

ISSN 0130—4321

8 1978

МЕТРОСТРОЙ



ВВЕДЕНЫ В СТРОЙ ДЕЙСТВУЮЩИХ

● На участке Тында—Беркамит открылось рабочее движение поездов через 1300-метровый Нагорный тоннель. Это первый пусковой объект БАМтоннельстроя на магистрали века. Сейчас здесь завершаются работы по приведению всего комплекса в полную готовность. С пуском тоннеля в эксплуатацию значительно повысится эффективность перевозок к Нерюнгринскому угольному разрезу и строящейся ГРЭС — энергетическому гиганту Южной Якутии.

● Тбилисские метростроители досрочно завершили сооружение двухпутного Мцхетского железнодорожного тоннеля протяженностью 1030 метров.

Проходка велась двумя ярусами буровзрывным

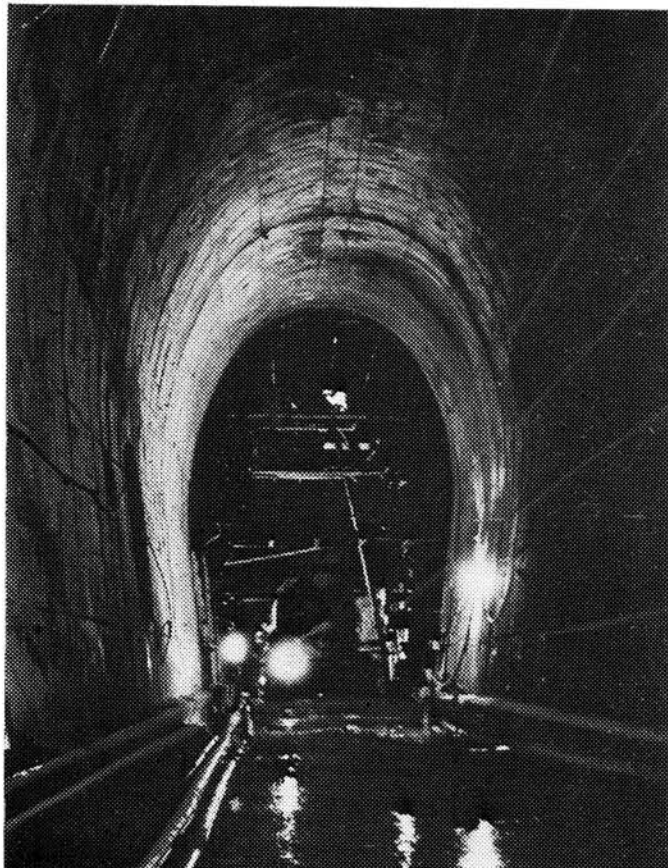
способом с применением бурового агрегата «Брокке».

● Бактоннельстроем закончено строительство тоннеля длиной 1545 метров на участке Аляты—Норашен Азербайджанской железной дороги.

● Тоннельным отрядом № 1 введен в строй действующих Лысогорский железнодорожный тоннель протяженностью 3 километра на линии Краснодар—Туапсе.

● Киевметростроем успешно сооружены два гидротехнических тоннеля общей длиной 6,3 километра на канале Днепр—Донбасс.

● Сдан в эксплуатацию автодорожный тоннель Хоста—Кудепста длиной 600 метров.



Из фотохроники строительства Нагорного тоннеля

Совершенствование технологии сооружения горных тоннелей

С. ВЛАСОВ, главный инженер Главтоннельмостроя;
В. МЕРКИН, руководитель лаборатории строительства горных тоннелей ЦНИИСа

С целью повышения технического уровня сооружения горных транспортных тоннелей и, в первую очередь, на Байкало-Амурской магистрали была выработана комплексная программа действий, направленная на коренное улучшение качества строительства и повышение темпов проходки*, которой, в частности, предусматривалось: оснащение строек высокопроизводительным тоннелепроходческим оборудованием;

выделение опытных участков по отработке новой техники, выявлению рациональной организации работ, обучению бригад;

проведение экспериментов и исследований по созданию эффективных конструкций и технологии временного крепления выработок анкерами и набрызг-бетоном.

Реализация этих мероприятий предусматривалась планами научно-исследовательских и опытно-экспериментальных работ и заданием Госкомитета по науке и технике.

Опытные работы проводили на строительстве тоннелей: Нагорного, Меградзорского, Мцхета—Загэс, через мыс Видный, где осваивали новое оборудование, отрабатывали современную технологию буровзрывных работ, установку временного крепления и осуществляли бетонирование обделок по новым рекомендациям. Так, на Нагорном тоннеле применяли буровые рамы «Фурукава», погрузочные машины ПНБ-3К, самосвальные автопоезда МОАЗ-6401 грузоподъемностью 20 т и осваивали технологию бетонирования обделки в условиях вечной мерзлоты. На Меградзорском тоннеле использовали отечественные буровые агрегаты ПБА-1, оснащенные бурильными установками БУ-1М, погрузочные машины ПНБ-3К, саморазгружающиеся вагоны для транспортирования породы ВПК-7 и ВПК-10 грузоподъемностью соответственно 7 и 10 т. При сооружении Мцхетского тоннеля шпуров бурили буровой кареткой «Брокке», а погрузку и вывоз породы

выполняли машинами ПНБ-3К и самосвальными поездами МОАЗ-6401. В качестве временной крепи использовали железобетонные анкера. На автодорожном тоннеле через мыс Видный для разработки и погрузки грунта впервые применили горнопроходческие комбайны ПК-9Р.

К настоящему времени достигнуто определенное повышение темпов проходки (до 83 м в месяц в однопутном тоннеле в сложных инженерно-геологических условиях, до 60 м в калотте двухпутного тоннеля и до 100 м в транспортной штольне) и выявлены резервы их дальнейшего увеличения, разработаны эффективные составы бетонов и технология возведения обделок в условиях сурового климата.

На основе проведенных ЦНИИСом, СибЦНИИСом и Тындинской мерз-

лотной станцией в содружестве со строительными и проектными организациями Минтрансстроя экспериментальных исследований и обобщения опыта разработаны соответствующие руководящие документы и рекомендации, включая составленные Московской НИС Оргтрансстроя местные технологические карты с калькуляциями труда и стоимости.

Основные технико-экономические показатели проходки на опытных участках приведены в таблице. Средняя эксплуатационная производительность бурового оборудования следующая: сагрегированные на буровой раме ПБА-1 установки БУ-1М в однопутном тоннеле — 19 м/ч; перфораторы РД-100 на агрегате фирмы «Фурукава» также в однопутном тоннеле — 17 м/ч; перфораторы на каретке «Брокке» в калотте двухпутного тон-

Показатели	Транспортно-дренажная штольня Меградзорского тоннеля	Меградзорский тоннель	Нагорный тоннель	Калотта тоннеля Мцхета—Загэс
Характеристика пород	Туфобрекчи сильно трещиноватые $f = 2-3$	Гранодиориты слабо трещиноватые $f = 7-9$	Вечномерзлые скальные породы трещиноватые $f = 3-8$	Песчаники слабо трещиноватые $f = 7-8$
Сечение выработки в проходке, м ²	18,27	48	61,6	63
Глубина шпуров, м	1,1	3,7	3,1	2,7
Тип бурильной установки	БУ-1М (2 шт.)	ПБА-1 + БУ-1	«Фурукава»	«Брокке»
Число шпуров, шт.	44	135	145	110
Средняя эксплуатационная производительность бурильной машины, м/ч	27,5	19×7 = 133	17×5 = 85	20×5 = 100
КИШ	0,83—0,9	0,81—0,86	0,71—0,92	0,82—0,83
Объем породы за цикл, м ³	22	149	165	139
Тип погрузочной машины	ПНБ-3К	ПНБ-3К	ПНБ-3К	ПНБ-3К
Средняя эксплуатационная производительность погрузочной машины, м ³ /ч	42	50	75	75
Тип транспортных средств	ВПК-7	ВПК-10	МОАЗ-10	МОАЗ-6401
Средняя продолжительность цикла, ч	10	28	30	18
Тип временной крепи	Арки из двуглава № 18 через 1 м	Железобетонные анкера с сеткой 11 шт./м	Арки из двуглава № 24 через 0,75±1,5 м	Железобетонные анкера с сеткой, 12 шт./м
Скорость проходки, м				
месячная (25 рабочих дней) . .	60	70	74,5	50
суточная	3,3	2,7	3	2,2
Численность бригады, человек . . .	19	48	38	32
Производительность труда, м ³ /чел.	0,51	0,46	0,6	0,66

* См. «Транспортное строительство», № 11, 1977.

неля — 20 м/ч. Средняя эксплуатационная производительность погрузочной машины ПНБ-ЗК составила: в однопутном тоннеле при рельсовом транспорте (вагоны ВПК-10) — 50 м³/ч; при вывозке породы автопоездами МОАЗ-6401 — 75 м³/ч.

Следовательно, производительность буровых и погрузочных машин ниже технических возможностей оборудования. Это свидетельствует о наличии больших резервов сокращения времени выполнения соответствующих операций проходческого цикла.

По различным организационным причинам имели место большие потери времени на буровзрывных работах (до 18%) и на погрузке породы (до 14%) при общих потерях времени цикла от 15 до 20%. Недостаточной квалификацией проходчиков объясняется частый выход из строя основного оборудования (нужно выбрать правильный режим работы) и в ряде случаев низкое качество буровзрывных работ.

Положительные результаты дало использование гидрозабойки вместо песчано-глиняных пыжей и механических зарядчиков с гранулированным ВВ для ведения взрывных работ. Выявлено, что применение гидрозабойки и модернизированного ЦНИИСом серийного пневмозарядчика ЗП-2 обеспечивает среднее сокращение трудозатрат в 3 и времени в 1,5 раза по сравнению с ручной зарядкой патронированными ВВ.

Нужно отметить, что при производстве буровзрывных работ медленно внедряются имеющиеся в этой области достижения:

несмотря на наличие станков для бурения скважин диаметром 100 мм прямые врубы с незаряжаемыми скважинами применяются редко;

использование технологии контурного взрывания сдерживается из-за отсутствия необходимых материалов (ВВ разной мощности, полных комплектов электродетонаторов, в том числе с концевыми проводками длиной до 4 м) и приспособлений на буровых агрегатах для направленного бурения шпуров;

редко практикуется опытное взрывание для корректировки паспорта БВР при изменении горно-технических условий проходки и вследствие этого низкий КИШ (0,81—0,86), большой разброс породы (50 м и более) и выход негарбитов, а также повреждения конструкций временной крепи и низкое качество контура выработки, уменьшающее эффектив-

ность применения крепи из анкеров и набрызг-бетона и т. п.

Хорошо зарекомендовавшие себя на участках устойчивых пород порталные буровые агрегаты типа ПБА-1 и «Фурукава» плохо приспособлены к работе в изменяющихся инженерно-геологических условиях, в связи с чем темпы проходки резко снижаются, особенно когда необходимо перейти со способа сплошного забоя на уступный или на последовательное ведение проходческих и бетонных работ. Поэтому для оперативного изменения технологии проходки при переходе от сплошного забоя на уступный строительные организации должны иметь запасной комплект оборудования, эффективный при уступном способе. Для этой цели можно использовать, в частности, порталные агрегаты типа малых буровых рам «Фурукава», предназначенные для проходки калоттного профиля и штолен. Такие установки в настоящее время успешно внедряют при проходке штолен Байкальского тоннеля.

Весьма эффективными оказались освоенные организациями Главтоннельметростроя облегченные виды временной крепи (анкеры и набрызг-бетон). Исследования позволили установить рациональные области их применения, составы растворов, конструктивные и технологические параметры. На ряде объектов, в том числе на Байкальском тоннеле, крепь из железобетонных анкеров в скальных породах средней и выше средней устойчивости получила преимущественное распространение, заменив традиционное арочное крепление. Это обусловило повышение скоростей проходки при значительной экономии трудовых и материальных затрат. Для расширения области применения анкерной крепи и снижения трудозатрат на ее установку начаты экспериментальные исследования анкеров на пласторастворах. Уже определены составы химических растворов и отработана технология установки таких анкеров существующими средствами механизации. Первые результаты (небольшая способность равна 17 тс через 1,5 ч после установки) свидетельствуют о перспективности этого направления. Основываясь на современном опыте тоннелестроения, признано целесообразным с целью сокращения затрат труда и материалов провести исследование возможности применения набрызг-бетона с анкерами для введения постоянной обделки. На Меградзорском тоннеле уже сооружено два опытных участка длиной по 30 м, один из которых с железобетонными

анкерами, другой — с анкерами на пласторастворе. Регулярные наблюдения, ведущиеся в течение года за деформациями набрызг-бетонного покрытия толщиной 15 см и состоянием анкеров на первом из участков, представленном слабо трещиноватыми необводненными гранодиоритами ($f = 8—10$) позволяют считать эту обделку достаточно надежной и экономичной. Предусматривается такой же участок сделать на Байкальском тоннеле.

Широкое внедрение набрызг-бетона требует, однако, решения организационно-технических вопросов — создание механизированных узлов для приготовления набрызг-бетонной смеси и механизмов с дистанционным управлением для ее нанесения и установки анкеров, а также поставки стройкам высококачественных заполнителей.

Одним из важнейших вопросов совершенствования тоннелестроения является обеспечение комплексной механизации бетонных работ и подбор составов бетонов, которые, удовлетворяя предъявляемым к обделке проектным требованиям, соответствовали бы применяемым средствам механизации. Анализируя результаты опытных работ, можно констатировать, что намеченная в этой части программа успешно выполняется. Реализованная на строительстве Нагорного тоннеля технология с использованием автобетоновозов — миксеров СБ-92, пневмобетоноукладчиков с загрузочными устройствами, механизированных опалубок и автоматизированных бетоносмесительных узлов обеспечивает практически полную механизацию бетонных работ. Применительно к протяженным выработкам эффективной может оказаться предложенная на строительстве Меградзорского тоннеля схема организации в тоннеле бетонного узла с использованием двух пневмобетононагнетателей ПН-0,7, транспортера и бункера, загружающихся сухой смесью от вагона ВПК.

В настоящее время созданы также предпосылки для обеспечения с минимальными затратами средств требуемого качества обделок, в том числе возводимых в условиях БАМа. Проведенные ЦНИИСом в содружестве с НИИЖБом и МИИТом исследования позволили разработать эффективные составы бетонных смесей на основе комплексных химических добавок*, которые в отличие от бетонов, ранее применяемых в аналогичных услови-

* См. «Транспортное строительство», № 9, 1977.

ях, не требуют электропрогрева для твердения при низких температурах. Применение таких смесей на Нагорном тоннеле показало, что, обладая высокой удобоукладываемостью, они позволяют эффективно использовать имеющееся прогрессивное оборудование.

Окончательной оценкой проводимых мероприятий является выдерживание проектных сроков строительства тоннелей, высокое их качество и своевременный ввод в эксплуатацию. Применение новых высокопроизводительных механизмов и научных разработок позволило практически повсеместно перейти на применение метода сплошного забоя и более чем в два раза увеличить средние темпы проходки тоннелей: с 20—25 пог. м в 1975 г. до 83 пог. м в 1978 г. В частности, среднемесячная за весь период строительства Нагорного тоннеля скорость проходки на забой составила 31 м при наибольшей 77 м, Байкальского — 62 м при максимальной 83 м. Это, в свою очередь, повысило эффективность строительства и позволило сократить сроки производства работ. Так, сооружение Нагорного тоннеля завершено почти на год, а двухпутного Мцхетского тоннеля на 2 месяца раньше предусмотренных сроков.

Таким образом, оценивая в целом положительно результаты опытных работ, следует отметить, что большинство из выявленных в процессе их проведения характерных недостатков могут быть устранены в ближайшее время силами самих строительных организаций. Существенную помощь при этом должно оказать внедрение разработанных ЦНИИСом и Ленметрогипротрансом «Высокопроизводительных технологических схем сооружения горных транспортных тоннелей». Ими, применительно к различным условиям, определяются рациональные комплексы основного оборудования, схемы и графики производства работ, примерные паспорта БВР и временного крепления, составы бригад и расходы энергии, ориентируя строителей на рациональную организацию труда и повышенные скорости ведения проходческих и бетонных работ. Кроме того, необходимо продолжить практику проведения скоростных проходок для выявления возможностей оборудования и технологии, а также организацию школ передового опыта, в том числе для руководящего состава и служб материально-технического обеспечения. □

СТРОЙКА ВЕКА

Тоннели БАМа

Общая протяженность подземных выработок—90 км

И. САЛОПЕКИН, начальник Бамтоннельстроя

Сооружение тоннелей на БАМе характеризуется чрезвычайной сложностью и разнообразием инженерно-геологических условий, расположением (Северо-Муйский, Байкальский и Кодарский) на удаленных и труднодоступных участках с суровым климатом. В начальный период при возведении жилых поселков и освоении припортовых стройплощадок (1975—1976 гг.) материалы и оборудование к Северо-Муйскому тоннелю доставляли от ближайшей железнодорожной станции Таловка по автодорогам и зимникам за 1000 с лишним километров.

Созданное в 1975 г. Управление строительства тоннелей на Байкало-Амурской магистрали — Бамтоннельстрой имеет в своем составе семь тоннельных отрядов, из которых два сформированы в текущем году. В Бамтоннельстрой входят: Управление механизации (УМ), Управление производственно-технологической комплектации (УПТК), Автобаза и жилищно-коммунальная контора (ЖКК). Для успешного производства работ при Управлении созданы: филиал Ленметрогипротранса — Бамтоннельпроект, научно-исследовательская лаборатория ЦНИИС Минтрансстроя и горно-спасательный отряд Минуглепрома.

Строительством магистрали руководит Генеральный подрядный Главк «Главбамстрой», а на отдельных уча-

стках — его генподрядные тресты. Бамтоннельстрой, являющийся, как и мостостроительные тресты, субподрядной организацией, в свою очередь, имеет субподрядчиков, выполняющих проходку шахтных стволов, устройство водопонижения и частично электромонтажные работы. До середины 1977 г. все сооружения на поверхности, в том числе и жилые поселки, строили тоннельные отряды своими силами, а с середины 1977 г. эти работы выполняет генподрядчик.

Краткая техническая характеристика тоннелей следующая:

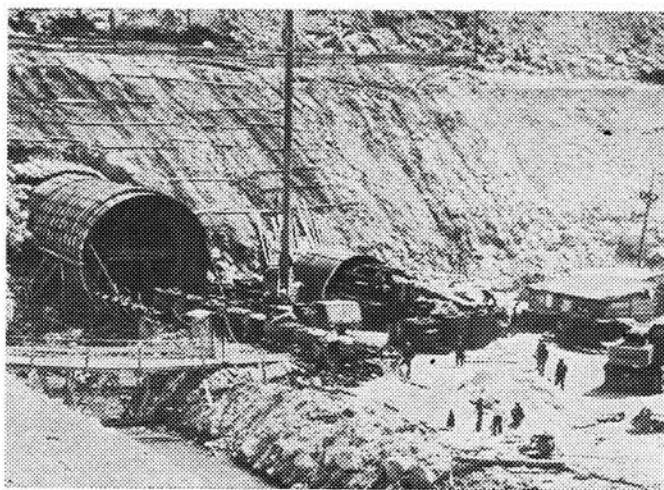
Байкальский протяженностью 6,7 км — перевальный, односкатный с уклоном до 13,5%, пересекает Байкальский хребет под седловиной перевала Даван на границе Бурятской АССР и Иркутской области. Он сооружается в скальных породах (граниты) с многочисленными тектоническими зонами разломов мощностью до 100 м и более. Сейсмичность района 8—9 баллов. Крепость пород по Протодьяконову колеблется в пределах от 2 до 10, а в зонах тектонических разломов породы нарушены до состояния дресвы и щебня; приток воды на забой до 200 м³/ч; ожидаются также напорные воды с давлением от 5 до 20 атм. Инженерно-геологические условия изучены слабо — буровые скважины (13 скважин) расположены неравномерно по длине тоннеля, в ме-

ИЗ ФОТОХРОНИКИ
СТРОИТЕЛЬСТВА
БАМа

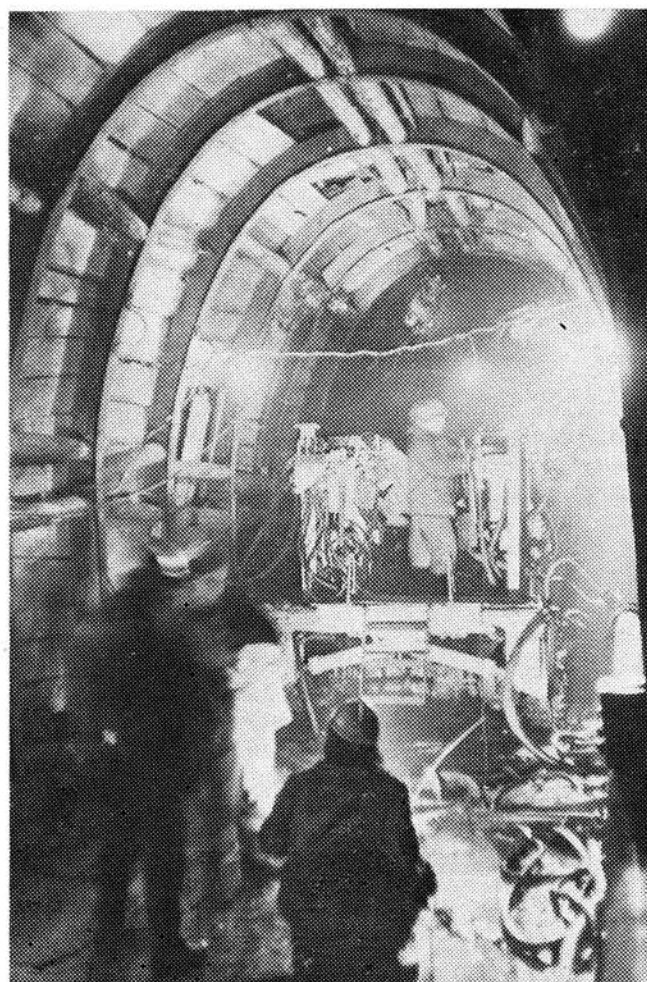


Западный портал Северо-Муйского тоннеля, июнь 1977 г. Начало врезки щита $\varnothing 8,5$ м и окончании монтажа горного комплекса для проходки штольни $\varnothing 5,5$ м

3-й ствол Северо-Муйского тоннеля



Байкал, мыс Курлы, 1975 г.



