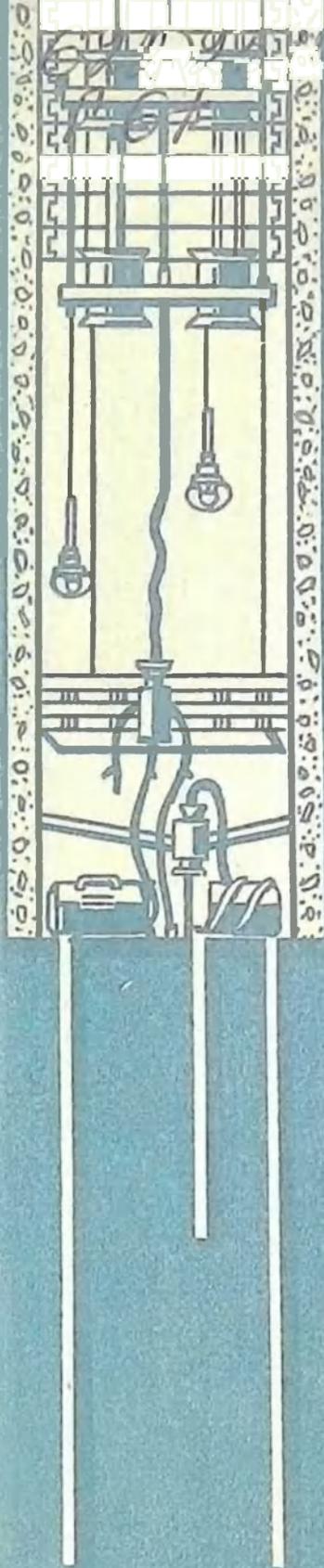


75)  
*Б. И. Горбаткин*

**ПРОХОДЧИК  
ПРИ СООРУЖЕНИИ  
СТВОЛОВ  
СПЕЦИАЛЬНЫМИ  
СПОСОБАМИ**



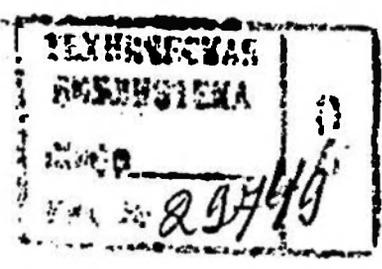
2005

622.25/015)  
167

Б. И. Горбаткин

**ПРОХОДЧИК  
ПРИ СООРУЖЕНИИ  
СТВОЛОВ  
СПЕЦИАЛЬНЫМИ  
СПОСОБАМИ**

*Одобрено Ученым советом  
Государственного комитета Совета Министров СССР  
по профессионально-техническому образованию  
в качестве учебного пособия  
для подготовки рабочих на производстве*



МОСКВА «И Е Д Р А» 1974

Горбаткин Б. И. Проходчик при сооружении стволов специальными способами. М., «Недра», 1974, 216 с.

В книге приведены основные понятия по горному делу, схемы и способы проходки стволов, а также оснащение их горнопроходческим оборудованием. Даны необходимые сведения о строительстве поверхностных зданий и сооружений.

Особое внимание уделено специальным способам сооружения вертикальных стволов. Рассмотрен весь комплекс горнопроходческих работ, связанных с проходкой стволов специальными способами, — отбойка и погрузка породы, возведение временной и постоянной крепи стволов, гидроизоляция крепи, армировка стволов.

Даны практические рекомендации по безопасному ведению горнопроходческих работ.

Книга предназначена в качестве учебного пособия для подготовки в профессионально-технических училищах и на производстве проходчиков вертикальных стволов, сооружаемых специальными способами, а также может быть полезна учащимся техникумов.

Таблиц 6, иллюстраций 103, список лит. — 14 назв.

## ПРЕДИСЛОВИЕ

С каждым годом увеличивается число новых предприятий в горнодобывающей промышленности, сооружаемых в сложных гидрогеологических условиях, требующих применения специальных способов проходки горных выработок.

В 1972 г. область применения специальных способов составила 11% всего объема работ по сооружению вертикальных стволов шахт и рудников.

В настоящее время с применением специальных способов проходки строятся Солигорский калийный комбинат № 4, Березниковский калийный комбинат № 4, Соликамский калийный комбинат № 2, Яковлевский рудник Курской магнитной аномалии, Запорожский железорудный комбинат и другие горнопромышленные предприятия. Предстоит построить еще ряд рудников по добыче руды цветных металлов, фосфора, гипса, соли и других полезных ископаемых.

Проходка стволов специальными способами требует применения специального оборудования, технологии производства работ и материалов. Для ускорения темпов техничкогo прогресса — внедрения комплексной механизации при проходке вертикальных стволов, повышения скорости сооружения стволов, улучшения качества производимых работ, сокращения сроков строительства и ввода в эксплуатацию горных предприятий — необходимы квалифицированные рабочие — проходчики.

Настоящее учебное пособие подробно знакомит рабочих — проходчиков, горных мастеров, сменных инженеров и техников с основными специальными способами проходки стволов, помогает получить им основные теоретические знания и главным образом практические навыки для производства горнопроходческих работ.

Все замечания и пожелания по улучшению книги будут приняты автором с благодарностью.

## ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ ПО ГОРНОМУ ДЕЛУ

### § 1. Общие сведения по геологии

Земная кора сложена горными породами, состоящими из минералов.

Минералами называют химические элементы и их соединения, встречающиеся в земной коре в форме тел, отличающихся однородностью химического состава и физических свойств. Минералы, соединенные в геологические тела, образуют горные породы. Различают коренные горные породы и наносы.

Коренными называют горные породы, не подвергающиеся процессам разрушения и последующему переносу агентами сноса.

Коренные горные породы по происхождению подразделяют на магматические (изверженные, осадочные) и метаморфические (видоизмененные).

Магматические породы образовались в результате остывания огненножидких масс расплавленных пород (магмы), поднимавшихся из глубин Земли и изливавшихся на поверхность или заполнявших трещины в земной коре. Изверженные породы в большинстве своем плотные, твердые и крепкие. Типичными и наиболее распространенными изверженными породами являются гранит, базальт, порфир и др.

Осадочные породы образовались в результате разрушения изверженных пород под действием воды, ветра и климатических изменений. Частицы разрушенных пород переносились водой в озера и моря и отлагались на дне последних в виде мощных толщ. Наиболее распространенными осадочными породами являются глина, пески, мергели, известняки и др.

Осадочные породы образовались также и из остатков громадного количества мелких ракушек и скелетов морских животных, отлагавшихся на дне морей и океанов. Эти отложения под действием давления и цементации солями преобразовывались в известняки.

Так как в течение долгой жизни нашей планеты моря и суша неоднократно менялись местами, осадочные породы морского происхождения распространены и в районах, в настоящее время весьма отдаленных от моря.

Под действием большого давления, высокой температуры и химического воздействия магмы горные породы, слагающие земную кору, сильно видоизменялись и из них образовались другие

породы, значительно отличающиеся от первоначальных. Такие горные породы принято называть метаморфическими. Так, в процессе метаморфизации песок сначала превращался в сланцы, а затем в кварциты. Глины превращались в сланцы, потом в филлиты, а затем в слюдяные сланцы и, наконец, в гнейсы.

По своим свойствам метаморфические горные породы занимают промежуточное место между магматическими и осадочными породами.

Наносами называют рыхлые осадочные образования, получающиеся в результате выветривания коренных пород, независимо от того, остаются они на месте своего образования или переносятся и откладываются в другом месте. Мощность наносов доходит до 100 м и более.

Среди горных пород выделяют полезные ископаемые и пустые породы. Полезными ископаемыми называют минералы и горные породы, которые добывают из недр и непосредственно используют в народном хозяйстве. Естественные скопления полезного ископаемого в земной коре в размерах, пригодных для разработки, называются месторождением полезного ископаемого, а горные породы, среди которых залегает месторождение полезного ископаемого, — пустыми породами.

Месторождения полезных ископаемых по своему происхождению можно разделить на магматические (куда входят собственно магматические, контактовые и гидротермальные) и осадочные.

К месторождениям магматического происхождения относится большинство месторождений руд. Рудой называют полезное ископаемое в массиве, содержащее металл или другое минеральное вещество в количестве, пригодном для промышленного использования при современных технико-экономических условиях. Различают следующие главные формы залегания руд: рудный пласт, жила (рис. 1), шток, россыпь.

При пластовой форме залегания руда залегает согласованно с пластами окружающих горных пород.

Жила образуется путем заполнения трещин в земной коре рудными минералами. Жилы могут располагаться в породе в самых разнообразных направлениях и иметь различную форму (рис. 1, а).

Шток представляет собой месторождение неправильной формы и сравнительно небольших размеров, получившееся в результате заполнения пустот в земной коре минеральным веществом (рис. 1, б).

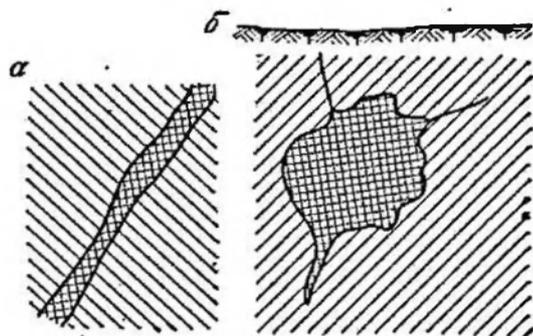


Рис. 1 Формы залегания руд:  
а — жила; б — шток

Россыпи образуются в результате выветривания и разрушения магматических или гидротермальных пород, переноса их водой и осадения более тяжелых и стойких к выветриванию минералов (золото, платина и др.) на дне рек, ручьев.

В отличие от изверженных пород, залегающих в виде линз, жил и т. п., осадочные породы залегают в виде чередующихся приблизительно параллельных слоев, называемых пластами. Поэтому месторождения полезных ископаемых осадочного происхождения, к которым относятся

уголь, гипс, каменная соль, мел, горючие сланцы, некоторые железные руды и другие, называют пластовыми месторождениями.

Твердые полезные ископаемые осадочного происхождения обычно залегают среди пустых горных пород в виде пластов (рис. 2). Пластом называется тело плитообразной формы, состоящее из сравни-

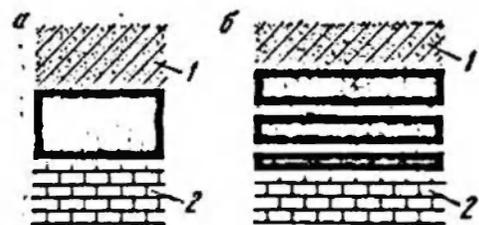


Рис. 2. Пласт угля:

а — чистый; б — с прослойками;  
1 — кровля; 2 — почва

тельно однородной горной породы, толщина (мощность) которого незначительна по сравнению с размерами по двум другим измерениям (ширине и длине).

Пустая порода, залегающая выше пластов полезного ископаемого, называется кровлей или висячим боком, а залегающая ниже — почвой или лежачим боком.

Поверхности соприкосновения пластов различных горных пород называют поверхностями напластования.

## § 2. Элементы залегания горных пород.

### Геологические нарушения

Положение пластов в земной коре определяется элементами их залегания, к которым относятся мощность, простирание и падение пласта.

Мощностью пласта называют его толщину. Ее определяют расстоянием по нормали (перпендикуляру) между кровлей и почвой.

Полезные ископаемые, не пригодные к выемке из-за слишком малой мощности (обычно менее 0,3—0,4 м), называют пропластками.

По мощности пласты угля делятся на весьма тонкие (до 0,5 м), тонкие (0,5—1,3), средней мощности (1,3—3,5 м) и мощные (3,5 м и более).

Мощность встречающихся в природе пластов угля изменяется в больших пределах. Так, если в Донбассе мощность пласта редко превышает 2 м, то на Урале, в Кузнецком и других бассейнах мощность пластов достигает 20—30 м и более.

Производительность пласта — количество угля в тоннах, получаемое с  $1 \text{ м}^2$  пласта, равна произведению полезной мощности пласта на объемный вес угля.

Часто непосредственно над пластом залегает слой породы небольшой мощности. Этот слой называется ложной кровлей. Ложной почвой называется тонкий слой породы, залегающий в почве пласта угля.

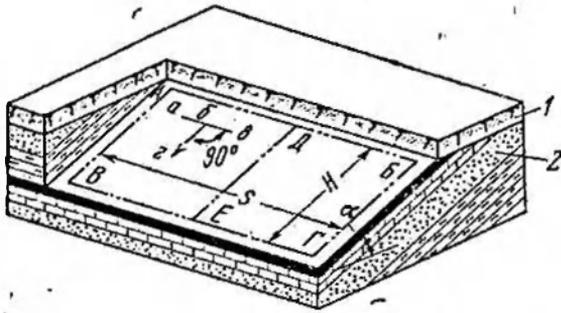


Рис. 3. Аксонометрическое изображение участка земной коры и шахтного поля:

АБГВ — шахтное поле; ДЕ — линия, делящая поле на две части; S — размер поля по простиранию; H — размер поля по восстанию; 1 — наносы; 2 — коренные породы

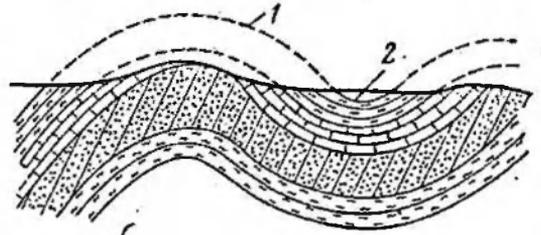


Рис. 4. Антиклинальная 1 и синклинальная 2 складки

Тонкий слой пустой породы, расположенный в пласте полезного ископаемого, называют прослойком. Различают пласты чистые (рис. 2, а), не содержащие породных прослойков, и пласты с прослойками, или сложные (рис. 2, б).

Вследствие этого различают общую и полезную мощность пласта. Общей считается мощность пласта в целом от кровли до почвы, включая и прослойки породы. Полезной мощностью пласта называют мощность чистого (без прослойков) угля в пласте, т. е. общую мощность, за вычетом мощности прослойков породы. В зависимости от мощности пласты разделяются на рабочие и нерабочие.

Понятие рабочие и нерабочие угольные пласты является условным. В связи с развитием горной техники пласты угля, ранее считавшиеся нерабочими, начинают разрабатываться.

Простирание пласта характеризуется азимутом линии простирания. Азимут называется угол между меридианом и данным направлением, отсчитанный по ходу часовой стрелки.

Линией простирания называется линия *абв* (рис. 3) пересечения поверхности пласта с горизонтальной плоскостью.

Линия пересечения поверхности пласта с вертикальной плоскостью, перпендикулярной к линии простирания пласта, называется линией падения *бг* (рис. 3). Падение указывает на

положение пласта по отношению к горизонтальной плоскости и характеризуется углом падения пласта.

Углом падения называется угол  $\alpha$  (рис. 3) между линией падения пласта и проекцией ее на горизонтальную плоскость. В зависимости от угла падения различают пласты пологие, ( $\alpha=0\div 25^\circ$ ), наклонные ( $\alpha=25\div 45^\circ$ ) и крутые ( $\alpha=45\div 90^\circ$ ).

Изменения в залегании горных пород и полезных ископаемых, происшедшие в результате тектонических процессов в земной коре, называют дислокациями (нарушениями). Различают пликативные и дизъюнктивные дислокации.

Пликативными дислокациями называют такие нарушения в залегании горных пород и полезных ископаемых, при которых происходит изменение первоначальных форм залегания вследствие перемещения отдельных частей без разрыва сплошности этих пород и полезных ископаемых, но с образованием складок, утолщений, утончений.

Складка, направленная выпуклостью вверх (рис. 4), называется антиклинальной, а складка, направленная вогнутостью вниз, — синклинальной.

Дизъюнктивными или разрывными дислокациями

называют такие нарушения в залегании горных пород и полезных ископаемых, которые сопровождаются разрывом их сплошности и перемещением разорвавшихся частей (рис. 5):

Трещина, по которой происходит разрыв горных пород и перемещение разорванных частей, называется трещиной смещения или сместителем.

Породы и полезные ископаемые, прилегающие к трещине смещения сверху (со стороны ее висячего бока), называются ее висячим крылом, а породы и полезные ископаемые, прилегающие к трещине смещения снизу (со стороны ее лежащего бока), — лежащим крылом нарушения.

При классификации смещений условно считают, что перемещение по трещине смещения осуществляется висячим крылом при неподвижном лежащем крыле. В связи с этим различают сброс (рис. 5, а), образующийся при сдвигении висячего крыла вниз по сместителю; взброс (рис. 5, б), образующийся при сдвигении висячего крыла вверх по сместителю; сдвиг (рис. 5, в), образующийся при сдвигении висячего крыла горизонтально по сместителю.

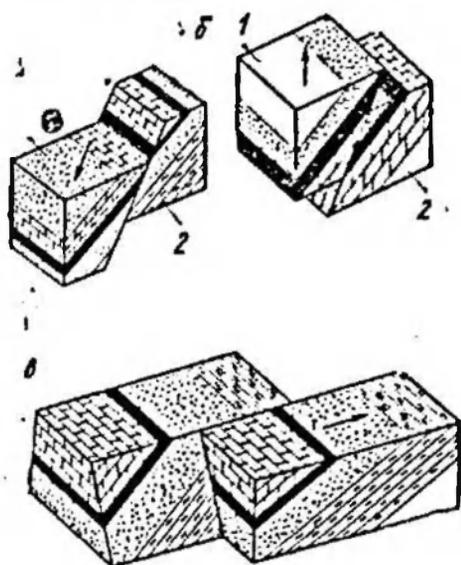


Рис. 5. Смещение пласта:

а — сброс; б — взброс; в — сдвиг;  
1 — висячее крыло; 2 — лежащее крыло

### § 3. Свойства и классификация горных пород

Горные породы характеризуются различными физико-механическими свойствами. Следует иметь в виду, что большинство горных пород являются неоднородными как по химическому составу, так и по строению. Эта неоднородность объясняется естественными условиями их образования и залегания.

Свойства горных пород, в которых залегают полезные ископаемые, имеют важное значение. Так, например, для успешного проведения подготовительных выработок необходимо хорошо знать свойства горных пород, в которых проводится выработка, потому что в зависимости от этих свойств выбираются машины, механизмы и инструменты, определяются способы проходки и материалы для крепления выработок. При ведении очистных работ выбор способов выемки угля и управления кровлей в основном зависит от характера и свойств боковых пород.

К основным физико-механическим свойствам горных пород относятся: твердость, вязкость, хрупкость, упругость, трещиноватость, зернистость, разрыхляемость, объемный вес, пористость, пластичность, устойчивость, водоносность и др.

Твердость характеризует способность породы оказывать сопротивление проникновению в нее какого-либо другого тела.

Вязкость — это сопротивление, оказываемое горной породой силам, стремящимся разъединить их частицы.

Хрупкость — свойство горных пород разрушаться при статической нагрузке без заметных остаточных деформаций. Если горные породы обладают способностью деформироваться под влиянием внешних воздействий без разрушения, т. е. без образования трещин, то их называют пластичными. Обычно породы с большой твердостью и незначительной вязкостью являются хрупкими, и наоборот, породы весьма вязкие с небольшой твердостью — пластичны.

Упругость — свойство горных пород восстанавливать свою первоначальную форму после прекращения воздействия на них внешних сил, без заметных остаточных деформаций.

Трещиноватость определяется наличием в горных породах трещин, разделяющих массив горной породы на отдельные части. Различают породы трещиноватые, средней трещиноватости и монолитные.

Зернистость горной породы определяется величиной зерен, слагающих горную породу, и их взаимным расположением.

Разрыхляемость — это свойство горных пород увеличивать свой объем при выемке по сравнению с объемом, занимаемым горной породой в массиве.

Объемный вес — вес породы в единице объема. Следует различать плотность горных пород в массиве и в насыпном виде.

Пористость — отношение объема пор к единице объема горной породы.

Таблица 1

Категория крепости	Степень крепости пород	Коэффициент крепости	Порода	Вес 1 м³ породы в массе, кгс	Коэффициент разрыхления
Вискатогорная	В высшей степени крепкие	20—25	Очень крепкие кварц-ты и порфириды, габбро-диабазы, габбродиорит, базальт, андезит	2900	2,2
	I	Весьма крепкие	Гранит мелкозернистый очень крепкий	3100—3200	2,2
Кремень, исключительно крепкие кварц-товидные песчаники и кремне-вая известняка			3000	2,2	
II	Очень крепкие	12—14	Среднезернистые гра-ниты, диабазы, гнейсы, порфириды	2700—3000	2,2
		10—11	Очень крепкий мрамор и сливные известняки	2700—2900	2,2
		8—10	Крепкие конгломераты, калчеданы, доломиты, известняки, песчаники	2700—2900	2,0
III	Крепкие	6	Крепкие аргиллиты и алевролиты, песчано-гли-нистые сланцы, железные руды	2800	2,0
		5	Искрепкие (выветрив-шиеся) граниты, гнейсы	2500	2,0
		4—5	Мергелистый извест-няк, глинистый песчаник, слюдястый сланец, доло-миты	2200—2300	2,0
IV	Средней крепости	3—4	Глинистые и углистые сланцы средней крепости, плотный мергель, слабые песчанистые сланцы, из-вестняки и доломиты, алевролиты и аргиллиты средней крепости	2200—2300	1,8—2
V	Ниже сред-ней крепости	2	Слабые глинистые сланцы, антрациты, сла-бый конгломерат, вывет-рившиеся известняки и доломиты	1400—2000	1,4—1,8
VI	Довольно мягкие	1,5—2,0	Каменный и крепкие бурые угли, плотные глины, мел, гипс, креп-кая каменная соль, щебе-нистый грунт, опоки	1400—2000	1,4—1,8
VII	Мягкие	1,0—1,5	Мягкий каменный уголь и мергель, отвер-девший лёсс	1200—1900	1,2—1,6
VIII	Землистые	0,6—0,9	Легкая глина, расти-тельный слой, суглинок, сырой песок, лёсс	1200—1800	1,4—1,8

Категория крепости	Степень крепости пород	Коэффициент крепости	Порода	Вес 1 м <sup>3</sup> породы в массиве, кгс	Коэффициент разрыхления
IX	Сыпучие	0,5	Песок, мелкий гравий, насыпной грунт, уголь в отвалах	1100—1800	—
X	Плывучие	0,3	Пески-плывуны, болотистый грунт, разжиженный лёсс и другие разжиженные грунты	1100—1200	—

**Устойчивость** — способность горных пород сохранять равновесие в различных условиях обнажения их.

**Водоносность** — свойство горных пород удерживать в себе воду и отдавать ее при обнажениях. Водоносными являются трещиноватые и пористые породы, трещины и поры которых заполнены водой. Водоносность осложняет проходку выработок, ведение в них взрывных работ, увеличивает затраты на строительство шахт и вызывает необходимость принятия особых мер предосторожности и мероприятий по водоотливу.

Объем разрыхленной породы превышает объем ее в целике. Отношение объема добытой породы к ее объему в целике называют коэффициентом разрыхления. Коэффициенты разрыхления осадочных горных пород колеблются от 1,1 до 1,6.

Механические свойства горных пород характеризуют их прочность и показывают, в какой степени породы способны сопротивляться сжатию, растяжению и изгибу. Большинство горных пород хорошо сопротивляется сжатию и плохо — растяжению.

По физико-механическим свойствам горные породы разделяются на сыпучие (песок, гравий, щебень и др.); плавучие (насыщенные водой пески, мелкие глинистые и илистые частицы); сплошные твердые (каменный уголь, гранит, руды и т. д.) и пластичные (мягкие глины).

Все горные породы, с которыми встречаются в практике горного дела, можно классифицировать по какому-то основному признаку. Широко распространенной является классификация пород проф. М. М. Протодяконова. В ее основу заложено положение о временном сопротивлении пород на одностороннее сжатие. Все горные породы разделены на 10 категорий. Каждой категории горных пород соответствует определенный коэффициент крепости, принимаемый равным 0,01 предела прочности образца горной породы при сжатии (за исключением пород плавучих, сыпучих и пластичных). Горным породам с пределом прочности при сжатии 100 кгс/см<sup>2</sup> условно присваивается коэффициент крепости, равный 1. В зависимости от категории горных пород коэффициент крепости колеблется от 20—25 до 0,3.

Классификация пород по коэффициенту крепости, предложенная проф. М. М. Протодьяконовым, приведена в табл. 1. В классификацию включены вес  $1 \text{ м}^3$  породы в массиве и коэффициент разрыхления.

#### § 4. Горные выработки

Полость в земной коре, образуемая в результате извлечения полезных ископаемых и пустых пород, называется горной выработкой. Работы, связанные с извлечением горных пород, т. е. с образованием горной выработки и содержанием ее в исправном состоянии, называют горными работами.

Горные выработки по расположению к земной поверхности, назначению, а также по соотношению между поперечными размерами и их длиной можно классифицировать следующим образом.

##### I. Подземные:

выработки с большой длиной или глубиной по сравнению с их поперечным сечением (вертикальные, горизонтальные, наклонные);

камеры (выработки, имеющие значительные поперечные размеры по сравнению с длиной);

очистные выработки.

##### II. Открытые.

К вертикальным выработкам относятся: шурф, ствол, гезенк, слепой ствол.

Шурф — неглубокая горная выработка малого сечения, имеющая непосредственный выход на земную поверхность и предназначенная для разведки полезных ископаемых, обслуживания подземных работ или ведения взрывных работ.

Стол — подземная выработка, имеющая непосредственный выход на земную поверхность и предназначенная для обслуживания подземных работ. В зависимости от выполняемых функций различают главный и вспомогательный стволы.

Главный ствол служит в основном для подъема полезного ископаемого на земную поверхность. Вспомогательный ствол используется для спуска и подъема людей, материалов, оборудования, подъема породы, для водоотлива и т. д.

Место примыкания подземной выработки к земной поверхности или к другой подземной выработке называется ее устьем.

Поверхность, ограничивающая горную выработку и перемещающаяся в результате горных работ, называется забоем выработки.

Форма поперечного сечения вертикальных стволов может быть прямоугольная (рис. 6, а), круглая (рис. 6, б), эллиптическая (рис. 6, в).

Наибольшее распространение получила круглая форма поперечного сечения вертикальных стволов. Диаметр круглых стволов составляет от 4 до 12 м.

**Гезенк** — подземная выработка, не имеющая непосредственного выхода на поверхность и предназначенная для спуска полезного ископаемого под собственным весом или в специальных сосудах механическим способом.

**Слепой ствол** — подземная выработка, не имеющая непосредственного выхода на поверхность и предназначенная для обслуживания подземных работ.

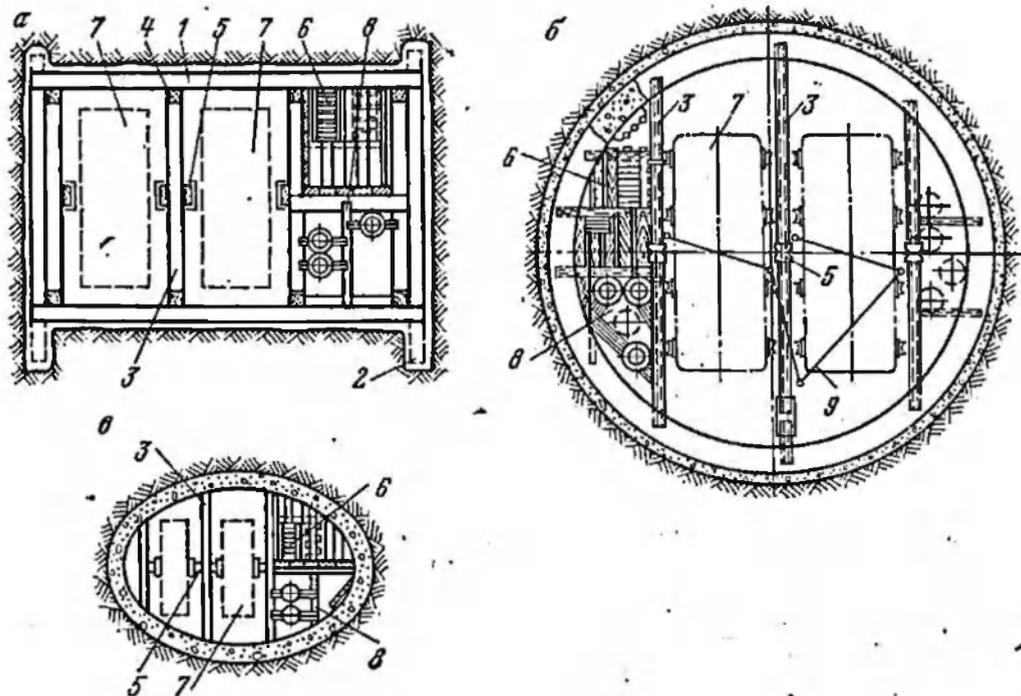


Рис. 6. Формы поперечного сечения вертикальных стволов:

*а* — прямоугольная; *б* — круглая; *в* — эллиптическая; *1* — рядовой венец; *2* — опорный венец; *3* — расстрелы; *4* — прогоны; *5* — проводники; *6* — лестничное отделение; *7* — подъемные сосуды; *8* — трубо-кабельное отделение; *9* — тормозные канаты

К горизонтальным выработкам относятся штольня, квершлаг, штрек, просек.

**Штольня** — подземная выработка, имеющая непосредственный выход на земную поверхность и предназначенная для обслуживания подземных работ.

**Квершлаг** — подземная выработка, не имеющая непосредственного выхода на земную поверхность и проводимая по пустым породам под углом к простиранию пород.

**Штрек** — подземная выработка, не имеющая непосредственного выхода на земную поверхность и проводимая при пологом, наклонном и крутом залегании по простиранию месторождения, а при горизонтальном залегании — по любому направлению.

**Просек** — вспомогательная выработка, проводимая по простиранию в толще полезного ископаемого, не имеющая непосредственного выхода на земную поверхность и предназначенная для

проветривания или соединения горных выработок в процессе их проходки.

К наклонным выработкам относятся наклонный шурф, наклонный ствол, бремсберг, уклон, скат, ходок, печь.

Наклонный шурф, наклонный ствол имеют то же назначение и те же основные признаки, что и одноименные вертикальные выработки.

**Бремсберг** — подземная выработка, не имеющая непосредственного выхода на земную поверхность и предназначенная для спуска полезного ископаемого при помощи механических устройств.

**Уклон** — подземная выработка, не имеющая непосредственного выхода на земную поверхность и предназначенная для подъема полезного ископаемого при помощи механических устройств.

**Скат** — подземная выработка, не имеющая непосредственного выхода на земную поверхность и предназначенная для спуска полезного ископаемого и пустой породы под действием собственного веса.

**Ходок** — подземная выработка, не имеющая непосредственного выхода на земную поверхность и предназначенная преимущественно для передвижения по ней людей.

**Камера** — горная выработка небольшой длины по сравнению с ее поперечным сечением, предназначенная для установки оборудования, а также для хозяйственных и санитарных целей. Большинство камер расположено в непосредственной близости к стволам и вместе с объездными (соединительными) выработками образует так называемый околоствольный двор. Следовательно, околоствольный двор представляет собой совокупность выработок около стволов, предназначенных для обслуживания подземного хозяйства шахты.

Выработки, предназначенные непосредственно для добывания полезного ископаемого, называют очистными.

Открытая горная выработка имеет контур поперечного сечения незамкнутой вследствие примыкания ее к земной поверхности.

### Контрольные вопросы

1. В чем отличие коренных горных пород от наносов?
2. Перечислите элементы залегания горных пород.
3. Назовите основные дислокации (нарушения) в залегании горных пород и полезных ископаемых.
4. Что такое вязкость, разрыхляемость и пористость горных пород?
5. Что положено в основу классификации горных пород проф. М. М. Протодьяконова?
6. Назовите основные горные выработки.
7. В чем назначение главного и вспомогательного стволов?
8. Какие бывают формы поперечного сечения вертикальных стволов?

## ОБЩИЕ ПОНЯТИЯ О СХЕМАХ СООРУЖЕНИЯ СТВОЛОВ

### § 5. Схемы производства работ

Сооружение ствола включает три основных вида работ: выемку породы, возведение постоянной крепи и армирование. В зависимости от последовательности выполнения работ по выемке породы и возведению крепи применяют следующие технологические схемы:

разновременное производство работ звеньями по выемке породы и возведению постоянной крепи (последовательная схема работ);

одновременное производство работ по выемке породы и возведению постоянной крепи в двух смежных звеньях (параллельная схема работ);

совмещенное (в одном звене) производство работ по выемке породы и возведению постоянной крепи (совмещенная схема работ).

Армирование ствола, т. е. установка расстрелов, навеска проводников, прокладка труб и кабелей, а также оборудование лестничного отделения могут быть осуществлены по двум схемам:

после окончания работ по выемке породы и возведению постоянной крепи на полную глубину ствола (последовательная схема армирования ствола);

отдельными звеньями совместно с выемкой породы и возведением постоянной крепи (сооружение ствола с одновременным армированием).

### § 6. Последовательная схема сооружения стволов

Ствол по глубине разделяют на участки, или звенья. В каждом звене сначала вынимают породу, а затем возводят постоянную крепь. Во время работ по креплению выемку породы в забое ствола не производят. По мере выемки породы в звене устанавливают временную крепь, т. е. звено до окончания выемки породы на всю его глубину остается незакрепленным постоянной крепью. После закрепления очередного звена постоянной крепью начинают выемку породы в следующем звене и т. д. (рис. 7, а). Таким образом, при рассматриваемой схеме производства работ непосредственная углубка ствола периодически приостанавливается на время, необходимое для возведения постоянной крепи.

Высота звена изменяется в зависимости от прочности боковых пород, угла их падения, притока воды и конструкции постоянной крепи ствола. Средняя высота звена в практике сооружения стволов шахт Донбасса при пологом залегании пластов составляет 30—70 м, а при крутом падении — 24 м. В последние годы намечалась тенденция к некоторому увеличению высоты звена. Так, например, при проходке стволов шахт «Бутовская-Глубокая», «Игнатьевская» и других высота звена составляла 40—45 м.

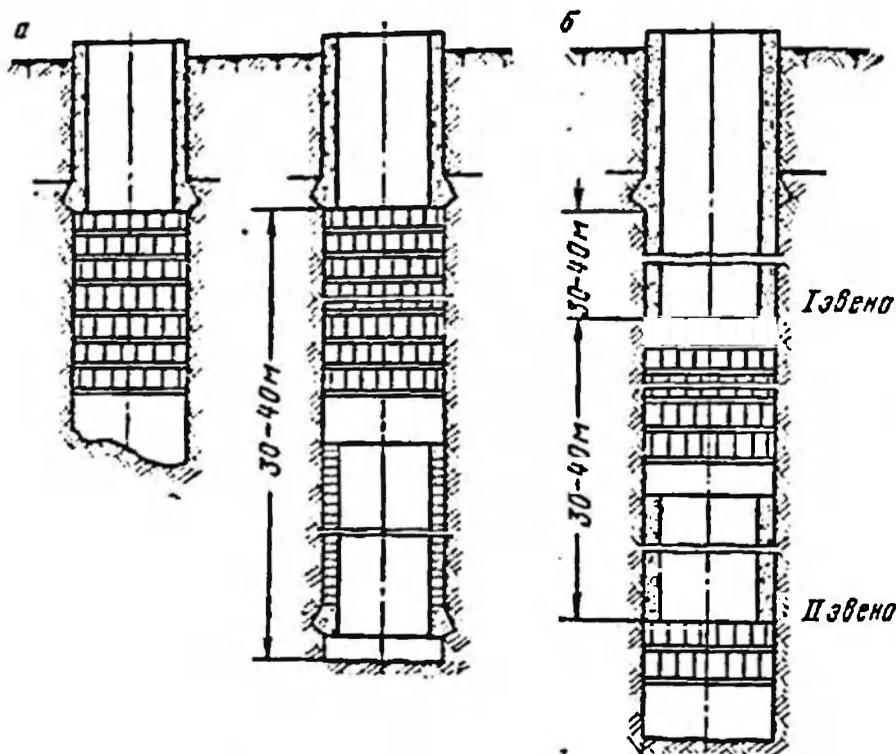


Рис. 7. Схемы сооружения ствола:  
а — последовательная; б — параллельная

Высота звена увеличивается с увеличением крепости пересекаемых пород и снижением притока воды. При благоприятных гидрогеологических условиях высота звена в стволах круглой формы поперечного сечения может быть принята: при пологом залегании пластов 40—50 м, при крутом — 30—40 м. В стволах, закрепляемых деревом, высоту звена принимают при деревянной венцовой крепи 5—10 м, при деревянной подвесной крепи 20—30 м.

В практике шахтного строительства за рубежом (Польша, Чехословакия) широко применяют схему сооружения стволов звеньями небольшой высоты (5—6 м). При небольшой высоте звеньев значительно упрощается оснащение стволов, отпадает необходимость в применении временной крепи и при четком выполнении работ обеспечивается достижение достаточно высокой скорости сооружения.

## § 7. Параллельная схема сооружения стволов

Эту схему производства работ применяют главным образом для стволов большого диаметра (более 4,5 м) и значительной глубины (более 250 м). При данной схеме выемка породы и возведение постоянной крепи осуществляются одновременно в смежных звеньях, т. е. крепь возводят с отставанием от выемки породы на одно звено (рис. 7, б).

После того как забой ствола подвинется на 10—12 м ниже уровня, предназначенного для начала возведения постоянной крепи, выемку породы прекращают и на границе звеньев устанавливают неподвижный предохранительный полк, с которого начинают возведение крепи. Одновременно ниже полка (в следующем звене) возобновляют дальнейшую выемку породы. Работа организуется таким образом, чтобы к моменту окончания выемки породы в пределах данного звена возведение крепи в предыдущем звене также было закончено.

Ввиду того, что скорость возведения постоянной крепи значительно выше скорости выемки породы (в 2—4 раза), число рабочих смен в сутки по возведению постоянной крепи должно быть соответственно меньше числа рабочих смен по выемке породы, которая во всех случаях производится непрерывно в течение суток.

К недостаткам схемы параллельного производства работ относятся: необходимость применения временной крепи, которая сильно тормозит все работы по сооружению ствола; частые задержки, связанные с началом возведения постоянной крепи в каждом звене; большая сложность работ в организационном отношении.

## § 8. Совмещенная схема сооружения стволов

Совмещенная схема производства работ предусматривает выполнение ряда операций по выемке породы и возведению постоянной крепи в одном звене. Схема может быть применена в двух вариантах:

выемку породы и возведение постоянной крепи осуществляют в едином цикле работ по сооружению ствола, при этом работы выполняют последовательно и непосредственно на забое — совмещенная схема при последовательном выполнении операций;

выемку породы и возведение постоянной крепи осуществляют параллельно и независимо в организационном отношении, будучи разобщенными в звене ствола, — совмещенная схема при параллельном выполнении операций.

Совмещенная схема при последовательном выполнении операций характеризуется тем, что все операции осуществляются на забое. Постоянную крепь возводят отдельными заходками в направлении: снизу вверх (рис. 8, а) и сверху вниз (рис. 8, б) при сооружении монолитного бетона (рис. 8, а) и сверху вниз при сооружении сборной крепи (рис. 8, б). Этот

вариант совмещенной схемы производства работ исключает необходимость применения временной крепи, а при монолитной бетонной крепи — устройства опорных венцов.

Последовательность операций по выемке породы и возведению постоянной крепи в забое ствола и стесненность в связи с этим работ являются недостатками схемы, вызывая осложнения в об-

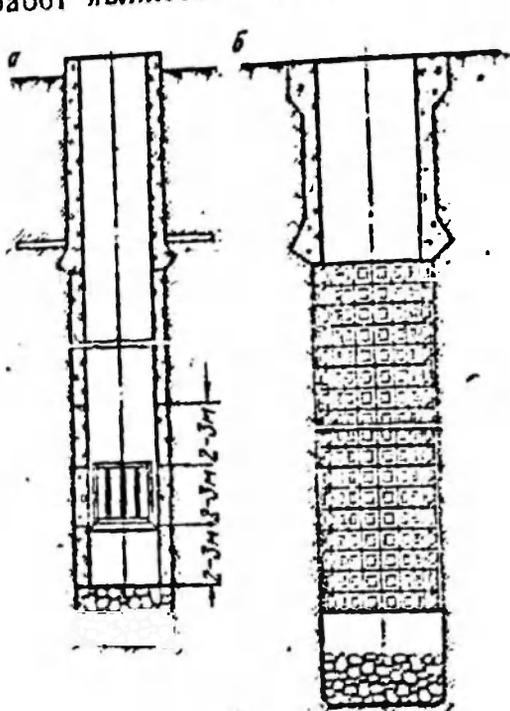


Рис. 8. Совмещенная схема сооружения ствола при последовательном выполнении операций

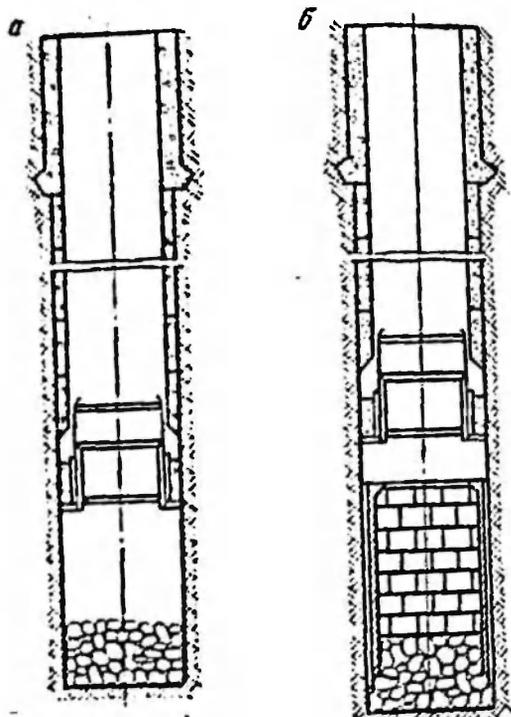


Рис. 9. Совмещенная схема сооружения ствола при параллельном выполнении операций

щей организации работ, что приводит в конечном итоге к некоторому снижению скорости сооружения стволов.

Совмещенная схема при параллельном выполнении операций (рис. 9) исключает недостатки, свойственные последовательному выполнению операций по выемке породы и возведению постоянной крепи с забоя.

Распределение операций по выемке породы и возведению постоянной крепи в звене по высоте ствола в пределах 4—8 м позволяет выполнять их независимо, а следовательно, и без взаимных издержек и помех. Такая схема производства работ возможна при наличии устойчивых пород, позволяющих проходить ствол без применения временной крепи (рис. 9, а). В этом случае выемку породы осуществляют под защитой щита-оболочки, а постоянную крепь возводят с полка (рис. 9, б).

Совмещенную схему производства работ при параллельном выполнении операций применяют при скоростном сооружении стволов. В СССР эту схему применяют при наличии щита-оболочки, а за рубежом — без него.

## § 9. Сравнение схем производства работ по сооружению стволов

Сравнивая рассмотренные схемы производства работ по сооружению стволов, можно сделать следующие выводы.

Схема сооружения стволов при одновременном (последовательном) производстве работ по выемке породы и возведению постоянной крепи наименее совершенна. При последовательном производстве работ скорость сооружения ствола обычно меньшая и составляет (даже при хорошей организации работ) 60—65 м в месяц.

Параллельная схема может быть рекомендована при наличии недостаточно устойчивых пород, при их крутом падении, когда применение совмещенной схемы (особенно при использовании щитов-оболочек) невозможно.

Схема сооружения стволов при совмещенном производстве работ по выемке породы и возведению постоянной крепи в одном звене может быть признана более совершенной. Применение такой схемы возможно при сооружении стволов различной глубины и поперечного сечения. Особенно рациональным является вариант совмещенной схемы производства работ при параллельном выполнении операций по выемке породы и возведению постоянной крепи. Эта схема при комплексной механизации горных работ позволит достигнуть весьма высокой скорости сооружения стволов.

Как указывалось выше, армирование стволов обычно осуществляется после окончания выемки породы и закрепления ствола на всю глубину. Такая схема вызывает дополнительные затраты времени и в некоторой степени снижает скорость сооружения стволов. Увеличение продолжительности сооружения ствола в этом случае обуславливается последовательным выполнением работ, а также затратами времени на переоснащение ствола для армирования, которые в среднем по Донбассу составляют 2,5—3 месяца.

Поэтому переход на сооружение ствола с одновременным армированием является целесообразным. Одновременное армирование обычно применяется при сооружении стволов по совмещенной схеме и осуществляется отдельными звеньями (кратными длине проводника) последовательно с работами по выемке породы и возведению крепи ствола.

### Контрольные вопросы

1. Какие технологические схемы производства работ применяют при сооружении стволов в зависимости от последовательности выполнения работ по выемке породы и возведению крепи?
2. Расскажите о последовательной схеме сооружения стволов?
3. В чем сущность параллельного способа сооружения стволов?
4. Назовите два варианта совмещенной схемы сооружения стволов.
5. По каким схемам может быть осуществлено армирование ствола?

## § 10. Временные и постоянные здания и сооружения

Проходку вертикальных горных выработок можно производить с использованием временных зданий и сооружений, постоянных зданий и сооружений, а также части временных и части постоянных зданий и сооружений.

Временные здания и сооружения возводят только на период строительства шахты. К моменту сдачи шахты в эксплуатацию их разбирают, сносят или переносят на место строительства новой шахты. Необходимость строительства временных зданий и сооружений в практике строительства шахт вызывается главным образом тем, что к началу проходки стволов не всегда представляется возможность в короткий срок построить все или часть постоянных зданий и сооружений, получить с заводов и смонтировать сложное постоянное оборудование.

С переходом к строительству крупных шахт индустриальными методами и с развитием промышленности строительной индустрии применение временных зданий и сооружений для строительства шахт с каждым годом сокращается, особенно при строительстве шахт с блокированной типовой поверхностью.

Техническим направлением развития горнорудной и угольной промышленности нашей страны строительство временных зданий и сооружений не предусматривается. В отдельных случаях допускаются только сборно-разборные и передвижные конструкции временных сооружений.

При проходке стволов с использованием постоянных зданий и сооружений в подготовительный период строят часть или отдельные блоки этих зданий, в которых размещают оборудование, необходимое для производства работ; часть площади используют для хозяйственных нужд.

Временные здания и сооружения для многократного их использования делают сборно-разборного типа, огнестойкими, с необходимой теплоизоляцией. Временные здания сборно-разборного типа можно монтировать из деревянных элементов каркасно-щитовой конструкции, из металлических секций каркасно-панельной конструкции, из железобетонных элементов.

В последнее время значительное распространение получили прогрессивные временные здания из унифицированных типовых секций (УТС) сборно-разборного типа каркасно-панельной кон-

струкции, решенных в металле, разработанные ВНИИОМШС. Эти здания имеют семикратную оборачиваемость инвентарных элементов заводского изготовления. По окончании эксплуатации на одной строительной площадке здание демонтируется и перебазировано на другую площадку.

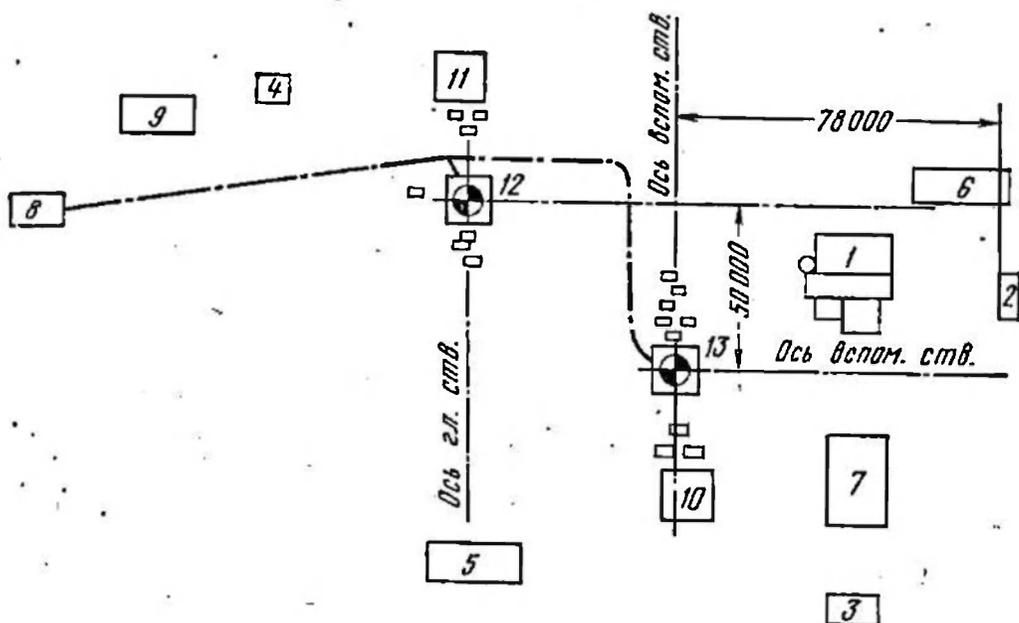


Рис. 10. Схема расположения зданий и сооружений при проходке двух стволов способом замораживания

Основными временными зданиями и сооружениями (рис. 10), возводимыми в подготовительный период, являются: административно-бытовой комбинат 5, котельная 2, электростанция 7, временные копры 12, 13, компрессорная 6, градирня, здания и фундаменты для подъемных машин и проходческих лебедок 10, 11, автоматизированный склад цемента 9, материальный склад 3, бетонно-растворный узел 8. Кроме указанных зданий и сооружений строят еще различные второстепенные, такие, как: здание гаража, подземный склад горюче-смазочных материалов, здание покраски элементов армировки, склад кислородных баллонов и другие.

При сооружении шахтных стволов специальными способами (предварительное замораживание горных пород, цементация) кроме вышеуказанных зданий и сооружений необходимо построить еще некоторое число дополнительных, таких, как здания замораживающей станции 1, глинохозяйства, резервуара для смешения свежей и охлажденной оборотной воды для питания холодильного оборудования замораживающей станции, здание склада аммиачных баллонов 4, здание для цементационных и грязевых компрессоров и другие.

## § 11. Подготовительные работы и расположение зданий

Объем подготовительных работ и расположение зданий и сооружений зависят от числа проходимых стволов (обычно одного, двух спаренных или трех центральных) и степени освоения шахтной площадки. По степени освоения шахтной площадки различают:

проходку ствола на действующей шахте, когда построен весь производственный комплекс, необходимый для эксплуатации шахты;

проходку ствола на вновь строящейся шахте, когда построена часть постоянных зданий и сооружений или (наиболее распространенный случай) строительство постоянных зданий и сооружений еще не начато;

проходку одиночного отдаленного вентиляционного ствола, для эксплуатации которого необходимы только здание вентилятора, вентиляционный канал и аварийный подъем.

Одиночные стволы проходят на действующих шахтах и на шахтах-новостройках. На действующих шахтах их проходят на территории поверхности шахты вблизи основных стволов или на флангах шахтного поля на расстоянии 0,5—2 км и более от основных стволов.

Два спаренных или три центральных ствола проходят при строительстве новых шахт и рудников. Это — основные стволы, при помощи которых осуществляют вскрытие месторождения и эксплуатацию шахты.

При строительстве угольных шахт обычно проходят два спаренных ствола, при строительстве крупных горно-химических и железорудных комбинатов — три центральных.

При проходке стволов стараются использовать имеющиеся на шахтной площадке постоянные (или временные) здания и сооружения, а также электросеть, водоснабжение и котельные. Если на площадке нет зданий и сооружений, которые могут быть использованы для проходки ствола, их строят заново.

Временные здания и сооружения размещают с учетом генерального плана шахтной поверхности, при этом стараются не занимать места, предназначенные для строительства постоянных зданий.

**Электроснабжение.** При проходке стволов на площадке действующих шахт снабжение электроэнергией производится от шахтной электроподстанции. При строительстве новых шахт обеспечение электроэнергией производится в соответствии с генеральным проектом. Распространены два варианта:

к началу буровых работ построены постоянные ЛЭП, трансформаторная подстанция, а работы по обеспечению электроэнергией сводятся к разводке кабельной сети по поверхности;

обеспечение электроэнергией производится по временной схеме, т. е. строят временную линию электропередач и временную

трансформаторную подстанцию, мощность которой определяется из условия максимального потребления электроэнергии в период активного замораживания и проходки ствола. Это наиболее распространенный в практике вариант обеспечения электроэнергией.

**Водоснабжение.** Техническая вода необходима при бурении скважин для приготовления глинистых растворов, а при замораживании пород — для охлаждения компрессоров и конденсаторов. Источниками водоснабжения могут быть постоянные водопроводы, специально пробуренные для замораживания пород артезианские скважины, расположенные вблизи ствола (до 1 км) реки, озера и пр.

Наиболее надежным и дешевым является водоснабжение от постоянного водопровода, по которому в дальнейшем должны обеспечивать предприятия технической водой. В практике такой случай встречается редко, так как к началу бурения скважин постоянный водопровод обычно еще не введен в эксплуатацию или его строительство не предусмотрено проектом.

Чаще обеспечение водой производится из специально пробуренных артезианских скважин. Скважины бурят на расстоянии не менее 200 м от ствола на ближайший от поверхности водоносный пласт с достаточным дебитом воды. Если дебит одной артезианской скважины недостаточен, бурят несколько скважин. Иногда для снабжения водой используют водопонижительные скважины, предназначенные для осушения шахтного поля. Такой способ широко применяли при строительстве шахт Подмосквового угольного бассейна, Запорожского железорудного комбината и других предприятий.

**Буровая площадка.** Буровую площадку сооружают около ствола. Она предназначена для установки и передвижения буровой установки, позволяет быстро нивелировать и центрировать буровую установку над скважиной, легко передвигать ее с одной скважины на другую, уменьшает загрязненность околоствольной площадки при бурении скважин.

Буровые площадки сооружают на всех стволах, за исключением случаев небольшого объема буровых работ — обычно при глубине скважин до 30—50 м. Площадка состоит из основания, двух колец рельсов, уложенных на шпалы, и кольцевого желоба для глинистого раствора. Основание площадки — утрамбованный грунт (из щебенки) или бетон.

