаграждение следует за его возведение в срок и досрочно, а также за полученную при этом экономию.

Работать по методу Н. Злобина — значит полнее использовать резервы, успешнее выполнять задания пятилетки.

# СХЕМА МЕРОПРИЯТИЙ ПО ВНЕДРЕНИЮ БРИГАДНОГО ПОДРЯДА



### ИЗ ОПЫТА МОСКОВСКИХ МЕТРОСТРОИТЕЛЕЙ

**О** ВНЕДРЕНИИ подрядного хозрасчета в практику строительства метро в Москве сделал сообщение главный инженер столичного Метростроя П. Васюков.

— Трудовая энергия нашего коллектива, — сказал он, — направлена на выполнение пятилетнего плана, ввод в эксплуатацию новых линий метрополитена, реализацию заданий по жилищному строительству и сооружению ряда других объектов.

За три года текущей пятилетки план строительно-монтажных работ своими силами выполнен на 102,8%. Рост производительности труда, в сравнении с 1970 г., составил 26%.

Характеризуя задачи, над которыми в настоящее время работает коллектив, П. Васюков назвал в качестве важнейшей — внедрение в строительство метода бригадного подряда, который наиболее полно сочетает в себе интересы бригады, всего ее личного состава, с интересами строительной организации в целом.

Для распространения бригадного хозрасчета решено поручать горно-проходческим и строительным бригадам выполнение полного объема работ по сметной стоимости на этап, сдаваемый заказчику, или на отдельные небольшие сооружения.

Метрострой Москвы располагает уже некоторым опытом работы по бригадному подряду.

Почин в этом принадлежит коллективу СМУ-6 Мосметростроя. Здесь была предпринята предварительная разработка местных норм расхода строительных материалов, совместно с бригадами изучены условия бригадного хозрасчета и организации комплексных (сквозных) бригад на горнопроходческих работах.

В 1973 году по бригадному подряду в порядке опыта работали 10 бригад, общий объем выполняемых ими работ составил 2 млн. рублей.

Наиболее успешно завершила свою работу горнопроходческая бригада СМУ-6 Н. Шепелева, строившая пересадочный узел между станциями «Кузнецкий мост» и «Дзержинская». Бригада выполнила свое задание досрочно с хорошими трудовыми показателями и высоким качеством работ.

Также эффективно трудилась комплексные горнопроходческие бригады СМУ-6: Б. Баранова, сооружавшая левый тоннель станции «Кузнецкий мост», П. Новожилова, строившая санузел на трассе Калужского радиуса, В. Слазнева (СМУ-7), сооружавшая монтажную камеру и подходные выработки на станции «Пушкинская», строительная бригада Н. Гернера (СУ-701), выполнявшая работы в свхозе «Красный балтиец», бригада копровщиков В. Кауфмана (СМУ-9), производившая забивку свай при сооружении монтажной камеры по Краснопресненскому радиусу. Все бригады выполнили работы, предусмотренные договорами о подряде, получили премии по аккордно-премиальной системе оплаты труда, а также за достигнутое ими снижение себестоимости строительства и экономии строительных материалов.

Говоря о трудностях внедрения подрядного хозрасчета, следует отметить, что одна из них заключалась в том, что приходилось преодолевать нмевшуюся у бригад определенную предубежденность к вводимому новшеству. Многие не верили в его эффективность еще и потому, что оформление договоров о подряде было сопряжено с довольно длительной подготовкой документации, многими предварительными расчетами, которые были довольно сложным делом в связи с особенностями тоннельного строительства. Особую трудность представляла собой организация гарантированного материально-технического обеспечения бригад, так как эти вопросы нельзя было в полной мере решать на уровне строительно-монтажного управления.

Однако все возникавшие затруднения в конечном счете удалось преодолеть. Этому способствовала экономическая учеба, развернутая в строительных подразделениях и охватывшая не только кадры руководителей низовых производственных звеньев, но и значительную часть личного состава бригад.

Экономическая учеба помогла работникам разобраться в принципиальных положениях бригадного хозрасчета и выявить многие конкретные вопросы строительства, которые могли возникнуть и действительно возникали в бригадах в условиях их работы по подряду.

Например, как влияет на заработок бригады внедрение рационализаторских предложений и мероприятий при работе бригад по подряду. Раньше внедрение предложения вовсе не сказывалось на заработке бригады. Внедрение рационализаторского мероприятия для бригады проходило бесследно, только его автор мог рассчитывать на вознаграждение.

Другое дело в условиях бригадного подряда. Весь экономический эффект от осуществленного бригадой рационализаторского предложения является результатом ее деятельности и соответствующим образом влияет на размер материального поощрения ее труда.

Другой пример. Если раньше бригада из 6 человек проходила 1,2 м тоннеля и сооружала камеру за 5 дней, а другая в составе 8 человек сооружала по 1,5 м за 3—4 дня, то каждая бригада зарабатывала одинаково, хотя продолжительность выполнения работы у них была различной. В условиях подряда фактор времени получает решающее значение. За досрочное выполнение работ, т. е. за сокращение продолжительности строительства, бригада получает дополнительное материальное поощрение.

Все подобные вопросы обстоятельно рассматривались на занятиях по экономике. И это подготавливало бригаду к внедрению подрядного метода.

В 1974 году по подрядному методу в Мосметрострое работает 19 бригад, из них 13 — по строительству метрополитена.

Приходится, однако, отметить, что есть случаи, когда по причине непредставления проектно-сметной документации, а также из-за перебоев в поставках конструкций, деталей и материалов, в работе бригад возникают длительные перерывы. Это сильно осложняет деятельность подрядных бригад, срывает выполнение работ в договорные сроки.

Известно, что метрополитен — сложное техническое сооружение. Продолжительность строительства отдельных участков длится 3,5—5 лет. Производство работ по возведению сооружений всего комплекса технологически взаимосвязано. График строительства предусматривает совмещенный способ выполнения горностроительных, путеукладочных, монтажных и архитектурно-отделочных работ по всей строящейся линии. Очень мало имеется сооружений, которые можно выделить из этого комплекса и сдавать отдельно.

Поэтому главное внимание коллектива строителей метрополитена сосредоточено на ускорении темпов возведения конструкций сооружений перегонных, станционных и эскалаторных тоннелей, а также межтоннельных и притоннельных сооружений для сдачи их в возможно более ранние сроки под монтаж и архитектурно-отделочные работы.

По нашему мнению, бригадный подряд следует внедрять при строительстве отдельных объектов на поверхности и подземных коммуникациях, затем — на проходке стволов с момента полной подготовки и оснастки, а также наклонных тоннелей, отдельных камер, забоев, имеющих самостоятельный подход к стволу.

Во всех этих случаях особые трудности представляет расчет расхода материалов, электрической энергии, сжатого воздуха, воды и прочее. Поэтому бригады следует создавать сквозные, комплексные, чтобы учет затрат труда и материальных ресурсов был наиболее полным.

При этом очень важно так организовать дело, чтобы материально-техническое обеспечение подрядных бригад способствовало высокому темпу их работы.

# НОВЫЙ ИСТОЧНИК ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ СТРОИТЕЛЬСТВА

Главный инженер СМУ-17 Ленметростроя А. Лапин отмечает, что успех коллективов бригад предопределила хорошая подготовка и организация работ. Так, к началу сооружения эскалаторного тоннеля станции «Площадь Мужества» группа инженерно-технических работников и рабочих СМУ-17 разработала временное положение на основе тщательного изучения проекта и сметы. В составленном графике строительно-монтажных работ нашли отражение поставки необходимого количества материалов, оборудования; была определена расчетная стоимость этапов работ с расшифровкой элементов затрат, со сводной калькуляцией. Все это явилось основой подготовки аккордного наряда и договора бригадного подряда с коллективом В. Кострикова.

Сквозной комплексной бригаде был выдан общий аккордный наряд-задание по сооружению тоннелей диаметром 8,5 м, протяженностью 56 пог. м и 7,5 м—60,2 пог. м. Расчетная стоимость работ была определена из сметной стоимости двух этапов в сумме 518,4 тыс. рублей.

Приняв новую форму, бригада В. Кострикова прошла теоретический курс экономических знаний в школе коммунистического труда. Работа бригады была организована по комплексному непрерывному графику. Выходные дни рабочим предоставлялись по скользящему графику в течение недели. Коллектив знает, какое вознаграждение он получит от сокращения сроков, за снижение стоимости и высокое качество работ. Повысилась коллективная заинтересованность. Бригадир, зная объемы предстоящих работ на каждый день, на каждую смену, получил возможность и сумел так организовать работу, чтобы наиболее рационально использовать механизмы, автотранспорт, обеспечить максимальную выработку каждого рабочего, снизить затраты труда.

Сокращение затрат труда по общему итогу работы бригады составило 494 человеко-дня. По нормативу требовалось 5319 человеко-дней, фактически было затрачено 4825. Трудоемкость в человеко-днях на один пог. м тоннеля (средняя) по расчетным нормам — 41,45, фактически она составила — 40,9. Четкая организация труда в бригаде позволила ежемесячно выполнять нормы на 145—153%. Для точного фиксирования затрат материалов, энергоресурсов был установлен шифр объекта: материалы списывались по отчету, подписанному бригадиром. Основная зарплата бригады также относилась на этот шифр.

Затраты на аренду механизмов на данном объекте, счета за энергоресурсы строго проверялись. Оплата за автотранспорт производилась по маркшейдерскому замеру. Таким образом были исключены варианты прилиски за излишне вывезенный грунт. Внедренный на СМУ-17 механизированный бухгалтерский учет позволил производить обсчет затрат на машиносчетной станции по перфораторам и табуляграммам; что значительно ускорило обработку информации и позволило уже 5—7 числа каждого последующего месяца иметь полную картину результатов работы бригады.

В счет общего аккордного наряд-задания ежемесячно выдавался наряд, при выполнении которого бригада получала премию до 40% в зависимости от сроков сокращения выполнения месячного задания и качества работ.

Творческий подход к организации труда в забое способствовал росту производительности труда. Так в бригаде были внедрены следующие распределения:

ступенчатая забивка деревянного шпунта при разработке породы в нижней части забоя;

автоматизированный ступенчатый водоотлив, позволивший частично высвободить дежурного слесаря от работ по откачке воды и использовать его на управлении тубингоукладчиком;

выдвижные звенки со страховым креплением вместо кусков рельсов при забойном пространстве под скип;

тележка для спуска тубингов;

дополнительный концевой выключатель при разгрузке породы из скипа в бункер, что высвободило одного человека в смену;

на эректоре были установлены поперечный и продольный монорельсы с тельферами для подачи и перестановки кранштейнов;

подъемный подвесной полук с течками для погрузки породы в скип, сокративший ручную погрузку.

От внедрения метода бригадного подряда получены положительные результаты: проходка наклонного хода закончена на 3 дня раньше установленного срока, средняя выработка на одного человека за время работы по подряду возросла на 19%, получена сверхплановая прибыль 0,6 тыс. руб.; широко внедрен коэффициент трудового участия.

За сокращение сроков строительства, превышение нормативных скоростей проходки эскалаторного тоннеля бригада была премирована в сумме 600 руб. из фонда материального поощрения.

Для более широкого и успешного распространения метода бригадного хозрасчета необходимо, на наш взгляд, решить ряд вопросов:

подрядный договор в условиях Метростроя следует заключать не на объект со сдачей его в эксплуатацию, а на этап или ряд этапов в соответствии со сметой. Для этого необходимо, чтобы Стройбанк признал законченный этап как объект с выплатой премии бригаде за достигнутую экономию расчетной стоимости. В противном случае бригада будет лишена возможности получить премию, так как в сооружении объекта, как правило, участвует несколько организаций различного профиля по последовательной схеме и объект строится несколько лет;

переводу бригады на хозрасчет должны предшествовать сверка и урегулирование соответствия стоимости материалов по смете и отпускной цене завода-поставщика;

договоры бригадного подряда следовало бы утверждать управлением строительства, ибо в ходе работы имеются исключительно большие трудности у СМУ с материально-техническим обеспечением. Отделы Управления, Метроснаб, завизировав договор, будут, таким образом, более ответственно относиться к бригаде, переведенной на хозрасчет;

необходимо, очевидно, в целом по Главному управлению разработать рекомендации и указания о порядке учета фактической стоимости по элементам затрат бригады, переводки на хозрасчет в условиях участка;

премию по аккордному наряду необходимо выплачивать ежемесячно в полном размере, или же с некоторой дифференциацией, так как за период подряда — 3—7 месяцев состав бригады может измениться.

# УСПЕХ ХОЗРАСЧЕТНЫХ БРИГАД КИЕВМЕТРОСТРОЯ

— ОПЫТ ряда бригад Киевметростроя, осуществивших подрядный способ и достигших высоких экономических показателей, — сказал главный инженер Киевметростроя Д. Иванов, — показывает очевидную выгодность, экономическую эффективность бригадного хозрасчета, внедрение которого неразрывно связано с ростом производительности труда. Так, в результате реализации договоров подряда на горных работах по комплексной бригаде проходчиков Л. Григорьева, достигнуто сокращение срока строительства на 20 дней при уменьшении трудовых затрат в количестве 310 человеко-дней. Экономия от снижения себестоимости строительства 1105 рублей, за что бригаде была выплачена премия 277 рублей, а по аккордному наряду за сокращение срока 1911 рублей. На том же СМУ-4 комплексная бригада проходчиков Н. Андрейко на сооружении рудничного двора и сопряжении со стволом шахты сократила сроки строительства на 14 дней при уменьшении затрат труда на 430 человеко-дней, снизила себестоимость работ на 731 рубль и получила премию по аккордному наряду за сокращение срока 1284 рубля и за экономию от снижения стоимости 146 рублей.

Представляют интерес результаты работы комплексной бригады СМУ-5 — И. Скачок. В сложных гидрогеологических условиях она успешно выполнила проходку перегонного тоннеля на небольшой глубине под жилыми домами на четыре дня раньше срока, сократила затраты труда в количестве 1608 человеко-дней, достигла экономии от снижения себестоимости работ в сумме 6830 рублей. Труд бригады в составе 41 человека был отмечен премией по аккордному наряду в сумме 4134 рубля и премией, полученной от снижения стоимости строи-

тельства 1366 рублей. Экономическая эффективность подрядного способа проиллюстрирована и по другим горнопроходческим бригадам — А. Мандзюка, М. Свириденко, И. Ковина.

Особенно показателен пример бригадира А. Мандзюка, принимавшего участие в семинаре-совещании. Его бригада в составе 65 человек при проходке гидротехнического тоннеля на канале Днепр — Донбасс на 21 день раньше договорного срока выполнила работы, сократила затраты труда на 2837 человеко-дней, при этом сэкономила 9100 рублей. Бригада получила премию от снижения себестоимости работ 2730 рублей, а за сокращение срока строительства — премию по аккордному наряду в сумме 12791 рубль.

Бригадный хозрасчет на основе максимальной механизации и организации работ позволил Киевметрострою успешно выполнять принятые социалистические обязательства 1974 года. Внедрение метода бригадного хозрасчета в Киевметрострое дополнительно намечается на 8 объектах. Однако дальнейшее применение подрядного способа на горных работах сопряжено с рядом трудностей, связанных с изменяющимися гидрогеологическими условиями, несвоевременным материально-техническим снабжением.

Киевметрострой считает, что в положение о новой форме бригадного хозяйственного расчета должно быть внесено дополнение: при производстве горных работ бригадам проходчиков, переведенным на бригадный подряд, ежемесячно выплачивать 20% премии при условии выполнения месячного планового задания, а окончательный расчет премии по аккордному наряду производить после завершения работ по договору.

## ПЕРЕВЫПОЛНЕН ПО ВСЕМ ПОКАЗАТЕЛЯМ

— ПЕРЕД нашей комплексной проходческой бригадой, — рассказывает бригадир Ленметростроя В. Костриков, — была поставлена задача соорудить эскалаторный тоннель станции «Площадь Мужества» методом бригадного подряда.

На собрании мы обсудили это предложение, ознакомились с положением и опытом работы бригады Героя Социалистического Труда Н. Злобина и решили заключить договор.

Протяженность тоннеля составляет 117 погонных метров.

Тоннель проходили в сложных геологических условиях под углом 30° через пльвуны мощностью 33 метра, валунные зоны в замороженных грунтах.

В бригаде первоначально было три звена по 10 человек, причем 70% вновь принятых рабочих. Это создавало дополнительные трудности. Пришлось срочно заняться обучением их проходческой специальности. В течение двух месяцев работы 10 человек прошли теоретический курс обучения, а затем после прохождения производственной практики на сооружении тоннеля им был присвоен четвертый разряд проходчика. Кроме этого, 18 человек прошли обучение непосредственно на рабочем месте и овладели смежными специальностями.

Многие, очевидно, знают, как коварен пльвун, и свой «нрав» он показал нам на первых метрах тоннеля. Пришлось дважды останавливать проходку и выполнять дополнительные работы по сооружению шурфов к местам прорыва пльвуна и замораживанию этих окон. Это естественно отодвинуло сроки окончания работ. Бригада перешла на непрерывный график работ. Было создано четвертое звено и бригада увеличилась до 40 человек. С целью выявления резервов роста производительности труда в бригаде производились фотографии рабочего дня. Результаты хронометража обсуждались во всех звеньях бригады, выявлялись недостатки и принимались меры по их устра-

нению. Примером этому может служить следующее: мы теряли много времени на доставку тубингов в забой. Первоначально они подвались по одному на тележке. Предложили переделать тележку и подавать по два. Сделали, испытали и выиграли во времени при монтаже кольца почти в два раза. Были трудности и с откачкой воды из забоя. Попробовали применить ступенчатый метод откачки: это позволило высвободить еще одного человека. Проводились и другие работы, которые способствовали повышению производительности труда.

Ежемесячно при распределении премии и приработка в бригаде между ее членами и с их согласия применяли (и при меняется) коэффициент трудового участия. За добросовестный труд и хорошее качество отдельные проходчики получали коэффициент от 1.1 до 1.3; ну, а немногие прогульщики и любители опоздать соответственно от 0,9 до 0,5. Применение коэффициента трудового участия способствовало поднятию дисциплины, материальной заинтересованности рабочих и, как следствие, — увеличению производительности труда.

Бригада также боролась за экономию материалов, хотя в наших условиях это очень трудно делать. Если нужно установить 200 тубингов и 12 000 болтов, то меньше их не поставишь, не соберешь кольцо без одного или двух тубингов. Основная экономия была получена за счет песка, который мы разрабатывали в забое и потом использовали его (после предварительного лабораторного испытания) для нагнетания за обделку. В результате стоимость сэкономленных основных материалов составила 2300 руб. Средняя выработка на одного человека за время работы по подряду составила 14,5 тыс. руб. при плане 12 тыс.

Бригада добилась сокращения затрат труда на 500 человеко-дней.

Цифры цифрами, но хочется сказать и о людях, которые выдали на-гора более 6000 кубометров грунта, разработанного вручную, так как при сооружении наклонного хода в замороженном грунте при наличии крупных валунов весом от 5 до 7 тонн применить проходческие механизмы невозможно.

Как я уже говорил, бригада состояла в основном из новичков. И вот тем немногим опытным рабочим пришлось много потрудиться по обучению передовым методам труда, по передаче своего опыта. Мне, как бригадиру, довелось поучиться у такого опытного проходчика, как орденоносец Н. Антонов, который до этого уже участвовал в строительстве 10 эскалаторных тоннелей. А у меня это был первый наклонный, хотя на Метрострое я работаю уже 18 лет.

Существенным преимуществом нового метода организации работ является то, что у бригады возрастает ответственность за выполнение всех работ. Рабочие чувствуют себя хозяевами на производстве. Бригада в процессе работы сплотилась, сейчас борется за звание «Бригада коммунистического труда».