В транспортно-дренажной штольне Байкальского тоннеля

стах наиболее доступных для бурения. В связи с этим для расширения фронта работ, особенно на наиболее сложных участках, а также для водоподвления и укрепления пород параллельно тоннелю с опережением его сооружается разведочная транспортно-дренажная штольня, на которой производится горизонтальное разведочное бурение станком «Диамек» фирмы «Атлас Копко» на расстоянии до 250 м.

Примерно на середине тоннеля расположен вентиляционный ствол $D=7,5$ м, проходка которого закончена в конце 1977 г.

На 1 ноября 1978 г. пройдено: со стороны западного портала 884 пог. м разведочной транспортно-дренажной штольни, 471 пог. м тоннеля, а со стороны восточного портала соответственно 1084 и 991 пог. м. Бурение в штольне и тоннеле выполняют самоходными, на рельсовом ходу, буровыми установками японской фирмы «Фурукава», а погрузку породы — машинами ПНБ-3к. Для транспортировки породы со стороны порталов применяют автосамосвалы Могилевского завода МОАЗ грузоподъемностью 20 т, а из штольни — вагоны ВПК-7 и ВПК-10 на рельсовом ходу (колея 900 мм, рельсы Р-33) объемом 7 и 10 м³ с донным транспортером.

Шахтный ствол Байкальского тоннеля оснащен двумя подъемными машинами ЦЗ.5/2А, одна из которых оборудована клетью для подъема и спуска людей, материалов и глухих вагонов УВГ-2.5, а другая — бадьей емкостью 5 м³ только для выдачи породы. Каждая машина имеет электропри-

вод — два электродвигателя по 630 квт при напряжении 6 кв. В стволе расположены: лесоспуск, трубопроводы для транспортировки бетона, водоотлив, водопровод и воздухопровод, а также два вентиляционных стова $D=1200$ мм и два $D=600$ мм, электрические кабели, сигнализация.

На припортальных и шахтной строительных площадках находятся душ-комбинаты, механические мастерские, бетономесительные узлы, компрессорные и вентиляционные здания, столовые, склады, столярные мастерские, резервные передвижные электростанции, котельные, вахтенные общежития, медицинские пункты, профилактории и др.

Электроснабжение в первый период осуществлялось от передвижных низковольтных электростанций, расположенных на каждой площадке, затем от энергоблока на шахте и временной ЛЭП-6 кв до порталов тоннеля, а с августа 1978 г. от энергоблока в Северобайкальске с передачей электроэнергии напряжением 35 кв по участку постоянной ЛЭП-110 кв до шахты и далее к припортальным площадкам по временной ЛЭП-6 кв. К концу 1978 г. от Усть-Кута до Байкальского тоннеля заканчивается строительство постоянной ЛЭП-110 кв (в габаритах ЛЭП-220 кв). В 1979 г. электроэнергия будет поступать от постоянной сети Минэнерго, а временные энергоузлы сохранятся как резервные. Сжатый воздух подается от передвижных компрессоров, а с подачей постоянной электроэнергии с середины 1979 г. будет поступать от строящихся стационарных компрессорных.

У восточного и западного порталов расположены жилые поселки строителей.

Северо-Муйский тоннель длиной 15,3 км, также перевальный, пересекает одноименный хребет в верховье реки Ангаракан — притока Верхней Ангары в зоне сейсмичности 8—9 баллов. Инженерно-геологические условия строительства тоннеля чрезвычайно разнообразны. Припортальные участки сложены неустойчивыми рыхлыми четвертичными отложениями: с большим количеством валунов. Породы сильно обводнены. Горный массив по трассе дислоцирован тектоническими процессами с образованием многочисленных разноориентированных зон разломов. Недалеко от западного портала тоннель пересекает древний размыв, заполненный водоносными аллювиальными отложениями с большими притоками высоконапорных вод. Зоны разломов заполнены разрушенными до состояния песка и щебня породами с обильными притоками воды. Коэффициент крепости пород по Протодеяконову колеблется от совершенно неустойчивых, текучих до 10 и более. Водопиток на забой достигает 500—700 м³/ч и давление 25—30 ати, в том числе поступают термальные воды с температурой до +50°C. Температура в горном массиве до +50°C, а возможно и выше.

Инженерно-геологические условия строительства этого тоннеля изучены еще меньше, чем Байкальского: 27 буровых разведочных скважин расположены на припортальных и наиболее доступных для бурения участках, а более чем на половине его длины

БАМ. ИСТОКИ

Из истории идеи и начала ее реализации

И. КОМОГОРЦЕВ, доктор исторических наук;
В. ЛАМИН, канд. исторических наук

В 1878 г. было закончено строительство железнодорожной линии, соединившей Пермь с Екатеринбургом (Свердловском). Это событие вызвало оживление

* БАМ: проблемы, перспективы... Москва, «Молодая гвардия», 1976.

интереса к вопросу о создании Великой Сибирской магистрали, поднятому еще в 1850-х годах. Однако дальнейшее продвижение железнодорожного пути в Сибирь затормозилось на полтора десятилетия. Крупные торговые города Сиби-

ри: Тобольск, Томск, Енисей — обосновывали необходимость железнодорожной линии по трассе сложившихся торговых сообщений. В течение почти полвека дискутировались различные варианты «железной дороги через всю Сибирь».

В 1886 г. было принято предварительное решение о сооружении Великой Сибирской магистрали. В следующем году для изыскания линии будущей железной дороги были организованы три экспедиции: Среднесибирская, Забайкальская и Южноуссурийская. В качестве руководящего условия перед изыскателями ставилась задача прокладки трассы по кратчайшему пути к тихоокеанскому побережью,

с тем чтобы было обеспечено максимально возможное сокращение сроков строительства магистрали. Именно с этим связано возникновение идеи строительства железнодорожной линии, проходящей через районы севернее озера Байкал по маршруту Красноярск — Братск — Нижнеангарск с выходом в долину реки Верхней Ангары, перевалом в бассейн реки Витима и далее до соединения с Южно-Уссурийской дорогой в Хабаровске. От поселка Чара и из района верховьев реки Лены предлагалось дать ответвления на Читу и Благовещенск.

С целью выявить возможность северного варианта в 1889 году под руководством полковника гене-

инженерно-геологические характеристики составлены только на основе геофизических измерений. Припортовые участки сооружают щитовым способом, причем со стороны восточного портала применяя водопонижение. Взаимное расположение разведочной транспортно-дренажной штольни и тоннелей под первый и второй пути аналогично принятому на Байкальском тоннеле.

На Северо-Муйском тоннеле — три ствола диаметром по 7,5 м. Из транспортно-дренажной штольни также производят опережающее разведочное бурение станком «Диамек». Способы проходки штольни и тоннелей и типы конструкции как временной крепи, так и постоянной обделки, назначают в зависимости от фактических гидрогеологических условий. Набор зданий и сооружений на припортовых и шахтных стройплощадках, а также схема энергоснабжения примерно те же, что и на Байкальском тоннеле, кроме временной ЛЭП, которая построена на напряжение 35 кв.

На 1 ноября 1978 г. пройдено 210 пог. м тоннеля со стороны западного портала и 128 пог. м со стороны восточного, соответственно штольни — 619 и 193 пог. м. Сооружение восточного ствола заканчивается в текущем году. Общая глубина всех стволов Байкальского и Северо-Муйского тоннелей составит почти километр.

Кодарский тоннель также перевальный, расположен западнее Чары, в Читинской области. Трасса его протяженностью 1,8 км пересекает Кодарский хребет и располагается в многолетнемерзлых разрушенных скальных породах. Проектом принят вариант

сооружения двух тоннелей без штольни между ними.

Четыре **Мысовых** тоннеля общей длиной 5,16 км (0,38+1,89+1,62+1,27) расположены на побережье Байкала. Решение об их строительстве принято после детального изучения бестоннельного варианта трассы. В связи с расположением тоннелей в сильно трещиноватых скальных породах с наличием разломов предусматривается проходка их уступом, с разработкой сечения по частям. Нижняя опережающая штольня дает возможность в зависимости от конкретных гидрогеологических условий назначать способы проходки и типы обделок тоннелей. Сейчас ведутся устройство дорог, сооружение припортовых выемок и оборудование территорий стройплощадок. ТО № 16 приступил к обустройству припортовой стройплощадки между тоннелями № 1 и 2.

Нагорный тоннель на линии Тын-да — Беркакит имеет длину 1341 пог. м из них 1240 пог. м сооружено подземным способом, а 101 пог. м — открытым — в выемке (60 пог. м с севера и 41 пог. м с юга). Проходка тоннеля закончена 10 сентября 1977 г., а в IV квартале 1978 г. по нему открыто рабочее движение поездов*.

Уникальность тоннелей БАМа требует от строителей высокой квалификации, опыта и знаний, инициативы, деловитости и самоотверженного труда. Плановые задания возрастают ежегодно в 1,5—2 раза. Создаются новые тоннельные отряды, наращивают мощности уже созданные подразделения. □

* «Метрострой», № 3, 1978.



Бригадир комплексной горнопроходческой бригады кавалер ордена Трудового Красного Знамени и ордена «Знак Почета», лучший проходчик «Шахтспецстроя» П. ДУДИН. Его бригада сооружала шахтный ствол Байкальского тоннеля



Начальник участка ТО № 11 Ф. ГАФУРОВ один из первых награжден орденом «За строительство Байкало-Амурской магистрали»

рального штаба Н. А. Волошинова была проведена барометрическая рекогносцировка по маршруту Красноярск — Витим — Гуджетский перевал. В том же году Н. А. Волошинов осуществил экспедицию от Гуджетского перевала до Нижнеангарска, а затем по трассе: Кумора — Делакоры — Яксай — Катеро-Янгуйский перевал и через Северо-Муйский хребет — в долину реки Муи.

Докладывая о результатах экспедиционных разведок северо-байкальского варианта, Н. А. Волошинов констатировал: «Нет никаких данных, по которым можно было бы судить о названной местности. Тунгусские старшины могли указать только двух чело-

век, которые заходили в местность для целей охоты. Рекогносцировка в этой местности не могла быть произведена. Поэтому проведение линии по этому направлению оказывается безусловно невозможным уже в силу одних технических затруднений, не говоря уже о других соображениях».

Северный вариант обещивал некоторое сокращение строительной длины дороги, но необычные природные условия предполагали дополнительные технические трудности и колоссальные расходы. Южный вариант более, чем северный, соответствовал требованию соблюдения сроков строительства Транссибирской магистрали, которое

было обусловлено характером развития международных отношений на Дальнем Востоке.

В русской прессе тех лет господствовало мнение, что из числа всех предприятий XX века Сибирская дорога занимает первое место. С окончанием ее строительства, как считал, например, Г. Краевский «пассажирыское движение через Суэцкий канал в Китай и Японию совершенно прекращается. Благодаря Сибирской дороге все порты России на Дальнем Востоке, находясь на торном, кратчайшем, кругосветном пути, будут призваны сыграть первенствующую роль в Тихом океане».

Такой перспективой будущего значения Трансси-

бирской магистрали были серьезно обеспокоены представители делового мира в различных странах. С учетом этого обстоятельства еще до окончания строительства Сибирской дороги был выдвинут проект сооружения конкурирующей с ней трансконтинентальной железнодорожной линии. В 1895 году редактор одной из японских газет сделал доклад в Обществе экономистов в Токио о реальности осуществления в скором времени строительства Восточной трансасиатской железной дороги. По его проекту трасса этой дороги должна пройти от Пекина через Индию на Кашгар, затем, преодолев тоннелем Тянь-Шаньский хребет, по территории России (Коканд,

Лидеры социалистического соревнования

Д. ВАСИЛЬЕВ, секретарь парткома Бамтоннельстроя

Одна из основных особенностей строительства тоннелей Байкало-Амурской магистрали та, что все его подразделения формировались заново — на месте строительства. Ни один коллектив не был передислоцирован на БАМ из других районов страны.

Это накладывало на работу руководства и партийной организации большую ответственность в деле подбора, расстановки и воспитания кадров. Помощь, оказанная в решении этих задач Главтоннельметростроем, Бурятской областной и Северо-Байкальской районной партийными организациями, позволила создать коллектив, насчитывающий более 4 тыс. человек. В трудных условиях из года в год он выполняет все возрастающие объемы работ.

Начало созданию ядра тоннельщиков на БАМе положил Тоннельный отряд № 11, который в феврале 1979 г. отметит свое пятилетие. Отряд комплектовался в основном из метростроителей Харькова, Москвы и Ленинграда, горняков Донецкой области, строителей Бурятии.

В шеренге передовиков производства, победителей социалистического соревнования — коммунисты. В чис-

ле первых, прибывших в 1974 г. на стройку века, — Евгений и Петр Четвернины — бригадиры проходчиков ТО № 11, С. Крепышев — кузнец ТО № 12, А. Смирнов — проходчик ТО № 18, С. Рудаков — экскаваторщик Управления механизации, В. Кугаев — водитель автобазы, Ф. Михевнин — бригадир плотников ТО № 19 и многие другие.

Если принять за основу выполнение плана 1975 года, года создания Управления строительства Бамтоннельстроя, то в последующем он увеличивался соответственно в 1976 г. в 1,8 раза, в 1977 г. в 1,7 раза, в 1978 г. более чем в два раза.

Сложность первого организационного периода заключалась и в том, что недавним проходчикам и слесарям пришлось стать плотниками и лесорубами. Надо было осваивать новые профессии — строить жилье, столовые, бани, клубы. В этих условиях большое значение имело правильно организованное обучение новым профессиям и распространение наставничества.

Лучшие наставники — коммунисты электросварщик В. Барт (ТО № 11), проходчик А. Смирнов, бригадир В. Толстоухов (ТО № 12), экскава-



Кавалер ордена Ленина и ордена «Знак Почета» бригадир комплексной бригады «Шахтспецстроя» М. РЯБОВОЛ. Руководимый им коллектив завершил проходческие работы на стволе № 2 Северо-Муйского тоннеля



Бригадир проходчиков ТО № 11 Северо-Муйского тоннеля П. ЧЕТВЕРНИН. Возглавляемый им коллектив добился высоких показателей в социалистическом соревновании

Бухара, Мерв) и далее через Тегеран, Багдад и Константинополь на соединение с западно-европейскими линиями.

В 1904 году синдикатом американских капиталистов был предложен русскому правительству проект сооружения Сибиро-Аляскинской железной дороги. Проектируемой межконтинентальной магистралью предполагалось обеспечить транзитное железнодорожное сообщение по маршруту Париж — Нью-Йорк. Основная трасса магистрали должна была пройти по направлению Канск — Киренск — Якутск — мыс Дежнева, отсюда через тоннель под Беринговым проливом на Аляску и далее по Американскому континенту. В ви-

де компенсации за риск осуществления этого грандиозного проекта синдикат ходатайствовал о передаче ему во владение участков земли в 24-километровой полосе вдоль железнодорожной линии с предоставлением исключительного права разработки минеральных богатств сроком на 90 лет. План сооружения северной железнодорожной магистрали был в середине 1906 г. представлен в Министерство путей сообщения. Но он, как известно, не был осуществлен.

Дискуссия вокруг проблемы выбора оптимального варианта направления трассы железнодорожной линии на участке от Сретенска до Хабаровска особенно обострилась после окон-

чания русско-японской войны. Хотя по условиям Портсмутского мирного договора восточный участок Транссибирской магистрали, проходивший к Владивостоку через Харбин, и остался собственностью России, в то же время было ясно, что нормальная его эксплуатация будет затруднена.

Состоявшееся в конце 1906 года в Иркутске совещание о путях сообщения в Сибири большинством голосов высказалось за строительство Амурской дороги и подчеркнуло срочную необходимость прокладки второй колеи на всем протяжении Транссибирской магистрали. Сооружение второй сибирской магистрали — от Канска на Усть-Кут и севернее Байкала на соеди-

нение с Амурской дорогой — было отнесено в разряд желательных. «Когда экономическая жизнь Сибири разовьется настолько, — отмечалось в резолюции совещания, — что одна магистраль не в состоянии будет удовлетворять потребностям края, то эту последнюю следовало бы вести севернее озера Байкал».

Проект Северо-Байкальской железной дороги, предложенный в то время, был смелым, аргументированным с точки зрения экономической целесообразности. Однако справедливо отметить также и то, что северобайкальский вариант строительства Транссибирской магистрали не мог осуществиться. Государству со слабо развитой эконо-

торщик С. Рудаков, бригадир плотников Ф. Михевнин, шофер Н. Охоев и другие с честью справляются со своей важной общественной обязанностью.

Большую организаторскую и политическую работу в коллективе ведут коммунисты. Партийная организация Бамтоннельстроя объединяет 9 цеховых (на правах первичных) организаций, в которые входят 28 партийных групп.

Широкое развитие трудового соперничества — тоннельные отряды заключают договоры на социалистическое соревнование между собой и с коллективами соседних строительно-монтажных поездов, а Управление Бамтоннельстрой соревнуется с трестом Нижнеангарсктрансстрой — дало положительные результаты. Помимо рубки просек, строительства дорог, жилых поселков (Северомуйский, Тоннельный, Гуджекит, Даван, Гранитный), возведения больниц, школ, столовых и других объектов соцкультбыта тоннельщики проделали большую работу и по выполнению своих основных задач — обустройству шахтных стволов, началу горнопроходческих операций, монтажу оборудования, сооружению производственных баз и площадок. Практические результаты отражают цифры выполнения плана: в 1976 г. — на 104,3%, в 1977 г. — на 103,2%, а за 4 месяца 1978 г. — на 115,2%.

Получило распространение соревнование, рожденное комсомольцами БАМа, под девизом: «Я — хозяин стройки». А комсомольско-молодежная бригада В. Богданова из ТО № 11

в 1978 г. стала инициатором почина «Каждому ордену Ленинского комсомола — двухмесячник ударного труда». Сейчас все комсомольцы и молодежь Бурятского участка БАМа подхватили этот почин.

Почетное право первыми начать горнопроходческие работы завоевали бригады: кавалера ордена Ленина В. Толстоухова из ТО № 12, Н. Цыпина, ТО № 18, и Е. Четвернина.

Хорошие показатели в социалистическом соревновании у комсомольско-молодежных бригад А. Дица и В. Богданова, а коллективу В. Прокушева (ТО № 11) присвоено звание лауреата премии Ленинского комсомола.

Образцы отличной работы постоянно показывают бригады В. Кожемякина и Б. Чуринова из ТО № 18, А. Рындыча и А. Федосимова из ТО № 12, Л. Базалия — ТО № 18. Его бригада рапортовала о достижении: 100,3 пог. м проходки транспортно-дренажного тоннеля в месяц. Это — наш бамовский рекорд.

Подсчитав свои возможности и резервы в свете рекомендаций и указаний Генерального секретаря ЦК КПСС, Председателя Президиума Верховного Совета СССР Л. И. Брежнева, высказанных им во время поездки по районам Сибири и Дальнего Востока, трудящиеся Бамтоннельстроя взяли повышенные обязательства по досрочному претворению в жизнь принятых планов.

Третий год пятилетки наш коллектив завершил выполнением больших целевых задач: пройдено 2485 пог. м транспортно-дренажных и 2200 пог. м основных тоннельных участков. □

Механикам БАМа на первых порах пришлось осваивать своими силами такие необычные для тоннелестроителей процессы, как выработка кислорода, организация радиосвязи между подразделениями, находящимися на расстоянии до 1500 км друг от друга, эксплуатация речных и морских судов, монтаж и эксплуатация складов жидкого топлива емкостью до 5000 м³, доставка на плаву по Байкалу и рекам железнодорожных цистерн, транспортировка за сотни километров по грунтовым дорогам шестисосных железнодорожных вагонов с электростанциями и др.

Бамтоннельстрой получает оборудование практически со всех заводов горного машиностроения СССР.

Тоннелестроители используют лучшие образцы современной дорожно-строительной и горнопроходческой техники как отечественного, так и зарубежного производства, электростанции на автоходу мощностью 2500 квт. Мы вооружены передвижными компрессорами производительностью 50 м³/мин, бульдозерами мощностью до 310 л. с, гидравлическими экскаваторами с ковшем емкостью 1,5 м³, гусеничными кранами грузоподъемностью до 63 т, автокранами грузоподъемностью до 30 т, буровыми каретка-

микой было не под силу принять его за основу, а тем более реализовать. Да и технический уровень того времени не позволял решать подобные глобальные проблемы. Кроме того, проект требовалось выверить тщательно и всесторонними транспортными изысканиями в труднодоступных, почти не обжитых районах обширной горной страны, простирающейся от Енисея до Тихого океана.

Начавшаяся война, мировая, а затем гражданская, на время приглушила дискуссию вокруг проекта Северо-Байкальской железной дороги.