Здание для хранения аммиачных баллонов сооружают при проходке стволов на значительном расстоянии от основной базы с большой (более 500 тыс. ккал/ч) мощностью замораживающей станции. Здание каркасное, обшивное, размерами 3—5×5—8 м, внутри его оборудуют стеллажами для аммиачных баллонов.

Временную компрессорную строят в случаях, когда нет возможности обеспечить проходку сжатым воздухом от постоянной компрессорной. Мощность компрессорной определяется

в зависимости от применяемого типа и количества забойного пневматического инструмента: отбойных молотков, перфораторов и погрузчиков. Тип компрессоров зависит от мощности компрессорной и наличия оборудования. Предпочтение отдается компрессорам производительностью 20—50 м<sup>3</sup>/мин.

Административно-бытовой комбинат (АБК) является служебным помещением, в котором находятся душевая, раздевалка, сушилка для спецодежды, нарядная, комната начальника участка и пр. Временный АБК строят в случаях, когда невозможно использовать постоянный АБК или когда на площадке его строительство не предусмотрено.

При одновременной проходке двух стволов, каждый из которых является самостоятельным участком, строят более крупные АБК, в которых предусмотрены помещения для механика участка, участковых маркшейдеров и нормировщика. Здание АБК обычно деревянное каркасно-засыпное или щитовое, реже из шлакоблоков.

Галерея предназначена для размещения коллекторов в верхней части замораживающих колонок. Для стволов галерея делается в виде кольца, охватывающего устья. Высота галереи в свету 1,8—1,9 м, ширина 1,6—2 м с расчетом, чтобы обеспечен был свободный проход по галерее. Конструкция элементов крепи галереи (стен, перекрытия) зависит от конструкции форшахты.

Обычно внутренней стеной, примыкающей к стволу, является крепь устья ствола — кирпичная или бетонная. Внешнюю стену галереи делают из бетона или дерева (стойки с затяжками, пол — бетонный, реже деревянный). Иногда в качестве пола используют воротник устья. В полу обязательно устраивают канавку с приемком для сбора воды. Галерею перекрывают деревянными щитами или железобетонными плитами.

### Контрольные вопросы

1. С использованием каких зданий и сооружений может производиться проходка вертикальных шахтных стволов?
2. Из каких конструкций сборно-разборного типа монтируются временные здания?
3. Назовите основные временные здания и сооружения, возводимые в подготовительный период перед началом проходки стволов.
4. Какие дополнительные здания необходимо построить при сооружении шахтных стволов специальными способами?

### ГОРНОПРОХОДЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ, ПРИМЕНЯЕМОЕ ПРИ ПРОХОДКЕ СТВОЛОВ

К горнопроходческому оборудованию и машинам относятся копры, шахтные подъемные машины, лебедки проходческие, предохранительные и подвесные полки, комплексы оборудования для проходки стволов, оборудование для бурения и заряжания шпуров и пылеподавления, ствольные погрузочные машины, оборудование для возведения крепи, проходческие подъемные сосуды, прицепные и направляющие устройства, натяжные рамы, оборудование для вентиляции и водоотлива, связь, сигнализация, освещение, спасательные лестницы и другое оборудование.

#### § 12. Копры

Сооружение стволов в зависимости от типа копров и их наличия можно производить с проходческих копров, с постоянных копров, без копров. Копры при проходке стволов необходимы для подъема и разгрузки породы, спуска и подъема рабочих, оборудования и материалов, для подвешивания полков, проходческих комплексов, разного рода труб, канатов, кабелей и другого оборудования. Проходческие копры служат на период проходки стволов. В дальнейшем они должны быть демонтированы и заменены постоянными.

Проходческие копры в большинстве случаев применяют металлические сборно-разборного типа и очень редко деревянные. В зависимости от числа подъемных установок проходческие копры обслуживают одну, две, три и даже четыре подъемных установки.

Наиболее распространенными проходческими копрами (рис. 11) в настоящее время являются типовые сборно-разборные копры из металлических труб конструкции ВНИИОМШС. Они состоят из небольшого числа элементов, соединенных между собой болтами. Масса отдельных элементов не превышает 2 т, а длина не более 7,0—7,5 м. Копры, предназначенные для многократного использования, просты в изготовлении и удобны для перевозки, монтажа и демонтажа. Шатер копра обшивается конструктивным шифером. Копры применяют двух типов: станковые (рис. 11, а), в которых станок 2 служит опорой для разгрузочной площадки, и бесстанковые (рис. 11, б), разгрузочная площадка которых размещается на балках 3, подвешенных к стойкам копра.

Копры бывают нескольких типоразмеров и служат для проходки стволов различной глубины и диаметров. По своей конст-

рукции копры не приспособлены к определенным схемам расположения проходческого оборудования в стволе и на поверхности. Приспособление к той или иной схеме достигается изменением

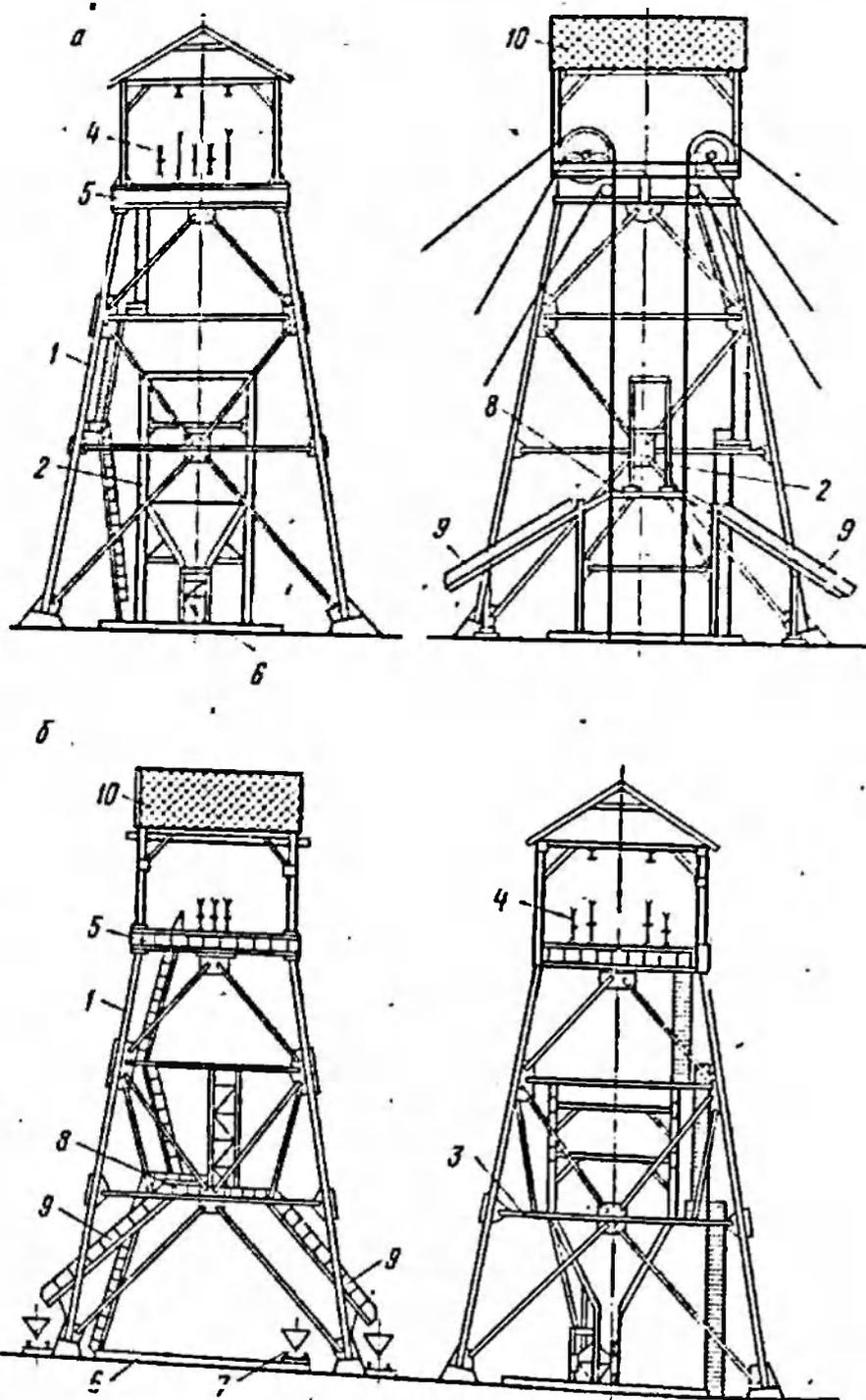


Рис. 11. Сборно-разборные металлические проходческие копры конструкции ВНИИОМШС

положения отдельных балок подшивной площадки. Когда все шкивы 4 не размещаются на одной подшивной площадке 5, устраивается вторая площадка на 2,5—3,0 м ниже первой, на

которой и размещаются дополнительные шкивы. Бесстанковые копры по сравнению со станковыми имеют на 20—40% меньшую массу, монтаж их проще, отсутствие станка обеспечивает значительно большую свободную площадь и создает лучшие условия для работы на нижней приемной площадке.

Подшкивные площадки. Установку шкивов 4 для канатов, на которых подвешивается проходческое оборудование, производят на подшкивных площадках. Число подшкивных площадок в копре зависит от диаметра ствола, числа и схемы размещения проходческого оборудования в стволе.

При проходке глубоких стволов с целью уменьшения нагрузки на проходческий копер и сокращения числа лебедок и канатов вентиляционные и водоотливные трубы со значительной массой, а также силовые и осветительные кабели целесообразно прикреплять к крепи при помощи специальных скоб или устанавливать на постоянных или временных расстрелах.

В размещении подшкивных балок должна быть предусмотрена возможность некоторой передвижки шкивов, надобность в которой возникает при армировании ствола или при навеске временных клетей с канатными или жесткими проводниками.

Нижняя приемная площадка. Нижней приемной площадкой называется утрамбованная, а иногда покрытая железобетонными плитами 6 горизонтальная площадка, расположенная в пределах копра на нулевой отметке; уровень площадки совпадает с уровнем основной проходческой рамы.

На нижней площадке для доставки к стволу материалов, оборудования, инструмента и т. д. настилают рельсовые пути 7.

С этой площадки производят наращивание вентиляционных и водоотливных труб, подвешенных на канатах, труб сжатого воздуха, спуск материалов и оборудования. На уровне этой площадки также устанавливают лебедки для подвески осветительного кабеля, отвеса и кабеля для взрывания шпуров.

Верхняя разгрузочная площадка. При проходке вертикальных стволов верхняя разгрузочная площадка 8 служит для разгрузки породных бадей. Она может быть с односторонней или с двусторонней разгрузкой 9.

Работа ляд нижней приемной и верхней разгрузочной площадок должна быть взаимно согласована. Для прохода груженой бады нижние ляды закрывают и открывают верхние ляды.

Для открывания и закрывания ляд применяют пневматические колонки КП1-1 или лебедки с электрическим приводом. Эксплуатация пневмоколонок в зимнее время года при низких температурах и в северных районах СССР показала, что эффективность их работы значительно снижается вследствие конденсации водяных паров сжатого воздуха, которые забивают цилиндры и воздушные шланги.

В настоящее время широкое применение для открывания и закрывания ляд получили лебедки с электрическим приводом

типов ПОЛ и ЭПЛ, разработанные отечественными проектными организациями. Сверху копер 1 покрыт металлической крышей 2.

Постоянные копры. Основным назначением постоянных копров является выполнение совместно с подъемными машинами спуско-подъемных и разгрузочных операций в период эксплуатации горнопромышленного предприятия. Однако постоянные копры необходимы также для строительства подземных капитальных и временных горных выработок после проходки стволов. Поэтому они должны быть готовы к окончанию сооружения стволов. Но так как в это время над стволами стоят временные проходческие копры и на их демонтаж и последующее возведение постоянных копров уходит очень значительное время, в течение которого строительство подземных капитальных и временных выработок невозможно, в последние годы в нашей стране значительно возросло использование при сооружении вертикальных стволов постоянных металлических копров станкового типа и особенно железобетонных башенных с установленными на них постоянными многоканатными подъемными машинами.

На рис. 12, а показана схема подъема при проходке ствола с использованием постоянного башенного копра. Башенный копер 1 перед началом проходки сооружают до отметки 35—40 м, в нем монтируют временную подшкивную 2 и разгрузочную 3 площадки. Подъем осуществляется с помощью временных подъемных машин 4. Одновременно с проходкой ствола сооружают башенный копер 5 до горизонта машинного зала и далее производят монтаж постоянной многоканатной подъемной машины.

На рис. 12, б показана схема подъема при проходке ствола с использованием башенного копра после окончания его сооружения и монтажа постоянной многоканатной подъемной машины. Для использования многоканатной подъемной машины 6 ее переоборудуют установкой на ведущем шкиве трения барабана-обоймы, комплекта сменных зубчатых колес и направляющих шкивов 7 на промежуточной площадке ствола.

Из рис. 12 следует, что схема, показанная на рис. 12, а, предпочтительнее, так как к проходке ствола можно приступать, не дожидаясь окончания сооружения всего башенного копра, а также монтажа и переоборудования постоянной многоканатной подъемной машины.

Использование постоянных башенных копров для сооружения стволов позволяет сократить сроки подготовительного и переходного периодов и ускоряет темпы строительства горнопромышленных предприятий.

Сооружение стволов без копров. Бескопровую схему сооружения стволов применяют в следующих случаях:

1) когда необходимо совместить работы по сооружению ствола одновременно со строительством постоянных надшахтных зданий и сооружений (например, при строительстве стволов с постоянными башенными копрами);

2) при отсутствии к началу сооружения ствола предусмотренных по его проекту проходческого или постоянного металлического станкового типа копров, с помощью которых можно было бы вести проходку;

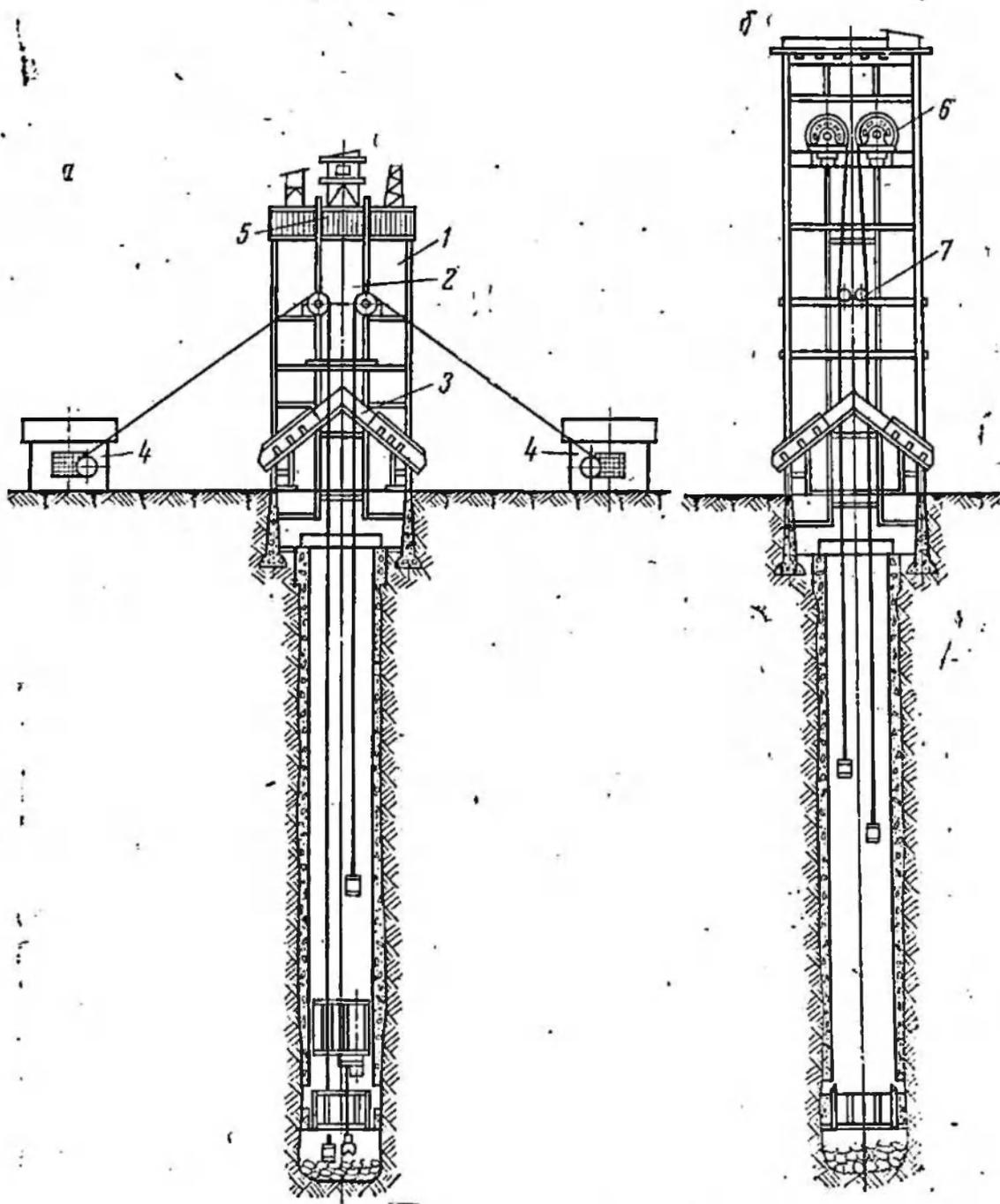


Рис. 12. Схема башенного копра при проходке ствола

3) при необходимости производства одновременно работ по сооружению верхней части ствола обычным способом и подготовительных работ для проходки нижней части ствола специальными способами (например, при бурении замораживающих, тампо-

важных скважин или при строительстве галерей рассолопроводов и др.);

4) при сооружении ствола в условиях реконструкции шахты при сильно застроенной поверхности;

5) при проходке устьев стволов, неглубоких стволов — до 100 м и технологического отхода глубоких стволов.

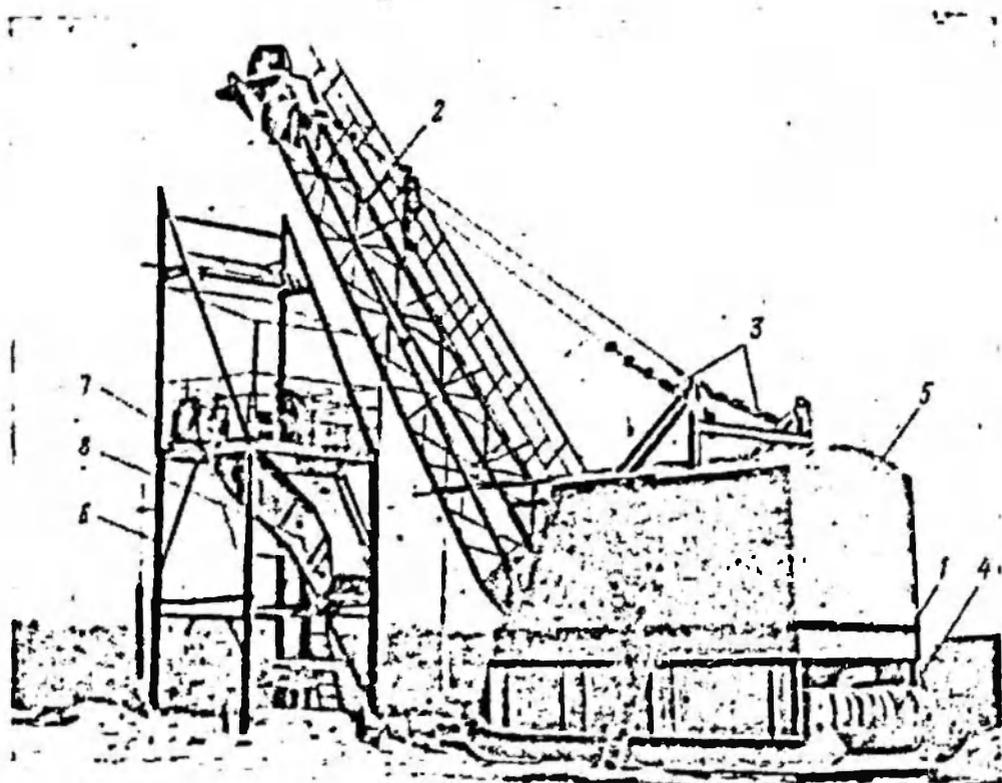


Рис. 13. Проходческий агрегат ПАШ-100

При первом и четвертом случаях функции проходческого копра выполняет устье ствола, в котором монтируют подшивную площадку, разгрузочный станок и нижнюю приемную площадку. Для подъема породы в вагонетках и спуска материалов к нижней приемной площадке проходят наклонную двухпутную выработку; для подъемных канатов к находящейся в стороне подъемной машине проходят канал.

Схема бескопровой сооружения стволов, кроме присущих ей преимуществ одновременного совмещения работ по проходке ствола и строительству постоянных надшахтных зданий и сооружений и значительного сокращения проходческих лебедок и канатов для подвески оборудования, имеет недостатки, заключающиеся в необходимости проведения наклонной выработки, ненужной в период эксплуатации (которую затем приходится плотно закладывать), и в усложнении и удорожании, вызванных наличием двухступенчатого подъема породы.

При втором, третьем и пятом случаях функции копра и подъемной машины со всем другим необходимым оборудованием выполняют проходческие агрегаты ПАШ-100, ПА-2, КПШ-2, КПШ-3.

Конструкция проходческого агрегата ПАШ-100 показана на рис. 13. Агрегат состоит из рамы 1, на которой смонтированы однобарабанная лебедка БЛ-1200/1030-2 для подъема бады, две проходческие лебедки ЛПШ-1,5 для направляющих канатов, стрела с подшивной площадкой 2, винтовые стяжки для крепления стрелы 3, контргрузы 4, электропусковая аппаратура, каркасно-щитовая кабина 5, которая прикрывает подъемную лебедку и электропусковую аппаратуру от атмосферных осадков. Разгрузочный станок 6 состоит из приемной площадки 7, бункера 8 с затвором и направляющей рамки с ловителями.

Транспортирование и монтаж агрегата производятся отдельными тремя узлами. Первый узел — рама с установленными на ней лебедками, электрооборудованием и кабиной; второй узел — стрела, разбираемая на две части; третий узел — разгрузочный станок.

Производительность подъема агрегата 7,5 м<sup>3</sup>/ч породы, масса 57,5 т вместе с контргрузом (30 т).

При применении ПАШ-100 отпадает необходимость в монтаже копра, проходческой подъемной машины и лебедок направляющих канатов.

Агрегат прост в монтаже и демонтаже, его применение облегчает строительство поверхностного комплекса, конструкция и эксплуатация его экономически эффективны.

### § 13. Подъемные машины

Подъемные машины при сооружении стволов необходимы для выдачи и разгрузки породы, спуска оборудования, инструментов и материала, спуска и подъема горнорабочих. Иногда с помощью подъемных машин выдают из забоя воду.

Проходческие (или временные) подъемные машины значительно отличаются от постоянных подъемных машин, применяемых при эксплуатации шахт и рудников. Проходческие подъемные машины монтируют только на период проходки горных выработок. Ко времени сдачи горнопромышленного предприятия в эксплуатацию проходческие подъемные машины демонтируют и заменяют постоянными, которые будут работать в период эксплуатации шахты или рудника. Условия работы проходческой подъемной машины при сооружении стволов постоянно изменяются в отношении как глубины и скорости подъема, так и массы поднимаемого груза.

За последнее время наметилась тенденция к более широкому применению постоянных подъемных машин. В этом случае подъемные машины монтируют в подготовительный период: сначала они служат для проходки горных выработок, а после сдачи шахты

в эксплуатацию обслуживают эксплуатационный (стационарный) подъем.

Проходческие подъемные машины целесообразно применять для проходки стволов в том случае, когда проектом для стационарного подъема предусмотрены подъемные машины с барабанами переменного радиуса или со шкивами трения. При проходке стволов шахт в зависимости от типа органа навивки каната применяют подъемные машины:

с цилиндрическими барабанами и круглыми стальными канатами;

бобинные машины с плоскими канатами, навивающимися на барабаны по спирали.

Подъемные машины с цилиндрическими барабанами могут иметь один или два барабана. Однобарабанные подъемные машины используют для одноконцевых подъемных установок, а двухбарабанные — для двухконцевых подъемных установок. В большинстве случаев применяют машины с цилиндрическими барабанами. Бобинные подъемные машины в СССР с 1953 г. не изготавливаются из-за ограниченной грузоподъемности (однокубовые бадьи) и небольшой канатоемкости (400 м).

Подъемные машины в зависимости от диаметров цилиндрических барабанов подразделяются на малые шахтные подъемные машины с диаметром барабанов 2—3 м и крупные шахтные подъемные машины с диаметром барабанов 4—6 м.

К малым шахтным проходческим подъемным машинам относятся следующие: БМ-2000/1500-3А, 2БМ-2000/1000-3А, БМ-2500/2000-4А, 2БМ-2500/1200-4А, БМ-3000/2000-4А, 2БМ-3000/1500-4А. Марка машины, например, 2БМ-2000/1000-3А расшифровывается следующим образом: 2БМ означает — двухбарабанная машина; 2000 — диаметр барабана 2000 мм; 1000 — ширина барабана 1000 мм; 3 — модель № 3; А — исполнение для работы под землей в среде, опасной по газу или пыли.

К машинам для проходческого и постоянного подъема с барабанами диаметром 3,5 м относятся Ц-3,5×2А и 2Ц-3,5×1,7А, которые расшифровываются следующим образом: индексами Ц и 2Ц обозначена соответственно одно- или двухбарабанная машина с цилиндрическими барабанами, цифра после индекса — диаметр барабана, цифра после знака умножения — ширина барабана в метрах, А — новое модернизированное исполнение (рис. 14).

К крупным шахтным подъемным машинам, используемым как постоянные для данных стволов и как временные при высоких скоростях проходки стволов, относятся следующие: ЦР-4×3,2/0,6, ЦР-5×3,2/0,55, ЦР-6×3,2/0,50, 2Ц-4×1,8, 2Ц-4×2,3, 2Ц-5×2,3, 2Ц-6×2,4, 2Ц-5×2,7.

Пример расшифровки обозначения крупной подъемной машины ЦР-4×3,2/0,6: однобарабанная с разрезным (Р) цилиндрическим барабаном диаметром 4 м, общей шириной 3,2 и шириной переставной части барабана 0,6 м.

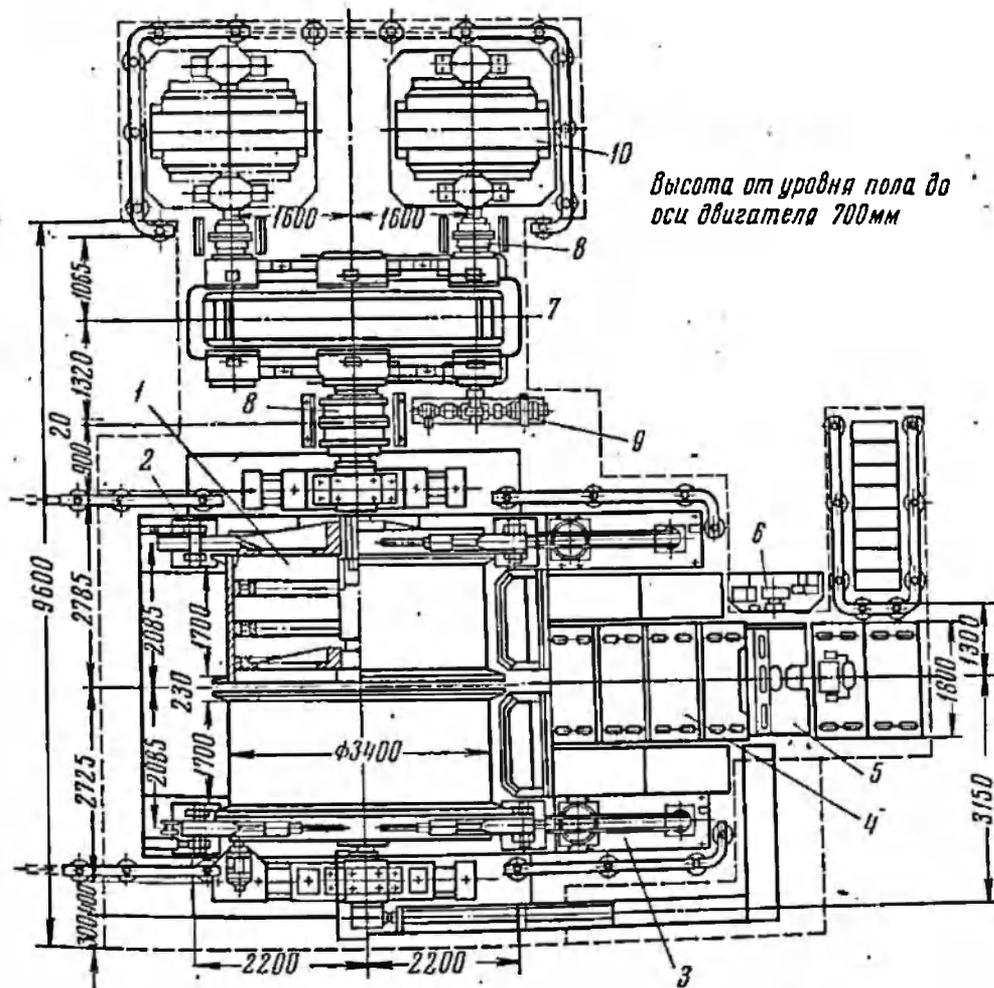
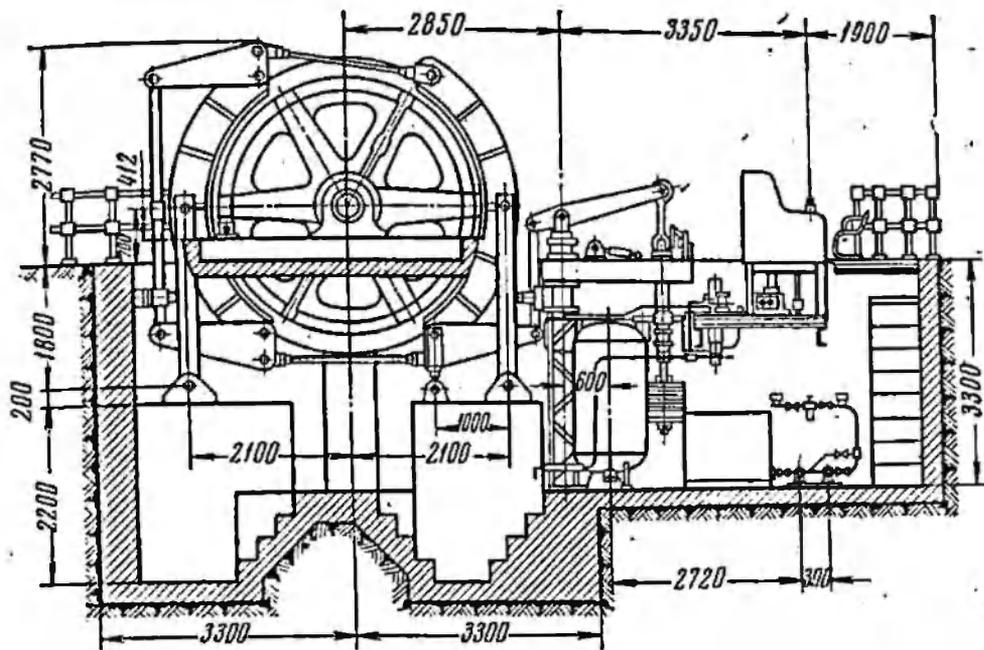


Рис. 14. Шахтные двухбарабанные подъемные машины. 2Ц-3,5×1,73 и 2Ц-3,5×1,7-4:

- 1 — сборка главного вала; 2 — тормоз; 3 — тормозной привод; 4 — площадка управления; 5 — пульт управления; 6 — электрический ограничитель скорости; 7 — редуктор; 8 — зубчатые муфты; 9 — тахогенератор; 10 — электродвигатель

## § 14. Проходческие лебедки

Проходческие лебедки служат для натяжения направляющих канатов и подвески оборудования, полков, труб и различных устройств при проходке стволов. В соответствии со своим назначением проходческие лебедки имеют большую канатоемкость, высокую грузоподъемность, малую скорость движения каната и храповые остановы (стопорные устройства). Из-за небольшой скорости движения каната проходческие лебедки называют тихоходными.

Работа проходческих лебедок отличается от работы подъемных машин тем, что значительное время барабаны лебедок неподвижны, т. е. они лишь воспринимают массу оборудования, подвешенного на канатах в стволе, причем масса отдельных агрегатов иногда достигает 45 т.

Пуск проходческих лебедок осуществляется редко, всего 1—2 раза в сутки, для спуска или подъема подвешенного оборудования. Лебедки устанавливают на фундаментах и размещают в зданиях легкого, обычно неотопливаемого типа.

Проходческие лебедки подразделяются:

по числу барабанов — на одно-, двух-, трех и четырехбарабанные;

по роду привода — с ручным, электрическим и комбинированным приводом.

На однобарабанных лебедках обычно подвешивают насосы, проходческие агрегаты, спасательные лестницы; эти лебедки также используют для натяжения направляющих канатов. Двухбарабанные лебедки служат для подвески вентиляционных труб, труб цементации, сжатого воздуха, водоотлива и для натяжения направляющих канатов. Трехбарабанные лебедки предназначены для той же цели, что и однобарабанные, но отличаются от них конструктивным оформлением: однослойной навивкой каната на барабанах трения, наличием третьего намоточного барабана.

В отечественном шахтостроении применяют проходческие лебедки конструкции ЦНИИПодземмаша. Перечень основных проходческих лебедок с указанием области их применения приведен в табл. 2. Проходческие лебедки не являются подъемными, поэтому их нельзя применять для спуска-подъема людей и доставки грузов по стволу. Исключение составляют лишь пневматические лебедки для спасательных лестниц ЛКПУ-2 (при углубке ствола до 130 м).

Помимо лебедок ЛП заводы СССР изготавливают специальные типы однобарабанных проходческих лебедок:

для подъема и опускания грейферов погрузочных машин КС-2у/40 (тельферы 4КФ-40);

для перемещения тележек тельферов (пневматические лебедки);

Таблица 2

Проходческие лебедки	Область применения	Примечание
ПЛП-1,5 и ЛППГ ЛПК-4/500	Для подвески пневмопогрузчиков ГП-2 и КС-3, а также для навески тубингов Для подвески спасательной лестницы при проходке вертикальных стволов глубиной до 500 м	Взамен лебедок Ч-2 и ЛКС-3 —
ЛПК-4/1000 ЛП-5/500-1	То же, глубиной до 1000 м Для натяжения направляющих канатов и подвески трубопроводов при проходке стволов глубиной до 500 м	Взамен лебедки ЛП-5/500
ЛПМ-10/800	Для натяжения направляющих канатов, подвески насосов и различных трубопроводов (сжатого воздуха, вентиляции, тампошажа, водоотлива и т. п.) при проходке стволов глубиной до 800 м	Взамен лебедки ЛП-10/800
ЛП-18/1000	Для подвески проходческих полков, щитов-оболочек, створчатых и секционных опалубок, различных трубопроводов, подвесных насосов с трубами, лопек для армирования при проходке стволов глубиной до 1000 м	—
ЛП-25/600	Для подвески проходческих полков и труб вентиляции при проходке стволов глубиной до 600 м	—
ЛП-45-3	Для подвески, подъема и спуска проходческих агрегатов, многэтажных полков, вентиляционных труб при проходке стволов глубиной до 1000 м	Взамен лебедки ЛП-45/1000
2ЛП-5/500	Для натяжения проводниковых канатов и подвески различных трубопроводов (вентиляции, сжатого воздуха и др.) при проходке стволов глубиной до 500 м	—
2ЛПМ-10/600	То же, глубиной до 600 м	Взамен лебедки 2ЛП-10/600
2ЛП-18/100 2ЛКП-20	То же, глубиной до 1000 м Для подвески полков и другого проходческого оборудования при проходке стволов глубиной до 1500 м	— —

для подвески спасательных лестниц ЛПК (лебедки проходческие с комбинированным приводом); лебедки ЛПК снабжены комбинированным приводом — электрическим и ручным;

для подвески пневматических грузчиков и навески тубингов ПЛП-1,5 и ЛППГ.

В принятом условном обозначении лебедок буквы ЛП означают лебедки проходческие приводные, буквы ЛПК означают лебедки проходческие с комбинированным приводом. Цифра 2 перед обозначением лебедки означает двухбарабанная. Числитель цифрового обозначения указывает статическую нагрузку в тоннах, а знаменатель — канатоемкость барабана в метрах.

Тихоходные лебедки согласно правилам безопасности должны удовлетворять следующим условиям: отношение диаметра барабана лебедки к диаметру каната должно быть не менее 20; в приводных лебедках должны быть предусмотрены один маневровый тормоз на валу двигателя или на промежуточном валу, один предохранительный тормоз на барабане и один храповой останов.

Ручные лебедки для спуска в шахту насосов или других предметов должны быть снабжены тормозом, храповым остановом и сдвоенным передаточным устройством.

## § 15. Подъемные сосуды. Прицепные и направляющие устройства, натяжные рамы. Канаты

Подъемные сосуды при сооружении вертикальных горных выработок необходимы для подъема породы, спуска и подъема людей, оборудования, крепежных и других материалов, а также выдачи воды из забоя при небольшом ее притоке.

При проходке вертикальных шахтных стволов подъемные установки оборудуют проходческими бадьями, которые бывают обычные типа БП и самопрокидывающиеся типа БПС. Бадья БПС (рис. 15) отличается от обычных большей обтекаемостью и наличием в нижней части корпуса в плоскости дужки двух цапф, вокруг которых происходит поворот бадьи при ее разгрузке. Бадья состоит из корпуса 1, дужки 2 с перекладиной 3, упоров для дужки 4, цапфы 5.

Комплект оборудования для самопрокидывающейся бадьи состоит из собственно бадьи 1, специальной направляющей рамки 2, направляющего раструба 3, разгрузочной ляды 4, привода 5 для от-

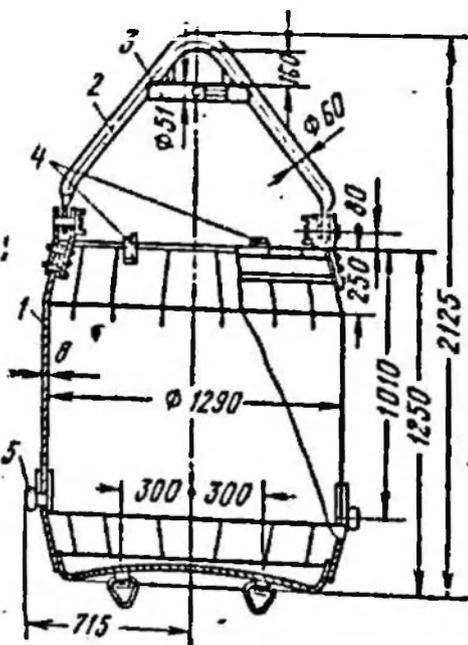


Рис. 15. Самопрокидывающаяся проходческая бадья БПС-1,5

крывания ляды и разгрузочной площадки 6 (рис. 16). Применение самопрокидывающихся баддей вместо обычных значительно снижает трудоемкость процесса разгрузки породы на поверхности. Дужка бадьи рассчитывается на статическую нагрузку с четырехкратным запасом прочности по отношению к пределу текучести.

Для спуска материалов в ствол используются те же бадьи, что и для выдачи породы, в основном емкостью 0,75—1 м<sup>3</sup>.

Из обычных проходческих баддей в настоящее время применяют следующие: БП-0,75, БП-1,0, БП-1,5, БП-2,0. Самопрокидывающиеся проходческие бадьи, которые механизмируют

разгрузку породы и находят все большее распространение при сооружении стволов, выпускаются следующих типов: БПС-1, БПС-1,5, БПС-2,0, БПС-2,5, БПС-3,0, БПС-5,5 и БПС-6,5.

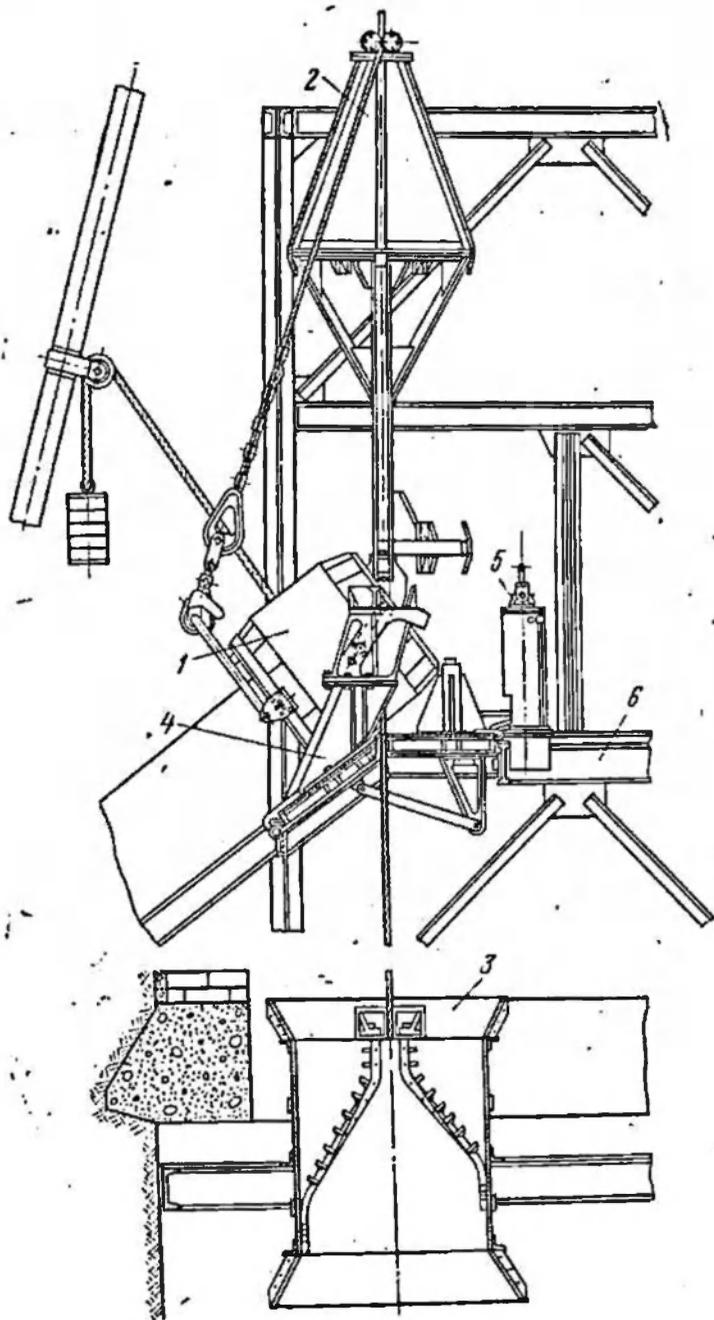


Рис. 16. Устройство для разгрузки самопрокидывающейся бады типа БПС

Как у обычных, так и у самопрокидывающихся бадей буквы БП означают бадьи проходческие, С — самопрокидывающиеся, цифры после букв указывают емкость бадей в кубических метрах.

Прицепные устройства (рис. 17) применяют для прицепки и отцепки бадей к подъемному канату. Они должны обеспечивать:

достаточную механическую прочность; предохранение от самопроизвольной отцепки бады при ее подъеме или спуске; удобство, быстроту и безопасность прицепки и отцепки бадей в забое и на поверхности и, кроме того, не передавать бадье, находящейся в подвешенном состоянии, крутящий момент, возникающий в круглом подъемном канате. Прицепное устройство состоит из амортизатора 1, жимка 2, втулки 3, клина 4, оси 5, щеки 6, защелки 7 и крюка 8.

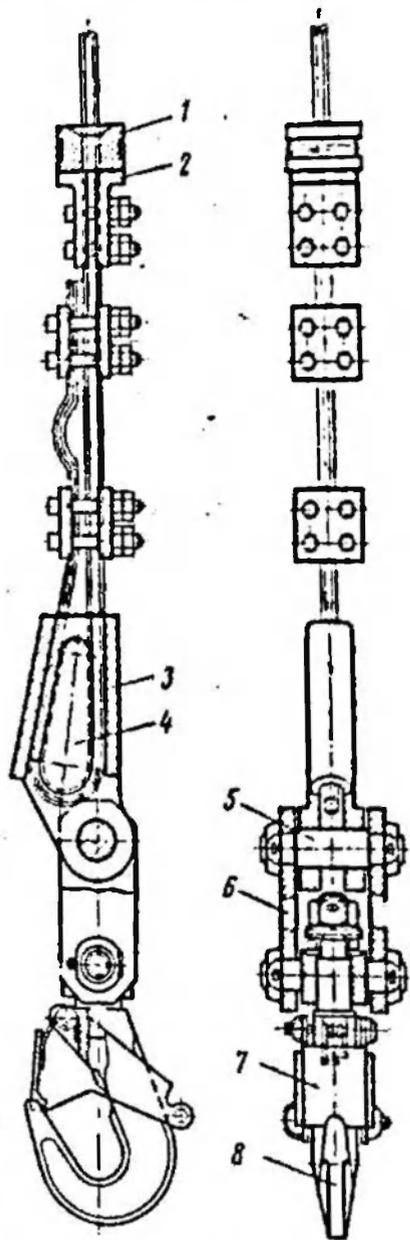


Рис. 17. Облегченное прицепное устройство

Согласно правилам безопасности при проходке наклонных или вертикальных выработок, где производится подъем и спуск людей и грузов, необходимо руководствоваться следующими положениями:

запрещается использовать прицепные устройства для разборки породных и угольных забоев и для других работ не по назначению;

прицепные устройства не реже одного раза в три года должны заменяться новыми.

В настоящее время широкое применение получили облегченные прицепные устройства конструкции ЦНИИ-Подземмаша ПУБ-2,3, ПУБ-4,5, МПУ-8 для навешивания бадей емкостью от 0,75 до 3,0 м<sup>3</sup> к подъемному круглому прядевому канату и прицепные устройства, предназначенные для навешивания бадей емкостью 0,75—6,5 м<sup>3</sup> к закрытому подъемному канату.

Направляющие устройства и натяжные рамы применяют для устранения раскачивания бадей при подъеме, столкновения их между собой, зацепления за оборудование, находящееся в стволе. В стволах круглой формы к таким устройствам относятся направляющие канаты (канат-рамка), по которым скользит направляющая

Для канатных проводников применяют стальные круглые канаты. Эти канаты не несут какой-либо рабочей нагрузки, за исключением натяжения; они подвергаются главным образом истиранию (износу) вследствие скольжения по ним (при движении

бадь) ползунов направляющей рамки. Направляющие канаты должны отвечать следующим требованиям:

иметь повышенную жесткость, которая обеспечивала бы малую степень их вибрации и этим уменьшала раскачивание бадь в процессе подъема;

обладать высокой износоустойчивостью и иметь гладкую поверхность;

незначительно удлиняться при натяжении;

внутренние проволоки направляющего каната должны быть предохранены от ржавления.

Направляющие канаты в стволе закрепляют на натяжной раме. При последовательной схеме сооружения стволов натяжная рама состоит из двух продольных балок, которые с помощью выдвижных пальцев заделывают в лушки в стенках ствола. Направляющие канаты пропущены через отверстия в полках поперечных балок и закреплены пластинами. Кроме того, к поперечным балкам прикрепляют пружинные полосы, которые проходят через проемы в раме и служат для направления бадей и смягчения ударов при посадке на натяжную раму направляющей рамки.

Отверстия (проемы) в натяжных рамках для прохода бадей по размерам и расположению должны совпадать с соответствующими отверстиями в подвесном полке, нулевой раме и верхней разгрузочной площадке на копре.

При совместной и параллельной схемах сооружения ствола для обеспечения полной безопасности работы рабочих, находящихся в забое ствола, натяжная рама (рис. 18) также служит предохранительным полком. В этом случае натяжная рама или снабжается настилом, или же выполняется специальной конструкцией.

Для направления движения бадь по канатам или постоянным

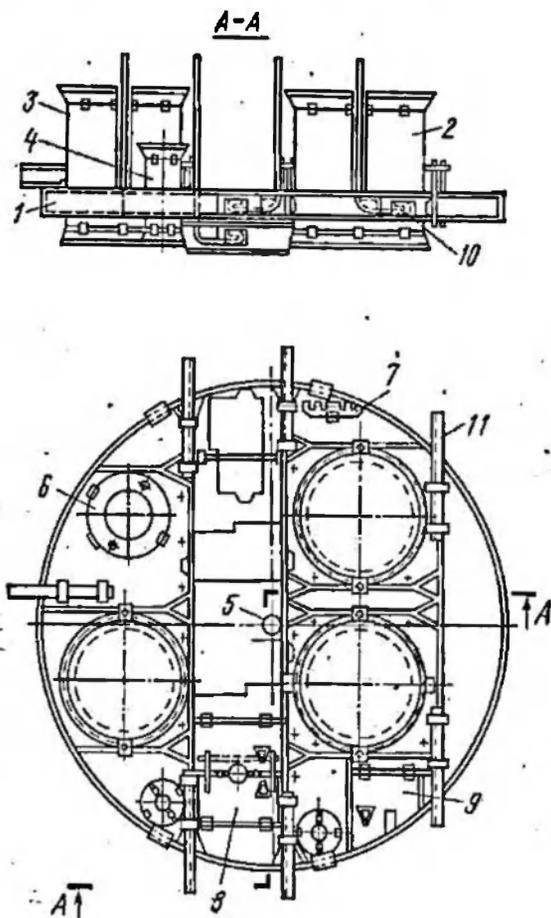


Рис. 18. Натяжная рама — предохранительный полк:

1 — балки полка; 2 и 3 — раструбы для бадей; 4 — раструб для труб сжатого воздуха; 5 — раструб для отвеса; 6 — раструб для вентиляционных труб; 7 — ляда для труб цементации; 8 — ляда для подвешного насоса; 9 — ляда для спасательной лестницы; 10 — крепление направляющего каната; 11 — выдвижные пальцы

проводникам применяют направляющие рамки (рис. 19). Направляющая рамка обычно сваривается из уголковой или полосовой стали и состоит из каркаса 1, предохранительного зонта 2, четырех подшипников 3, шести разъемных вкладышей 4, четырех крышек 5.

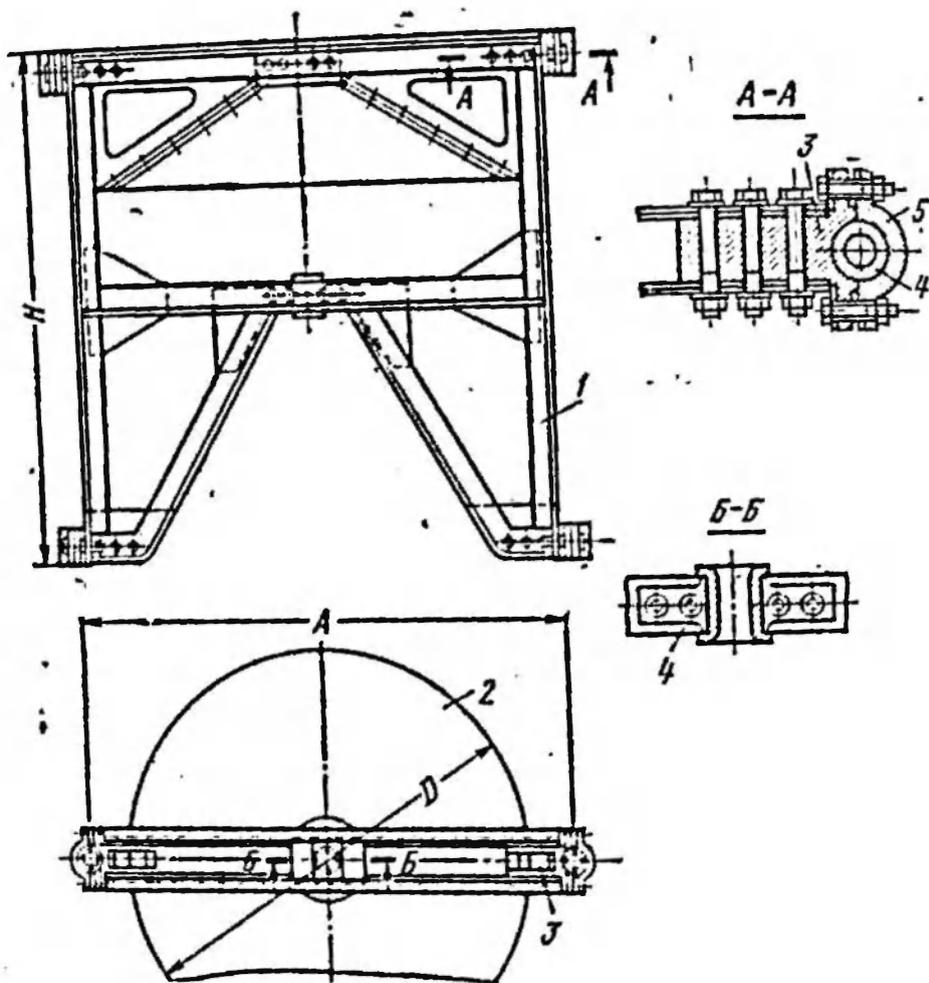


Рис. 19. Направляющая рамка для бадьи при канатных направляющих

В процессе движения бадьи совместно с направляющей рамкой сверху вниз при проходке через натяжную раму рамка останавливается на пружинящих полосах натяжной рамы, и дальнейшее движение бадьи происходит без направляющей рамки. В случае движения бадьи вверх (от забоя на поверхность) при подходе бадьи к натяжной раме направляющая рамка подхватывается жимками подъемного каната.

В верхней части направляющей рамки прикрепляется прочный металлический зонт, который служит для предохранения находящихся в бадье людей от повреждений при случайном падении сверху каких-либо предметов или мелких кусков породы.

Предохранительный зонт делается круглой формы из листовой

стали толщиной 5—6 мм; его диаметр должен быть больше диаметра бадьи. Прикрепление зонта к направляющей рамке должно быть жестким и прочным.