Несмотря на все встретившиеся трудности, коллектив брига-

ды справился с поставленной перед ней задачей и взятыми на себя социалистическими обязательствами по проходке наклонного хода и сооружения натяжной камеры. В данный момент бригада трудится на другом объекте, сооружает кабельный ходок также по методу бригадного подряда и вместе со всем коллективом нашего СМУ готова выполнить свои социалистические обязательства по окончании всех работ на станции «Площадь Мужества» досрочно — в 1974 году.

В заключение хочется сказать о том, что специфика работы по строительству метро потребовала определенных изменений в методе бригадного подряда применительно к нашим условиям. Работа бригады доказала, что этот метод вполне применим в наших условиях при строительстве отдельных объектов и дает определенный экономический и моральный эффект.

Наш небольшой опыт используется сейчас и на других видах проходческих работ, в других бригадах, и мы надеемся, что в коллективе Ленметростроя будут найдены наиболее рациональные формы для широкого применения метода бригадного подряда.

## СОЗДАТЬ УСЛОВИЯ ДЛЯ ШИРОКОГО ВНЕДРЕНИЯ БРИГАДНОГО ХОЗРАСЧЕТА

**О**Б ЭКОНОМИЧЕСКОЙ эффективности подрядного способа убедительно говорили участники семинара: начальник СМУ-6 Н. Простов, бригадиры Б. Баранов, В. Крутицкий, В. Божбов, гл. инженеры СМУ-9 и СМУ-4 О. Зега и Б. Бартев, гл. инженер СМП Тбилтоннельметростроя Г. Циммития и другие. Все они на примерах своих бригад показали действенность новой формы хозяйственного расчета, ее экономические выгоды, выражающиеся в снижении трудовых затрат, снижении стоимости строительства, повышении производительности труда.

Подчеркивалось, что особенности сооружения метрополитенов и тоннелей резко отличаются от условий жилищного строительства по циклам, поточности и срокам ввода в эксплуатацию. Это потребовало поисков и разработки форм подряда применительно к условиям метростроения.

Однако на пути широкого внедрения бригадного хозрасчета еще много трудностей. Зачастую сметы на объекты и этапы работ, составленные к техническому проекту, не соответствуют фактическим объемам работ, заложенным в рабочих чертежах. Спецификации на объекты и этапы работ не составляются, нет твердой цены этапа, нельзя точно определить расчетную стоимость работ, расход основных и вспомогательных материалов и их учет. Сдача сооружений под монтаж как правило задерживается, трасса имеет много разрывов, тем самым исключается возможность дать задание на выполнение комплекса монтажных работ в объемах, предусмотренных этапами для бригады в полном составе. Необходимо решить вопрос о создании на Метрострое управления инженерной комплектации для упорядочения материально-технического снабжения.

Высокие планово-расчетные цены на многие материалы, изделия, значительно превышающие сметные цены, снижают возможность получения экономии по статье «материалы». Со

своей стороны планово-расчетные цены нельзя привести в соответствие со сметными в связи с необходимостью кооперирования по некоторым изделиям с организациями, которые после перехода на новую систему планирования и экономического стимулирования непомерно раздувают цены. Попытка в этом вопросе перейти по всем позициям на самообслуживание тоже не дает эффекта из-за большой номенклатуры изделий и малых серий.

Необходимо в масштабах Главка распределить изготовление однотипных для метростроения изделий, инструмента и конструкций между соответствующими производственными мощностями с целью уменьшения их стоимости.

Существующая ныне сдельно-премиальная система оплаты труда имеет ряд преимуществ перед аккордно-премиальной, применяемой при бригадном подряде, так как позволяет выплачивать премии за выполнение месячных заданий. В условиях метростроения на основных проходческих работах нередки случаи, когда по причинам, не зависящим от бригад, откладываются сроки выполнения работ иногда на длительное время. Необходимо поставить перед Минтрансстроем вопрос — рассмотреть возможности месячного премирования рабочих при выполнении графика работ, являющегося приложением к договору о подряде, в случаях, когда бригадный подряд по независящим от строительной организации и бригады причинам не может быть выполнен.

Опыт передовых коллективов показывает, что в нынешних условиях метростроения реально задача широкого перевода бригад на подряд. Важно провести определенную организационную, техническую и экономическую подготовку для воплощения в жизнь зловещего метода хозяйственного расчета.

От редакции: выступления даны в сокращенном изложении.

# ИЗ РЕШЕНИЯ

## семинара-совещания по обмену опытом внедрения новой формы бригадного хозяйственного расчета в организациях Главтоннельметростроя

**С**ЧИТАТЬ внедрение бригадного подряда в строительных организациях Главтоннельметростроя важнейшей задачей, направленной на решение вопросов повышения эффективности строительного производства, производительности труда, снижения себестоимости работ, повышения качества и сокращения сроков строительства, для чего необходимо разработать организационно-технические мероприятия по широкому переводу бригад на новый метод хозяйственного расчета.

Целесообразно внедрение бригадного подряда на следующих объектах (этапах) и видах сооружений:

стволов и наклонных тоннелей; камер всех видов и назначений; перегонных тоннелей метрополитенов и тоннелей различного назначения; пересадочных узлов; тяговых и понижительных подстанций; вестибулей станций; на санитарных и вентиляционных узлах; перекачках; путеукладочных работах; монтаже контактного рельса, эскалаторов, тяговых и понижительных подстанций; на комплексе работ по бурению скважин для замораживания и водопонижения; в архитектурно-отделочных работах; городских подземных коммуникациях; возведении временных сооружений на строительных площадках (компрессорных, душкокомбинатов, мастерских, контор участков).

При подготовке к переводу бригад на новую форму хозяйственного расчета особое внимание обратить на инженерно-техническую подготовку, имея в виду обязательную разработку проекта производства работ, графиков материально-технического снабжения, сетевых графиков, планов НОТ, обеспече-

ние бригад необходимым инструментом, оснасткой, приспособлениями и механизмами. Предусмотреть внедрение в бригадах передовых методов труда и новой техники.

Учитывая, что основной целью бригадного подряда является ускорение ввода объектов в эксплуатацию, внедрение новой формы хозяйственного расчета осуществлять в первую очередь на комплексе горнопроходческих и строительных работ, обеспечивающих сдачу объекта под монтаж, проведение монтажных и наладочных работ. Для этого подрядные договоры следует заключать со всеми бригадами, участвующими в сооружении объекта, в сроки, согласованные организациями-исполнителями в соответствии с объектными календарными или сетевыми графиками.

Своевременно готовить фронт работ и необходимую документацию для бригад с тем, чтобы, переходя на новый объект, они продолжали работу в условиях бригадного подряда.

Установить оперативный диспетчерский контроль за работой бригад производственными отделами управлений и строительных организаций. Это обеспечит ритмичность работы подрядных бригад, своевременность материально-технического снабжения и исключит отвлечение бригад на другие объекты до окончания выполняемых ими работ по подряду.

Организовать обязательный побригадный учет расходования средств по всем статьям затрат при выполнении строительно-монтажных работ, обеспечивающий своевременное определение окончательных результатов работы и размеров премий.

## Проектирование, конструирование, исследования



# КАЛИНИНСКИЙ РАДИУС

П. СОБОЛЕВ, В. ШМЕРЛИНГ, инженеры

**Р**АЗРАБОТАН технический проект Калининского радиуса Московского метрополитена. По объемам работ и капиталовложениям это будет крупнейшая стройка метрополитена в десятой пятилетке. Строителям предстоит смонтировать более 133 тыс. тонн чугунных тюбингов и 78 тыс. м<sup>3</sup> сборного железобетона, уложить 233 тыс. м<sup>3</sup> монолитного железобетона и бетона, разработать 1600 тыс. м<sup>3</sup> грунта.

Калининский радиус является первой очередью строительства Киевско-Калининского диаметра, который в будущем пересечет Москву с запада на восток от города Солнцево до Реутова. Радиус начинается в районе Таганской площади и следует в восточном направлении в жилой район Перово Поле и Новогиреево через промышленную зону шоссе Энтузиастов.

Строительная длина радиуса —

12,09 км, на нем 6 станций: «Таганская», «Площадь Ильича», расположенная под одноименной площадью, «Новая» — на пересечении Авиамоторной улицы с шоссе Энтузиастов, «Электродная» — в районе шоссе Энтузиастов и улицы Электродной у Окружной железной дороги, «Перово Поле» — на перекрестке Зеленого проспекта и 2-й Владимирской улицы, «Новогиреево» — на пересечении Зеле-

ного проспекта со Свободным. Среднее расстояние между станциями — 2,2 км. На участке «Таганская» — «Электродная» трасса запроектирована глубоким заложением, на перегоне «Электродная» — «Перово Поле» тоннели выходят на мелкое заложение, которым следуют до конца радиуса. Длина участка глубокого заложения — 9,49 км, мелкого — 2,6 км. За станцией «Новогиреево» (у Московской кольцевой автомобильной дороги) предусмотрено вагонное депо.

На станции «Таганская» запроектированы пересадки на Кольцевую линию и Ждановско-Краснопресненский диаметр: западный торец проектируемой станции соединяется четырьмя эскалаторами и лестницами над путями с серединой станции Кольцевой линии, а средняя часть — аналогично с центром станции ЖКД.

Для соединения радиуса с действующим метрополитеном предусмотрен однопутный тоннель между левым перегонем за станцией «Таганская» и существующей соединительной веткой Ждановского радиуса с Кольцевой линией.

Расчетные пассажирские потоки на первый период эксплуатации Калининского радиуса составят: посадка в утренний час «пик» — 40,5 тыс. человек, высадка в утренний час «пик» — 34, посадка в сутки — 400, пересадка на станции «Таганская» в утренний час «пик» — 32,5 тыс. человек.

В соответствии с этими потоками предусмотрено движение на первую очередь — 30 пар шестивагонных поездов, на перспективу — 48 пар восьмивагонных составов.

Для оборота и отстоя поездов запроектированы: временные тупиковые (в последующем — главные) пути с одиночным съездом перед станцией «Таганская», однопутный тупик за «Электродной», четырехпутные тупики за «Новогиреево».

На линии намечается обращение новых вагонов типа «И».

Станции глубокого заложения на Калининском радиусе запроектированы колонного — «Таганская» и «Новая», и пилонного —

«Площадь Ильича» и «Электродная» — типов.

Станции колонного типа по принципиальной конструктивной схеме аналогичны станциям «Пушкинская» и «Кузнецкий мост» и имеют такой же шаг колонн — 5,25 м, но увеличенный размер междупутья — 19,7 м и соответственно увеличенный пролет среднего свода. Это позволило разместить натяжную камеру четырех эскалаторов между боковыми станционными тоннелями и выполнить средний зал укороченным, длиной 86,25 м, что ранее делалось только на пилонных станциях.

Обделки станции глубокого заложения приняты из чугунных тубингов диаметром кольца 8,5 м. Своды среднего тоннеля станций колонного типа сооружаются из тубингов наружным диаметром 9,5 м. Лотковая часть станций запроектирована из железобетонных блоков с чугунными плитами.

На станциях глубокого заложения намечено соорудить на первый период эксплуатации по одному выходу с эскалаторным тоннелем и подземным вестибюлем, совмещенным с пешеходными переходами. В соответствии с расчетными пассажиропотоками, на станции «Новая» запроектированы четыре эскалатора, на остальных станциях — по три, при этом один эскалатор принимается в качестве резервного. В перспективе на «Площади Ильича», «Новой» и «Электродной» намечается сооружение вторых входов.

Станции мелкого заложения запроектированы колонного типа, трехсводчатые, с шириной платформ 10 м и шагом колонн 7,5 м из железобетонных элементов заводского изготовления.

Пристанционные и притоннельные сооружения глубокого заложения предусмотрены с обделками наружным диаметром от 4,5 до 9,5 м из стандартных тубингов.

Перегонные тоннели глубокого заложения запроектированы с обделками из железобетонных блоков и чугунных тубингов с плоскими лотками. На участках с гидростатическим давлением более 1,5 атм в уровне лотка применены чугунные тубинги; на переходном участке от глубокого заложения к мелкому — обделка из чугунных тубингов наружным диаметром 6 м.

Водоотводящие зонты на станциях собираются из крупногабаритных стеклотекстолитовых панелей, в эскалаторных тоннелях — из алюминиевых профилей.

Подземные вестибюли станций глубокого заложения сооружаются из сборного и частично монолитного железобетона, их планировочное и конструктивное решение унифицировано.

Участок мелкого заложения — станции, тоннели, притоннельные сооружения — намечено соорудить из укрупненных сборных железобетонных элементов по новым типовым проектам: ТС-108, ТС-109, ТС-110, ТС-111.

Применение укрупненных унифицированных элементов позволяет сократить количество монтажных единиц при сооружении двухпутных тоннелей на 25%, станционного комплекса на 40%.

Часть перегонных тоннелей запроектирована с применением цельносекционной обделки.

В составе технического проекта радиуса — интерьеры станций и вестибюлей. Они решены в простых лаконичных формах с использованием произведений монументальной пропаганды. Для отделки намечено применить как традиционные материалы — мрамор и гранит различных месторождений и керамическую плитку, так и новые, искусственные — стеклокристалит, шлакоситалл.

На станциях мелкого заложения запроектированы подшивные потолки из алюминиевых перфорированных панелей со слоем звукопоглощающего материала. Их применение снизит уровень шума на станциях и внесет элементы нового в оформление.

Проектом предусмотрено применение на главных путях Калининского радиуса рельсов Р65. Использование более тяжелого типа верхнего строения пути снизит эксплуатационные расходы, повысит плавность хода поездов, снизит уровень шума и вибрации.

Калининский радиус оборудуется санитарно-техническими устройствами в соответствии с требованиями СНиП. Система тоннельной вентиляции запроектирована приточно-вытяжной (реверсивной) и рассчитана на движе-

ние 40 пар восьмивагонных составов. В вентиляционных установках используются вентиляторы ВМД-24 с дистанционным управлением. Помещения в вестибюлях и на станциях оборудуются приточно-вытяжной системой местной вентиляции. Для управления санитарно-техническими устройствами запроектированы системы телемеханики, сигнализации и дистанционного управления.

Водоснабжение радиуса предусмотрено от городского водопровода и резервное — от артезианских скважин. Канализационные системы присоединяются к городской сети, системы водоотвода — к городским водостокам. Отопление предусматривается от городских тепловых сетей.

На Калининском радиусе принята децентрализованная система электроснабжения с питанием тяговой сети напряжением 825 в от шести совмещенных тягово-понижительных подстанций. Здесь устанавливаются сухие трансформаторы и кремниевые выпрямители.

В качестве основной системы организации движения поездов на радиусе предусмотрены устройства автоматического регулирования скорости (АРС), рассчитанные на пропуск 48 пар восьмивагонных поездов в час. Для резервной системы предусмотрена типовая автоматическая блокировка с защитными участками и автостопами, рассчитанная на пропуск 34 пар поездов в час. Намечено оборудовать радиус стационарными устройствами автоматического регулирования управления движением поездов типа САММ. Применение систем АРС и САММ обеспечит большую частоту движения, гарантирует его бесперебойность и высокую степень безопасности, позволит сократить количество обслуживающего персонала.

Большое внимание уделено в проекте вопросам организации и производства работ.

Радиус будут сооружать следующие строительные организации: СМУ-6 — станцию «Таганская» с пересадочными узлами, тупиками и соединительной веткой, СМУ-8 — станцию «Площадь Ильича» и перегон «Таганская» — «Площадь Ильича», СМУ-3 — перегон «Площадь Ильича» — «Новая», СМУ-5 — станцию «Новая» и перегон «Новая» — «Электродная», СМУ-10 — станцию «Электродная» и перегон «Электродная» — «Перово Поле». Тоннельный отряд № 6 — станцию «Перово Поле» и перегон «Перово Поле» — «Новогиреево», СМУ-11 — станцию «Новогиреево», тупики и ветку в депо. Заблаговременное назначение подрядных организаций позволило строителям принять активное участие в решении принципиальных вопросов в ходе проектирования, что, несомненно, способствовало повышению качества проекта.

Сооружение участка глубокого заложения предусмотрено вести через 10 стволов: 4 — на станциях, 4 — на перегонах, по одному на соединительной ветке и в тупиках у станции «Таганская», 6 из них будут использоваться при эксплуатации как вентиляционные. Проходка стволов запроектирована с применением различных специальных методов, в зависимости от гидрогеологических условий: замораживания, глубокого водопонижения, тиксотропной рубашки.

Перегонные тоннели на отдельных участках сооружаются механизированными щитами ЩН-1 и ЩМР-1.

Остальные перегонные тоннели и станции глубокого заложения предусмотрено сооружать горным способом с применением тубингоукладчиков. Переходный участок с глубокого заложения на мелкое сооружается щитами под сжатым воздухом. В связи с высоким — около 3 атм — гидростатическим давлением в начале участка намечается применить водопониже-

ние глубинными погружными насосами и снизить давление воды до 2 атм.

Сооружения на участке мелкого заложения предусмотрено возводить открытым способом: станции с пристанционными сооружениями — в котлованах со свайным креплением, монтаж обделки вести козловым краном ККТС-20; перегонные тоннели — в котлованах с откосами и свайным креплением, монтаж обделки — стреловыми кранами и козловыми кранами ККТС-20. Проектом предусмотрена забивка свай в предварительно пробуренные скважины.

Для уменьшения воздействия вибрации от поездов метрополитена на жилые дома, расположенные ближе 40 м от тоннелей, намечено применение трех типов обделок повышенной массивности, имеющих утолщенные стены и лоток.

В техническом проекте разработан вариант с выходом тоннелей на мелкое заложение перед станцией «Электродная» и сооружением этой станции и последующего участка открытым способом. Как правило, возведение станции мелкого заложения вместо глубокого приводит к снижению сметной стоимости. Но в настоящем случае в связи с особенностями расположения станции под шоссе Энтузиастов у путепровода Окружной железной дороги, в результате резкого увеличения объема подготовительных работ, а также удлинения трассы на 300 м и ряда других факторов, сметная стоимость по варианту увеличилась. Кроме этого, значительное сужение шоссе Энтузиастов, необходимое при сооружении станции открытого способа и переходного участка перед ней, существенно осложнит жизнь города, потребует дополнительных затрат в связи с необходимостью устройства объездов и перепробегом транспорта. Этот вариант не одобрен городскими организациями и Минтрансстроем к строительству не рекомендуется.

## ПРОХОДКА ТОННЕЛЕЙ ПОД КАНАЛОМ

П. ВАСЮКОВ, Е. ВАСИЛЕНКО, Н. ФЕДОРОВ,  
А. КРИВОШЕИН, инженеры

ПРИ СООРУЖЕНИИ одного из участков Краснопресненского радиуса проектировщикам и строителям пришлось решать ряд сложных технических проблем, ранее не встречавшихся в практике строительства столичного метрополитена. Одной из таких проблем является проходка персгоиных тоннелей под каналом.

Первоначально техническим проектом предусматривалось проложить тоннели на глубине 10—11 м от дна канала, в крепких водонасыщенных известняках VII категории (рис. 1).

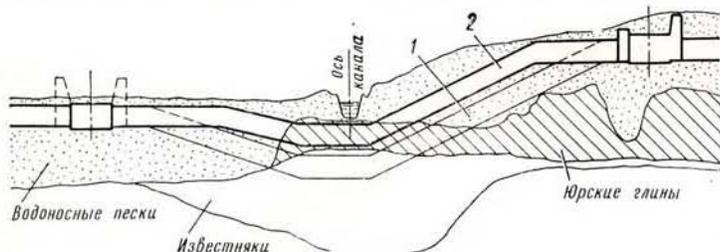


Рис. 1. Профиль трассы:

1 — по техническому проекту; 2 — фактически выполненный

При этом над кровлей тоннельной выработки залегал бы слой известняка толщиной около 0,5 м и подстилающие песчаное русло канала юрские глины. Однако проходка тоннельных выработок в крепких известняках была связана с производством буровзрывных работ, что могло привести к нарушению устойчивости кровли из юрских глин и прорыву воды из канала.