В 1927 г. Дальневосточным крайпланом были организованы первые рекогносцировочные транспортно-

экономические изыскания трассы Хабаровск — Советская Гавань. В начале 1930 года это предложение дальневосточных краевых организаций было направлено в адрес ЦК ВКП(б) и Совета Народных Комиссаров СССР. Трассу предлагалось провести от действующей линии Транссибирской магистрали через северную оконечность озера Байкал к одной из бухт в Татарском проливе с ответвлением в направлении Хабаровска. В названном документе **будущая железная дорога впервые была названа Байкало-Амурской железнодорожной магистралью [БАМ].**

В 1931 году по направлению Хабаровск — Советская Гавань были проведе-

ны предварительные изыскания, выполненные Дальжелдорстроем. Однако собранные в результате изысканий материалы не были обработаны, так как постановлением СНК СССР в качестве конечного пункта трассы к тихоокеанскому побережью было установлено село Пермское на реке Амур. Вскоре началось строительство города Комсомольска и сооружение железнодорожной линии от станции Волочаевка. В соответствии с этим Комсомольск стал рассматриваться проектировщиками как один из промежуточных пунктов восточного участка Байкало-Амурской железнодорожной магистрали, направленной к Советской Гавани либо другой удобной

бухте в Татарском проливе. Проводились подготовительные работы по организации строительства БАМа. С этой целью в 1932 году было создано Управление строительства Байкало-Амурской железнодорожной магистрали, а годом позже на базе Восточно-сибирской экспедиции НКПС был организован Отдел технических изысканий.

Летом 1932 года изыскательские экспедиции под руководством П. К. Татаринцева, Д. И. Джусь, А. П. Смирнова приступили к работам на головном участке БАМа. 17 июня 1932 года изыскательской партией Г. З. Зборовского было определено место примыкания трассы БАМа к Транссибирской магистрали. «А

Техническое оснащение стройплощадок

В. КОГАН, главный механик Бамтоннельстроя

ми на пневмо- и рельсовом ходу, станками разведочного бурения из забоя, приносящими керн из скважины глубиной до 250 м, мощными насосами, погрузочными машинами, электровозами и проходческими вагонами с донным конвейером емкостью до 10 м³, рудничными самосвальными автопоездами емкостью 11 м³, пневмобетоноподатчиками на авто- и рельсовом ходу и многими другими механизмами.

Работы ведутся с применением самой разнообразной технологии: щитовой проходки в обводненных песках с помощью водопонижения и проходки буровзрывным способом в крепчайших скальных породах. Впереди — внедрение механизированных забойных комплексов.

Строительство уникальных тоннелей в сжатые сроки потребовало разработки новых инженерных решений по оснащению шахтных стволов. По условиям доставки оборудования и обеспечения надежности работы подземных установок приняты однопарабанные подъемные машины Ц-3,5×2А. Проходка ствола и горизонтальных выработок предусмотрена с одного копра. В сечении ствола устроены два подъемных сосуда: бадья емкостью 5 м³ и клеть под вагонетку емкостью

2,5 м³. Суровые климатические условия заставили отказаться от бункера на поверхности: порода выдается либо самопрокидной бадьей непосредственно в самосвал, либо глухим вагоном на нулевую отметку, где он попадает в боковой опрокидыватель.

Во всех тоннельных отрядах созданы современные мастерские для ремонта техники.

Однако имеющееся энергообеспечение несколько отстает от нужд строительства. В направлении решения этой задачи заканчивается монтаж высоковольтной линии напряжением 35 кв. Она пройдет через все стройплощадки Северо-Муйского тоннеля, на которых установлены блочные комплектные трансформаторные подстанции напряжением 35/6 кв.

Создаются мощные энергоблоки из электростанций на железнодорожном ходу для централизованного электроснабжения Байкальского, Северо-Муйского и Мысовых тоннелей. Их суммарная мощность составит 35 тыс. квт.

Не дожидаясь прихода большой электроэнергии из Усть-Илима, нами предложена временная схема электроснабжения строительства на напряжении 35 кв по сооруженным в первую

очередь отдельным участкам ЛЭП-220.

Не меньшую проблему представляет снабжение теплом. В зимний период 1978/79 гг. необходимо смонтировать на стройплощадке транспортные блочные теплоцентрали производительностью 4 гкал каждая, которые поставляют в сеть воду с параметрами 150/90°С.

Резкое увеличение производства тепло- и электроэнергии вызовет пропорциональное увеличение потребления жидкого топлива. Однако возможность применения в эту зиму мазута для выработки тепла вызывает сомнение, так как отсутствуют прирельсовые базы, оборудованные для приема и хранения мазута в условиях низких температур.

Снабжение горных работ сжатым воздухом осуществляется от передвижных компрессоров с дизельным приводом. Монтируются стационарные компрессоры производительностью 50 м³/мин на стройплощадках Байкальского тоннеля.

Большую помощь в повышении квалификации, подготовке грамотных механизаторов оказывает созданный филиал технической школы Мосметростроя на БАМ. □

18 июня с утра, — вспоминает бывший техник этой партии В. В. Слободской, — мы отошли от входной стрелки разъезда Тахтамыгда на запад 250 метров и поставили нулевой пикет. Долго красным карандашом (краски у нас не было) выводил я на шейке рельса вертикальную трассу и знак пикета № 0. После этого пошли пикетажем и нивелировкой по главному пути на восток, мимо пассажирского здания разъезда Тахтамыгда. В 1300 метрах от оси пассажирского здания сделала поворот влево под углом 36 градусов. Так начались полевые изыскательские работы на главном участке и появился на Байкало-Амурской магистрали нулевой пикет».

При выборе генерального направления будущей железнодорожной магистрали особое внимание обращалось на ее роль в решении задач перспективного освоения природных ресурсов и развития восточных районов. В этой связи дальневосточные партийные и советские организации писали в 1933 году в адрес Политбюро ЦК ВКП(б): «Вопросы выявления трассы разрешаются пока лишь в узком кругу железнодорожных техников, отдающих предпочтение исключительно по признаку его стоимости. Важно, чтобы в этот спор вступили хозяйственные органы, будущие хозяева природных богатств района, имеющие свои точки зрения и свои мас-

штабы для оценки направления трассы». Вместе с докладной запиской в Политбюро ЦК ВКП(б) дальневосточниками был предложен предварительный вариант перспективного плана освоения района Байкало-Амурской железнодорожной магистрали.

Постановлением ЦК ВКП(б) и СНК СССР от 17 августа 1937 года все работы по изысканию трассы и проектированию Байкало-Амурской железнодорожной магистрали были возложены на Народный комиссариат путей сообщения СССР. В системе Союзтранспорта НКПС СССР была создана специальная контора по изысканию и проектированию Байкало-Амурской железнодорожной магист-

рели — Бамтранспроект. Перед вновь созданной организацией была поставлена задача сконцентрировать и обобщить все имеющиеся проектно-изыскательские материалы, разработать единые технические условия и приступить к широкому производству работ по всей трассе магистрали.

В 1939—1940 годах Бампроектом было закончено составление проектных заданий и выполнено техническое проектирование по участкам: Тайшет — Братск, Усть-Кут — Нижнеангарск, Тында — Зея, Зея — Нора, Ургал — Комсомольск — Советская Гавань.

Экономсовет при СНК СССР, рассмотрев технические проекты, составлен-



Для скоростной проходки

А. ТАРАСЮГИН, главный инженер ТО № 19 Бамтоннельстроя

Программой технического прогресса тоннелестроения на X пятилетку предусматривается отработка технологических схем для скоростной проходки горных железнодорожных тоннелей с применением буровзрывного способа и проходческих машин, совершенствование конструкций временной крепи и создание устройств для их механизированного возведения.

В соответствии с рекомендациями лаборатории строительства тоннелей БАМа в тесном контакте с проектировщиками Бамтоннельпроекта, вновь организованный Тоннельный отряд № 19 Бамтоннельстроя начал внедрение новой технологии для обеспечения скоростной проходки разведочно-дренажной штольни и Байкальского железнодорожного тоннеля.

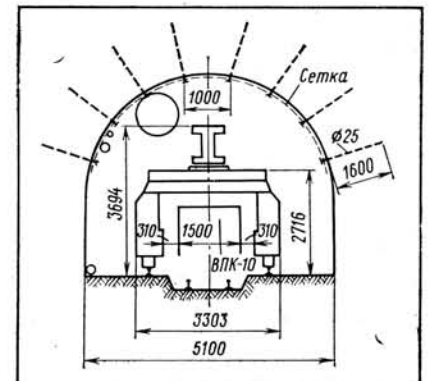
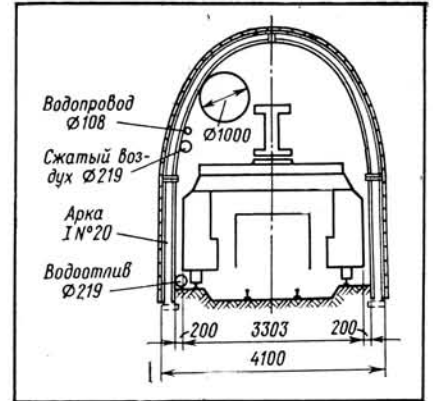
Используя как подготовительный зимний период (наиболее трудный в условиях БАМа), коллектив участка № 1 ТО-19, руководимый Г. Сирман, отработывая технологическую схему, добился стабильной скорости, предусмотренной планом, а в апреле превысил ее, пройдя за месяц 100,3 пог. м разведочно-дренажной штольни буровзрывным способом в грунтах IX ка-

тегории по СНиП сечением выработки около 17 м².

Работали на кривой в породах, представленных крепкими гранодиоритами, трещиноватыми по простиранию и диагональными к направлению проходки. Горногеологическая характеристика позволила применить менее трудоемкий вид крепления — железобетонные анкеры с навесной сеткой. Бурение шпуров производилось с помощью высокопроизводительной буровой каретки «Фурукава» на рельсовом ходу с тремя перфораторами. Погрузочные машины ПНБ-3К перебрашивали породу в большегрузные вагоны ВПК-10. Два электровоза 14-КР их откатывали и в устье штольни порода поступала в автосамосвалы МОАЗ.

Проходку методом бригадного подряда осуществляла бригада Л. Базалея в количестве 27 человек, четыре звеньями по скользящему графику с шестичасовым рабочим днем.

Весь цикл по бурению, погрузке и откатке породы, креплению выработки производился бригадой (кроме взрывных работ). Монтаж контактной и осветительной сетей, воздушных, водяных и вентиляционных магистралей, а также ремонт оборудования вели звенья монтажников, не входящие в состав бригады.



Технологические схемы проходки транспортно-дренажной штольни с западного портала Байкальского тоннеля

ные на отдельные участки магистрали, ввиду больших объемов строительства принял решение о производстве работ первой очереди. Западный участок магистрали Тайшет — Лена и восточный Тында — Советская Гавань как имеющие относительно самостоятельное значение в соответствии с постановлением правительства были включены в первую очередь строительства. Участок Лена — Тында, имеющий преимущественно транзитное значение, — во вторую. Была установлена общая продолжительность постройки всей магистрали. Вскоре приступили к работе.

На участке Тайшет — Братск была начата укладка рельсового пути, пост-

роена железнодорожная линия до станции Невельская; земляное полотно и искусственные сооружения полностью закончены от Тайшета и частично выполнены до реки Чуны.

Одновременно производились строительные работы по сооружению крайнего восточного участка БАМа Комсомольск — Советская Гавань. К середине 1941 года на строительстве линии Комсомольск — Советская Гавань были произведены работы по отсыпке земляного полотна, кладка мостов и труб. С западной стороны от Комсомольска и со стороны Советской Гавани была проложена автожелезная дорога, которая позволила начать подготовку к строительству большого Сихотэ-

Алинского тоннеля и вернуть строительство на станциях Пивань, Хунгари, Комсомольск и Советская Гавань.

В связи с начавшейся Великой Отечественной войной сооружение Байкало-Амурской железнодорожной магистрали было временно приостановлено. Объем строительных работ, выполненных на сооружении основной трассы железнодорожной линии, составлял весьма малую величину от общей сметной стоимости Байкало-Амурской железнодорожной магистрали. Практически, если не считать вспомогательных линий Бам — Тында, Известковая — Урган, было построено и сдано во временную эксплуатацию 58

километров рельсового пути на участке Тайшет — Невельская. Во время войны этот перегон использовался в качестве лесовозной дороги.

На второй год войны проектно-изыскательские работы были свернуты полностью. Производственная база и инженерно-технические кадры изыскателей и проектировщиков БАМа были переброшены на строительство фортификационных сооружений и дорог на Ленинградском фронте, на подступах к Москве и Сталинграду.

Несмотря на колоссальное напряжение, еще в ходе войны Советское государство сочло необходимым вновь обратиться к проекту Байкало-Амурской

Лазеры в подземной полигонометрии

П. ПРЯХИН, главный маркшейдер Бамтоннельстроя

Технико-экономические показатели проходки

Наименование	Единица измерения	Показатели
Количество дней, отработанных на проходке	день	25,5
Отработано человеко-смен	чел/см	672
Месячная проходка	м	100,3
Сечение выработки	м ²	16,93
Приведенный объем	м ³	1887
Количество циклов за месяц	цикл	33
То же, за сутки	"	1,29
Среднее продвижение забоя за цикл	м	3,04
То же, за сутки	"	3,93
Минимальная продолжительность цикла	час	16
Средняя глубина шпура	м	3,2
Коэффициент использования шпура (КИШ)		0,95

Анализ достигнутых результатов показал, что с совершенствованием технологии установки анкерной крепи, внедрением набрызг-бетона, отработкой технологической схемы и применением при заряджении шпуров порционных зарядчиков ЗП-2 станвится реальным достижение на проходке штольни скорости 130—150 пог. м в месяц. □

Сильно гористая местность, порой недоступная, исключает возможность контроля взаимной увязки порталов по оси тоннеля на поверхности. Единственная опора — триангуляционная сеть. Короткий летний период не позволяет малочисленной контрольной группе Бамтоннельстроя произвести измерения на поверхности по всем тоннелям за сезон. Поэтому большая ответственность ложится на маркшейдерские службы тоннельных отрядов. Северобайкальский район — сейсмически активный, и неизвестно, как ведет себя созданная триангуляционная сеть и подходная полигонометрия. Для проверки ее состояния нужны ежегодные контрольные измерения. С этой целью необходимо применение новейших маркшейдерско-геодезических приборов, таких, например, как светодальномеры и малогабаритные гиротеодолиты.

Высокой точности маркшейдерского обслуживания требует и специфика организации работ при строительстве. Так, Северо-Муйский тоннель общей протяженностью 15 346 пог. м сооружается восьмью встречными забоями, причем шесть начинаются из шахтных стволов значительной глубины. Интервалы встречных сбоек составляют 4880 и 2942 пог. м.

Чтобы передать координаты и дирекционные направления через стволы с точностью, обеспечивающей максимальные расхождения при сбойке тоннеля в 50 мм, необходимо разработать специальную методику соединительных съемок. Последние планируем произвести как гиротеодолитом Ги-Б2 и светодальномером 2СМ2, так и старым испытанным способом — передачей координат и дирекционного направления при помощи отвесов.

В настоящее время при создании подземной полигонометрии мы используем традиционные измерительные приборы — теодолиты Т2 и рулетки, для контроля применяем базисный жезл-рейку «Bala».

Значительные трудности представляет маркшейдерское обслуживание при строительстве тоннелей в вечномёрзлых грунтах. В таких условиях предстоит соорудить Кодарский тоннель длиной 2040 пог. м на территории Читинской области. Определенный опыт в этом направлении мы получили при проходке Нагорного тоннеля длиной 1240 пог. м. Как показала практика, условия вечной мерзлоты осложняют маркшейдерские работы, увеличивая их объем, по сравнению с обычными условиями. С этим

железнодорожной магистрали. Реально учитывая имеющиеся ресурсы, характер первоочередных задач развития экономики Дальнего Востока, было намечено прежде всего закончить строительство железнодорожной линии, обеспечивающей выход от Комсомольска к тихоокеанскому побережью.

К весне 1944 года были в основном закончены организационно-подготовительные работы.

А в середине мая на всем протяжении трассы от причальных сооружений порта Ванино до станции Пивань развернулось строительство. Первоочередные усилия были сосредоточены на участках линии с концентрированными объемами стро-

ительных работ. Учитывая горный рельеф местности и необходимость максимального сокращения сроков сооружения линии, прокладка рельсового полотна была организована по отдельным участкам на смычку с соседними.

Наиболее сложным участком строительства железнодорожной линии Комсомольск — Советская Гавань являлся переход через Сихотэ-Алинский хребет. При окончательном решении этого вопроса было рассмотрено 24 варианта перевала участка трассы.

Однако несмотря на исключительно сложные условия объекты были сданы в установленные сроки. К концу июля 1945 года было открыто сквозное движение

поездов на всем протяжении железнодорожной линии Комсомольск — Советская Гавань. Пропускная способность первой очереди дороги была установлена в шесть пар поездов в сутки, а на перспективу планировалось обеспечить пропускную способность в 24 пары поездов в сутки.

Летом 1945 года у народного хозяйства появилась возможность, позволяющая приступить к возобновлению строительства Байкало-Амурской железнодорожной магистрали. Были подтверждены основные требования технических условий строительства БАМа, разработанные в 1938 году.

К моменту принятия этого решения из 4341 километра протяженности ос-

новной трассы БАМа были введены в эксплуатацию 512 километров (Комсомольск — Советская Гавань и Тайшет — Невельская), на 2093 километра имелись технические проекты и 1736 километров обеспечивались техническими заданиями.

Были разработаны мероприятия, направленные на осуществление скоростного строительства Байкало-Амурской железнодорожной магистрали в три очереди. Первая очередь дороги рассчитывалась на пропускную способность в шесть пар поездов в сутки, на второй очереди предусматривалось довести пропускную способность до 12 пар поездов и на третьем перспективном этапе

столкнулись еще при закладке пунктов подходной полигонометрии и реперов высотного обоснования. Центры полигонометрических знаков были заложены на глубину 4,5 пог. м. Это оказалось далеко за границей сезонного оттаивания породы. Все же подвижка происходила. Так, высотная сеть, заложенная институтом Мосгипротранс на северном и южном порталах, колебалась в пределах 89 мм. Поэтому постоянно приходилось производить контрольные измерения всего маркшейдерско-геодезического обоснования тоннеля. (Измерения повторялись институтом Мосгипротранс, работниками ГМУ Главтоннельметростроя, контрольной группой Бамтоннельстроя, маркшейдерской службой Тоннельного отряда № 16). Непосредственно перед сбойкой в момент весенне-летнего оттаивания дважды производились контрольные измерения маркшейдерами Тоннельного отряда № 16 и третий раз контрольной группой Бамтоннельстроя. Абсолютная линейная невязка в координатах между измерениями составила 16 мм. За окончательные исходные данные к моменту сбойки взяли средние значения трех измерений. Расхождения при сбойке составили: в плане в поперечном сечении 09 мм, по пикету 23 мм и по высоте 00 мм.

Следует отметить большую заслугу в этом главного маркшейдера Тоннельного отряда № 16 — М. Соколова и старшего маркшейдера

Ю. Свердлова. Постоянная деформация пунктов геодезического обоснования держала в напряжении маркшейдерскую службу и отнимала большую часть времени. Деформации подвергались не только пункты полигонометрии на поверхности, но и в самом тоннеле. После сбойки перед укладкой бетона в обделку произвели повторные измерения полигонометрии в тоннеле, которые показали, что деформация отдельных пунктов составила 53 мм.

При строительстве Нагорного тоннеля применялись лазерные указатели. Вначале были установлены ЛВ-5, которые проработали всего две недели. Один из них вышел из строя после двух часов работы. Причиной этому является то, что оптические зеркала указателей не защищены от влияния внешней среды, кроме того у них слабая электроизоляция (постоянно в тоннеле пробивало изоляцию кабеля высокого напряжения). Тогда у одного из заводов закупили десять лазерных указателей ЛУН-3. Тоннель был пройден при помощи четырех лазеров, остальные шесть также быстро вышли из строя, причем два из них поступили неисправными. Недостатками ЛУН-3 оказались большой вес (43 кг) и недостаточная дальность действия луча (максимально приборы были установлены от забоя 200 пог. м).

Первоначально предполагалось установить девять лазерных указателей,

чтобы описать контур забоя с целью сокращения затрат времени (до 1,5 час.) при выноске проектного контура и сетки шпуров на лоб забоя. Но большой вес прибора не позволил это сделать. Поэтому в обоих забоях было установлено только два прибора на смещенных осях слева и справа выработке. Использование лазерных указателей позволило значительно сэкономить время, особенно при установке временного крепления, когда ни теодолит, ни нивелир не применялись. Зачастую возведение временного крепления производилось под контролем проходчиков с помощью лазерного луча как в плане, так и в профиле. После проходки тоннеля указатели применяли при укладке бетона и для установки металлической опалубки.

В настоящее время эти приборы внедряются на Байкальском и Северо-Муйском тоннелях. С одним из заводов заключен договор на поставку новой серии лазерных указателей — УНЛ-2 У5 «маршрут» с габаритами и весом, приемлемыми для условий БАМа. Предполагаем полностью освободить маркшейдеров от трудоемкой работы, связанной с разбивкой, выноской контура и сетки шпуров на лоб забоя, а также производить установку временного и постоянного крепления, высвободив работников для надежного подземного маркшейдерско-геодезического обоснования. □

— до 24 пар. При строительстве первой очереди предлагалось всемерно использовать опыт скоростного сооружения железнодорожной линии Комсомольск — Советская Гавань.

В соответствии с этими требованиями скоростного строительства по облегченным техническим условиям были пересмотрены проекты организации работ на участках: Тайшет — Братск — Усть-Кут, Ургал — Комсомольск, Известковая — Ургал, на которых были начаты строительные и восстановительные работы.