Канаты бывают подъемные, направляющие и поддерживающие.

Согласно правилам безопасности запас прочности подъемных канатов должен быть не ниже:

9-кратного — для подъемных установок, служащих исключительно для спуска и подъема людей;

7,5-кратного — для грузо-людских подъемных установок;

6,5-кратного — для подъемных установок, служащих исключительно для спуска и подъема грузов.

Запас прочности каната определяется как отношение суммарного разрывного усилия проволок каната к расчетной статической нагрузке.

При подъеме машинами с цилиндрическими барабанами применяют исключительно круглые подъемные канаты, а при подъеме бобинами — плоские стальные канаты. Основное преимущество плоских канатов по сравнению с обычными круглыми заключается в том, что они под действием концевого груза и собственного веса не вращаются вокруг вертикальной оси. Однако плоские канаты имеют существенные недостатки, заключающиеся в малом сроке службы и высокой стоимости.

Учитывая недостатки обычных круглых канатов, вращающихся вокруг собственной оси, в последнее время стали применять некрутящиеся круглопрядные проходческие канаты. Некрутящиеся канаты являются многослойными и состоят из двух противоположно свитых концентрических рядов прядей с определенными параметрами свивки. Выпускаемые некрутящиеся канаты в середине имеют органический сердечник.

Направляющие канаты рекомендуется применять закрытой конструкции или спиральные. Канаты закрытой конструкции имеют гладкую поверхность, что уменьшает их износ, препятствует проникновению влаги внутрь каната и уменьшает ржавление. Канат не имеет стремления к вращению, оборванные внутри проволоки не выскакивают наружу.

Диаметр направляющих канатов должен быть не менее 21 мм. Запас прочности направляющих канатов должен быть не менее 5-кратного по отношению к величине его натяжения. Независимо от глубины ствола расстояние между крайними канатами соседних пар направляющих должно быть не менее 300 мм.

Поддерживающие канаты служат для подвески проходческого оборудования: подвесных полков, насосов, труб и т. д.

Согласно правилам безопасности канаты для подвески полков, насосов и труб водоотлива должны быть рассчитаны с 6-кратным запасом прочности, для подвески остального оборудования (труб вентиляции, цементации, сжатого воздуха, кабеля и др.) — с 5-кратным запасом прочности.

## § 16. Оборудование для вентиляции и водоотлива

Вентиляция при проходке вертикальных шахтных стволов необходима для удаления вредных газов и подачи свежего воздуха в забой. Проветривание забоя осуществляется вентиляционной установкой, состоящей из вентилятора, двигателя и вентиляционных труб. Возможны три схемы проветривания: нагнетательная, всасывающая и комбинированная.

При проходке стволов чаще всего применяют нагнетательную схему проветривания, при которой скоростной напор воздушной струи, выходящей из трубы, способствует лучшему смешиванию свежего воздуха с газом и быстрому их разжижению. Образующиеся при взрыве газы вследствие высокой температуры и быстроты разложения ВВ отбрасываются от забоя вверх, что соответствует движению воздушного потока при нагнетательном проветривании.

Всасывающая схема проветривания не обеспечивает нормальное проветривание ствола после взрывных работ. Это объясняется тем, что образовавшиеся газы, поднимаясь, быстро распространяются по стволу, а зона засасывания в отверстие трубопровода невелика — всего лишь 1—1,5 м. Всасывающий вентилятор снижает эффективность естественной тяги, обусловленной движением воздуха снизу вверх в середине сечения ствола.

При комбинированной схеме проветривания устанавливают два вентилятора и по стволу прокладывают два става вентиляционных труб. При этом один вентилятор нагнетает свежий воздух в забой, а другой всасывает из ствола вредные газы.

При сооружении вертикальных горных выработок применяют центробежные и осевые вентиляторы. Для проветривания стволов небольшой и средней глубины (200—500 м) применяют осевые вентиляторы типа СВМ и «Проходка-500-2м». Для проветривания вертикальных выработок глубиной 1500—2000 м применяют высоконапорные центробежные вентиляторы ВЦПД-8 и ВЦ-7 (вентиляторы местного проветривания).

Глубокие стволы с большой депрессией и значительными потребностями воздуха проветриваются центробежными вентиляторами как местного, так и главного проветривания ВЦПД-8УМ, ВЦ-11, ВЦП-16. Для проветривания по нагнетательной схеме шахтных стволов диаметром до 8 м, глубиной до 1400 м, проходных буровзрывным способом, выпускается центробежный проходческий вентилятор ВЦП-16 с реверсивным устройством.

Водоотлив при проходке шахтных стволов требуется для удаления воды из забоя ствола и создания нормальных условий проходчикам для выемки породы, крепления ствола и выполнения других операций.

В зависимости от притока воды возможны следующие способы водоотлива: при небольших притоках воды (5—12 м<sup>3</sup>/ч) —

подъемными сосудами (бадьями); при больших притоках воды — насосами.

При водоотливе бадьями вода из забоя перекачивается забойным насосом в породную бадью и заполняя пустоты между кусками породы, выдается вместе с последней на поверхность. Для перекачки воды из забоя в бадьи применяют забойные насосы Н-1м, «Малютка», «Байкал-2», НЗУ-1, 1В-6/5, 1В-20/5 и другие.

При водоотливе насосами подвесной насос погружают в специальную емкость, куда вода из забоя подается забойным насосом (одноступенчатый водоотлив). При напоре подвесного насоса, недостаточном для откачки воды на поверхность, в стволе устраивают временные перекачные насосные станции, оборудуемые горизонтальными центробежными насосами (двухступенчатый водоотлив).

Основными подвесными насосами, применяемыми при проходке стволов, являются: малогабаритный центробежный подвесной проходческий насос НП-2, подвесные центробежные насосы ППН-50×12, ВП-3С, ЗМСМ-10, 4МСМ-10.

## **§ 17. Сигнализация и связь, освещение, спасательные лестницы**

Для связи между забоем ствола и поверхностью, а также между подвесным и натяжным полками и поверхностью следует иметь четкую и надежную сигнализацию и связь.

Аппаратура «Сигнал» предназначена для координации действий обслуживающего персонала по управлению подъемной машиной и проходческими лебедками при проходке стволов шахт глубиной до 1500 м. Аппаратура обеспечивает передачу сигналов из ствола (полки, забой) к рукоятчику, затем трансляцию их в машинное отделение.

Для повышения надежности, уменьшения размеров и массы устройств, подачи и контроля сигналов в стволе применяют кодовую систему сигналов. От рукоятчика к машинисту и лебедкам сигналы передаются зажиганием надписей на световом табло. Исполнительные команды, подаваемые рукоятчиком машинисту, воспроизводятся в стволе пневматической сиреной «Тифон» с искробезопасным управлением.

Аппаратура связи «Вызов» предназначена для ведения рукоятчиком двусторонних громкоговорящих переговоров с абонентами в стволе, у лебедок и с машинистом подъема при проходке стволов шахт, опасных по газу или пыли,

Для радиотелефонной связи выпускается аппаратура «Шахтер» (рис. 20), обеспечивающая связь между поверхностью и подъемными сосудами, подвесными полками, промежуточными площадками и камерами при монтажных, ремонтных и маркшейдерских работах, при осмотрах ствола, а также аварийную связь. В комплект аппаратуры входят две радиостанции: наземная ста-

ционерная (РТШ-С) 1, ствольная переносная (РТШ-Н) 3 и антенна 2. Исполнение аппаратуры — рудничное, повышенной надежности.

Для освещения забоя ствола применяют люстры суммарной мощностью ламп 150—500 Вт и отдельные светильники мощностью

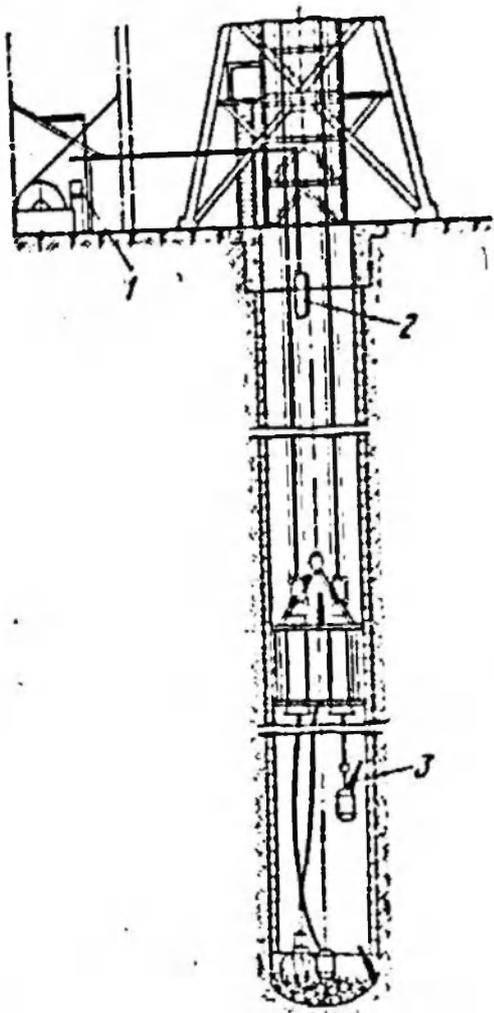


Рис. 20. Аппаратура радиосвязи в стволе при проходке

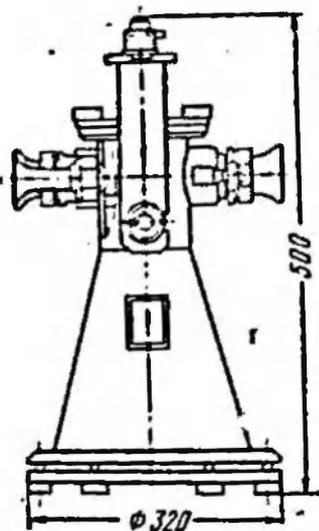


Рис. 21. Светильник «Свет-3»

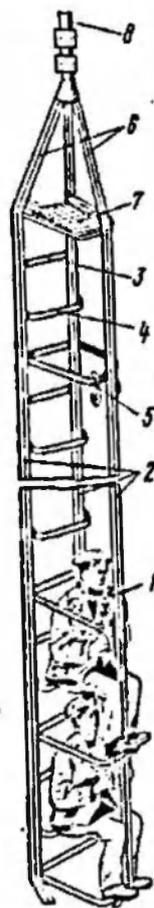


Рис. 22. Подвешенная спасательная лестница ЛС-1

до 300 Вт, подвешиваемые на высоте 7—12 м от забоя. В настоящее время выпускаются проходческие светильники «Свет-3» (рис. 21) мощностью 300 Вт (при напряжении 127 В), которые обеспечивают необходимую равномерность освещения и по своей световой характеристике в 8 раз превосходят ранее применявшиеся светильники «Свет-600». На случай отключения электроэнергии проходчики должны быть снабжены переносными аккумуляторными светильниками.

Ввиду возможности отключения электроэнергии или неисправности подъема в стволе должна быть подвешена аварийно-спаса-

тельная лестница (рис. 22) длиной, обеспечивающей размещение на ней одновременно всех рабочих самой большой по численности смены. Лестницы подвешивают к канату лебедки с комбинированным приводом (механическим и ручным), оборудованной тормозом. Скорость подъема спасательной лестницы не должна превышать 0,5 м/с.

Конструкция спасательной лестницы ЛС-1 (рис. 22) позволяет разместить на ней от 10 до 30 проходчиков в сидячем положении 1. Лестница состоит из отдельных секций, соединяемых между собой. Каждая из них состоит из трех несущих труб 2, к которым приварены ступеньки 3 с шагом 300 мм, сиденья 4 и предохранительные полукольца 5 с поручнями с шагом 900 мм. Для свободного прохождения лестницы через проемы верхняя и нижняя секции имеют конусную часть 6, образованную из основных несущих труб. Верхняя секция имеет перекрытие 7, предохраняющее сидящих на лестнице проходчиков. Спасательная лестница подвешивается на канате 8.

### Контрольные вопросы

1. Назовите оборудование и машины, необходимые для сооружения шахтных стволов.
2. С каких типов копров можно производить сооружение стволов?
3. Назовите основные части проходческого металлического сборно-разборного копра шатрового типа.
4. Какие рабочие операции производят на нижней приемной и верхней разгрузочной площадках?
5. Какие преимущества имеет использование постоянных башенных копров для сооружения шахтных стволов?
6. В каких случаях применяют бескопровую схему проходки стволов?
7. Чем отличаются проходческие подъемные машины от постоянных?
8. Какие бывают подъемные машины в зависимости от диаметров барабанов?
9. Расскажите, для чего служат проходческие лебедки.
10. Чем отличается работа проходческих лебедок от работы подъемных машин?
11. Назовите два типа проходческих бадей.
12. Для каких целей предназначены при проходке стволов направляющие устройства и натяжные рамы?
13. Какие схемы проветривания возможно применять при проходке стволов? Какие типы шахтных вентиляторов Вы знаете?
14. Как осуществляется сигнализация и связь между забоем ствола и поверхностью, а также между подвесным и натяжным полками и поверхностью?

## ПРОХОДКА СТВОЛОВ ШАХТ СПОСОБОМ ИСКУССТВЕННОГО ЗАМОРАЖИВАНИЯ ГОРНЫХ ПОРОД

### § 18. Общие сведения об искусственном замораживании горных пород

Проходка стволов шахт с предварительным искусственным замораживанием горных пород является одним из самых распространенных, прогрессивных и надежных специальных способов сооружения вертикальных горных выработок. Искусственное замораживание горных пород применяют в рыхлых неустойчивых водоносных породах мощностью более 10 м или при наличии в них гидростатического напора более 20 м ( $2 \text{ кгс/см}^2$ ); в устойчивых или скальных водоносных породах, когда другие специальные способы не обеспечивают успешную проходку.

Сущность искусственного замораживания горных пород заключается в том, что в водоносных породах в месте расположения будущего ствола образуется временный ледогрунтовый цилиндр, который во время проходки защищает ствол от проникновения в него подземных вод или пливунов. Соответствующим понижением температуры достигают такой прочности ледогрунтового цилиндра, при которой он в состоянии выдержать гидростатическое давление воды и давление горных пород.

Для образования ледогрунтового цилиндра вокруг ствола через толщу водоносных пород бурят скважины и опускают в них замораживающие трубы (рис. 23) с герметически закрытыми нижними концами 2 (башмаки). В замораживающие трубы опускают трубы меньшего диаметра, называемые питающими 3. Нижний конец питающих труб открыт и до основания замораживающих труб не доходит. Верхний конец замораживающей трубы имеет головку, через которую проходят две трубы небольшого диаметра. Одна из этих труб служит для подачи рассола в питающую трубу 6 и присоединена к трубопроводу (распределителю), подводящему охлаждающий рассол от замораживающей станции. Другую трубу 4 присоединяют к трубопроводу-коллектору, по которому отводится отработанный рассол. Трубка 5 — гнездо для термометра.

Устройство, состоящее из замораживающей и питающей труб, головки и башмака называется замораживающей колонкой. Замораживающие колонки и магистральные трубопроводы заполняют рассолом (обычно раствором хлористого кальция), не

замерзающим при низких температурах. Рассол охлаждают на замораживающей станции и насосом через прямой рассолопровод нагнетают в распределитель. Отсюда рассол поступает в питающие трубы замораживающих колонок. По достижении основания колонки рассол под давлением, создаваемым насосом, поднимается по кольцевому пространству между питающей и замораживающей трубами. Во время этого движения происходит теплообмен между рассолом и замораживаемыми породами: рассол отнимает тепло от пород, окружающих замораживающую колонку, и понижает их температуру. По выходе из замораживающей колонки рассол поступает в коллектор, а из последнего через обратный рассолопровод — на замораживающую станцию (в испаритель), где он снова охлаждается. Затем цикл повторяется.

В результате непрерывной циркуляции охлажденного рассола и теплообмена, происходящего между ним и горными породами, вокруг замораживающих колонок образуются цилиндры из замороженных пород, которые с течением времени увеличиваются и, наконец, соединяются, образуя сплошной кольцеобразный цилиндр. Время, необходимое для образования ледогрунтового цилиндра, зависит от водоносности, теплофизических свойств горных пород, расстояния между замораживающими колонками, холодопроизводительности замораживающей станции и температуры охлаждения рассола.

Рассол выполняет функцию переносчика холода: в замораживающих колонках он отнимает тепло от окружающих пород, таким образом охлаждая их, а на замораживающей станции отдает тепло, охлаждаясь сам. Холод получают на замораживающей станции. Рассол, охлажденный на замораживающей станции и нагнетаемый насосом в рассольную сеть, называют прямым, а рассол, прошедший через замораживающие колонки и возвратившийся на замораживающую станцию, называют обратным.

Замораживающая станция состоит из компрессора, конденсатора, испарителя, грязеуловителя, маслоотделителя, регулирующего

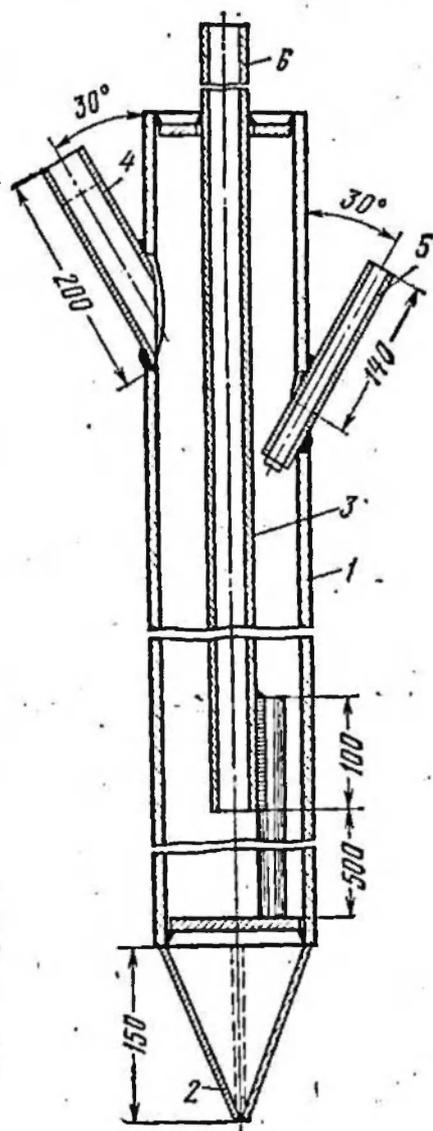


Рис. 23. Конструкция замораживающей колонки

щей и манометровой станций и трубопроводов. Из указанного оборудования в здании обязательно устанавливают компрессор, газозеуловитель, манометровую и регулировочную станции. Конденсаторы оросительного типа и испарители размещают вне здания, причем для защиты испарителей от солнечных лучей и атмосферных осадков над ними устраивают навесы. Стенки бака испарителя тщательно изолируют. Маслоотделители устанавливают в непосредственной близости от конденсаторов — вне здания станции.

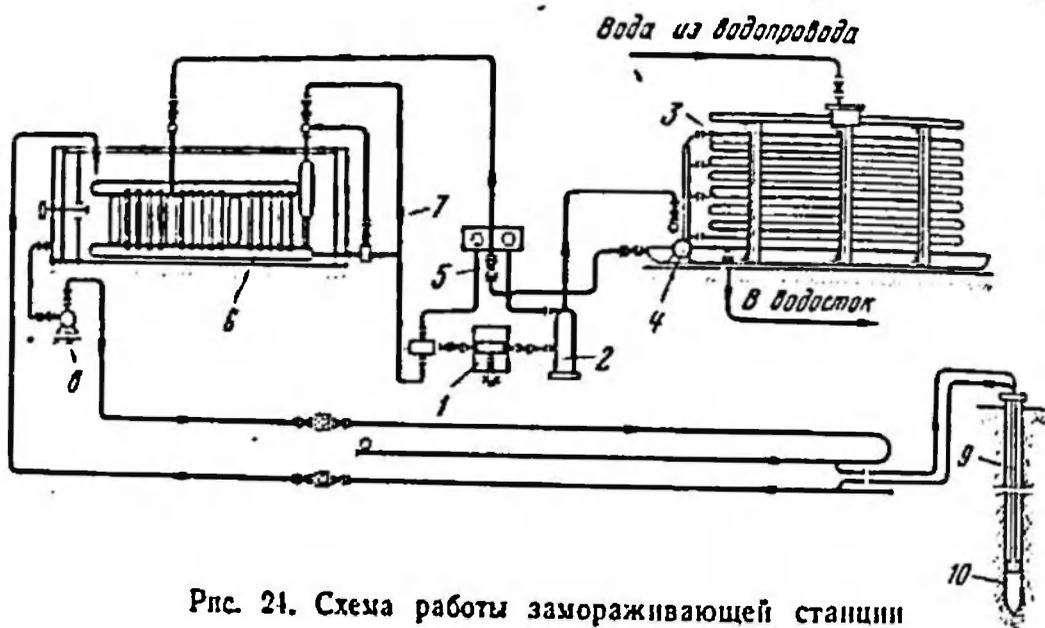


Рис. 24. Схема работы замораживающей станции

Центробежные насосы для рассола и воды помещают внутри здания замораживающей станции.

Схема работы замораживающей станции показана на рис. 24. Сжатые в компрессоре 1 до 8—12 кгс/см<sup>2</sup> горячие пары аммиака с температурой около +100° С, проходя через маслоотделитель 2, по нагнетательному трубопроводу поступают в конденсатор 3, где, сжижаясь, отдают тепло воде, непрерывно омывающей трубы конденсатора. От конденсатора жидкий аммиак проходит через ресивер 4. Ресивер разгружает конденсатор от жидкого аммиака и аккумулирует его для создания равномерного потока к регулировочной станции 5, где происходит процесс мятая (дресселирования) аммиака от давления конденсации до давления испарения. Для получения температуры испарения — 25° С давление жидкого аммиака должно быть понижено до 1,546 кгс/см<sup>2</sup>. Вследствие понижения давления при непрерывно всасывающем действии компрессора, а также благодаря имеющемуся запасу тепла в рассоле происходит переход аммиака из жидкого состояния в газообразное. Переход аммиака из жидкого состояния в газообразное осуществляется в испарителе 6 и сопровождается затратой 250—270 ккал тепла на 1 кг аммиака. Тепло сообщается аммиаку рассолом, непрерывно

омывающим змеевиком испарителя. Температура рассола при этом снижается. Пары аммиака по мере испарения поднимаются в змеевиках испарителя вверх и снова засасываются компрессором по трубопроводу 7.

Рассол, охлажденный до температуры  $-20 \div -22^{\circ} \text{C}$ , из испарителя всасывается центробежным насосом 8 и нагнетается через замораживающие колонки 9, откуда по трубам снова возвращается в испаритель. Проходя по замораживающим колонкам, рассол отнимает у горных пород 10 тепло. В испарителе тепло рассола расходуется на испарение аммиака, в дальнейшем цикл повторяется.

Таким образом, в замораживающей установке имеются три самостоятельных цикла: аммиачный, рассольный и водяной.

Тип и число компрессоров замораживающей станции выбирают в соответствии с количеством холода, требующегося для создания надежного ледогрунтового цилиндра. Работы по замораживанию горных пород состоят из следующих основных этапов:

- а) бурения замораживающих скважин и монтажа замораживающих колонок;
- б) монтажа замораживающей станции и рассольной сети;
- в) процесса образования ледогрунтового цилиндра, т. е. активного замораживания пород, и контроля за процессом замораживания;
- г) поддержания ледогрунтового цилиндра в замороженном состоянии, т. е. пассивного замораживания на весь период проходки ствола и возведения постоянной крепи;
- д) оттаивания замороженных пород (естественного или искусственного) после окончания проходки ствола;
- е) извлечения замораживающих колонок из замораживающих скважин и их погашения;
- ж) демонтажа замораживающей станции и рассольной сети.

## **§ 19. Бурение замораживающих и контрольных скважин.**

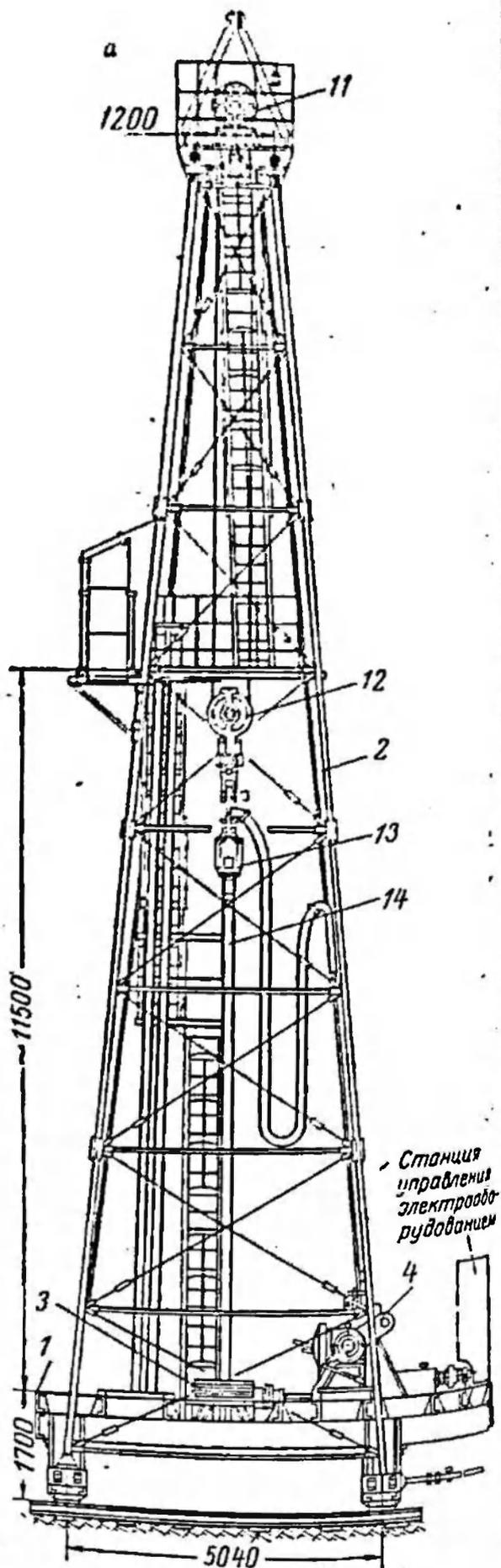
### **Монтаж замораживающих колонок**

Для замораживания пород вокруг вертикальных стволов шахт замораживающие скважины располагают по окружности. Диаметр этой окружности зависит от диаметра ствола и необходимой толщины кольцевого ледогрунтового цилиндра. При этом стремятся к возможному уменьшению диаметра окружности, на которой располагают замораживающие скважины, в целях уменьшения числа замораживающих скважин, а следовательно, и сокращения расходов на буровые и монтажные работы. Однако очень близкое расположение замораживающих скважин к периметру ствола нежелательно, так как в этом случае ледогрунтовый цилиндр частично будет занимать площадь поперечного сечения ствола и, следовательно, при его проходке будет подлежать выемке часть

замороженной породы. Такое положение, помимо затруднений в выемке породы, может привести к уменьшению толщины и прочности ледогрунтового цилиндра. Кроме того, необходимо принять во внимание возможность отклонения скважины от вертикального направления к центру ствола и наоборот. Сохранение скважиной заданного направления (вертикального или с определенным углом наклона) при замораживании пород для проходки стволов имеет исключительно важное значение. В случае значительного отклонения скважины от заданного направления необходимо пробурить дополнительные скважины.

Бурение замораживающих и контрольных скважин производят ударным или вращательным способом. При ударном способе бурения достигаются минимальные отклонения скважин от вертикального положения, но по скорости бурения и стоимости работ этот способ уступает вращательному.

Станки ударного бурения применяют только для бурения неглубоких скважин в весьма крепких породах. При переслаивании неустойчивых и крепких пород иногда целесообразно применять комбинированный способ бурения (ударный и вращательный). Во избежание обвала стенок скважин при ударном способе бурения применяют обсадные трубы.



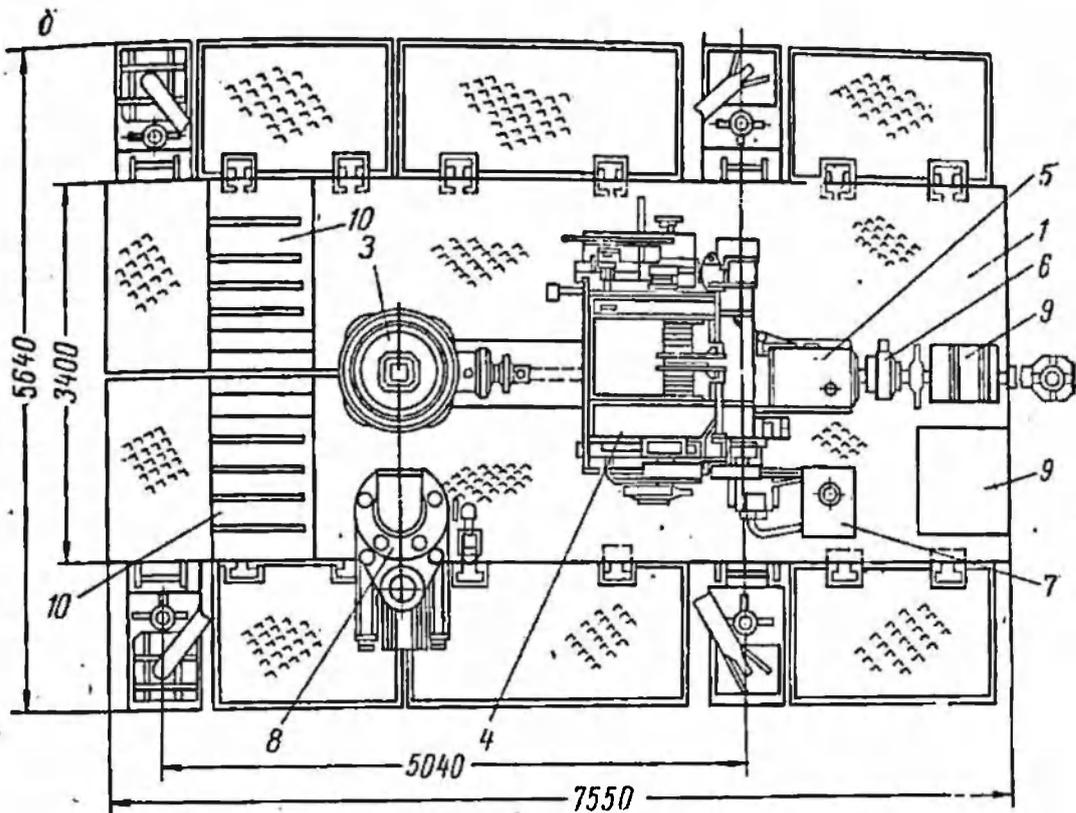


Рис. 25. Буровая установка УРБ-4ПМШ:

а — общий вид; б — план

В настоящее время бурение замораживающих и контрольных скважин производят в основном вращательным способом — станками ЗИФ-650А, УРБ-4ПМШ, УБЗШ-2, БУШ-3, УТЗ-3. Замораживающие скважины бурят с промывкой глинистым или естественным раствором, качество которого необходимо систематически контролировать. Растворы необходимы для выноса продуктов бурения на поверхность и удержания стенок скважин от обвалов пород. Естественный раствор образуется при бурении скважин в глинах и глинистых породах.

Буровая установка УРБ-4ПМШ предназначена для бурения замораживающих скважин глубиной более 400 м роторным и турбинным способами. Иногда эту установку применяют для бурения скважин глубиной 200—400 м. Установка (рис. 25) состоит из платформы 1, на которой смонтированы буровая вышка 2, ротор 3, буровая лебедка 4, коробка скоростей 5, муфта главного фрикциона 6, механизм подачи бурового инструмента на забой 7, пневматический ключ для развинчивания буровой колонны 8, электродвигатель с пусковой аппаратурой 9, подсвечник 10, кронблок 11, талевый блок 12, вертлюг 13 и квадратная штанга 14.

Платформа разъемной сварной конструкции, поднятая над землей на 1200 мм, перекрыта настилом из листов рифленой

стали и имеет откидные фартуки и водило. Опирается платформа на опорные рамы, которые снабжены поворотными тележками и винтовыми домкратами, служащими для установки платформы в горизонтальное положение. Грузоподъемность каждого домкрата 15 т. Буровая вышка пространственной разборной конструкции ба- шенного типа имеет лестницы для установки труб. Для вертикального забуривания скважин внутри вышки установлены две направляющие, по которым передвигается специальный захватывающий механизм. Передвижка буровой установки по окружности производится путем самоподтягивания с помощью буровой лебедки и талевой системы.

Аппаратура управления электродвигателем смонтирована в специальном ящике, а кнопки управления выведены к пульту управления.

При турбинном бурении буровая колонна комплектуется турбобуром Т12М-65/8", трубами УБТ диаметром 146 или 178 мм и бурильными трубами диаметром 114 мм. При роторном бурении в комплект входят бурильные трубы диаметром 114 мм и УБТ диаметром 178 или 146 мм.

Для контроля за искривлением скважин и более быстрого их исправления необходимо систематически через каждые 30 м измерять направление скважин. При наличии зафиксированного отклонения скважин контрольное измерение необходимо производить чаще и принимать меры к исправлению кривизны скважины.

Измерение направления замораживающих скважин, т. е. определение азимутального и зенитного углов отклонения скважин от вертикали, осуществляется специальными приборами, основанными на различных принципах: прямого визирования оптической трубой, опущенного в скважину светового сигнала, использования уровня жидкости, магнитной стрелки, гироскопа и др.

В отечественной практике нашли широкое применение гироскопические приборы типа «Шахтер», «Наутик» и инклинометры И-560Ф и И-447Д, отличающиеся высокой точностью и надежностью в работе.

По окончании бурения скважин и проверки их направления приступают к установке замораживающих колонок.

Перед спуском в скважины все замораживающие трубы в зависимости от глубины испытывают на герметичность давлением 30—80 кгс/см<sup>2</sup>. Если в течение 10 мин манометр не покажет падения давления, то башмак трубы и резьбовые соединения считаются непроницаемыми. После установки колонки до проектной глубины ее заполняют водой и, отмечая уровень воды, наблюдают за ним в течение нескольких суток. Постоянство уровня воды указывает на герметичность всех стыков.

Одновременно с бурением скважин и установкой в них замораживающих колонок производят монтаж замораживающей станции.

## § 20. Замораживающие станции и рассольная сеть

Замораживающая станция представляет собой совокупность холодильных машин, аппаратов и вспомогательных устройств, установленных в определенном порядке. Рассмотрим устройство и расположение холодильного оборудования, аппаратов и других вспомогательных устройств на одной из замораживающих станций, показанной на рис. 26.

Станция комплектуется из четырех аммиачных компрессоров АУ-150, четырех аммиачных оросительных конденсаторов КО-45, четырех вертикально-трубных испарителей 4ОИА, центробежных насосов 4НДВ и ЗК-6. Компрессоры 1 с электродвигателями устанавливают на бетонных фундаментах в один ряд. Два насоса 2 типа 4НДВ предназначены для рассола и один насос 3 типа ЗК-6 — для воды. Аммиачные и рассольные трубопроводы в пределах станции прокладывают в траншеях.

За пределами здания на бетонном основании устанавливают оросительные конденсаторы 4 и на деревянной раме вертикально-трубные испарители 5. На нагнетательной стороне между компрессорами и конденсаторами за пределами здания устанавливают маслоотделители 6 типа ОММ-80 и маслособиратель 7 типа СМ-150. Для регулирования и наблюдения за режимом работы компрессоров на видном месте устанавливают регулирующие станции 8 типа РС-25. Манометры располагают вблизи регулирующей станции.

Заполнение системы аммиаком осуществляется из баллонов, располагаемых снаружи здания станции. Для этой цели прокладывают трубу, один конец которой соединяют с угловым вентиляем регулирующей станции, а другой — с вентиляем для присоединения к аммиачным баллонам. В случае аварии в аммиачной системе, что может произойти в первую очередь на нагнетательной линии, жидкий аммиак необходимо спустить в воду, для этого ресиверы конденсаторов соединены трубой с баком 9 запаса воды.

Присоединение рассолопровода к испарителям и насосам осуществляют так, чтобы каждый испаритель мог переключаться на любой насос. Это достигается двойной системой труб.

Поскольку температурные режимы активного и пассивного замораживания различны, особенно в первые дни работы, так как активное замораживание начинается с  $+8^{\circ}\text{C}$ , а пассивное с  $-20 \div -22^{\circ}\text{C}$ , то рассольные системы должны быть отдельными. В этом случае один насос работает на вспомогательный ствол, а другой — на главный ствол.

Во избежание насыщения рассола пузырьками воздуха, которые образуются от сильной исходящей струи, рассол подается в испаритель по резиновому шлангу, не соприкасаясь с воздухом. Во время наблюдения за движением рассола шланг приподнимают. Это значительно улучшает работу рассольной системы и сводит к минимуму попадание воздуха в насос и замораживающие

колонок. В связи с этим уменьшились случаи отказа в работе насосов и образования воздушных мешков в замораживающих колонках.

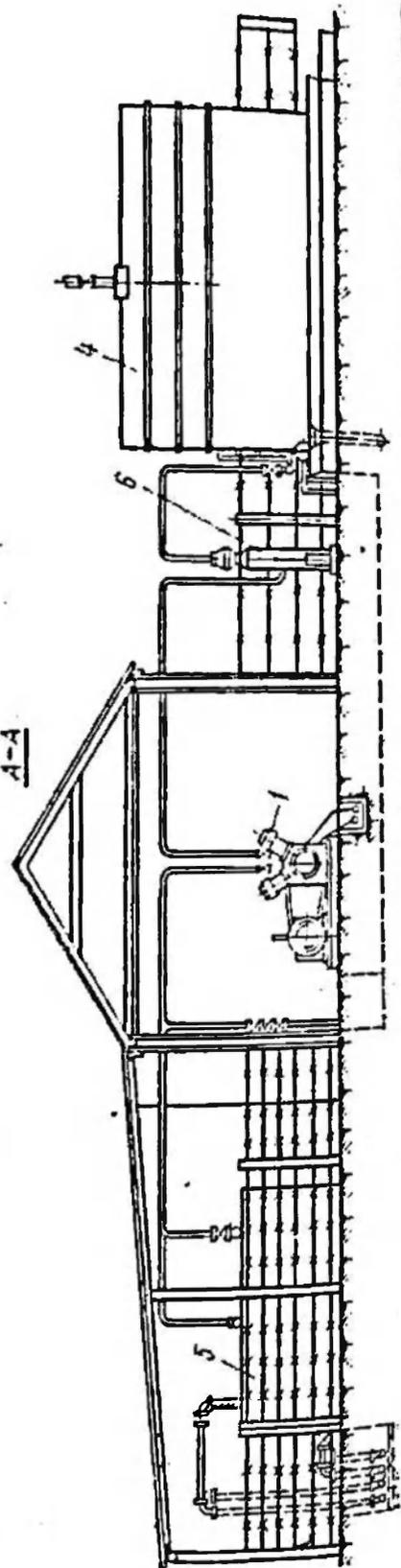
Трубопровод для жидкого аммиака от конденсатора до регулирующей станции прокладывают в траншеях, перекрытых щитами, а трубопровод для газообразного аммиака — на высоте 3000 мм над уровнем пола. Во избежание потерь холода аммиачный трубопровод, идущий от регулирующей станции до испарителя и от испарителя до компрессора, должен быть изолирован.

Замораживающие станции с компрессорами двухступенчатого сжатия с температурой прямого рассола до  $-40^{\circ}\text{C}$  и ниже (так называемое низкотемпературное замораживание) рекомендуется применять при наличии подземных вод с естественной температурой выше  $+20^{\circ}\text{C}$ , проточной воды, скорость движения которой превышает 2 м/сут, естественных растворов крепостью выше 3‰, большом отклонении замораживающих скважин от вертикали, а также при проходке стволов значительной глубины, где имеется большое горное и гидростатическое давления.

На рис. 27 показан внутренний вид замораживающей станции.

Рассол, охлажденный в испарителе замораживающей станции, насосом через рассолопровод и распределитель нагнетают в замораживающие колонки. По внутренней (питающей) трубе рассол доходит до дна колонки, а затем по кольцевому пространству поднимается к устью замораживающей трубы и по отводящим трубам поступает в сборный трубопровод — коллектор; из коллектора рассол по обратной ветви рассолопровода возвращается в испаритель.

Рассольная сеть (рис. 28) состоит из замораживающих колонок 4 с со-



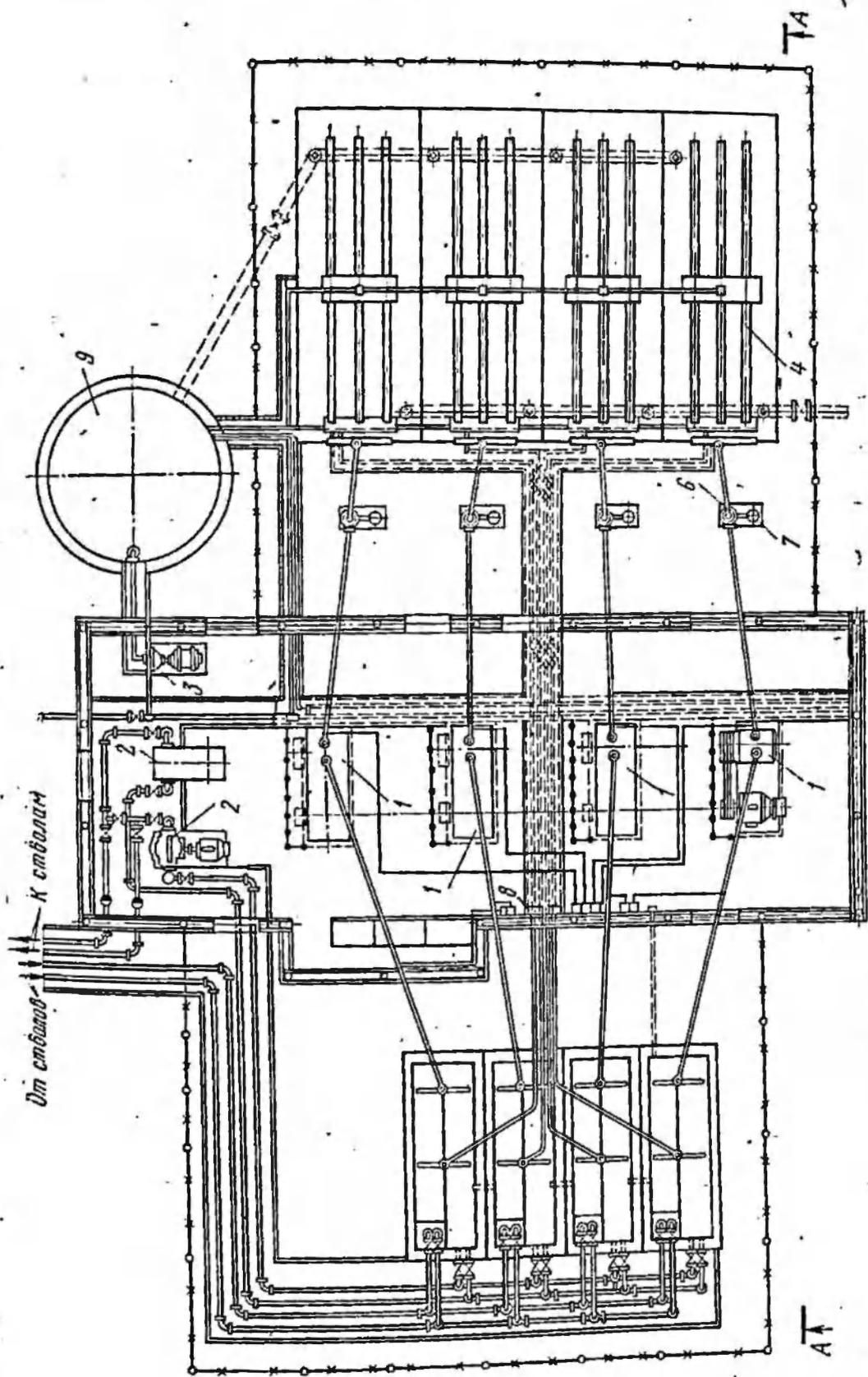


Рис. 26. Замораживающая станция на четыре компрессора АУ-150

единительными 6 и отводящими 7 трубами, магистральных трубопроводов 5 (рассолопровода), распределителя 2, коллектора 3 и рассолопровода с запорной арматурой и контрольно-измерительных приборов. Запорные краны, установленные на питающей и отводящей трубах, служат для отсоединения замораживающей колонки 4 от распределителя или коллектора. На отводящей трубе имеются термометр и водомер.

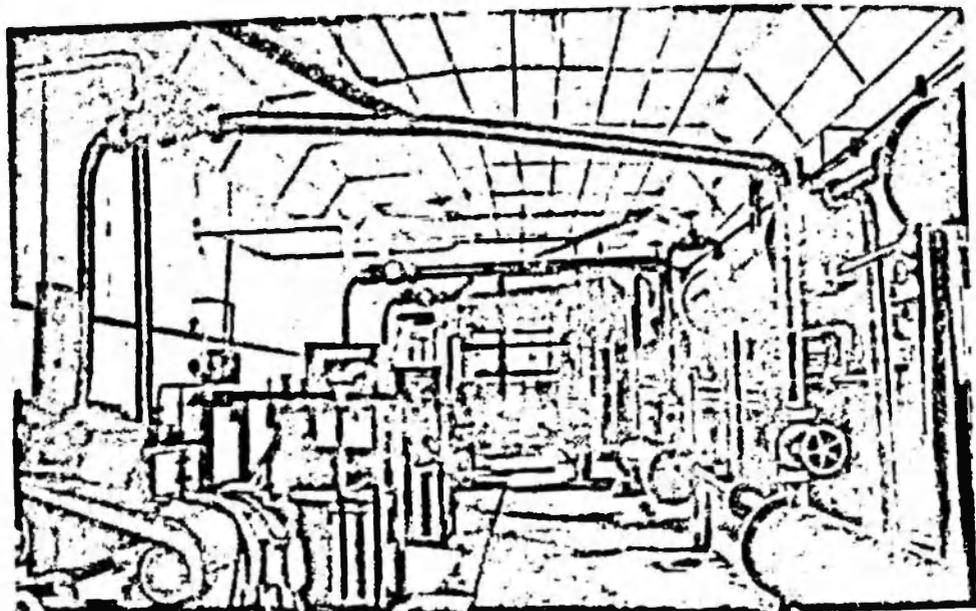


Рис. 27. Внутренний вид замораживающей станции

При замораживании пород были случаи, когда из-за несоответствующего качества металла замораживающих труб последние разрушались и пропускали рассол. Неплотности в соединениях отдельных замораживающих труб также могут служить причиной утечки из них рассола в породу. Наличие рассола в породе приведет к тому, что такой участок окажется незамороженным. В случае утечки рассола после образования ледогруппового цилиндра, в результате непосредственного соприкосновения его с породой, цилиндр начнет таять, несмотря на низкую температуру рассола. Следовательно, должны быть приняты все меры к тому, чтобы не допустить непосредственного соприкосновения рассола с окружающей породой.

Замораживающие трубы разрушаются вследствие высоких температур напряжений, которые возникают от понижения температуры или от большого давления, оказываемого водой при замерзании вследствие расширения, или, наконец, в результате вспучивания пород, что ведет к деформации замораживающих колонок совместно с ледопородным ограждением.

Для повышения надежности замораживающих колонок разработаны специальные высокопрочные безмуфтовые трубы ТЗК (трубы замораживающих колонок). В отличие от труб ГОСТ 632—57, ТЗК имеют безмуфтовое резьбовое соединение: на одном конце

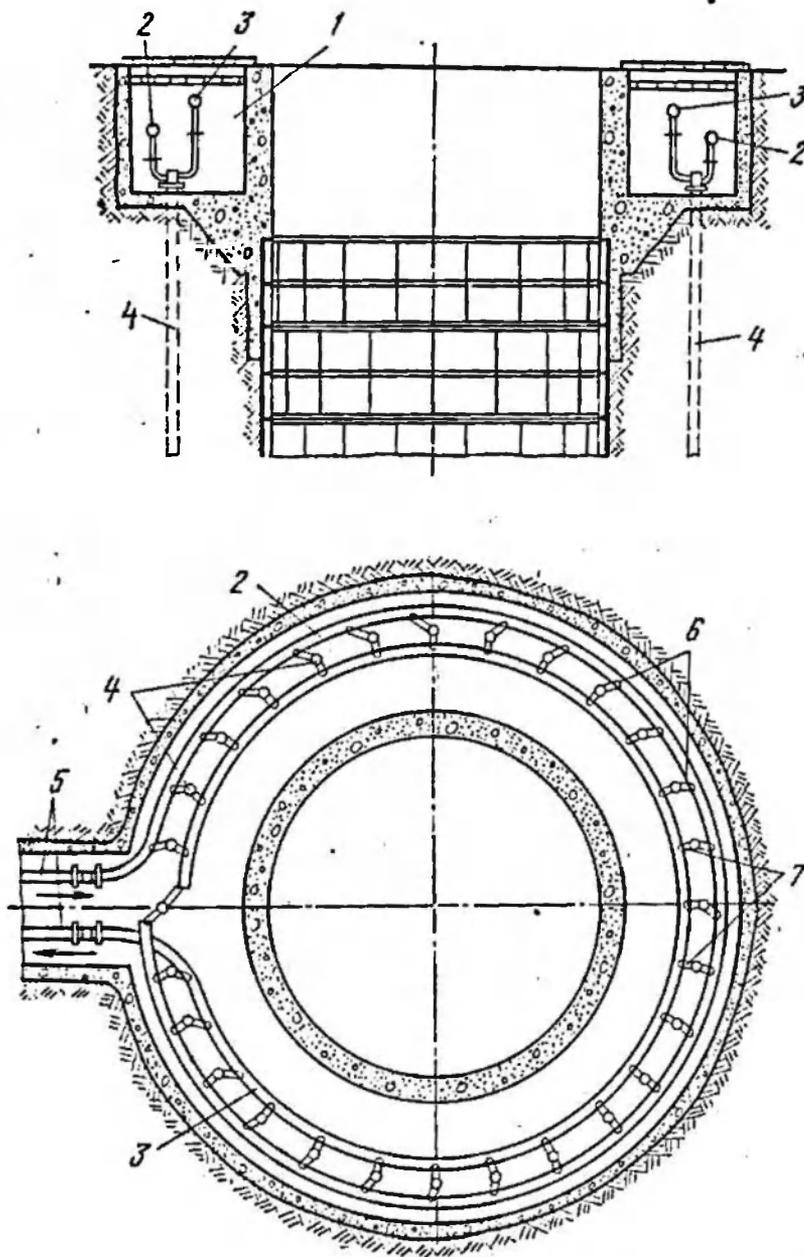


Рис. 28. Галерея для коллектора и распределителя рассола

трубы конус, на другом — внутренняя резьба (рис. 29). Для нарезки резьбы концы труб высажены.

Трубы изготовляют из углеродистой стали, условно обозначенной через А и Б, с термической обработкой (закалка, отпуск). Трубы выдерживают внутреннее испытательное давление

200 кгс/см<sup>2</sup>. Условия поставки ТЗК аналогичны требованиям ГОСТ 632—64.

Диаметр питающих труб изменяется от 25 до 50 мм. Материал этих труб должен выдерживать рабочее давление рассола, а также собственный вес при трехкратном запасе прочности. Для питающих труб применяют трубы, изготовленные из металла и полиэтилена.

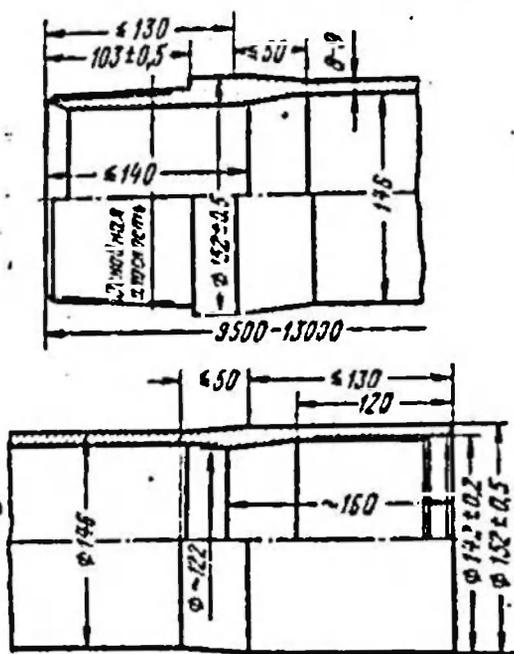


Рис. 29. Замораживающие трубы ТЗК

Нижний конец питающих труб не доходит до дна замораживающих труб на 0,5—1 м. В этом пространстве отлагаются осадки, занесенные рассолом в замораживающую колонку. Диаметр соединительных труб между распределителем и питающими трубами равен диаметру последних. При помощи отводящих труб, диаметр которых определяется диаметром отверстия водомера, соединяют кольцевые пространства замораживающих колонок с коллектором. Так как сохранить точно расстояние между замораживающими колонками не всегда удастся, это создает некоторые трудности при монта-

же соединительных частей. Поэтому в качестве соединительных и отводящих труб следует применять резиновые шланги. Применение гибких соединительных труб особенно целесообразно при замораживании пород, склонных к вспучиванию. При замораживании таких пород крепь галерей вследствие вспучивания поднимается, а вместе с ней поднимаются распределитель и коллектор. В этом случае при жестких соединениях обычно происходят разрывы соединительных труб. Замена металлических соединительных труб резиновыми шлангами диаметром 25 мм избавляет от указанных аварий.

Для рассолопровода применяют трубы диаметром 100—200 мм. В случае необходимости увеличить сечение рассолопровода применяют вместо двух четыре и более ветви диаметром не более 200 мм каждая. Отдельные трубы рассолопровода можно соединять при помощи фланцев, муфт или сваркой, которую применяют наиболее часто. В рассолопроводах длиной более 100 м необходимо устраивать компенсаторы длины, так как вследствие понижения температуры трубы будут укорачиваться, что вызовет нарушения в рассолопроводе.