Рассматривались варианты: закрепления кровли юрских глин при помощи горизонтальных замораживающих скважин, пробуренных из колодцев на береговых участках; создания вблизи канала замораживающего контура с наклонной стенкой, заглубленной в юрские глины и отсекающей русло реки; сооружения тоннелей под сжатым воздухом.

Первые два варианта были отклонены из-за сложности бурения скважин, а третий вариант — вследствие отсутствия сплошности экрана в дне канала.

Понижение трассы в профиле до глубины, обеспечивающей над сводом выработки слой известняков достаточной мощности, приводило к увеличению уклона тоннелей до 0,042 и ухудшения эксплуатации метрополитена.

Наиболее приемлемым оказался вариант, предусматривающий поднятие трассы в профиле до отметок, при которых тоннели залегают по всему сечению в юрских глинах. Но при этом проектировщики и строители должны были разрешить сложную техническую задачу, связанную с необходимостью обеспечить безопасность сооружения тоннелей закрытым способом под руслом канала, при незначительной мощности насыпных грунтов над шельгой свода.

При производстве разведочного бурения было выявлено, что в этом случае в кровле тоннелей будет залегать слой юрских глин и подстилающие дно канала водонасыщенные пески разной крупности. Недостаточная несущая способность грунтов над шельгой свода тоннелей и опасность прорыва воды из канала потребовали создания по его дну водонепроницаемой прочной плиты, под защитой которой можно было бы безопасно соорудить тоннели.

Были предложены по созданию железобетонной плиты методом подводного бетонирования и сборной конструкции из железобетонных плит с последующим их замоноличиванием. Однако такие конструкции и технология их возведения не могли обеспечить плотного соединения их с поверхностью водоупора из юрских глин.

В проекте принято совершенно новое техническое решение, отвечающее необходимым требованиям надежности и безопасности ведения работ. По дну канала создана защитная ледогрунтовая плита, обеспечивающая полную герметичность контакта с толщей нижележащих юрских глин; береговые участки из водонасыщенных песков также закреплены сплошным замораживанием (рис. 2).

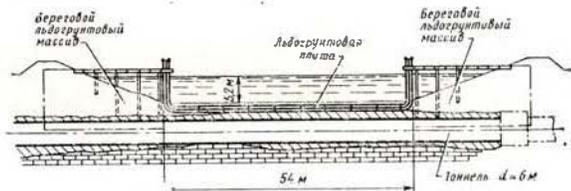


Рис. 2. Защитная ледогрунтовая плита, продольный разрез

Большие трудности по принятому варианту проходки возникли при производстве работ в русле канала: углубление и профилировка дна, монтаж секций замораживающих колонок с последующей засыпкой их песчаным грунтом, а также контроль поведения системы замораживания и состояния ледогрунтового массива.

Все эти работы можно было выполнять только в межнавигационный период, в течение пяти месяцев (с 15 ноября 1973 г. до 15 апреля 1974 г.), что обязывало обеспечить четкую их организацию.

Забивку свай для подмостей и монтаж балок настила, с которых бурили вертикальные замораживающие скважины в береговых откосах, производили в летний период 1973 г. последовательно — сначала с правого берега, затем — с левого.

Бурение вертикальных скважин и замораживание береговых участков вели с опережением работ по выемке грунта в русле канала, чтобы не допустить сползания откосов при разработке выемки под укладку замораживающих секций.

Ширина судового хода между подмостями — 50 м — была согласована с судовой инспекцией.

Для образования ледогрунтовой защитной плиты на дне канала применили горизонтальные замораживающие колонки, собранные из 16 секций. Каждая размерами 26,75×3,2×2,2 м состояла из шести ветвей трубок, расположенных в три яруса по высоте (из них верхний ярус предохранительный, от притока тепла извне) и в два ряда по ширине. В вертикальной плоскости ветви трубок соединяли пятью уголковыми рамами. Высота стоек замораживающих колонок, выходящих на подмости — 8 м.

При изготовлении секций замораживающих колонок выбор материала, конструкции, методов сварки и испытании (до и после опускания их на дно), а также транспортировка секций к месту опускания представляли самостоятельные и нелегкие задачи. Для изготовления секций потребовалось около 150 т труб. Сварку вели по рекомендации ЦНИИТМАШа, качество ее контролировала специальная лаборатория методом рентгенокопии.

Площадь ледогрунтовой плиты определили по ширине (вдоль канала) расположением тоннелей в плане и профиле с учетом призм обрушения и с запасом по 5 м с каждой стороны от плоскости возможного сдвига грунтов (рис. 3). Поперек канала ледогрунтовая плита на правом и левом берегах защемлялась принимающими замороженными массивами береговых откосов.

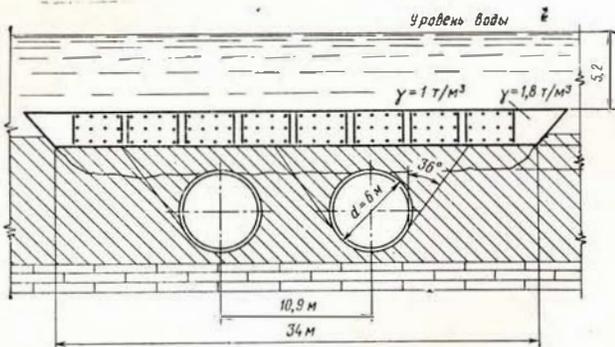


Рис. 3. Ледогрунтовая плита, поперечный разрез

Для более эффективного промораживания контакта песчаного водонасыщенного грунта в русле с пластом юрских глин, со дна канала была удалена часть грунта так, чтобы толщина оставшегося песчаного слоя не превышала 1 м. Это мероприятие гарантировало промораживание оставшейся толщи песков и около 0,5 м слоя юрских глин (из расчета замораживания массива грунта одной трубой в радиусе 1,5 м).

Обязательным условием было сохранение после засыпки замораживающих секций песчаным грунтом глубины канала менее 5 м для свободного прохода судов во время навигационного периода 1974 г. Извлечение же секций замораживающих колонок намечается в следующий межнавигационный период 1974—1975 гг.

Таким образом, тоннели метрополитена проходили под защитой грунтовой плиты толщиной более 4 м. В случае аварийного вывала юрских глин в забое плита работает как полузащемленная балка (вдоль канала) при движении забоев с отставанием одного относительно другого.

Необходимую прочность ледогрунтовой плиты проверяли следующим расчетом (см. рис. 3).

Вес толщ замораживающего грунта и воды над тоннелями на 1 м<sup>2</sup> поверхности:

$$g = 5,2 \times 1 + 3 \times 1,8 = 10,6 \text{ т/м}^2;$$

изгибающий момент для полузащемленной плиты

$$M = \frac{ql^2}{10} = \frac{10,6 \times 13^2}{10} = 179 \text{ т.м};$$

момент сопротивления плиты

$$W = \frac{bh^3}{6} = \frac{1,0 \cdot 3^3}{6} = 1,5 \text{ м}^3;$$

напряжение в ледогрунтовой плите

$$\sigma = \frac{M}{W} = \frac{179}{1,5} = 120 \text{ т/м}^2 = 12 \text{ кг/см}^2 < 40 \div 50 \text{ кг/см}^2.$$

Результаты расчета показали, что фактическая нагрузка на ледогрунтовую плиту составляет менее одной трети допускаемого предела прочности на разрыв для песчаных грунтов, замороженных до  $-10^\circ\text{C}$ .

Замораживание грунтов горизонтальными колонками непосредственно в русле канала применялось впервые и не предусматривалось действующими техническими условиями, поэтому возникло сомнение в возможности использования метода расчета, приведенного в технических условиях на производство работ по искусственному замораживанию грунтов (ТУ-Т 11—56 Минтрансстроя). Подсчитанная обычным способом продолжительность замораживания составила 36 суток, при этом холодопроизводительность станции — 580000 ккал/ч.

По другой предложенной методике (шаговой) срок замораживания плиты получился равным 75 суткам, что и было принято в проекте. Однако практика подтвердила правильность расчета по ТУ-Т 11—56 Минтрансстроя, так как ледогрунтовая плита в русле канала была заморожена за 30 суток.

Процесс замораживания систематически контролировали через термометрические трубки Д-2", опускаемые в хомуты, приваренные к замораживающим секциям. На одну секцию предусматривалось ставить одну трубку и располагать ее ближе к середине русла канала.

Все работы в русле канала по углублению и профилировке дна, опусканию и установке секций, засыпке их песком, а также последующий контроль состояния системы замораживания и ледогрунтового массива выполнял 4-й отряд Подводречной.

Грунт из русла канала под укладку секций вынимали после окончания замораживания на участках береговых откосов. Вначале разрабатывали грунт плавучим краном, оборудованным грейфером в левой половине русла, затем в правой с погружкой в баржи. Перед опусканием секции замораживающих колонок в проектное положение для предотвращения образования в петлях воздушных пробок тщательно спланировали дно канала. Вслед за планировкой русла монтировали замораживающие секции. Смонтированные на берегу и опрессованные под давлением 25 атм секции опускали на дно плавучим краном грузоподъемностью 16 т. Расстояние в плане между двумя смежными замораживающими секциями приняли — 1 м, с отклонением не более  $\pm 10$  см. Зазор между секциями, уложенными на правом и на левом берегах канала, — 0,5 м.

В проектном положении секции вторично опрессовывали под давлением 25 атм и затем засыпали песчаным грунтом. Грунт, применяемый для засыпки секций в котловане, не должен содержать комков и валунов диаметром более 20 см, чтобы не повредить замораживающих колонок и не оставить полостей, заполненных только водой.

Окончательную опрессовку системы производили после засыпки ее грунтом и сдачи по акту под замораживание.

На береговых подмостях секции замораживающих колонок присоединяли к ранее смонтированным коллекторам рассолопроводов.

Холод в замораживающую систему подавали от двух станций, расположенных на обоих берегах канала.

Подготовительные работы, включая сооружение щитовой камеры для монтажа щитов, бурение замораживающих и водопонижительных скважин с предварительным замораживанием массива грунтов в русле и береговых участках канала, были выполнены в течение года.

Тоннели протяженностью по трассе 175 м пройдены щитами за 90 дней. Скорость проходки в отдельные дни достигала 4 м.

Щитовая проходка непосредственно под каналом левого тоннеля длиной 56 м производилась в период с 1 по 26 апреля, а правого той же длины — с 3 по 30 апреля 1974 г.

На участке трассы длиной 80 м, от монтажных камер до правого берега, щиты продвигались в замороженных контурах с откачкой грунтовых вод насосами УЭЦВ-8. На участках сплошного замораживания песчаных грунтов над тоннелями юрские глины в верхней части свода были проморожены на толщину до 0,9 м по правому тоннелю и до 1,5 м — по левому.

Во время проходки в подрусовой части канала из забоев тоннелей забуривали горизонтальные разведочные скважины.

Грунт на большей части площади сечения забоя разрабатывали отбойными молотками с насадками в виде лопаток. Залегавший в лотке тоннеля известняк мощностью до 0,6 м разрабатывали взрывным способом, для чего забуривали 4—5 шпуров на заходку и подрывали мелкими зарядами.

Лоб забоя крепили досками толщиной 40 мм, с распором их забойными домкратами; сводовую часть — также досками, которые заводили за ножевую часть щита.

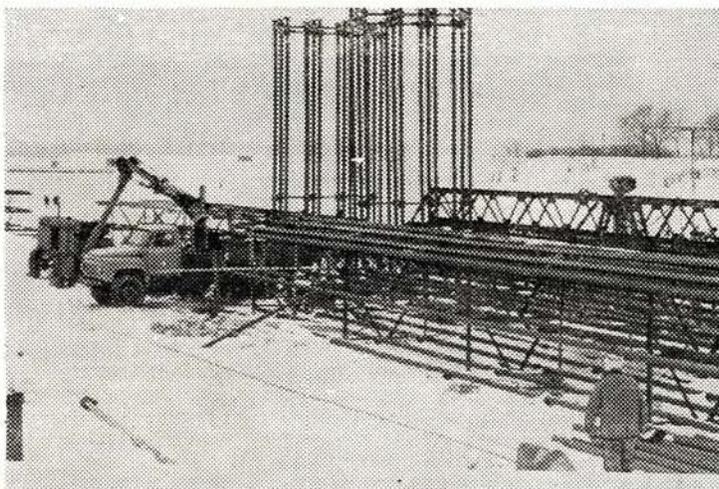
Первичное нагнетание вели во второе кольцо обделки по всему периметру и в лоток первого (от щита) кольца. Воду, поступающую из известняков (до 15 м<sup>3</sup>/ч) в лотковую часть тоннеля, периодически откачивали насосами открытого водоотлива.

Для безопасности работающих в забоях аварийной проходки под каналом в каждом тоннеле отсекали индивидуальными перемычками. В перемычке были размещены два проема: нижний — для транспортировки грунта и материалов, верхний — для прохода людей. Проемы оборудовали герметическими дверями, открывающимися в сторону забоя. На всем протяжении от забоя до перемычки для прохода людей и от перемычки до камеры устанавливали на уровне верхнего проема аварийный мостик с лестницами от уровня откаточного горизонта. Около дверей транспортного проема было организовано круглосуточное дежурство. Нормальное положение нижнего транспортного затвора было закрытое; верхнего затвора для прохода людей — открытое.

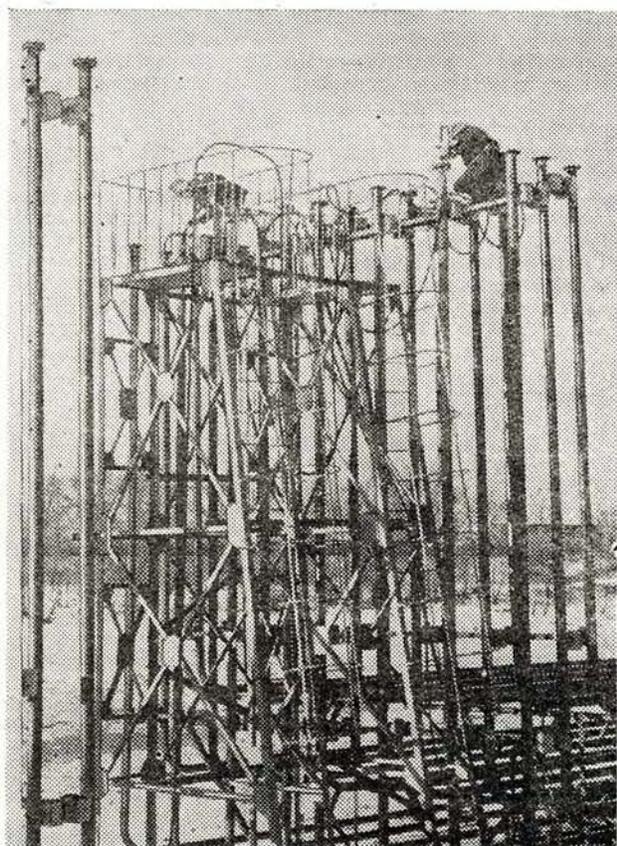
В выполнении всего сложного комплекса работ по осуществлению принятого способа сооружения тоннелей под каналом участвовали СМУ-5 Мосметростроя, Управление № 157. Подводречной, завод № 1 Мосметростроя и другие организации.

Успешная проходка перегонных тоннелей мелкого заложения закрытым способом под каналом свидетельствует о высоком мастерстве, технической зрелости и плодотворном сотрудничестве коллективов Метростроя.

# НОВОЕ В ТЕХНИКЕ ЗАМОРАЖИВАНИЯ ГРУНТОВ



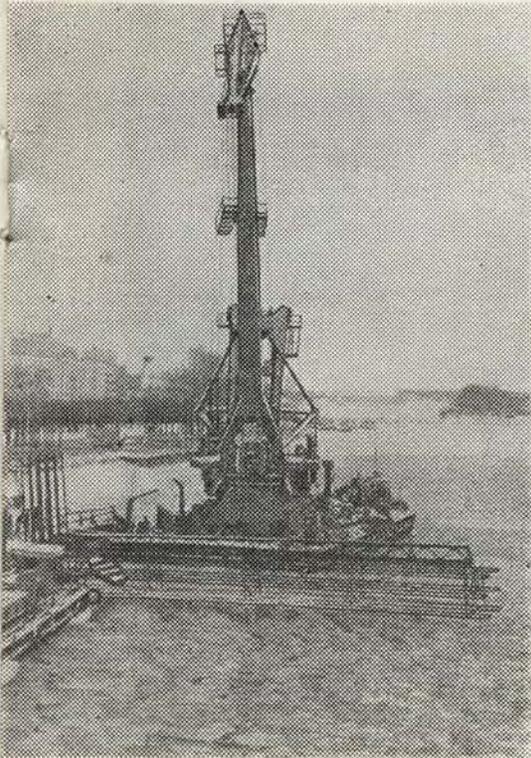
Монтаж замораживающих секций на береговом полигоне



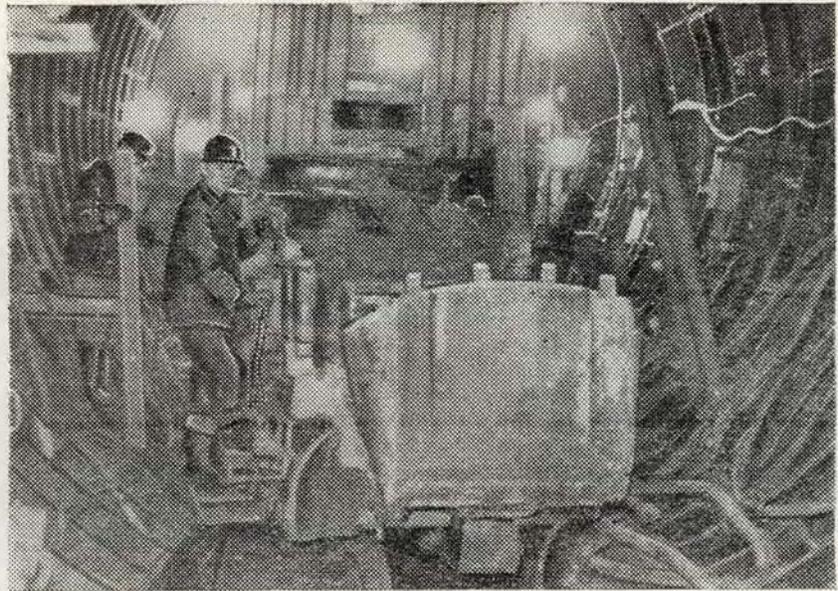
Гидравлическое испытание секций



Разработка выемки в русле канала грейфером



Погружение замораживающей секции на дно канала



Погрузна породы в сооружаемом тоннеле под каналом



Спуск водолаза для контроля правильности установки секций



Бригада проходчиков СМУ-5 И. Леденева

Фото В. Костылева



Сплошное замораживание береговых участков

## СПЕЦИАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ НА СЛУЖБЕ ОТЕЧЕСТВЕННОГО МЕТРОСТРОЕНИЯ

С. ЗУКАКЯНЦ, начальник Управления № 157

**П**ОДВОДНОЕ замораживание дна канала явилось яркой страницей в совершенствовании, развитии и применении способа искусственного замораживания грунтов в отечественном метростроении. Это было проверкой технической мысли и успешного содружества инженеров и рабочих, проектировщиков, горностроителей, буровиков, холодильщиков и подводников.