Форсированные темпы сооружения железнодорожной линии обеспечивались высоким уровнем механизации строительства. И вот 7 ноября 1947 года в Братск прибыл первый поезд, от-

крывший сквозное движение на всем протяжении линии от Тайшета до реки Ангары. Железнодорожный транспортный путь Тайшет — Братск имел исключительное значение для экономического развития Приангарского района. Он открыл возможность реализации выдвинутой в 20-х годах программы гидроэнергетического строительства на реке Ангаре и комплексного использования неосвоенных недровых ресурсов района.

Строительством железнодорожных линий Комсомольск — Советская Гавань и Тайшет — Усть-Кут были решены две наиболее актуальные проблемы развития транспортной сети Дальнего Востока и Восточной Сибири.

Вводом восточного и за-

падного участков БАМа были разрешены задачи вовлечения в хозяйственный оборот новых районов на востоке и усиления их транспортной связи с индустриальными центрами страны.

Отказ от полного завершения запроектированного строительства был обусловлен трудностями, связанными с последствиями войны и первоочередными задачами в области восстановления хозяйства и транспорта в европейской части страны.

В 1967 году были вновь начаты проектно-изыскательские работы по трассе Байкало-Амурской магистрали. К изысканиям и проектированию трассы БАМа были привлечены крупные проектные организации, ряд коллективов которых

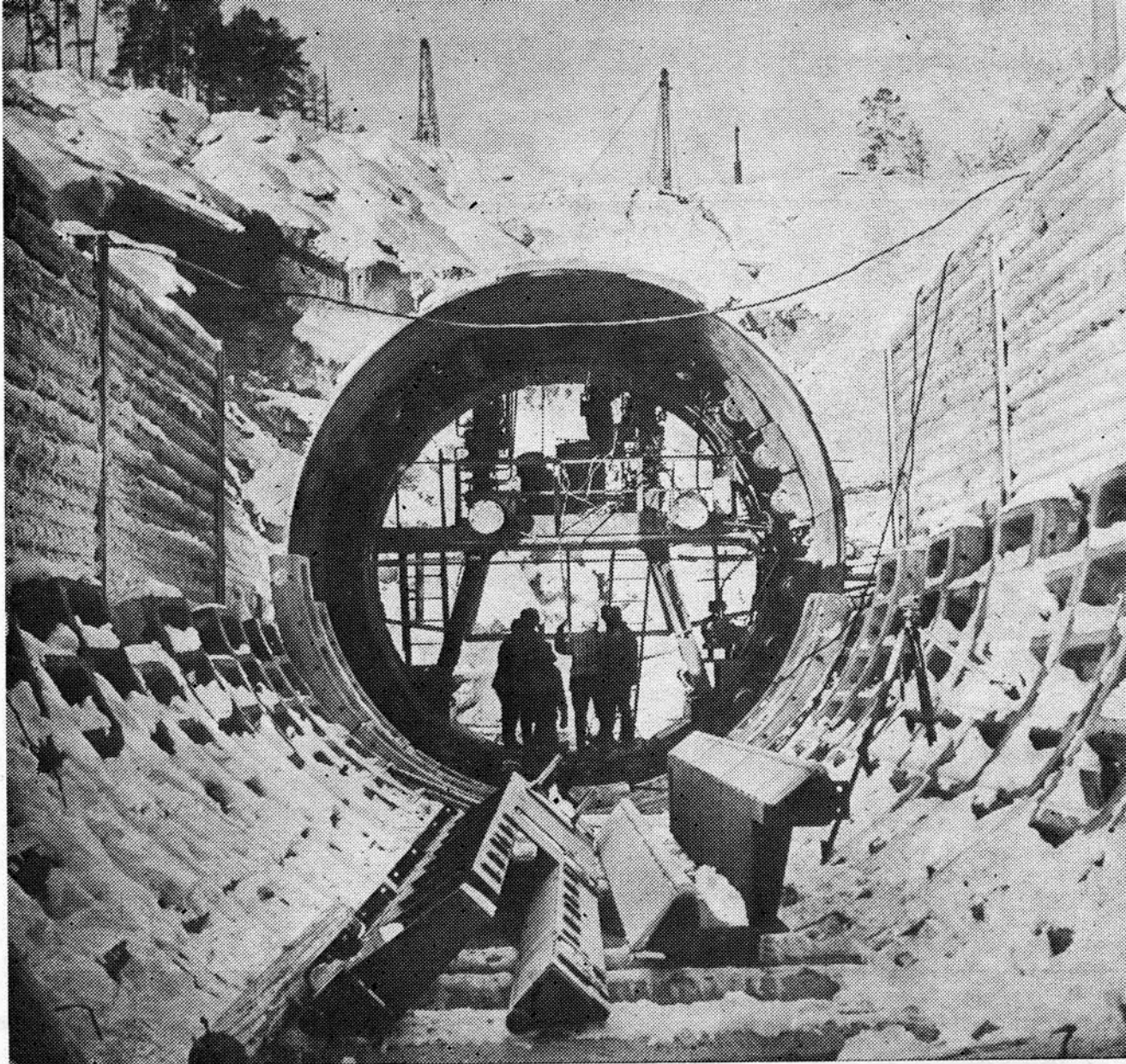
работал по проблеме БАМа в 30—40-е годы.

Генеральное направление магистрали осталось прежним.

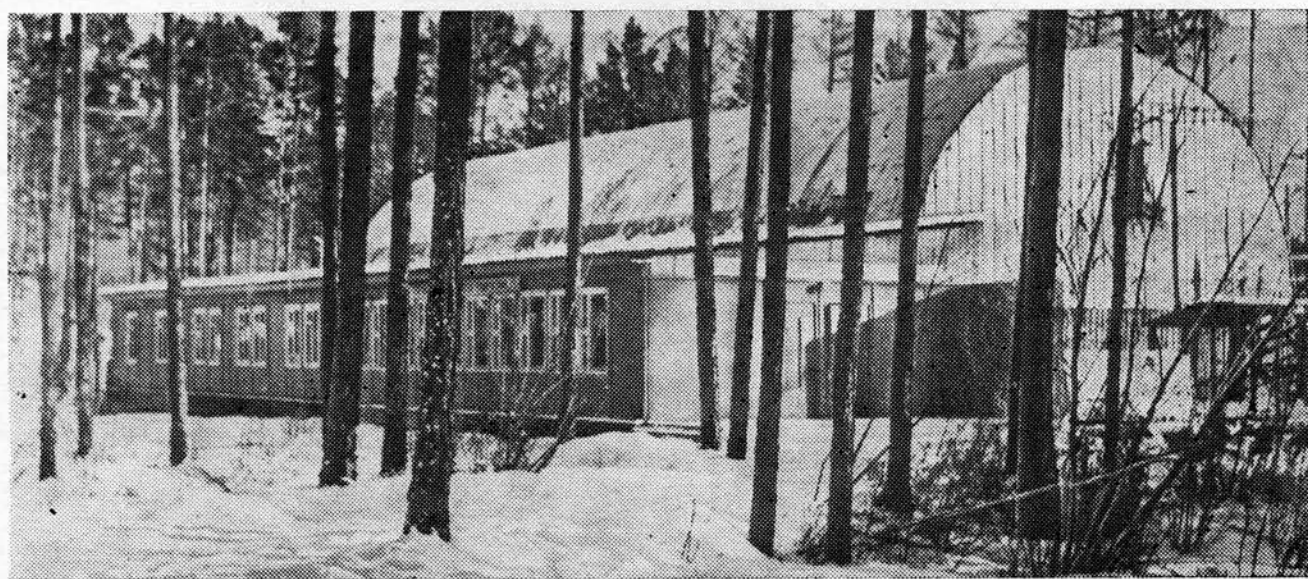
Проект БАМа получил новую жизнь. Возможность его реализации в современных условиях обеспечивается всесторонне развитым экономическим потенциалом нашего государства.

По размеру капитальных затрат и экономической эффективности проект БАМа имеет масштабы национальной программы.

Провозная способность первой очереди БАМа примерно в 20 раз превысит пропускную способность Транссибирской магистрали в момент окончания ее постройки. □

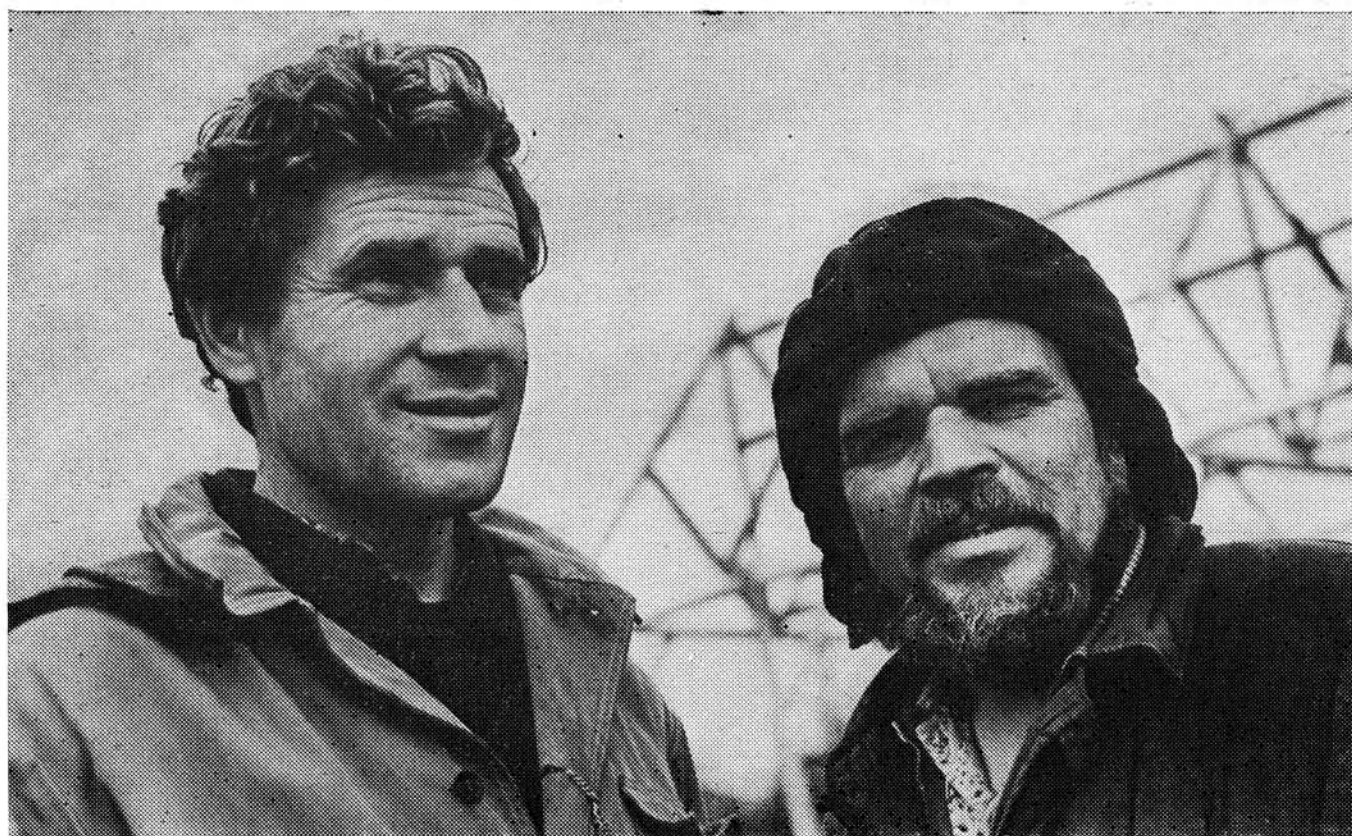


Из фотохроники строительства БАМа. Монтаж малого щита на восточном портале Северо-Муйского тоннеля



Дом культуры «Тоннельщик» в Северомуйске

Л Ю Д И Б А М а



Из проектных разработок

Н. КУЛАГИН, начальник Бамтоннельпроекта

В круг задач Бамтоннельпроекта входит проектирование технологических схем, предназначенных для проходки зон разломов, обильных водопритоков, участков, представленных песчаными породами с валунами и т. д. В этих условиях важное значение приобретают вопросы механизации крепления тоннелей. Ленметрогипротрансом в содружестве с ЛИИЖТом, ЦНИИСом, ленинградским и алмаатинским отделениями Гидропроекта, разработаны схемы механизации нанесения набрызг-бетона. Совместно с ЛенНИЛ на БАМе и Бамтоннельстроем назначены опытные участки отработки этих схем. Предполагается использовать набрызг-бетон в качестве постоянной обделки транспортно-дренажной штольни и как временную в сочетании с анкерами и арками — в основном тоннеле. Предусмотрено внедре-

ние новых опалубок, которые позволяют вести бетонирование заходками по 12 м.

Для возможности возведения монолитной железобетонной обделки изыскиваем проект бетонного завода в суровых климатических условиях.

Задача осушения тоннелей решается устройством заобделочного дренажа путем бурения из дренажных камер веерообразующих скважин. На Нагорном тоннеле применена предложенная СибЦНИИСом система нисходящих скважин, создающих более глубокие депрессионные воронки, когда уровень грунтовых вод устанавливается ниже уровня тоннеля. В зависимости от эффективности этих схем, будем закладывать их в новые проекты.

Сейчас Бамтоннельстроем организована служба бурения опережающих

разведочных скважин станком «Диаметр-250». На Северо-Муйском тоннеле пробурено свыше 200 метров горизонтальных скважин с отбором керна. Это позволяет уточнять геологию, определять водопритоки, положение зон дробления, откорректировать способы проходки, типы возможной крепи и обеспечить безопасность строительства.

Предстоят большие работы по внедрению нового горнопроходческого оборудования, в частности, механизированного щита типа «Роббинс».

В 1979 г. начнем выдавать рабочие чертежи на сооружение самого отдаленного Кодарского тоннеля. Сибгипротранс подготовил проектную документацию на площадки и врезку Мысовых тоннелей. Между первым и вторым из них идут земляные работы. □

Рациональные решения

И. АВДЕЕВ, инженер ТО № 11 Бамтоннельстроя

При проходке транспортно-дренажной штольни выявилась эффективность применения глубинного водопонижения в условиях Байкало-Амурской магистрали. Опережая забой тоннеля 10-12 скважинами водопонижения, создаются нормальные условия для ведения горнопроходческих работ. Внесенные изменения в конструкцию скважин — засыпка фильтров щебнем двух фракций — уменьшило вынос песка через фильтры, увеличило срок работы насо-

сов, исключило возможность образования пустот вокруг скважин и воронок на поверхности земли.

Для интенсификации горнопроходческих работ на стволах № 2, 3 монтируются мощные подъемные машины Ц-3.5. С вводом в эксплуатацию этих машин и ЛЭП-35кв увеличатся скорости проходки стволов, подходов выработок и тоннелей.

Решаются вопросы сокращения сроков и снижения стоимости строительно-монтажных работ. За счет

более компактного расположения зданий и сооружений на стройплощадке ствола № 3 уменьшен объем земляных работ на 105 тыс. м³ и сокращен срок подготовки территории строительства на 5—6 месяцев. Применение местных строительных материалов (лиственницы) для зданий проходческих лебедок ствола № 3 снизило стоимость их возведения на 102 тысячи рублей и для зданий подъемных машин Ц-1,6 — на 50 тысяч рублей.

Предложили молодые специалисты

Совет молодых специалистов ТО № 11 создан год назад. За короткий срок сменными маркшейдерами В. Токтоновым, М. Труфановым, начальником участка В. Жанжаровым под руководством инженера В. Новака, главного маркшейдера Ю. Субботина внесены рационализаторские предложения по изменению планировки промплощадки ствола № 3. Они позволили сократить время на возведение временных зданий и сооружений и получить экономию в сумме 450 тыс. руб.

Молодым специалистом В. Тактоновым и мной подано рацпредложение по изменению вертикальной

планировки ствола № 2. Кроме того, при сооружении сборных временных транспортных зданий (ВТЗ) применяли местный материал. Возводили здания в «забирку», что значительно сократило сроки и дало экономию 12 тыс. руб.

Нам приходится укладывать большое количество бетона. В связи с отсутствием бетонного завода начали применять бетоносмесительную машину «Миксер». Она загружается с эстакады, смонтированной по предложению ИТР участка.

Б. ДУТНИЙ,
сменный мастер
участка № 1 ТО № 11

□ □ □

После окончания Ленинградского института инженеров железнодорожного транспорта я приехал на БАМ. В это время на Восточном портале Северо-Муйского тоннеля производили монтаж щита Щ-15 Ø 8,5. В процессе работы выяснилось, что отсутствовали гидравлика и крепеж для щита. Это срывало сроки начала врезки. Необходимо было срочно принять решение, и мы нашли выход. Сливные трубы щита собрали из водопроводных газовых шовных труб. А чтобы смонтировать гидравлику для подключения хотя бы 12 лотковых

домкратов, необходимых на первый период врезки, надо иметь 80 м толстостенных труб высокого давления Ø 25 мм. Их позаимствовали у геологов-бурильщиков. К первой передвижке 12 лотковых домкратов были готовы. Оставшиеся домкраты подключали параллельно проходке. Монтажом и изготовлением гидравлики щита руководил начальник участка, приехавший из Ленинграда на БАМ, Г. Пильщикова.

О. ЗИКУН,
инженер участка № 2 ТО № 11

□ □ □

Коллективом участка № 4 подано немало рационализаторских предложений. Остановлюсь на двух, наиболее эффективных.

Перед нами стояла задача — сделать заземление для ЛЭП при глубине заземлителей до 3,5 м. Контур располагался на крутом склоне, и чтобы пробурить скважины, приходилось вручную перемещать станок БМК-4. Тогда мы предложили поставить его на СБУ-2, сняв предварительно с последней манипуляторы. Получился самоходный бурильный станок с высокой проходимостью и маневренностью. После окончания работ по заземлению этот «агрегат» использовали для бурения скважин в мерзлых грунтах под сваи зданий.

Предстояло также вырыть котлован под фундаменты подъемных машин в вечномёрзлых грунтах бур-

взрывным способом, так как механизмы не могли разрабатывать породу без предварительного рыхления. Пробное бурение шпуров перфоратором показало, что в вечной мерзлоте имеются слои песка, насыщенные незамерзшей водой. При вытаскивании штанги из шпура последний заполнялся водой с песком и замерзал. Тогда мы решили: шпур бурить коронкой большего диаметра (52 мм) до слоя песка. Затем забивать в него металлическую трубу, которая ограждала его от попадания воды. Далее до проектной глубины работали обычной коронкой (на 42 мм). Обсадную трубу забивали в шпур приспособлением, которое вставлялось в перфоратор вместо штанги.

А. ЕРЕМЕНОК,
начальник участка № 4 ТО № 11

Слово «БАМ» я впервые услышал в дни работы комсомольского съезда страны. Прямо из зала молодые парни и девушки в костюмах защитного цвета с наруканными эмблемами уезжали на стройку первых бамовских поселков «Звездный» и «Магистральный».

Значимость и величие этой стройки века призывали и нас. И вот летом 1974 г. я приехал в Нижнеангарск в только что организованный ТО № 11, которому была поручена прокладка тоннеля через Северо-Муйский хребет.

Но до сооружения тоннелей было еще далеко.

Наша бамовская жизнь началась с первой просеки. Из Нижнеангарска мы прокладывали временную дорогу в сторону мыса Курлы.

23 июля я оказался в числе первых десантников. Нас было семеро. В 5 часов утра на заранее загруженной палатками, продуктами, лесоматериалами барже мы выехали на мыс Курлы, откуда должны были прокладывать дорогу на Даван. А из Нижнеангарска навстречу нам шла бригада Петра Черноморова.

1 августа на мыс прибыл первый трелевочный трактор ТДТ-55. Вскоре на развилке дорог недалеко от Северобайкальска состоялась встреча с бригадой Черноморова.

Вскоре предстояло готовить новый десант. Высадку наметили близ метеостанции недалеко от Гоуджекита. Оттуда вели просеку к Нижнеангарску, опять-таки навстречу бригаде Черноморова. Наша вторая встреча состоялась на реке Гоуджекит. До весны 1975 года мы прокладывали дорогу в сторону Давана. Часть людей начали строить временный причал и поселок. Объявили конкурс на лучшее его наименование. И стал он называться «Новогодним» (первые колышки были забиты накануне

РАССКАЗЫВАЮТ ПЕРВОПРОХОДЦЫ

На самой высокой точке

Ф. ГАФУРОВ, начальник участка № 1 ТО № 11

1975 г.). Сейчас это поселок — Северобайкальск.

В мае 1975 г. выехали на реку Гуджекит. Здесь, в глубоком снегу нашли колышек, с которого начали разбивать первую улицу.

Вскоре на базе участка № 4 ТО № 11 образовался новый двенадцатый отряд, которому было поручено сооружение Байкальского тоннеля. А мы начали строить Северо-Муйский поселок и промбазу. Меня назначили начальником участка № 1, возводившего промбазу на центральном, самом глубоком стволе Северо-Муйского тоннеля. Работы на нем начались позже всех. Кроме того, участок — самая высокая точка с суровым климатом.

Сооружение промзданий ведут три бригады — две строительные и слесарно-монтажная. Коллектив участка в основном молодой. Бригады И. Черныкова и В. Сорокина работают по методу Злобина, соревнуясь между собой.

Особо хочется отметить бригаду В. Сорокина. Она неоднократно одерживала победу в социалистическом соревновании. Здесь немалую роль сыграли высокая дисциплина и широкая система наставничества. Каждый наставник имеет свой план, договор, индивидуальные социалистические обязательства.