Непроизводительные потери холода в рассолопроводе могут достигать 40—50%, поэтому для их сокращения рассолопровод не-

обходимо тщательно изолировать. При хорошем выполнении изоляции потери холода в рассолопроводе не превышают 1—3%.

При проходке стволов с применением замораживания вокруг ствола сооружают кольцевую выработку — галерею I (см. рис. 28), которая предназначена для:

размещения распределительного кольца с арматурой, благодаря чему можно постоянно контролировать питание замораживающих колонок рассолом. Кроме того, при проходке ствола распределительное кольцо и устья колонок будут надежно защищены от повреждений;

укрепления направляющих труб, предупреждающих отклонение замораживающих скважин от вертикального положения в процессе бурения. Галерею крепят кирпичом, бетоном или железобетоном.

## § 21. Активное и пассивное замораживание горных пород. Контроль за процессом замораживания

Искусственное замораживание горных пород принято делить на период образования ледогрунтового цилиндра проектных размеров (активное замораживание пород) и на период поддержания созданной ледогрунтовой завесы в замороженном состоянии (пассивное замораживание пород).

В период активного замораживания горных пород к замораживающим колонкам подается такое количество холода, которое может быть передано окружающим породам при максимальной тепловой загрузке колонок и проектной температуре рассола. Так, например, при активном замораживании горных пород, осуществляемом при температуре прямого рассола  $-20^{\circ}\text{C}$ , максимальная тепловая нагрузка  $1\text{ м}^2$  внешней поверхности замораживающей трубы в среднем равна 200—250 ккал/ч.

При пассивном замораживании горных пород в замораживающие колонки подают такое количество холода, которое необходимо для поглощения тепла, поступающего от незамороженных пород. Пассивное замораживание горных пород продолжается в течение проходки ствола и возведения постоянной крепи в пределах зоны замороженных пород.

При проходке стволов шахт с применением искусственного замораживания горных пород большое значение имеет правильное определение срока начала горнопроходческих работ. В случае преждевременного начала работ по проходке в неустойчивых водоносных породах ледогрунтовый цилиндр ствола, будучи недостаточно прочным, не выдержит горного и гидростатического давлений; в результате этого произойдут его разрушение и осложнения, на ликвидацию которых потребуются много средств и времени. При чрезмерно длительном замораживании горных пород возрастают затраты на эксплуатацию замораживающей станции, а

горнопроходческие работы будут затруднены наличием замороженных пород по всему сечению ствола.

Правильное представление о ходе процесса замораживания можно получить на основании изменения уровня подземных вод в контрольных гидронаблюдательных скважинах, изменения температуры пород в контрольных термических скважинах и перепа-

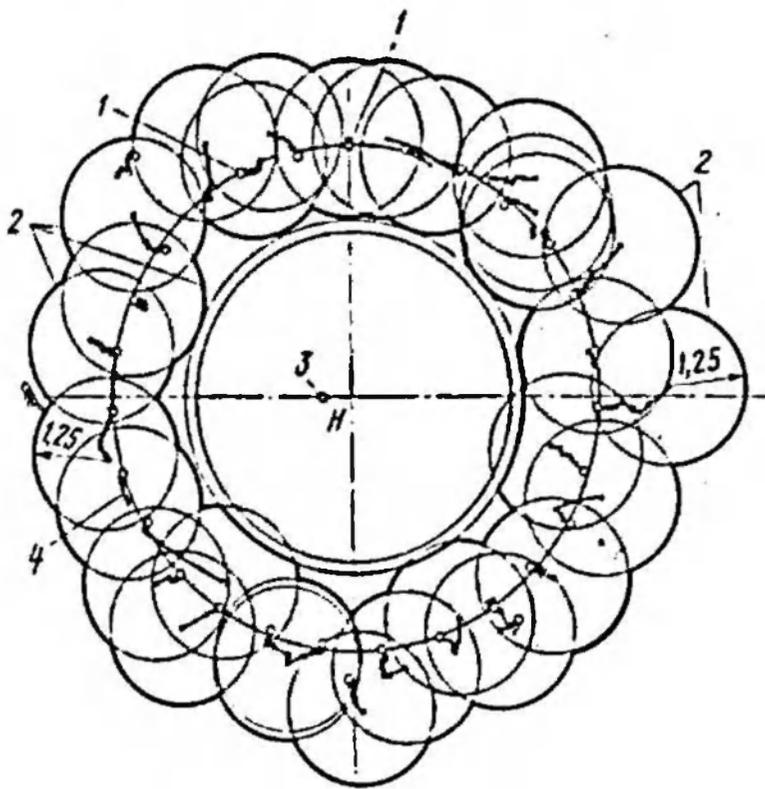


Рис 30. Ледопородный цилиндр (в плане), образовавшийся вокруг ствола:

1 — замораживающие колонки; 2 — контур ледопородного цилиндра; 3 — гидронаблюдательная скважина; 4 — направление отклонения скважки от вертикали

да температур прямого и обратного раскола в устье замораживающих колонок.

Более эффективный контроль за образованием и сплошностью ледопородного цилиндра можно осуществить с помощью ультразвукового прибора УКЛЦ-1. Контроль сплошности и толщины ледопородного цилиндра сводится к определению времени распространения ультразвуковых колебаний в горных породах. В промороженных породах скорость распространения ультразвуковых колебаний примерно в 2 раза больше, чем в талых.

До начала замораживания производится первый цикл измерений в талых породах между замораживающими колонками по всей глубине; затем производят замеры в период активного замораживания (два-три цикла) с интервалами в 3—4 недели.

С помощью замеров прибором УКЛЦ-1 можно определить местонахождение и размер «окна» (непромороженных пород), мо-

мент смыкания ледопородных цилиндров и толщину ледопородного ограждения.

На рис. 30 показан в плане ледопородный цилиндр, образовавшийся вокруг ствола во время активного замораживания горных пород.

Контроль за процессом замораживания включает также контроль за работой замораживающей станции.

## **§ 22. Оттаивание замороженных пород, извлечение замораживающих труб и погашение замораживающих скважин**

Применяют три способа оттаивания замороженных пород: искусственный, комбинированный и естественный. Искусственное оттаивание пород производят нагретым рассолом, циркулирующим в замораживающих колонках. Для этой цели иногда используют и теплый воздух, нагнетаемый в ствол.

Комбинированный способ оттаивания замороженных пород производится циркуляцией нагретого рассола в замораживающих колонках и нагнетанием теплого воздуха в ствол. Рассол подогревают в резервуаре, оборудованном паровыми змеевиками. Обычно для этой цели используют испаритель замораживающей станции. Рассол нагревают постепенно, чтобы избежать возникновения резких термических напряжений в замораживающих трубах, могущих вызвать нарушения соединений и создать более равномерное давление оттаявшей породы на крепь ствола. Ежесуточное повышение температуры рассола принимают 2—3° С.

В конце срока искусственного оттаивания пород температура рассола достигает своего максимума и обычно превышает естественную (первоначальную) температуру пород на 20—25° С. В ходе оттаивания замороженных пород в крепи ствола могут обнаружиться неплотности, которые необходимо устранять.

После оттаивания пород замораживающие трубы из скважин необходимо извлечь. Перед извлечением труб демонтируют рассольную сеть на земной поверхности и освобождают колонки от рассола. Рассол из колонок удаляют сжатым воздухом, который подводят к отводящей трубе. При глубоких замораживающих скважинах, когда давление сжатого воздуха может быть недостаточным для полного удаления рассола, остаток его вычерпывают из замораживающей трубы желонкой.

Вначале из колонки извлекают питающую и отводящую трубы, а затем замораживающие. Колонны труб поднимают при помощи лебедки с полиспастом. Поднятое верхнее звено питающих труб отвинчивают и удаляют (в том случае, если они металлические). В момент разъединения труб нижнюю часть колонны удерживают на весу хомутом, опирающимся на торец замораживающей трубы. После извлечения питающих и отводящих труб приступают к извлечению замораживающих труб.

При извлечении колонны замораживающих труб в первую очередь необходимо отрезать внутренним труборезом башмак замораживающей трубы, препятствующий использованию трубы для целей тампонажа. После того, как башмак замораживающей трубы будет отрезан, а труборез и соединяющие его трубы извлечены из скважины, приступают к пробному подъему колонны замораживающих труб на небольшую высоту. Сдвиг колонны с места производят домкратом. Дальнейшее извлечение колонны труб производят при помощи лебедки 1 (рис. 31) с полипастом 2, смонтированных на металлической платформе 3 вместе с вышкой 4, подъемной лебедкой 5, электродвигателем 6 и пусковой аппаратурой 7. Перед подъемом колонну замораживающих труб полностью заполняют тампонажным раствором.

По мере подъема колонны труб тампонажный раствор выходит через нижний конец трубы в скважину, заполняя пустоты и предупреждая обрушение пород. В процессе подъема труб необходимо наблюдать за уровнем тампонажного раствора. В случае ухода из скважины тампонажного раствора подъем труб следует приостановить и пополнить трубу раствором. Для уплотнения раствора давление на забой нужно периодически увеличивать наполнением колонны труб раствором выше уровня поверхности земли.

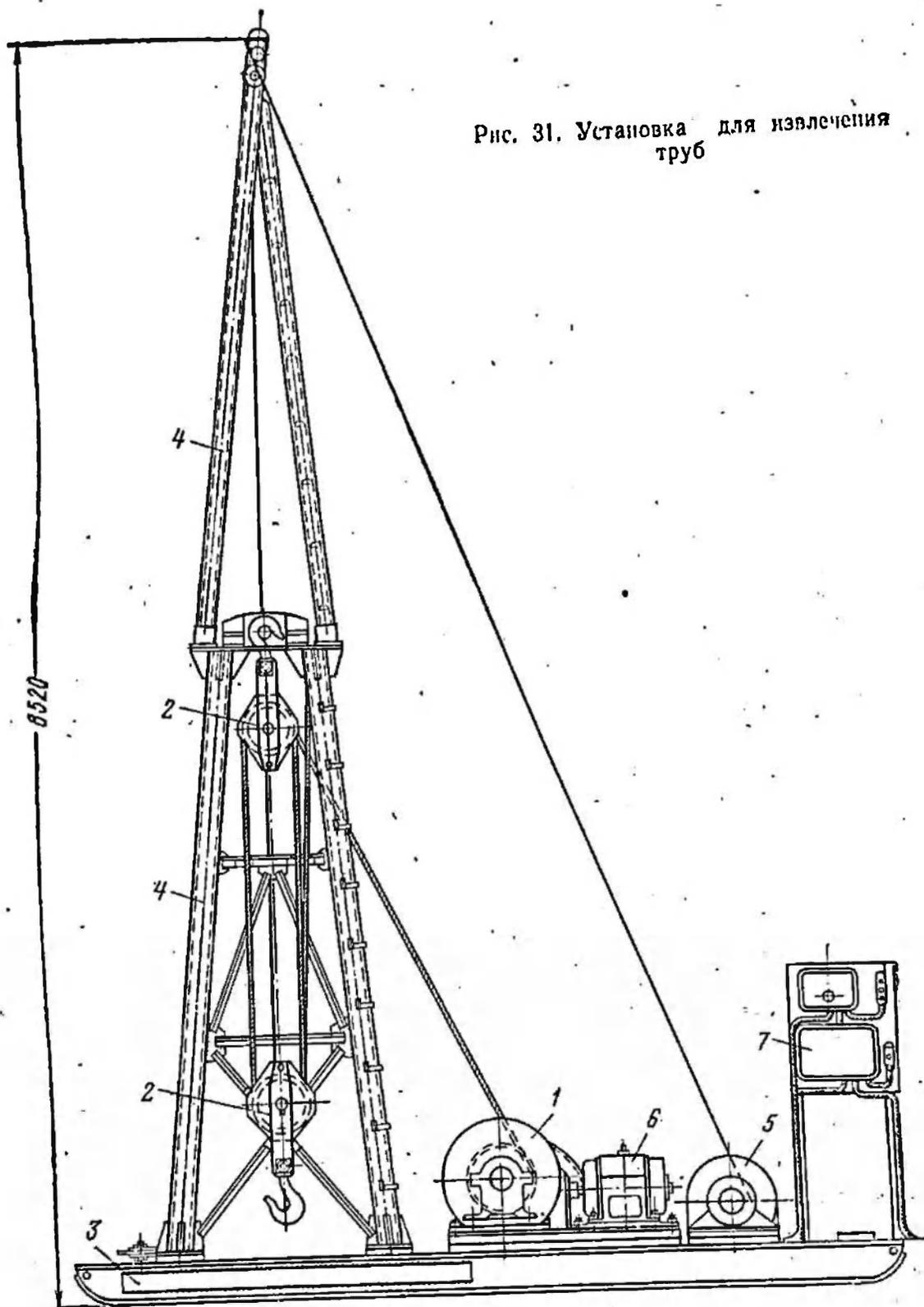
Колонны труб, не поддающиеся извлечению, также заполняют тампонажным раствором.

При естественном оттаивании ледогрунтового цилиндра замораживающие трубы из скважины целесообразно извлекать сразу после окончания проходки ствола и сопряжения. Для извлечения колонны с минимальными затратами энергии и средств необходимо замораживающие трубы отогреть. Местный обогрев замораживающих труб производят нагретым раствором, циркулирующим в замораживающей колонке. Из бака рассол поршневым насосом подается к змеевик, расположенный в жаровом пространстве печи, а затем поступает в питающую трубу. Из колонки охлажденный рассол по обратному трубопроводу поступает в бак, откуда снова забирается насосом. Далее цикл повторяется. Отогревают обычно сразу две или три замораживающие колонки. К моменту окончания отогрева должно быть подготовлено оборудование для подъема труб замораживающей колонки. По мере подъема трубы отвинчивают и складывают в стороне. Рассол сливают в специальный бак. Если во время подъема замораживающая труба будет приморожена, ее снова отогревают.

После извлечения обеих колонн труб приступают к тампонажу скважины. Раствор готовят в растворешалке и по желобу сливают в скважину. Во избежание примерзания раствора к стенкам скважины его готовят на горячей воде. Раствор в скважину заливают до тех пор, пока уровень его не поднимется до пола галереи.

После извлечения труб и тампонажа скважины галерею засыпают грунтом до уровня земли с тщательным трамбованием.

Рис. 31. Установка для извлечения труб



Обсадные трубы можно извлекать из скважин до замораживания или после оттаивания замороженных пород. Извлекать обсадные трубы лучше до начала замораживания, сразу после монтажа замораживающих колонок. В этом случае возможные сдвиги и обрушения пород произойдут до возведения постоянной крепи ствола. Пространство между стенкой скважины и колонной замораживающих труб заполняют глинистым раствором. При извлечении обсадных труб необходимо строго следить за тем, чтобы вместе с ними не была поднята замораживающая колонка, так как повторное опускание ее будет затруднено.

Замораживающие трубы, расположенные вокруг ствола, целесообразно извлекать двумя агрегатами одновременно. В первую очередь извлекают две трубы диаметрально расположенных скважин. Далее извлекают другие две трубы скважин, расположенных на диаметре, перпендикулярном диаметру первых двух скважин. Такой порядок извлечения труб и погашения скважин создает условия для более равномерной осадки пород вокруг ствола.

В практике работы обычно трубы из скважин извлекают путем местного (частичного) отогрева пород теплым рассолом. Эти работы выполняет бригада из трех человек. Средняя продолжительность погашения одной скважины глубиной 100—120 м, включая работы по частичному отогреву пород, извлечению труб и тампонажу скважины, составляет 16—24 ч.

## § 23. Отбойка и погрузка замороженных пород

Отбойка замороженных пород. Проходка ствола в зоне замороженных пород может быть начата только после того, как будет достаточно точно установлено, что ледогрунтовой цилиндр ствола отвечает заданным требованиям прочности и водонепроницаемости.

Разработку породы в забоях стволов (внутри ледогрунтового контура) надлежит производить в породах: до IV категории по классификации СНиП (с коэффициентом крепости пород по шкале проф. М. М. Протоdjяконова  $f=1\div 5$ ) — отбойными молотками (рис. 32); V—VII категорий ( $f=2\div 6$ ) — с применением буровзрывных работ и частичным применением отбойных молотков; VIII—XI категорий ( $f=9\div 20$ ) — при помощи буровзрывных работ.

Замороженные породы I—V категорий (к которым относятся, например, пльвуны, песчаная глина, валунная глина, пески, гравий и т. д.) следует разрыхлять пневматическими или электрическими отбойными молотками и пневмомолами.

Замороженные породы типа песков, гравия, гальки, мела, мергеля легче поддаются воздействию пневмонструмента, чем глины, суглинки, лёсс, которые в замороженном состоянии приобретают свойства вязкости. Для отбойки мерзлых валунной глины, пльву-

на, песчаной глины и других пород следует применять наконечники отбойных молотков, имеющих форму пикн или лопатки.

Выемку пород производят следующим образом. Если какая-то часть пород забоя ствола не заморожена, начинать выемку необходимо с этой части. После выемки этих пород на глубину 50—70 см отбойку замороженных пород продолжают вдоль их обнаженной плоскости по всему сечению ствола при помощи отбойных молотков и пневмомоломов.

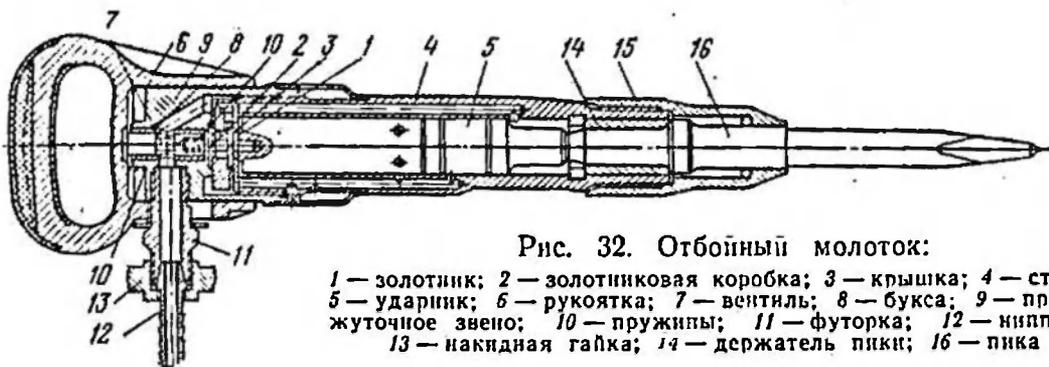


Рис. 32. Отбойный молоток:

- 1 — золотник; 2 — золотниковая коробка; 3 — крышка; 4 — ствол;  
5 — ударник; 6 — рукоятка; 7 — вентиль; 8 — букса; 9 — промежуточное звено; 10 — пружины; 11 — футорка; 12 — ниппель;  
13 — накидная гайка; 14 — держатель пикн; 16 — пика

В стволах диаметром 6—8 м в работе должно находиться не менее 5—6 отбойных молотков и 2—3 пневмомоломов при общем числе проходчиков 10—12.

Если породы заморожены по всему сечению ствола, то выемку следует начинать с производства центрального вруба на глубину 40—50 см и далее отбойку продолжать от этого вруба по направлению к периферии.

Работа пневматического инструмента при отрицательной температуре воздуха и окружающих пород осложняется тем, что из сжатого воздуха конденсируется влага, замерзающая и засоряющая воздухопровод, шланги и пневматический инструмент льдом. Во избежание этого сжатый воздух предварительно пропускают через специальный осушитель, состоящий из системы труб, помещенных одна внутри другой. По внутренним трубам движется рассол, имеющий температуру  $-20^{\circ}\text{C}$ , подаваемый от распределителя и возвращающийся в коллектор (в галерее). По межтрубному пространству пропускают воздух с температурой, равной  $+50^{\circ}\text{C}$ , от компрессорной установки.

В результате интенсивного теплообмена между рассолом и сжатым воздухом из последнего конденсируется вода, которая стекает в конденсационный бак и затем удаляется из него через каждые 10—15 мин.

Крепкие замороженные известняки, песчаники и другие породы следует разрабатывать с применением буровзрывных работ, которые в зоне замороженных пород необходимо выполнять с соблюдением мер предосторожности с тем, чтобы не нарушать целостность ледогрунтового цилиндра и замораживающих колонок.

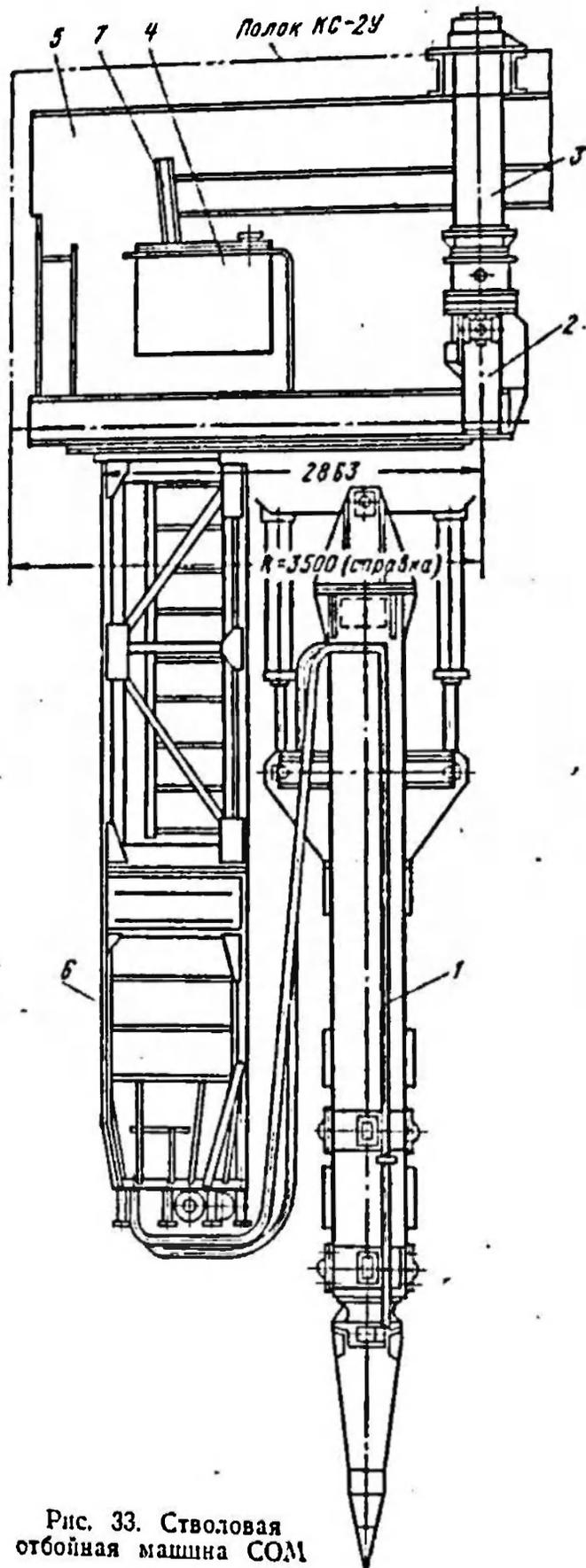


Рис. 33. Стволовая отбойная машина СОМ

Порядок и способы производства буровзрывных работ в замороженной зоне изложены в гл. VIII.

В целях дальнейшей механизации работ по отбойке замороженных пород ЦНИИПодземмашем, трестом Шахтспецстрой и другими организациями в последние годы сконструированы новые машины по проходке и отбойке пород: СОМ, СПМ, ПСК и др.

Машина СОМ (рис. 33) состоит из рабочего органа 1, представляющего собой металлическую остроконечную пику, механизма радиального перемещения 2, центральной подвески 3, маслостанции 4, монорельса 5, кабины машиниста 6, ролика подвески кабины 7. Принцип работы машины по отбойке замороженных пород основан на ударном действии рабочего органа, который при нанесении вертикального удара по находящейся в забое ствола замороженной породе внедряется в нее и разрабатывает вначале врубный уступ. Затем начинают скалываться породы по всей площади забоя. Перемещение рабочего органа поперек забоя ствола производится с помощью механизма радиального перемещения. Управление всеми механизмами сосредоточено в кабине машиниста

и производится энергией сжатого воздуха. Машина кроме отбойки породы также выполняет операции по ее погрузке.

Отбойка породы может производиться в стволах диаметром от 6,5 м и более. Производительность отбойки породы до 25 м<sup>3</sup> в массиве. Производительность за цикл (отбойка и погрузка породы) 0,3 м<sup>3</sup>/мин; продолжительность цикла 65 с. Общая мощность установленных пневмодвигателей 60 л. с.; общая мощность блока ударного действия 30 л. с. Расход воздуха при одновременно необходимой работе механизмов и давлении воздуха 6 кгс/см<sup>2</sup> около 70 м<sup>3</sup>/мин. Общая масса установки (без монорельса) 15 т.

При выемке породы в стволах соляных и калийных шахт работы следует выполнять следующим образом. При подходе забоя ствола на 10 м к контактной зоне следует бурить разведочные скважины, чтобы удостовериться в наличии в этой зоне замкнутого ледогрунтового цилиндра. При обнаружении незамороженных участков в ледогрунтовом цилиндре следует приостановить проходку ствола, уложить бетонную подушку и произвести цементацию. В верхней части соляного тела ствол следует проходить без применения буровзрывных работ во избежание появления трещин в соляном теле, которые могут явиться проводниками рассола контактной зоны в соль. Выемку соли на этом участке производят пневмоинструментом.

В тех случаях, когда ожидается суффлярное выделение газов, бурят передовые скважины, опережающие забой не менее чем на 5 м. При обнаружении суффлярных выделений из забоя бурят не менее пяти дегазационных скважин (одну по центру и четыре по контуру).

Перед проходкой ствола ниже зоны замороженной соли из забоя бурят 8—12 вертикальных скважин глубиной 12—15 м, через которые нагнетают цементный раствор для закрытия возможных трещин в соли.

Для удобства бурения устья цементационных скважин обычно располагают по окружности, диаметр которой на 0,5—1 м меньше диаметра ствола. Этим достигается как бы контрольная цементация покровной соли, в которой предстоит заложить водонепроницаемые венцы тубниговой крепи.

В зависимости от гидрогеологических условий и типа постоянной крепи величина заходок в стволах, проходимых способом искусственного замораживания пород, может быть различной.

При проходке стволов с применением обычной временной крепи и последующим возведением постоянной чугунной тубниговой крепи с заполнением затубнигового пространства бетоном или возведением железобетонной или бетонной крепи величину заходки в прочных замороженных породах (чистые разнородные пески и т. п.) следует принимать равной 25—30 м. Для глинистых пород, обладающих меньшей прочностью, чем пески, и склонных к вспучиванию, величина заходки должна быть 10—15 м, а в некоторых случаях ее принимают еще меньшей.

Так как при проходке глубоких стволов по неустойчивым породам появляются пластичные деформации замороженных пород, то в целях избежания нарушения целостности ледогрунтового цилиндра заходки делают по 1,5—2 м, а тубинги устанавливают вслед за проходкой каждой заходки. Затубинговое пространство заполняют цементным раствором сразу после установки каждого тубингового кольца.

Для большей устойчивости стенок ледогрунтового цилиндра при такой технологии работ породы по всему сечению ствола должны быть заморожены.

Погрузка отбитой породы. Продолжительность погрузки породы в проходческом цикле составляет от 50 до 70% общего времени. Погрузка породы при проходке стволов осуществляется погрузочными машинами. За последние годы при проходке стволов угольных шахт механизированная погрузка породы составляет 100%.

Ручная погрузка породы при проходке и углубке стволов в СССР сохранила лишь вспомогательное значение, она находит ограниченное применение при проходке шурфов и стволов шахт небольшого сечения и небольшой глубины в мало освоенных, отдаленных районах страны.

Процесс погрузки породы при проходке стволов протекает в сложных условиях, к которым следует отнести: ограниченность площади забоя, неравномерность освещения забоя, подъем машины и прочего проходческого оборудования перед производством взрывных работ и спуск после проветривания, зависимость производительности погрузки от производительности подъемных установок и транспортирования породы на поверхности, неравномерность дробления породы после взрыва комплекта шпуров.

На производительность погрузки породы влияют величина и равномерность дробления кусков взорванной породы, степень разрыхления взорванной породы, площадь поперечного сечения ствола, физико-механические свойства породы, техника и организация работ и т. д.

Наибольшая производительность погрузки достигается при наличии хорошо раздробленной породы с величиной кусков не более 120 мм в поперечнике. Наличие большого количества крупных кусков вызывает необходимость последующей их разбивки при помощи отбойных молотков или пневмоломов, что резко снижает производительность работ по погрузке породы.

В зависимости от степени разрыхления взорванную породу по высоте заходки условно можно разделить на две зоны. Верхняя зона, составляющая примерно 70—80% от общего объема взорванной породы за цикл, является наиболее благоприятной для погрузки породы, так как при взрыве порода в этой зоне хорошо разрыхляется и измельчается. Нижняя зона, составляющая примерно 30—20% от объема взорванной породы, вызывает необходимость предварительной разборки.

Соотношение породы по зонам зависит от типа применяемых погрузочных машин: от числа и угла приострения лопастей, от усилий, развиваемых на лопастях зачерпывающего органа, его объема и т. п.

Влияние площади поперечного сечения ствола на производительность погрузки породы с коэффициентом крепости  $f=3\div 8$  выражается следующей зависимостью:

Площадь поперечного сечения ствола или шурфа, м <sup>2</sup> . . . . .	4—8	8—12	12—16	16—20	20 и выше
Коэффициент производительности погрузки . .	0,75	0,85	0,90	0,95	1,0

Из физико-механических свойств породы на производительность погрузки наибольшее влияние оказывает ее крепость. Легко поддаются погрузке рыхлые породы, с повышением крепости пород производительность заметно снижается.

Влияние крепости пород на производительность механизированной и ручной погрузки выражается следующими данными:

Коэффициент крепости пород по шкале проф. М. М. Протодьяконова . . . . .	12—15	10—12	6—10	3—6	2—3	0,5—1,0
Коэффициент к ручной погрузке . . . . .	0,80	0,86	0,92	1,0	1,15	1,35
Коэффициент к механизированной погрузке	0,85	0,89	0,92	1,0	1,10	1,40

При сооружении стволов с 1948 г. применяли пневматический грузчик БЧ-1 с емкостью грейфера 0,1 м<sup>3</sup>, который в 1954 г. был модернизирован и стал выпускаться под маркой БЧ-1у с емкостью грейфера 0,11 м<sup>3</sup>, а затем новый пневмопогрузчик под маркой ГП-2.

Пневмопогрузчик ГП-2 (рис. 34) состоит из пятилопастного грейфера 1, пневмоподъемника 2 и водила 3. Лопастни, шарнирно соединенные с подвижной траверсой, с помощью тяг подвешиваются к цилиндру пневматического затвора. Лопастни грейфера закрываются во время зачерпывания породы при движении поршня со штоком и траверсой вверх и открываются при движении их вниз.

Грейфер шарнирно подвешен к цилиндру пневмоподъемника, конструкция которого предусматривает возможность отклонения грейфера от вертикальной оси подъемника на угол до 35°. Техническая характеристика грейферных грузчиков с ручным вождением приведена в табл. 3.

Пневмоподъемник предназначен для подъема грейфера на высоту, несколько большую высоты бадна, и последующего опускания его на забой.

Пневмопогрузчик последовательно выполняет зачерпывание породы, подъем грейфера с породой над бадьей, разгрузку породы в бадью и опускание грейфера на забой.

Управление работой пневмопогрузчика и его вождение по забою производится с помощью водителя, которое одновременно слу-

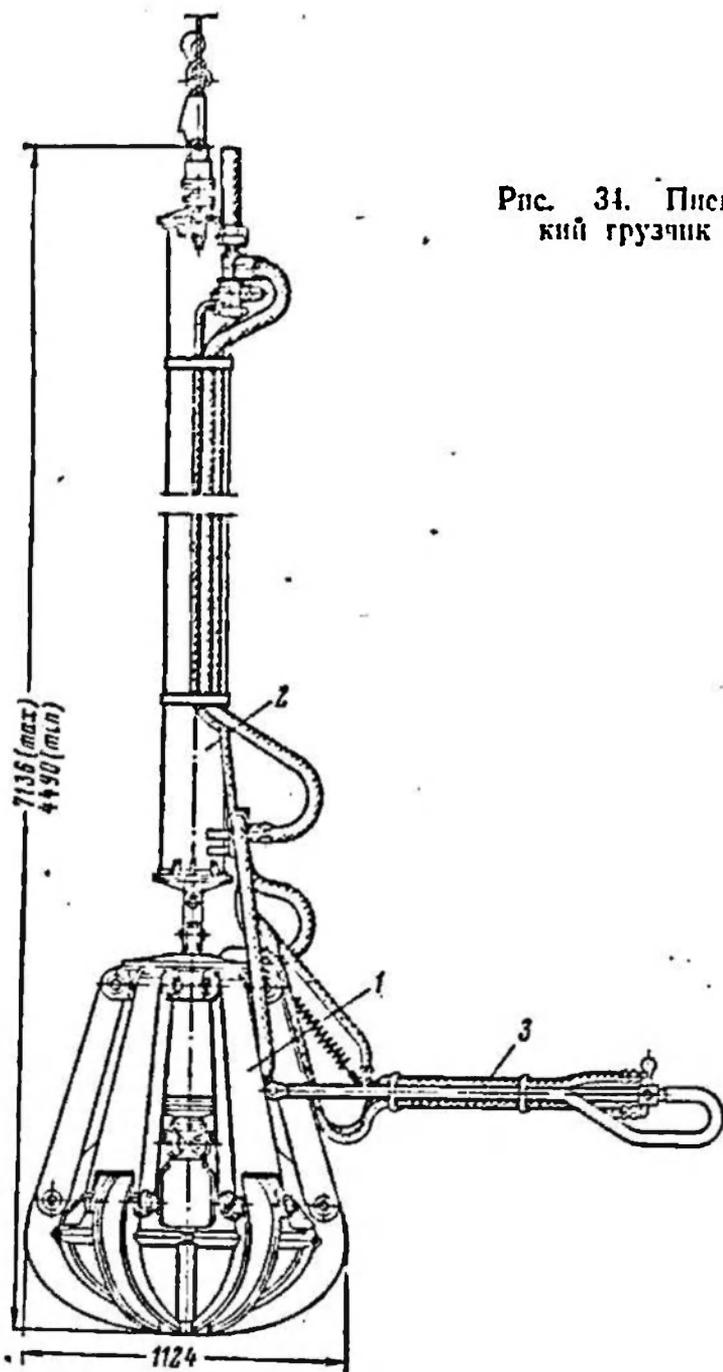


Рис. 34. Пневматический грузчик ГП-2

жит воздухопроводом и снабжено двумя рукоятками управления: правая — для грейфера, левая — для подъемника. Одновременная манипуляция правой и левой рукоятками позволяет совмещать движения грейфера и пневмоподъемника.

Таблица 3

Показатели	Техническая характеристика пневмопогрузчика	
	ГП-2	КС-3
Емкость грейфера, м <sup>3</sup> . . . . .	0,15	0,22
Число лопастей . . . . .	5	6
Диаметр грейфера, мм:		
раскрытого . . . . .	1230	1670
закрытого . . . . .	960	1124
Средняя производительность, м <sup>3</sup> /ч . . . . .	14	15
Давление воздуха, кгс/см <sup>2</sup> . . . . .	5—7	5—7
Ход пневмоподъемника, мм . . . . .	2450	2500
Цикл черпания, с . . . . .	40	40
Расход сжатого воздуха, м <sup>3</sup> /мин . . . . .	2,5	3,25
Минимальная высота подвески, м . . . . .	15	20
Высота с грейфером и пневмоподъемником, мм . . . . .	4240	4410
Площадь забоя на один пневмопогрузчик, м <sup>2</sup> . . . . .	10—13	16—18

Для лучшего использования пневмопогрузчиков и возможности некоторого совмещения погрузки породы и бурения шпуров площадь забоя ствола делят на несколько секторов по числу работающих пневмопогрузчиков. Каждый пневмопогрузчик грузит породу соответствующего сектора слоями по 0,4—0,5 см от контура к центру ствола, что позволяет при необходимости освободить у контура ствола место для бурения шпуров.

Пневмопогрузчик КС-3 (рис. 35) работает по такому же принципу, как и пневмопогрузчик ГП-2, но в отличие от него имеет не пятилопастный, а шестилопастный пневматический грейфер 1 с углом приострения лопасти 60°, что облегчает его внедрение в породу, повышает коэффициент заполнения и увеличивает общую его производительность. Этот тип грузчика является основным средством механизации погрузки породы при проходке стволов способом замораживания.

Пневматический цилиндр 2 служит для подъема и спуска грейфера. Шток пневмоподъемника оканчивается вертлюгом, соединенным с канатом лебедки. В процессе работы шток неподвижен; движется цилиндр, к которому подвешивается грейфер.

Обычно грейферные грузчики КС-3 подвешивают к пневматическим лебедкам, которые устанавливают на подвесном полке (при последовательной схеме работ) или на натяжной раме — предохранительном полке (при параллельной схеме).

Высоту подвески грейферных пневмогрузчиков изменяют по мере подвигания забоя, так как подвесной полки и предохранительный полки не переставляют при выемке породы на глубину одной заходки. Поэтому высота подвески грузчиков по мере подвигания забоя ствола изменяется от 15 до 50 м и в средних условиях не превышает 20—25 м.

Организация работ по погрузке породы при различном числе грузчиков в забое. Число действующих в забое грейферных грузчиков принимают в зависимости от диаметра ствола в свету:

Диаметр ствола в свету, м . . . . .	4,5—5	5,5—6,5	7—7,5	8
Число грузчиков . . . . .	2	3	4	5

Рассмотрим порядок производства работ и способы управления одним пневмогрузчиком в забое.

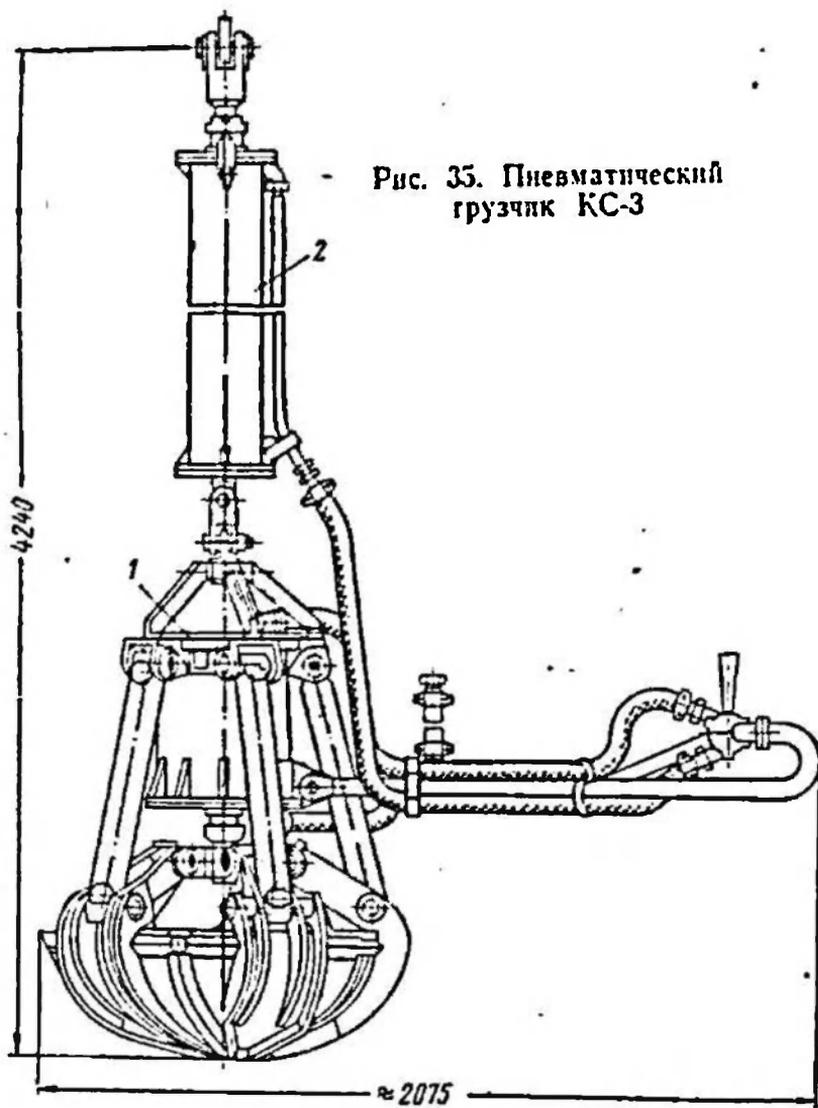


Рис. 35. Пневматический грузчик КС-3

После взрывания шпуров, проветривания и приведения забоя в безопасное состояние на забой спускают пневматический грузчик. Расстояние от лопастей грузчика в закрытом состоянии до верхней кромки бадьи должно быть не более 200 мм при вдвинутом штоке подъемника. Путем закрывания и открывания лопастей проверяют исправность пневматического затвора.

В зависимости от принятой организации работ погрузку породы можно осуществлять в направлении от центра ствола к периферии или, наоборот, от периферии к центру ствола. В последнем случае погрузку породы производят одновременно с бурением шпуров.

Грузчик обычно обслуживают два и в отдельных случаях три человека (при погрузке породы из наиболее отдаленных участков забоя). Один из рабочих управляет водилом пневмогрузчика, другой при помощи специальной оттяжки или ремня помогает перемещать грузчик по забою. В течение смены они периодически меняются местами.

При работе грузчиком особое внимание необходимо уделять сокращению пути движения его с породой и без породы, упрощению приемов погрузки, совмещению вертикального и горизонтального перемещения грузчика, уменьшению времени на захват породы и разгрузку.

Рабочий, управляющий водилом, поворотом правой рукоятки от себя раскрывает лопасти грузчика и порода высыпается в бадью, после чего, отступая несколько назад и в сторону, рабочий при помощи водила поворачивает грузчик вокруг оси на  $180^\circ$  и направляет к месту захвата новой порции породы; одновременно он поворотом левой рукоятки от себя опускает грузчик.

Второй рабочий при помощи оттяжки помогает отводить грузчик в определенное место забоя. За время перемещения от бадьи до места захвата породы грузчик должен опуститься на определенную высоту, чтобы раскрытыми лопастями расположиться в намеченном пункте забоя.

Рабочий, управляющий водилом, поворачивает правую рукоятку на себя и производит захват породы. Если лопастями взято мало породы, он открывает и закрывает их повторно, после чего поворотом левой рукоятки на себя включает подъемник. При подъеме грузчика с породой над забоем второй рабочий, двигаясь к бадье, при помощи оттяжки ведет за собой грузчик, а рабочий с водилом, сделав два шага назад и в сторону, поворачивает грузчик вокруг своей оси и, толкая его при помощи водила, наводит на бадью. В это время второй рабочий находится на противоположной стороне бадьи, удерживая грузчик над бадьей. В дальнейшем цикл повторяется.

При совмещении погрузки с бурением шпуров пневмогрузчик приподнимают над забоем на 2—2,5 м, чтобы не мешать работам по бурению. Перед взрыванием шпуров пневмогрузчики поднимают на высоту 15—16 м от забоя. При этом резиновые шланги не отцепляют, а подтягивают или опускают вместе с машинами.

Для бесперебойной работы пневмогрузчиков их необходимо перед каждой сменой осматривать, заливать в цилиндр и поршень масло и набивать сальники.

В зависимости от числа пневмогрузчиков, одновременно работающих в забое, в смену может быть занято следующее число

рабочих: на каждом пневмогрузчике — 2 человека; на подаче сигналов и приеме бадьи — 1—2 человека на каждую бадью, находящуюся одновременно под погрузкой; на разрыхлении породы — 1—2 человека; на возведении временной крепи — 2—3 человека.

При погрузке породы двумя грузчиками забой разделяют на две равные зоны. Бадьи под погрузку устанавливают на границах между зонами на расстоянии 1,5—2 м от центра ствола.

В начальный период оба грузчика грузят породу в центральной части обслуживаемой площади забоя, в радиусе 1,5—1,8 м по concentрическим окружностям, в направлении от центра к периферии ствола. В последней стадии породу грузят в направлении от периферии к центру ствола.

Для погрузки породы, расположенной на участках забоя, наиболее удаленных от осей подвески грузчиков, их вождение осуществляется двумя проходчиками. Наибольшая производительность погрузки бывает при загрузке каждым грузчиком одной бадьи. Однако достаточно эффективно два грузчика могут работать и при погрузке в одну бадью.

При погрузке породы тремя грузчиками в забое, как правило, должны постоянно находиться две бадьи (при работе двух подъемных машин). В этом случае породу можно грузить следующим образом. Один грейферный грузчик грузит породу в одну бадью, а два других в другую. Если в забое ствола, обслуживаемого тремя грузчиками, находится постоянно одна бадья, то погрузку целесообразно вести только двумя грузчиками. Третий грузчик должен в это время подбрасывать породу из наиболее отдаленных участков забоя к центру.

При погрузке породы четырьмя грузчиками в забое должно постоянно находиться не менее двух баддей. Каждая бадья загружается двумя грузчиками, обслуживающими смежные секторы забоя. В этом случае схема работы не отличается от рассмотренной выше — при работе в забое двух грузчиков.

При погрузке породы пятью грузчиками в забое должно постоянно находиться не менее трех баддей (при работе трех подъемных машин), из которых две загружаются двумя грузчиками, а третья бадья — одним грузчиком.

В стволах небольшого диаметра или при большом числе работающих в забое грузчиков целесообразно применять несколько укороченные водила управления грузчиком, что повышает его маневренность.

Число одновременно работающих в забое грузчиков оказывает значительное влияние на производительность как одного грузчика, так и общего числа их в забое. На основании обобщения практики работы грейферных грузчиков можно установить, что производительность одного грузчика снижается с увеличением их числа в забое. Это объясняется рядом задержек и помех, возникающих в результате уменьшения рабочего пространства в забое.

Наибольшая производительность погрузки достигается при высоте подвески грузчиков 20—25 м и радиусе горизонтального перемещения в пределах 1,5—2 м.

Повышение давления сжатого воздуха оказывает существенное влияние на производительность погрузки ввиду сокращения времени зачерпывания породы. Так, при повышении давления сжатого воздуха на 1 кгс/см<sup>2</sup> (в пределах от 4 до 7 кгс/см<sup>2</sup>) часовая производительность грузчика увеличивается на 7—8%. Поэтому для повышения производительности погрузки, особенно крепких пород, целесообразно иметь давление сжатого воздуха не менее 7 кгс/см<sup>2</sup>.

Исключительное влияние на работу грузчиков в забое оказывает производительность подъема по выдаче породы из ствола, которая во всех случаях должна превышать производительность погрузки породы в забое в средних условиях производства работ. В этом случае исключаются простои грейферных грузчиков в забое из-за отсутствия бадей под погрузкой.

Так как с увеличением емкости бадей сокращается в единицу времени число (при прочих равных условиях) подъемов, то, очевидно, увеличение емкости бадей способствует росту производительности погрузки. Переход от бадей емкостью 1,5 м<sup>3</sup> к бадье емкостью 2 м<sup>3</sup> сопровождается увеличением производительности погрузки примерно на 20%.

Оценивая влияние на производительность погрузки горно-геологических факторов, следует указать на уменьшение производительности погрузки с увеличением крепости погружаемой породы; так, при погрузке сланцевых пород производительность погрузки выше в среднем на 20%, чем при песчаниках.

Снижение производительности погрузки при более крепких породах может быть объяснено следующими факторами: увеличением продолжительности зачерпывания, недостаточным усилием на лопастях грейфера и малой их прочностью и снижением величины коэффициента заполнения грейфера. Опытами, произведенными А. Ф. Чугуновым, установлено, что при погрузке крепкого песчаника коэффициент заполнения грейфера на 32—40% меньше, чем при погрузке известняка.

Равномерность и степень дробления породы при взрыве также оказывают весьма большое влияние на производительность погрузки. Как показали исследования, размер кусков породы оказывает большое влияние на коэффициент заполнения грейфера (отношение объема фактически захватываемой породы грейфером к его теоретическому объему). Наиболее высокий коэффициент заполнения грейфера имеет место при погрузке кусков породы размером 40—80 мм (для известняков). В свою очередь, коэффициент заполнения грейфера оказывает влияние на производительность грузчика: с ростом коэффициента заполнения производительность грузчика увеличивается.

Достоинства грейферных грузчиков состоят в следующем: облегчении труда по погрузке породы в бадью;

надежности конструкции грузчика и простоте его обслуживания;

увеличении производительности труда рабочих по погрузке породы и по забою в целом;

снижении численности бригады в забое без снижения производительности работ; так, в среднем число рабочих при работе грузчиков по сравнению с ручной погрузкой уменьшается на 45%.

Наряду с этим следует отметить и недостатки погрузки породы грейферными грузчиками с ручным вождением:

задабливается значительное число рабочих на вождение грейферных грузчиков, что уменьшает рабочее пространство в забое; вождение грейферных грузчиков, особенно КС-3, вызывает значительную утомляемость у рабочих;

так как в забое ствола обычно работает несколько грейферных грузчиков (три и более), то необходима установка двух и более временных подъемных машин;

недостаточна среднеоперационная производительность погрузки;

остается большой процент ручных работ по зачистке забоя; необходимы разборка и раскайловка.

## § 24. Возведение временной крепи

Временную крепь применяют для предохранения стен ствола от выпадения отдельных кусков породы до возведения постоянной крепи в стволе.

При проходке некоторых стволов временная крепь служит также теплоизоляцией и применяется для улучшения водонепроницаемости постоянной крепи.

Существуют следующие виды временной крепи:

I — из швеллерных металлических колец с затяжкой породных стенок досками;

II — из швеллерных металлических колец с затяжкой породных стенок стальными сетками;

III — из швеллерных металлических колец с затяжкой породных стенок листами рифленого железа;

IV — из бетона;

V — из анкеров (штанг) с затяжкой породных стенок стальными сетками;

VI — из набрызгбетона;

VII — из щитов-оболочек.

Временную крепь I вида применяют при последовательной и параллельной схемах сооружения стволов. Эта крепь (рис. 36) состоит из металлических колец 1, подвесок 2, затяжки 3, деревянных или металлических распорок 4, деревянных клиньев 5, металлических накладок 6, штырей 7.

Кольца временной крепи изготовляют из швеллерной стали № 16, 18 и 20 в зависимости от диаметра ствола и устойчивости пород. Сегменты кольца делают одинаковой длины по хорде (2,5—2,8 м). Чем больше диаметр кольца, тем большее число сегментов требуется для его сборки. Диаметр наружной поверхности кольца должен быть на 12—15 см меньше диаметра ствола вчерне для размещения затяжки. Металлические накладные изготовляют из швеллерной стали меньшего профиля. Штыри делают из круглой стали: диаметр штыря поверху 25—30 мм, понижу 20—25 мм.

Подвески изготовляют из квадратной или круглой стали диаметром 25—32 мм. Форма подвесок прямоугольная или Z-образная. Длина подвесок в зависимости от расстояния между кольцами может быть 800—1500 мм.

Затяжки делают из досок толщиной не менее 50 мм и шириной 175—200 мм, длина их должна быть на 10—15 см больше принятого расстояния между швеллерными кольцами.

Распорки могут быть из круглого леса диаметром 10—15 см или из стальных труб диаметром 100 мм. В торцах трубы делают продольные прорезы для того, чтобы туда входили полки колец. Высота обоих видов распорок равна расстоянию между кольцами временной крепи и изменяется в пределах 500—1200 мм.

Для возведения временной крепи I вида все сегменты одного кольца временной крепи спускают в ствол одновременно, для чего применяют специальное металлическое кольцо, на котором укреплены отрезки 12-миллиметровых цепей, число которых равно числу сегментов в кольце временной крепи. На каждом отрезке цепи укрепляют болтами сегмент временной крепи и затем, надев кольцо на панцирь подъемного каната, их спускают в ствол. Затяжки в ствол спускают в породных бадьях.

Первое в каждом звене кольцо временной крепи подвешивают на стальных крючьях к постоянной крепи верхнего звена. Эти подвески заранее заделывают в кладку крепи верхнего звена. Затем каждое последующее кольцо подвешивают к предыдущему. Швеллерные кольца следует подвешивать так, чтобы на каждый сегмент кольца приходилось не менее двух крючьев. После подвески отдельных сегментов кольца их соединяют между собой при помощи металлических накладок и штырей. Затем между швел-

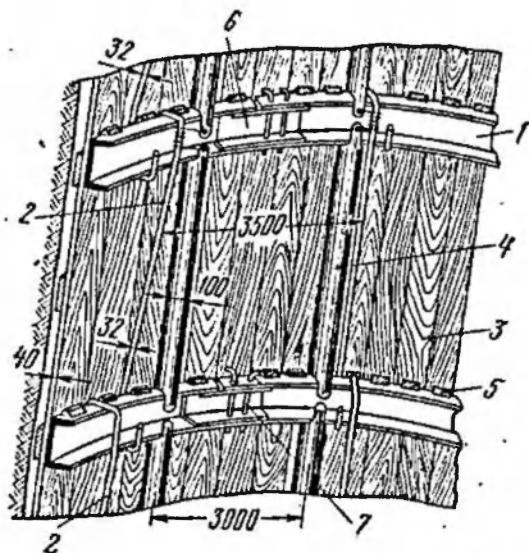


Рис. 36. Временная крепь из швеллерных металлических колец с затяжкой породных стенок досками

лерными кольцами через каждые 2,5—3 м по окружности устанавливают деревянные или металлические распорки с таким расчетом, чтобы на каждый сегмент кольца приходилось не менее двух распорных стоек. После этого стены ствола вплотную затягивают досками, а кольца раскрепляют деревянными клиньями гивают досками, а кольца раскрепляют деревянными клиньями одновременно в диаметрально противоположных точках ствола.