Специалисты Управления № 157, включившись в эту работу еще в процессе проектирования, оказали всемерную помощь проектировщикам в использовании многолетнего опыта проведения специальных методов в практике метростроения.

Тоннели под каналом проходили в юрских глинах, но на береговых участках в непосредственной близости к своду располагались водоносные пески мощностью 1—2 м, а на участке пересечения канала при малой мощности слюя водоупорных глин (около 1,5 м) был обнаружен напорный водоносный горизонт, заключенный в толще каменноугольных известняков, залегающих в лотке тоннелей. Кроме этого, в материалах изысканий отмечалось, что кровля юрских глин неровная, местами размыва, и размывы заполнены вышележащими песками в виде различных по мощности линз.

Особенности инженерно-геологической обстановки и требование обеспечить безопасные условия производства горнопроходческих работ определили главные задачи, кото-

рые надо было решать при осуществлении специальных методов. Необходимо было снять гидростатический напор из толщи каменноугольных известняков, защитить тоннели от возможного прорыва водоносных песков и вод канала и произвести подводные земляные днопланировочные работы, чтобы вскрыть глины по всей площади замораживания и исключить размывы.

Напор из нижележащих известняков предусматривалось снять водопонижительными скважинами большого диаметра, пробуренными на берегу канала, а для защиты тоннеля от прорыва водоносных песков и вод канала применить искусственное замораживание дна и береговых участков. Подводные земляные и планировочные работы предполагалось выполнять дноуглубительным оборудованием водозащитной службой.

Необычные условия и новизна применения подводного замораживания и всего комплекса горнокапитальных работ, при отсутствии предварительных экспериментальных исследований, налагали на коллективы Метротранса, Московского метростроя, Управление № 157 и Подводрестрой особую ответственность при решении этой сложнейшей инженерной задачи. Любая ошибка в расчете или невысокочкачественное исполнение того или иного узла рас- сольных коммуникаций могли вызвать крупнейшую аварию.

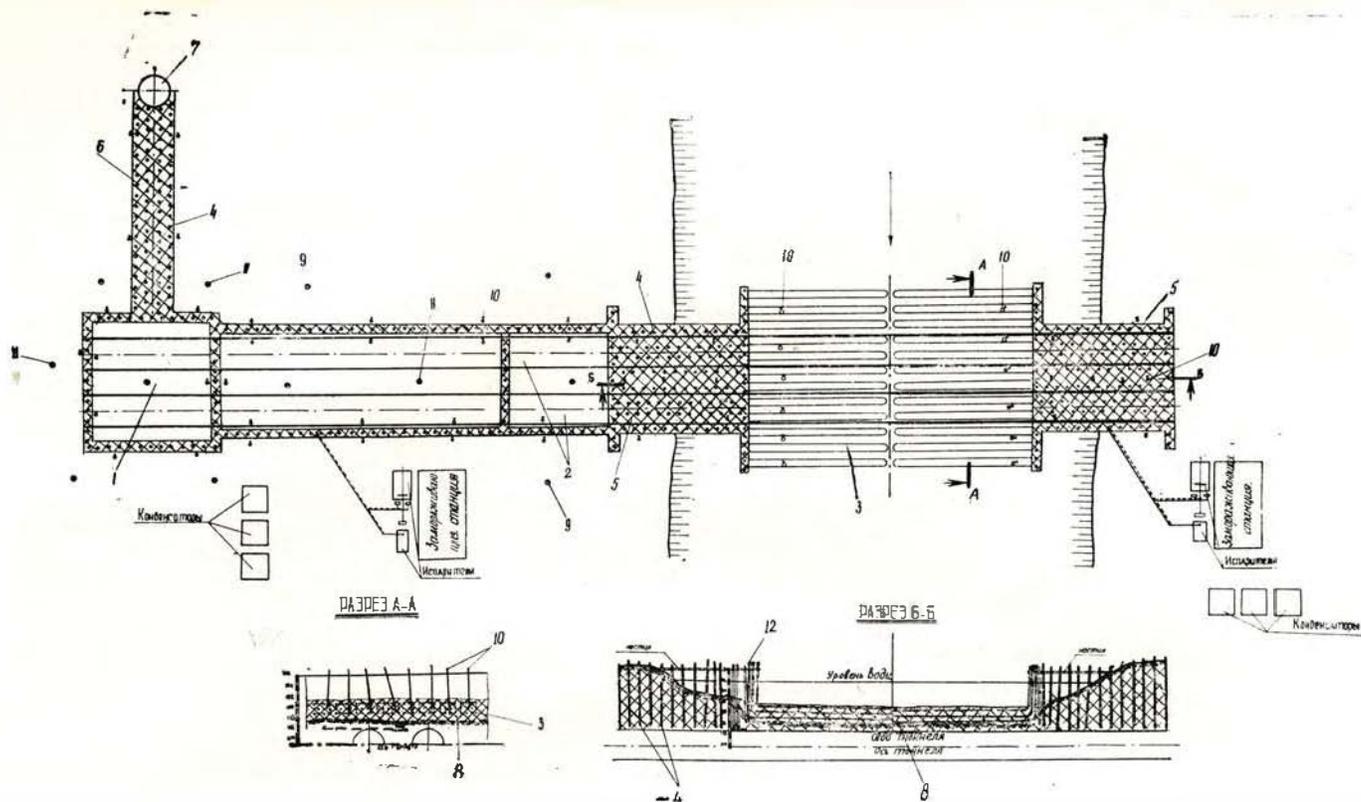


Рис. 1. Искусственное замораживание грунтов:

1 — щитовая монтажная камера; 2 — перегонные тоннели; 3 — секции замораживающих труб; 4 — замораживающие скважины; 5 — береговой ледогрунтовой массив; 6 — вентиляционная камера; 7 — вентствол; 8 — ледогрунтовая защитная плита на дне канала; 9 — водопонижительные скважины; 10 — термометрические скважины; 11 — гидрогеологические наблюдательные скважины; 12 — рассольные коллекторы прямой и обратной линии

Схема подводного искусственного замораживания грунтов приведена на рис. 1.

В общем комплексе строительных работ по правому и левому берегам канала, включающем сооружение щитовой камеры и проходку перегонных тоннелей на подходах к каналу и под ним, которые предусматривалось закончить в межнавигационный период, коллектив Управления № 157 выполнил большой объем специальных работ.

Было произведено искусственное замораживание по контуру котлована монтажно-щитовой камеры на глубине 11—13 м и двух подходных тоннелей: созданы сплошные ледогрунтовые береговые массивы для защиты проходческих щитов при входе под канал с правого берега и выходе их к демонтажным камерам левого берега, осуществлено подводное замораживание дна канала при помощи трехъярусных замораживающих секций, изготовленных заводом № 1 Мосметростроя. Для сжатия гидростатического напора грунтовых вод из нижележащих известняков выполнены работы по устройству водопонижительных скважин.

В процессе производства работ пробурили и смонтировали более 1000 замораживающих скважин и 25 водопонижительных скважин большого диаметра; смонтировали две замораживающие станции общей холодопроизводительностью 3,3 млн. ккал/ч.

На строительстве были введены в эксплуатацию новые модели аммиачных компрессоров, применены современные технические средства бурения, в том числе вибропогружение замораживающих колонок непосредственно в грунт, что увеличило скорости бурения на отдельных участках в 2—2,5 раза, смонтированы рассольные коммуникации и проложено около 2 км труб различных диаметров. Искусственно было заморожено более 50 тыс. м<sup>3</sup> грунта.

Буровые и монтажные работы проводили в крайне не-

благоприятных условиях весенней и осенней распутицы, в период, когда надо было одновременно осваивать строительную площадку и обеспечивать ее коммуникациями, электроэнергией, водой и подъездами.

На береговых участках, учитывая сложность геологического строения, пришлось организовать при бурении водопонижительных скважин тщательный отбор образцов по каждой из них, а при бурении замораживающих скважин — через каждые 3—5.

Усиление маркшейдерской и гидрогеологической служб позволило обеспечить высокое качество работ, выполнение в натуре геометрических параметров проекта замораживания и гидрогеологический надзор за бурением и устройством водопонижительных скважин. Большую роль сыграл организованный контроль положения водоупора и низа скважин, а также длины питательных трубок. В процессе замораживания, на основе расчетов и анализа данных расположения скважин, намечались параметры ожидаемых ледогрунтовых ограждений.

В решении задачи по «подаче холода» активно участвовали механики и энергетики Управления № 157. В результате внедрения рациональных линейных схем и установки компактных аммиачных компрессоров нового образца удалось более чем на 50% (около 1,5 тыс. квт) сократить установленную мощность электроэнергии. Это облегчило организацию Московским метростроем режима энергообеспечения строительства.

На этот участок Краснопресненского района были направлены лучшие кадры рабочих и инженерно-технических работников Управления, которые при круглосуточной работе по всему фронту обеспечили сдачу береговых участков досрочно на 22 дня, а самого ответственного участка под каналом — на 19 суток. Таким образом, были обеспечены безопасные условия при производстве горнокапитальных работ.

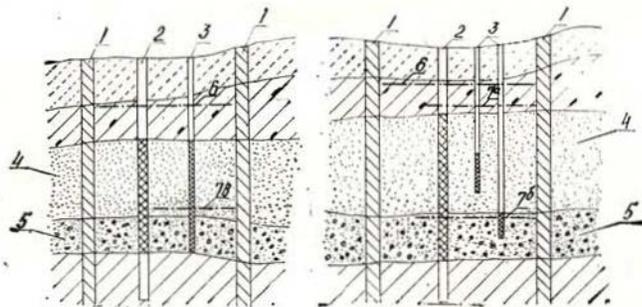


Рис. 2. Наблюдательная скважина объединяет все слои:

1 — замороженный контур; 2 — водоопускающая скважина; 3 — гидронаблюдательная скважина; 4 — тонкозернистый песок; 5 — гравелистый песок; 6 — первоначальный уровень грунтовых вод; 7 а, б, в — положение уровня подземных вод по наблюдательным скважинам в момент откачки из контура (7 а — в тонкозернистых песках, 7 б — в гравелистых песках, 7 в — наблюдательной, объединяющей слои)

Рис. 3. Наблюдательные скважины установлены раздельно на каждый слой:

Специалистам Управления пришлось столкнуться с некоторыми техническими проблемами и осложнениями. Тан, кровля водоупора имела неровное залегание. Перепад отметок, зафиксированный разведочными скважинами, на расстоянии всего 6 м достигал 2 м. Кровля водоупора была размыта и имела узкие глубокие промоины, заполненные песком с включением гравийных частиц. Этот неблагоприятный фактор был локализован вскрытием и планировкой кровли по всей площади, что обеспечило промораживание водоупора на глубину 1—1,2 м.

На наш взгляд, все же вариант образования ледогрунтовой защитной плиты с большим заглублением в водоупор только ее торцов (по ширине 2—3 м), образующих, как бы контурные наружные защитные стенки, предложенный Управлением № 157, является наиболее рациональным и экономичным. Созданные по торцам защитной плиты ледогрунтовые перемычки, опирающиеся на надежный водоупор (перекрывающие возможные промоины) и примыкающие к ледогрунтовым береговым массивам, тоже заглубленным в водоупор, образовали бы надежную защитную кровлю выработок и гарантировали от проникновения вод канала через возможные промоины. В этом случае отпадает необходимость вскрытия и планировки кровли водоупора на остальной площади, что значительно сокращает объем работ. Кроме того, вероятно, можно было бы ограничиться двумя ярусами (по вертикали) замораживающих секций, вместо выполненных трех ярусов.

Во время замораживания стенок котлована монтажно-опускательной намерой на правом берегу канала пришлось вновь столкнуться с неожиданностью, связанной с геологическим строением этого участка. После окончания активного замораживания, в соответствии с техническими условиями проводилась пробная откачка для контроля образования замкнутого ледогрунтового контура, перед началом разработки грунта. Уровень грунтовых вод предполагалось понизить на 2 м. При включении насоса произошло очень быстрое снижение уровня по наблюдательным скважинам, находящимся внутри нотаура. Наметился разрыв между резко упавшим уровнем и количеством откачиваемой воды. Для объяснения этого явления потребовалось более детальное изучение геологического строения, а также повторение пробных откачек с восстановлением уровня. Этот эксперимент подтвердил, что такое несоответствие объясняется особенностями геологического строения. Действительно, основная толща тонких, глинистых песков с низкой водоотдачей, подстилается гравелистым, хорошо проницаемым слоем. При включении насоса вода быстро откачивается из этого слоя и уровень ее в наблюдательных скважинах резко снижается, фиксируя уровень в гравелистом слое, в то время как вся толща вышележащих глинистых песков остается водонасыщенной и медленно дре-

нирует в наблюдательные скважины. При производстве земляных работ скважина, предназначенная для снятия уровня воды внутри контура замораживания, практически не давала воды, а проходчики разрабатывали водонасыщенный глинистый песок, хотя (если судить по наблюдательным скважинам) грунт должен был быть сухим. Этот случай позволяет сделать вывод о том, что при проектировании таких работ в слоистой среде необходимо предусматривать наблюдательные скважины раздельно на каждый слой, для более точного контроля процесса замораживания (рис. 2, 3).

Подводники, производившие вскрышные и планировочные работы и монтаж опускательных на дно замораживающих секций, находились в исключительно сложных условиях. Отсутствовало освещение рабочих площадок. Вследствие этого работы выполняли главным образом наощупь. Все это, конечно, не могло не привести к некоторым отрицательным последствиям. Например, наблюдательные скважины не удалось установить в проектное положение и заглубить в грунт на 1,5 м ниже замораживающих секций. Маркшейдерская съемка подтвердила это. Часть термометрических скважин оказалась не в середине межтрубного пространства замораживающих секций, а приближена непосредственно к замораживающим трубам (рис. 4). Следовательно, замеры в этих скважинах фиксировали температуру стенок замораживающей трубы, т. е. фактически контроль, предусмотренный проектом и техническими условиями, был выполнен неполностью. По существу, при контроле устанавливалось только, что данная замораживающая труба работает. Определить процесс распространения границ замороженного грунта не удалось. Благоприятный процесс замораживания объясняется главным образом имевшимися в проекте запасами прочности. Следовательно, обязательным условием при подводном замораживании должно быть хорошее освещение рабочих площадок водолазов.

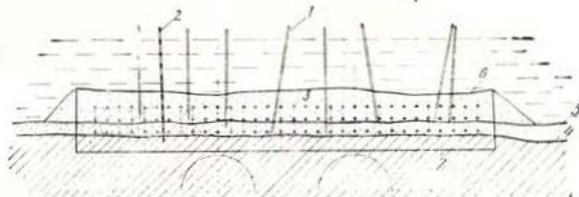


Рис. 4. Фактическое расположение термометрических наблюдательных скважин в ледогрунтовой плите на дне канала (работа водолазов без освещения):

1 — наблюдательные термометрические скважины; 2 — проектные положения наблюдательных термометрических скважин; 3 — замораживающие трубы; 4 — кровля водоупора; 5 — дно канала; 6 — верхняя граница ледогрунтовой плиты; 7 — нижняя граница ледогрунтовой плиты

Подводное искусственное замораживание грунтов явилось большим творческим вкладом метростроителей в развитие этого способа, тем более, что не имеется аналогов в отечественной и зарубежной практике. Были поставлены и решены многие вопросы организации, техники и технологии, в том числе — организация и производство подводного монтажа рассольных коммуникаций и их испытание, применение принципиально новых конструкций горизонтальных замораживающих колонок с циркуляцией в них охлаждающего рассола, входящего прямо непосредственно в замораживающие трубы (без питательных трубок) и выходящего обратно, и т. д.

В целях дальнейшего совершенствования комплекса работ при пересечении водных преград специалистами Управления № 157 в настоящее время проводится обработка и анализ материалов наблюдения за процессом подводного замораживания, а также обобщение результатов этого первого исключительного и смелого опыта. Особое внимание обращено сейчас на создание новых установок и оборудования для обеспечения горизонтального замораживания.

# МАРКШЕЙДЕРСКИЕ РАБОТЫ ПРИ ИСКУССТВЕННОМ ЗАМОРАЖИВАНИИ ГРУНТОВ НА УЧАСТКЕ КАНАЛА

Б. КАРАСЕВ, главный  
маркшейдер Управления № 157

**ЗАДАЧА** создания ледогрунтовых ограждений вокруг будущих подземных выработок, обеспечивающих их сплошность и необходимую толщину, находится в прямой зависимости от степени точности разбивки, соблюдения заданного направления бурения замораживающих скважин и последующего определения их пространственного положения. По исполнительным чертежам, составленным по данным большого комплекса маркшейдерских измерений и вычислений, определяется пространственное расположение замораживающих и наблюдательных скважин, что позволяет определять слабые места ледогрунтового ограждения по всей глубине замораживания, правильно наметить дополнительные скважины и, исключив образования незамороженных окон, предотвратить опасность прорыва воды и неустойчивых грунтов в выработку.

Для точного выполнения заданного объема работ по искусственному замораживанию грунтов по трассе подходов к каналу береговых тоннелей и дна канала с береговыми массивами Управлением № 157 был выполнен большой комплекс маркшейдерских работ. В соответствии с проектом произведена разбивка более 1000 замораживающих скважин, проведена исполнительная геодезическая съемка и замер искривлений скважин с вычислениями их отклонений, определены отметки заложения скважин. Осуществлен контроль за опусканием питательных труб. По всем участкам замораживания составлены подробные исполнительные чертежи, отражающие действительную картину расположе-

ния скважин по глубине замораживания (планы, продольные разрезы, поперечные сечения, развертки, инклинограммы). На участках с неблагоприятными отклонениями замораживающих скважин были намечены и пробурены дополнительные. По исполнительным данным расположения замораживающих скважин рассчитаны и нанесены на чертежи ожидаемые ледогрунтовые ограждения.

На всех участках контурного замораживания и на береговых массивах, в соответствии с проектом, ледогрунтовые ограждения нужно было заглубить в водоупор. Для обеспечения этого важного условия при неровном залегании кровли водоупора решили участить бурение скважин с отбором образцов, что дало возможность в процессе работы скорректировать глубину бурения в соответствии с требованием проекта.

В условиях ледовых нагромождений в русле канала осложнился контроль фактического положения в плане и профиле смонтированных на дне канала замораживающих труб. Маркшейдерская служба Управления № 157 совместно с работниками Подводчестроя провела специальные геодезические измерения с поверхности по планово-высотной привязке опущенных на дно канала замораживающих секций. Полученные данные в комплексе с подводными измерениями, проведенными водолазами, позволили определить пространственное положение всех замораживающих секций. Нужно отдать должное подводникам, обеспечившим в сложных условиях монтажа проектное положение секций

с очень небольшими отклонениями от проекта.

Контроль процесса замораживания, проводимый маркшейдерской службой совместно с работниками технического отдела Управления, а также данные о состоянии замораживания, полученные по температурам грунта в наблюдательных скважинах и в процессе проходки, подтвердили соответствие маркшейдерских данных фактическому положению замораживающих скважин, что свидетельствует о высоком качестве проведенных работ и маркшейдерского контроля.

Особенно трудно было контролировать процесс замораживания непосредственно дна канала. Вследствие неудачно смонтированных наблюдательных скважин, которые были расположены в близости от замораживающих труб, и невозможности судить по ним о развитии ледогрунтовой плиты, маркшейдерской службе пришлось контролировать непосредственными измерениями изменения отметок кровли ледогрунтового образования. Это дало возможность определить степень наращивания ледогрунтовой плиты и ее мощности.