Коллектив участка настроен на то, чтобы быстрее завершить ствол и начать проходку тоннеля новыми забоями — на запад и восток. □

Так начинался восточный портал

Н. ПАРХИТЬКО, начальник участка № 2 ТО № 12

На моем трудовом счету строительство железнодорожных тоннелей на линиях Абакан — Тайшет, Краснодар — Туапсе, гидротехнических — Чиркейской ГЭС и др. А стаж на БАМе начался 9 октября 1974 г., когда мы с десантом в 13 человек высадились на Даване, чтобы прокладывать автодорогу, готовить площадку для ствола и возводить промздания. Отмечу, что ни одного дня мы не жили в палатках. Сразу же собирали дома (из Нижнеангарска их вертолетом переправляли на Даван).

Жили большой дружной семьей. Утром вместо зарядки вытапывали в снегу площадку для посадки вертолета. На работу 14 км шли «гуськом». Первый, когда уставал, шел послед-

ним. Таким образом прокладывали пешеходную тропу.

А сугробы... Каждое сваленное дерево приходилось подолгу искать в снегу.

Весной по деревянному насту на болотах пришли машины с оборудованием для ствола. Началось строительство Байкальского тоннеля.

Наш участок сооружает разведочно-дренажную штольню с восточного портала. Работы ведем буровзрывным способом с помощью каретки «Фурукава». Крепление, в зависимости от породы, различное — стальные арки с затяжкой 30 м, стальные или железобетонные анкеры с сеткой, набрызг-бетон. Несмотря на сложные условия и значительную обводненность даем неплохие скорости. □

Хроника Бамтоннельстроя

1974 год:

4 февраля принято решение о создании Тоннельного отряда № 11;

12 апреля по ледовой дороге через озеро Байкал прибыли в Нижнеангарск первые пять вездеходов ГАЗ-71;

25 мая из Улан-Удэ в Тазы направилась первая группа строителей БАМа в Бурятии — тоннельщики отряда № 11;

29 мая приступили к прокладке автодороги Тазы — Уоян;

5 июня начаты работы по строительству поселка тоннельщиков в Нижнеангарске и сооружению временных автомобильных дорог;

22 июня по водному пути озера Байкал прибыли в Нижнеангарск первые баржи «Сибирь» и «Волга» с грузами для Тоннельного отряда № 11 (бульдозеры, автомобили, автокран, стройматериалы);

8 июля начато строительство автодороги Нижнеангарск — Даван;

11 июля в старый эвенкийский поселок Уоян высадился десант Тоннельного отряда № 11, который прибыл из Нижнеангарска на катере БВТ-2 с баржей на буксире;

23 июля высадился тоннельный десант на мыс Курлы;

10 августа состоялось первое собрание партийно-хозяйственного актива Тоннельного отряда № 11 с повесткой дня: «Об итогах работы ТО-11 в первом полугодии и задачах партийной организации по мобилизации коллектива на выполнение заданий второго полугодия 1974 г.». Приняты первые социалистические обязательства тоннельщиков на БАМе;

15 августа приступили к прокладке автодороги на участке Кумора — Уоян;

22 августа тяжелый вертолет МИ-8 высадил десант тоннельщиков на перевале Даван. На карте БАМа появилась еще одна стрела — от Нижнеангарска до самой середины Байкальского хребта;

20 сентября организован штаб по подготовке к работе коллектива ТО-11 в зимних условиях 1974/75 г.;

Хроника Бамтоннельстроя

17 октября высадились два десанта на Янчуй и «Настил» (между Уояном и западным порталом Северо-Муйского тоннеля);

21 ноября прибыли две группы тоннельщиков в район Кавоты и на западный портал Северо-Муйского тоннеля;

15 декабря вышел из Нижнеангарска на Даван санный поезд с тяжелой строительной техникой.

1975 год:

9 января организовано управление строительства «Бамтоннельстрой», включающее подразделения: Тоннельный отряд № 11, ССУ № 771, Тоннельный отряд № 12, КЭПРО, автобазу;

29 марта высажен десант тоннельщиков на восточном портале Северо-Муйского тоннеля;

9 мая сделан автомобильный проезд от Уояна до западного портала Северо-Муйского тоннеля;

18 декабря ССУ № 771 преобразовано в ТО № 16.

1976 год:

4 апреля начата проходка ствола Байкальского тоннеля диаметром 7,5 м;

22 апреля приступили к проходке подходной штольни сечением 17 м² длиной 75 м к Байкальскому тоннелю;

8 мая внедрен метод бригадного подряда при строительстве жилого дома в пос. Гуджекит;

1 сентября открыты две школы: в Гуджеките на 160 учащихся и в пос. Тоннельный (на западном портале Северо-Муйского тоннеля) на 80 мест;

23 декабря создан Тоннельный отряд № 18 для проходки Северо-Муйского тоннеля с западного портала.

1977 год:

6 февраля осуществлена врезка Байкальского тоннеля с восточного портала;

28 мая смонтировано первое чугунное кольцо тоннеля диаметром 8,5 м на западном портале Северо-Муйского тоннеля;

Спецодежда для тоннелестроителей

М. ТОТМЕНИНА,
аспирант Московского текстильного института*

Большое значение в создании условий для производительного труда и сохранения здоровья строителей принадлежит средствам индивидуальной защиты. Немаловажную роль при этом играет спецодежда.

Сооружение тоннелей Байкало-Амурской магистрали в зонах вечной или островной мерзлоты, разумеется, отражается на их микроклимате и предъявляет дополнительные требования к средствам индивидуальной защиты. В холодный и переходный периоды года температура воздуха в тоннелях сравнительно низкая (—3, —8°C), летом немногим выше нуля (+3,5, +5°C) и подвижность воздуха 0,68—1,67 м/сек. На отдельных участках перепад достигает 17°C, с колебаниями от —8°C до +8°C и максимальной скоростью движения воздуха 2,6 м/сек при весьма высокой влажности.

Работы в тоннеле ведут круглосуточно в четыре смены (каждая по шесть часов) по звеньям. Здесь практически отсутствует специализация по видам работ (бурение, крепеж, откатка породы и т. д.), каждый член звена владеет всеми специальностями и участвует в выполнении всех операций. Переодеваются в бытовом комбинате, расположенном на некотором расстоянии от порталов. Непосредственно к месту работы нужно пройти по открытому воздуху и по участку сооруженного тоннеля, а после окончания смены проделать тот же путь в увлажненной спецодежде при температуре, достигающей зимой минус 55°C.

Основная часть производственных операций в тоннеле относится к работе средней тяжести (энергозатраты 140—250 ккал/час), а при погрузке и вывозке породы — к тяжелой (энергозатраты выше 250 ккал/час). Механизированные работы занимают 30—40% времени (бурение шпуров, погрузка и вывоз породы); трудоемкие — 50% (разборка заколов, скол-

ка породы, крепежные работы); время вынужденных простоев и отдыха составляет 10—20%. Характерные позы и движения рабочего в процессе выполнения проходческих работ: стоя — 68%; согнувшись в неустойчивой, неудобной позе, развернув торс и голову вправо — 25%; сидя, при выполнении крепежных работ — 5%; отдых в забое на камнях — 2%.

Проходчики получают утепленную спецодежду для строителей ГОСТ 17222—71, ГОСТ 18234—72, брезентовый костюм ГОСТ 9398—68, тип «А» и др.

Проведенная эксплуатационная оценка спецодежды визуальными и по анкетным данным, заполненным рабочими Тоннельного отряда № 12, позволила рассмотреть ее с нескольких точек зрения. Спецодежда характеризовалась степенью теплоизоляции, ветровлагопроницаемостью, весом, быстротой износа, удобством конструкций и эстетическими качествами.

По результатам анкетного опроса 67,4% рабочих отмечали «прохладно», 30,5% — «холодно». Преждевременный износ одежды отмечали — 45%; конструктивное неудобство и грубость — 30%; несоответствие размерам — 39%; большую усадку после стирки — 56%; проникание в сапоги, в рукава и за воротник воды и песка — 46% и т. д.

Визуальное наблюдение позволило установить следующие недостатки спецодежды:

хлопчатобумажные ткани (арт. 3054, 3060 и др.), используемые для утепленной спецодежды, непрочны, быстро намокают, легко рвутся;

брезент — более прочный материал, но тяжелеет от влажности и в результате становится грубым и холодным;

фактически нет одежды, защищающей от сильной обводненности, а костюм водонепроницаемый (ГОСТ 13660—68) из материала ИРП-1129 оказался непригодным в условиях БАМа, особенно зимой, поскольку рассчитан на температуру воздуха не ниже +5°C;

* Научный руководитель канд. техн. наук Т. В. Козлова,

нет костюма для маркшейдерских работ: на них часто заняты женщины (которые находятся в тех же условиях, что и проходчики).

Таким образом, спецодежда, предназначенная для проходки тоннелей в условиях БАМа, нуждается в доработке. Неудивительно, что фактический срок носки составляет 3—4 месяца при норме 18.

Проведенные исследования позволили обосновать технические требования к созданию новых образцов спецодежды для строителей тоннелей БАМа. Разработанная модель сочетает в себе эстетические и защитные функции. Комплект утепленного костюма рассчитан на подземные работы в течение всего года. В комбинированный из водоотталкивающей ткани с искусственной кожей костюм входят: куртка с пристегивающимся утеплителем; капюшон, на который надевают каску; брюки с пристегивающимся утеплителем и высоким утепленным поясом, прикрывающим поясницу, и утепленный жилет.

Места, на которые чаще попадает вода или порода, защищены накладками из искусственной кожи. Манжет рукавов выполнен из двух слоев: нижний — из ткани, стянутой резинкой

для плотного прилегания к руке (или из трикотажа), верхний — из искусственной кожи; низ брюк — также из двух слоев: ткань заправляется в сапоги, манжета из искусственной кожи идет поверх сапога.

Воротник куртки — «стойка». Капюшон — из ткани, комбинированной с искусственной кожей, в виде небольшой пелерины. Такая форма исключает попадание за воротник пыли, грязи и воды. Накладки из кожи по переду куртки выполняют двойную функцию: защищают от быстрого износа и служат карманами.

Сигнальный цвет (желтый, белый, оранжевый) накладок (кокетки по переду и спине, по низу рукавов и брюк, внешняя часть рукавов и наколенники и др.) в сочетании с контрастной темной тканью придают выразительность спецодежде.

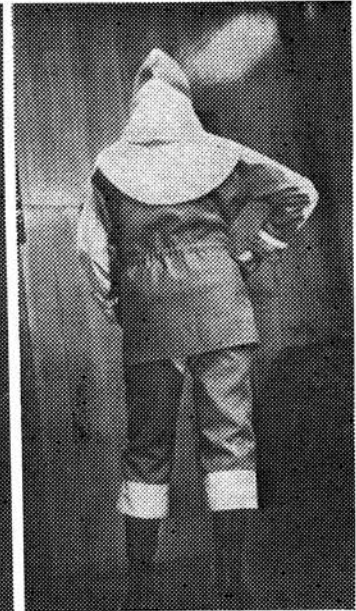
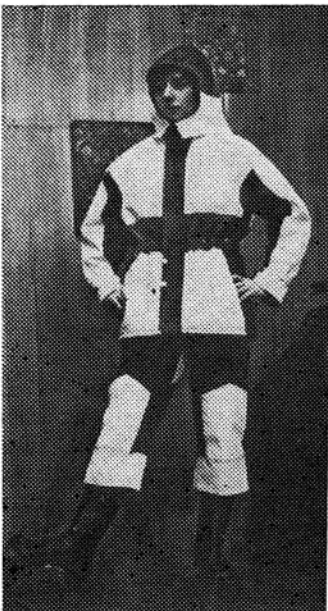
Опытная партия изготовлена в лаборатории спецодежды ЦНИИШП МЛП СССР из материалов повышенной прочности, выпускаемых промышленностью, арт. 3116 и 6882, а также искусственной морозостойкой кожи «Олень», арт. 7226 АСТ—27. Сейчас она проходит опытную носку на одном из участков строительства тоннелей БАМа.



Предлагаемую спецодежду можно использовать и в районах с менее суровыми условиями труда. Теплозащитные качества легко регулировать, например, наличием или отсутствием на куртке утепляющей прокладки: костюм можно заказать без нее, только с утепленным жилетом — защитные качества при этом сохраняются.

Затененные участки в тоннеле — у рычагов погрузочных машин, в забое и др. — вызывают необходимость в сигнальном цвете костюмов, в соответствии с принятым цветовым кодом машин и оборудования, чтобы рабочий был хорошо заметен на фоне пород. Таковы требования техники безопасности и эстетики. □

Комплект мужской и женской одежды для подземных работ в условиях пониженных температур и сильной обводненности



Костюм мужской. Спецодежда для проходчиков

Костюм женский. Спецодежда для маркшейдерских рабочих

Автор проекта модели М. Тотменна, непосредственный разработчик опытной партии одежды Н. Филиппова

Хроника Бамтоннельстроя

за июнь достигнута рекордная скорость проходки Нагорного тоннеля — с двух порталов пройдено 133 пог. м;

27 июня преобразованы КЭПРО и КМТС в Управление механизации и Управление производственно-технологической комплектации;

6 июля первый взрыв возвестил о начале проходки разведочной транспортно-дренажной штольни Байкальского тоннеля с западного портала;

7 июля установлено первое кольцо чугунной обделки диаметром 5,5 м и начата проходка межтоннельной транспортно-дренажной штольни с западного портала Северо-Муйского тоннеля;

1 августа создан Тоннельный отряд № 19 на западном портале Байкальского тоннеля;

16 августа установлена первая арка временного крепления Байкальского тоннеля с западного портала;

в сентябре приступили к проходке шахтного ствола № 3 Северо-Муйского тоннеля;

10 сентября произведена сбойка в Нагорном тоннеле — первая при проходке тоннелей на БАМе;

23 декабря принято решение о создании Тоннельного отряда № 21 — шестого отряда тоннельщиков на БАМе.

1978 год:

28 января с восточного портала Северо-Муйского тоннеля начата проходка транспортно-дренажной штольни;

16 февраля принято решение об организации Тоннельного отряда № 22;

18 марта начата проходка шахтного ствола № 2 Северо-Муйского тоннеля;

за апрель достигнута рекордная скорость проходки штольни с западного портала Байкальского тоннеля — 100,3 пог. м в месяц;

в мае с восточного портала приступили к проходке щитом Северо-Муйского тоннеля с чугунной обделкой диаметром 8,5 м.

Составил **В. КУТЫЛОВСКИЙ**

ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ

Изменение величины допустимого напряжения в сетях освещения проходческих машин и механизмов

В. ДУБЕНСКАЯ, канд. техн. наук;

В. КОРНЕЕВ, инженер

Утверждено изменение пункта 11.5 «Правил техники безопасности и производственной санитарии при строительстве метрополитенов и тоннелей». Этот пункт изложен теперь в следующей редакции: «Напряжение в сети освещения должно быть принято:

для тоннелей с зачеканенной обделкой и сухих выработок — 220 В (при отсутствии специальной проводки и арматуры высота установки должна быть не ниже 2,5 м);

для сырых выработок и тоннелей с незачеканенной обделкой в них не выше 42 В;

на проходческих машинах и механизмах (щитах, укладчиках тоннельной обделки, передвижных металлических подмостях, буровых чечаночных и монтажных тележках и др.), а также для переносных светильников, предназначенных для подрезывания, настольных, напольных и т. п. — не выше 42 В. Конструкция переносных светильников должна обеспечивать их надежное крепление, исключающее случайное падение. Перенос светильников допускается только в отключенном состоянии.

Для питания ручных светильников допустимо напряжение не выше 12 В.

Изменение величины допустимого напряжения в сетях освещения проходческих машин и механизмов вызвано тем, что выпускаемые отечественной промышленностью источники света на напряжение 12 В не обеспечивают необходимую освещенность рабочих мест. Кроме того, выполнение требования о соблюдении напряжения

12 В осложнялось еще и тем, что при строительстве горных тоннелей (в том числе и тоннелей БАМа) применяются проходческие машины зарубежных фирм, где предусмотрено напряжение 24 В.

Допустимое напряжение не выше 42 В позволит использовать для освещения лампы на напряжение 24 и 36 В и снизить расходы дефицитных проводниковых материалов, так как потребуются меньшее сечение кабеля и проводов. В то же время такое напряжение согласуется с требованием «Правил устройства электроустановок» (1977 г.), которые регламентируют напряжение не выше 42 В для питания светильников местного стационарного освещения в помещениях с повышенной опасностью и особо опасных. Переносные светильники, предназначенные для подвешивания, настольные, напольные и т. п. приравниваются при выборе напряжения к светильникам местного стационарного освещения.

Учитывая, что в подземных выработках могут быть особо неблагоприятные условия, для питания ручных светильников принято допустимое напряжение не выше 12 В. Для сравнения следует отметить, что «Единые правила безопасности при разработке рудных, нерудных и россыпных месторождений подземным способом», а также «Правила технической эксплуатации угольных и сланцевых шахт» допускают напряжение 36 В для местного освещения забойных машин, переносных осветительных установок и переносных светильников. □



Железнодорожный тоннель на линии Аляты—Норашен

Ш. ЭФЕНДИЕВ, начальник ТО № 7 Бактоннельстроя

Завершено строительство тоннеля на линии Аляты — Норашен на одном из участков Азербайджанской железной дороги.

Работы выполнял Тоннельный отряд № 7 Бактоннельстроя. Проходка велась в сложных климатических и горногеологических условиях, в интрузивных породах IX—XI категорий. Обделка подковообразной формы сечением от 45,7 до 60 м² из монолитного бетона и железобетона.

Портальные участки тоннеля, расположенные в зонах насыпных обломочных и трещиноватых пород, выполнены в сборной чугунной обделке, что позволило обеспечить полную безопасность и сократить сроки.

Породу разрабатывали буровзрывным способом с применением контурного взрывания. Забой обуривали с помощью установки СБУ-2М на глубину шпуров 2,5—2,7 м. Коэффициент их использования доходил до 0,85—0,90%. Взамен предусмотренной по проекту электровозной откатки порода вывозилась автосамосвалами ММЗ-555. Погрузку производили высокопроизводительной машиной ПНВ-ЗК.

Проходку тоннеля также, как и бетонирование, осуществляли с двух порталов. Учитывая протяженность выработки, возможную высоту обуривания забоя до 5 м, тоннель пройден способом верхнего уступа.

Такая схема производства работ дала возможность полностью устранить ручной труд, максимально использовать высокоэффективные бурильные машины и увеличить скорость проходки.

Следует также отметить, что состав проходческой бригады сократился до 12 человек на забой вместо 20.

Если время проветривания глухого забоя доходило до 3—3,5 час, то после сбойки — 10—15 мин. Разрешили проблему проветривания тоннеля от газов двигателей внутреннего сгорания при автомобильной откатке.

Грунт нижнего уступа разрабатывали как установками СБУ-2М с бурением горизонтальных шпуров $l=42$ мм, так и СВМК-5М — вертикальных скважин $l=105$ мм. На отдельных участках скорости проходки по забою достигали 100—110 пог. м в месяц. Годовая выработка на одного рабочего увеличилась на 4068 руб.

Постоянную монолитную бетонную обделку возводили механизированным способом с применением сборно-разборной металлической опалубки участками по 5—6 м. Для монтажа опалубки под пяту предварительно подготавливали бетонную опорную полосу «ленту».

Монтаж и демонтаж секций производили двуруким перестановщиком, движущимся по рельсам, уложенным на кронштейнах опалубки. Секции перемещались лебедками, находящимися перед перестановщиком.

Бетонную смесь доставляли с завода автосамосвалами ММЗ-555. Принятая в бункер она подавалась за опалубку пневмобетонасосами ПБУ-5, установленными на салазках. Укладка и наблюдение за заполнением посуды производились через смотровые люки, имеющиеся на каждом кольце.

После заполнения заопалубочного пространства с обеих сторон до уровня верхних загрузочных люков бетоновод переставлялся в торец посуды для укладки смеси в свод тоннеля.

Установку элементов опалубки контролировала маркшейдерская служба, после чего разрешалась укладка бетона.

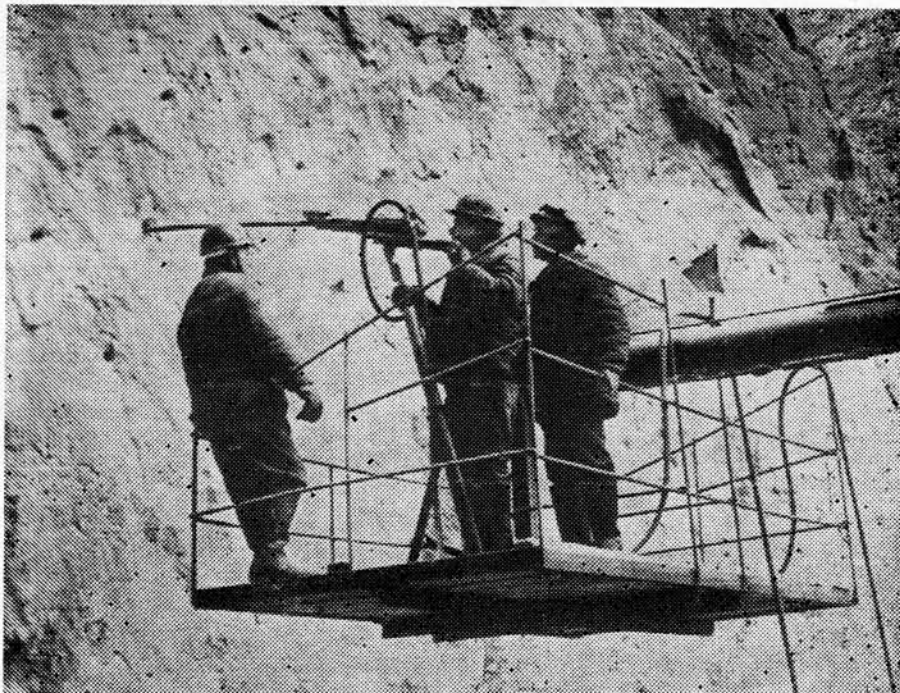
Одновременно с установкой секции сборно-разборной опалубки устраивали опалубку в местах расположения ниш и камер. Последние бетонировались одновременно с обделкой. Обратный свод и борт дренажной канавки бетонировали после возведения стен и свода тоннеля.