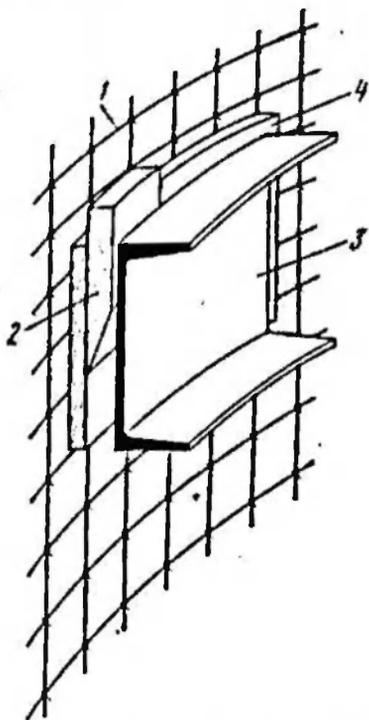


Рис. 37. Временная крепь из швеллерных металлических колец с затяжкой породных стенок стальными сетками

Если за временной крепью имеются пустоты, их необходимо заложить обрезками рудничных стоек или бревен.

При проходке ствола способом искусственного замораживания пород для возможности наблюдения за состоянием замороженных пород затяжки устанавливают не вплотную одна к другой; в разбежку с зазором между ними 5—10 см.

Во время возведения постоянной крепи временную крепь разбирают и выдают на поверхность; отдельные ее части после необходимых исправлений снова спускают в ствол для повторного использования.

Временную крепь II вида применяют при последовательной и параллельной схемах сооружения стволов. Временная крепь II вида состоит из следующих элементов (рис. 37): швеллерных металлических колец 3, подвесок, сетки 1, распорок, накладок, штырей, деревянных клиньев 2 и прокладок 4.

Таким образом, в этом виде крепи отсутствует затяжка из досок, которая заменена металлической сеткой 1, а вместо деревянных клиньев применяют плоские клинья 2 с затеской их конца по конус. Для прижатия и раскрепления швеллерного кольца 3 временной крепи и для того, чтобы деревянный клин не повредил сетку при забивке, между ним и сеткой устанавливают деревянную прокладку 4 толщиной 20 мм.

Временную крепь II вида возводят по мере очистки ствола от отбитой породы. При проходке ствола с отбивкой породы пневмоинструментом временную крепь можно устанавливать вслед за подвиганием забоя. Металлическую сетку подвешивают к первому кольцу временной крепи, устанавливаемому в начале очередной заходки. Для удобства в работе рулон подвешиваемой сетки должен лежать на забое, а развернутый конец его прикрепляют к кольцу временной крепи. Полотнища сетки необходимо навешивать с таким расчетом, чтобы они перекрывали одно другое на 70—100 мм. После навески сетки по всему периметру ствола про-

изводится раскрепление кольца временной крепи при помощи деревянных клиньев и прокладок, забиваемых между сеткой, прижатой к породе, и кольцом временной крепи. Размеры клиньев и прокладок определяют на месте в зависимости от переборов породы при проходке ствола.

Кольцо временной крепи необходимо раскреплять одновременно в диаметрально противоположных точках ствола. Клинья забивают через 1 м по окружности кольца и обязательно в местах наложения полос сеток.

По окончании раскрепления первого кольца на 1 м ниже него подвешивают второе кольцо, которое раскрепляют аналогично первому. Между кольцами устанавливают металлические распорки. После этого ко второму кольцу вплотную подвешивают и прикрепляют проволокой рулоны сетки.

После очередной заходки, сделанной пневмоинструментом, или после очередного взрыва при проходке ствола с применением буровзрывных работ часть отбитой породы выбирают, рулоны сетки отвязывают и разматывают на величину, необходимую для установки очередного кольца временной крепи.

Последующие кольца навешивают и раскрепляют так же, как и вышеуказанные кольца. В таком порядке закрепляют временной крепью ствол на всю заходку.

При возведении постоянной крепи снизу вверх временную крепь снимают в следующем порядке. Перед установкой очередного тубингового кольца или секции опалубки (при возведении постоянной крепи из монолитного бетона) снимают одно кольцо временной крепи, а освободившуюся сетку скатывают в рулоны и подвешивают к кольцу, расположенному выше. При последовательном способе проходки и крепления ствола снятые элементы временной крепи выдают на поверхность и используют при проходке каждой следующей заходки ствола. Оборачиваемость сетки шестикратная.

Расстояния между кольцами временной крепи следует принимать 1000—1200 мм в породах IV—VIII категорий ( $f=1,5\div 9$ ) и 500—700 мм в породах I—III категорий ( $f=0,4\div 1,5$ ).

Отставание временной крепи от забоя в породах I—III категорий не должно превышать 0,5—0,7 м, а в породах IV—VIII категорий — 2 м. В породах более VIII категории ( $f>9$ ) отставание временной крепи от забоя допускается более 2 м. В вертикальных стволах, проходимых способом замораживания, длина участка, закрепленного временной крепью, не должна превышать 25 м.

В США, а также в Англии и некоторых других странах Западной Европы широко применяют III вид временной крепи (рис. 38). Непосредственно к породной стенке ствола устанавливают листы рифленой стали 1 размером 213×76 см, которые удерживаются в вертикальном положении деревянными затяжками 2 и клиньями 3, распирающимися в швеллерные кольца 4. Каждое

кольцо (швеллер № 10) подвешивается на стальных крючьях 5 на высоте 1,2—1,6 м от забоя. Сегменты кольца (10—12 штук) соединяются между собой посредством криволинейных стыковых накладок.

При возведении бетонной крепи листы рифленого железа не демонтируют и оставляют за бетоном. Это позволяет увеличить водонепроницаемость крепи, а также предотвратить засорение бетона кусками талой породы, вываливающейся из стенок ствола.

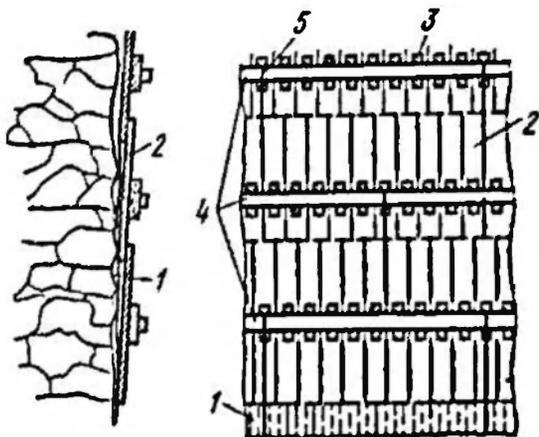


Рис. 38. Временная крепь с затяжкой из рифленого железа

После возведения постоянной бетонной крепи на величину заходки пространство за листами стали тампонируют цементным раствором через специальные трубки (8—10 трубок на 1,5—2,0 м высоты крепи).

Временную крепь IV вида из бетона возводят вслед за проходкой ствола с использованием передвижной створчатой опалубки. Такую временную крепь применяли

при проходке Запорожского железорудного комбината № 1 в зоне пучащих глин и песков бучакского горизонта. Необходимость применения такой крепи объясняется тем, что при пересечении пучащих глин и песков бучакского горизонта в ледопородном ограждении ствола возникали пластические деформации, при которых на временную крепь действовали силы, превышающие грузопесущую способность крепи из швеллерных колец. Чем больше величина участка ствола, закрепленного временной крепью, тем больше в этих условиях нагрузка на временную крепь. Бетонная крепь, возводимая вслед за углубкой ствола, способна выдержать большую нагрузку. В этих условиях применяют быстротвердеющий бетон.

Бетонную временную крепь применяют также при следующей технологической схеме проходки ствола. Ствол проходят на всю глубину замороженных пород с возведением бетонной временной крепи толщиной 250—300 мм. При этом бетонную временную крепь возводят с использованием передвижной створчатой опалубки в направлении сверху вниз вслед за углубкой ствола. Когда ствол будет пройден на всю глубину замороженных пород, возводят постоянную крепь из чугунных тубингов и пластобетона за тубингами снизу вверх. Такую схему проходки применяли на стволах Березинковского калийного комбината № 3.

Временная крепь V вида из анкеров (штанг) с затяжкой породных стенок стальными сетками применяют при проходке

шахтных стволов обычным способом, в которых постоянную крепь предусмотрено возводить снизу вверх.

Временная крепь этого вида состоит из металлических анкеров (штанг), стальной сетки и металлических подкладок под анкеры для удержания и прижатия сетки к породе. Анкеры делают из круглой стали диаметром 25—35 мм, длиной 25—40 см (в зависимости от крепости и устойчивости пород). Стальная сетка для затяжки плетеная, с квадратными ячейками размером 30×30 мм, из проволоки диаметром 2,5 мм. Ширина полос сетки 1,5—2 м, длина рулонов 7 м. Металлические подкладки под анкеры выполнены из полосовой стали квадратными, размером 50×50 мм, толщиной 5—10 мм.

Временную крепь VI вида применяют для достижения более высоких скоростей проходки вертикальных горных выработок при совмещенной схеме сооружения стволов при параллельном выполнении операций по выемке породы и возведению постоянной крепи. Такой временной крепью является набрызгбетон (рис. 39). Набрызгбетон *б* наносят на стенки ствола толщиной 6—8 см. При тщательной оборке стенок ствола и относительно небольшой высоте их обнажения (8—12 м) набрызгбетон предохранит боковые породы от размокания и исключит опасность выпадения отдельных кусков. Машина *1* (БМ-60) для нанесения набрызгбетона на стенки ствола и бак для раствора *2* могут быть установлены на подвесном полке *7*. Шланги *3* и *4* для подачи сухой смеси и воды подвешивают к полке. На конце шлангов закреплено сопло *5*. Набрызгбетон можно наносить одновременно с проведением основных операций цикла.

В качестве временной крепи применяют еще короткие или длинные щиты-оболочки (VII вид временной крепи). Короткие щиты-оболочки имеют высоту 5—13 м, их подвешивают в стволе на специальных канатах. Погрузочная машина и полки для возведения постоянной крепи и натяжения направляющих канатов подвешены отдельно от щита-оболочки. Во время взрывных работ их поднимают на безопасную высоту.

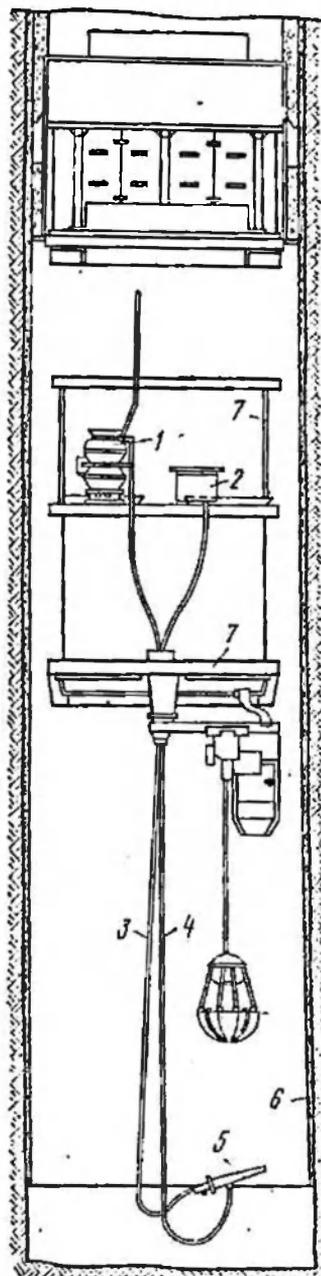


Рис. 39. Схема установки для временного крепления ствола набрызгбетоном

Длинные щиты-оболочки имеют высоту до 28 м и обычно жестко соединены с натяжной рамой. В этом случае погрузочную машину на период взрывных работ поднимают только в верхнюю зону щита-оболочки. Указанные щиты-оболочки очень громоздки и имеют значительную массу, требуют много времени на монтаж и т. д. Поэтому распространения они не получили.

## **§ 25. Производство работ по возведению постоянной крепи стволов**

Постоянную крепь вертикальных стволов, проходимых способом замораживания, возводят в сложных горно- и гидрогеологических условиях, при отрицательных температурах горных пород и воздушной среды в стволе, температурных колебаниях, вызываемых сначала замораживанием, а затем оттаиванием пород, неравномерных нагрузках, возникающих при оттаивании пород.

Постоянная крепь шахтных стволов, проходимых способом замораживания, должна обладать по сравнению с постоянной крепью вертикальных стволов, сооружаемых обычным способом, повышенной прочностью и водонепроницаемостью, способностью не изменять своих физико-механических свойств при замораживании и оттаивании, стойкостью по отношению к разрушающему воздействию агрессивных подземных вод и рассолов, способностью противостоять неравномерным нагрузкам.

В соответствии с перечисленными требованиями в зависимости от геологического строения пород, пересекаемых стволом, их физико-механических свойств, горного и гидростатического давлений, засоленности подземных вод, диаметра ствола, его глубины, а также технических и технологических требований к крепи в качестве постоянной крепи вертикальных стволов, проходимых способом замораживания, применяют чугунные тюбинги, монолитный бетон или железобетон, крепь из клинкерного кирпича с бетонной наружной рубашкой, бетонную крепь. Очень часто применяют комбинированные двух- и трехслойные крепи, состоящие из: чугунных тюбингов и монолитного бетона, укладываемого в затюбинговое пространство; чугунных тюбингов и затюбингового пластобетона; временной бетонной крепи (оставляемой в закрепном пространстве), монолитного бетона (в затюбинговом пространстве) и чугунных тюбингов; временной бетонной крепи, пластобетона и чугунных тюбингов.

Для крепления стволов, проходимых по калийным и соляным месторождениям, а также по месторождениям других полезных ископаемых с особо сложными горно- и гидрогеологическими условиями применяют двух- и трехслойные комбинированные крепи.

Требования повышенной прочности и водонепроницаемости крепи особенно повысились за последние годы в связи со строительством большого числа калийных рудников и глубоких рудников по добыче руд черных и цветных металлов, так как в первом

случае вода, проникая в область расположения калийных солей, быстро растворяет их, вследствие чего образуются размывы, приводящие к разрушению стволов, а во втором случае вследствие больших глубин возникают большие горные и гидростатические давления, которые разрушают крепь. В настоящее время разраба-

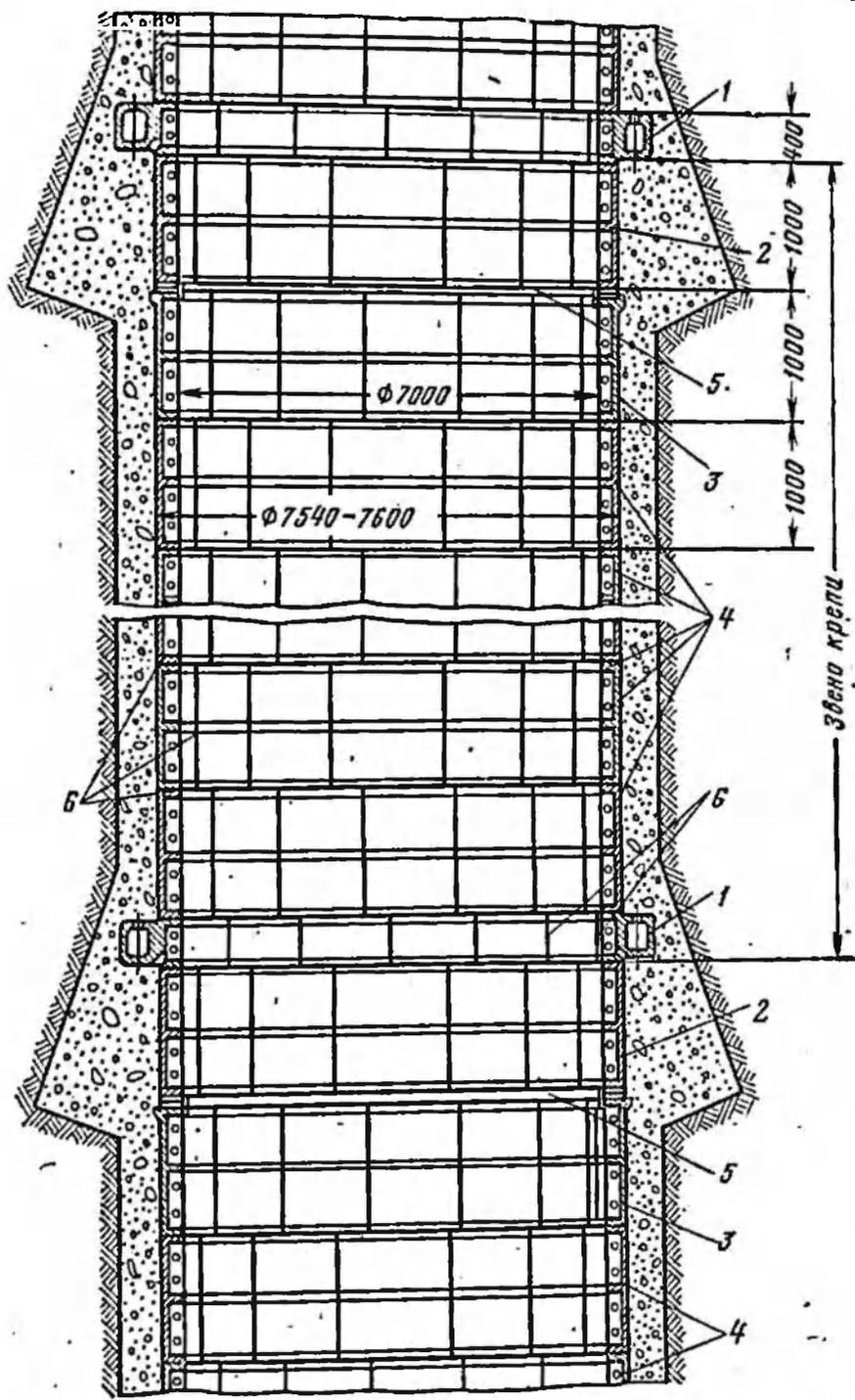


Рис. 40. Чугунная тубинговая крепь в собранной колонне:  
 1 — опорное кольцо; 2 — верхнее пикетажное кольцо; 3 — нижнее пикетажное кольцо; 4 — нормальное кольцо; 5 — пикетажный шов; 6 — вертикальные свинцовые уплотнительные прокладки

тывают и внедряют новые, прогрессивные крепи из монолитного бетона, пластобетона, «холодного» бетона, бетона, получаемого методом раздельной укладки с применением активированных растворов, и др. Конструируют и испытывают усовершенствованные типы тюбингов из новых сортов чугуна.

Учитывая, что для крепления стволов калийных рудников и рудников других месторождений полезных ископаемых со сложными гидрогеологическими условиями главным видом крепи является чугунная тюбинговая крепь с заполнением затюбингового пространства монолитным бетоном, пластобетоном или каким-либо другим бетоном, главное внимание будет уделено производству работ по сооружению этого вида крепи.

Тюбинговая колонна (рис. 40) состоит из звеньев, разделенных опорными, или основными, венцами. В состав каждого звена входит четыре вида тюбинговых колец: опорные 1, или основные, венцы, нормальные 4 и два вида соединительных, или пикотажных, колец 2 и 3. Все эти кольца отличаются одно от другого конструкцией, размерами и способом установки в стволе. Каждый из них имеет определенное положение в звене (рис. 41).

Опорное кольцо 1 является несущим для всего звена. Оно располагается в основании каждого звена и служит для установки и обеспечения прочности тюбингового звена.

В необходимых случаях — в прочных водонепроницаемых породах — опорные венцы служат также для того, чтобы воды, притекающие к стволу шахты из вышележащих пород, не проникали в породы, лежащие ниже

Рис. 41. Отдельные виды тюбингов в колонне

опорных венцов (в этом случае опорные венцы называются кейль-кранцами или водоупорными венцами).

Нормальные кольца 4, которые устанавливаются на опорные венцы, составляют основную (среднюю) часть колонны. На последнее нормальное кольцо ставят нижнее соединительное (пикотажное) кольцо 3.

Верхнее соединительное кольцо 2 сболчивают с вышестоящим кольцом, т. е. подвешивают к нему, в результате чего между верхним и нижним соединительными кольцами образуется соединительный, или пикотажный, шов 5 толщиной 25—30 мм, уплотняемый при замыкании звена деревянными клиньями (пикотаж). Соединительные кольца между собой не сболчивают.

Каждое из указанных нормальных колец состоит из одинаковых по размеру взаимозаменяемых сегментов (тюбингов) корытообразного профиля, снабженных по контуру горизонтальными 1 и

вертикальными 2 бортами (рис. 42). Борты тубингов точно обработаны с внешних сторон, соприкасающихся с одноименными бортами смежных тубингов. С внутренней стороны тубинги усилены одним средним кольцевым 3 и двумя перпендикулярными 4 к нему ребрами жесткости (диафрагмами).

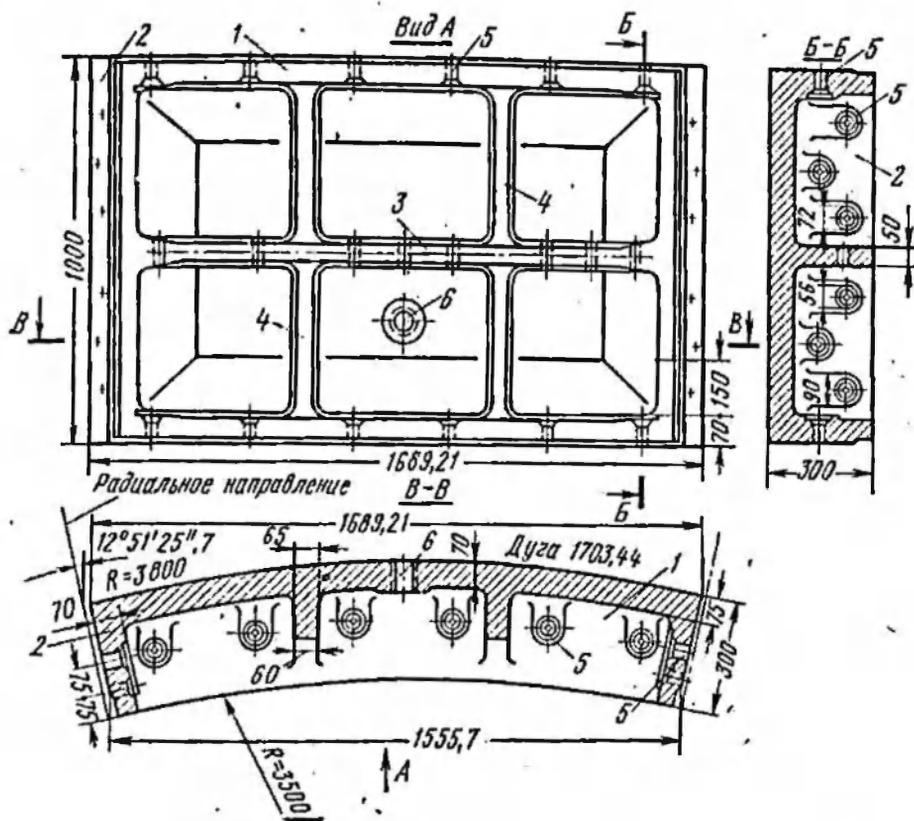


Рис. 42. Тюбинг Шахтспецстроя

Отдельные сегменты соединяют в кольца, а кольца в колонну болтами, для чего каждый горизонтальный и вертикальный борт сегмента имеет по шесть болтовых отверстий 5.

Болтовые отверстия в радиальных бортах расположены в два ряда на расстоянии 75 и 150 мм от внутреннего края, а в горизонтальных бортах — в один ряд по окружности, на одинаковом расстоянии один от другого. Болтовые отверстия сверленные.

Все тубинги, за исключением опорных, снабжены тампонажными отверстиями 6 диаметром 2", просверленными в его спинке, перпендикулярно ее поверхности. Такие же тампонажные отверстия в опорных кольцах сверлят в специальных наклонных приливах в нижних горизонтальных бортах. Все тампонажные отверстия снабжены тампонажными пробками 1 на резьбе (рис. 43).

Для гидроизоляции тампонажного отверстия служит плоская свинцовая шайба 3, укладываемая вместе с подкладной стальной шайбой 2 под заплечики 4 тампонажной пробки 1. Всего имеется шесть серий нормальных тубингов с толщиной спинки

25; 30; 40; 60 и 70 мм. Одновременно с увеличением толщины спинки утолщаются также и ребра сегментов.

Тюбинги, изготавливаемые заводом, маркируют. Для защиты тюбингов от коррозии паружную поверхность их спинок покрывают каменноугольной смолой, а все обработанные поверхности отработанным машинным маслом с небольшой примесью тертой краски.

Для крепления тюбингов применяют черные болты с шестигранной головкой. Резьба — метрическая, основная, крепежная.

Материал — сталь марки Ст.3. Гайки для болтов применяют черные шестигранные. Резьба — метрическая, основная, крепежная, с крупными шагами аналогично резьбе болтов. Материал — фосфористая сталь. Шайбы стальные накладные применяют для обжатия свинцовых шайб в болтовых отверстиях. Внутренняя конусообразная выточка в накладной шайбе соответствует такой же форме свинцовой шайбы. Такая же выточка (раззенковка) имеется в чугуне у болтового отверстия.

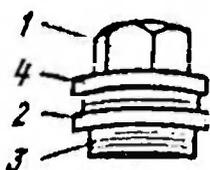


Рис. 43. Тампо-  
пажная пробка

Накладные шайбы могут быть изготовлены путем штамповки, без обработки, но должны быть одинаковой высоты и толщины, так как диаметр болтов всех серий одинаков. Накладные шайбы изготовляют из стали марки Ст. 3.

Шайбы плоские стальные черные применяют для укладки под тампопажные пробки — между свинцовой уплотнительной шайбой и тампопажной пробкой. Размер шайбы нестандартный. Шайбы изготовляют из стали марки Ст. 3.

Тампопажные пробки отливают из серого чугуна марки СЧ12--28. На тампопажных пробках принята трубная цилиндрическая резьба диаметром 2". Резьба должна соответствовать резьбе в тампопажных отверстиях тюбингов.

Для гидроизоляции швов тюбинговых колец применяют свинцовые вертикальные 6 (см. рис. 40) и горизонтальные (см. рис. 61) прокладки в стыках между тюбингами.

Вертикальные прокладки укладывают в стыках между отдельными тюбингами в кольцо, а горизонтальные — между отдельными кольцами. Вертикальные прокладки вырезают в виде прямоугольников, соответствующих размерам радиального борта тюбинга и выступающих в ствол на 5 мм. Горизонтальные прокладки вырезают в виде криволинейных полос, аналогичных по форме и размерам кольцевому борту тюбинга, и соединяют между собой замками в форме «ласточкина хвоста». Число горизонтальных и вертикальных прокладок для колец каждой из шести серий то же, что и число тюбингов в кольце.

Для гидроизоляции болтовых отверстий служат литые свинцовые бочкообразные шайбы (рис. 44), укладываемые со стороны головки и гайки болтов (см. рис. 53, позиции 3 и 4). Эти свинцовые шайбы при затягивании гаек болтов сжимаются стальной

накладной шайбой, размягчаются, начинают «течь», заполняя зазор между болтом и телом чугуна в болтовом отверстии, обжимают плотно болт и создают таким образом герметичность болтовых соединений.

Тампонажные отверстия уплотняют свинцовыми подкладными шайбами толщиной 2 мм.

Для гидроизоляционных изделий применяют свинец марки С2. При этом для прокладок и шайб под тампонажные пробки используют свинец в виде свинцовых ролей. Для литых бочкообразных шайб используют свинец в виде чушек. Толщина свинцовых ролей 2 мм.

Для расклинки и пикотажа водоупорных основных колец (кейлькрапцев) и соединительных швов между тубингами применяют деревянные клинья. Пикотажные клинья должны быть изготовлены из бессучковой сосны, отличающейся ровнослойностью и смолистостью, с содержанием креозота, имеющего удельный вес 1 и более. Примесь креозота предохраняет дерево от преждевременного гниения в то время, когда оно находится в колонне — между бортами тубингов или между водоупорным венцом и породой.

Указанные сосновые клинья можно заменить клиньями из просушенной сибирской лиственницы — из комлевой части дерева весенней заготовки.

Клинья бывают: в виде плоских дощечек — футеровочные, используемые для заполнения большей части пространства между водоупорным венцом и породой либо в соединительных пикотажных швах; утоняющиеся плоские и утоняющиеся квадратного сечения; клиновидные шестигранные.

Перед спуском в ствол тубинги следует:

осмотреть и отстукать на предмет обнаружения трещин, вмятин, обломов краев и т. д.;

если необходимо, проверить в собранном виде на площадке или стенде;

очистить от грязи, льда, снега скребками, щетками и т. д.;

очистить от жирового покрытия, нанесенного на обработанные поверхности, и ржавчины пескоструйным аппаратом и сухой ветошью.

Тубинги должны иметь установленные и затянутые до отказа тампонажные пробки со свинцовой уплотнительной и стальной прокладной шайбами. Болты и гайки до опускания их в ствол должны быть проверены, пригнаны и хорошо смазаны. Свинцовые прокладки должны быть расправлены и очищены.

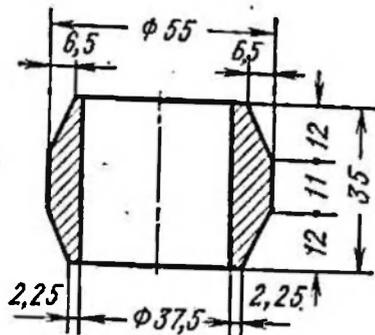


Рис. 44. Свинцовая гидроизоляционная бочкообразная шайба

Очередность спуска различных типов тубингов, крепежных изделий и гидроизоляционных деталей должна соответствовать порядку установки их в стволе шахты. Спуск крепежных изделий и гидроизоляционных деталей следует производить комплектно на одно кольцо непосредственно перед спуском тубингов в ствол. Комплекты деревянных клипьев для пикотажа водоупорного кольца или соединительного шва спускают в ствол в деревянных ящиках после установки опорных или соединительных колец.

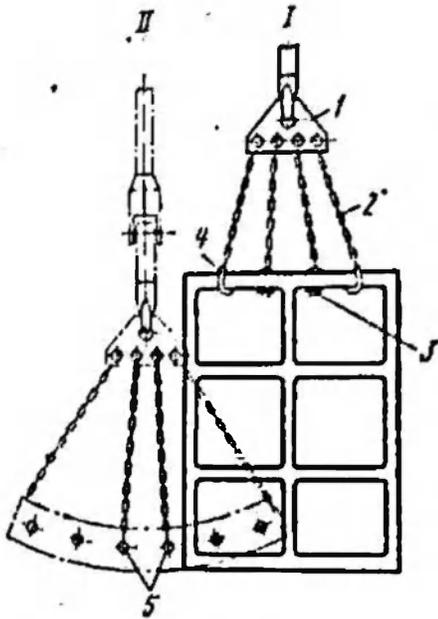


Рис. 45. Подвеска тубинга для спуска в ствол:

I — положение тубинга при движении по стволу; II — тубинг опущен на полку

Подготовленные к спуску в ствол и очищенные тубинги поднимают по одному электротельфером, укладывают на тележку-платформу, находящуюся на нулевой площадке копра, и подвозят на закрытые ляды ствола. К тубингу прикрепляют прицепное устройство I (рис. 45), имеющее четыре монтажные цепи 2, две из которых имеют на концах стержни с нарезкой 3 и другие две — крючья 4. Стержни с нарезкой вставляют в середине болтовые отверстия короткого борта и затягивают изнутри тубинга гайками с контргайками, а крючья заводят в крайние болтовые отверстия того же короткого борта — по одному крючку в каждое отверстие (рис. 45, I).

После снятия тубинга с тележки последнюю откатывают под тельферную эстакаду для повторного использования.

При спуске тубингов по стволу на верхнем этаже подвешено полка и на натяжной раме должен дежурить полковой — проходчик, который направляет тубинги через проемы в полках. К верхнему этажу полка, на стороне, обращенной к нижнему этажу, должен быть подвешен круговой монорельс с электро- или пневмотельфером грузоподъемностью 2 т. При приближении спускаемого на прицепном устройстве тубинга к подвесному полку тубинг кладут выпуклой частью на второй этаж полка и перецепляют на трос тельфера. На тросе тельфера тубинг прикрепляют тем же прицепным устройством за два средних отверстия 5 — третье и четвертое — в верхнем горизонтальном борту (при помощи стержней с нарезкой) и за два верхних отверстия 4 в вертикальном борту (крючьями) (рис. 45, II).

После перецепления гайки и крюки прицепного устройства снимают и последнее вместе с канатом основного подъема выдают на поверхность для спуска следующего тубинга или деталей. В стволах, оборудованных одним основным подъемом, можно для

перещепления тубинга вместо тельфера использовать лебедки, установленные на поверхности.

**Общий порядок производства работ.** Тубинговую крепь с заполнением затубингового пространства бетоном возводят в направлении снизу вверх. При этом проходку и крепление шахтного ствола производят параллельным или последовательным способом.

При параллельном способе работ ствол проходят на величину заходки (25—30 м) с установкой временной крепи 1 (рис. 46, фаза I), начиная от низа 2 сооруженного устья, до отметки расположения первого опорного венца 3. Затем на забое сооружают опорный венец 3 с подвешенным к нему верхним пикотажным кольцом 4.

После сооружения опорного венца продолжают проходку с применением временной крепи участка ствола примерно на 10 м ниже опорного венца (фаза II) для возможности перемещения под опорный венец натяжного полка 5 и работы под ним пневматического грузчика породы 6. Натяжной полк 5 перемещают под опорный венец и закрепляют в верхнем пикотажном кольце 4. Ниже натяжного полка 5 продолжают проходку ствола с установкой временной крепи 1 до отметки расположения второго опорного венца 7 (фаза III).

Подвесной рабочий полк 8 перемещают и устанавливают его над первым опорным венцом 3. Одновременно с проходкой участка ствола ниже первого опорного венца 3 (под натяжным полком) с подвесного рабочего полка 8 устанавливают нормальные кольца тубинговой крепи 9, наращивая их на первый опорный венец 3 снизу вверх до подхода к низу ранее сооруженного устья 2 ствола.

Работы по проходке и креплению следующих заходов выполняются аналогично работам в первой заходке, за исключением того, что: крепь из тубингов последующих заходов подходит снизу вверх не к нижней части устья ствола, а к ранее сооруженному опорному венцу, к которому подвешено верхнее пикотажное кольцо; на предпоследнее нормальное кольцо наращиваемой снизу вверх крепи ставят нижнее пикотажное кольцо, образующее с ранее подвешенным верхним пикотажным кольцом соединительный шов.

После сооружения каждого опорного венца и углубления забоя на глубину 10 м натяжной полк 5 передвигают и закрепляют под венцом в верхнем пикотажном кольце, а подвесной рабочий полк 8 устанавливают над венцом и затем перемещают вверх по мере закрепления тубингами 9 ранее пройденной заходки.

При последовательном способе порядок производства работ такой же, как и при параллельном, с той лишь разницей, что при возведении тубинговой крепи с подвесного полка проходку ствола под полком ниже очередного опорного венца не производят.

Работы по установке тубинговых колец должны быть тесно увязаны с работами по чеканке свинцовых прокладок в горизон-

талых и вертикальных швах и с работами по сболчиванию тубингов в кольца и отдельных колец между собой.

Свинцовые прокладки устанавливают в момент сборки тубингов, однако чеканку их можно производить по одному из следующих двух способов согласно указанию проекта:

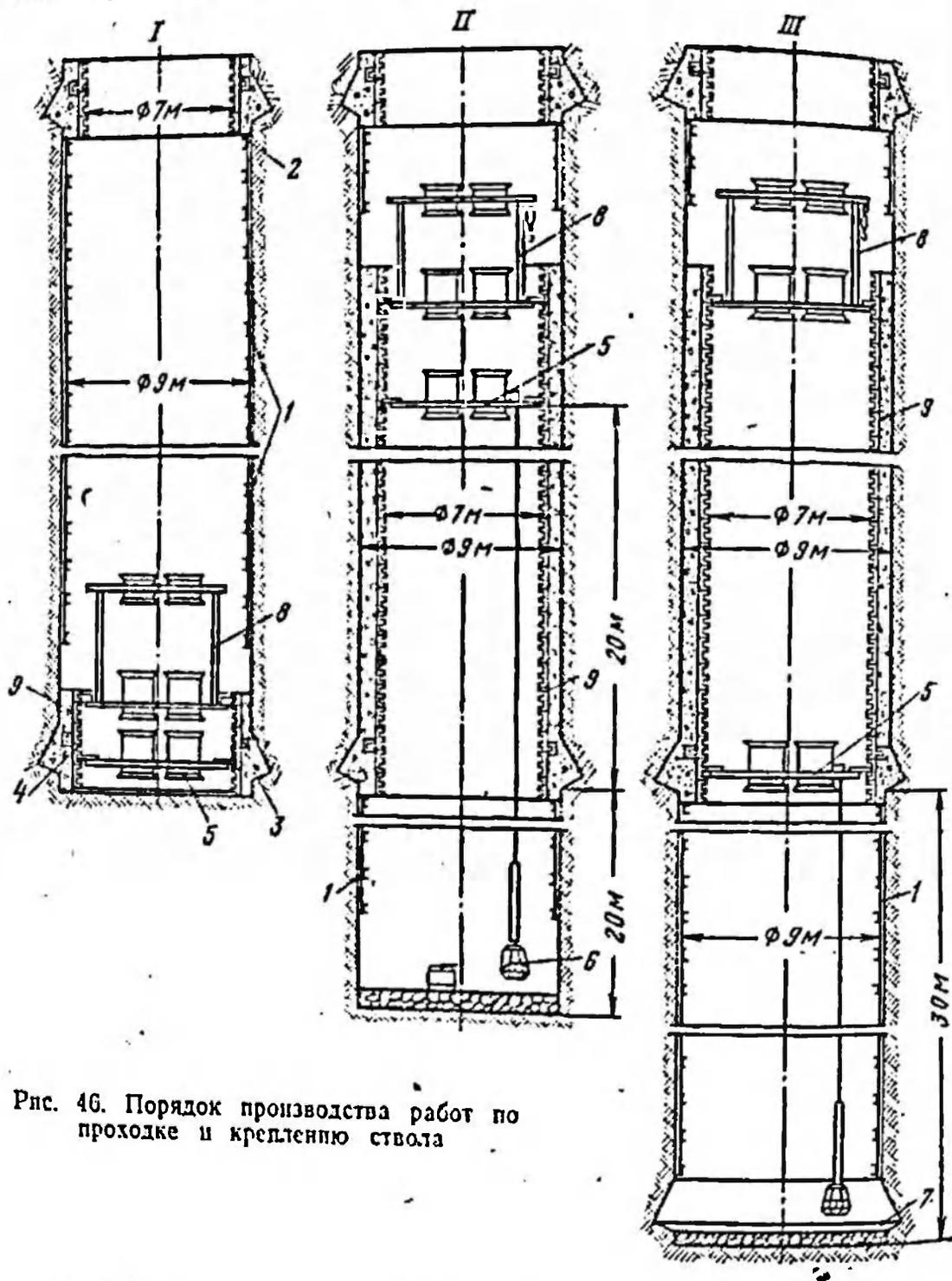


Рис. 46. Порядок производства работ по проходке и креплению ствола

1) чеканку вертикальных и горизонтальных прокладок производят сразу после сболчивания и окончательной выверки каждого собранного кольца;

2) чеканку всех швов производят только после окончания крепления всего звена, т. е. заходки, между двумя опорными венцами или после окончания крепления всей части ствола тубингами. В последнем случае до чеканки должны быть запикотированы соединительные швы.

Бетонирование закрепленного пространства в первом случае производят немедленно после сборки, выверки и чеканки каждого кольца крепи. Во втором случае бетонирование закрепленного пространства производят до чеканки.

Тубинги между собой можно сболчивать также по одному из следующих двух способов согласно указанию проекта.

**Первый способ.** Во всех вертикальных и горизонтальных бортах каждого кольца тубингов при сборке звена между двумя опорными венцами производят первичное сболчивание. В этом случае болты вводят без свинцовых шайб. Накладные стальные шайбы при этом устанавливают, как обычно, под головкой и гайкой болта. Затяжку болтов производят полностью.

После окончания крепления всего звена производят переболчивание (вторичное сболчивание) всех болтов, для чего болты снимают по одному, на них накладывают дополнительно свинцовые шайбы (под стальные накладные шайбы), после чего производят окончательную затяжку болтов.

Прокладки в этом случае чеканят после переболчивания всех болтов.

**Второй способ.** Болты ставят сразу со свинцовыми шайбами при сборке каждого сегмента или кольца и затяжку их выполняют вслед за постановкой.

Производство работ по возведению чугунной тубинговой крепи в стволе. При креплении ствола снизу вверх тубинги ставят последовательно на установленное ранее кольцо, на котором уложена свинцовая горизонтальная прокладка. Последний сегмент кольца заводят в оставшийся просвет сверху и уже потом подтягивают в направлении к центру ствола оправками.

Кольца чугунной тубинговой крепи следует монтировать с перевязкой горизонтальных стыков тубингов через два шага болтовых отверстий. Допускается по указаниям проекта сборка крепи без перевязки стыков.

При возведении крепи снизу вверх все работы по монтажу тубингов, гидроизоляции швов и заполнению бетоном затубингового пространства выполняют с двухэтажного подвешного полка.

Применяющиеся в настоящее время при проходке стволов двух- или многоэтажные подвешные полки (рис. 47) состоят из этажных площадок 7, стоек 8, лыж 9, соединяющих этажные площадки, и прицепного устройства 10.

Полки изготовляют сборно-разборной конструкции с соединением элементов на болтах. Элементы полков должны иметь размеры, обеспечивающие свободный проход их через проемы нулевой рамы.

Независимо от типа подвесного устройства этажные площадки состоят из стальных балок, наружного кольца из швеллера, окаймляющего площадку, и настила. Балки изготовляют из двутавров и швеллеров № 20, окаймляющее кольцо — из швеллеров № 16—30, настил — из рифленой стали толщиной не менее 5 мм. Этажные площадки имеют проемы для пропуска бадей, насоса, спасатель-

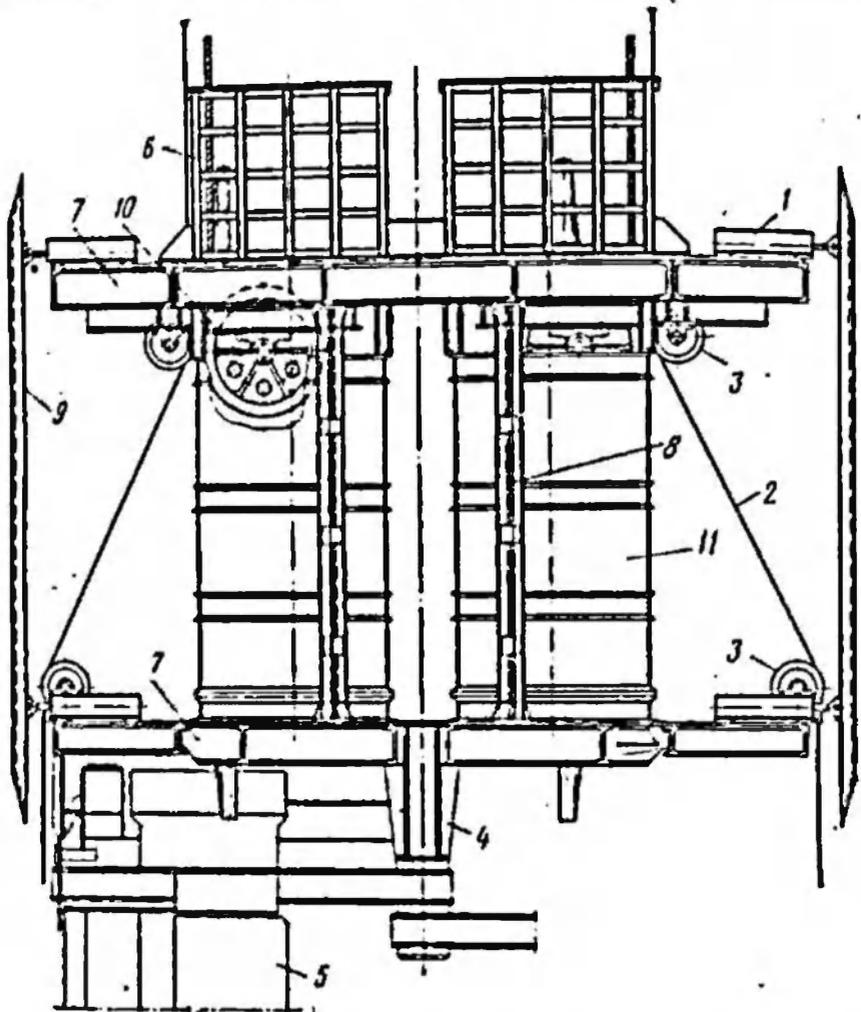


Рис. 47. Подвесной полук конструкции ЦИИИПодземмаша:  
 1 — гидрораспор; 2 — направляющий канат, используемый для подвески опалубки; 3 — отклоняющие ролики; 4 — центральная двухъярусная опора; 5 — породопогрузочная машина КС-2у; 6 — ограждение проема для бадей; 7 — этажные площадки; 8 — стойки; 9 — лыжи; 10 — сцепное устройство; 11 — раструсы

ной лестницы, трубопроводов и прочего оборудования. Проемы для бадей ограждаются раструсами II высотой не менее 1600 мм над этажной площадкой. На верхней этажной площадке вместо раструса может быть установлено ограждение.

Раструсы могут быть сплошные, проходящие через обе этажные площадки (рис. 47), и отдельные — на каждой площадке свой раструс (рис. 48). На обеих этажных площадках устанавливаются ляды над проемами для насоса и спасательной лестницы, а на нижней площадке — в некоторых случаях и над проемом для

материальной бадьи. Под лядой материальной бадьи устанавливают односторонний раструб (полураструб), направляющий бадью при ее движении снизу вверх. Просмы для ставов труб ограждаются цилиндрическими раструбами высотой 800 мм над каждой этажной площадкой.

Размеры просмов выбираются из условия свободного прохода оборудования и обеспечения достаточных зазоров между оборудованием и элементами конструкции полка.

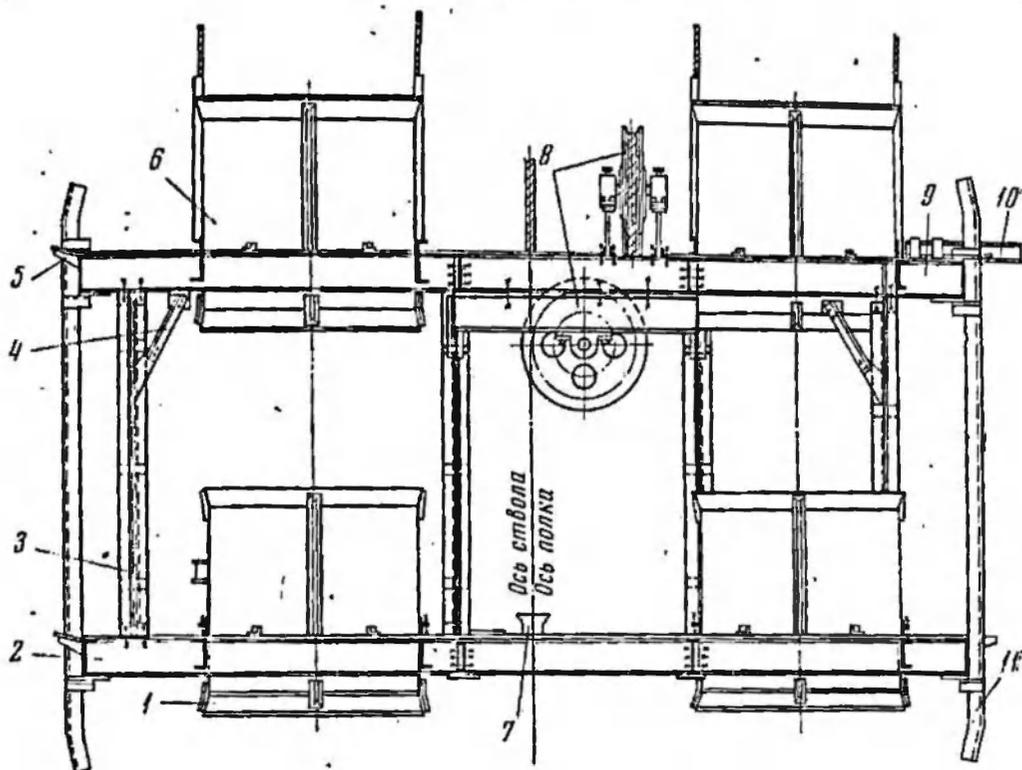


Рис. 48. Подвесной полка конструкции ВНИИОМШСа:

1 и 6 — раструбы для бадьи; 2 — нижний этаж полка; 3 — стойка; 4 — подкос; 5 — откидные щитки; 7 — раструб для центрального отвеса; 8 — шкивы подвесного устройства полка; 9 — верхний этаж полка; 10 — выдвижной опорный палец; 11 — лыжа

Этажные площадки собираются из укрупненных элементов (блоков), поступающих на монтаж в готовом виде с закрепленными на них лядами и мелкими раструбами (кроме раструбов для бадьи). Блоки изготовляют сварными и соединяют между собой черными болтами.

Для укрепления в стволе полки оборудуются гидрораспором 1 (см. рис. 47) или самозаклинивающимися пневморычагами.

Зазор между полком и возводимой крепью ствола, опалубкой или щитом-оболочкой должен быть не более 120 мм. Для перекрытия этого зазора на обеих этажных площадках устанавливают стальные откидные щитки, на конце которых прикрепляют полосы из конвейерной ленты, обеспечивающие плотное перекрытие зазора.

Стойки, соединяющие этажи полка, изготовляют из швеллеров или двутавров № 16÷30. Крепят стойки к балкам этажных площадок болтами.

Для облегчения перемещения полка по стволу между этажными площадками по наружному контуру, окаймляющему кольца, устанавливают лыжи из швеллеров. Лыжи выпускают выше верхних и ниже нижних этажных площадок, концы их загибают или срезают в направлении к центру ствола.

Для сообщения между этажными площадками к одной из стоек полка приваривают скобы из круглой стали или устанавливают лестницу. На верхней этажной площадке в месте примыкания лестницы должен быть проем размером не менее 600×700 мм, перекрытый односторчатой лядой.

В зависимости от технологической схемы проходки ствола применяют следующие способы подвески полков:

- 1) на одном канате при помощи коуша, расположенного на верхней этажной площадке;
- 2) на двух ветвях одного каната (полиспастная подвеска) при помощи одного или трех шкивов, установленных на верхней этажной площадке;
- 3) на направляющих канатах, огибающих шкивы, установленные под верхней этажной площадкой или на стойках, соединяющих этажи полка;
- 4) на четырех ветвях каната, расположенных на периферии полка (каждая пара ветвей огибает два шкива, установленные на двух балках под верхней этажной площадкой).

Два первых способа подвески полков в настоящее время применяют очень редко (обычно на стволах малого диаметра). Полки с такими подвесными устройствами дают значительные перекосы, что затрудняет их передвижение по стволу. В последнее время установлено, что наиболее надежными и удобными в эксплуатации являются 3 и 4 способа подвески полков.

Независимо от конструкции подвесное устройство должно быть расположено так, чтобы не занимать в центре полка места, необходимого для пропуска центрального отвеса.

*Применяемые инструменты и оборудование.* Для возведения тубинговой крепи бригада тубингщиков должна иметь следующие основные инструменты, шт.:

Пневматические или электрические сблыватели . . . . .	5—6
Гаечные ключи трехточечные с ручкой длиной 1—1,2 м . . . . .	2
Гаечные ключи обыкновенные . . . . .	3
Кувалды 80×80×150 мм с ручкой длиной 50 см, массой 7—8 кг . . . . .	2
Кувалды 45×50×100 мм с ручкой длиной 30 см, массой 2 кг . . . . .	4—5
Лом металлический . . . . .	1
Лопаты металлические . . . . .	2
Драчевую пилу (напильник) . . . . .	1
Тоюры . . . . .	2
Оправки стальные конусные по диаметру болтовых отверстий 36 мм, длиной:	

25—30 см . . . . .	30
35—40 см со шляпками . . . . .	10
Домкраты ручные грузоподъемностью 3—5 т . . . . .	2
Монтажные тубинговые цепи (прицепные устройства) . . . . .	4
Отвес центральный . . . . .	1
Уровни для выверки горизонтальности колец . . . . .	1
Шаблоны для центрирования колец . . . . .	1
Винтовые стяжки (фаркопные) . . . . .	2

*Установка тубинговых колец, предшествующих опорному венцу (установка первого тубингового кольца — монтажного).* На заданной отметке на тщательно выровненном забое под непосредственным наблюдением маркшейдера укладывают строго выверенные кружальные доски под первое кольцо. На кружальном кольце собирают, центрируют и швелелируют тубинговое кольцо (монтажное кольцо) из нормальных тубингов с установкой вертикальных свинцовых прокладок между ними. Сболчивание этого кольца выполняют без установки свинцовых шайб в болтовых отверстиях. Свинцовые прокладки в вертикальных швах первого кольца не чекают.

Отметку первого кольца назначают с таким расчетом, чтобы после сборки всего звена, с учетом толщины горизонтальных свинцовых прокладок и высоты всех тубингов, между верхним и нижним соединительными (пикотажными) тубингами оставался пикотажный шов высотой 25—30 мм.

С наружной стороны первого тубингового кольца (со стороны породной стенки впритык к тубингам) выставляют деревянную опалубку на высоту кольца по всей его периферии. Опалубку скрепляют для устойчивости мягкой стальной проволокой (диаметром 3 мм). В нижней части опалубки ставят деревянный короб, который должен обеспечить образование раскоски сечением 50×50 см, служащей для облегчения бетонирования нижнего тубинга при подходе крепи снизу.

Вслед за установкой первого кольца бетонуют закрепное пространство между деревянной опалубкой и породной стенкой ствола на высоту 75—80 см от низа кольца.

На первое нормальное кольцо устанавливают второе (верхнее пикотажное), скрепляемое временно с первым кольцом болтами, пропускаемыми через болтовые отверстия, имеющиеся по два в нижнем борту каждого тубинга верхнего пикотажного кольца.

Между тубингами верхнего пикотажного кольца устанавливают вертикальные свинцовые прокладки. Горизонтальные прокладки между первым кольцом и верхним пикотажным кольцом не ставят. Болты, временно скрепляющие по горизонтальным бортам верхнее пикотажное кольцо с ранее установленным первым нормальным кольцом, свинцовыми шайбами не уплотняют.