Необходимо отметить хорошую работу маркшейдера управления А. Вахтурова и молодых специалистов — Н. Фоминых, обеспечившей высококачественное составление исполнительной документации, и О. Михайловой, выполнявшей с большой точностью съемки и измерения скважин левого берега. Большую работу по исполнительной съемке и контролю температуры на левом берегу проделала техник А. Смолякова.



На встрече за «круглым столом» редакция (слева направо): П. Вьюнов, главный инженер Мосметростроя; Е. Василенко, начальник отдела организации и механизации работ Метрогипротранса; С. Зунаняц, начальник Управления № 157; Н. Федоров, начальник СМУ-5; Б. Воронов, гл. технолог Метростроя; А. Тищенко, Е. Гербер, начальники участков СМУ-5; Г. Шарлет, горный мастер СМУ-5; Л. Романов, механик участка СМУ-5; А. Нинольсний, начальник участка замораживания; Н. Лаврова, секретарь партбюро СМУ-5; Н. Немой, бригадир СМУ-5; Б. Карасев, гл. маркшейдер Управления № 157; К. Борисов, водолаз Подводрестроя.

*Во всех отношениях примечателен и поучителен опыт проходки под каналом. И смелость решения, и оригинальность технических приемов и тщательность подготовки, и четкость организации.*

*Строители накопили в ходе этих работ полезный опыт. Не надо держать этот опыт в запасе, до очередного чрезвычайного задания. Его надо внедрить в повседневную практику, пустить в дело — для каждого участка, для каждого дня.*

## ЖИЗНЕСПОСОБНОСТЬ НОВОГО МЕТОДА ОЧЕВИДНА

Н. ФЕДОРОВ, начальник СМУ-5 Мосметростроя:

— Смелое инженерное решение, претворенное в жизнь при проходке тоннелей под каналом, развеяло те опасения, которые высказывались в адрес метода горизонтального замораживания. Этим методом можно теперь преодолевать сложные водные преграды.

Успех дела во многом обеспечил спаянный организационный конгломерат проектировщиков, горнякостроителей, морозильщиков и подводников. Мы хорошо понимали друг друга, осуществляя строгий совместный контроль за производством работ. Немалое значение имел опыт проходческих бригад, приобретенный ими еще на строитель-

стве станции «Университет». Высокая квалификация и производственная дисциплина проходчиков обеспечивали быструю, оперативную ликвидацию течей, не допуская возможности замораживания. Самое главное — тщательность. Была создана атмосфера нетерпимости и непримиримости к малейшим отступлениям и послаблениям в организации работ.

Мы были ограничены сроками сооружения: они укладывались в межнавигационный период. Работа по скользящему графику, энтузиазм строителей обеспечили в сложных условиях необходимые темпы проходки.

## ДЛЯ СОКРАЩЕНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ СРОКОВ

Л. РОМАНОВ, механик участка СМУ-5:

— В связи с тем, что графику велн по скользящему графику, механизмы приходилось ремонтировать на ходу.

С целью сокращения сроков строительства монтаж

перемычки и растворных узлов велн, не прекращая проходки.

Для обеспечения свободного и своевременного открытия и закрытия перемычки сконструировали

свои перекидные рельсы, которые поднимались на электрическом приводе.

Монтажные бригады В.

Татарина, В. Тимохина и других приложили все усилия, чтобы своевременно обеспечить фронт работ проходчикам.

## В УСЛОВИЯХ СЛОЖНОЙ ГИДРОГЕОЛОГИИ

А. ТИЩЕНКО, начальник участка:

— В комплекс подготовительных работ для проходки тоннелей под каналом входило бурение скважин на месте щитовой монтажной камеры, а также по трассе тоннелей до канала для сплошного и контурного замораживания грунтов.

Наш коллектив соорудил щитовую камеру для двух щитов. Работы вели в сложных гидрогеологических условиях более трех месяцев: пришлось вести усиленное крепление металлическими сваями с деревянными затяжками, а также мощное раскрепление двутавровыми балками внутри камеры.

Поскольку юрская глина обладает свойством «пучения», разработку грунта вели на ширину двух досок, устанавливая их вертикально с креплением брусками

и забойными домкратами. В нижней части забоя разрабатывали известняк буровзрывным способом с ограничительными зарядами ВВ (в каждый шпур не более 200 г).

За щитом был смонтирован обычный подземный комплекс оборудования и механизмов; тубингоукладчик, технологическая платформа с установкой машины для погрузки грунта и тележка для нагнетания. Кроме того, для безопасности работающих в забое была построена металлическая перемычка и аварийный пешеходный мостик.

Породу грузили в контейнеры большой емкости — 2,5 м<sup>3</sup>, которые разгружали на поверхность с помощью стрелового крана в бункер.

## О МЕРАХ БЕЗОПАСНОСТИ

Г. ШКАРЛЕТ, горный мастер СМУ-5:

— При сооружении тоннелей под каналом вопросы техники безопасности занимали главное место. Решено было осуществить суворовский принцип: «каждый солдат должен знать свой маневр». Для этого необходимо было научить людей работать в сложных гидрогеологических условиях, разъяснить технологические процессы проходки при взрывных работах, а также при работах в заморожен-

ных и в сильно обводненных грунтах.

С этой целью была разработана специальная инструкция для проходки тоннелей под каналом. Инструктаж проводили начальники и механики участков непосредственно на рабочих местах перед началом каждой смены. По средам на участках демонстрировались кинофильмы по технике безопасности.

Для организации техни-



ческой учебы была составлена программа, рассчитанная на 42 часа. Техническая учеба проводилась ежедневно начальниками участков. На экзаменах ответы рабочих были четкими, конкретными, содержательными. Учебу прошли 105 человек.

На СМУ составили подробный аварийный план. Каждый рабочий знал свои задачи и обязанности в случае возникновения аварии. Во всех забоях имелся необходимый запас материалов и инструмента.

Периодически обновлялась наглядная агитация — действенная, конкретная, призывающая к обеспечению безопасной работы, к неукоснительному выполнению правил техники безопасности. Каждая бригада брала на себя обязательство о коллективной ответственности за выполнение

техники безопасности. Велся трехступенчатый контроль за выполнением правил техники безопасности. Для разъяснения рабочим системы этого контроля выпускались специальные схемы и таблицы. В них указывалось, кто и как осуществляет контроль в бригаде, смене, на участке и в целом в СМУ.

Для обмена новыми, прогрессивными, передовыми методами и приемами труда организовали две школы передового опыта.

И, наконец, осуществлялся постоянный и оперативный контроль за выполнением проекта производства работ, правил техники безопасности, паспорта крепления забоев и паспорта буровзрывных работ. Ни одно, даже незначительное нарушение, не оставалось без внимания, тут же принимались действенные меры к его устранению.

не, основанное на взаимопомощи, передаче опыта друг другу. Общим девизом в работе был призыв нашего товарища по труду, бригадира проходчиков Н. Леденева: «работать высокопроизводительно, без травм и аварий». Только четкая слаженная работа, высокая дисциплина и культура позволили нам построить досрочно и с высоким качеством тоннель под каналом.

В метростроении постоянно меняется характер и условия работы. Это происхо-

дит непрерывно, на каждом рабочем месте, и здесь, как нигде, главенствующим выступает коллективный труд. Он складывается из труда каждого рабочего, входящего в бригаду. Совместная работа позволяет преодолеть любые трудности, любые преграды. Ведь труд для нас — это не только источник заработка, но и радость. Каждый из нас не может и не имеет права довольствоваться сделанным. Мы всегда стремимся к большему, к лучшему.

## НАШ ДЕВИЗ

И. НЕМОЙ, бригадир проходчиков:

— Никогда еще наше строительно-монтажное управление не оказывалось в таком сложном положении, как это было в начале 1974 г.

Перед коллективом была поставлена задача: в сильно обводненных грунтах под каналом на небольшой глубине построить два перегонных тоннеля. И это надо было сделать в короткий срок, до начала навигации по каналу. Одновременно в другом конце Москвы предстояло также досрочно построить и сдать в эксплуатацию станцию «Калужская» и перегонные тоннели между станциями «Калужская» и «Новые Черемушки».

С чего мы начали? Как и всегда, с учебы, с изучения обстановки, чертежей, геологии. Подробно ознакомились с организацией искусственного заморажива-

ния грунта. Организация замораживания дна канала и много других вопросов, связанных с проходкой, решались оперативно, быстро. У нас не было времени на медлительность, раскачку. Начальниками участков Тищенко и Гербером были составлены учебные планы, утвержденные главным инженером. Они же были преподавателями. Сами учились и учили других. Занятия проходили ежедневно на шахте, где были организованы два участка.

Левый перегонный тоннель строил участок А. Тищенко. Бригады проходчиков возглавляли Н. Леденев, А. Блинов, М. Фадеев и я.

Правый тоннель сооружал коллектив участка Е. Гербера, бригады М. Давыдова, Д. Васина, М. Акиншина, В. Орлова.

Между участками и бригадами шло соревнова-

## ЧТО ОБЕСПЕЧИЛО УСПЕХ

Б. ВОРОНОВ, главный технолог Метростроя:

— Из всего комплекса вопросов, решение которых обеспечило сооружение перегонных тоннелей под каналом, хочу остановиться на двух, с моей точки зрения, основных.

Первый — хорошо изученная геология трассы геологоразведочной службой Метротранса и детальное ознакомление с инженерными работами, проведенными в береговой части канала.

В дальнейшем при сооружении в аналогичных условиях участков тоннелей по границам замороженной плиты поперек канала для большей гарантии следует замораживать две верти-

кальные стены на необходимую глубину.

Второй фактор, обеспечивший положительный результат, — высокое качество работ всех участников строительства и, особенно, качество изготовления секций коллективом завода. При гидравлическом испытании все 16 замораживающих секций (96 плетей) на поверхности вторично после установки в канале выдержали испытания, и только после засыпки не выдержала третья испытание лишь одна плеть. В будущем целесообразно продумать более рациональный характер испытаний, соответствующий условиям транспортировки, монтажа и работы секций.

## ЗАСТРЕЛЬЩИКИ СОЦИАЛИСТИЧЕСКОГО СОРЕВНОВАНИЯ

Н. ЛАВРОВА, секретарь партийной организации СМУ-5:

— Шестидесят коммунистов и комсомольцев работали на сооружении тоннелей под каналом. Именно они являлись застрельщиками социалистического соревнования между бригадами, сменами, участками. Со-

ревнование во время проходки приняло широкий размах. Результаты соревнования обсуждалась на собраниях и совместных заседаниях партийного бюро и шахткома.

В ходе работ метростро-

евцы брали повышенные социальные обязательства, принимали встречные планы.

Свои успехи бригады сравнивали, сопоставляли и старались сегодня сделать больше, чем вчера. Было организовано широкое оповещение рабочих о ходе соревнования как между бригадами, так и между участками. Регулярно выпускались молнии, сообщавшие об очередной трудовой победе бригад. Ежедневно и ежемесячно подводили итоги работы. Так, в четвертом, определяющем году пятилетки переходящий выпел дважды завоевыва-

ла бригада Давыдова, дважды бригада коммунистического труда Васна. Они стояли во главе социального соревнования. Партгруппы, цеховые комитеты, руководители участков пропагандировали передовые методы труда, шефство кадровых рабочих над молодыми метростроевцами — членами бригад. Здесь, под каналом, бригады прошли большую школу, накопив за два месяца опыт проходки в сложных гидрогеологических условиях. В других забоях бригады будут соревноваться, обогащенные приобретенным опытом.

## ОРГАНИЗАЦИЯ МОНТАЖНЫХ РАБОТ

А. ИСАЕВ, главный энергетик Управления № 157:

— В период подготовки к замораживанию дна канала и прилегающих к нему участков Краснопресненского района был проведен тщательный анализ проектных решений по определению набора холодильного оборудования для замораживания грунтов.

Результатом анализа явилась замена четырех из шести предусмотренных проектом компрессоров марки ЗАГ на более совершенные, мобильные с меньшей энергоемкостью и металлоемкостью марки АУ-200/ЗД.

Рассольные и водяные насосы 6НДв с электродвигателями 75 квт 1500 об/мин решено было заменить соответственно на насосы 8НДв с электродвигателем 55 квт 1000 об/мин и 5НДв с электродвигателями 30 квт 1500 об/мин.

Такой выбор можно объяснить меньшей энергоемкостью насосов 8НДв за счет более высокого КПД (на 10% против 6НДв) с сохранением технических параметров, надежностью и долговечностью при перекачке тяжелых жидкостей, в данном случае, раствора хлористого кальция. Это подтвердилось бесперебойной работой их на замораживающих станциях в районе канала.

В результате изменений в номенклатуре оборудования установленная мощность токоприемников замораживающих станций правого и левого берега сократилась против проектной на 1040 квт (1300 квт).

В дальнейшем в результате сокращения количества холодильных машин и вспомогательного оборудования установленная мощность станций стала меньше проектной на 1217 квт (1500 квт).

Благотворно повлияло на сроки производства монтажных работ изменение набора оборудования, снизившее его металлоемкость на 55 т.

Для повышения эксплуатационной надежности и улучшения безопасности обслуживания аммиачных компрессоров АУ-200/ЗД осуществлялся автоматический контроль за давлением нагнетательной и всасывающей стороны, температурой нагнетаний и за работой системы смазки.

При отклонениях от оптимальных параметров приборы автоматики включают звуковой и световой сигналы и с выдержкой времени до 30 сек останавливают компрессор.

Большие объемы работ по монтажу замораживающих станций и рассольных коммуникаций, предельно сжатые стронтельные сроки вызвали необходимость поисков новых решений в плане организации и материально-технического обеспечения.

После монтажа станции и рассольных сетей монтажной камеры на правом берегу пришлось отказаться от традиционных приемов, когда одна бригада вела весь объем работ. При этом имела место неполная загрузка

женности из-за неподготовленности фронта работ бурильщиками.

На левом берегу канала для монтажа рассольных коммуникаций выделили специальную группу монтажников. В дальнейшем работы объемно определялись по участкам по мере их готовности к монтажу. После подготовки участка группа монтажников получала четкое задание с определенным объемом, стоимостью и сроками выполнения работ.

Творчески поработали механик участка Б. Лебедев, мастера М. Корнилин и А. Андреев, бригадиры Г. Куракин и Л. Логинов, слесари А. Верстеев и И. Поляков, сварщики А. Милохин, В.

Фролов, Ю. Жигалкин, электромонтажники В. Вдовиченко и В. Иванов.

В результате четкой организации работ, несмотря на стесненные и неблагоприятные порой погодные условия сроки монтажа участков постоянно сокращались. Заключительный участок — монтаж коллекторов и распределителей, подключение и предпусковые испытания регистров правого берега, был выполнен в рекордный срок — за 6 рабочих дней группой монтажников из шести человек.

Опыт организации монтажных работ на канале опробован на других участках и показал хорошие результаты.

## ПО УДАЧНО ВЫБРАННЫМ СХЕМАМ

А. НИКОЛЬСКИЙ, начальник участка Управления № 157:

— Работы по замораживанию русла канала потребовали от их непосредственных исполнителей новых инженерно-технических и производственных решений.

Достаточно сказать, что все буровые и монтажные работы велись в крайне стесненных условиях, с эстакад, расположенных в русле канала.

Опрессовка и монтаж замораживающих секций и рассольных сетей производилась со специальных площадок, расположенных на уровне воды и на уровне эстакады.

Буровые работы в русловой части канала были доверены лучшим бригадам бурильщиков — В. Вовкодава и В. Самсонова, монтажные работы — бригадам Н. Куракина и Л. Логинова.

По предложению рационализаторов были улучшены некоторые проектные решения. Так, был упрощен вопрос устройства теплоизоляции замораживающих колонок, расположенных в русле канала. Вместо проектного решения, предусматривающего выдавливание сжатым воздухом воды, находящейся в кольцевом зазоре между кондуктором и замораживающей колонкой с устройством сложной распределительной воздушной системы, был предложен исключительно простой способ удаления воды из межтрубного пространства с последующей герметизацией низа кондуктора (путем последовательного подключе-

ния замораживающих колонок в работу).

На береговых участках и эстакадах была вдвое сокращена длина рассольных сетей, упрощена схема подключения замораживающих секций в русле канала.

Благодаря удачно выбранным схемам удалось уменьшить потери напора в рассольных сетях, обеспечить равномерную работу замораживающих колонок и секций.

Работы выполнялись по четкому суточному графику. Монтаж замораживающей сети, опрессовка секций до и после засыпки грунтом, подключение их в работу, зарядка системы хлористым кальцием — все эти операции координировались на ежедневных планерках при Управлении № 157 и ежедневных расширенных совещаниях при главном инженере Мосметростроя.

Одним из основных вопросов было обеспечение бесперебойной «подачи холода» от замораживающих станций правого и левого берегов к колонкам и секциям. Эксплуатационники Управления с честью справились с этой задачей. За весь продолжительный период замораживания русла канала не было допущено ни одного внепланового простоя холодильного оборудования.

В этом большая заслуга машинистов холодильных установок — Б. Лукошюнаса, П. Агапова, И. Хромова, механиков Б. Лебедева и А. Андреева.

# ОСНОВНЫЕ ИТОГИ РАБОТЫ МЕТРОПОЛИТЕНОВ СТРАНЫ

А. БАКУЛИН, главный инженер Московского метрополитена

ЕСЛИ проводить сравнение с 1972 г., перевозка пассажиров в 1973 г. возросла\* на всех метрополитенах: Московском — в размере 70,6 млн. человек, Ленинградском — 19,8, Киевском — 11,3, Тбилиском — 5 и Бакинском — 28,7 млн. человек. Рост абсолютных размеров пассажиропотоков лишь один раз подтверждает особую эффективность и перспективность такого вида транспорта, как метрополитен. Наполняемость вагона в среднем за сутки характеризует качество перевозок и культуру обслуживания пассажиров. Там, где несмотря на рост абсолютного потока пассажиров, имеется тенденция к снижению этого показателя, принимаются меры как к увеличению размеров движения, так и к росту сети метрополитена. На Московском метрополитене этот показатель уменьшился на 0,3 чел./вагон, Ленинградском — на 2,6, Киевском — на 2,9, Бакинском снизился на 2, а на Тбилиском увеличился на 0,2. Таким образом, на всех метрополитенах, кроме Тбилиского, идет процесс снижения напряженности с точки зрения заполняемости вагона. Это в условиях массовости перевозок характеризует улучшение условий проезда пассажиров, так как они большую часть времени пребывания в метро находятся в вагонах. На всех метрополитенах, кроме Ленинградского и Киевского, увеличился среднесуточный пропуск поездов по линиям, что в значительной степени способствует улучшению условий перевозок.

На всех метрополитенах возрос эксплуатируемый парк вагонов, причем на Бакинском и Киевском он

вырос почти на 32 вагона, Ленинградском — на 62, Московском — на 101 вагон.

В условиях развития сети метрополитенов и протяженности линий большое значение имеют скорости передвижения пассажиров или, иными словами, эксплуатационные скорости. Так, на Московском метрополитене эксплуатационная скорость с учетом остановок возросла в сравнении с 1972 г. на 0,14 км/час, на Ленинградском — на 0,1, Киевском и Тбилиском — осталась без изменения, на Бакинском возросла на 1,2 км/час. На всех метрополитенах, кроме Московского, в различной степени снижен удельный расход электроэнергии. Причина снижения этого показателя на Московском метрополитене частично объясняется повышением скоростей, а также говорит о недостаточных резервах в этой области.

На наиболее крупных метрополитенах страны — Московском и Ленинградском — снизилась прибыль от эксплуатации. Это, в основном, вызвано развитием сети, ростом интенсивности движения на этих метрополитенах в условиях непропорционального увеличения пассажиропотоков.