В настоящее время сооружаются комплексный городок ВОХР, эжекционная венткамера на восточном портале тоннеля, обеспечивается постоянное энергоснабжение объекта. Новая система вентиляции в отечественном тоннелестроении применена впервые.

Во всех производственных процессах по строительству тоннеля использован подрядный метод работ.

Бригадиры М. Исмаилов, Ю. Шатохин, Б. Агаев, Т. Алекперов, проходчики Д. Телолейко, С. Джафаров, А. Новрузов, Э. Набиев, водители Ф. Гусейнов, А. Гусейнов, А. Саядов и многие другие самоотверженным трудом обеспечили своевременное строительство тоннеля на линии Аляты — Норашен.

□



Определение положения проходческого щита на строительстве Лысогорского тоннеля

С. АШПИЗ, Д. КИСЛИЦЫН, инженеры

Техническими нормами проектирования трасс железных дорог и метрополитенов предусмотрено сопряжение прямого участка пути с круговой кривой с помощью специальных переходных кривых, отличительным геометрическим свойством которых является постепенное, плавное изменение (нарастание или уменьшение ее кривизны). Скорость этого изменения характеризуется параметром C , что видно из уравнения переходной кривой, называемой радиоидальной спиралью:

$$R = \frac{C}{L}. \quad (1)$$

Здесь R — радиус кривизны в данной точке переходной кривой;
 L — расстояние от начала (НПК) до заданной точки переходной кривой.

Перенос в натуру такого вида кривой является наиболее трудоемкой и сложной частью маркшейдерских разбивок, особенно при работе со щитом. Эти трудности увеличиваются, если переходная кривая запроектирована большой длины.

Проходка Лысогорского железнодорожного тоннеля на линии Краснодар—Туапсе с северного портала начина-

лась по круговой кривой $R=600$ м, которая затем сопрягалась с прямой — по переходной кривой длиной $L_0=140$ м с параметром $C=84000$.

Определение положения щита при строительстве этого тоннеля производилось с помощью устройства ЦНИИСа. Для нормальной его эксплуатации при проходке криволинейных участков расстояние между ориентирными сигналами в тоннеле (см. рисунок, базис C) должно определяться по формуле:

$$d = \frac{2\gamma}{\rho} R, \quad (2)$$

где $\gamma=60'5$ — фактический угол между визирными нитями, проходящими через две крайние вертикальные нити сетки конкретной оптической трубы устройства;

ρ — радиан, равный $3437,75'$;
 R — радиус ориентирной кривой, на которой находятся сигналы и прибор (R_A).

Исходя из конкретной производственной обстановки и практических соображений, базис на круговой кривой принят равным 37,5 м (50 колес). Целесообразно сохранить примерно такой же базис при проходке участка тоннеля на переходной кривой.

Устройство позволяет определить положение проходческого щита на переходной кривой, основываясь на расчетах, отнесенных к некоторой круговой кривой, которую принято называть ориентирной. Взаимное расположение ориентирной и переходной кривых задается в каждой конкретной обстанов-

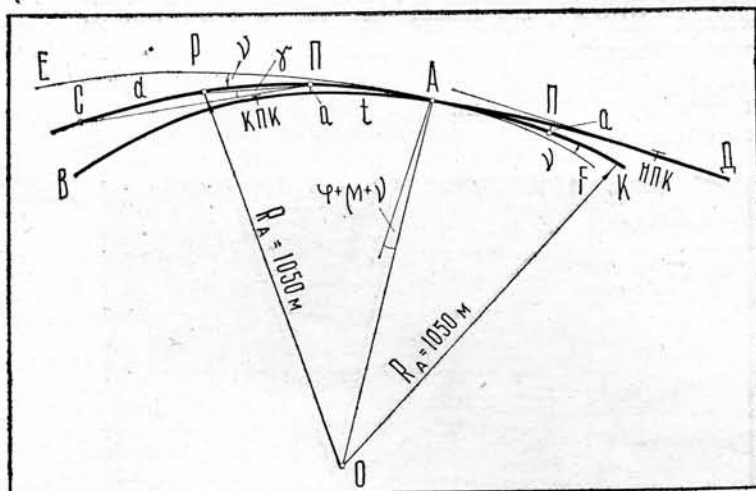
ке так, чтобы в максимальной степени использовать технические возможности устройства и предельно упростить выполнение полевых работ по контролю за положением проходческого щита. Для этого необходимо, чтобы у ориентирной кривой был достаточно большой радиус кривизны и в то же время она не должна удаляться от переходной более чем на 100 мм (на участке движения щита по переходной кривой). В противном случае возникают технические трудности в использовании щитового прибора.

С учетом этих требований и были подобраны параметры ориентирной кривой: ее кривизна, угол разворота относительно переходной кривой и точка пересечения с ней. Такой разворот ориентирной кривой относительно оси тоннеля впервые применен во время эксплуатации прибора ЦНИИС при строительстве Лысогорского тоннеля.

Рассмотрим порядок подбора параметров ориентирной кривой. Радиус определен по формуле 2 и принят равным радиусу кривизны в некоторой точке A переходной кривой. Выбор пикетажа этой точки был обусловлен следующим: чтобы радиус кривизны R_A в точке A примерно соответствовал выбранной ранее длине базиса; точка A располагалась приблизительно посередине того участка переходной кривой, на котором определение положения щита будет производиться по криволинейному базису.

Выбрав точку A на переходной кривой на расстоянии 80 м от НПК, получили ориентирную кривую, удовлетворяющую обоим условиям. Так $R_A = \frac{84000}{80} = 1050$ м, тогда $d = \frac{2 \cdot 60,5}{3437,75} \cdot 1050 = 36,95$ м, т. е. длина базиса примерно такая же, какой она была на круговой кривой.

На первых от НПК 20 м переходной кривой целесообразно ориентировать щит по направлению тангенса (продолжения прямой), так как ее ординаты здесь от линии тангенса еще малы. Поэтому для ориентирования по криволинейному базису были получены два участка пере-



В—КПК—А—НПК—Д — ось тоннеля;
 Е—А—Ф — ориентирная круговая кривая с кривизной переходной кривой в точке А;
 С—Р—П—А—К — ориентирная кривая, повернутая на угол γ

Арпа—Севан

48-километровый гидротехнический тоннель

А. КЕЛЬМИ, зам. начальника Всесоюзного объединения «Гидроспецстрой»;
В. ЖИЛКИН, главный маркшейдер

За четыре последних десятилетия уровень высокогорного озера Севан упал на 17 метров. Расчеты показали: спасение Севана — только в водах реки Арпы. Но она находится на юге озера, за Вардениским хребтом высотой 3,5 тысячи метров. Прежде чем направить воды Арпы к Севану, нужно было проложить многокилометровый тоннель.

«Жемчужиной энергетики» назвал академик Графтио Севан. Озеро — вулканического происхождения, расположено на высоте 1916 м над уровнем моря. При многолетнем поступлении в озеро в среднем 1220 млн. м³ воды в год в естественных условиях свободный сток ее с поверхности составлял 50 млн. м³, а 89% годового притока испарялось.

Идея понижения уровня и сокраще-

ния площади зеркала Севана легла в основу проекта строительства Севано-Разданского энергетического каскада из шести ступеней. Схема проста и эффективна. Пропуск воды из озера начался еще в 1936 г., когда вошла в строй Канакерская ГЭС. Ступенями по пути реки Раздан к Еревану стали гидростанции Севанская, Атарбежская, Гюмушская, Арзнинская, Канакерская и Ереванская. На протя-

жении 65 км деривации Раздан заключен в бетон каналов и тоннелей. В 1960 г. строительство этого каскада было завершено. Комплексное использование Севана оказалось основным двигателем экономики Армении.

За годы эксплуатации уровень озера снизился на 17 м. Решено было стабилизировать его на отметке равной 1898 м. Затем начались поиски источников для пополнения озера с суммарной водоотдачей около 400 млн. м³. 70% из них пало на долю реки Арпа, одного из левобережных притоков Аракса, длиной 126 км, который берет начало от родников Зангезурского и Вардениского хребтов на высоте 3200 м (падение 2420 м, водосборная площадь — 2630 км²).

ходной кривой одинаковой длины (по 60 м) от точки А в сторону КПК и НПК (см. рисунок), т. е. было выполнено и второе условие выбора положения точки А.

С целью сближения между собой ориентирной и переходной кривых (о чем упоминалось выше) ориентирная была повернута в точке А на угол $\nu = 0,004$ радиана. При этом поворот уменьшал расстояние между кривыми (ориентирной и осью тоннеля) на 4 мм на один метр их длины. Это упростило также расчеты по подготовке исходных данных, так как при ширине кольца тоннельной обделки 0,75 м этот поворот соответствовал поправке в 3 мм.

С учетом поставленных условий расстояния a между ориентирной кривой и осью тоннеля на переходной кривой можно вычислить по формуле

$$a = y_t - \nu t, \quad (3)$$

где t — расстояния от точки А до прибора П на кривой;

y_t — ординаты переходной кривой по оси пути от тангенса, выбираемые из таблиц по аргументу $L = t$.

По значению a получали установочный индекс прибора, т. е. определяли его положение на подвеске. Благодаря этому по рамке P всегда отсчитывали абсолют-

ные величины отклонений оси щита в точке П от проектного положения. Разворот оси щита от проектного положения получали так же, как и на обычной круговой кривой, т. е. путем отсчета по экрану устройства.

Расчеты координат сигналов С и Р для установки их на выбранной ориентирной кривой производились в следующем порядке:

вычисляли координаты точки А на переходной кривой по оси тоннеля по известным формулам для значений X и Y радиальной спирали;

определяли дирекционный угол направления из точки А на центр кривой О, отличающийся от дирекционного угла прямой на величину $90^\circ - (\varphi + \mu + \nu)$, где

φ — угол между нормалью к переходной кривой в точке А и нормалью к прямой (к тангенсу):

$$\varphi = \frac{L^2}{2 \cdot C} = \frac{80}{2 \cdot 84000} = 0,0380952;$$

μ — угол между переходной кривой по оси тоннеля и осью пути, который получается вследствие смещения оси тоннеля относительно оси пути, максимальная величина которого в конце переходной кривой была равна 0,320 м.

Поэтому

$$\mu = \frac{q}{L_0} = \frac{0,320}{140} = 0,0022857,$$

$\nu = 0,004$ — угол поворота ориентирной кривой в точке А.

Все углы рассчитывали в радианной мере.

Затем сумма значений $\varphi + \mu + \nu$ из радианной меры переводилась в градусную;

вычисляли координаты центра кривой О по найденному дирекционному углу и значению радиуса: $R_A = 1050$ м, используя приведенные формулы;

устанавливали координаты сигналов от центра кривой и величину дирекционного угла направления ОА по углу

$$\frac{\text{ПК сигнала} - \text{ПК А}}{1050} \rho$$

и расстоянию $R_A = 1050$ м. По координатам сигнала и ближайшего полигометрического знака решалась обратная геодезическая задача.

На основе полученных данных полярным способом определялись на практике точки подвески сигналов устройства.

Простота и надежность этих методов определения положения щита позволяют рекомендовать их для дальнейшего применения. □

В процессе поисков вариантов переброски стока реки Арпа в озеро Севан предпочтительным оказался тоннельный с параметрами основных сооружений:

Кечутское водохранилище в верховьях Арпы 22,5 млн. м³. Головным узлом является каменно-земляная плотина высотой 50 м в комплексе с

связи, шести поселков и четырех шахт.

Проходка шахтных стволов тоннеля Арпа — Севан велась буровзрывным способом, обделка их выполнена в монолитном бетоне и из чугунных тюбингов. Глубокие стволы с монтажом тюбинговой обделки вслед за продвижением забоев и уборкой породы

ям, расположенным в тесном каньоне; он выполнен в виде бульдозерной тропы с углом наклона 16—18°.

Раскрытие забоев сделано в разное время, и лишь к концу 1969 г. проходка велась одновременно со всех одиннадцати.

Инженерно-геологическая обстановка на трассе сложная: песчаники, пор-

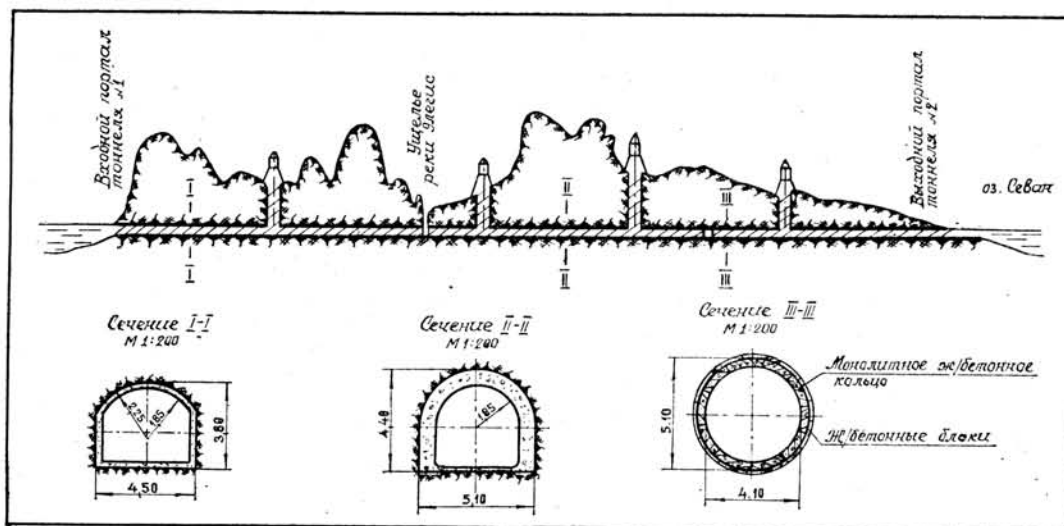


Рис. 1

водоприемником, шахтным водосбором типа «Маргаритка» и ирригационным водовыпуском;

безнапорная деривация переброски — из двух тоннелей длиной 48340 м (рис. 1) с промежуточным водозабором реки Эллегис. Проходка тоннеля — одиннадцатью забоями.

В комплекс подготовительных работ, начавшихся в 1964 г., входило строительство дорог, водопроводных магистралей, линий электропередач и

специально смонтированным комплексом КС-2У/40 в истории подземного гидротехнического строительства пройдены впервые. Наиболее сложной оказалась проходка ствола шахты № 4. На глубине 30 м приток воды достиг 500 м³/час; основной поток откачивался подвесными насосами ППН-50/250.

Одновременно приступили к сооружению подходов к порталам еще четырех забоев. Наиболее сложным и трудоемким оказался подход к забо-

фириты, гранодиориты, граниты (более 26 видов и разновидностей), от скальных пород крепостью 12—18 категорий по Протодьяконову до глинисто-древесной, щебеночной массы тектонических сбросов — разломов. Температура пород достигла 40—45° с выходом термальных вод и газов. В зоне высоких температур оказалось пять забоев.

Основным способом проходки принят буровзрывной. При бурении шпуров применялись различные системы перфораторов, но наиболее удачно работали перфораторы ПР-30. В двух забоях действовали самоходные буровые установки СБУ-2. Погрузка породы производилась электрическими и пневматическими машинами типа ЭПМ-1, ПМЛ-5, МПР-6, ПНБ-3к в глухие и опрокидные вагонетки емкостью 1,6 м³ и 2,5 м³ типа УВГ и УВБ. В отдельных забоях были применены породопогрузочные с морозозащитными комплексами «Хеглунд» грузоподъемностью 22 т. Транспортировали породу аккумуляторными электровазонами АМ-8Д и 4,5 АРП. Откаточ-

Техническая характеристика пород по шахтам

Таблица

№ шахт	Высота над уровнем моря, м	Породы	Крепость пород по шкале Протодьяконова	Приток воды, м ³ /час
1	2000	Комковатые суглинки, туфобрекчи, известковые песчаники	6—8	54
2	2300	Галечно-гравийные отложения, андезито-базальтовый мелкозернистый туф	4—10	10
3	2600	Валуны, галька, гравий, пемзово-опелловые песчаники, порфириты и гранодиориты	3—18	25
4	2300	Обломки пористого серого базальта, трещиноватые, затем очень плотные, крепкие базальты, далее песчаники и супеси	10—15 1,5—2,5	660

ные пути с шириной колеи 600 и 750 мм уложены рельсами Р-18 и Р-24.

В зависимости от характера породы в качестве временного крепления в шахтах применялась арочная крепь, анкерная, с металлической сеткой. На участках с крепкими породами временная крепь не устанавливалась.

Наиболее сложны в протяженных тоннелях вопросы вентиляции — проветривания тупиковых забоев и понижения в них температуры. Задача решена с помощью комбинированной вентиляции: нагнетательный способ проветривания и всасывающий непосредственно при взрывных работах. Лучшие результаты получены при использовании вентиляторов ВЦП-16 производительностью до 25—30 м³/сек, с напором до 700 мм водяного столба.

В промежуточных вентиляционных установках (при каскадном или расщепленном расположении) применены вентиляторы ВМ-6 и ВМ-8. Решающее значение имеет хорошее качество соединения вентиляционных труб. Утечки воздуха предотвращали устройством муфт из синтетических материалов и фланцев с фасонными резиновыми прокладками. Для снижения коэффициента аэродинамического сопротивления вентиляционные трубы изнутри покрывались специальной эмалью.

Дополнительно проветривали некоторые забои сжатым воздухом (это делалось как правило после трехкилометровой проходки), чтобы наладить в них газовый и температурный режимы. В одном из забоев с этой целью использованы кондиционеры КПШ-3-90 хладопроизводительностью до тысячи килокалорий, эффект — снижение температуры на 5—7° только при условии монтажа по длине тоннеля (забоя) термоизолированного трубопровода.

Как показал опыт строительства гидротехнического тоннеля большой протяженности, при температуре пород свыше +40°С целесообразно применять местное или общее кондиционирование воздуха. Однако создать нормальный температурный режим в забоях (в пределах до +25°С) полностью не удалось.

Бетонирование постоянной отделки тоннеля в большинстве случаев производилось одновременно с проходкой, с отставанием в 100—150 м, а иногда и после ее завершения. При этом были использованы различные типы опалубок. Наибольшего внимания заслу-



Рис. 2. Участок гидротехнического тоннеля Арпа — Севан.

живает инвентарная металлическая опалубка из двутавровых арок и наборных металлических щитов.

Подавался бетон в опрокидных вагонетках типа УВО-0,8 с выгрузкой в приемное устройство. Применялись пневмобетонукладчики. Один из них — «Донуги» имеет преимущества по сравнению с другими: небольшие габариты при достаточной полезной емкости, менее жесткие требования к крупности инертных материалов в бетоне и меньший расход воздуха. Использование пневмобетонукладчиков было затруднено на участках тоннеля, закрепленных арочной крепью. Бетонную смесь в этих случаях приходится укладывать между каждой парой арок, что требует многократного непроизводительного крепления бетоновода. Подача бетона в этих случаях происходит малыми дозами и прерывисто, иногда образуются пробки в бетоноводах, на ликвидацию которых приходится затрачивать время.

Дальность транспортировки бетонной смеси и использование пневмобетонукладчиков вызывает необходимость применения более пластичной бетонной массы, на приготовление которой расходовалось бы цемента на 15—20% больше, чем при обычных условиях бетонирования. Для строя-

щихся гидротехнических тоннелей большой протяженности большое значение имеет подбор бетона, который не расслаивался бы при длительной перевозке.

Несмотря на трудные условия, сложную инженерно-геологическую обстановку и высокий температурный режим в отдельные месяцы проходчики добились рекордных скоростей — до 200 м. Появление минерализованных вод и углекислого газа в одном из забоев прогнозировалось на основе общих геоструктурных особенностей Варденисского хребта и вулканического нагорья Армении и данных о наличии в районе источников агрессивных и термальных вод. Исходя из сложившейся инженерно-геологической обстановки взрывные работы были ограничены.

При очередном взрыве в 1977 г. произошло внезапное газодинамическое явление с сейсмическим эффектом, с высокой степенью дробления пород от тонкодисперсной мелочи до крупнозернистого песка и обломков. Объем выброшенной породы из забоя составил около 1500 т. Подобный выброс в изверженных породах не имеет аналогов в практике горного строительства.

В забое, в сторону которого была широко распространена зона выбросоопасных пород, буровзрывные работы были прекращены. Для разрушения пород применили гидравлику.

Для устройства вентиляции в условиях повышенного выделения углекислого газа и минерализованных вод приняли решение: с поверхности земли в зону забоя бурить разгрузочные скважины диаметром 600 мм. Этот забой проходили в обводненных глинах и туфритах, подверженных значительному пучению и оказывающих горное давление, превосходящее 250 т/м². Большие нагрузки привели к деформациям и разрушениям комбинированной обделки тоннеля из чугунных тюбингов и внутреннего железобетонного кольца. Для снятия нагрузки проходку вели с опережающей штольной. Однако принятые конструктивные и технологические меры не дали желаемых результатов. Обстановку осложнил крупный вывал породы из трещины с внезапным прорывом воды и газа до 300 л/сек.; температура в забое поднялась до +18°C.

Последствия прорыва низкотермальных вод были устранены, организована эректорная проходка с устройством обделки из железобетонных блоков, воспринимающей давление до 400 т/м². Приток воды стабилизировался на уровне 120—150 л/сек.