Во всем остальном верхнее пикотажное кольцо монтируют по установленным правилам, аналогично тому, как принято для любого нормального или пикотажного кольца.

Вслед за установкой верхнего пикотажного кольца бетонопробурят закрепное пространство на высоту примерно на 2—3 см ниже верхнего горизонтального борта пикотажного кольца. До этого же уровня укладывают бетон в бетонной части опорного венца, в котором монтируется данное верхнее пикотажное кольцо и опорное кольцо. На собранное, окончательно установленное и забетонированное верхнее пикотажное кольцо укладывают горизонтальные уплотнительные свинцовые прокладки. Затем приступают к установке опорного кольца.

*Установка опорных и водоупорных колец (кейлькрапцев).* Опорное кольцо, как и первое кольцо в звене на забое, устанавливают под непосредственным наблюдением маркшейдера.

Опорные венцы, собираемые из тубингов опорного кольца, служат либо как конструкция, преграждающая путь воде из вышележащих водоносных горизонтов в нижние породы (кейлькрапцы), либо как несущее основание для вышестоящей колонны тубинговой крепи (опорные кольца).

*Установка водоупорных колец (кейлькрапцев).* Если опорное кольцо пикотируется путем специальной расклинки деревянными клиньями, то его называют кейлькрапцем (рис. 49). Обязательным условием для кейлькрапца является установка его в породах водонепроницаемых и прочных, способных выдерживать расклинку. В условиях калийных шахт, где единственно водоупорными и нетрещиноватыми породами часто являются только покровные соли, кейлькрапцы устанавливают в этих солях.

В тех случаях, если среди пород, пересекаемых стволом, отсутствуют породы достаточной прочности, способные выдержать расклинку, либо породы прочные, но трещиноватые, опорный венец ставят на бетонном основании с бетонным заполнением кольцевого зазора между тубингами и породой вместо расклинки. В этом случае опорный венец не служит как водоупорный (кейлькрапц), а является лишь несущим для поддержания звена тубинговой крепи и усиления продольной жесткости колонны.

На выбранном месте разделяют постель, на которой располагают опорный венец. Если опорный венец предназначен служить в качестве кейлькрапца и его закладывают в прочных и нетрещиноватых породах, разделку постели следует производить с особой осторожностью. Во избежание нарушения целостности породы и образования трещин в стенках ствола следует по возможности отказываться от взрывных работ, пользуясь для разделки лишь отбойными молотками. В крепких породах, с трудом поддающихся обработке отбойными молотками, допускается взрывание породы минимальными зарядами ВВ, размещенными в отбойных и периферийных шпурах, причем дно шпуров не должно доходить до уровня постели и стенок ствола на 20—40 см.

Окончательная разделка постели для водоупорного венца должна быть произведена отбойными молотками таким образом, чтобы:

боковые стенки и опорная площадка забоя были тщательно выровнены по уровню;

в боковых стенках и опорной площадке не было трещин, вызванных взрывными работами;

расстояние между задней (боковой) стенкой водоупорного венца и породой (кольцевой зазор) во избежание увеличения тру-

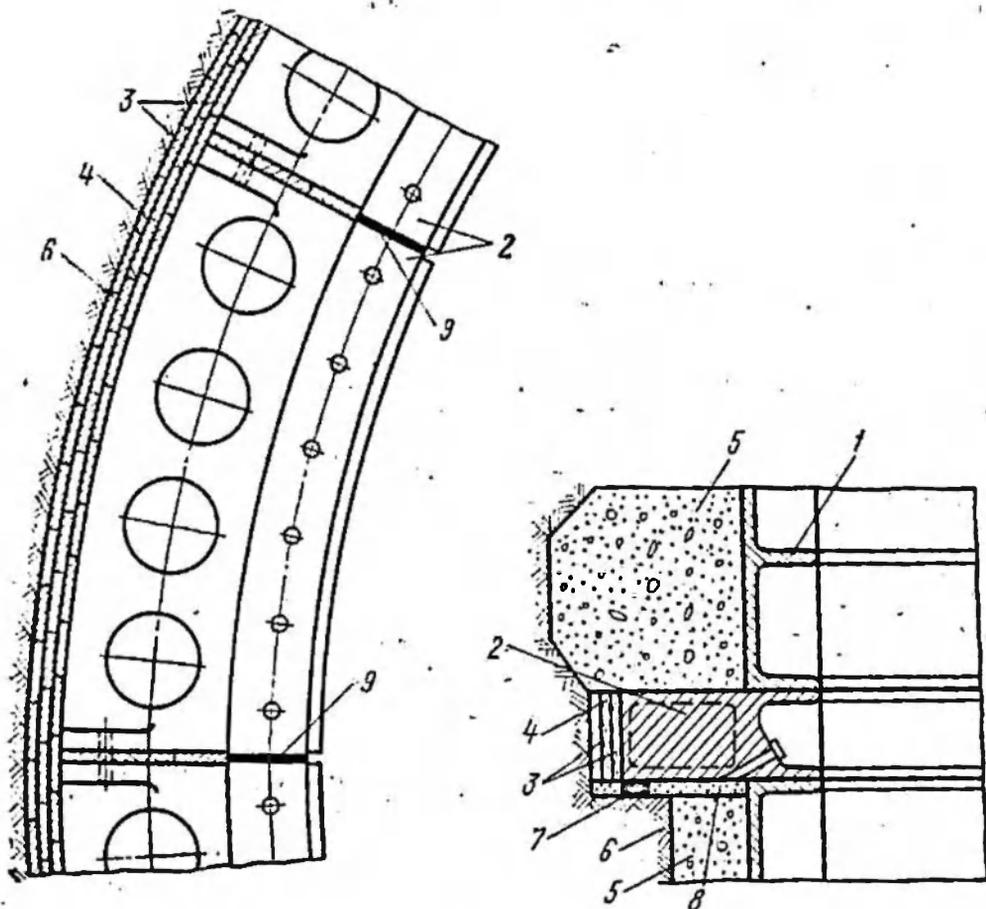


Рис. 49. Установка и пикотаж водоупорного венца:

- 1 — обычный тубинг; 2 — опорный тубинг; 3 — футеровочные доски; 4 — клинья;  
5 — бетон; 6 — порода; 7 — металлические подкладки; 8 — цементно-песчаный раствор;  
9 — свинцовые прокладки

доемкой и дорогостоящей работы по пикотажу водоупорных венцов было в пределах 80—100 мм;

разделка боковой стенки вруба, необходимая для пикотажа на высоту венца (400 мм), была точно вертикальная и обработана в виде прямого круглого цилиндра заданного диаметра;

разделка черновой части вышележащей части вруба была вертикальная и имела высоту на 800—900 мм выше верхнего уровня водоупорного венца, что необходимо для удобства работы при взмахе молотком во время расклинки и пикотажа.

После изготовления постели забой подготавливают к установке сегментов, для чего стенки забоя и опорной площадки тщательно очищают от мелкой породы.

Сегмент водоупорного кольца спускают в ствол коротким бортом при помощи прицепного устройства, подвешенного к основному подъему. Два крюка прицепного устройства вводят в два болтовых отверстия короткого борта, а два стержня пропускают через два верхних болтовых отверстия длинного борта.

Сегмент водоупорного венца, спущенный в ствол на подвесной полке, перецепляют на трос кругового тельфера таким образом, чтобы сегмент принял горизонтальное положение. После этого прицепное устройство основного подъема освобождают от тубинга и вместе с канатом подъема выдают на поверхность.

Сегмент водоупорного кольца приподнимают с полка, оттягивают при помощи тельфера к месту его установки над постелью и опускают на ранее установленное верхнее пикотажное кольцо — второе от забоя — с уложенными на его горизонтальный борт свинцовыми прокладками.

Первый тубинг кольца направляют на место его установки конусными оправками, имеющими отогнутое плечо длиной 0,8 м, через второе и пятое болтовые отверстия в нижнем борту водоупорного сегмента.

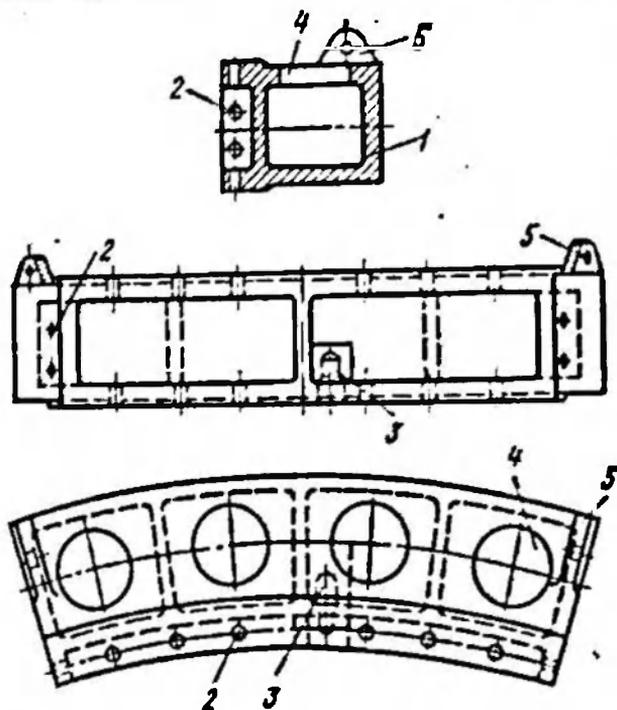


Рис. 50. Тубинг опорного (водоупорного) венца:

1 — тубинг; 2 — болтовое отверстие; 3 — тупоносное отверстие; 4 — отверстие для задвижки цемента; 5 — ушки

После установки сегмента в эти отверстия забивают короткие оправки. Маркшейдер точно выверяет положение первого сегмента водоупорного кольца — горизонтальность и положение болтовых отверстий по центральному отвесу. После этого первый сегмент окончательно и прочно закрепляют на месте.

Следующие тубинги водоупорного кольца устанавливают по обе стороны от первого, причем каждый сегмент берут на оправки во втором и пятом болтовых отверстиях и охватывают специальными оправками через предназначенные для этой цели приливы — ушки (рис. 50) в хвостовой части сегмента. При помощи специальных оправок выравнивают опорное кольцо с тыловой стороны и придают ему большую устойчивость.

При установке сегментов водоупорного кольца необходимо следить за тем, чтобы хвостовая часть сегмента не запрокидывалась в сторону породной стенки. В этих целях и для коррек-

ровки сегментов при придании им строгой горизонтальности под стыки сегментов снизу подбивают клинья из полосовой стали необходимой толщины.

Одновременно с присоединением каждого следующего сегмента устанавливают между ними вертикальные свинцовые прокладки путем навешивания их на загнутый (на 30 мм) конец прокладки либо путем отодвигания при помощи топора присоединенного сегмента и пропуска в щель прокладки. В вертикальных прокладках пробивают отверстия для болтов.

После сборки всего кольца и неполной затяжки всех болтов, за исключением отверстий, занятых оправками, производят тщательную и окончательную выверку кольца по центральному отвесу, а также на горизонтальность. При выверке кольца последовательно ослабляют и подтягивают болты в разных его частях до тех пор, пока не будет достигнута необходимая центрность. После окончательной выверки водоупорного кольца все болты окончательно затягивают, конусные оправки выбивают и заменяют болтами, которые также полностью затягивают.

Окончательно выверенное и полностью сболченное водоупорное кольцо заполняют через тампонажные отверстия в днище каждого сегмента либо через кольцевой зазор между тубингами и породой чистым цементным раствором таким образом, чтобы он заполнил все зазоры под хвостовой частью водоупорного кольца и поднялся на высоту 50—60 мм в кольцевом зазоре.

После затвердения подливки приступают к пикотажу водоупорного венца, который выполняют в соответствии с указаниями, изложенными в § 26 настоящей главы. По контуру кольца качество пикотажа проверяют стальной иглой, производят осмотр породных стенок, определяют центрность кольца и его горизонтальность. Вслед за окончанием пикотажа водоупорного венца бетоном принятого состава заполняют пустоты — полости, имеющиеся в каждом сегменте водоупорного кольца.

После сооружения кейлькранца его проверяют на водонепроницаемость. Для этого на опорное кольцо устанавливают специальное нормальное кольцо, сболчивают, выверяют и чеканят его. После этого за нормальное кольцо заливают воду на высоту около 30 см. В случае утечки воды нормальное кольцо демонтируют, пикотаж дефектных мест повторяют и производят новую проверку водой.

**Установка несущих опорных колец.** Несущие опорные кольца в крепких, но трещиноватых породах, а также там, где это необходимо — в слабых породах, устанавливают аналогично водоупорным венцам (кейлькранцам). В этом случае пикотаж опорного венца не делают. Кольцевое пространство за опорным венцом бетонируют после окончательной выверки, сболчивания и подливки цементного раствора под опорный венец. Бетонную часть опорного венца в этом случае выполняют обычно в двухконической форме.

Устройство примыкания между смежными звеньями тубинговой крепи. По окончании всех работ по установке водоупорного (опорного) кольца, в том числе расклинки и пикотажа его, на нем устанавливают сегменты нормального тубингового кольца. Сбивают их, выверяют и зачеканивают швы.

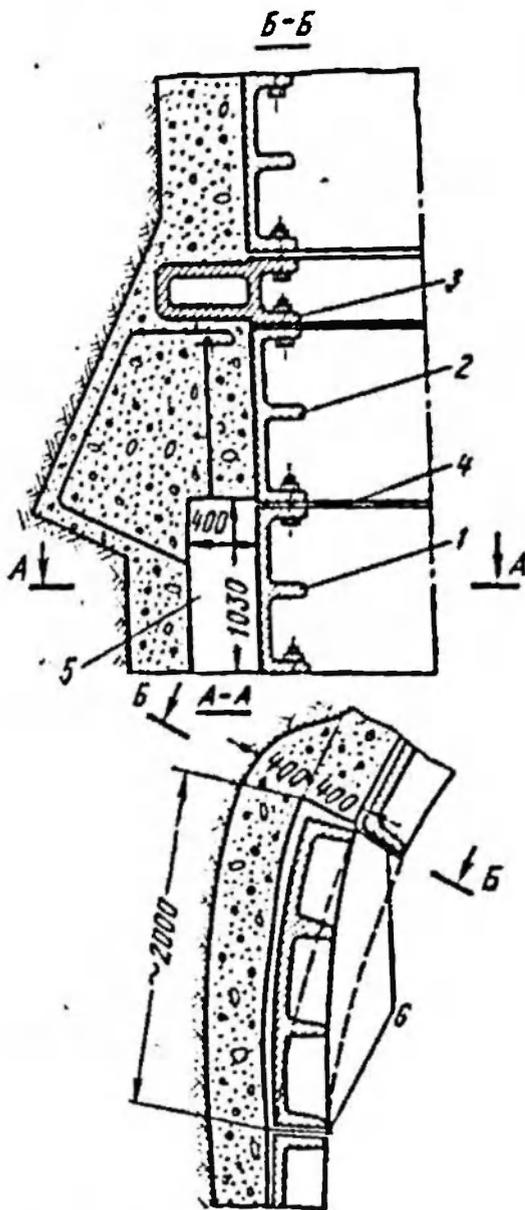


Рис. 51. Установка последнего сегмента (тубинга) в кольцо:

1 — нижний пикотажный тубинг; 2 — верхний пикотажный тубинг; 3 — опорное тубинговое кольцо; 4 — пикотажный шов; 5 — ниша для заведения последнего тубинга, замыкающего кольцо; 6 — свинцовые прокладки

шу) (рис. 51) и тубинг заводят «на себя» также при ослабленных болтах.

После окончательной выверки первого над водоупорным кольцом заполняют бетоном пространство, образовавшееся между нор-

Спущенный в шахту первый нормальный сегмент ставят на борт водоупорного кольца, захватывают двумя конусными оправками и приболчивают четырьмя болтами к горизонтальному борту водоупорного кольца, только после этого тубинг может быть освобожден от сцепного устройства. Остальные тубинги первого кольца над водоупорным, по мере опускания в ствол, отжимают к горизонтальным бортам ранее установленных тубингов при помощи конусных оправок-ловителей и приболчивают двумя временными болтами к вертикальным бортам.

Одновременно с установкой тубингов заводят вертикальные свинцовые прокладки высотой 1030 мм, предварительно расправленные деревянными колотушками. После установки прокладок в них пробивают отверстия для болтов.

Последний сегмент кольца заводят сверху с торца и подтягивают к месту установки конусными оправками. При достаточной ширине затубингового пространства последний сегмент заводят сзади, для чего болты ослабляют и смежные сегменты несколько раздвигают. При недостаточной ширине затубингового пространства в породе делают небольшой вруб — присечку (ни-

малым кольцом и стенкой ствола (верхнюю коническую часть), сооружая таким образом бетонную часть водоупорного венца. Заполнение производят бетоном принятого состава.

Вслед за сооружением водоупорного венца продолжают дальнейшее наращивание нормальных тубинговых колец, составляющих основную часть каждого звена крепи. Наращивание колец необходимо производить с большой точностью при постоянной

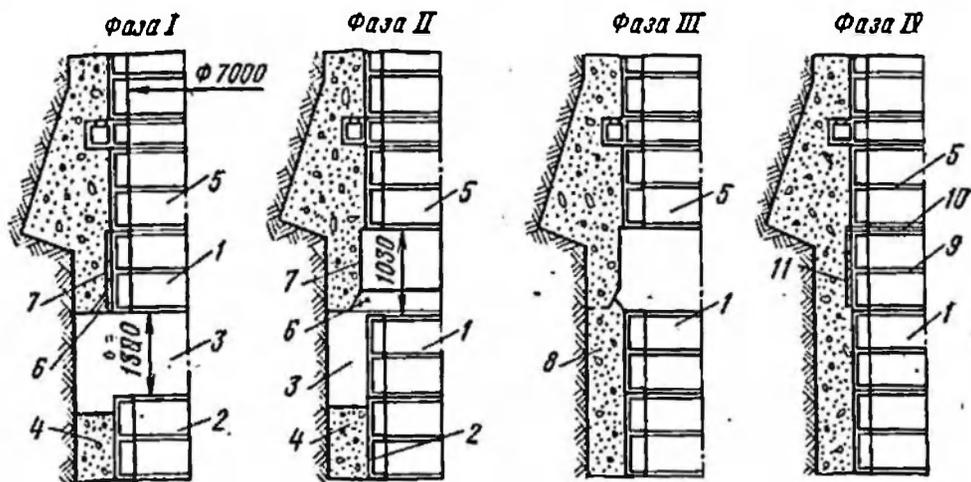


Рис. 52. Устройство примыкания между смежными звеньями тубинговой крепи

проверке горизонтальности и центренности каждого кольца; так как малейший перекося и искривление в предыдущих кольцах приводят к значительным отклонениям тубинговой колонны в конце ее сооружения — при замыкании звена.

При наращивании колец вертикальные швы каждого вышестоящего кольца смещаются относительно нижнего, ранее установленного кольца на  $\frac{1}{3}$  длины сегмента или на два шага болтовых отверстий (перевязка швов). По указанию проекта кольца тубинговой крепи могут быть уложены на отдельных участках или во всей тубинговой колонне без перевязки швов.

Наращивание тубинговых колец производят до приближения снизу к ранее установленному первому кольцу 1 (кольцо монтажное) (рис. 52) верхней заходки. Обычное наращивание тубинговых колец заканчивают на предпоследнем нормальном кольце 2 данного звена. Между предпоследним кольцом и ранее установленным в предыдущей заходке первым нормальным кольцом остается незакрепленным участок ствола 3, равный по высоте одному кольцу плюс рассчитанный зазор для будущего соединительного (пикотажного) шва.

После окончательного сболчивания, выверки предпоследнего нормального кольца 2 и укладки бетона 4 за ним первое нормальное кольцо 1 тубингов, подвешенное к верхнему пикотажному кольцу 5, демонтируют, передвигают и устанавливают на пред-

последнем нижнем кольце 2 последующего звена. Для этой цели первое кольцо 1 разболчивают и отдельными сегментами опускают на предпоследнее нижнее кольцо 2, на которое предварительно укладывают горизонтальные свинцовые прокладки. Сборку передвинутого кольца и его выверку, а также заводку вертикальных прокладок производят обычным способом.

После этого бетонируют пространство 8 за передвинутым кольцом 1. При этом бетон, уложенный ранее за опалубку первого нормального кольца, имеет раскоску 6 по всей окружности кольца размером 50×50 см, что облегчает заполнение бетоном затюбингового пространства за ним. Ранее выставленную деревянную опалубку 7 за первым тюбинговым кольцом удаляют.

— Поле перестановки первого кольца 1 на место последнего нормального кольца 3 данного звена, выверки его, заполнения закрепленного за ним пространства бетоном и укладки на горизонтальных бортах свинцовых прокладок спускают с поверхности последней в звене нижнее пикотажное кольцо 9 с «каблучком». Нижнее пикотажное кольцо устанавливают «каблучком» вверх с вертикальными прокладками, центрируют, сболчивают с нижним нормальным тюбинговым кольцом и выверяют обычным способом. После установки нижнего пикотажного кольца получают соединительный (пикотажный) шов 10 высотой, согласно расчету, 25—30 мм.

Горизонтальные свинцовые прокладки на верхний борт нижнего пикотажного кольца не ставят. Соединительный шов пикотируют в соответствии с указаниями § 26 настоящей главы.

Оставшееся незаполненным затюбинговое пространство за нижним пикотажным кольцом, образовавшееся после удаления деревянной опалубки (выставленной за первым кольцом на забое), заполняют под небольшим давлением чистым цементным раствором 11 через тампонажные отверстия в тюбингах нижнего пикотажного кольца.

**Сболчивание тюбингов.** Работы по скреплению болтами сегментов чугушной тюбинговой крепи должны быть, как правило, механизированы. В качестве механизмов надлежит применять пневматические или электрические сболчиватели. Болты в крепи устанавливают в горизонтальных бортах гайками кверху, а в вертикальных — гайками влево.

Сболчивание тюбингов производят временными болтами (первый способ) либо постоянными (второй способ). При временном сболчивании болты устанавливают в болтовые отверстия без свинцовых шайб, и в этом случае болтовой комплект состоит из болта, двух накладных стальных шайб, обращенных одна к другой внутренними коническими выточками, и гайки.

При постоянном сболчивании болты (рис. 53) устанавливают в болтовые отверстия со свинцовыми шайбами, и в этом случае болтовой комплект состоит из элементов, собранных в такой последовательности: на болт 6 надевают стальную накладную

шайбу 5, обращенную конической выточкой к гайке 1, затем навинчивают две свинцовые бочкообразные шайбы 3 и 4, на них — стальную накладную шайбу 2, обращенную конической выточкой к головке болта 6, затем гайку 1, навинченную от руки на 2—3 нитки.

При пользовании гаечными ключами временные болты при установке затягивают сначала ключом с короткой рукояткой (30 см), а затем ключом с длинной рукояткой (1—1,2 м). Постоянные болты затягивают ключом с ручкой длиной 1—1,2 м.

Если болты дают отказ при усилии двух человек, работающих трещоточными ключами с рычагом длиной 1,2 м, болты следует считать окончательно затянутыми.

Для присоединения одного тубинга к другому и точной неподвижной фиксации их взаимного положения применяют стальные точеные оправки, имеющие один или два конца, заточенные на конус и позволяющие оправкам свободно входить в совмещенные болтовые отверстия двух смежных тубингов. Остальная часть оправки — цилиндрическая диаметром на 0,5 мм меньше диаметра болтового отверстия.

При пользовании пневматическими или электрическими сболчивателями как временные, так и постоянные болты затягивают с усилием, регулируемым на сболчивателе. При сболчивании первого кольца тубинговой крепи работы ведут в такой последовательности.

Первое тубинговое кольцо (нормальное), устанавливаемое на забое заходки, сболчивают только болтами в вертикальных бортах. Для этой цели к первому тубингу кольца присоединяют с одной какой-либо стороны второй тубинг. Последний прихватывают к первому тубингу двумя оправками, забиваемыми по одной в верхнее и нижнее болтовые отверстия. Одновременно с присоединением второго тубинга к первому, а также всех последующих тубингов кольца к предыдущим вводят между бортами вертикальные свинцовые прокладки.

После установки оправок в крайние отверстия в остальные отверстия вертикальных бортов вставляют болты, которые слегка затягивают. Присоединив второй тубинг к первому, переходят к дальнейшей установке и сболчиванию в таком же порядке остальных тубингов, попеременно с одной и другой стороны, до полного замыкания кольца. При этом все оправки, забитые

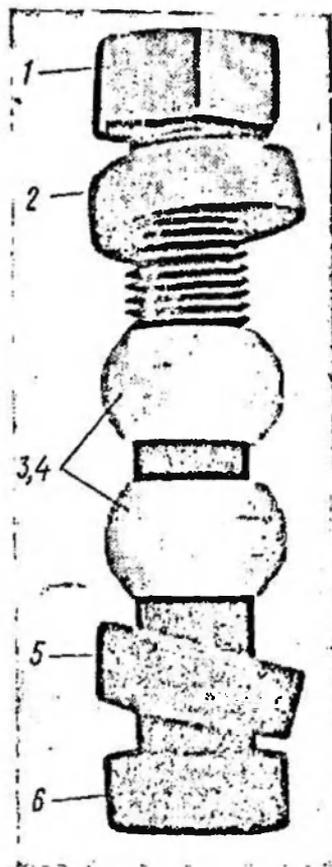


Рис. 53. Материалы для сболчивания тубингов и гидроизоляции болтовых соединений

в крайние болтовые отверстия, сохраняют на своих местах во всех тубингах кольца до полной его выверки на центренность и горизонтальность.

После выверки кольца приступают к окончательной затяжке болтов. Затяжку болтов необходимо производить одновременно и равномерно в вертикальных швах, расположенных друг против друга на диаметрально противоположных сторонах кольца. Болты следует затягивать до полного уплотнения свинцовых шайб под головкой и гайкой болта. Только после окончательной затяжки всех без исключения болтов в вертикальных бортах следует выбить ранее установленные оправки из крайних отверстий и заменить их нормальными постоянными болтами.

В течение всего процесса сболчивания необходимо непрерывно наблюдать по верхнему горизонтальному борту за сохранением центренности и горизонтальности кольца. При сболчивании последующих колец тубинговой крепи последовательность работ та же, что и при сболчивании первого кольца, за исключением, таких особенностей.

Первый тубинг каждого следующего кольца после подачи в ствол направляют на место его установки и фиксируют путем взятия на две оправки, забиваемые во второе и пятое болтовые отверстия нижнего горизонтального борта первого тубинга. После этого во все остальные болтовые отверстия горизонтального борта первого тубинга вставляют болты и легко их затягивают.

К первому тубингу присоединяют попеременно с одной и другой стороны следующие тубинги кольца. При этом каждый из тубингов сначала прихватывают к смежным тубингам двумя оправками через второе и пятое отверстия нижнего горизонтального борта и крайние отверстия (первое и шестое) вертикального борта. Во все остальные болтовые отверстия вертикального и горизонтального бортов вставляют болты и слегка их прихватывают.

Одновременно с присоединением каждого тубинга в вертикальный стык заводят вертикальную свинцовую прокладку. Горизонтальные свинцовые прокладки укладывают на горизонтальные борта нижнего кольца до начала установки каждого следующего кольца. В таком же порядке сболчивают все остальные тубинги данного кольца до полного замыкания его.

Оправки, ранее забитые в отверстия вертикальных и горизонтальных бортов, оставляют на своих местах до полной выверки кольца на центренность и горизонтальность. Проверку на центренность и горизонтальность производят по верхнему горизонтальному борту. При этом осуществляют последовательное маневрирование затяжкой болтов, ослабляя или подтягивая их в вертикальных и горизонтальных бортах. Вначале закрепляют сторону кольца, установленную более или менее правильно — с незначительным отклонением от центра.

В первую очередь производят затяжку постоянных болтов в вертикальных бортах тубингового кольца при ослабленных

болтах в горизонтальных бортах и затем, после выверки кольца, прочно закрепляют болты в горизонтальных бортах. Окончательное сболчивание производят с установленными под гайки и головки болтов свинцовыми бочкообразными шайбами.

Порядок диаметрально противоположного одновременного и равномерного сболчивания сохраняют полностью и для установки последующих колец, причем такое сболчивание применяют сначала в отношении вертикальных швов, а затем и горизонтальных.

После окончательной затяжки всех установленных болтов ранее забитые оправки в вертикальных и горизонтальных швах удаляют и заменяют постоянными болтами со свинцовыми шайбами. Если при сболчивании колец выявлены неровности или уступы в плоскости верхнего кругового горизонтального борта, их выправляют путем соответствующего подтягивания болтов либо другими способами, описанными ниже.

При затяжке болтов, во избежание их проворачивания, необходимо пользоваться специальными поддержками, надеваемыми на головку болта. В случае срыва резьбы при сболчивании или если конец болта с нарезкой не выходит из гайки на 2—3 нитки, такие болты следует сменить, как не обеспечивающие надлежащей прочности болтового соединения.

*Проверка колец в процессе монтажа крепи на центренность и горизонтальность.* Одним из основных условий при сборке тюбинговой колонны является обеспечение и сохранение круговой формы крепи, а также горизонтальности кольцевых бортов каждого собранного кольца. Все тюбинговые кольца, в том числе и опорные, должны быть строго центрированы на месте в стволе и уложены по уровню. Горизонтальные борта каждого собранного кольца должны представлять собой горизонтальную плоскость.

Нивелирование и центрирование установленного на забое первого кольца колонны, а также опорного венца производит маркшейдер. В тех случаях, когда проверку на центренность и горизонтальность второго и последующих колец производят без участия маркшейдера, обязателен контроль за проверкой со стороны горного мастера.

Центрирование колец колонны выполняют при помощи специального шаблона. При центрировании проверяют расстояние от центров болтовых отверстий в верхних горизонтальных бортах тюбингов до центрального отвеса. Для этого палец шаблона, находящийся на одном его конце, вставляют в болтовое отверстие сегмента. Другой конец шаблона прикладывают вырезом-меткой к нити отвеса. При правильном центрировании сегментов вырез шаблона должен совпадать с нитью отвеса. Таким образом шаблон непрерывно переставляют из одного отверстия в другое поочередно всех сегментов. В случае отклонения радиуса в различных местах кольца надо последовательно ослабить и поджать болты в разных болтовых отверстиях до тех пор, пока палец

шаблона не будет заходить во все болтовые отверстия верхнего горизонтального борта.

Палец шаблона изготавливают такой толщины, чтобы он свободно, но без большого зазора входил в отверстия для болтов. Шаблон делают из круглой стали диаметром 25 мм либо из трубы диаметром  $1\frac{1}{4}$ — $1\frac{1}{2}$ " длиной, равной радиусу окружности, проходящей через центры болтовых отверстий. При центрировании тубинги подтягивают при помощи оправок через болтовые отверстия горизонтальных бортов.

Для проверки горизонтальности тубинговых колец применяют деревянную профугованную рейку и обычный уровень либо другие приборы, основанные на взаимодействии уровней. Устанавливая рейку на кольцо по диаметру в различных направлениях и пользуясь уровнем, выверяют горизонтальность всего кольца.

Опорное кольцо проверяют на центренность и горизонтальность аналогично нормальным кольцам с той разницей, что проверку производят как во время сборки кольца, так и в процессе проведения пикотажных работ.

При смещении опорного кольца пикотаж усиливают с той стороны, которая оказалась отжатой от центра.

*Меры для выправления отклонений колец.* В исключительных случаях отклонений в процессе крепления допускается выправлять тубинговую крепь. Отклонение и искривление колец в плоскости поперечного сечения выправляют применением распорного клина между задней стенкой тубингов и породой либо небольших винтовых домкратов с одновременным ослаблением болтов, соединяющих сегменты. Продольное отклонение тубинговой колонны исправляют соответствующим смещением тубингов с последующей установкой болтов диаметром на 5—6 мм меньше заданного проектом.

При необходимости смещения тубингов допускают исключение минимального числа горизонтальных болтов с последующей заделкой соответствующих болтовых отверстий дрызгой, плотной расклинкой деревом и т. д.

Выправлять кольца можно также путем применения стальных винтовых стяжек с муфтами (фаркопные стяжки). Если после окончательного сблочивания колец верхняя поверхность горизонтального борта оказывается не строго выровненной и это не удастся устранить соответствующим подтягиванием болтов, допускается выравнивать верхнюю поверхность горизонтального борта при установке следующего кольца путем укладки в пониженном месте дополнительного слоя свинцовой прокладки, специально провальцованной на данную толщину. Запрещается пользоваться кувалдами или другими тяжелыми инструментами для смещения и выправления тубингов.

Возведение бетонной крепи в стволе. Бетонную (значительно реже железобетонную) постоянную крепь можно возводить

в стволах, проходимых способом искусственного замораживания пород, двумя способами:

укладкой бетона в затюбинговое пространство чугунной тюбинговой крепи при применении двухслойной комбинированной крепи тюбинги — бетон или трехслойной крепи временный бетон — тюбинги — постоянный бетон;

сооружением однослойной (как самостоятельной несущей конструкции) и многослойной бетонной или комбинированной крепи при помощи передвижных металлических опалубок.

Рассмотрим условия, в которых возводят бетонную крепь, и требования, предъявляемые к ней. Как уже указывалось, проходку стволов способом предварительного замораживания пород можно производить путем обычного или низкотемпературного образования ледогрунтового цилиндра. При этом низкотемпературное замораживание приходится чаще применять при сооружении стволов на калийных месторождениях или в гидрогеологических условиях, при которых естественная температура подземных вод выше  $+20^{\circ}\text{C}$ , или при наличии потоков подземных вод со скоростью движения более 2 м/сут и засоленности их более  $3^{\circ}\text{Be}$ . В условиях обычного замораживания температура пород в стволе достигает  $-10^{\circ}\text{C}$  и воздуха  $-3^{\circ}\text{C}$ , при низкотемпературном замораживании на контакте с бетоном температура пород бывает  $-25^{\circ}\text{C}$  и воздуха в стволе до  $-20^{\circ}\text{C}$ .

При твердении обычного (без добавок) бетона в таких условиях отрицательных температур в нем происходят изменения физического характера. При замерзании бетона свободная вода превращается в лед, который не вступает в реакцию с цементом. Поскольку вода при замерзании увеличивается в объеме, в порах бетона возникает высокое давление, под действием которого его структура может быть нарушена. Вода, скопившаяся на поверхности зерен крупного заполнителя, при замерзании образует ледяную пленку, которая нарушает сцепление между заполнителем и раствором. Прочность бетона при этом значительно снижается.

Водопроницаемость бетонной крепи зависит от качества цемента и инертных заполнителей, от приготовления, транспортирования и укладки бетонной смеси, а также от температурных условий твердения бетона.

При бетонной крепи вода в ствол может поступать через бетон и различные трещины, которые образуются в результате осадочной и усадочной деформации бетона, а также через технологические («холодные») швы. Просачивание воды через бетон зависит от плотности бетона (количества пустот). В свою очередь, количество пустот в бетоне зависит от уплотнения во время укладки и количества свободной воды, оставшейся в бетоне после его твердения. В жестких бетонах, имеющих небольшое водоцементное отношение (В:Ц), возможность образования воздушных пустот уменьшается.

Крепи стволов калийных месторождений подвергаются интенсивной коррозии. В этих стволах бетонная крепь подвергается воздействию высококонцентрированных растворов (сухой остаток солей: 300—350 г/л) хлористых и сернокислых солей натрия, калия и магния с гидростатическим напором до 20 кгс/см<sup>2</sup> и более.

Повышение водонепроницаемости и прочности бетона и уменьшение влияния отрицательной температуры при твердении обеспечиваются проведением следующих мероприятий:

подбор состава бетона, обеспечивающего его высокую плотность;

введение в бетонную смесь добавок (растворов солей), которые снижают температуру замерзания жидкой фазы в бетоне и одновременно связывают свободную воду, что повышает прочность и плотность бетона;

подогрев составляющих компонентов (песка, щебня, воды), что позволяет за счет первоначальной температуры, а также экзотермического тепла, выделяемого цементом при твердении бетона, сохранить в нем положительную температуру в период твердения до получения распалубочной прочности;

применение различной теплоизоляции между бетоном и замороженной породой, уменьшающей теплообмен и позволяющей сохранить в бетоне продолжительное время положительную температуру (например, временная бетонная крепь);

электроподогрев бетонной смеси до ее укладки;

индукционный или электроподогрев бетонной смеси после ее укладки.

**Бетонирование затюбингового пространства.** Комбинированную двухслойную крепь тубинги — бетон применяют при последовательной и параллельной схемах сооружения стволов. Бетон укладывают за тубинги после установки и выверки всего тубингового кольца.

Бетон, укладываемый в затюбинговое пространство, готовят на бетонном заводе, откуда его доставляют к стволу в самосвалах или бадьях. Марка и состав бетона должны соответствовать проекту. Бетон должен удовлетворять условиям необходимой механической прочности, плотности, водонепроницаемости, химической стойкости и удобоукладываемости.

Бетонную смесь спускают в ствол, как правило, по трубам и только в исключительных случаях — в бадьях или контейнерах. При спуске бетонной смеси в бадьях или контейнерах ее выгружают на верхнем этаже рабочего подвешного полка в бункер и оттуда направляют специальным лотком в затюбинговый кольцевой зазор. При спуске бетонной смеси по трубам перевозку ее необходимо осуществлять в самосвалах, разгружаемых у приемного бункера труб.

ЦНИИПодземмашем сконструировано оборудование, предназначенное для спуска бетона по трубам с поверхности в затюбинговое пространство или в металлические опалубки (рис. 54). Оно

состоит из приемного бункера с опорной рамой и приемной воронки, помещаемых в копре, трубопровода 1, тупикового гасителя 2, гибкого бетонопровода 3 (хобота).

Схема подвески трубопровода к стенкам ствола показана на рис. 55.

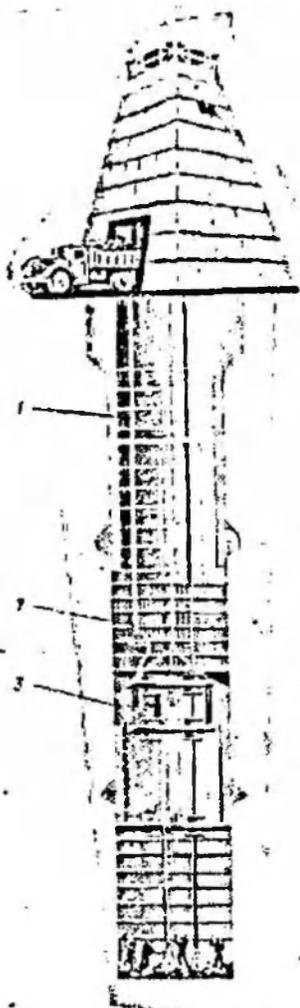


Рис. 54. Общий вид оборудования для спуска бетона в ствол по трубам

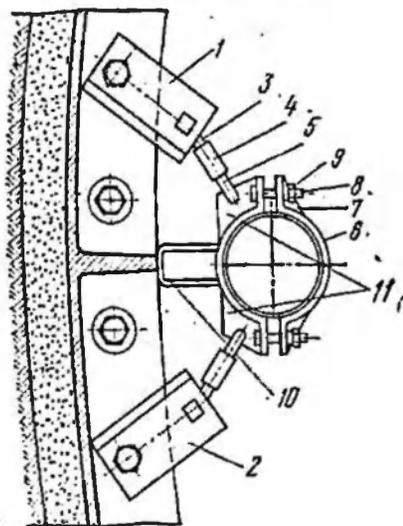
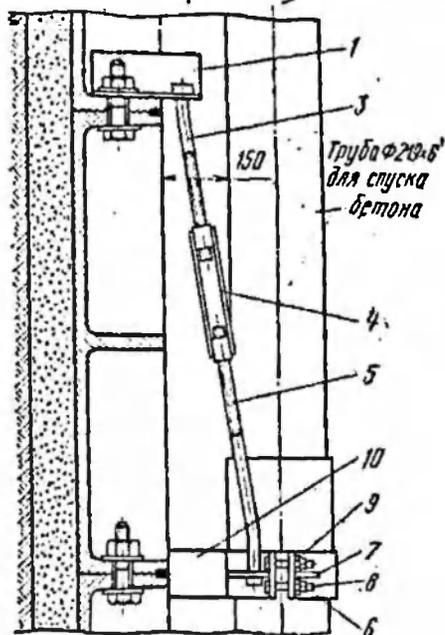


Рис. 55. Подвеска трубопровода к стенкам ствола:

1, 2 — металлические уголки для крепления поддерживающих болтов; 3 и 6 — поддерживающие болты; 4 — муфта стяжная; 5 — хомуты для стяжки труб; 7 — ребра жесткости; 8 — болт стяжной; 9 — гайка; 10 — упор; 11 — косынка

Для предотвращения расслаивания бетона применяют тупиковый гаситель скорости движения бетона в трубопроводе (рис. 56). Принцип действия гасителя 1 состоит в том, что, двигаясь сверху по бетонопроводу и набирая скорость, бетон, попадая в тупико-

вую часть 2 гасителя, задерживается в движении, вследствие чего снижается его скорость и предотвращается расслоение бетона, т. е. отделение твердых частей его (щебня) от раствора.

Бетонная смесь, доставленная в ствол по трубам диаметром 168 мм, подается непосредственно в затюбинговое пространство направляющим хоботом гибкого бетопровода 3 (см. рис. 54). В стволе должно быть смонтировано по два става труб, из которых один резервный на случай засорения другого става и необходимости его прочистки. При спуске бетонной смеси по трубам необходимо систематически наблюдать за проходимость труб и во избежание засорения труб и вызываемого этим расслоения бетона необходимо периодически промывать трубы водой.

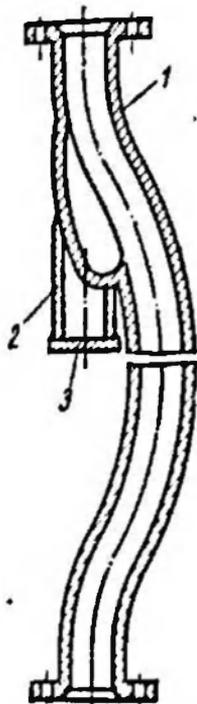


Рис. 56. Гаситель скорости движения бетона в трубопроводе конструкции ЦИИИПодземмаша:

1—гаситель; 2—стенка; 3—дноштуковой части

Для равномерного распределения бетонной смеси за тьюбингами ее необходимо забрасывать туда равномерно по всей окружности с диаметрально противоположных сторон. При этом не следует допускать расслоения бетонной смеси. Бетонную смесь в затюбинговом пространстве уплотняют при помощи глубинных электровибраторов (С-800, С-825, С-625). Толщина слоя бетона, уплотняемого вибраторами, должна не более чем в 1,25 раза превышать длину рабочей части вибратора. Уплотнение бетона ручными инструментами (трамбовка, штыковка и пр.) допускается только как исключение в труднодоступных местах.

Бетонирование необходимо производить горизонтальными слоями толщиной 20—30 см, как правило, без перерыва в укладке бетонной смеси. После перерыва в укладке поверхность бетона должна быть очищена стальными щетками и чистыми метлами и промыта водой.

Для получения в кольцеобразном пространстве между тьюбинговой крепью и стенками ствола плотного заполнения необходимо бетонировать отдельно за каждым уложенным кольцом крепи. Эту работу выполняют после того, как рабочий полук переставлен выше. Кольцевой зазор бетонировать на 20 см ниже верхнего горизонтального борта установленного тьюбингового кольца.

Двухслойную комбинированную крепь тьюбинги — бетон применяли на стволах Белорусского, Березниковских, Калушского, Ново-Стебниковского и других калийных комбинатов.

Бозведение бетонной крепи в стволе при помощи передвижных металлических опалубок. При креплении стволов, проходных способом замораживания пород, однослойной (как самостоятельной несущей конструкцией) и многослойной бетонной или комбинированной крепью бетонную крепь возводят при помощи перед-

вижных металлических опалубок. В конструктивном отношении передвижные металлические опалубки бывают створчатые и секционные.

В Советском Союзе при креплении стволов в замороженных породах бетоном сооружение их ведется, как правило, по последовательной схеме: ствол углубляют на величину заходки с креплением стенок временной крепью, разделявают нишу под опорный венец, укладывают в нее бетон, к забою опускают подвесной полук и с него возводят постоянную бетонную крепь на высоту заходки в направлении снизу вверх.

Возводить постоянную бетонную крепь сверху вниз с помощью передвижной створчатой опалубки в пределах заходки запрещается, так как в этом случае не могут быть гарантированы требуемые от нее качественные показатели (прочность, плотность, стойкость к агрессивным подземным водам и др.).

При проходке стволов в зоне замороженных пород створчатую опалубку применяют только при возведении временной бетонной крепи сверху вниз с обязательным последующим сооружением постоянной бетонной крепи снизу вверх, способной воспринять всю нагрузку от горного и гидростатического давлений.

Створчатую опалубку применяют для крепления вертикальных шахтных стволов постоянной бетонной крепью сверху вниз при сооружении их обычным способом. Применение створчатой опалубки возможно также при проходке стволов способом предварительного тампонажа горных пород.

Створчатая забойная опалубка конструкции ЦНИИПодземмаша (рис. 57) состоит из жесткого каркаса в виде двух колец 1, соединенных стойками 2, к которым с помощью шарниров 3 крепят створки 4. Последние образуют металлический цилиндр высотой от 2,1 до 5 м и диаметром, равным диаметру ствола в свету. В рабочем состоянии створки запираются с помощью защелок и клиньев.

В нижней части створки имеют вырезы для образования пазух путем вкладывания металлических параболических ящичков. Через образовавшиеся в предыдущей заходке пазухи за опалубку подается с помощью гибких труб бетонная смесь. Опалубку подвешивают на канатах трех-четырех лебедок, расположенных на поверхности. После отбойки породу в забое разравнивают, створки опалубки отрывают от бетона и опалубку опускают на породу. Отрыв створок производят вручную.

Применяют следующие створчатые опалубки конструкции ЦНИИПодземмаша: ОС-4,5; ОС-5,0; ОС-5,5; ОС-6,0; ОС-6,5; ОС-7,0; ОС-7,5; ОС-8,0.

Индекс опалубки расшифровывается следующим образом: ОС-6,0 означает опалубка створчатая для ствола диаметром 6,0 м в свету.

Створчатые опалубки типа ОМС имеют дополнительно в каж-

дой створке окно, где смонтировано пневмоприспособление для отрыва опалубки от бетона.

Для возведения постоянной бетонной крепи снизу вверх при проходке стволов способом замораживания горных пород применяют секционную опалубку конструкции Шахтспецстроя (рис. 58).

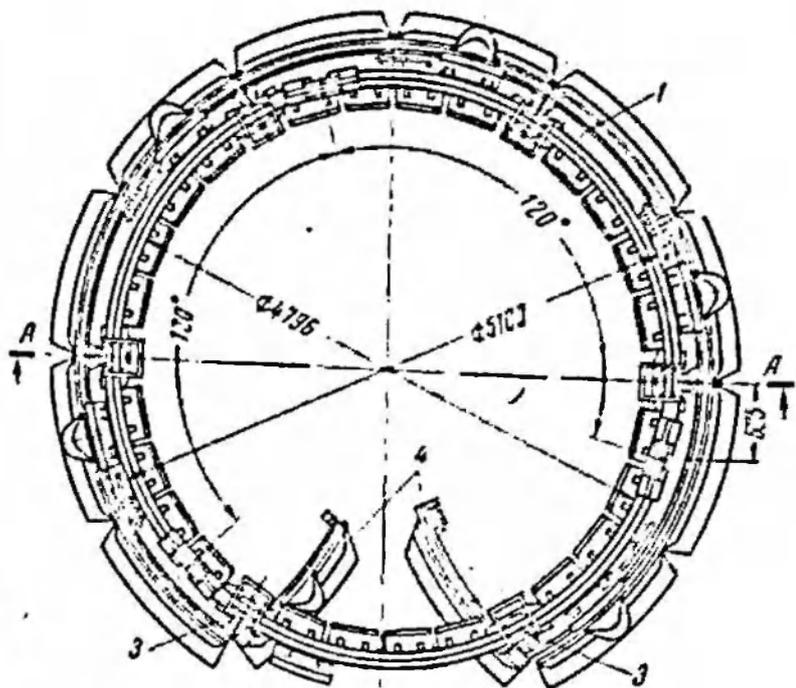
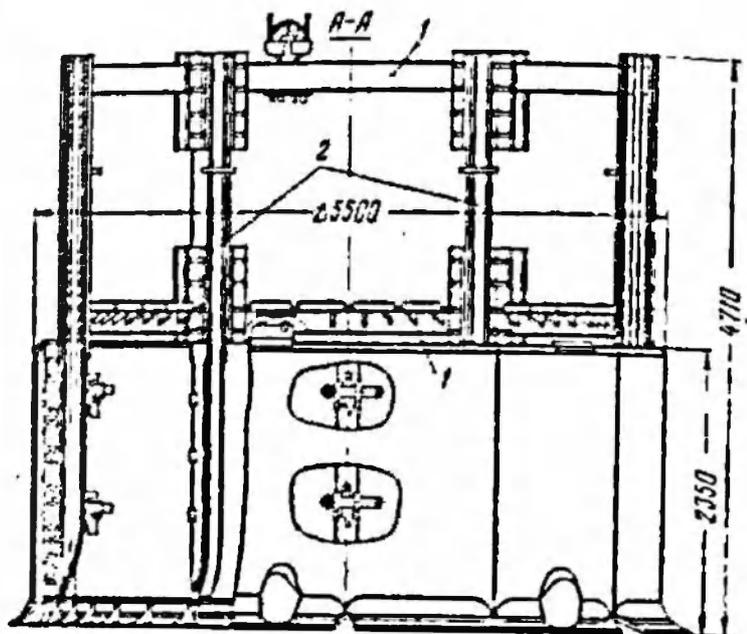


Рис. 57. Створчатая забойная опалубка конструкции ЦПППодземмаша

Секционные же опалубки других конструкций, например типа СО (СО-6,5; СО-7,0; СО-7,5; СО-8,0; СО-8,5) предназначены для возведения постоянной бетонной крепи сверху вниз при сооруже-

нии вертикальных стволов обычным способом или способом предварительного тампонажа горных пород.

Забойные секционные опалубки для возведения бетонной крепи широко применяют в угольных и горнорудных бассейнах нашей страны. Бетонную крепь с применением этих опалубок возводят

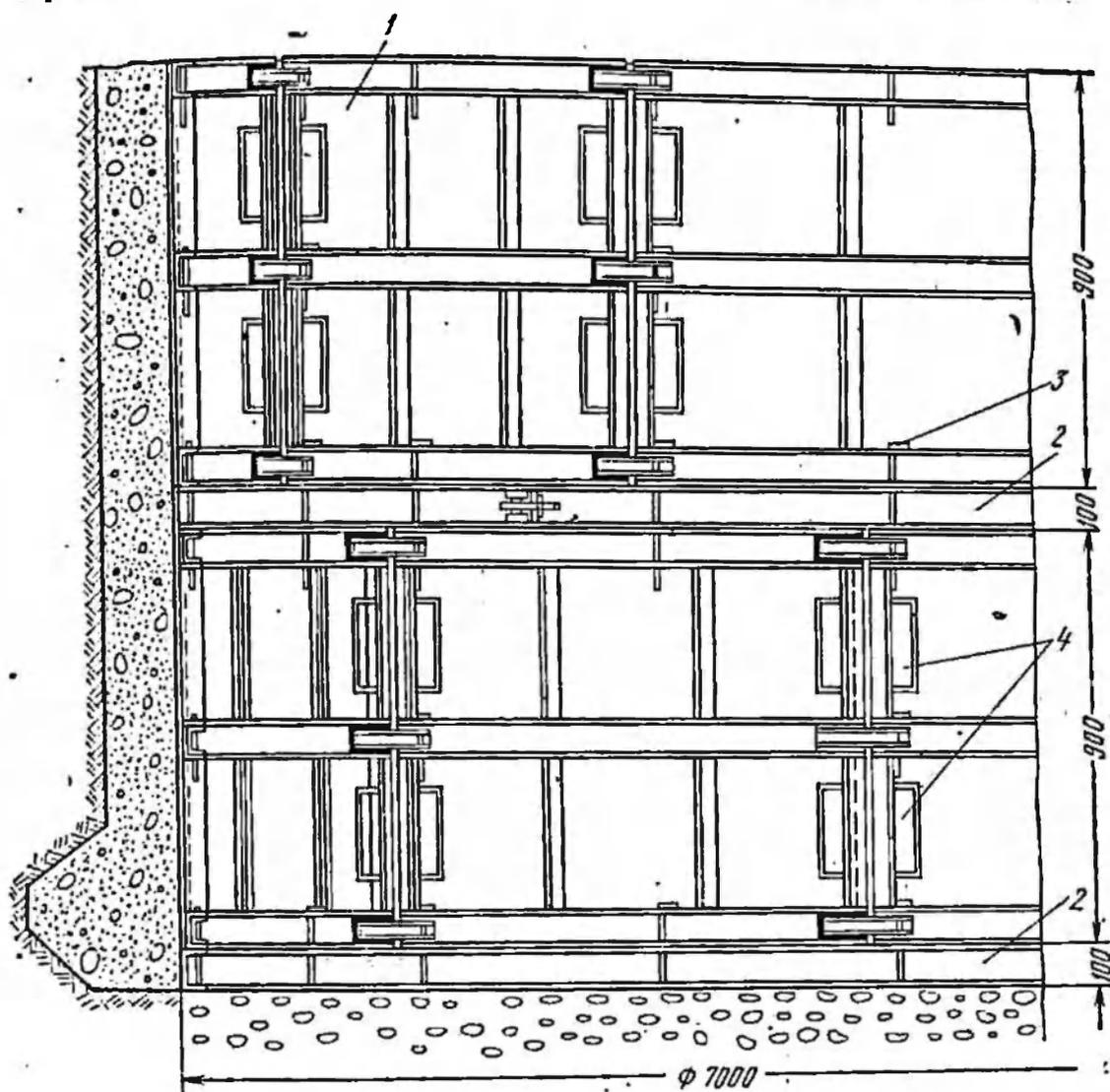


Рис. 58. Секционная опалубка конструкции Шахтспецстроя:

1 — секции опалубки; 2 — кольца из швеллера; 3 — штырь; 4 — замки секций

сверху вниз вслед за подвиганием забоя ствола. Максимальное отставание крепи от забоя в устойчивых породах не превышает 4—4,5 м. Опалубку подвешивают на канатах трех-четырех лебедок.