В прошлом году ни один из метрополитенов не увеличил своей протяженности. В то же время доля общегородских пассажироперевозок на всех метрополитенах возросла: на Московском — на 0,2%, на Ленинградском — на 0,3, Киевском — на 0,2, Тбилиском — 1,4, Бакинском — 6,5%. Такое положение может привести к потере достигнутой тенденции снижения напряженности в работе метрополитенов. Поэтому, наряду с повышением интенсивности движения, необходим и ежегодный ввод новых линий в эксплуатацию.

\* См. «Метрострой» № 1, 1973.

# ОСНОВНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ РАБОТЫ МЕТРОПОЛИТЕНОВ СССР ЗА 1973 ГОД

Наименование показателей	Единица измерения	Московский			Ленинградский			Киевский			Тбилисский			Бакинский		
		план	факт.	% выполнения	план	факт.	% выполнения	план	факт.	% выполнения	план	факт.	% выполнения	план	факт.	% выполнения
Перевозка пассажиров	млн. чел.	1627	1841	100,8	501,6	503,1	100,3	187	189	101,1	102	102,3	100,3	84,3	91,6	108,7
То же, в среднем за сутки	тыс. чел.	5205	5041	100,8	1374,2	1378,4	100,3	512,3	517,8	101,1	279,4	280,3	100,3	231,0	251,1	108,7
Населенность вагона	чел./ваг.	48,8	48,5	99,4	48,1	46,9	97,5	52,3	52,9	101,1	62,7	62,2	99,2	44	48	109,1
Пропущено поездов — всего	тыс. поездов	2758	2787,5	101,1	915,4	933,7	102	300,3	300,4	100,03	249,4	250,3	100,4	279,2	280,9	100,6
То же, в среднем за сутки	поезд.	7556	7637	101,1	2503	2553	102	822,7	823	100,03	633,2	635,9	100,4	765	769,6	100,6
Эксплуатируемый парк вагонов	шт.	1799	1797	99,9	443	448	101,1	175	176	100,5	59	59	100	65	65	100
Инвентарный парк вагонов	"	2205	2230	101,1	585	585	100	220	220	100,0	69	69	100	54	54	100
Выпуск составов на линию	"	285	283,5	99,5	78,9	79,8	101,1	35	35	100	19,7	19,7	100	—	—	—
Число вагонов в составе	макс. мин.	7	4		6	5		5	5		3	3		3	3	
Плотность движения поездов	макс. мин. средняя	45	25,1		34	16		30	12		24	16		24	12	
Коэффициент использования подвижного состава	Инвент. парка Парка в распор. депо	0,8	0,81	101,3	0,76	0,77	101,3	0,79	0,80	101,3	0,85	0,85	100	—	—	—
Пробег вагонов — общий	млн. ваг. км	342,2	347,3	101,5	79	81,2	102,8	28,4	28,4	100	9,60	9,68	101,1	9	9,2	102,4
Средняя техническая скорость	км. час.	47,5	47,41	99,9	45,9	46,1	100,4	41,8	44,8	107	46	46	100	45,9	45,9	100
Эксплуатационная скорость	"	40,8	40,74	99,9	39,3	39,4	100,2	38,4	38,4	100	38,1	38,1	100	39,6	39,6	100,6
Расход электроэнергии по метрополитену — общий	млн. квт. час	886,8	877,9	99	222,1	213,9	96,2	75,35	72,69	96,4	40,24	38,05	94,6	37,1	35,9	96,7
Удельный расход электроэнергии на тягу поездов	вт. час. т. км	43,4	48,03	99,2	53,7	52,7	98,1	56	55,3	98,7	72,2	69,4	96,1	77,5	74,9	96,9
Доходы от перевозок	млн. руб.	88,24	88,90	100,7	25,1	25,2	100,3	9,35	9,45	101,1	5,08	5,10	100,3	4,2	4,6	102,7
Расходы по эксплуатации	"	78,09	77,6	99,4	23,7	23,3	98,2	8,97	8,74	97,5	5,70	5,46	95,7	6,3	6,2	98,8
Прибыль от перевозок	"	10,15	11,3	111,4	1,4	1,9	135,7	0,38	0,71	120,6	-0,62	-0,36	53,6	-2,1	-1,6	77,2
Себестоимость перевозки одного пассажира	коп.	4,27	4,21	98,6	4,72	4,62	97,6	4,8	4,63	96,4	5,6	5,34	95,5	7,5	6,8	90,7
Выполнение графика движения поездов	%	100	99,9	99,9	100	100	100	100	99,9	99,9	100	99,9	99,9	100	99,9	99,9
Эксплуатационная длина линий метрополитена в двухпутном исчисл.	км		148,6			41,7			18,2			12,6			16,4	
Средняя дальность поездки пассажира	"		8,8			7,2			7,6			5,5			4,7	
Количество линий метро	лин.		6			3			1			1			2	
Число станций	ст.		96			29			14			11			10	
Среднее расстояние между станциями	км		1,65			1,72			1,4			1,15			1,8	
Численность работников по эксплуатации	тыс. чел.	17	16,9	99,4	5,4	5,3	98,1	2,36	2,28	96,9	1,51	1,45	94,4			1,96
Удельный вес перевозок метрополитена в общегородских перевозках	%		35,9			20,2			15,3			25,6			24,5	
Год открытия I-й линии	год		1935			1955			1960			1966			1967	

## Проектирование, конструирование, исследования

### ПРОДОЛЬНОЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ ТОННЕЛЕЙ В АГРЕССИВНОЙ СРЕДЕ

П. СПИРИН, канд. техн. наук;  
А. МУГАНДИНСКИЙ, В. ТХОР, К. ГИН,  
инженеры

**ИССЛЕДОВАНИЕ** вопросов катодной защиты протяженных подземных сооружений предполагает необходимость определения величины их продольного электрического сопротивления.

При проектировании и расчете катодной защиты стальных трубопроводов, имеющих стандартные размеры, их продольное сопротивление определяют по

табличным данным или подсчитывают по известным формулам. Эти формулы, казалось бы, можно использовать и для оценки продольного сопротивления тоннеля, учитывая некоторую идентичность этих сооружений. Однако такие расчеты, как показывает практика измерений, дают результаты, резко отличающиеся от истинного значения.

Дело в том, что тоннельная обделка собирается из отдельных тубингов и поэтому с точки зрения электрического сопротивления представляет собой не сплошное металлическое тело. Электрический контакт между тубингами осуществляется в основном через болтовые соединения и бортовые поверхности, имеющие контакты металлические и через электролит, заполняющий щель.

Контактные сопротивления, которые в дальнейшем будем называть щелевыми, значительно больше, чем самих тьюнгов, поэтому их величиной будет определяться продольное электрическое сопротивление тоннеля.

Щелевое сопротивление в каждом конкретном случае зависит от габаритов тоннельной обделки, числа бортовых соединений, глубины залегания, характеристики окружающей обделку среды, времени эксплуатации и т. п.

В лаборатории АзИнефтехима было исследовано влияние числа стягивающих обделку болтов на величину сопротивления току соприкасающихся бортовых поверхностей тьюнгов. С этой целью два борта, вырезанные из чугунных тьюнгов, длительное время выдерживали в агрессивной среде, чтобы они покрылись слоем продуктов коррозии местами толщиной до 3 мм. Такое состояние поверхностей характерно для тьюнгов, находившихся в сильно засоленном грунте высокой влажности около 5 лет. Борта стягивали болтами М-30 с асбесто-битумными шайбами между головкой болта и гайкой. Степень их затяжки определялась крутящим моментом, равным 500 кг/см, что соответствовало техническим указаниям при строительстве сборной чугунной обделки перегонных тоннелей.

Для измерения сопротивления контакта бортовых поверхностей использовали односторонний мост постоянного тока Р-329. Измеряемое сопротивление включали в схему при помощи медных шпильки, ввернутых в бортовые поверхности. Одноименные зажимы закорачивали медными шпильками с последующим выводом на измерительный прибор.

При соединении бортовых поверхностей двумя, четырьмя и шестью болтами щелевое сопротивление составило соответственно  $7,685 \cdot 10^{-4}$ ,  $2,771 \cdot 10^{-4}$  и  $1,003 \cdot 10^{-4}$  Ом, т. е. с увеличением числа болтов электрическое сопротивление контакта значительно уменьшается.

Впервые продольное электрическое сопротивление тоннеля было определено методом В. В. Красноярского при помощи кривой распределения потенциала при катодной защите; значение его составило  $3,42 \cdot 10^{-5}$  Ом/м тоннеля. Однако этой методикой можно пользоваться только после включения установки катодной защиты и полной поляризации участка. При этом величина продольного сопротивления любого участка тоннеля определяется весьма точно.

Эксперимент по определению щелевых сопротивлений проводили в тоннеле Бакинского метрополитена на перегоне от станции «28 апреля» до станции «Шаумян». Тоннель наружным диаметром 6 м, построенный в 1952 г., проходит в грунте, являющемся наиболее агрессивным на трассе Бакинского метрополитена. Осмотр состояния тьюнгов внутри тоннеля показал, что этот участок характерен с точки зрения состояния бортовых поверхностей.

Опыт производили по схеме, изображенной на рис. 1. Положительный и отрицательный полюс располагали в противоположных сторонах от выпрямительной установки на расстоянии 50 м и закрепляли на обделке тоннеля болтами, шляпки которых приваривали к тьюн-

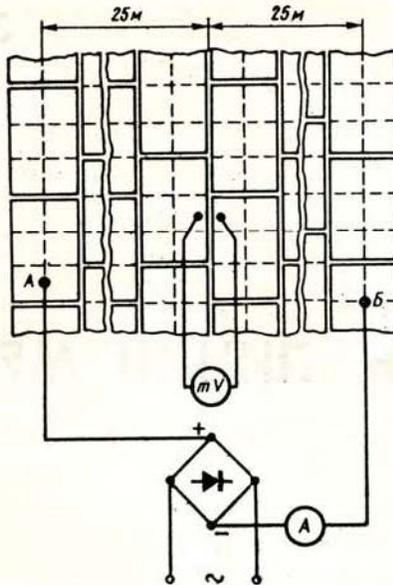


Рис. 1. Схема измерения щелевого сопротивления

гам. Выпрямительная установка, питаемая от сварочного трансформатора ТС-500, представляла собой двухполупериодный выпрямитель, собранный на кремниевых диодах ВЛ-200.

Для измерения в схеме применяли амперметр М-231 с шунтом 500 а, 75 мВ и переносный потенциометр постоянного тока ПП-63, предназначенный для непосредственного измерения напряжений компенсационным методом от 0 до 100 мВ.

Падения напряжения на вертикальных щелях чугунной обделки измеряли по всему периметру сооружения в пяти пунктах на разных участках тоннеля.

Одновременно с этим контролировали падение напряжения на горизонтальных щелях обделки. Полученные значения колебались в пределах от 0 до 0,2 мВ. Это показывает, что при данной схеме измерения, в середине зоны между точками А и В (см. рис. 2) практически нет перетекания тока по периметру тоннеля через горизонтальные щели, поэтому и влияние точечного присоединения питающего кабеля на неравномерность распределения токов по периметру тоннеля на расстоянии 25 м от контакта несущественно.

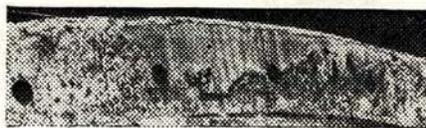


Рис. 2. Коррозионные повреждения бортовых поверхностей тьюннга

Средние значения падений напряжения на вертикальной щели чугунной обделки при токе 200 а, приведены в таблице.

I, а	U, мВ				
	ПК28	ПК33	ПК39	ПК42	ПК45
200	5,74	6,34	4,73	5,39	5,09

По результатам измерения падений напряжений было вычислено среднее значение сопротивления вертикальной щели тоннеля, определяющее продольную проводимость тоннеля. Это сопротивление составило  $(2,74 \pm 0,13) \cdot 10^{-5}$  Ом/м тоннеля. Доверительный интервал для величины сопротивления щели определяется методами микростатистики согласно распределению Стюдента.

Как известно, в процессе эксплуатации сборных чугунных обделок тоннелей метрополитенов, из-за воздействия агрессивной среды, бортовые поверхности покрываются слоем продуктов коррозии (рис. 2). В связи с этим возникла необходимость проверить их влияние на линейность щелевого сопротивления. Опыт проводили по схеме, изображенной на рис. 2. С помощью магнитного шунта трансформатора ток установки менялся в пределах от 150 до 400 а. Средние значения падений напряжения на вертикальной щели чугунной обделки, измеренные при токах 150, 200, 250, 300, 350 и 400 а, составили соответственно 4,11, 5,46, 6,85, 8,32, 9,69 и 10,96 мВ.

По данным эксперимента была построена зависимость падения напряжения на вертикальной щели в зависимости от тока (рис. 3).

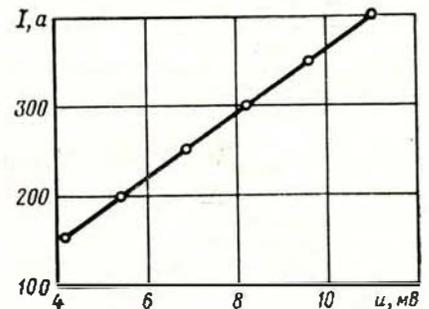


Рис. 3. Вольт-амперная характеристика щелевого сопротивления

Прямолинейный характер зависимости падения напряжения на вертикальной щели от величины тока свидетельствует о линейности щелевого сопротивления в пределах рабочих токов катодных станций при электрохимической защите тоннелей. На основании этого можно утверждать, что для тоннелей со сроком службы более 20 лет в особо агрессивной среде сохраняется устойчивая металлическая связь между тьюнгами. Этот вывод представляет определенный интерес для проектирования и эксплуатации катодной защиты на старых участках тоннелей метрополитена, находящихся в коррозионно-агрессивных средах.

# ОКУПАЕМОСТЬ ЛИНИЙ МЕТРОПОЛИТЕНА

Л. ГЕЛЬФГАТ, инженер

Рекомендуется для более объективной оценки окупаемости линий метрополитена принимать в расчетах за основу не среднюю скорость сообщения на метрополитене и наземных видах транспорта, а скорость передвижения пассажиров с учетом накладного времени (подход к остановкам, пересадки с одного вида транспорта на другой, ожидание).

**С**РОК окупаемости линий метрополитена обычно определяют по формуле:

$$N = \frac{C}{D - \Xi}$$

где  $N$  — срок окупаемости линии, лет,  
 $C$  — стоимость строительства, млн. руб.,  
 $D$  — доход от эксплуатации линии, млн. руб. в год,  
 $\Xi$  — ежегодные эксплуатационные расходы, млн. руб. в год.

Например, в технико-экономическом проекте Калининского радиуса метрополитена от ст. «Таганская» до ст. «Новогиреево» доход от эксплуатации линии определен в сумме:

$$D = 146 \times 0,05 = 7,3 \text{ млн. руб.},$$

где 146 млн. чел. — годовая посадка на линию; 0,05 руб. — тариф за проезд.

Эксплуатационные расходы по линии подсчитаны, исходя из отчетных данных Управления Московского метрополитена. В 1971 г. расходы на 1 км линии составили в среднем 477 тыс. руб. Из них на участки глубокого заложения ориентировочно приходится 104% и на участки мелкого заложения — 87%. Принимая указанные соотношения и поправочный коэффициент 0,9 для Калининского радиуса, на котором расстояния между станциями больше средних по сети (2,3 км против 7,1 км), эксплуатационные расходы на участках глубокого заложения выражаются суммой 447 тыс. руб. в год, на участках мелкого заложения — 374 тыс. руб. Из эксплуатационных затрат 31,4% составляют амортизационные отчисления, в том числе 38% (11,8% суммы эксплуатационных затрат) — на капитальное строительство.

За вычетом указанных отчислений эксплуатационные расходы на участках глубокого заложения составляют 394 тыс. руб. на 1 км линии, на участках мелкого заложения — 330 тыс. руб. и всего:

$$\Xi = 0,394 \times 8,94 + 0,330 \times 2,18 = 4,24 \text{ млн. руб.},$$

где 8,94 и 2,18 км — эксплуатационная длина участков соответственно глубокого и мелкого заложения.

Срок окупаемости линии

$$N = \frac{C}{7,3 - 4,24} = \frac{C}{3,06} \text{ лет.}$$

Принятый метод определения срока окупаемости имеет существенные недостатки.

Весь расчет выполнен с учетом экономики только метрополитена, хотя правильнее оценивать эффективность строительства линии с учетом экономики всех видов массового общественного транспорта. В расчете предполагается, что все пассажиры, которые ожидают на проектируемой линии, ранее метрополитеном не пользовались и будут для него «новыми». Фактически часть населения, тяготеющего к линии метрополитена, если линия в городе не первая, пользовалась метрополитеном и ранее, подвезая к станциям действующих линий на наземном транспорте.

В настоящее время, например, значительная часть жителей Перовского и Калининского районов подвезают на наземном транспорте к станциям метрополитена «Семеновская», «Измайловский парк», «Ждановская», «Таганская». Еще меньше «новых» пассажиров получает метрополитен при продлении действующих линий.

Таким образом, определенный в проекте доход от перевозок метрополитена будет в какой-то части фиктивным.

В некоторых работах высказывались предложения об определении эффективности линий метрополитена путем детальной оценки на расчетный срок двух транспортных систем: с метрополитеном и без него. Однако детальная экономическая оценка требует большого количества исходных данных (получить которые проектной организации весьма сложно) и трудоемких расчетов.

В статье предлагается упрощенный метод оценки эффективности строительства линий метрополитена (на примере Калининского радиуса) с учетом экономики всех видов массового общественного транспорта. При этом все расчеты могут быть выполнены в короткий срок на основе исходных данных пассажиропотоков, которые обычно выдаются городскими организациями при составлении проекта линии.

Экономно от ввода линии метрополитена в эксплуатацию предлагается определять как разницу себестоимости перевозок на наземном транспорте и метрополитене, предполагая, что при отсутствии линии метрополитена весь объем перевозок, который она должна обеспечить, будет выполнен наземным транспортом и железной дорогой.

Для Калининского радиуса принимаем, что при отсутствии метрополитена объем перевозок будет выполнен наземным транспортом и пригородной железной дорогой в соотношении 85 и 15% (фактическое соотношение по данным работы НИИПИ Генплана титул 72/26—1972 г.).

Поскольку в указанной работе не приводится средняя дальность поездки в пределах проектируемой линии, она может быть определена из выражения:

$$l_{cp} = \frac{\sum_i P_i l_i}{P_{\Sigma}}$$

где  $P_i$  — пассажирский поток на перегоне в утренний час «пик» в направлении к центру, тыс. чел.,

$l_i$  — расстояние между станциями, км,

$P_{\Sigma}$  — посадка на линию до кольца в направлении к центру в утренний час «пик», тыс. чел.

Диаграмма пассажирских потоков на перегонах в утренний час «пик» приведена на рисунке.

По данным обследования пассажирских потоков в 1968 г. на несвязных линиях посадка в утренний час «пик» в направлении к центру в процентах от суммарной посадки до Кольцевой линии составляла: на Ждановской линии 93,2%, на Калужской линии — 94,4, на Филевской линии — 95,6%.

Принимая для Калининского радиуса это соотношение равным 94%, а ожидаемую посадку в час «пик» на участке «Новогиреево» — «Площадь Ильича» по данным НИИПИ Генплана — 39 тыс. чел., получаем:

$$P_d = 39 \times 0,94 = 36,7 \text{ тыс. чел.}$$

$$I_{cp} = \frac{22,5 \times 2,07 + 25,5 \times 2,41 + 29,0 \times 1,93 + 24,5 \times 2,73 + 17,0 \times 1,98}{36,7} = 7,2 \text{ к.к.}$$

Объем перевозок на проектируемой линии составит:  
 $146 \times 7,2 = 1050$  млн. пассажиро-км в год.