Большие глубины шахтных стволов, значительная протяженность проходческих забоев на сбойку и сложные условия строительства резко осложнили ведение маркшейдерских работ. В отдельных случаях потребовалось применение новых, более совершенных способов маркшейдерского обеспечения с использованием высокоточных приборов. Смыкание осей проходческих забоев протяженностью более 10 км выполнено с высокой точностью.*

Перед коллективом горняков Всесоюзного объединения «Гидроспецстрой» и его специализированных управлений «Арпасеванстрой» и «Закавказский» стоят сложные задачи завершения проходческих и бетонных работ на участках 48-километровой трассы тоннеля Арпа — Севан. Многонациональный коллектив стройки, в котором с самого начала трудятся и метростроевцы, приехавшие после проходки железнодорожных тоннелей на линии Абакан — Тайшет, полон решимости выполнить поставленную задачу. □

ПРОЕКТИРОВАНИЕ, КОНСТРУИРОВАНИЕ, ИССЛЕДОВАНИЯ

Сооружение подводных тоннелей методом опускных секций

В. МАКОВСКИЙ, проф., д-р техн. наук; **Е. ДЕМЕШКО**, канд. техн. наук; **К. СКОРИК**, инженер

Сооружение тоннелей под руслами рек, морскими каналами и проливами является одной из наиболее сложных проблем тоннелестроения. Устройство подводных переходов осуществляется, как правило, в водоносной неустойчивой грунтовой среде. На современном этапе технического развития оно ведется в основном двумя методами: щитовой проходкой под сжатым воздухом или опусканием готовых секций. Последний получил широкое распространение. Сущность этого метода, дающего особые преимущества при сооружении многополосных автотранспортных тоннелей, заключается в следующем. Элементы тоннеля — крупногабаритные железобетонные секции длиной 60—120 м и массой 8—40 тыс. т изготавливают обычно в доке или котловане (одновременно на дне водотока землечерпательными снарядами вскрывается подводная траншея соответствующего поперечного сечения). Готовые секции, временно закрытые по торцам водонепроницаемыми диафрагмами, транспортируют наплавку к месту монтажа по трассе тоннеля, а затем (загруженные балластом) опускают на дно траншеи на предварительно установленные опоры или на искусственное основание. Между подошвой секции и дном траншеи нагнетают песчаную смесь в основание тоннеля. Необходимая точность при установке достигается с помощью электронной аппаратуры и лазерных приборов.

Наиболее сложным является стыкование тоннельных секций под водой. Для этого пользуются методом неравновешенного гидростатического давления на свободный торец стыкуемой секции. Опушенная на дно секция подтягивается к уже установленной гидродомкратами, обеспечивающими начальное уплотнение стыка. Затем из пространства между торцовыми перегородками выпускается вода, и в нем создается атмосферное давление. По контуру торца уложены

резиновые уплотнители; гидростатическое давление на них (в несколько тысяч тонн) создает необходимую водонепроницаемость стыка, который оформляется затем в виде жесткой монолитной конструкции или той же конструкции с деформационным швом.

Для защиты перекрытий тоннеля от механических повреждений производится обратная засыпка грунтом. Затем разбирают в секциях временные торцовые перегородки, укладывают дорожное полотно, устанавливают вентиляционную систему и только после этого открывают сквозное сообщение по всему подводному тоннелю.

Сооружение подводных тоннелей из опускных секций в условиях крупных городов по сравнению с другими техническими решениями этой проблемы: устройством мостовых переходов, разводных мостов или тоннелей глубокого заложения — более всего удовлетворяет требованиям города, не нарушая его архитектурной целостности и не осложняя работы наземного транспорта. В Ленинграде под Морским каналом для связи города с Канонерским островом впервые в СССР строится автотранспортный подводный тоннель длиной 1,5 км. Он имеет прямоугольное сечение 6×11 м².

Актуальность проблемы потребовала научных изысканий и экспериментов. Исследования ведутся под руководством ЦНИИС — головной научно-исследовательской организации, с участием ЛНИЖТа, МИИТа, МГМИ (Московского гидромелиоративного института) в содружестве с проектными и строительными организациями: Ленметрогипротрансом, ЛО СКБ Главмостостроя, трестом Мостострой № 6 и Мостоотрядом № 11, сооружающими подводный тоннель в Ленинграде.

Основные направления исследований: «Конструкции опускных секций подводного тоннеля», «Особенности взаимодействия подводного тоннеля с окружающей средой» и «Технология

* «Энергетическое строительство», № 7, 1978.

сооружения подводного тоннеля из опускных секций».

Конструкции опускных секций. В первую очередь проведен анализ внешних нагрузок на тоннельные секции. Учтены: особенности взвешивающего действия воды на тоннель, временная и возможная местная аварийные нагрузки на секции от затонувшего судна, влияние вибрации, создаваемой транспортом в эксплуатационный период. Выбрана рациональная форма поперечного сечения тоннельной секции прямоугольной железобетонной конструкции; исследована статическая работа конструкции опускных секций и разработана методика их расчета. Многообразие расчетных случаев (транспортирование при крупной волне, монтажный и эксплуатационный периоды), неравномерность упругих свойств основания по длине тоннеля потребовали рассмотрения как плоской, так и пространственной схем статической работы секции. Уделено внимание разработке и проверке конструкции стыкового соединения с помощью неуравновешенного гидростатического давления на торец секции.

Изучается напряженно-деформированное состояние железобетонных конструкций с учетом температурных воздействий для предотвращения образования трещин и деформаций.

В арматурные каркасы вмонтированы датчики струнного типа. Долговременные измерения проводятся как во время строительства, так и эксплуатации конструкций (ЛенНИЛ ЦНИИС).

Взаимодействие подводного тоннеля с окружающей средой. В ходе этих исследований изучалась совместная работа системы «тоннель — основание». Ее особенностями являются: взвешивающее действие воды и наличие основания, искусственно возведенного намывом песка под секциями. Для более полного учета распределения физико-механических характеристик грунтовой среды как по глубине, так и в продольном и поперечном направлениях относительно секции разработана методика определения осредненных коэффициентов постели грунта. На основе вероятностного подхода рассмотрено слоистое линейно-деформируемое основание под нагрузкой. Посредством дисперсионного и факторного анализов устанавливаются правила выбора расчетных характеристик основания и дается оценка статистического разброса их значений.

Изучено взаимодействие грунтово-

го массива с береговой частью подводного тоннеля, сооружаемого в котловане со шпунтовым ограждением, показано существенное изменение бокового давления грунта на секцию при выдергивании шпунта из массива.

Технология сооружения тоннеля методом опускных секций. Специфика строительства подводного тоннеля, ведущего на Канонерский остров, потребовала новых технологических решений. При составлении вариантов изготовления для него железобетонных секций в условиях Ленинграда проектными и производственными организациями (ПКБ треста Трансгидромеханизация, Ленметрогипротранс, Мостострой № 6) с участием лаборатории гидромеханизации ЦНИИС был предложен новый способ изготовления и выведения секций в акваторию путем устройства специального док-шлюза, состоящего из площадки для пяти секций и котлована для вывода их в канал. После изготовления секций вода в док-шлюзе поднимается до уровня, обеспечивающего их всплытие. Затем секции отбуксировывают в котлован. Когда понижаемый уровень воды в док-шлюзе достигает уровня ее в канале, перемычка между ним и котлованом разбирается, а секции подготавливаются для транспортировки на плавку створу сооружаемого тоннеля.

Сложным оказалось вскрытие подводной траншеи по трассе тоннеля, поскольку выемка грунта происходит на значительной глубине, а дно должно быть ровным в пределах допустимых отклонений от проектных отметок. Учитывая значительную скорость потока в Морском канале, уделено большое внимание сохранности подводной траншеи в течение подготовки и установки секций в створе тоннеля. Выявлены две фазы взаимодействия котлована с водным потоком. Первая относится ко времени сооружения котлована и подготовки к транспортированию секций, вторая — к периоду заводки их в створ тоннеля, опусканию и установке в проектное положение. Потребовалось выбрать нужные параметры траншей (заложение низового и верхового откосов, ширина траншей по дну) во избежание размывов бортов и дна траншеи, а также отложения наносов, которые могли бы неблагоприятно сказаться на установке секций.

Исследование вопросов сохранности подводной траншеи проводится кафедрой гидравлики МГМИ с участием лаборатории сооружения тоннелей и метрополитенов ЦНИИС. При этом моделируются явления взаимодейст-

вия потока, секции и траншей в плоском и пространственном лотках. Экспериментальный метод позволяет прогнозировать поведение подводной траншеи и принять заблаговременно те параметры, при которых на практике удастся избежать существенных изменений ее поперечного сечения. Выводу тоннельных секций из док-шлюза предшествует проверка их герметичности и величины положительной плавучести, балластировка секций (с устранением излишнего дифферента и крена). ЛО СКТ Главмостостроя и ЦНИИСом разработан ряд мероприятий по выполнению этих работ. В процессе транспортирования секции и заводки ее в проектное положение с разворачиванием поперек канала возникает силовое воздействие на нее водного потока. Установлено, что оно выражается не только в лобовом сопротивлении и сопротивлении трения по боковой поверхности, но и в возникновении моментов, меняющих дифферент и опрокидывающих секцию.

Изучен процесс опускания секции в подводную траншею при помощи лебедок с созданием отрицательной плавучести. Выявлены динамические характеристики потока при непрерывно меняющихся условиях обтекания секций.

Наиболее ответственным моментом сооружения тоннеля является подводное стыкование опущенной секции с установленной ранее. Важно обеспечить точную предварительную стыковку и начальное обжатие резиновой стыковочной прокладки. Для достижения необходимой точности при стыковании разработан прибор ПКС, позволяющий контролировать положение торцов секций относительно друг друга в продольном направлении.

Для обеспечения надежного основания подводного тоннеля замывом песка в пространство между днищем секции и дном подводной траншеи лабораторией гидромеханизации ЦНИИС проведены эксперименты на крупномасштабной модели. Разработаны рекомендации по технологии замыва, обеспечивающие заданные параметры основания на всех этапах сооружения Канонерского тоннеля, которые проверяются на практике.

На основе обобщения и технико-экономического анализа опыта строительства Канонерского тоннеля с учетом результатов научных исследований, разрабатываются рекомендации по внедрению метода опускных секций при сооружении подводных транспортных тоннелей в СССР. □

О классификации анкерной крепи по конструктивным признакам¹

А. ШИРОКОВ, д-р техн. наук; В. КУНЦЕВИЧ, В. ШЕМЯКИН, инженеры;
В. ДАВЫДОВ, канд. техн. наук

В мировой горной практике известно около 600 разновидностей анкерной крепи. На основе обобщения и систематизации всего многообразия конструкций такой крепи разработана классификация ее по конструктивным особенностям с разделением на 15 групп (позиции, отмеченные звездочкой, приводятся впервые):

по виду материала: металлические, деревянные, из стекловолокна, пластмассовые, бамбуковые, комбинированные;

по разновидности скважин: анкеры для цилиндрических скважин и анкеры для скважин с разбуренной донной частью;

по способу закрепления анкера в скважине: механический, взрывной, цементным раствором, полимерами (смолой);

по разновидности тела анкера*: стержневые, армополимерные, армоцементные;

по разновидности закрепления армополимерных анкером*: нагнетание в скважину полимеров, использование полимеров в патронах;

по разновидности закрепления железобетонных анкером*: нагнетание в скважину цементного раствора, использование цементного раствора в патронах;

по разновидности замковой части анкера: резьба на конце стержня, отверстие торцевой части и резьба*, прорезь, прорезь и выступы на боковой поверхности стержня*, конусообразная головка, утолщенный конец и конус в торце*, усеченный конус, клиновидная головка, клиновидная головка и ограничитель на конце, клиновидная головка и параллельные грани на конце, клиновидная головка, параллельные грани и ограничитель на конце,

односторонний клин*, трубчатый с закрепленной поверхностью*, трубчатый со взаимно перпендикулярными отверстиями*, трубчатый с отогнутыми концами, со спиральным концом, с отверстием на конце стержня, с трубчатым концом и прорезью, с закрепленным концом, со спиральной пружиной, с концом в виде правильной пирамиды, с ограничителем на конце стержня, с винтообразными выступами*, с клиновидной утолщенной головкой и выступами*, с клиноконической головкой и зубчатой поверхностью с одной стороны*, с двумя клиновидными головками и впадинами на конце*, с клиновидной головкой и двумя впадинами*, с двусторонним клином*;

по разновидности замка анкера: с двухперой гильзой, трехперой, четырехперой, с одной полувтулкой, двумя полувтулками, с резиновой втулкой, с металлической пластиной, с деревянной пробкой, с двойным клином, с режущей головкой, клинощелевой, комбинированный (сочетание резиновых и металлических дисков, клиньев и полувтулок с хомутом);

по принципу закрепления: забивная, распорная, закладная, многократного закрепления, сплошного закрепления, винтовая;

по разновидности наружной поверхности замка анкера*: с гладкой поверхностью;

по разновидности оформления хвостовика анкера: конец стержня имеет резьбу*, щель, утолщение, отогнутый конец, развилку, петлю;

по форме сечения стержня*: круглый сплошного сечения, круглый полого сечения, квадратного сечения, повторяющегося сечения, неправильной формы, комбинированный;

по виду закрепления*: путем контактирования с породой в донной части скважины; то же, в устье скважины; то же, по всей длине;

по способу сцепления анкера со стенками скважины*: за счет трения замка о стенку скважины; то же, внедрения выступов; то же, сцепления горных пород с заполнителем скважины;

по сложности конструкции замка анкера*: замок состоит из одного элемента, из двух однотипных, из различных элементов; с выступом в виде резьбы, в виде неправильной формы, в виде неравностороннего треугольника и равнобедренного.

Классификация анкером по разновидности скважин не имеет существенных различий и отличается либо большими конструктивными элементами замка анкера, либо созданием в стержнях замковой части различных утолщений с целью повышения несущей способности анкером, например путем отгиба прядей каната под углом 180° при канатных анкерах, либо созданием утолщений в стержнях штамповкой на обычных прессах или высадкой замковой части стержня на горизонтально-ковочной машине и т. д. Для большей прочности закрепления анкером в скважине часто используют цементный раствор или полимеры. В этом случае для установки анкером донная часть скважины разбуривается с применением специальных расширителей (рис. 1).

Расширитель, предложенный С. Г. Беляевым, О. В. Павловым, В. Я. Засловым (см. рис. 1, а), состоит из направляющего конуса 1, режущих пластин 2, армированных пластинками победита 3, корпуса 4, пружины 5, переходника 6 и буровой штанги 7. После введения расширителя в скважину упор 8 входит своей конусной частью в соответствующие расточки режущих их секторов ниже оси 9 и расклинивает их. Секторы при движении расширителя в скважине не расходятся. При достижении дна сква-

¹ «Шахтное строительство», № 1, 1978

жины направляющий конец **1** оста-
навливается, а режущие пластины **2**
раздвигаются в стороны и происходит
разбуривание донной части к скважи-
не.

Расширитель, приведенный на рис.
1, б, предложен В. И. Церцвадзе. Он

жину и упирается в ее дно. При вра-
щении расширителя при помощи
электросверла и его подаче в сторо-
ну дна скважины клин перемещает-
ся внутрь головки и раздвигает ре-
зцы, разбуривая при этом донную
часть.

товой нарезке в полость **2** и ребра
его **8** раздвигают лопасти до полного
прижатия к стенкам скважины. После
этого шток не может перемещаться
и резба в полости **2** навинчивается
на щитовой конец штока до тех пор,
пока муфта войдет в зацепление, при
этом вращение стержня передается
лопастями, которые и разбуривают
скважину.

Расширитель, показанный на рис.
1, д, предложен А. П. Широковым,
Э. И. Классеном, В. К. Лабутиным,
В. А. Лидером, Е. А. Степановым.
Он состоит из пластинчатого резца,
армированного пластинкой твердого
сплава **1**, резцедержателя **2** с копи-
рным устройством, оси **3**, трубы **4** и
стержня **5** с хвостовиком для элект-
росверла. Для расширения дна сква-
жины резцедержатель **2** упирается в
дно, пластинчатый резец движется
по копижному устройству, отклоня-
ясь в сторону с одновременным раз-
буриванием донной части скважи-
ны. Расширитель, показанный на
рис. 1, е, отличается от предыдуще-
го только тем, что он в тыльной ча-
сти имеет подпружиненный конус **6**
для фиксации положения расширите-
ля в скважине.

Расширитель, приведенный на рис.
1, ж, выполнен двухсторонним с це-
лью разбуривания донной части сква-
жины на большую величину. Расши-
ритель на рис. 1, з состоит из корпу-
са **1**, внутри которого находится
клин-копир **2** с возвратной пружиной
3, и подвижных резцов **4**, установ-
ленных в окнах корпуса. Концы ре-
зцов **4** заведены в пазы клина-копира.

Когда головка клина-копира **5** упи-
рается в дно скважины, включается
и подается на забой электросверло;
корпус расширителя перемещается
по клину-копиру и сжимает пружину,
а клин-копир постепенно выдвигает
резцы, которые и образуют камеру
конусообразной формы.

Расширение донной части скважи-
ны расширителем, показанным на
рис. 1, и осуществляется путем на-
жатия сферической поверхности **1**
в дно скважины, при этом конус **2**
перемещается в сторону устья скважи-
ны и раздвигает пластины **3**, которые,
постепенно поворачиваясь вокруг
шарнира **4**, разбуривают донную
часть в конус. После этого пластины
3 возвращаются в исходное положен-
ие путем перемещения конуса **2** в
обратном направлении возвратной
пружиной **5**.

С целью повышения несущей спо-

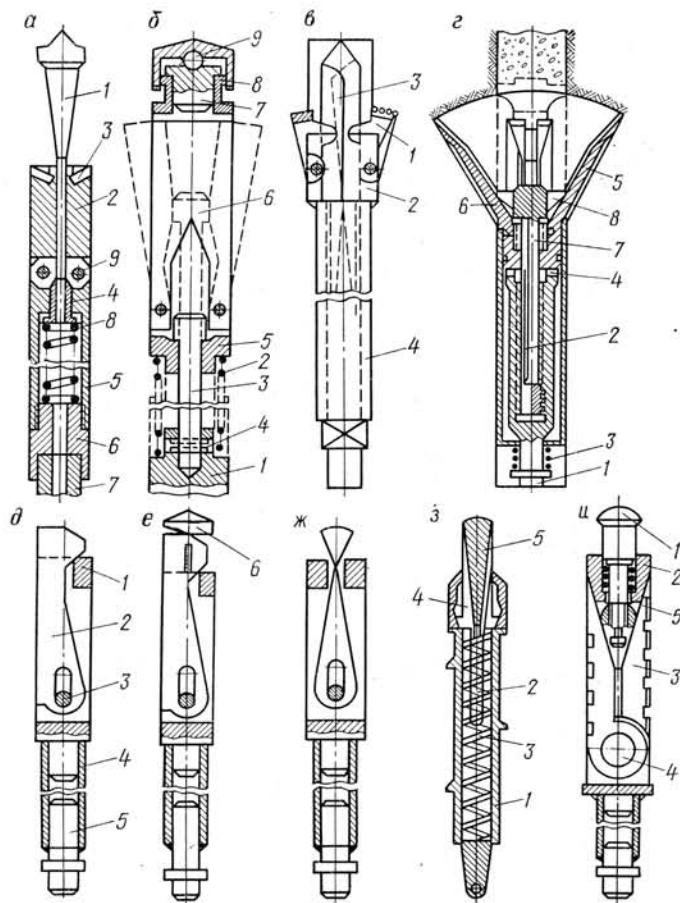


Рис. 1

состоит из основной штанги **1**, пружины **2**, толкателя **3** со шпилькой **4**, корпуса резцов **5**, армированных пластинами твердого сплава **6**, опорной пяты **7**, крышки **8** и стального шарика **9**.

После того, как крышка достигнет дна скважины, движение расширителя относительно стенок скважины приостанавливается, толкатель **3** своей конической частью постепенно раздвигает пластины **6** и разбуривает донную часть скважины в конус.

Расширитель (см. рис. 1, в), предложенный Г. И. Фалеевым и Ю. С. Матушкиным (шахта «Кузнецкая»), имеет раздвижные резцы **1**, головку **2**, контрольный клин **3** и буровую штангу **4** из цельнотянутой трубы диаметром 24 мм. Расширитель с выдвинутым контрольным клином вставляется в заранее пробуренную сква-

жину. Расширитель (см. рис. 1, г), предложенный П. И. Майнуловым, состоит из стержня **1**, в нижней части которого имеется полость **2** с винтовой нарезкой, а в верхней располагается пружина **3** муфты сцепления **4**, служащей для передачи движения только в одном направлении и его прерывания; верхняя половина муфты соединена со стержнем **1**, нижняя — с корпусом **5**. Режущие лопасти **6** прикреплены на осях к корпусу и в сложенном положении вписываются в сечение скважины. Один конец штока **7** входит в полость **2**, а другой, клиновидный его конец выполнен с клиновидными ребрами **8**.

Перед вводом расширителя в скважину муфта сцепления **4** находится в расцепленном положении под действием сжатой пружины **3**. Вращением стержня **1** шток **7** втягивается по вин-

способности металлических клинощелевых анкеров Институт горного дела им. А. А. Скочинского разработана клинощелевая анкерная крепь с клиньями 1 и 2, входящими при распоре анкера в скважину один в другой и в прорезь стержня анкера 3 (рис. 2, а).

Во Франции запатентован клинощелевой анкер (см. рис. 2, б). Клин 1 снабжен направляющими 2, препятствующими ему сместиться относительно стержня в боковом направлении.

В США предложена более совершенная конструкция деревянной анкерной крепи с клином двойного действия (см. рис. 2, в). Замковая часть этого анкера состоит из центрального клина 1, служащего для распора стержня анкера 2, армированного в замковой части металлическими плашками 3, и расщепляющего клина 4, который взаимодействует с центральным.