Применяют следующие конструкции забойных секционных опалубок: с жестким поддоном; с жестко соединенным опорным пикотажным кольцом; с опережающим опорным кольцом-опалубкой; с подвижным забойным кольцом и др.

Забойная секционная опалубка с жестким поддоном состоит из формирующей цилиндрической оболочки и каркаса жесткости. Оболочка собирается из отдельных секций — глухих и стяжных (фаркопфных); число первых зависит от диаметра опалубки и размеров проемов, через которые они опускаются в забой для монтажа, а число стяжных секций принимается в зависимости от диаметра — два или три. Разъем между

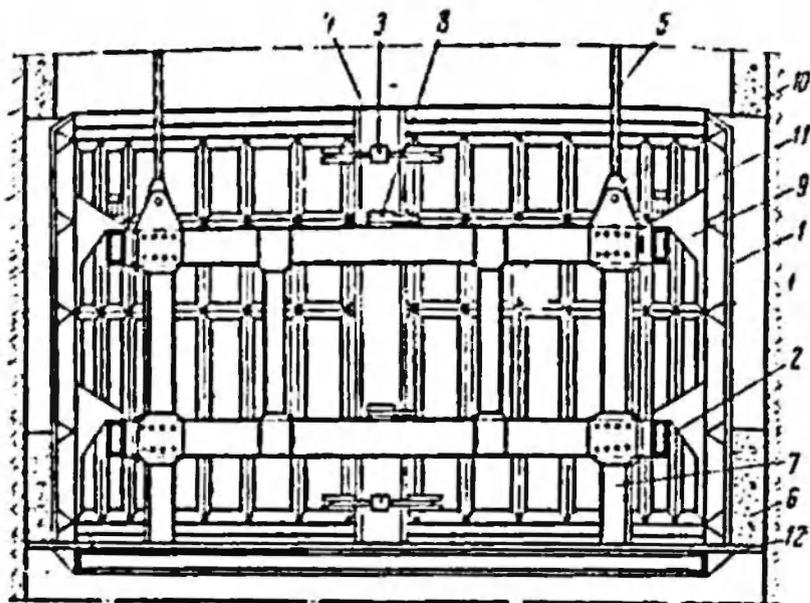


Рис. 59. Забойная секционная опалубка с жестко соединенным опорным пикотажным кольцом

полусекциями стяжной секции перекрывается стальным листом внахлестку. Каркас состоит из двух колец, соединенных стойками, на трех-четыре из них располагаются подвески (коуш или подвижной блок).

Опущенная на забой опалубка в подвешенном состоянии подсыпается породой для перекрытия зазора между опалубкой и забоем. Породная подсыпка предупреждает вытекание цементного молока из-за опалубки. Отрыв опалубки от бетона производится с помощью фаркопов.

Забойная секционная опалубка с жестко соединенным опорным пикотажным кольцом состоит (рис. 59) из двух полуцилиндров 1 с упорными косынками 9, каркаса жесткости 2 с прицепными устройствами 10. Для перекрытия зазоров между полуцилиндрами служат две вставки — клин 4 с отрывными винтами 8. Полуцилиндры опалубки состоят из отдельных секций, соединяемых болтами, и заканчиваются фаркопфными сегментами.

Опалубка отрывается от поверхности бетонной крепи с помощью винтовых фаркопов 3. Опорное пикотажное кольцо 6 из бетона опирается на настил деревянного поддона 12, связанного с каркасом жесткости стойками 7. Винт 11 используется для

создания зазора в 60—80 мм между опорным кольцом и опалубкой. Опалубка подвешена на канате 5. Для обеспечения опускания опалубки на расстояние, равное ее высоте, опорное кольцо и каркас жесткости опалубки соединены мерными цепями. Эту опалубку применяли на шахте № 4 «Вентиляционная» в Кривбасе.

В последнее время трестом Донецкшахтопроходка разработана и внедрена секционная опалубка с новым механизмом отрыва, названная самоотрывающейся.

Опалубку изготовляют в двух вариантах: с жестким и канатным отрывом. В первом случае отрыв опалубки от бетона происходит в результате спуска каркаса и движения пальцев, жестко укрепленных на каркасе, по наклонным прорезам в оболочке. При канатном отрыве в двух уровнях по периметру формирующей оболочки натягиваются канаты, которые укрепляются попеременно на оболочке и каркасе. Отрыв оболочки от бетона происходит при напуске подвесных канатов, когда каркас, двигаясь вниз, передает свой вес отрывным канатам, которые, как гибкая нить, вызывают значительные горизонтальные усилия, отрывающие опалубку от бетона. Эти опалубки имеют также фаркопфы, которые являются резервным средством отрыва.

Перед укладкой бетонной смеси в опалубку необходимо тщательно очистить арматуру, опалубку и поверхность ранее уложенного бетона от мусора и грязи. Обращенная к бетону поверхность опалубки должна быть смазана густой смазкой, не образующей на поверхности бетона гидрофобной масляной пленки, препятствующей сцеплению слоев бетона.

При деформации или смещении опалубки бетонирование следует прекратить. Исправлять деформацию опалубки на участках свежеложенного бетона необходимо до начала его схватывания.

При бетонировании с помощью передвижной опалубки бетон должен укладываться на опорное кольцо—поддон, но не на породу. Бетонную смесь следует равномерно распределять по всему бетонируемому сечению и уплотнять глубинными вибраторами.

Бетонирование крепи ствола рекомендуется производить без перерыва на всю высоту пройденной заходки. При перерыве в бетонировании более 1 ч необходимо выровнять поверхность бетона вибраторами и закрыть ее влагонепроницаемой пленкой, на которую уложить слой утеплителя (войлока или другого листового или штучного материала).

При возобновлении бетонирования после перерыва свыше 6 ч на тщательно очищенную от цементной пленки и мусора поверхность ранее уложенного бетона должен наноситься слой раствора толщиной, равной  $\frac{1}{2}$  наибольшей крупности щебня, применяемого для приготовления бетона. Состав раствора—цемент : песок : вода = 1 : 1 : 0,4 (по весу). После укладки слоя раствора по всей поверхности бетонирование продолжается в обычном порядке. Для повышения плотности рабочего шва бетонирования рекомендуется

выполнять шов с одним или несколькими уступами высотой около 70—100 мм.

Временную бетонную крепь возводили при помощи створчатой опалубки на стволах № 1, 2 и 3 Березниковского калийного комбината № 3. На стволах № 1 и 3 временную бетонную крепь применяли в трехслойной комбинированной крепи (временная бетонная крепь — монолитный бетон — чугунные тубинги), а на стволе № 2 — также в трехслойной комбинированной крепи, однако вместо монолитного бетона применяли пластобетон (рис. 60).

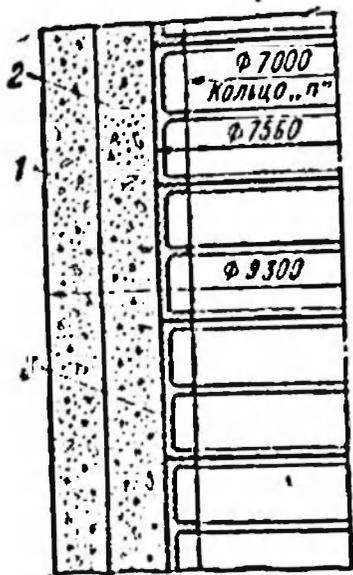


Рис. 60. Трехслойная комбинированная крепь типа временная бетонная крепь — пластобетон — чугунные тубинги:

1 — временная бетонная крепь; 2 — пластобетон; 3 — чугунные тубинги

Технология возведения комбинированной крепи следующая: сверху вниз при помощи створчатой опалубки возводят временную бетонную крепь, а затем снизу вверх устанавливают чугунную тубинговую крепь и укладывают за нее монолитный бетон или пластобетон. При этом временная бетонная крепь необходима была для распора и раскрепления полков — кареток для подвески тяжелых породопогрузочных машин КС-2у/40 во время проходки стволов. При возведении постоянной крепи временная бетонная крепь предотвращала осыпание кусков породы со стенок ствола и в некоторой степени являлась теплоизолятором между замороженным ледопородным цилиндром и укладываемым в затубингованное пространство постоянным бетоном.

## § 26. Перядок и производство работ по гидроизоляции крепи стволов

Гидроизоляция крепи стволов должна служить для предотвращения проникновения подземных вод и рассолов внутрь стволов, предохранения внутренней поверхности крепи от вредного влияния подземных вод, а также для защиты от размывающего действия воды на выработки как с внутренней стороны ствола, так и со стороны закрепленного пространства.

В соответствии со «Строительными нормами и правилами», часть III, раздел Б, глава 9, 1969 г. (СНиП III—Б. 9—69) остаточный приток воды в пройденный ствол, независимо от способа проходки угольных или рудных шахт, не должен превышать  $5 \text{ м}^3/\text{ч}$ , а в калийных и соляных шахтах —  $0,2 \text{ м}^3/\text{ч}$ .

Подземные воды калийных и соляных месторождений, проникающая в области расположения солей, растворяют последние, вслед-

ствие чего образуются размывы, которые могут привести к разрушению стволов и других горных выработок. В связи с указанным вопрос гидроизоляции крепей калийных и соляных месторождений имеет первостепенное значение и поэтому сначала будет рассмотрен порядок и производство работ по гидроизоляции крепей этих стволов.

В двух- или трехслойных крепях (бетон — чугунные тюбинги или временный бетон — постоянный бетон — чугунные тюбинги), которыми крепят, главным образом, стволы калийных и соляных шахт, а также стволы месторождений с особо сложными гидрогеологическими условиями, бетонная крепь предназначена для восприятия горного давления, а чугунная тюбинговая крепь — для удержания гидростатического давления подземных вод. Следовательно, гидроизоляция крепей этих стволов сводится, главным образом, к гидроизоляции чугунной тюбинговой крепи.

Гидроизоляция чугунной тюбинговой крепи в стволах калийных, соляных и месторождений с особо сложными гидрогеологическими условиями. Гидроизоляция тюбинговой крепи на калийных и соляных месторождениях состоит в уплотнении: вертикальных (радиальных) швов; горизонтальных (кольцевых) швов; болтовых соединений; тампонажных отверстий; соединительных (пикотажных) швов между звеньями крепи; водоупорных венцов.

Защиту ствола от пропускания воды производят путем:

укладки и чеканки свинцовых прокладок в виде полос свинца толщиной 2 мм в вертикальных и горизонтальных швах крепи; установки и затяжки свинцовых бочкообразных шайб в узлах болтовых соединений;

установки и затяжки свинцовых плоских шайб под заплечниками тампонажных пробок;

уплотнения соединительных швов между отдельными звеньями крепи путем расклинки деревянными клиньями (соединительный пикотаж).

Защиту выработок на калийных и соляных месторождениях со стороны затюбингового пространства от размывающего действия грунтовых вод осуществляют путем установки пикотируемых деревянными клиньями водоупорных венцов (кейлькрапцев), отсекающих верхние водоносные горизонты и не допускающих проникания воды в соляную толщу.

*Инструмент, применяемый для гидроизоляции чугунной тюбинговой крепи.* Для производства чеканки проходчики должны иметь следующий инструмент, шт.:

Металлическая щетка . . . . .	2
Металлический скребок . . . . .	2
Молоток-колотушка для выправления свинцовых прокладок . . . . .	3—4
Чеканка ручная для расчеканки свинца в швах с толщиной лезвия 2 мм и шириной 60—80 мм . . . . .	8—10
Пикотажная стальная игла длиной 350—400 мм . . . . .	5—6

Пикетажное стальное клиновидное долото шириной 30,40 и 50 мм . . . . .	№ 5-6
Зубило . . . . .	2-3
Молоток металлический ручной . . . . .	2-3
Пробойник металлический для пробивки в свинцовых прокладках болтовых отверстий диаметром 36 мм . . . . .	2-3
Шлямбур . . . . .	1-2
Стамеска . . . . .	2-3
Пневматический чеканочный молоток . . . . .	4-5
Ножки — «лапы» для вытягивания пробойников . . . . .	5-6
Посадочный молоток для забивки деревянных пикетажных клиньев . . . . .	4-5
Насадка для забивки клиньев . . . . .	5-6
Бумажные копы — ветошь, кг . . . . .	10

Установка и чеканка вертикальных и горизонтальных прокладок в швах тубинговой крепи. До установки тубингов следующего кольца горизонтальная плоскость предыдущего тубинга должна быть тщательно очищена при помощи скребков, стальных щеток или ветоши.

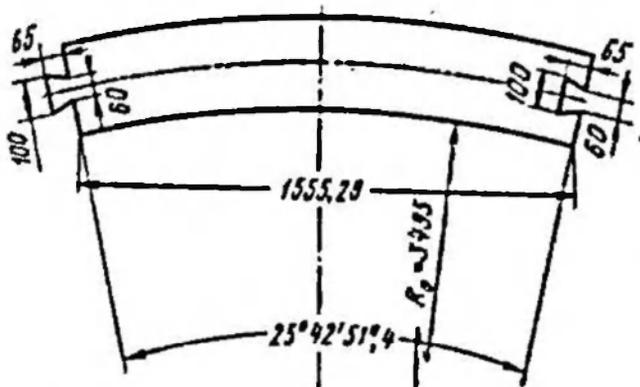


Рис. 61. Горизонтальная свинцовая прокладка для гидроизоляции швов тубинговой крепи

Перед установкой обработанные поверхности каждого тубинга должны быть тщательно очищены от прилипших частей породы, цемента, песка, грязи и пр., так как наличие мельчайших частиц препятствует плотному соприкосновению бортов с прокладками, что способствует просачиванию воды через стыки и перекосу колец.

Горизонтальные свинцовые прокладки (рис. 61) расправляют в стволе при помощи деревянных колотушек на гладко остроганной доске, после чего прокладку очищают сухой ветошью и укладывают на чистую плоскость горизонтального или вертикального борта тубинга.

В горизонтальной прокладке зубилом вырубает стык в форме «ласточкина хвоста» одновременно в двух смежных прокладках, что обеспечивает плотное прилегание зуба в гнезде. При укладке горизонтальных прокладок на тубинги нельзя допускать совпадения замков прокладок с вертикальными швами тубингов.

Перед началом чеканки свинцовые прокладки должны выступать внутрь ствола на 3—5 мм (рис. 62). Чеканке подлежат все горизонтальные и вертикальные швы по всему внутреннему контуру (по всей периферии тубингового кольца, причем чеканят в «шов» 2 мм стык между плоскостями тубингов, занятый свинцовой прокладкой. Перед чеканкой прокладок швы следует продувать сжатым воздухом для очистки их от грязи и осушения.

Способы расчеканки швов в тубинговой крепи. Как указывалось в § 25, существуют два способа чеканки свинцовых прокладок во время проходки и крепления стволов: первый способ — когда чеканку производят сразу после сболчивания и окончательной выверки каждого собранного кольца крепи, и второй способ — когда чеканку всех швов производят только после окончания крепления заходки между двумя опорными венцами или после окончания крепления всей тубинговой колонны ствола. Второй способ предпочтительнее, так как он обеспечивает лучшую плотность чеканки и хотя не предотвращает от раскрытия швов при последующих температурных колебаниях, однако при повторной неизбежной подчеканке избавляет от необходимости добавлять в швы полоски свинцовых прокладок (свинцовую «лапшу»), что приходится делать в том случае, если первоначальная чеканка производилась бы по первому способу.

Лучшая плотность чеканки по второму способу достигается вследствие того, что свинцовые прокладки в швах тубингов в звене или во всей колонне при производстве чеканки не смогут расширить шов, так как все тубинговые кольца расперты между двумя опорными венцами. При производстве же работ по первому способу такого распора нет, шов при чеканке расширяется и поэтому при последующей подчеканке (вследствие очередных температурных колебаний) в него приходится добавлять полоски свинца. При чеканке по второму способу ее производят сверху вниз.

В пределах каждого тубингового кольца сначала чеканят все вертикальные, а затем все горизонтальные швы. Край свинцовой прокладки, выставленный на 3—5 мм, расплющивают ударом молотка. Затем при помощи стальной чеканки вручную ударом молотка массой 2 кг загоняют в шов избыточную часть прокладки, выпущенную внутрь ствола, и уплотняют ее. Прокладку заглубляют в шов примерно на 8—10 мм до отказа (рис. 63). При этом сначала выполняют предварительное уплотнение с глубиной захода лезвия чеканочного инструмента на половину этой величины, а затем окончательно чеканят на полную глубину — до отказа.

Чеканку швов необходимо производить равномерными ударами. В тех случаях, когда лезвие чеканки вошло за прокладкой

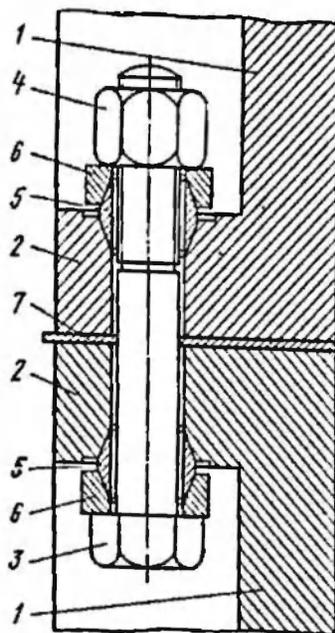


Рис. 62. Соединительный болт со свинцовыми бочкообразными шайбами:

1 — стенка тубингов; 2 — борта тубингов; 3 — головка болта; 4 — гайка; 5 — бочкообразные свинцовые шайбы; 6 — накладные стальные шайбы; 7 — свинцовая прокладка между бортами тубингов

в шов, а через последний все же наблюдается течь, необходимо подтянуть болты и в образовавшуюся кольцевую канавку зачеканить медную проволоку диаметром 1,8—2 мм. В исключительных случаях допускают добавлять в шов свинец в виде полосок («лапшу»). Добавление медной проволоки или свинцовых полосок может быть вызвано также понижением температуры в стволе вследствие сжатия тубингов в вызванного этим расширения швов. Проволоку закладывают в кольцевую канавку отрезками длиной 2—3 м.

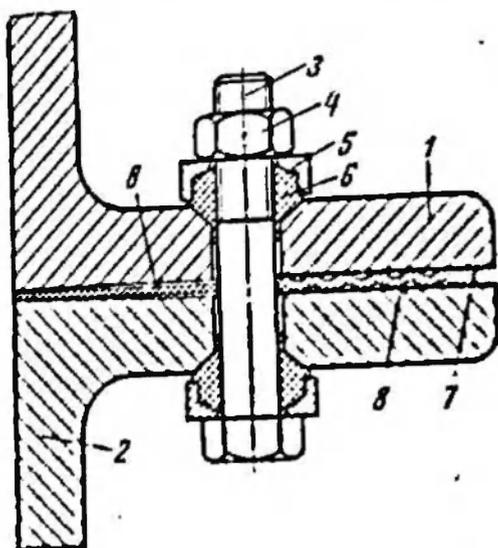


Рис. 63. Горизонтальный шов тубинговой крепи с расчеканенной в нем свинцовой уплотнительной прокладкой:

1 — верхний тубинг; 2 — нижний тубинг; 3 — болт; 4 — гайка; 5 — накладная стальная шайба; 6 — свинцовая кольцевидная прокладка; 7 — край расчеканенной свинцовой прокладки; 8 — зазоры между свинцовой прокладкой и бортами тубингов

Вертикальные свинцовые прокладки заводят одновременно с установкой тубингов: перед присоединением каждого соседнего тубинга на вертикальный борт ранее установленного тубинга ставят вертикальную свинцовую прокладку высотой 1030 мм. Верхний край прокладки на 30 мм загибают под углом 90°. Таким образом прокладка навешивается на горизонтальный борт прилегающего тубинга, прочно удерживаясь до момента окончательного ее зажатия в вертикальном стыке двух смежных тубингов. После сборки всего кольца загнутые края вертикальных прокладок легко срезают острым топором или стамеской. Так же поступают с вертикальными прокладками опорных колец. Высота вертикальных прокладок принята 430 мм при высоте опорного кольца 400 мм.

Вертикальные борты имеют на своей плоскости желобки треугольного сечения размером 2×2 мм, параллельные внутренней кромке короткого борта и находящиеся от нее на расстоянии 12 мм. После навески свинцовой прокладки последнюю приводят в неподвижное состояние путем вбивания прокладки молотком в этот желобок.

Чеканку вертикальных швов следует производить одновременно на диаметрально противоположных сторонах. Чеканку швов опорных колец производят аналогично чеканке нормальных колец.

Температура, при которой производят расчеканку и подчеканку свинцовых прокладок во время крепления ствола, оказывает большое влияние на водопроницаемость швов тубинговой крепи. Для дости-

жения более надежной водонепроницаемости швов необходимо производить расчеканку и подчеканку свинцовых прокладок в такой период времени, когда тубинговая колонна имеет наиболее низкую температуру, так как в этот период швы максимально раскрыты и последующую подчеканку второй раз в течение одного года делать не придется (в отличие от того случая, если бы расчеканку или подчеканку производили при максимально высокой температуре).

Расчеканку свинцовых прокладок в швах между тубингами во время крепления ствола можно производить как после окончания возведения крепи между двумя опорными венцами, так и после окончания крепления всей тубинговой колонны ствола в зоне замораживания, ибо в обоих случаях в это время будет наиболее низкая температура, при которой возможна расчеканка.

*Уплотнение болтовых отверстий.* Гидроизоляция болтовых отверстий состоит в уплотнении их свинцовыми бочкообразными шайбами 5, устанавливаемыми в болтовых соединениях под головкой 3 и гайкой 4 (см. рис. 62).

Как уже было сказано при затяжке болтов свинцовые шайбы, прижимаемые накладными стальными шайбами 6, должны быть расплющены до текучего состояния, вследствие чего происходит заполнение всех зазоров и полная герметизация источников проникновения воды в ствол в узлах болтовых соединений (см. рис. 63).

Перед установкой болтов раззенкованные и цекованные поверхности бортов, а также выточки у отверстий должны быть тщательно очищены от грязи металлическими щетками и вытерты насухо тряпками или ветошью. Болты следует затягивать настолько, чтобы свинец выдавливался наружу из-под стальной шайбы, но не сжимая последнюю до состояния «металл к металлу».

В случае недостаточности уплотнения, проворачивания болта или срыва его резьбы свинцовую шайбу необходимо извлечь из болтового отверстия и заменить новой либо шайбой большего размера. Если в смене шайбы нет необходимости, под гайку и голову болта следует добавить по половине свинцовой шайбы.

Свинец, выдавленный при затяжке болтов из-под стальных накладных шайб, а также заменяемые свинцовые шайбы должны быть сняты и сохранены для сдачи в конце смены на склад объекта.

В исключительных случаях при невозможности устранить течь через болтовое отверстие допускают установку пустотелого болта, имеющего отверстие против шва между двумя тубингами. Через этот болт нагнетают чистый цементный раствор, заполняющий неплотности в болтовом соединении.

Для временного (монтажного) сболчивания, во избежание порчи шайб, применяют болты без свинцовых шайб. Последние ставят при окончательном сболчивании путем замены временных болтов комплектами болтов с надетыми на них свинцовыми бочкообразными шайбами.

**Уплотнение тампонажных отверстий.** Гидроизоляция отверстий для тампонажа заключается в уплотнении их свинцовой кольцевой плоской шайбой толщиной 2 мм. Свинцовую прокладку для предупреждения порчи прижимают сверху плоской стальной шайбой, укладываемой под заплечиками тампонажной пробки.

Резьба в отверстиях для тампонажа перед установкой пробки должна быть очищена от раствора, грязи обтирочными концами.

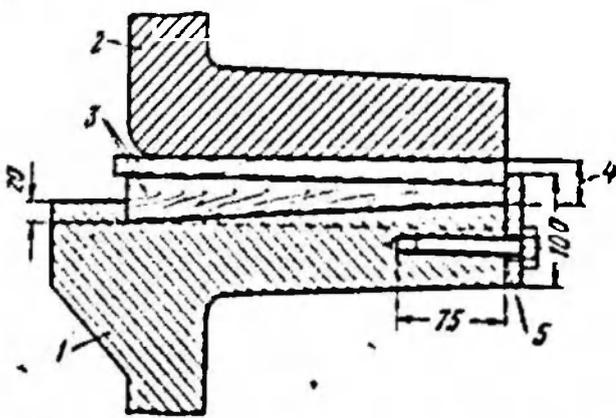


Рис. 64. Пикотаж соединительного шва

Поверхность тубинга у отверстия очищают стальными щетками и протирают насухо тряпками. Чугунные тампонажные пробки перед установкой очищают от грязи и пыли щетками, тряпками и пр. На поверхности, перед спуском тубингов в ствол, на тампонажные пробки должны быть надеты свинцовые и стальные уплотнительные шайбы.

При установке тубингов все отверстия для тампонажа должны быть закрыты пробками.

**Пикотаж соединительных швов.** При креплении снизу вверх нижнее звено крепи подходит к верхнему опорному венцу, у которого снизу подвешено верхнее пикотажное кольцо.

Замыкание заходки производят так, чтобы на стыке каждой двух смежных звеньев крепи образовался горизонтальный пикотажный шов, ширину которого назначают заблаговременно, согласно маркшейдерскому расчету в пределах 25—30 мм.

После выверки установленного последним в нижней заходке нижнего пикотажного кольца (с «каблучком») приступают к пикотажу соединительного шва (рис. 64). Для этого в кольцевой зазор между нижним 1 и верхним 2 пикотажными кольцами закладывают футеровочные дощечки из мягкого сухого дерева (сосна, осина), а между ними в горизонтальной плоскости вбивают дубовые клинья 3, начиная с плоских, и дальше, по мере уплотнения древесины, переходят на иглообразные и шпильки. Если клинья заходят в щели без усилия, возможна забивка их без наголовника (насадки). В противном случае необходимо применить металлический наголовник, предупреждающий размачивание клина.

Соединительный пикотаж необходимо производить настолько плотно и прочно, чтобы он обеспечил абсолютную водонепроницаемость крепи при максимальном гидростатическом давлении, возможном в стволе шахты. При этом древесина должна приобрести такую плотность, при которой стальная игла при сильном ударе кувалды будет отскакивать.

После выполнения пикотажа соединительный шов 4 по всей окружности кольца закрывают металлическими планками 5, предупреждающими возможное выдавливание клиньев из шва под давлением воды. По окончании соединительного пикотажа затопленное пространство в месте пикотажного шва заполняют цементным раствором под давлением через тампонажные отверстия в нижнем пикотажном кольце. Пикотаж каждого соединительного шва необходимо выполнять полностью и своевременно — в момент замыкания двух смежных заходок. Запрещается закладывать в соединительные швы футеровочные доски без уплотнения в расчете на то, что уплотнение будет произведено позже — при удобном случае. На рис. 65 показано расположение клиньев в пикотажном шве, узлы пикотажного шва, тип клиньев, их форма и размеры.

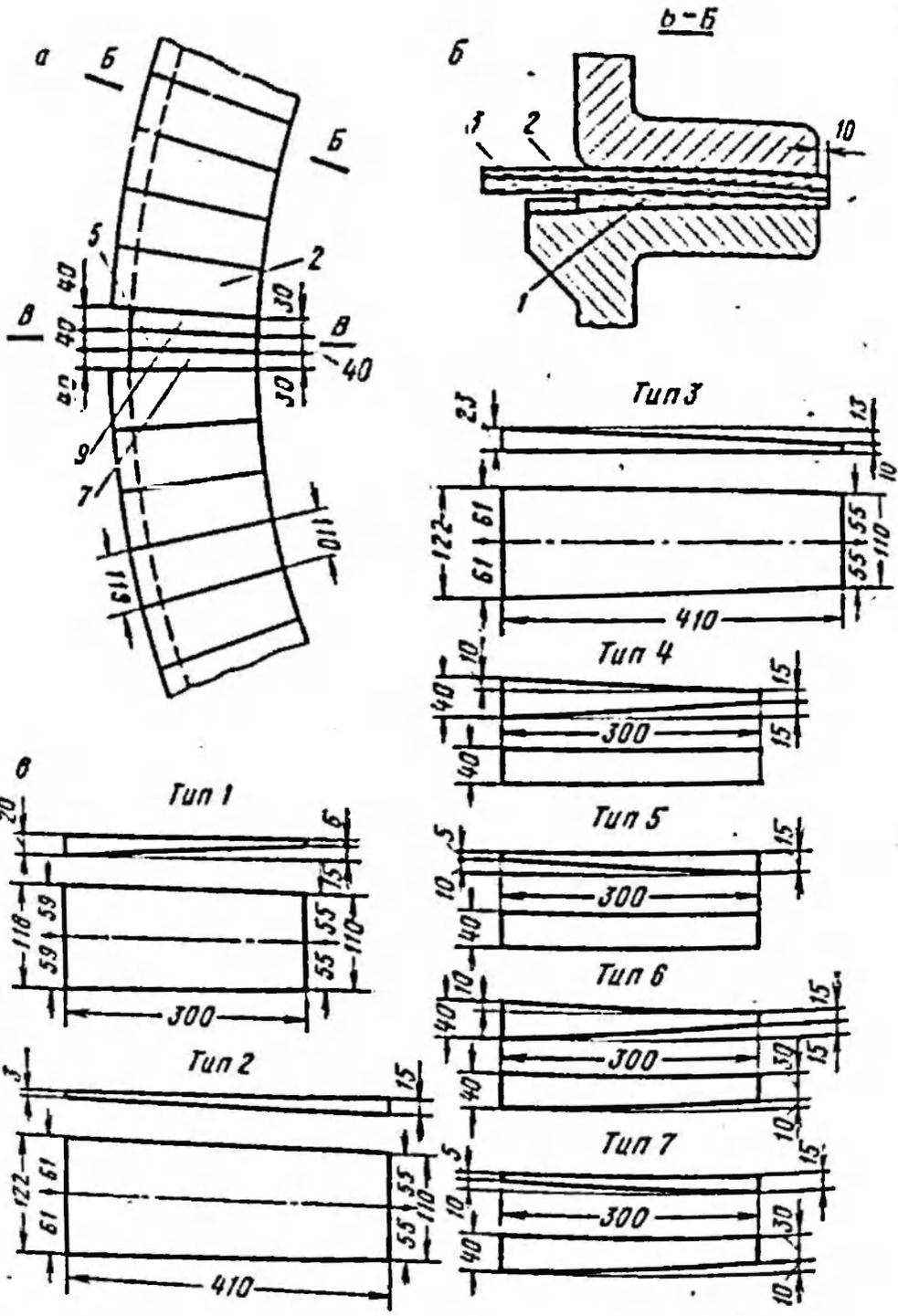
*Пикотаж водоупорных венцов.* После окончательной проверки собранного и сболченного водоупорного кольца приступают к расклинке и пикотажу пространства между сегментами и породной стенкой ствола, а также радиальных стыков между отдельными сегментами в расширенных хвостовых частях кольца.

Пикотаж зазора между водоупорным кольцом и породной стенкой применяют для изоляции пород, расположенных ниже опорного кольца, от вышележащих водоносных горизонтов. Запикотированное водоупорное кольцо носит название водоупорного венца. Перед установкой водоупорного венца производят разделку кольцевого зазора шириной 80—100 мм и высотой 400 мм для забивки деревянных клиньев. Пикотаж начинают с заполнения кольцевого зазора между породой и опорным кольцом футеровочными дощечками из сухой бессучковой сосны.

Футеровочные дощечки забивают в два ряда: один — по стороне породной стенки, второй — по внешней стороне водоупорного чугунного кольца. Футеровочные дощечки забивают как можно плотнее одну к другой как в торцах, так и по плоским сторонам. Футеровочные дощечки располагают в кольцевом зазоре таким образом, чтобы швы одного ряда перекрывались дощечками другого ряда (см. рис. 49).

Пикотаж начинают с загонки плоских клиньев, для чего при помощи стального клина-пробойника раздвигают доски и в это место забивают пикотажный деревянный клин небольшого размера. По мере уплотнения размер клиньев уменьшают, переходя от плоских клиньев к иглообразным и, наконец, к шпилькам. Для забивки клиньев применяют различного вида пробойники, формы и размеры которых должны соответствовать клиням. Пробойниками предварительно пробивают гнездо. При этом древесина при уплотнении сильно зажимает пробойники (стальные клинья и иглы) и для их вытаскивания необходимо применять специальные инструменты (металлические лапы, вилки и другие приспособления). Длинные плоские, квадратные и иглообразные клинья должны быть введены в древесину, заполняющую кольцевой зазор, воз-

можно глубже, чтобы уплотнение происходило по возможности по всей высоте кольца. Если длинные клинья в силу возрастающей плотности древесины трудно продвигаются вглубь либо встречая отказ и обламываются даже при правильных ударах молотком, применяют посадочные молотки. В этом случае клин молотком своей длинной забивают обычным молотком, а затем на часть клина наставляют рифленой поверхностью посадочный молоток и ударами по нему клин загоняют глубже.



При полном отказе клиньев от внедрения в древесину вколачивают более короткие клинья и забивают их до тех пор, пока они не начнут обламываться.

Образующиеся от ударов размочаленные концы клиньев, а также все концы клиньев, выступающие выше опорного кольца, срезают горизонтально и гладко острым топором или стамеской таким образом, чтобы пикотируемая поверхность стала равной.

Заполнение и пикотаж радиальных стыковых щелей между отдельными сегментами в расширенных хвостовых частях, открытых с задней стороны, производят с верхней стороны (на горизонтальной плоскости борта) теми же способами, при помощи дощечек и клиньев, но после окончания пикотажа кольцевого зазора.

Стальные шпильки, находящиеся в отверстиях «ушей», на время расклинки и пикотажа выбивают и вновь вставляют после окончания пикотажа. «Уши» — это приливы па тубингах с круглыми отверстиями, за которые их подхватывают и устанавливают во время монтажа.

Пикотаж опорного венца производят до предельно возможной плотности, когда остро отточенная стальная игла перестает входить в дерево и отскакивает при сильном ударе кувалды массой 8 кг. Чтобы не развивались большие горизонтальные силы при забивке футеровочных дощечек и клиньев, способные сдвинуть отдельные сегменты или все кольцо по отношению к центру либо вызвать эллиптичность кольца, работы по пикотажу следует вы-

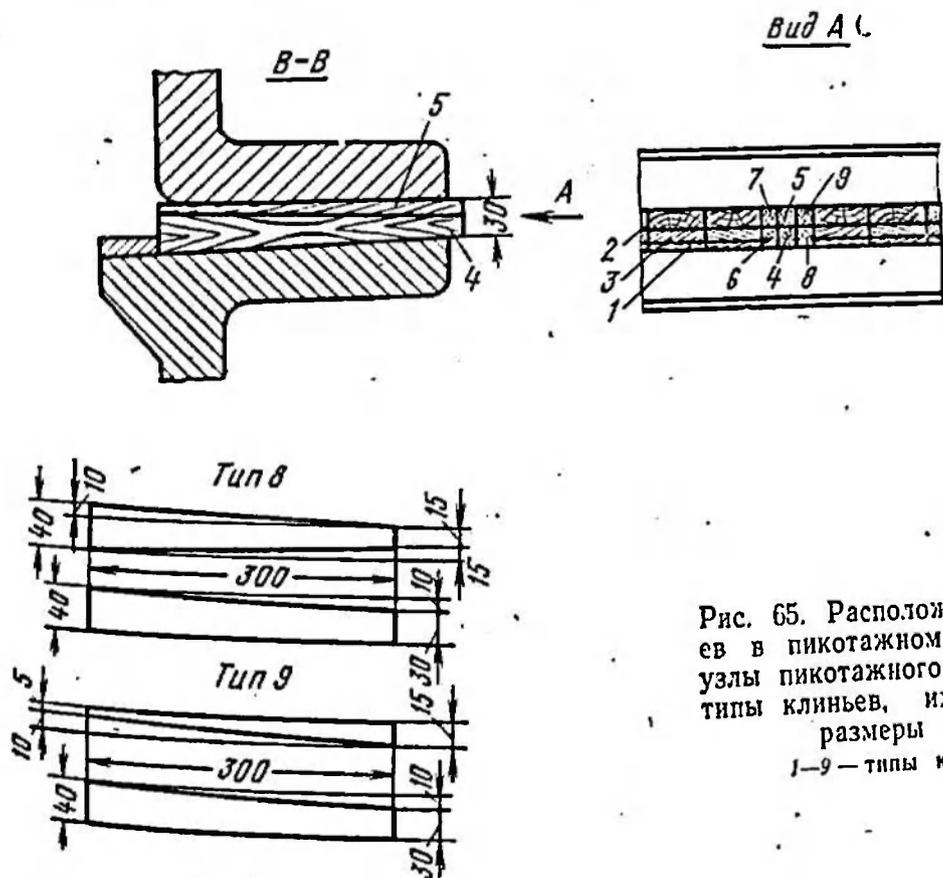


Рис. 65. Расположение клиньев в пикотажном шве (а), узлы пикотажного шва (б), типы клиньев, их форма и размеры (в):  
1—9 — типы клиньев

полнять одновременно несколькими группами проходчиков, разъемных попарно с двух диаметрально противоположных сторон. Проходчики, выполняющие пикотаж, должны передвигаться по кругу один за другим по часовой стрелке, обрабатывая каждый всю пикотажную поверхность, что способствует равномерному уплотнению кольцевого зазора по всей окружности.

После оттаивания горных пород в местах течи подземных вод производят повторную гидроизоляцию всей тубинговой крепи ствола, которая заключается в дополнительной подчеканке соединительных прокладок в горизонтальных и вертикальных швах, подтяжке, а если требуется и замене тубинговых болтов и соединительных шайб в болтовых соединениях, дополнительном пикотаже деревянными клиньями соединительных швов и водонепроницаемости венцов.

Кроме повторной гидроизоляции тубинговой крепи производят тампонаж закрепного пространства по всей длине тубинговой колонны, целью которого является заполнение пустот в закрепном пространстве, разобщение водоносных горизонтов друг от друга, т. е. улучшение герметичности крепи и предотвращение оседаний пород.

Тампонаж закрепного пространства после проходки и возведения крепи в стволе называется последующим (см. главу IX).

Гидроизоляция чугунной тубинговой крепи в стволах угольных и рудных месторождений. Гидроизоляция тубинговой крепи в стволах угольных и рудных месторождений состоит в уплотнении следующих ее элементов: вертикальных (радиальных) швов; горизонтальных (кольцевых) швов; болтовых соединений; тампонажных отверстий; соединительных (пикотажных) швов между звеньями крепи.

Защиту ствола от проникания воды осуществляют:

- укладкой и чеканкой свинцовой проволоки, имеющей в сечении форму эллипса, в вертикальные и горизонтальные швы;
- установкой и затяжкой уплотнительных сферических металлоасбобитумных шайб в узлах болтовых соединений;
- установкой и затяжкой свинцовых или асбобитумных плоских шайб под заплечики тампонажных пробок;
- уплотнении соединительных швов между отдельными звеньями крепи путем расклинки деревянными клиньями (соединительный пикотаж) или заделки шва цементным тестом.

Гидроизоляция швов тубинговой крепи. Гидроизоляцию швов тубинговой крепи 1 (рис. 66) производят свинцовым шнуром 2 путем укладки его и последующего уплотнения (зачеканки) чекалочным молотком 3 в образующихся на стыке тубингов канавках 4 и дальнейшей зачеканки остальной части канавки водонепроницаемым расширяющимся цементом (ВРЦ).

Гидроизоляцию швов тубинговой крепи производят в две стадии: первичная — до оттаивания замороженных пород, вторичная — только после полного оттаивания замороженных пород

Гидроизоляция болтовых отверстий. Гидроизоляция болтовых отверстий сферическими металлоасбобитумными шайбами (рис. 67) заключается в заполнении околоболтового зазора асбобитумной мастикой 1, уплотняемой вдавливанием ее в зазор при затяжке болтового комплекта за счет выпрямления металлических сферических оболочек 2 со стороны головки 3 и гайки 4 болта.

На рис. 68 показана законченная в тубинговой крепи гидроизоляция болтового соединения металлической и асбобитумной сферическими шайбами.

Гидроизоляция тампонажных отверстий. Гидроизоляция отверстий для тампонажа заключается в уплотнении их свинцовой или асбобитумной кольцевой плоской шайбой толщиной 2 мм.

Уплотнение соединительного шва. Замыкание заходки производят так, чтобы на стыке каждой двух смежных звеньев крепи

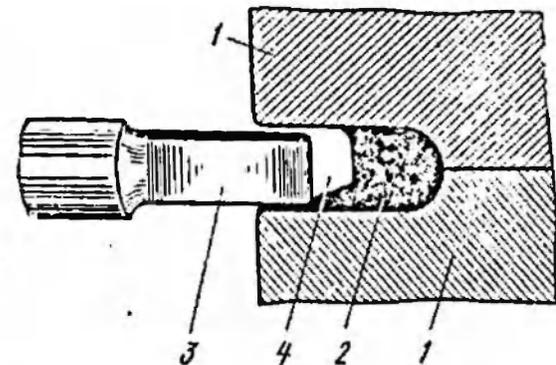


Рис. 66. Гидроизоляция швов тубинговой крепи угольных и рудных стволов

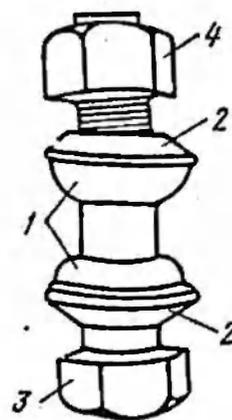


Рис. 67. Болтовое соединение с металлической и асбобитумной сферическими шайбами

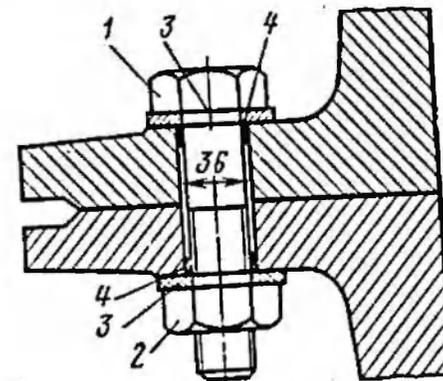


Рис. 68. Законченная в тубинговой крепи гидроизоляция болтового соединения металлической и асбобитумной сферическими шайбами:

1 — болт; 2 — затянутая гайка; 3 — выпрямленная гайкой металлическая сферическая оболочка; 4 — асбобитумная мастика, залившая болтовое отверстие

образовался горизонтальный пикотажный шов высотой 25—40 мм.

До пикотажных работ болтовые отверстия в бортах образующих пикотажный шов, заделывают металлической замазкой — дрязгой. Перед набивкой замазки производят просмотр состояния

болтовых отверстий — ржавчину и грязь удаляют. Замазку забивают в болтовые отверстия и уплотняют пневмомолотком со специальным чеканом цилиндрической формы по размеру отверстий. Пикотаж соединительного шва производят деревянными досками и клиньями таким же образом, как это делается в стволах жалюзиных и соляных шахт.

## § 27. Проходка сопряжений стволов способом замораживания горных пород

Для проходки сопряжений стволов с околоствольными дворами в неустойчивых водоносных породах чаще других применяют способ искусственного замораживания пород. Обычно сопряжения стволов с околоствольными дворами проходятся на 10—15 м в сторону от оси ствола.

Замораживание пород сопряжений производят либо при помощи вертикальных скважин 1, 2, 3, 4, пробуренных с поверхности (рис. 69), либо при помощи горизонтальных или наклонных скважин, пробуренных из ствола. Вертикальные скважины располагают по контуру сопряжения на расстоянии 0,5—1 м от породных стенок и на расстоянии 1—1,5 м друг от друга. Если, кроме того, в кровле или почве выработки имеются водоносные породы, то скважины бурят также по всей площади, околуренной внешними скважинами. Горизонтальные или наклонные скважины в зависимости от залегания неустойчивых пород могут быть расположены над сводом выработки, под обратным сводом, внутри сопряжения или околуривать сопряжение с трех или четырех сторон.

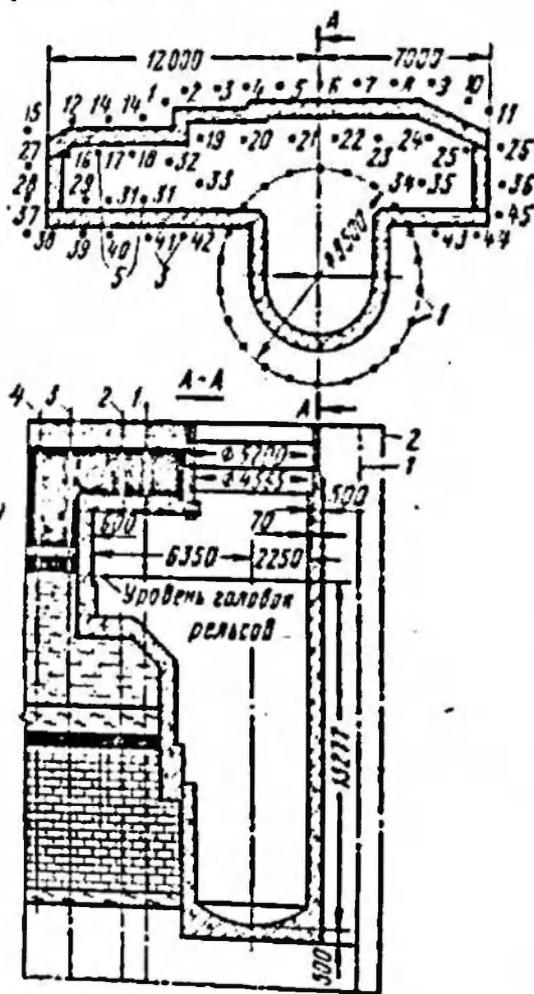


Рис. 69. Расположение вертикальных скважин при проходке сопряжения ствола

Замораживание пород производят от той же замораживающей станции, которая замораживала породы вертикального ствола.

Проходку выработок околоствольного двора начинают по истечении проектного срока активного замораживания пород. Проходческие работы в каждой из ветвей околоствольного двора на-

чиняют с разборки и удаления временной бетонной перемычки забоя выработки, которая была возведена для предотвращения прорыва неустойчивых водоносных пород на период бурения через нее замораживающих скважин и проведения активного замораживания пород. Перемычку разбивают отбойными молотками либо, если это позволяют горно-геологические условия, при помощи буровзрывных работ. Далее начинают выемку породы. Разработку пород в забоях в зависимости от крепости пород производят отбойными молотками или при помощи буровзрывных работ. Отбитую породу из забоя сопряжения к стволу транспортируют в бадьях, установленных на тележках, которые отвозят их к стволу, или при помощи передвижного ленточного конвейера, который непосредственно грузит породу в бадьи.

Сопряжения проходят одним забоем в одно крыло или двумя забоями в два крыла сопряжения. По мере проходки замораживающие колонки, отключенные ранее от рассольной сети, укорачивают с тем, чтобы они не мешали выемке породы и возведению крепи.

В первую очередь производят выемку породы и установку временной крепи в верхней части выработки данной ветви околоствольного двора. Далее на этом участке укладывают бетон в пяты свода, а затем — в своды сопряжений. В последнюю очередь укладывают бетон обратного свода. Для удобства выполнения указанных работ сопряжение разбивают на соответствующие фазы и заходки. Ниже в качестве примера приведен порядок и производство работ по фазам при сооружении сопряжения на участке двухпутной выработки (рис. 70).

**Фаза I.** После разборки временной бетонной перемычки проходят передовую выработку узким сечением (ширина вверху 2,5 м, а внизу 3 м, высота 2,75 м) на длину 1,75 м (рис. 70, I). В последующем размеры передовой выработки по ширине не изменяются, а высота ее будет уменьшаться до 2,27 м. Одновременно с проходкой передовой выработки устанавливают неполные крепежные рамы с затяжкой кровли досками или обаполами.

**Фаза II.** После проходки выработки на длину 3,67 м ее расширяют до размеров, указанных на рис. 70, II. Для этой цели под верхняки 1 крепежных рам подводят прогоны 2, поддерживаемые стойками 3 и распорками 4, с последующим удалением стоек крепежных рам. Далее расширяют сечение выработки вправо и влево на участке длиной 2,87 м. По мере удаления породы устанавливают прогоны со стойками, распорками и затяжками. Часть передовой выработки длиной 0,8 м, пройденную узким сечением, не расширяют, и она служит для удобства бетонирования замка свода с торца. Для откатки породы бадьями устраивают специальную траншею 5, по дну которой прокладывают временный путь.

**Фаза III.** Под защитой временной крепи выставляют кружала, которые опирают на коротыши 6 и прибивают часть досок

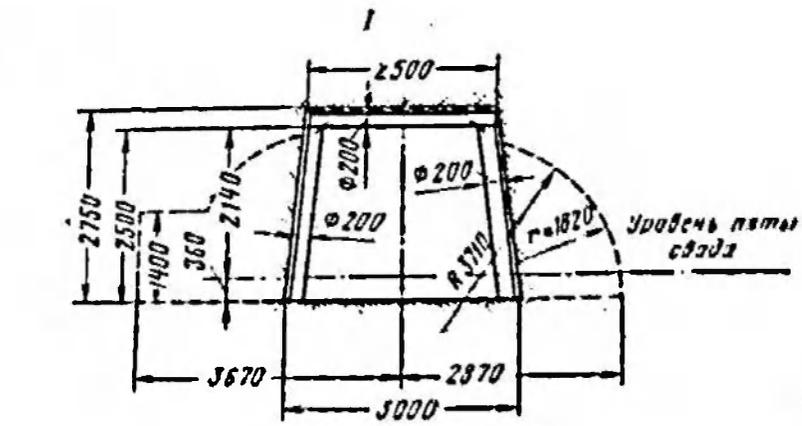
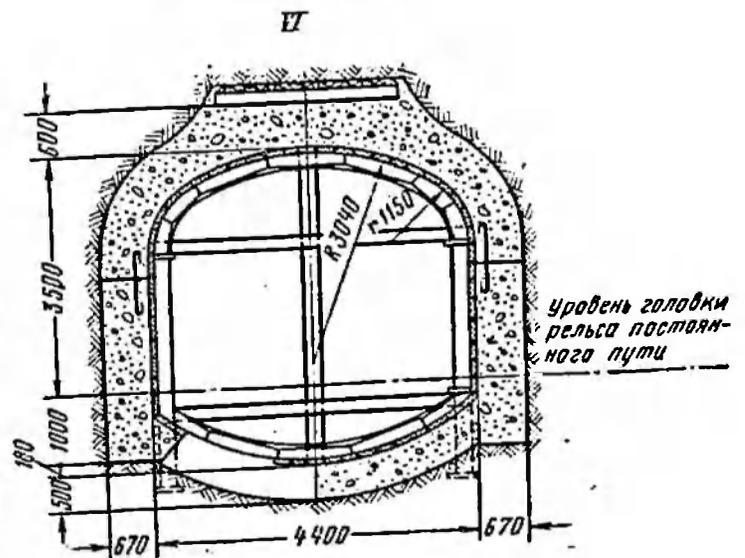
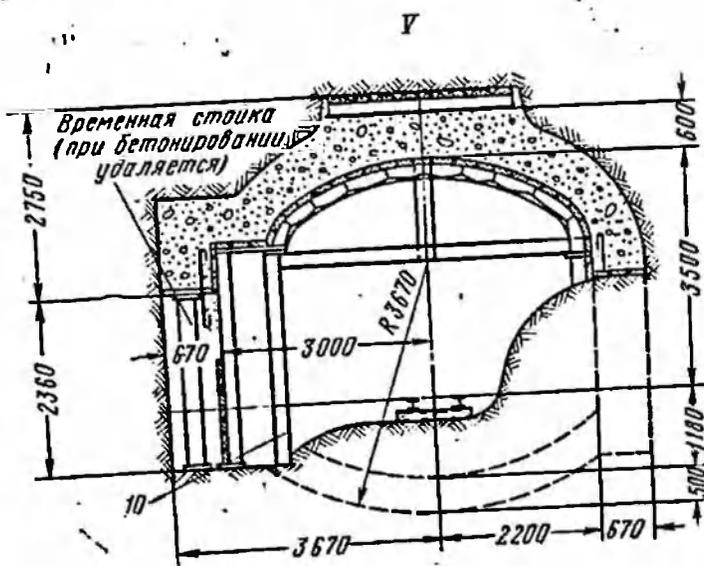
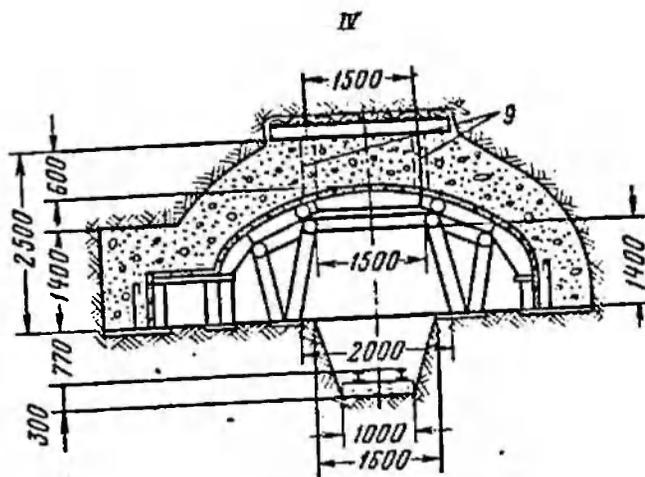
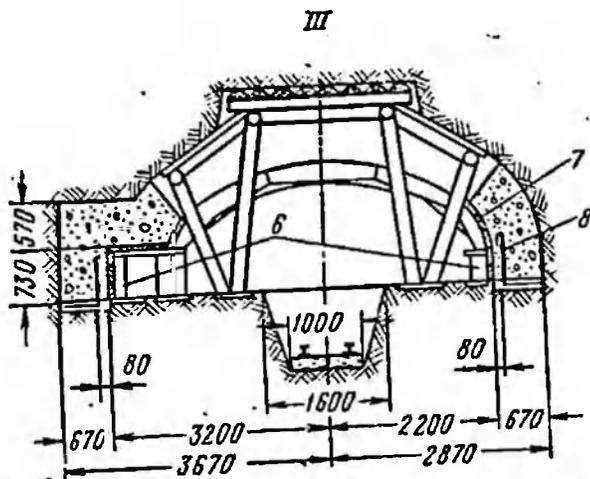
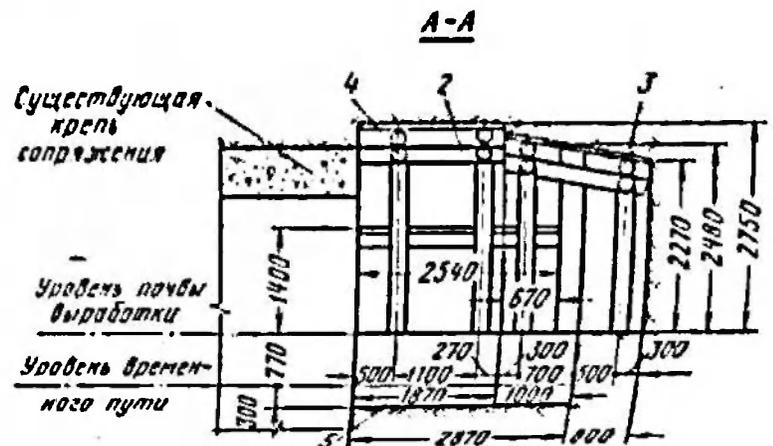
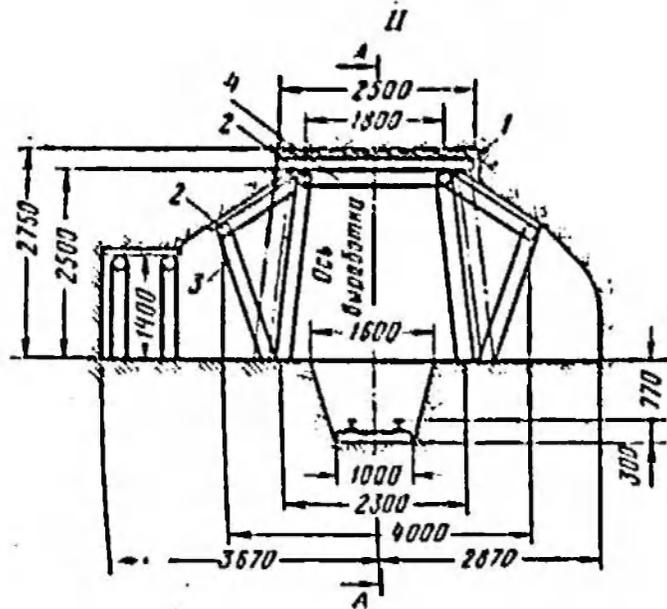


Рис. 70. Фазы сооружения сопряжения на участке двухпутной выработки



опалубки 7 вблизи пяты свода. Далее устанавливают арматуру 8, необходимую для усиления бетонной крепи в стыках между сводами и стенками. Вслед за этим укладывают бетон за опалубку и тщательно уплотняют его при помощи вибраторов (рис. 70, III).