При отсутствии линии метрополитена этот объем будет выполнен:  $1050 \times 0,85 = 892,5$  млн. пассажиро-км наземным транспортом и  $1050 \times 0,15 = 157,5$  млн. пассажиро-км пригородной железной дорогой.

По отчетным данным Управления пассажирского транспорта Москвы за 1971 г., себестоимость 1 пассажиро-км на трамвае — 1,22 коп., на троллейбусе — 1,35 коп., на автобусе — 1,10 коп. Средневзвешенная по объему перевозок себестоимость 1 пассажиро-км на трех видах наземного транспорта — 1,191 коп. Себестоимость 1 пассажиро-км по подсчетам Управления Московского метрополитена в том же году составляла 0,441 коп., а по сведениям Управления Московской железной дороги в пригородном сообщении — 0,366 коп.

При вводе в эксплуатацию Калининского радиуса получена общая экономия

$$\frac{(892,5 \times 1,191 + 157,5 \times 0,366) - 1050 \times 0,441}{100} = 6,59 \text{ млн. руб. в год.}$$

Таким образом, срок окупаемости линии с учетом суммарных затрат на эксплуатацию массового общественного транспорта

$$N = \frac{C}{6,59} \text{ лет}$$

уменьшается в два с лишним раза по сравнению с проектным.

Не трудно подсчитать экономию времени пассажиров при эксплуатации Калининского радиуса метрополитена.

В проекте принята скорость сообщения на Калининском радиусе — 50 км/ч. Считаем, что такая же скорость будет и на пригородной железной дороге.

Среднюю скорость сообщения на наземном транспорте можно принять 18 км/ч. Средняя экономия времени на одну поездку составит:

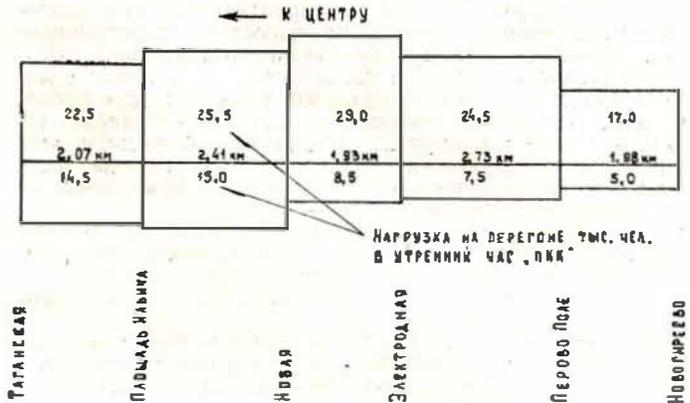
$$\frac{7,2}{18} - \frac{7,2}{50 \times 0,75} = 0,2,8 \text{ ч.}$$

где 0,75 — коэффициент, учитывающий снижение скорости сообщения на метрополитене вследствие увеличения времени подхода к станциям из-за большей длины перегона и дополнительных затрат времени на вход (по данным НИИПИ Генплана).

Число пассажиров, выигрывающих во времени на поездку при наличии метрополитена,  $146 \times 0,85 = 124$  млн. чел. в год.

Экономия времени пассажиров  $124 \times 0,208 = 25,79$  млн. чел.-ч. в год.

По мнению большинства авторов, стоимость 1 чел.-ч. с учетом влияния «транспортной усталости» на производительность труда и прочих факторов колеблется от 10 до 30 коп.



Принимая минимальную стоимость, получим, что дополнительный эффект за счет экономии времени пассажиров при эксплуатации Калининского радиуса составит  $25,79 \times 0,1 = 2,58$  млн. руб. в год.

Суммарная экономия при эксплуатации линии метрополитена с учетом экономии времени пассажиров составит:

$$6,59 + 2,58 = 9,17 \text{ млн. руб. в год.}$$

Исходя из этого, получаем срок окупаемости линии

$$N = \frac{C}{9,17} \text{ лет,}$$

почти в 3 раза меньше определенного в проекте.

На основе отчетных данных за 1973 г. аналогичный расчет был выполнен для участка Серпуховского радиуса от станции «Добрынинская» до станции «Днепропетровская» после выпуска технико-экономического обоснования линии.

Сроки окупаемости, определенные в ТЭО обычным путем и по предлагаемой методике, приведены в таблице.

Варианты	Срок окупаемости, лет		
	определенный в ТЭО	по предлагаемой методике	
		без учета экономии времени пассажиров	с учетом экономии времени пассажиров
1	78,5	17,1	13
2	67	16,5	12,5
3	74	16,5	12,5
4	89,5	18,2	13,9
5	75	17,5	13,3

Как видно из таблицы, срок окупаемости по всем вариантам уменьшается в несколько раз.

# О СНИЖЕНИИ «ДУТЯ» НА СТАНЦИЯХ

М. ВОРОБЬЕВ, Ю. ЛАВРЕШИН,  
П. ПАШКОВ, инженеры

КАК ИЗВЕСТНО, движение поездов по тоннелях метрополитена вызывает в подземных станциях явление «дутья», сопровождающееся периодически пульсирующим нарастанием и снижением скоростей циркуляционных потоков воздуха и колебаниями его давлений. Особенно сильно это явление проявляется на станции в момент прихода и ухода поезда, что вызывает самопроизвольное раскрывание дверей кассовых залов вестибюлей и иногда приводит к травмам пассажиров. Сквозняки, возникающие вследствие «дутья», создают неприятные ощущения и в зимнее время часто вызывают простудные заболевания обслуживающего персонала.

На станциях метрополитена мелкого заложения явление «дутья» проявляется в большей степени, чем на станциях глубокого заложения, где большие объемы залов, вестибюлей и эскалаторных тоннелей способствуют некоторому сглаживанию «дутья».

Снижение явления «дутья» на станциях может быть достигнуто как эксплуатационными, так и конструктивными мероприятиями. Теория этого вопроса подробно изложена в специальной литературе<sup>1</sup>.

Из конструктивных мероприятий наибольшее применение в практике отечественного метрополитена получили циркуляционные сбойки, расположенные у торцов станций. Площадь сечения каждой 70—120 м<sup>2</sup>.

Циркуляционные сбойки уменьшают воздухообмен и колебания давления вследствие движения поездов по станции, так как часть циркуляционных потоков выталкивается и засасывается поездами, минуя станцию, через циркуляционные сбойки в перегонные тоннели обратного направления (рис. 1).

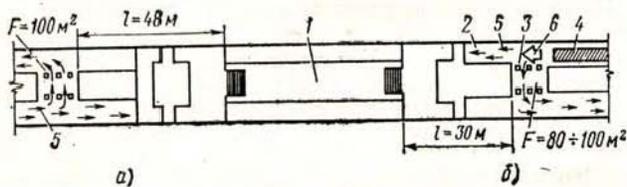


Рис. 1. Схема воздушных потоков при наличии сбойки у торца станции:

1 — станции метрополитена; 2 — перегонные тоннели; 3 — циркуляционная сбойка; 4 — поезд метрополитена; 5 — направление движения воздушного потока; 6 — направление движения поезда

Эти сбойки рекомендуется сооружать на расстоянии не менее 30 и не более 50 м от торцов станций. Поскольку соответственно уменьшается объем воздуха, выталкиваемого на станцию, и обеспечивается минимально необходимое для этого аэродинамическое сопротивление.

Некоторый опыт проектирования станций Харьковского метрополитена мелкого заложения позволяет предложить ряд конструктивных мероприятий по приближению сбоек к торцам станций.

На первом пусковом участке Харьковского метрополитена<sup>2</sup> сооружается шесть станций мелкого заложения, в том числе три односводчатых. При этом свод выполнен на всем протяжении комплекса станционных сооружений, включая вестибюли, понижительную подстанцию и вентиляционную камеру<sup>3</sup>. На участке вентиляционной камеры и понижительной подстанции образуется свободное подсводное пространство, которое по объему и площади сечения представляется наиболее целесообразным использовать как камеру расширения и перепуска воздуха, т. е. как циркуляционную сбойку.

Учитывая это, Харьковметропроект при проектировании односводчатой станции второго пускового участка от-

казался от сооружения в торцах залов специальных циркуляционных сбоек, используя для этого сечение и объем подсводного пространства зад служебными помещениями (рис. 2).

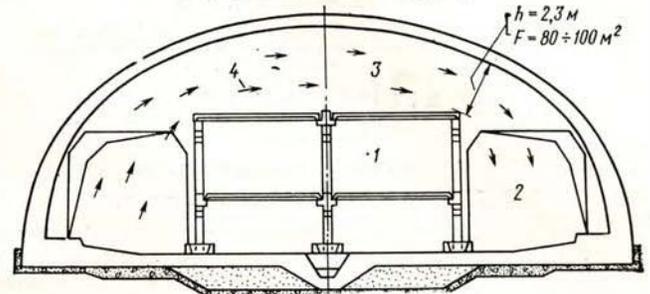


Рис. 2. Новое конструктивное решение циркуляционных сбоек в односводчатых станциях:

1 — понижительная подстанция или венткамера; 2 — перегонный тоннель; 3 — пространство, используемое под циркуляционную сбойку; 4 — направление движения воздушного потока

Аналогичное конструктивное решение может быть применено и на станциях мелкого заложения колонного типа.

В этом случае циркуляционная сбойка над вентиляционной камерой и понижительной подстанцией может быть образована из сборных железобетонных вестибюльных конструкций, с устройством сквозного перекрытия в уровне вестибюля (рис. 3).

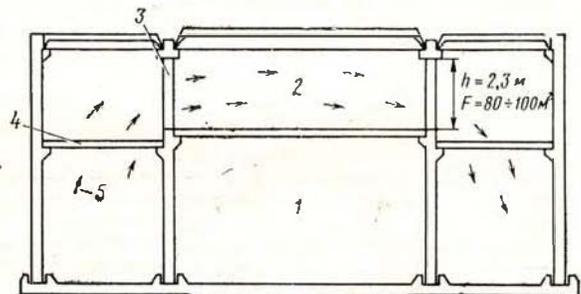


Рис. 3. Новое конструктивное решение циркуляционных сбоек на станциях колонного типа:

1 — понижительная подстанция или венткамера; 2 — пространство, используемое под циркуляционную сбойку; 3 — колонны; 4 — распорки; 5 — направление движения воздушного потока

Рекомендуемое конструктивное решение циркуляционных сбоек по станциям метрополитена мелкого заложения даст возможность:

приблизить циркуляционные сбойки к торцам станций на расстоянии 18 м с сохранением их площади в пределах 80—100 м<sup>2</sup>, что уменьшит объем воздуха, выталкиваемого на станцию, сгладит колебания давления и в конечном счете несколько снизит явление «дутья»;

сократить общую протяженность станционного комплекса на 40—48 м, уменьшить объем земляных и свайных работ, сэкономить 60 т дефицитного проката № 55 и до 60 т арматурной стали;

уменьшить в ряде случаев объем перекладки подземных инженерных городских коммуникаций и стоимость этих работ;

достигнуть снижения сметной стоимости строительства комплекса станции метрополитена открытого способа работ на 90—100 тыс. руб.

Предложение Харьковметропроекта рассмотрено и одобрено Метрогипротрансом.

<sup>1</sup> В. Я. Цодиков. Вентиляция и теплоснабжение метрополитенов. «Недра», 1968; А. Х. Поляков. Проектирование вентиляции тоннелей. «Стройиздат», 1971.

<sup>2</sup> См. «Метрострой», 1970, № 1—2, стр. 28.

<sup>3</sup> См. «Метрострой», 1971, № 4—5, стр. 55.

## МОДИФИКАЦИЯ МЕТОДОВ ПРОХОДКИ ТОННЕЛЕЙ В ГОРОДАХ

**ПРИ ПРОХОДКЕ** тоннелей железных дорог и метрополитенов в городах способы производства работ определяются не только геологическими и гидрогеологическими данными, но и условиями движения по улицам, глубиной заложения фундаментов различных сооружений вдоль трассы тоннеля, плотностью застройки. В связи с этим традиционные методы проходки часто модернизируются или разрабатываются новые, позволяющие получить оптимальные и экономичные технические решения. Так, в ряде случаев оказалось целесообразным сооружать участки тоннелей под защитой крепления в виде труб или рам, предварительно задавливаемых в грунт.

Во Франкфурте-на-Майне ввиду высокой плотности застройки и близости расположения фундаментов зданий тоннель городской железной дороги сооружали под защитой перекрытия из труб. Тоннель проходит в слоях гравелистого песка и четвертичных глин. Задавливание труб осуществлялось из котлованов шириной от 3 до 13 м, где сооружали бетонные упоры и устанавливали по четыре домкрата мощностью 300 т каждый. Трубы диаметром 2,5 м с толщиной стенок 3 см из стали St 37 задавливали секциями длиной от 1,0 до 3,5 м, которые затем сваривали между собой таким образом, что длина их составляла 12—25 м. Головная секция трубы изготовлена с ножевой частью из листа толщиной 5 см, усилена дополнительным кольцом и снабжена специальным домкратом для корректировки положения трубы по направлению, контролируемому с помощью лазера. Однако возникавшие незначительные отклонения удавалось выправлять несимметричной разработкой грунта, которая велась вручную. По окончании разработки грунта в полость труб устанавливали арматурный каркас и заполняли его бетоном. Под защитой такого крепления сооружали стены, а затем и верхнюю плиту обделки толщиной 1,2 м. Устройство крепления из труб позволило избежать осадок зданий над тоннелем, хотя фундаменты некоторых из них располагались всего в 2,7 м от крепления.

Трасса тоннеля городской железной дороги в Гамбурге на участке пересечения 5 станционных путей проходит в напластованиях мергеля, песков, ила, торфа, расположена на уклоне 5,4% и в кривой радиусом 300 м. Для обеспечения бесперебойной работы станции и наземной железной дороги было решено сооружать тоннель под защитой железобетонных рам, задавливаемых в грунт.

Вблизи порталного участка тоннеля раскрывали котлован длиной 40 м и глубиной 12 м, в котором бетонировали секции рамной обделки тоннеля, а также размещали домкраты и упорные устройства. На втором этапе строительства по подошве будущего тоннеля соорудили две направляющие штольни под защитой железобетонных труб внутренним диаметром 1,74 м. Трубы при помощи домкратных установок задавливали в грунт секциями длиной по 3 м. В нижней части штолен укладывали дренажные трубы для отвода грунтовых вод, что позволило понизить их уровень. Штольни были предназначены для укладки в них путей скольжения надвигаемой рамной конструкции обделки, пространство штольни ниже этих путей заполнялось бетоном (рис. 1).

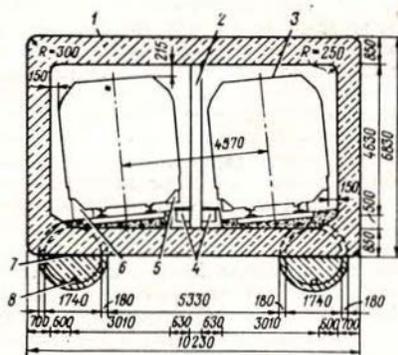


Рис. 1. Поперечное сечение рамной обделки и направляющих штолен:

1 — наружная изоляция; 2 — железобетонная колонна; 3 — габарит приближения строений городской железной дороги Гамбурга; 4 — каналы для прокладки кабелей; 5 — пространство для токосъемника; 6 — пространство для контактного рельса; 7 — путь скольжения; 8 — дренажная труба

Секции обделки длиной 5,7 м изготавливали из водонепроницаемого бетона с защитой наружных поверхностей изоляцией из листового стали толщиной 6 мм. Герметичность зазора между отдельными секциями обеспечивалась специальной конструкцией шва (рис. 2). Криволнейность продольной оси тоннеля обусловила трапецевидную в плане форму секций обделки. Через 5 недель после начала бетонирования производилось задавливание секций обделки в грунт с помощью стационарной силовой установки, включающей 2 блока каждый из 6 домкратов с ходом поршня 1,10 м. Использовалась также передвижная силовая установка, смонтиро-

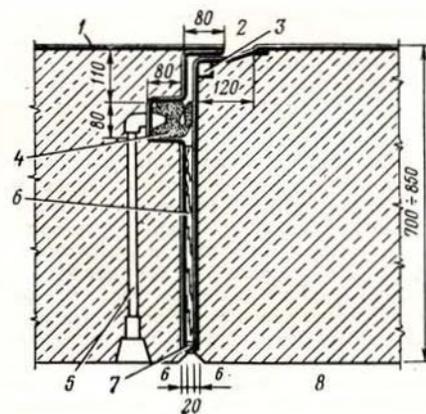


Рис. 2. Схема конструкции шва:

1 — лист толщиной 6 мм из стали марки St 37-2; 2 — наружная сторона; 3 — трубопровод для бетонитовой смазки; 4 — резиновая прокладка; 5 — трубка диаметром 1/2 дюйма для инъекционного раствора; 6 — деревянная прокладка толщиной 30 мм; 7 — эластичная замазка; 8 — внутренняя сторона

ванная на вагоне, которая задавливала головные секции на длину до 35 см. Для корректировки направления передвижения использовалось еще 16 домкратов. Благодаря работе двух систем домкратов движение обделки было сходно по характеру с движением дождевого червя, что значительно облегчало задавливание.

Осуществленный способ оказался более экономичным, чем применявшаяся ранее в сходных условиях методы работ. Главным преимуществом явилось отсутствие помех движению на поверхности в процессе строительных работ.

Требование обеспечения бесперебойной работы наземного транспорта, особенно в условиях крупных городов с высокой интенсивностью движения по улицам, часто является определяющим при выборе метода производства работ по сооружению тоннелей метрополитенов и городских железных дорог. Так, в Милане широко применяемый открытый способ работ с устройством стен в траншеях под глинистым раствором усовершенствован с целью сокращения перерывов очень интенсивного уличного движения. Разработана сборно-разборная конструкция временной металлической проезжей части в виде балочного перекрытия котлована. Монтаж перекрытия, состоящего из трех частей, производится на месте установки (рис. 3).

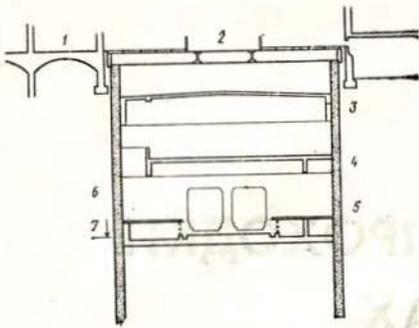


Рис. 3. Поперечное сечение котлована с временным перекрытием:

1 — временный тротуар, 2 — проезжая часть, 3 — перекрытие первого яруса, 4 — перекрытие над пассажирской станцией, 5 — платформы пассажирской станции, 6 — боковая стенка котлована, сооруженная в траншее, 7 — уровень пути метрополитена

Временная проезжая часть устанавливается вначале на  $1/3$  ширины улицы и на нее переводят все автомобильное движение. Затем монтируют второй элемент несущих балок перекрытия и пропускают встречный поток движения. На свободной от движения части улицы ведутся строительные работы. На металлические балки перекрытия укладывают плитное покрытие из сборных железобетонных плит толщиной 4 см, включающих три арматурные металлические сетки и служащих армоэлементом покрытия. Плиты устанавливаются на приваренные к балкам перекрытия ребра и омоноличиваются бетоном, объединяя с верхним поясом балок.

Дальнейшее совершенствование открытого способа проходки тоннелей связывают с использованием заранее изготовленных сборных элементов для стен, возводимых в траншеях миланским способом.