Сотрудниками института горной механики им. Г. А. Цулукидзе АН Грузинской ССР Г. А. Хвичия, В. А. Каландадзе, Г. В. Гогниашвили и Р. С. Какушадзе предложен частично извлекаемый анкер (см. рис. 2, г). Установка его производится следующим образом: в скважину 1 вводится деревянный анкер 2, который закрепляется при помощи клина 3 и установочной трубы. Затем в хвостовую часть деревянного стержня 2 вводится металлический стержень 4 с клином 5. На металлический стержень надевается опорная шайба 6 и в прорезь забивается клин 7.

Для повторного частичного извлечения анкера клин 7 выбивают, стержень поворачивают на 90°, после чего он выходит из разъемного шлицевого фиксируемого соединения 8 и нижняя часть анкера извлекается.

Ниже рассматривается ряд разновидностей анкерной крепи, представляющей комбинацию железобетонных анкеров с анкерами с механическим замком, разработанных американцем Честер И. Вильямсом и запатентованных в США и в СССР.

На рис. 2, д, е, ж показана первая разновидность комбинированного анкера конструкции Честера И. Вильямса.

Крепь состоит из двух пустотелых отрезков стержня 1 и 2, соединенных между собой муфтой 3, механического замка 4, шайбы 5 и гайки 6. В отверстие соединительной муфты 3 ввинчена заглушка 7, которая исполь-

зуется в качестве клапана. Стопорный винт 8 предотвращает вращение соединительной муфты в процессе ввинчивания в нее части стержня 2.

При закрытом отверстии муфты 3 цементный раствор через центральный канал в стержне подает в

ми 5 для предотвращения его проворачивания в скважине в процессе закрепления анкера, опорного кольца 6 и уплотнительного кольца 7.

С целью возможности замены длинного стержня на более короткий после производства взрывных работ

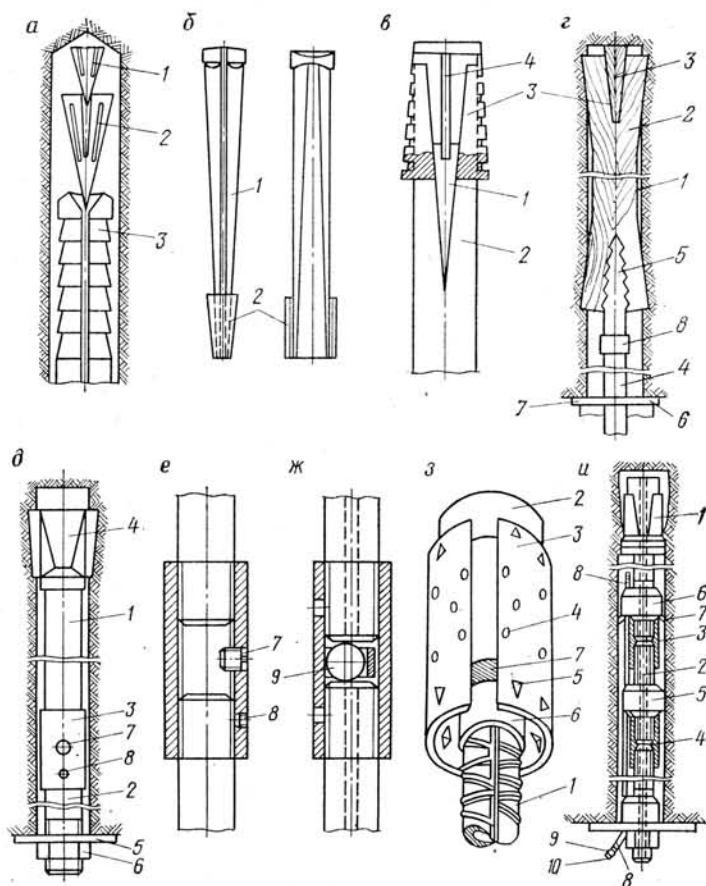


Рис. 2

замковую часть. При производстве взрывных работ порода в устье скважины может быть разрушена. В этом случае стержень 2 ввинчивают на меньшую длину, соответствующую оставшейся длине скважины, заглушку 7 удаляют и стержень 2 с муфтой 3 вновь навинчивают на стержень 1. После этого через отверстие, ранее закрываемое заглушкой 7, подают цементный раствор для заполнения оставшейся части скважины.

В муфте рекомендуется располагать два или один шарик 9 (см. рис. 2, ж) для предотвращения возможного заклинивания концов стержней.

Механический замок такого анкера (см. рис. 2, з) состоит из части стержня 1, конусной гайки 2, разрезного цилиндра 3 с отверстиями 4 для пропуска цементного раствора и с шипа-

предложен вариант, в котором нижняя часть стержня закрывается предохранительной оболочкой, препятствующей сцеплению этой части стержня анкера с цементным раствором.

Комбинированная анкерная крепь (см. рис. 2, и) конструкции Честера И. Вильямса отличается от ранее рассмотренных тем, что скважину в месте установки механического замка 1 бурят меньшего диаметра, чем всю остальную ее часть. Стержень 2 анкера состоит из нескольких отрезков, соединенных муфтами 3 и 4. Для секционирования подачи цементного раствора предусмотрены резиновые пробки 5 и 6, которые удерживаются от проворачивания в процессе свинчивания составных стержней в скважине при помощи опорных колец 7, имеющих острые выступы для зацепления со стенками скважины.

Цементный раствор в районе расположения замка **1** анкера подается по трубе **8** путем нагнетания, а воздух выходит через центральное отверстие в стержне анкера.

Поддача цементного раствора в нижнюю часть скважины осуществ-

ляется лумфтами и выступами стержня, расположенными со стороны вершины клиновидной головки стержня анкера (плоского клина).

Анкер, предложенный во Франции (см. рис. 3, в), имеет две установочные пружины **1** и соединенные полу-

чателное закрепление замка в скважине. Достоинством этого анкера является то, что он не имеет резьбы, поэтому технология изготовления и установки его упрощается.

Распорный анкер с установочными упорами АК-5 конструкции КузНИУИ (см. рис. 3, д) имеет свободно сидящий на стержне **1** конус **2**. При установке анкера упоры соприкасаются с дном скважины и раздвигают полуштулки **3** до соприкосновения их с ее стенками. Перемещением стержня к устью скважины достигается надежное закрепление замка анкера в породе.

Распорный анкер с установочной скобой АК-4 конструкции КузНИУИ (см. рис. 3, е) состоит из стержня **1**, имеющего резьбу на обоих концах, полуштулок **2**, конусной гайки **3**, установочной скобы **4**, упоров **5**, шайбы и гайки. Полуштулки на стержне в процессе установки анкера опираются на упоры **5** и удерживаются вместе при помощи резинового кольца. Установочная скоба с боков имеет скосы под углом, равным конусности наружной поверхности гайки, и располагается в пазах последней. Тыльная часть **6** установочной скобы находится выше торца замковой части стержня. Предварительное закрепление замка анкера в скважине с установочной скобой осуществляется раздвижкой полуштулки при движении стержня, когда скоба своей тыльной частью соприкасается с дном скважины.

Распорный анкер АР-1 конструкции КузНИУИ (см. рис. 3, ж) состоит из стержня **1** с прорезью на конце, клина **2**, двух ребристых полуштулок **3**, соединенных хомутом **4**. Анкер изготавливается из прутковой стали диаметром 16 мм. В прорезь стержня анкера вставляется фасонный из стекловолокнита или плоский из металла клин, который приваривается с внутренних сторон «усов». Клин из стекловолокнита фиксируется планкой, также приваренной с внутренних сторон «усов». Ребристые полуштулки прессуются либо из стекловолокнита, либо штампуются из металла с внутренним уклоном, равным углу заострения клина. Полуштулки соединяются между собой хомутом, изготовленным из жести или проволоки.

Замок анкера (см. рис. 3, з) разработан в ФРГ фирмой «Нилос». Он состоит из стержня **1**, двух полуштулок **2**, соединенных между собой хомутом **3**, и клиновидной гайки **4**. По-

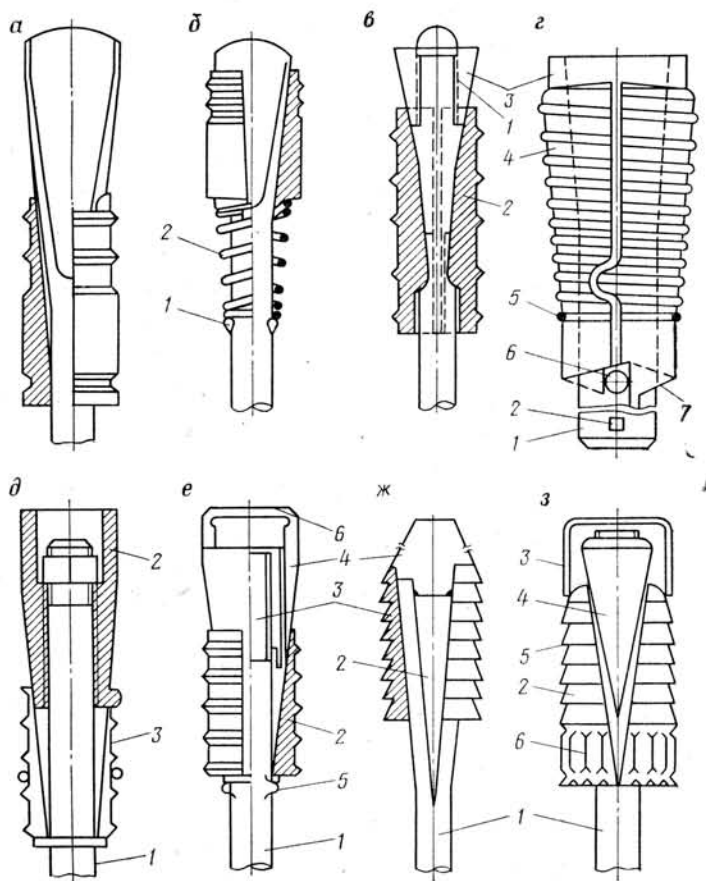


Рис. 3

ляется по трубке **9**, а воздух выходит по трубке **10**.

Подгруппа анкеров с двумя полуштулками — самая распространенная и насчитывает более 40 разновидностей. Наиболее типичные из них приведены на рис. 3 и 4.

В анкере ШК-1п (см. рис. 3, а) полуштулки на наружной поверхности имеют выступы, а с внутренней стороны — сужающийся канал; поэтому полуштулки удерживаются на клиновидной головке стержня анкера без применения монтажной проволоки.

Анкер ШК-2п (см. рис. 3, б) в отличие от ШК-1п между полуштулками **1** имеет коническую пружину **2**, что позволяет устанавливать их в скважине без применения установочной трубы. Этот анкер для саморасклинивания в скважине снабжен упругим элементом, взаимодействующим с по-

штулки **2**. При вводе анкера в скважину пластинчатые пружины ударяются в ее дно, деформируются и раздвигают полуштулки до соприкосновения выступов со стенками скважины. При движении стержня к устью скважины полуштулки с помощью клиновидной головки **3** надежно закрепляются в горной породе.

Анкер (см. рис. 3, г), разработанный в ФРГ, состоит из стержня **1** с отверстием **2** на одном конце и клиновидной головкой **3** на другом, двух полуштулок **4**, резинового кольца **5** и кулачка **6**. На нижней части полуштулок расположены скосы **7**. При повороте стержня **1** кулачок взаимодействует со скосами **7** полуштулок и, перемещая их вверх, обеспечивает предварительное закрепление анкера в скважине. После забивки клина в отверстие **2** стержня происходит окон-

Полувтулки имеют продольные выступы **5** и вертикальные **6**, которые используются в процессе установки анкера. Они препятствуют вращению полувтулок вокруг оси. При окончательном закреплении анкера в скважине путем вращения стержня клиновидной гайке придается поступательное движение, благодаря чему происходит раздвижка полувтулок и внедрение продольных выступов **5** в стенки скважины, что обеспечивает высокую несущую способность анкерной крепи.

Анкер, представленный на рис. 4, а, разработан в ЧССР. Полувтулки соединены между собой, а раздвижка их в процессе установки производится перемещением клиновидной гайки путем вращения стержня. С целью увеличения несущей способности анкеров количество выступов на наружной поверхности полувтулок увеличено до 12.

Анкер фирмы «Аносъен Этаблисман Гольденберг» (ФРГ) (см. рис. 4, б) предназначен для анкерования слабых пород. Клиновидная головка навинчивается на стержень диаметром 18 мм, что позволяет извлекать анкер из скважины. Литые полувтулки соединяются между собой внизу при помощи резинового шнура, протянутого через продольное отверстие в клиновидной головке. При введении анкера в скважину клиновидная головка тянет за собой полувтулки и обеспечивает контакт их со стенками скважины. Окончательное закрепление анкера в скважине осуществляется путем раздвижки полувтулки клиновидной головкой анкера в процессе перемещения его к устью скважины.

Анкер, приведенный на рис. 4, в, разработан той же фирмой, что и предыдущий. Клиновидная головка этого анкера диаметром 30 мм имеет два клиновидных выступа **1** и **2**, расстояние между которыми 100 мм. Полувтулки этого анкера **3** выполнены гладкостенными и с внутренней стороны имеют два выступа **4** и **5** под тем же углом, что и выступы на клиновидной головке стержня. Такая конструкция анкера обеспечивает двойную расклинку полувтулок в скважине и повышает несущую способность анкерной крепи.

Анкер, приведенный на рис. 4, г, изготавливается во Франции. Полувтулки анкера снабжены горизонтальными и вертикальными выступами. Горизонтальные выступы предназначены для устранения вертикального скольжения, а вертикальные

препятствуют повороту полувтулок относительно стенок скважины.

Анкер (см. рис. 4, д) конструкции КузНИУИ имеет конусообразную головку, которая позволяет закреплять на ней полувтулки без применения монтажной проволоки или резиновых колец.

ку даже в тот момент, когда стержень выходит из гайки с тыльной стороны.

Вопросам совершенствования и конструирования анкерной крепи уделяется большое внимание. Созданы совершенные ее конструкции, наиболее простыми из которых являются

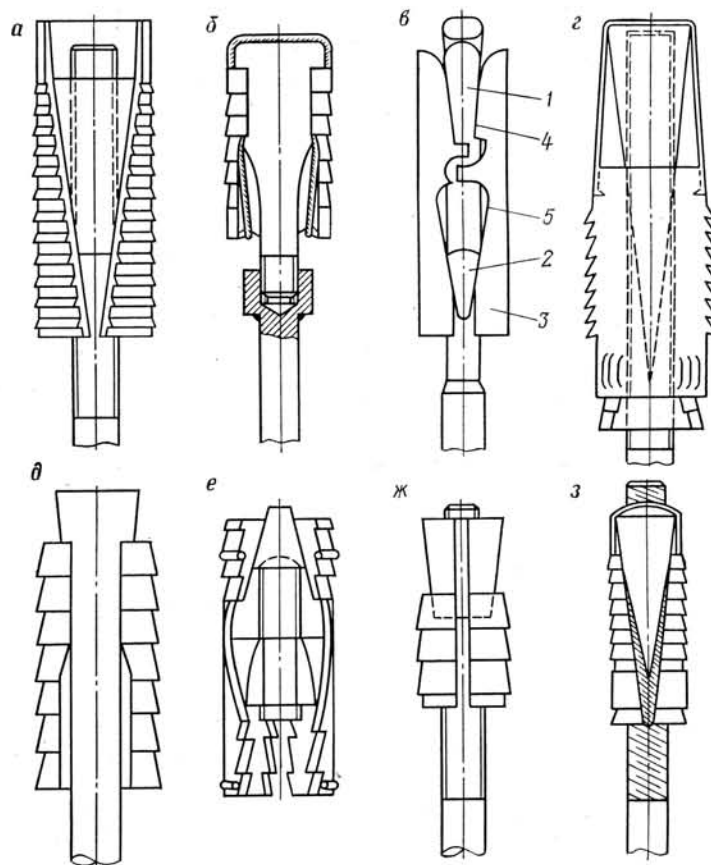


Рис. 4

На рис. 4, е показана замковая часть английского анкера типа Дуплекс с двойной раздвижкой полувтулок, осуществляемой при помощи двух конусов. Анкерную крепь этой конструкции рекомендуется применять в условиях слабых пород, когда требуется высокая прочность их закрепления.

Отличительной особенностью анкера, показанного на рис. 4, ж, является то, что клиновидная гайка выполнена в виде правильной усеченной четырехгранной пирамиды, а полувтулки имеют углообразные пазы, что позволяет полувтулке одновременно соприкоснуться с двумя смежными гранями. Закрепление таких анкеров в скважине производится установочной трубой.

Анкер, показанный на рис. 4, з, имеет пластинчатый хомут с центральным отверстием, что позволяет ему опираться на клиновидную гай-

металлическая с двумя полувтулками, железобетонная и армополимерная крепи.

Разработана анкерная крепь для установки ее в скважинах с разбуренной донной частью. Прочность закрепления канатного анкера с использованием цементного раствора достигает 100 тс. Такая анкерная крепь применялась для удержания горных склонов.

Более совершенные конструкции анкеров позволили расширить область их применения. Они используются не только в подготовительных и капитальных выработках и их сопряжениях, но и в очистных, а также для крепления камер для монтажа механизированных комплексов и в различных вспомогательных целях.

Эффективность применения анкерной крепи велика, и только в Кузнецком бассейне получена экономия более 37 млн. руб. □

МЕТРОСТРОЙ

ИНФОРМАЦИОННЫЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ СБОРНИК

8 1978

ИЗДАНИЕ МОСКОВСКОГО МЕТРОСТРОЯ И
ИЗДАТЕЛЬСТВА «МОСКОВСКАЯ ПРАВДА»

В НОМЕРЕ:

С. Власов, В. Меркин. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ СООРУЖЕНИЯ ГОРНЫХ ТОННЕЛЕЙ	1
И. Салопекин. ТОННЕЛИ БАМа.	3
И. Комогорцев, В. Ламин. БАМ. ИСТОКИ Д. Васильев. ЛИДЕРЫ СОЦИАЛИСТИЧЕСКОГО СОРЕВНОВАНИЯ	5
В. Коган. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОСНАЩЕНИЕ СТРОЙПЛОЩАДОК	7
А. Тарасюгин. ДЛЯ СКОРОСТНОЙ ПРОХОДКИ	9
П. Пряхин. ЛАЗЕРЫ В ПОДЗЕМНОЙ ПОЛИГОНОМЕТРИИ	10
Н. Кулагин. ИЗ ПРОЕКТНЫХ РАЗРАБОТОК И. Авдеев. РАЦИОНАЛЬНЫЕ РЕШЕНИЯ	11
ПРЕДЛОЖИЛИ МОЛОДЫЕ СПЕЦИАЛИСТЫ	15
РАССКАЗЫВАЮТ ПЕРВОПРОХОДЦЫ	15
ХРОНИКА БАМТОННЕЛЬСТРОЯ	16
М. Тотменина. СПЕЦОДЕЖДА ДЛЯ ТОННЕЛЕСТРОИТЕЛЕЙ	17
В. Дубенская, В. Корнеев. ИЗМЕНЕНИЕ ВЕЛИЧИНЫ ДОПУСТИМОГО НАПРЯЖЕНИЯ В СЕТЯХ ОСВЕЩЕНИЯ ПРОХОДЧЕСКИХ МАШИН И МЕХАНИЗМОВ	17
Ш. Эфендиев. ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЙ ТОННель НА ЛИНИИ АЛЯТЫ — НОРАШЕН	20
С. Ашпиз, Д. Кислицын. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПРОХОДЧЕСКОГО ЩИТА НА СТРОИТЕЛЬСТВЕ ЛЫСОГОРСКОГО ТОННЕЛЯ	21
А. Кельми, В. Жилкин. АРПА — СЕВАН	22
В. Маковский, Е. Демешко, К. Скорик. СООРУЖЕНИЕ ПОДВОДНЫХ ТОННЕЛЕЙ МЕТОДОМ ОПУСКНЫХ СЕКЦИИ	23
А. Широков, В. Кунцевич, В. Шемякин, В. Давыдов. О КЛАССИФИКАЦИИ АНКЕРНОЙ КРЕПИ ПО КОНСТРУКТИВНЫМ ПРИЗНАКАМ	26
	28

Редакционная коллегия:

В. А. АЛИХАШКИН, А. С. БАКУЛИН, П. А. ВАСЮКОВ,
С. Н. ВЛАСОВ, А. Ф. ДЕНИЩЕНКО, В. М. КАПУСТИН,
Ю. А. КОШЕЛЕВ, А. С. ЛУГОВЦОВ, В. Л. МАКОВСКИЙ,
Б. П. ПАЧУЛИЯ, С. А. ПОНОМАРЕНКО,
В. И. РАЗМЕРОВ, Е. Д. РЕЗНИЧЕНКО, А. И. СЕМЕНОВ,
А. В. СЕМЕНОВ, В. В. ЯКОБС, И. М. ЯКОБСОН

13
МЕТРОСТРОИ

ИНДЕКС 70572

ЦЕНА 30 коп.

Художественный и технический редактор **Е. К. Гарнухин**

Л-87353 Сдано в набор 30/X—78 г. Подп. к печати 15/XII—78 г.
Формат бумаги 60×90¹/₈. Бумага типографская № 1. Объем
4,0 п. л. Тираж 5100 экз. Заказ 3861. Цена 30 коп.

Адрес редакции: 103031, Москва, К-31, Кузнецкий мост, 20,
2-й этаж, телефоны 295-86-02, 223-77-72

Типография изд-ва «Московская правда», Потаповский пер., 3.