На одном из участков миланского метрополитена закрытой проходкой сооружают тоннель площадью поперечного сечения  $63 \text{ м}^2$  на глубине 14 м от поверхности при толщине покрывающего слоя грунта 6,5 м. На этом участке впервые в большом масштабе проводилась цементация слабосвязного грунта с химическими добавками на основе кремнистого натрия. Укрепление грунта было предпринято для уменьшения осадок поверхности, которые в результате этих работ не превысили 1 см. Предварительно были проведены длительные исследовательские работы с целью уста-

новления степени проникновения различных смесей в грунт, достижения равномерного распределения их в грунте и повышения прочности грунта до  $20 \text{ кгс/см}^2$ . Была разработана технология, предусматривающая предварительное инъектирование в грунт цементного раствора, а затем раствора кремнистого натрия в количестве, зависящем от пористости грунта. Например, в грунт с пористостью  $32\frac{1}{2}\%$  нагнетается по 16% обоих растворов.

Скважины для нагнетания раствора бурят под защитой раствора бентонитовой глины или без него, в зависимости от устойчивости стенок скважин, располагаемых на расстоянии 1,8 м одна от другой. В скважины заводят трубы с инжекторным клапаном и вначале производят нагнетание цементного раствора под небольшим давлением, чтобы создать защитную оболочку в грунте для предотвращения растекания раствора. Затем при давлении 70—100 ат производят дальнейшее нагнетание цементного раствора. Трубу промывают и через несколько дней инъектируют жидкую смесь кремнистого натрия и катализатора (например, этилацетата). Время образования геля такой смеси — примерно 40—50 мин.

Метрополитен в Амстердаме сооружается с 1968 г, протяженность линий первой очереди 25 км. Линия, которая соединит Центральный вокзал с новым жилым массивом, проходит в сложных геологических условиях. Грунтовые напластования представлены песком, залегающим до отметки — 2,5 м, далее до глубины 12 м расположены глины с прослойками песка, ила, болотистых отложений. Ниже до глубины 15 м проходит слой мелкого песка, до глубины 21 м — иловатый песок с тонкими прослойками болотных отложений. На отметке от — 21 м до 30 м залегает слой плотного крупнозернистого песка, ниже голубые глины и с отметок 60/80 м — крупнозернистый песок. Верхний уровень грунтовых вод проходит на отметке — 0,45.

На длине около 3 км участок линии сооружали путем погружения с поверхности 82 секций обделки длиной до 40 м. В нижней части секции находились кессонные камеры и процесс опускания производился под сжатым воздухом. Вначале работ секции бетонировали на поверхности, перед опусканием торцы их закрывали специальными сборными элементами.

Разработку грунта в камере кессонов вели с помощью гидромониторов с на-

пором воды до 8 атм. Пульпа засасывалась в трубопровод и транспортировалась в район порта. Скорость опускания кессона составляла около 70 см в сутки. На проектную глубину 14 м кессон опускали примерно за три недели. Между торцами установленных на место смежных секций оставляли грунтовую перемычку толщиной около 50 см, которую замораживали, пропуская хладагент с температурой  $-195^\circ\text{C}$  по системе труб. Затем разбирали заделку торцов секций, удаляли грунт между ними, устанавливали опалубку и бетонировали обделку в пределах зазора. После набора бетоном необходимой прочности охлаждающие установки выключали, рабочие камеры кессонов заполняли бетоном, нагнетаемым с помощью бетононасосов. Для бетонирования зазоров между смежными секциями применяли бетонную смесь с расходом цемента  $350 \text{ кг}$  на  $1 \text{ м}^3$ . Тепловыделение смеси было достаточным для обеспечения процесса твердения в замороженном грунте.

На участке длиной 240 м обделку тоннеля сооружали под защитой прорезных стенок или шпунтового ограждения. На первом этапе устраивали прорезную стенку глубиной 19 м или забивали шпунтовое ограждение на ту же глубину. Затем с поверхности разрабатывали грунт до уровня верхней плиты обделки и бетонировали ее. На перекрытие устанавливали шлюзовую аппарат и в процессе разработки грунта ниже плиты подавали сжатый воздух в пространство между прорезными стенками и плитой. Разработка грунта в этом пространстве, подобно рабочей камере кессона, велась также с помощью гидромеханизации. После разработки грунта на всю площадь сечения обделки бетонировали внутренние стены и нижнюю плиту.

Обделку тоннелей выполняли из плотного водонепроницаемого бетона без специальной изоляции. В нижнюю часть стен заделывали трубы для пропуска в них во время твердения бетона охлаждающей жидкости, в бетонную смесь вводились добавки — замедлители твердения. Благодаря этим мерам оказалось возможным укладку бетонной смеси в стены и верхнюю плиту выполнить в один этап и без образования трещин.

Примененные в условиях Амстердама методы проходки хотя и характеризуются высокой стоимостью, однако позволили свести к минимуму осадки поверхности, недопустимые в условиях плотной городской застройки.

## ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ СООРУЖЕНИЯ ТОННЕЛЕЙ В СМЕШАННЫХ ПЕСЧАНО-ГЛИНИСТЫХ ГРУНТАХ

ПРИ СООРУЖЕНИИ тоннелей геологические условия часто представлены несвязными песчаными грунтами, перемежающимися со связными глинистыми. Тоннельные работы в такой обстановке еще не полностью механизированы. Одной из интересных попыток использования новых механизированных средств для сооружения тоннелей явилось строительство коллекторных тоннелей в г. Маннгейме (ФРГ) по способу, который авторы назвали «маннгеймским».

Е. ДЕМЕШКО, канд. техн. наук

Отличительные особенности этого способа состоят в применении проходческого щита оригинальной конструкции и трехблочной обделки.

К щиту было предъявлено требование обеспечить временное крепление лба и кровли забоя в грунтах различных типов при одновременной разработке грунта. Для этой цели щит (рис. 1 а, б) оснастили в ножевом кольце козырь-

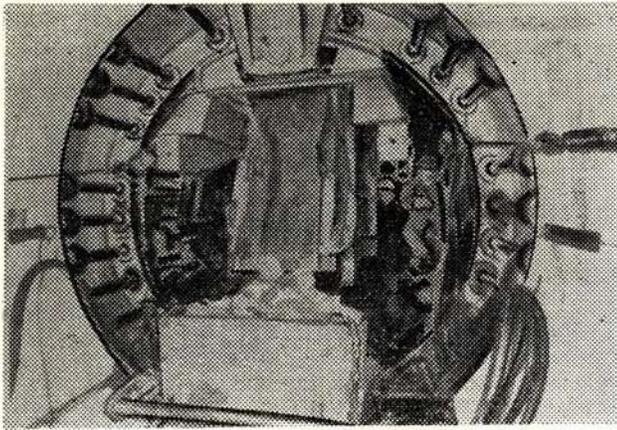


Рис. 1 а

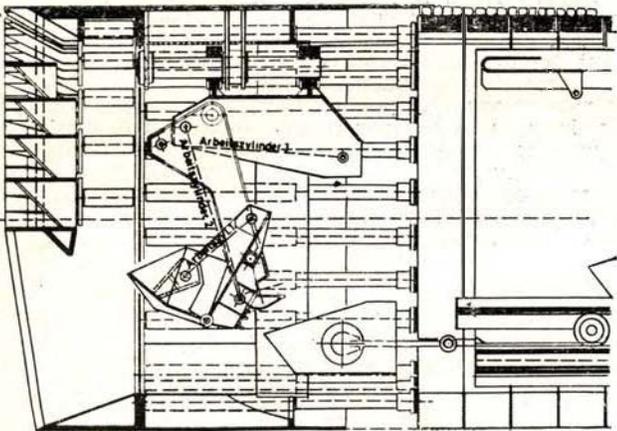


Рис. 1 б

ком из выдвижных шандор, охватывающих верхнюю треть периметра ножа. Шандоры выдвигаются отдельными домкратами, ход плунжеров которых значительно меньше хода щитовых домкратов. Небольшой ход домкратов козырька обусловлен малой жесткостью шандор и трудностью управления щитом. Задавливаемая в кровле крепь уменьшает опасность переборов грунта в забое и осадки дневной поверхности. Передвижение щита при этом происходит следующим образом. Вначале одновременно или поочередно внедряют в грунт шандоры козырька. Если какая-нибудь из шандор не выдвигается, то под ней вручную подрабатывается грунт и облегчаются условия внедрения. Выдвинутые шандоры образуют сводчатое перекрытие, под защитой которого перемещают вперед щит, убирая в согласованном порядке штоки домкратов выдвижной шакарной крепи. За несколько заходов, зависящих от величины хода этих домкратов, щит передвигают на ширину кольца обделки.

Для крепления лба забоя в верхней половине ножевого кольца щита установлена решетка, образующая несколько ярусов ячеек. На горизонтальных площадках ячеек несвязанный песчаный грунт располагается в виде откосов и при передвижении щита избыток грунта ссыпается вниз в лотковую часть опорного кольца. В нижней половине ножевого кольца щита грунт лежит также под углом естественного откоса. В связных глинистых грунтах ячейки решетки очищаются вручную.

Ручной способ разработки принят вследствие значительного содержания в проходимом грунтовом массиве включений и остатков старых сооружений. Включения удаляли под защитой шпунта, забивавшегося в забой. В пластично — текучих глинах грунт выдавливается через ячейки и отделяется от массива в виде брикетов.

Другой отличительной особенностью щита является его универсальный рабочий орган, установленный на центральной продольной балке, подвешенной под верхними щитовыми домкратами. Рабочий орган совмещает функции экскаватора, перестановщика контейнеров и укладчика блоков обделки.

Стрела рабочего органа состоит из двух шарнирно соединенных элементов, приводимых в движение двумя парами гидродомкратов. В сложном виде рабочий орган весьма компактен и высвобождает внутреннее пространство щита. Одновременно значительно упрощается защитовой технологический комплекс, который состоит из одной тележки для вспомогательного оборудования. На нижнем рычаге стрелы шарнирно подвешены два параллельно расположенных ковша. Рычаг стрелы проходит между новшами. Последние поворачиваются гидродомкратами относительно рычага на угол  $90^\circ$ , а рычаг относительно стрелы — на угол близкий к  $180^\circ$ .

Рабочий орган перемещается вдоль продольной оси щита, что необходимо для монтажа обделки тоннеля. Кроме того, он имеет возможность поворачиваться в вертикальной поперечной плоскости на некоторый угол относительно поддерживающей балки. Благодаря этому маятниковому движению рабочий орган всегда сохраняет вертикальное положение вне зависимости от закручивания щита вокруг его продольной оси.

Разработка нижней части забоя и погрузка грунта осуществляется следующим путем. Ковши рабочего органа усилием домкратов стрелы внедряются в откосный забой и заполняются грунтом. Затем стрела совершает обратный ход, а новши перемещаются в зону разгрузки и выгружают грунт в контейнер. Как полагают, контейнерная система транспортирования грунта, принятая в описываемой схеме механизации работ, удобна тем, что ходовая часть — платформа — высвобождается для подвозки элементов обделки. Контейнерная система особенно целесообразна в тоннелях небольшого сечения. Контейнер подается на платформу к щиту непосредственно под стрелу рабочего органа при помощи выдвижной рельсовой секции, телескопически установленной в нижней части вспомогательной тележки. Стрела рабочего органа снабжена на конце двумя крюками, посредством которых контейнер поднимается с платформы. Рельсовая секция сдвигается назад вместе с платформой, и стрела опускает контейнер в лотковую часть щита. Для загрузки контейнера требуется 6—7 черпаний грунта ковшами. После загрузки контейнера цикл повторяется в обратном порядке.

В случае увеличенного диаметра щита, например, для тоннелей метрополитенов, рабочему органу необходимо придать дополнительное движение — вращение вокруг вертикальной оси в целях обеспечения отбора грунта по всей ширине лотковой части щита.

Платформа с погруженным на нее контейнером откатывается электровозом к стволу, оборудованному двумя подъемными блоками — одним из них загруженный контейнер выдвигается на поверхность, другим спускается опорожненный контейнер.

Гидронасосное оборудование щитовых домкратов и домкратов рабочего органа установлено на верхней площадке вспомогательной тележки перемещающейся за щитом. На этой тележке размещена также электроаппаратура управления двигателями насосов. Переменный ток подается под напряжением 380 в. К стволу электроэнергия подводится под напряжением 1000 в. Напряжение понижается сухим трансформатором.

Для возможности маневрирования и движения щита на кривой щитовые домкраты разделены на четыре группы: верхнюю, нижнюю и две боковых. Каждая группа питается отдельным насосом с регулируемым числом оборотов. Регулировка производится тиристорами, включенными в управляющую систему электродвигателей. Таким образом обеспечивается различная скорость выдвижения плунжеров щитовых домкратов той или иной группы, что позволяет проходить кривую с большой точностью.

При движении щита на кривой плунжеры гидродомкратов испытывают изгиб, а на уплотнительные манжеты передаются большие усилия, способствующие их ускоренному износу. Чтобы избежать этого, принято свободное закрепление фланцев щитовых домкратов в корпусе щита. Щитовые домкраты закрепляются в манжетах, «плаваю-

щих» относительно кольцевого ребра опорного кольца щита. Кроме того, чтобы устранить закручивание щита вокруг его продольной оси, цилиндры щитовых домкратов крепятся в подпятниках, установленных на особом кольце, которое может поворачиваться относительно продольной оси щита на небольшой угол. Тем самым оси домкратов отклоняются на некоторый регулируемый угол от продольной оси щита и возникает вертикальная составляющая усилия. Она создает крутящий момент, противодействующий закручиванию щита.

Щит позволяет монтировать обделку различных типов — из чугунных или стальных тубингов, железобетонных блоков, стальных профилированных листов и др. При строительстве обводного коллектора возводилась двухслойная обделка — первичная из железобетонных блоков и вторичная из монолитного бетона с армирующей сеткой. Первичная наружная обделка собиралась из трех блоков. Преимущество такой обделки — в ее геометрической неизменяемости.

Для сборки обделки используется тот же рабочий орган. Обделка монтируется в две стадии. Вначале на платформе подвозится лотковый блок. Стрела рабочего органа поднимает его и платформа вместе с рельсовой секцией подается назад. Блок укладывается непосредственно на грунт, так как в нижней части хвостовой оболочки щита предусмотрен для этой цели специальный вырез соответствующих размеров.

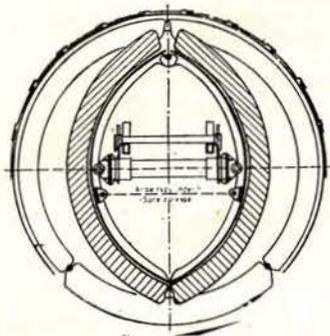


Рис. 2

Боновые блоки монтируются попарно (рис. 2). При этом используется вспомогательное оборудование в виде двух арочных опорных сегментов, соединенных между собой с одного конца шарниром, а посередине — центральной домкратной стяжкой. Блоки навешиваются на сегменты в рудничном дворе. Затем они укладываются в горизонтальном положении на платформу и подаются к щиту, где стрелой рабочего органа снимаются с платформы. После уборки выдвижной рельсовой секции блоки поворачиваются в вертикальное положение, домкраты стяжки раздвигают сегменты, и блоки занимают проектное положение, опираясь на лотковый блок. В продольных стыках блоков закладывают цилиндрические прокладки из эластичного материала с установленным внутри стальным стержнем. Сегменты отсоединяются от блоков, сдвигаются, укладываются на платформу и транспортируются к стволу.

Строительный зазор в оболочке щита при проходке в грунтах естественной влажности заполняют мешочками с песком или осуществляют нагнетание цементно-песчаного раствора. В водонасыщенных грунтах, где требуется применение сжатого воздуха, используется специальное четырехрядное уплотнение строительного зазора, а нагнетание раствора ведется через отверстия в блоках обделки (рис. 3). Между манжетами уплотнения образуются камеры, в которые под давлением подается рабочая среда (воздух). Давление в камерах различно и уменьшается в сторону щита. Этим обеспечивается долговечность стальных пластинок, установленных на манжетах.

Особенностью обделки является также клиновидная форма блочных колец. Ширина кольца в плане переменная и выбирается из условия проходки кривых минимального радиуса. Если проходка ведется на прямой, то каждое новое кольцо монтируют в обратном относительно предыдущего кольца положении. Комбинируя положение клиновидных колец, можно проходить как переходные кривые, так

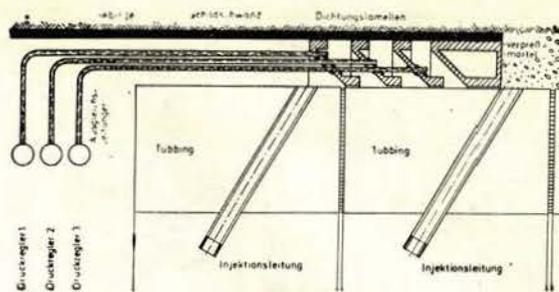


Рис. 3

и кривые с большими, чем минимальный, радиусами. Таким образом, достаточно для всех случаев изготавливать только один тип комплектов блоков кольца.

Для того, чтобы обеспечить высокую точность блоков, формы для их изготовления выполнены стальными, массивной конструкции. Для каждого блока предусмотрена отдельная форма. Блоки изготавливают спинкой вверх и извлекают из формы через два часа с проведением пропаривания.

Для бетонирования внутренней железобетонной рубашки использовалась технология, позволявшая вести бетонные работы одновременно с проходкой тоннеля. Стальная опалубка состоит из трех секций — лотковой и двух боковых, соединенных шарнирно в своде. С лотковой секцией боковые соединяются жестко при помощи болтов. Для восприятия давления бетона опалубка выполнена коробчатого сечения. В стыках опалубки предусмотрены резиновые прокладки (рис. 4).

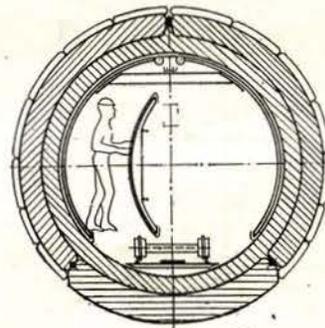


Рис. 4

Процесс бетонирования рубашки начинался с установки опорной балки коробчатого сечения примерно на 0,5—0,7 м выше оси тоннеля. Затем снималась лотковая секция опалубки, очищалась от бетона, смазывалась маслом и устанавливалась на очередном бетонируемом участке тоннеля. Боковые секции опалубки складывались при помощи гидродомкрата, укладывались на платформу и перемещались в новое положение. После очистки и смазки секции раздвигались и приболчивались к лотковой. Платформу удаляли и устанавливали торцевую опалубку. Бетон за опалубку подавался бетононасосом и уплотнялся глубинными вибраторами. Бетононасос и бетономешалка располагались на поверхности у ствола шахты. Если длина тоннеля и глубина ствола значительны, то бетононасос переносится в тоннель и устанавливается непосредственно у опалубки. Это уменьшает длину бетоновода и облегчает ведение работ. Бетон подается за опалубку непрерывно за один цикл, поэтому бетонируемая рубашка не имеет продольных швов.

Преимуществом примененного оборудования явилось то, что проходческий комплекс имел небольшую протяженность и мог быстро показать свою полную производительность. Вместе с тем сокращаются и размеры рудного двора.

Описанный щит и технологическое оборудование применялись при сооружении двух крупных коллекторов наружным диаметром, близким к 4 м, и показали работоспособность и экономичность в строительстве.

**Уважаемые читатели!**  
**НЕ ЗАБУДЬТЕ СВОЕВРЕМЕННО**  
**ОФОРМИТЬ ПОДПИСКУ**  
**НА**  
**ИНФОРМАЦИОННЫЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ СБОРНИК**  
**«МЕТРОСТРОЙ»**  
**НА 1975 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.**