По мере укладки бетона прогоны, стойки, распорки и затяжки временной крепи удаляют. Затем кружала распирают кругляками и подхватывают прогонами со стойками.

**Фаза IV.** По мере бетонирования временную крепь удаляют, за исключением верхняка неполной крепежной рамы, которая остается выше замка свода и поддерживается временными копытными 9 (их удаляют при бетонировании свода) (рис. 70, IV). Замок свода бетонруют с торца, со стороны забоя передовой выработки, пройденной ранее на длину 0,8 м. По окончании бетонирования замка свода со стороны забоя устанавливают доску (вплотную к бетону) и распорки (между досками и породным забоем передовой выработки).

**Фаза V.** Производят выемку породы под вертикальные стены выработки, устанавливают опалубку и бетонуют стенки. При этом выемку породы и укладку бетона в вертикальные стенки выработки нельзя производить одновременно в левой и правой сторонах выработки одной и той же заходки (рис. 70, V).

Таким образом, если в одной из заходов на левой стороне стенки вынимают породу и укладывают бетон, то в другой заходке (через две или одну заходку от вышеуказанной) можно одновременно выполнять то же самое, но на противоположной, т. е. правой стороне стенки. Такая организация работ необходима для создания большей устойчивости уже возведенного верхнего бетонного свода и всей выработки сопряжения.

**Фаза VI.** После выемки породы для устройства обратного свода устанавливают кружала опалубки, которые прибивают к стойкам. Затем прибивают часть досок опалубки вблизи оси выработки и производят укладку бетона обратного свода. По мере бетонирования доски опалубки наращивают в направлении к стенкам выработки, а ту часть стойки 10, которая должна будет находиться в пределах бетона, обкладывают клиньями для возможности ее извлечения после бетонирования стен и обратного свода (см. рис. 70, V). По окончании бетонирования кружала раскрепляют стойками (рис. 70, VI). Элементы временной крепи, а также распорки опалубки скрепляют между собой строительными скобами.

## § 28. Проходка наклонных стволов способом замораживания горных пород

Замораживание пород 1 наклонного ствола 2 (рис. 71) производят либо при помощи вертикальных скважин 3, пробуренных с поверхности, либо при помощи наклонных скважин, тоже буримых с поверхности или из ствола, если устье ствола уже пройдено.

Технико-экономическими подсчетами установлено, что вертикальные замораживающие скважины целесообразны до глубины 100 м. При глубине наклонного ствола (по вертикали) более 100 м предпочтительнее применять наклонные скважины. Вертикальные скважины 4 располагают по всему контуру ствола на расстояниях 0,5—1,0 м от породных стенок и 1,0—1,5 м

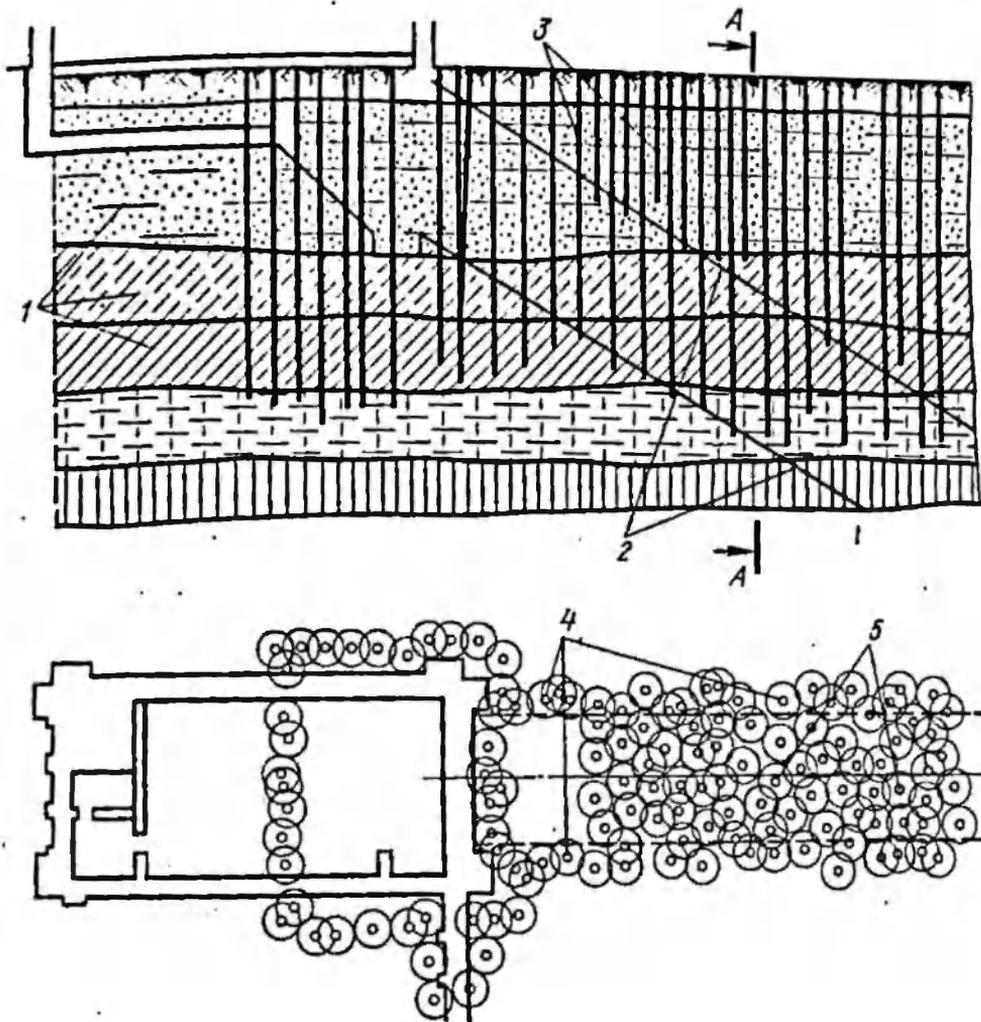


Рис. 71. Замораживание пород наклонного ствола

друг от друга. Кроме того, при наличии водоносных пород в кровле или почве выработки скважины 5 пробуривают по всей площади, околуренной внешними скважинами. Расстояние между внутренними скважинами 1,5—2,0 м.

Наклонные скважины в зависимости от гидрогеологических условий в месте закладки ствола можно располагать в одном, двух или нескольких рядах.

Если неустойчивые породы залегают только вблизи кровли выработки, наклонные скважины располагают над сводом выработки и частично в пределах ее верхней части. Основные скважины сле-

дует располагать над выработкой таким образом, чтобы был создан свод из замороженных пород.

Кривая расположения устьев скважин обычно должна быть параллельна кривой крепи свода выработки. Это условие необходимо соблюдать для избежания подработки ледопородного свода при проходке выработки. Расстояние от линии контура свода выработки в проходке до линии расположения скважин обычно принимается равным 0,8—1,2 м.

При необходимости защиты проходимой выработки от неустойчивых пород, залегающих в ее почве, наклонные скважины располагают ниже обратного свода выработки и частично в пределах ее нижней части.

Расстояние от контура обратного свода выработки до линии расположения устьев скважин принимают таким же, как и при расположении скважин над сводом выработки. При этом линии контуров обратного свода и расположения устьев скважин должны быть параллельны.

Если неустойчивые породы залегают в кровле, почве и посередине ствола, то замораживание пород следует осуществлять через скважины, расположенные над сводом выработки, под обратным сводом и вдоль боковых стенок.

Конструкции наклонных скважин могут быть двух типов:

I тип — для бурения скважин по неустойчивым породам применяют трубы, которые затем оставляют в скважине и используют в качестве замораживающей колонны;

II тип — скважину пробуривают по устойчивым породам при помощи обычных штанг, по окончании бурения скважины в ней монтируют замораживающую трубу.

Конечный диаметр наклонных скважин принимают обычно равным 100—115 мм, т. е. почти вдвое меньше вертикальных. Это объясняется тем, что при бурении скважин из ствола размеры его поперечного сечения не позволяют устанавливать мощные станки. В качестве замораживающих колонн применяют обсадные трубы размером 89×4 мм с ниппельными соединениями. Необходимость применения таких труб объясняется тем, что наружная поверхность колонны на всем протяжении должна быть одного диаметра, чтобы была обеспечена возможность пропуска их через шлюзовое устройство, используемое при бурении скважин в напорных неустойчивых породах. В устойчивых породах можно применять трубы без ниппелей.

Замораживание пород наклонного ствола производят, как и при проходке вертикальных стволов способом замораживания, от специально смонтированной замораживающей станции. Проходческие работы ведут аналогично тем же работам при проходке сопряженных стволов способом замораживания пород. Разработку пород в забоях в зависимости от крепости пород производят отбойными молотками либо при помощи буровзрывных работ.

которые надо вести со специальными мерами предосторожности в соответствии с указаниями, приведенными в главе VIII.

Для погрузки породы при проведении наклонных стволов применяют погрузочные машины, созданные для работы в наклонных горных выработках или переоборудованные для проведения наклонных выработок, приспособления для погрузки породы в наклонных горных выработках с использованием грейферов, грейферные грузчики, механизмы, облегчающие погрузку породы ручным способом.

При отбойке породы буровзрывным способом для погрузки породы используют специальные погрузочные машины ПНБ-5 и ППН-7, предназначенные для погрузки угля и породы в наклонных горных выработках сечением 4,5—10 м<sup>2</sup> с углом наклона не более 25°.

Транспортирование породы из забоя производят в вагонетках, а при небольших углах наклона стволов (до 18°) — при помощи ленточных конвейеров РТУ-30 или КЛ-150.

### Контрольные вопросы

1. В каких гидрогеологических условиях применяют проходку стволов шахт способом искусственного замораживания пород?
2. В чем заключается сущность сооружения стволов способом искусственного замораживания горных пород?
3. Расскажите о схеме работы замораживающей станции.
4. Как бурят замораживающие скважины?
5. Что называется активным и пассивным замораживанием горных пород?
6. Какие способы контроля за процессом замораживания Вы знаете?
7. Расскажите кратко, как производят оттаивание замороженных пород, извлечение замораживающих труб и погашение скважин.
8. Какими способами разрабатывают замороженные породы в забоях стволов? Какого порядка выемки породы следует придерживаться?
9. Как необходимо выполнять выемку породы в стволах соляных и калийных шахт?
10. Какие пневмогрузчики применяют для погрузки породы при проходке стволов способом замораживания?
11. Расскажите об организации работ в забое при погрузке породы грейферным грузчиком легкого типа с ручным вожделением по забою и управлением непосредственно из забоя (пневмогрузчик КС-3).
12. Какие операции должен производить рабочий-проходчик при управлении водилом пневмогрузчика КС-3?
13. Перечислите факторы, оказывающие влияние на производительность как одного грузчика, так и всех грузчиков в забое.
14. Какие виды временных крепей Вы знаете?
15. Из каких частей состоит временная подвесная крепь из швеллерных металлических колец? Как возводят эту крепь в стволе?
16. В каких условиях возводят постоянную крепь вертикальных стволов, проходимых способом замораживания, и какими качествами в связи с этим она должна обладать по сравнению с теми же крепями в стволах, сооружаемых обычным способом?
17. Назовите постоянные крепи, которые применяют при сооружении стволов, проходимых способом замораживания.
18. Из каких звеньев и типов колец состоит чугунная тубинговая крепь? Какие виды тубингов входят в состав тубинговой колонны?
19. Расскажите об общем порядке возведения чугунной тубинговой крепи в стволе.

20. Как производится установка первого тюбингового кольца опорных и водоупорных колец?
21. Как возводят крепь в последующей части звена в заходке и сблачивают тюбинги?
22. Какими способами проверяют кольца в процессе монтажа крепи на центренность и горизонтальность и что надо сделать для выправления отклонений колец тюбинговой крепи?
23. Назовите типы подвесных полков, с которых производят возведение постоянной крепи стволов. Коротко охарактеризуйте их конструкции.
24. Каким основным требованиям должна отвечать постоянная бетонная крепь, возводимая в стволах, проходимых способом замораживания?
25. Расскажите, как производится бетонирование затюбингового пространства.
26. В каких случаях при возведении бетонной крепи в зоне замороженных пород можно применять створчатую и секционную передвижные металлические опалубки?
27. Как устроены и работают створчатые и секционные опалубки?
28. Почему к стволам калийных и соляных месторождений предъявляют повышенные требования к гидроизоляции крепи?
29. Как производят установку и чеканку вертикальных и горизонтальных свищовых прокладок в швах чугунной тюбинговой крепи?
30. Расскажите об уплотнении болтовых и тампонажных отверстий чугунной тюбинговой крепи калийных и соляных стволов.
31. Какими материалами и как делается пикотаж соединительных швов и водоупорных венцов чугунной тюбинговой крепи?
32. Как гидроизолируют швы и болтовые соединения чугунной тюбинговой крепи в стволах угольных и рудных месторождений?
33. Расскажите, как проходят и возводят крепь сопряжений стволов замороженных горных породах.
34. При помощи каких скважин можно замораживать породы наклонных стволов?

## ПРОХОДКА СТВОЛОВ СПОСОБОМ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО ТАМПОНАЖА ГОРНЫХ ПОРОД

### § 29. Общие сведения о проходке стволов способом предварительного тампонажа пород

Сущность способа предварительного тампонажа горных пород заключается в том, что через пробуренные в породах и специально оборудованные скважины нагнетают под давлением тампонажный раствор, способный вытеснить из водо- и газопроводящих трещин и пустот в породах воду и газы, заполнять их и затвердевать, образуя вокруг ствола водонепроницаемую оболочку. Под защитой этой оболочки ствол проходят обычным способом без доступа воды в забой.

Предварительный тампонаж горных пород применяют в скальных трещиноватых породах, а также в гравелистых породах с крупностью зерен более 2 мм, чистых от песчано-глинистых примесей, при притоке воды в забой более 8 м<sup>3</sup>/ч.

В зависимости от вида раствора применяют следующие способы тампонажа:

цементацию, при которой вяжущим компонентом раствора, заполняющего трещины пород, является цемент;

глинизацию, при которой в качестве основного материала для тампонажа применяют растворы из суглинков, глины и др.;

битумизацию, при которой тампонируют породы расплавленным битумом;

силикатизацию, при которой тампонируют породы жидким стеклом.

Наиболее распространенным способом тампонажа является цементация. Цементацию можно проводить одним из следующих способов:

с земной поверхности всего водоносного участка пород, подлежащих тампонированию (рис. 72, а);

из забоя ствола с одного горизонта (рис. 72, б);

из забоя ствола с различных горизонтов отдельными участками (рис. 72, в);

совмещенным.

Выбор того или иного способа тампонажа зависит от гидрогеологических условий и технико-экономических расчетов.

При производстве тампонажных работ с поверхности забоя ствола с одного горизонта тампонажный раствор нагнетают:

одновременно на всю глубину скважины, пробуренной до заданной проектной отметки; последовательно на отдельных участках скважины.

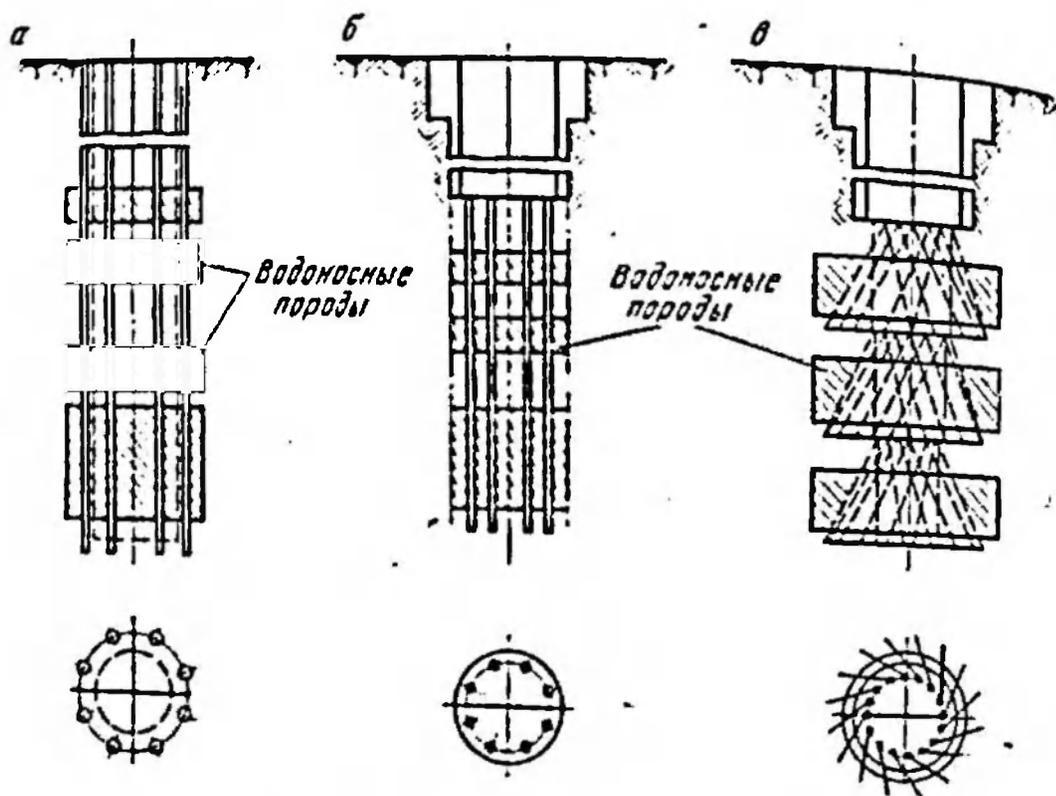


Рис. 72. Способы проведения тампонажа пород

Тампонаж по участкам скважины можно производить сверху вниз (нисходящими зонами) или снизу вверх (восходящими зонами). В первом случае каждую скважину бурят на всю глубину зоны и тампонируют. Для производства тампонажа каждой следующей нисходящей зоны в скважине необходимо разбурить пробку из ранее затвердевшего раствора, образовавшегося при тампонаже вышерасположенной зоны, и только после этого продолжать бурение и тампонаж очередной зоны. Этот процесс периодически повторяется до тех пор, пока не будут затампонированы все породы участка. Во втором случае каждую скважину бурят на всю глубину, принятую проектом, а тампонажный раствор нагнетают, начиная с нижней зоны. Вышерасположенный участок скважины во время тампонажа перекрывают тампоном. Тампонажный раствор нагнетают в скважины следующими способами: циркуляционным, зажимным, полуциркуляционным и си-

При циркуляционном способе к скважине подается большее количество раствора, чем могут поглотить трещины в по-

роде при заданном давлении. Не поглощенный трещинами раствор возвращается по обратному трубопроводу в резервуар для раствора и используется повторно.

При тампонировании зажимным способом давление нагнетания не регулируют; величина давления зависит от поглощающей способности пород. При этом способе раствор движется только сверху вниз.

Циркуляционный способ применяют для тампонирования пород со средней и крупной трещиноватостью. При тонкой трещиноватости пород необходимо применять зажимной способ.

При зажимном способе нагнетания раствора в скважину давление его может сильно возрасти. Снижение давления производится при закрытом кране через разгрузочный патрубок насоса путем выпуска в емкость некоторого количества нагнетаемого раствора. Такой способ нагнетания раствора называется полциркуляционным.

Способ нагнетания раствора только под воздействием веса раствора, находящегося в скважине, называется сифонным. Как правило, его применяют в тех случаях, когда при значительном напоре нагнетания могут появиться большие нагрузки на крепь ствола, а также при наличии в горных породах достаточных пустот.

Предварительный тампонаж горных пород можно производить с помощью набора оборудования для отдельных видов работ (буровое оборудование для бурения скважин, насосы для нагнетания раствора, оборудование для тампонажных скважин, приготовления растворов, трубопроводы и штанги) и комплексами оборудования, имеющими в своем составе все необходимое для проведения этих работ.

Применяют следующий набор оборудования для отдельных видов работ:

для бурения скважин с поверхности земли — буровые станки и установки ЗИФ-650А, УРБ-4ПМШ, УБЗШ-2, БУШ-2, БУШ-3, УТЗ-3, УРБ-ЗАМ, ЗИФ-1200А;

для бурения скважин из забоя ствола — буровые станки и установки НКР-100М, БСК-2М-100, ЗИФ-300М-1, ЗИФ-650А, перфораторы тяжелого типа КС-50;

для нагнетания тампонажного раствора в скважины — насосы типов НГР-250/50, ГР-16/40, 9Т, 11ГР, 9МГр-61 и др.;

для приготовления тампонажных растворов — смесительные машины, растворомешалки и глиномешалки типов КЦС-10, НГ-2-4, СМ-20, С-753 и др.;

для оборудования тампонажных скважин — направляющую трубу-кондуктор, предназначенную для обеспечения заданного направления скважины при бурении, и цементационную головку.

На рис. 73 показаны цементационные головки для циркуляционного и зажимного способов цементации.

Институтами ЦНИИПодземмаш и ВНИИОМШС разработаны, а заводами изготовлены комплексы оборудования для тампонажа пород как с поверхности, так и из забоев стволов. Как пра-

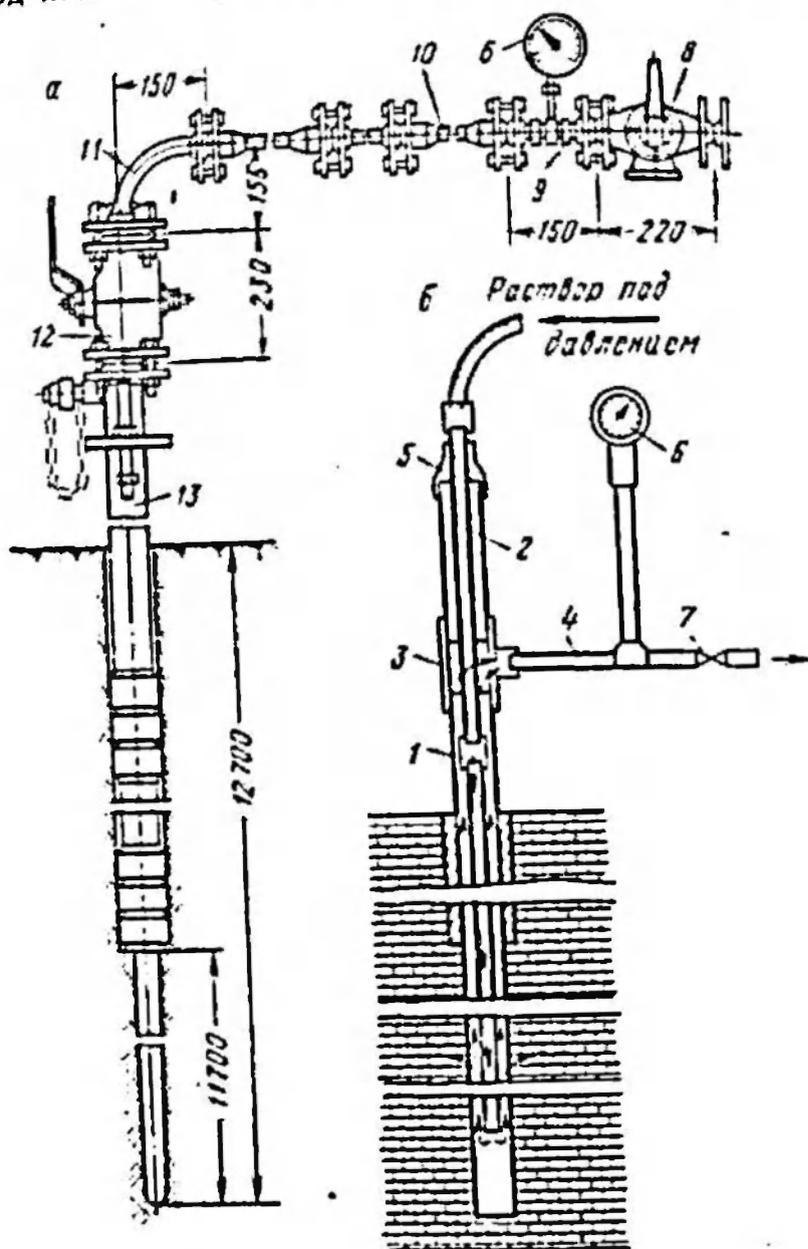


Рис. 73. Цементационные головки для зажимного (а) и циркуляционного (б) способов цементации: 1 — наружная труба; 2 — внутренняя питающая труба; 3 — тройник; 4 — отводящая труба; 5 — переходник; 6 — манометр; 7 — запорный кран; 8 — трехходовой кран; 9 — прочная камера; 10 — шланги; 11 — колесо; 12 — пробковый кран; 13 — кондуктор

вило, такие комплексы включают в себя следующее оборудование: буровую установку для бурения скважин, установку для приготовления тампонажного раствора, нагнетательный агрегат (один или два насоса), нагнетательную арматуру.

### § 30. Производство и организация работ при тампонаже с поверхности земли

Тампонаж с поверхности земли производят в тех случаях, если породы, подлежащие тампонируванию, залегают неглубоко и имеют значительную мощность или если несколько водоносных пластов небольшой мощности переслаиваются водонепроницаемыми породами также небольшой мощности.

**Бурение тампонажных скважин.** Тампонажные скважины располагают вокруг ствола по окружности, диаметр которой превышает диаметр ствола в свету на 3—4 м. Расстояние между скважинами по окружности 2—3 м. Начальный диаметр скважины определяется диаметром обсадной трубы и принимается в пределах 100—200 мм, а конечный — в пределах 75—100 мм.

Скважины для тампонажа бурят отдельными участками — захватками, величина которых составляет 5—20 м. Порядок работ при бурении скважины следующий: вначале бурят две диаметрально противоположные скважины, затем две другие, расположенные на диаметре, перпендикулярном первому. Последующие скважины бурят в промежутках между первыми двумя парами и располагают на концах диаметров.

При бурении скважины с промывкой в набухающих породах необходимо применять специальные реагенты, препятствующие набуханию пород, например растворы жидкого стекла, сульфитно-спиртовой барды, насыщенной солью, и др. Если скважины бурят в неустойчивых породах, то при наличии опасности обрушения бурение приостанавливают, скважину промывают, тампонируют и после определенного времени выдерживания вновь разбуривают.

**Оборудование скважин.** Устья пробуренных скважин закрепляют обсадными трубами на глубину неустойчивых пород с заглублением на 1—1,5 м в тампонируемую породу. Внутренний диаметр обсадных труб (кондукторов) на 10—20 мм больше диаметра скважины. Верхний конец кондуктора должен выступать из скважины на 0,2—0,4 м. Во избежание поступления тампонажного раствора в контактные зоны, т. е. в породы, залегающие над или под неустойчивыми тампонируемыми породами, кондуктор закрепляют цементным раствором состава 1:0,5 (цемент:вода).

Скважины оборудуют иньекторами, тип которых принимают в зависимости от предусмотренного проектом способа нагнетания раствора. При зажимном способе нагнетания устанавливают иньектор без циркуляции, при циркуляционном способе — иньектор с возвратной циркуляцией. Если тампонаж с поверхности производят на глубину 50—75 м, то тампонажный раствор нагнетают без иньектора. В этом случае к фланцу обсадной трубы присоединяют болтами тройник, к патрубку которого привинчивают шланг для нагнетания тампонажного раствора. Независимо от типа применяемого иньектора каждую скважину оборудуют манометром. Манометр устанавливают:

при инжекторах с возвратной циркуляцией — на возвратной трубе;

при инжекторах без циркуляции или тампонаже без инжектора — на нагнетательной трубе или на насосе.

Материалы для тампонажных растворов и их приготовление. Для приготовления тампонажных растворов применяют цемент, суглинки, песок, химические реагенты и воду.

В обычных условиях и при наличии неагрессивных вод рекомендуется применять портландцементы различных видов. При агрессивных подземных водах следует применять специальные виды цементов — сульфатостойкий портландцемент, глиноземистый цемент и др. При больших притоках подземных вод применяют тампонажные цементы.

В качестве химических реагентов для ускорения сроков схватывания и твердения растворов рекомендуется применять хлористый кальций, поташ, жидкое стекло и др. в количестве от 2 до 5% к весу цемента.

Для повышения неразмываемости в растворы необходимо вводить 2—3% высоколондальных (бентонитовых) глины, 1—3% сернистого натрия или применять для затвердения цемента 2—5-процентный водный раствор алюмината натрия. Количество вводимых добавок необходимо определять лабораторным путем в зависимости от состава раствора.

Тампонажные растворы необходимо готовить после проверки готовности оборудования и всей растворопроводящей системы к тампонажным работам. Время приготовления раствора назначается в зависимости от принятого состава смеси с таким расчетом, чтобы успеть подать его в скважину до начала схватывания. На рис. 74 показана установка для приготовления тампонажного раствора.

Дозировку составляющих на каждый замес растворомешалки производят в соответствии с предусмотренным составом смеси. Для обеспечения постоянного состава тампонажных растворов дозировка цемента ведется по весу, а заполнителей (суглинка, песка и др.) — по объему. Объем устанавливается как среднее из нескольких взвешиваний определенного объема. При изменении влажности составляющих необходимо вносить соответствующие поправки в дозировку.

Цементные растворы готовят следующим образом: в растворомешалку заливают заданное количество воды, а затем при непрерывном перемешивании небольшими порциями загружают цемент.

При приготовлении смешанных растворов составляющие загружают в такой последовательности: в растворомешалку заливают воду (половину объема), после пуска растворомешалки загружают суглинок или глину, предварительно раздробленные на куски размером не более 5—10 см, а затем заливают воду в таком количестве, чтобы она покрывала загруженный материал.

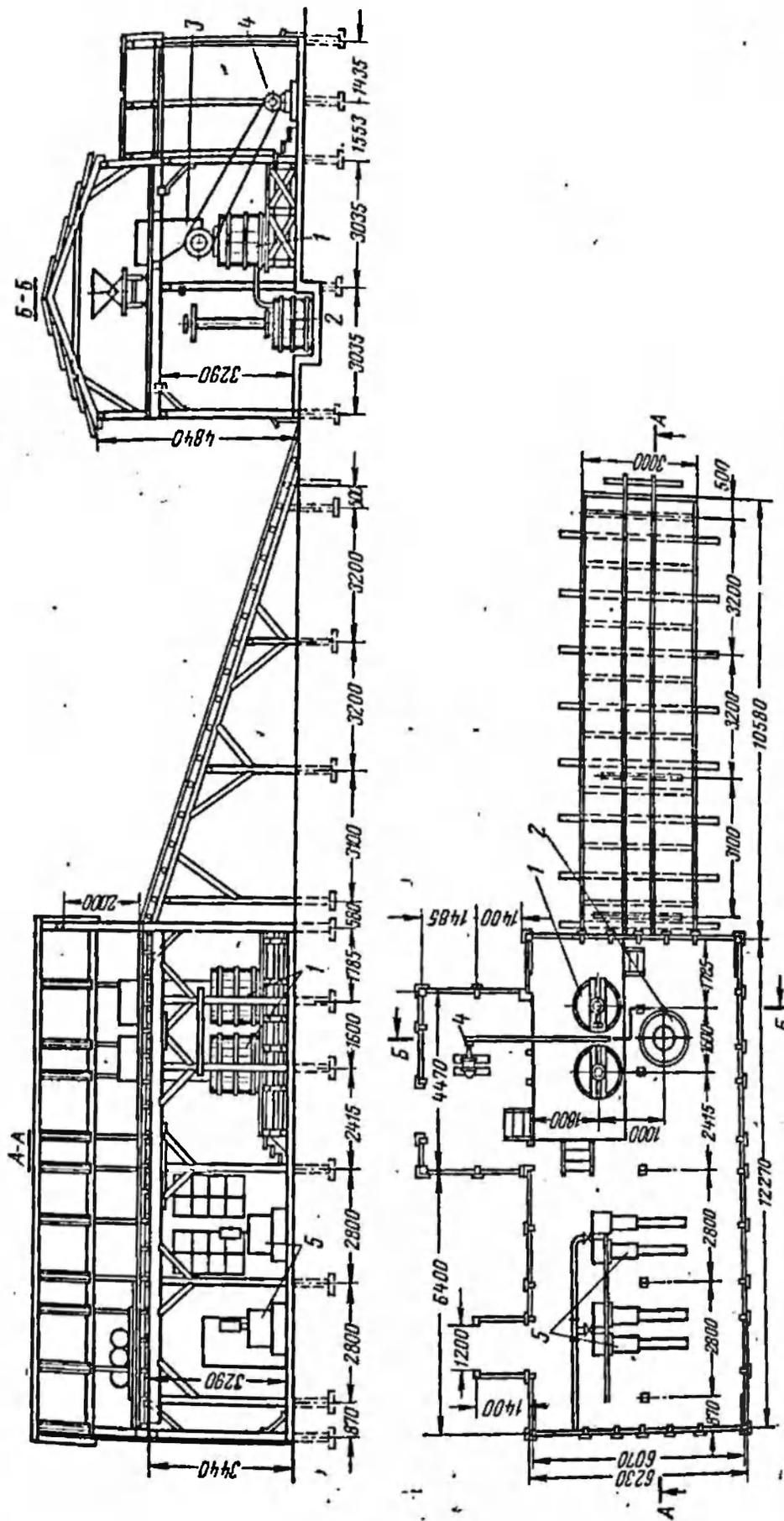


Рис. 74. Установка для приготовления тампонажного раствора:  
 1 — растворомешалка; 2 — бак вогорічного смешивания; 3 — бункер-дозатор; 4 — трансмісія з електроприводом; 5 — цементационные насосы

Цемент загружают небольшими порциями после предварительного перемешивания суглинка (или глины) с водой. Одновременно добавляют воду в количестве, необходимом для получения раствора заданной консистенции.

Приготовленный цементный раствор следует процедить сквозь сетку с отверстиями размером от  $0,2 \times 0,2$  до  $0,5 \times 0,5$  мм в зависимости от трещиноватости пород, а смешанные растворы — сквозь сетку с отверстиями размером не менее  $2 \times 2$  и не более  $4 \times 4$  мм. Из каждого замеса растворомешалки отбирают пробу для определения в полевой лаборатории консистенции раствора и его объемного веса. Воду в растворомешалку подают насосом непосредственно из водопроводной сети или из запасного резервуара.

**Нагнетание тампонажных растворов.** До начала нагнетания тампонажного раствора на участке, подлежащем тампонированию, скважины тщательно промывают водой. Промывка продолжается до тех пор, пока из скважины не начнет выходить прозрачная промывочная вода. В случае полного поглощения скважинной воды промывка не производится.

Давление при промывке скважины не должно нарушать тампонируемые породы, но вместе с тем обеспечивать эффективную промывку. Наряду с этим оно должно превышать величину действующего напора воды или газов в тампонируемой зоне. После промывки определяют удельное водопоглощение скважины.

Тампонирование производят через отдельные скважины или через группы скважин. Присоединение совместно тампонируемых скважин к насосу может быть параллельным, последовательным или комбинированным. При параллельном присоединении скважин к насосу необходимо применять распределительный «паук».

Раствор следует нагнетать в скважину при минимальном давлении, постепенно повышая его до проектного. Максимальное давление нагнетания раствора в скважину определяется проектом по расчету. Раствор нагнетают в скважину до полного насыщения зоны пород, т. е. когда при максимальном давлении прекращается поглощение раствора. Нагнетание при максимальном давлении необходимо производить в течение 10—15 мин. Переход к максимальному давлению должен быть постепенным, по мере заполнения трещин и пустот раствором. В случае превышения допустимой величины снижать давление следует при помощи выпускного крана насоса.

В начальный период нагнетания применяют растворы жидкой консистенции с распылом 39—40 см. Консистенцию растворов определяют с помощью прибора, называемого конусом АЗНИИ, следующим образом: металлический конус, помещенный на доску с концентрическими окружностями, расстояния между которыми помечены в сантиметрах, заполняется доверху раствором, затем конус приподнимается, раствор выливается на доску и расплывается по ней, указывая одновременно распыв в сантиметрах. По

мере насыщения пород подается раствор с распылом 25—30 см, и окончательная опрессовка производится растворами с распылом 18—20 см. Если при этом не достигается насыщение трещин раствором, нагнетание следует прекратить на срок, необходимый для затвердения раствора, после чего скважину вновь разбурить, промыть и продолжать нагнетание раствора.

Скважины в затампонируемой зоне для тампонажа нижежелезистой зоны разбуривают после окончания схватывания тампонажного раствора, срок которого устанавливается полевой лабораторией. После разбуривания скважину промывают и определяют ее водопоглощение. Если водопоглощение превышает 0,01 л/мин на 1 м скважины при напоре 1 кгс/см<sup>2</sup>, необходимо произвести повторное нагнетание раствора.

Скважины, сообщающиеся друг с другом, необходимо тампонировать одновременно. Если скважины, в которые произошел прорыв раствора, оказались незатампонируемыми, их следует разбурить, промыть, испытать и в случае наличия водопоглощения затампонировать вновь.

После окончания тампонирования первой зоны приступают к тампонированию второй, затем третьей и всех остальных зон в аналогичной последовательности.

В такой же последовательности ведутся работы по всем группам скважин. Все скважины, тампонирование через которые закончено, подлежат ликвидации путем заполнения их тампонажным раствором.

Комплексы оборудования для производства работ по предварительному тампонажу горных пород с поверхности земли. Для предварительной цементации пород с поверхности земли ЦНИИПодземмаш разработал комплекс оборудования КЦ-10. Оборудование состоит из двух буровых установок КЦБ-10, специально предназначенных для бурения цементационных скважин, установок для приготовления тампонажного раствора КЦС-10, нагнетательного агрегата КЦН-10, нагнетательной арматуры. Глубина бурения до 650 м, диаметр бурения: начальный 350 мм, конечный 100—120 мм, мощность электродвигателя 100 кВт, общая масса комплекса 42 т.

ВНИИОМШС создал комплекс оборудования КЦП-2м, предназначенный для предварительной цементации пород с поверхности земли до глубины 800 м при наличии большого числа водоносных горизонтов различных мощностей, залегающих по разрезу, пересекаемому стволом (рис. 75). Цементация производится сверху вниз одновременно всех водоносных горизонтов одной заходкой через глубокие скважины, пересекающие всю толщу горных пород. Тип бурового станка ЗИФ-650м (ЗИФ-1200м), глубина бурения 650 м (1200 м), диаметр бурения начальный 200 (220) мм, конечный 91 мм, тип промывочного насоса НГР-250/50, тип цементационного агрегата ЦА-320м, наибольшее давление при цементации 400 кгс/см<sup>2</sup>.

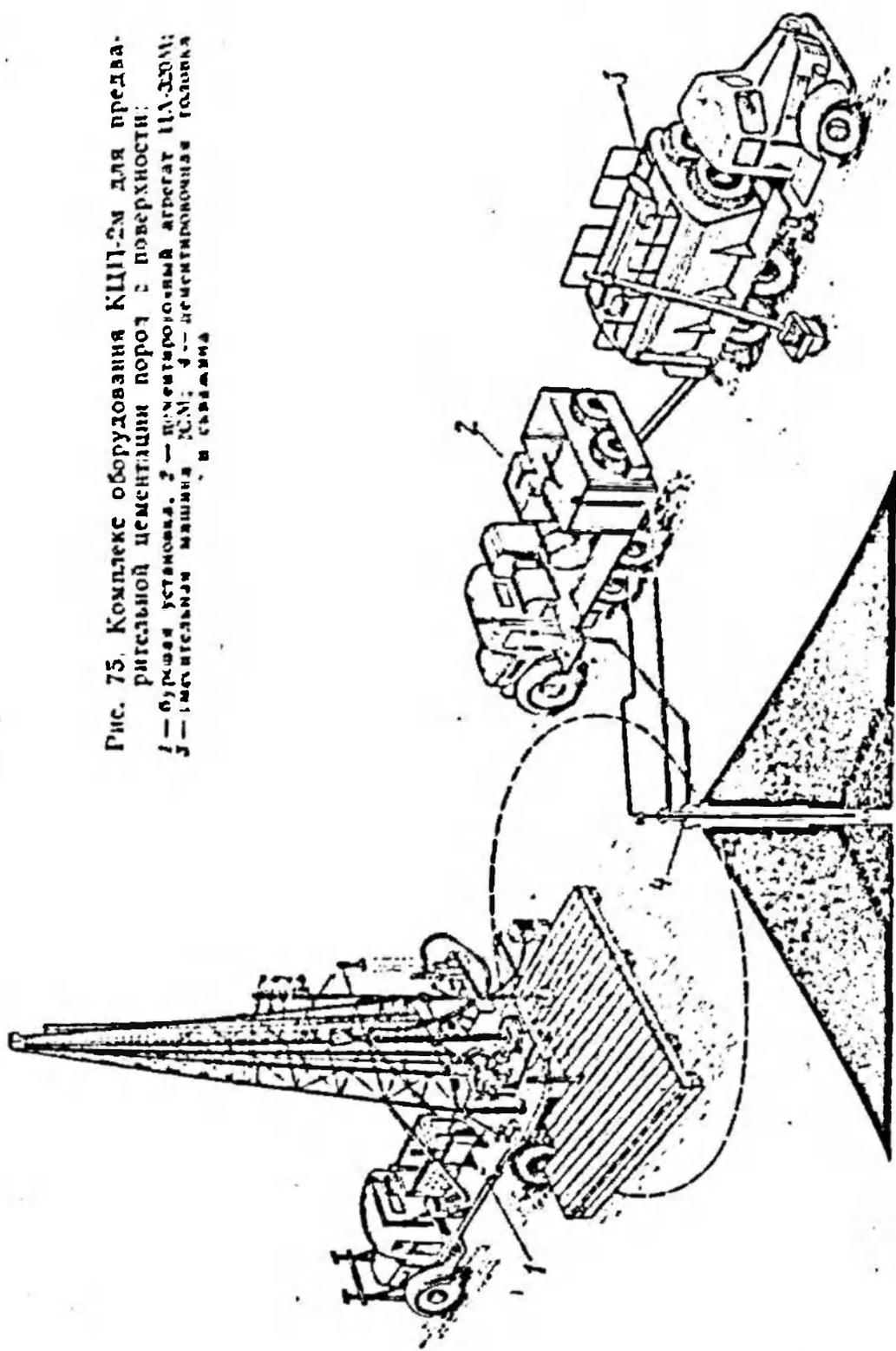


Рис. 75. Комплексе оборудования КЦП-2м для предва-  
ригельной цементации пороз с поверхности:

- 1 — буровая установка, 2 — цементировочный агрегат ЦА-20М;
- 3 — смешиватель машины КСМ; 4 — цементировочная головка
- 5 — свая

## § 31. Производство и организация работ при тампонаже из забоя ствола

Трещиноватые породы из забоя ствола тампонируют в тех случаях, когда тампонируемые породы залегают на значительной глубине или неглубоко от поверхности пластами небольшой мощности, чередующимися с пластами водонепроницаемых пород.

Оставление предохранительных целиков и устройство тампонажных подушек. При тампонаже из забоя ствола предотвращение обратного выхода раствора или поступление напорных подземных вод в ствол достигается:

оставлением предохранительного целика из водонепроницаемых или затампонируемых пород;

устройством бетонных тампонажных подушек.

Толщина предохранительного целика определяется расчетом. Если толщина предохранительного целика, полученная по расчету, превышает 7 м, более экономично сооружать тампонажную подушку. Подушки устраивают плоские или сферические (рис. 76) в зависимости от прочности пород. В крепких породах устраивают плоские подушки, а в слабых, сильно нарушенных — сферические. В сухом забое ствола тампонажные подушки устраивают обычным способом. При наличии притока воды из забоя ствола, поддающегося откачке насосами, тампонажную подушку укладывают следующим образом.

На забой ствола укладывают деревянный ящик размером 1×1×1 м с просверленными со всех сторон отверстиями диаметром 25—30 мм. На дно ящика насыпают слой гравия или щебня крупностью 8—10 см и устанавливают дренажную трубу длиной 1,5—2 м и диаметром, превышающим диаметр трубопровода насоса. Пространство между стенками ящика и трубой также засыпают гравием или щебнем. В дренажную трубу опускают шланг для откачки воды.

При непрерывной откачке воды на дренажный слой укладывают толь и покрывают его цементным раствором толщиной 100—150 мм. До устройства дренажного слоя устанавливают направляющие кондукторы, а затем укладывают бетон для устройства подушки. Если средства водоотлива не позволяют осушить забой, тампонажную подушку сооружают под водой следующим образом.

На забое устанавливают несколько трубопроводов для нагнетания раствора (от 2 до 4). Затем укладывают слой гравия или щебня на расчетную высоту. После укладки гравия нагнетают

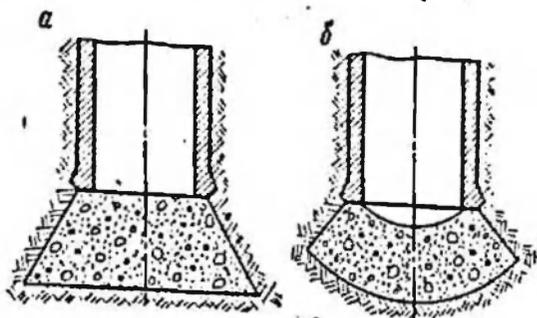


Рис. 76. Тампонажные подушки:  
а — плоская; б — сферическая

тампонажный раствор состава 1:0,4—1:0,5 (цемент:вода). Для ускорения схватывания раствора используют добавки хлористого кальция или жидкого стекла в количестве 2—3% от веса цемента.

**Бурение и оборудование скважин.** Устья скважин располагают по окружности, диаметр которой на 0,5—1 м меньше диаметра ствола. Расстояние между скважинами 0,8—1,5 м. Диаметр скважин принимают 40—80 мм. Скважины бурят вертикально или с наклоном. Направление скважин выбирают с таким расчетом, чтобы они пересекали трещины под углом, близким к прямому. Если трещины крутопадающие (угол падения свыше 30°), скважины бурят с наклоном. Угол наклона принимают такой, чтобы основания скважин выходили за пределы контура ствола в проходке на 1,5—2 м. При наличии напорных вод скважины необходимо бурить через сальники с обратной промывкой изливающейся водой, для этого сальники должны быть снабжены штуцерами с кранами. Кондукторы для бурения тампонажных скважин устанавливают до начала возведения подушки.

Бурение скважин и их промывка, определение удельного водопоглощения скважины и нагнетание раствора следует производить в той же последовательности, что и при оставлении целика. Очередность бурения скважин и тампонажа принимают в зависимости от их числа. Рационально бурить группами по четыре скважины, расположенные попарно на концах взаимно перпендикулярных диаметров. После проведения тампонажных работ по каждой заходке в центре ствола пробуривают одну контрольную скважину.

Скважины бурят в два приема:

комплект коронки для приустьевой части скважины диаметром 89 мм на глубину 2,5 м под направляющую трубу (кондуктор);

комплект коронки для остальной части скважины диаметром 51—49 мм до проектной глубины.

Оборудование скважин, материалы для приготовления растворов и способ приготовления тампонажных растворов при производстве тампонажных работ из забоя ствола и с поверхности земли аналогичны.

**Нагнетание раствора в скважины.** Перед началом нагнетания раствора все скважины, подлежащие тампонированию, должны быть промыты водой.

Максимальное давление, при котором нагнетается раствор, устанавливают расчетом в зависимости от мощности оставляемых предохранительных целиков и прочности крепи. Начальное давление нагнетания растворов принимают на 1—2 кгс/см<sup>2</sup> больше гидростатического напора. Максимальное давление определяют по расчету.

В постоянной крепи ствола на высоте 3—5 м от бетонной подушки или породного целика устанавливают трубки с кранами

для выхода раствора. При появлении в кранах раствора, во избежание разрушения крепи, нагнетание тампонажного раствора следует прекратить. Остальные работы по нагнетанию раствора в скважины производят аналогично тем же работам при производстве тампонажных работ с поверхности земли.

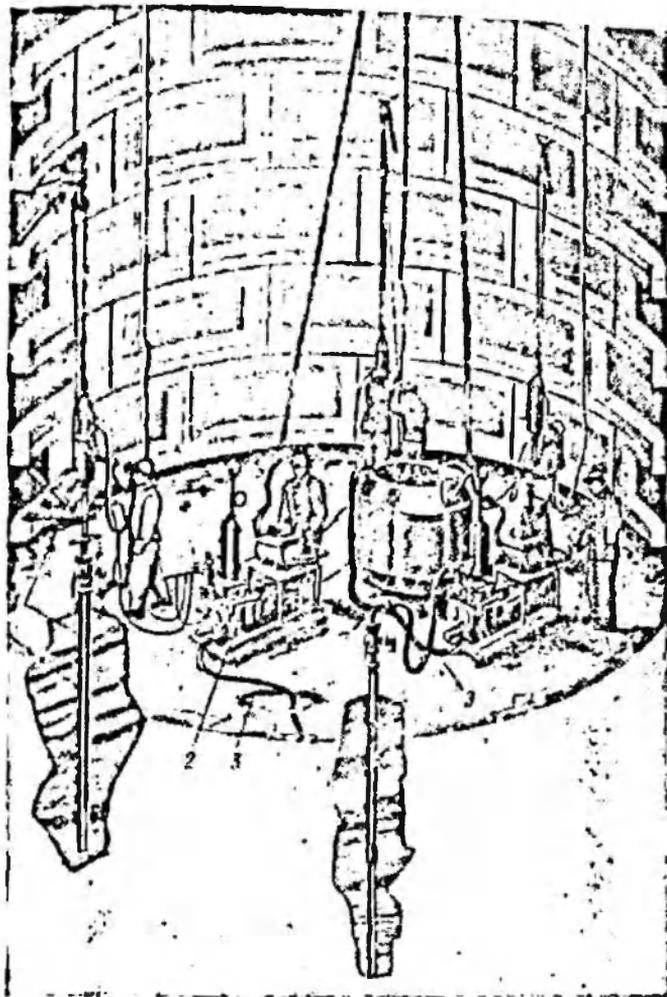


Рис. 77. Комплекс оборудования КЦТ-1м для предварительной цементации пород из забоя ствола

Тампонажные работы следует прекращать при удельном водопоглощении тампонируемых пород менее 0,01 л/мин на 1 м скважины при давлении 1 кгс/см<sup>2</sup>.

Комплексы оборудования для производства работ по предварительному тампонажу горных пород из забоя ствола. Для предварительной цементации водоносных трещиноватых пород из забоя ствола ЦНИИПодземмаш разработал комплекс оборудования КЦТ-1м (рис. 77). Комплекс применяют для нагнетания цементного раствора или других жидкостей под большим давлением. Комплекс состоит из оборудования для бурения цементационных

скважин 1 (перфораторы тяжелого типа КС-50 с буровым снарядом, устройство подвески и подачи перфоратора, кондукторы с арматурой), оборудования для нагнетания раствора 2 (насос ГР-16/40) и системы гибких трубопроводов 3. При бурении насосное оборудование используют для промывки скважин водой,

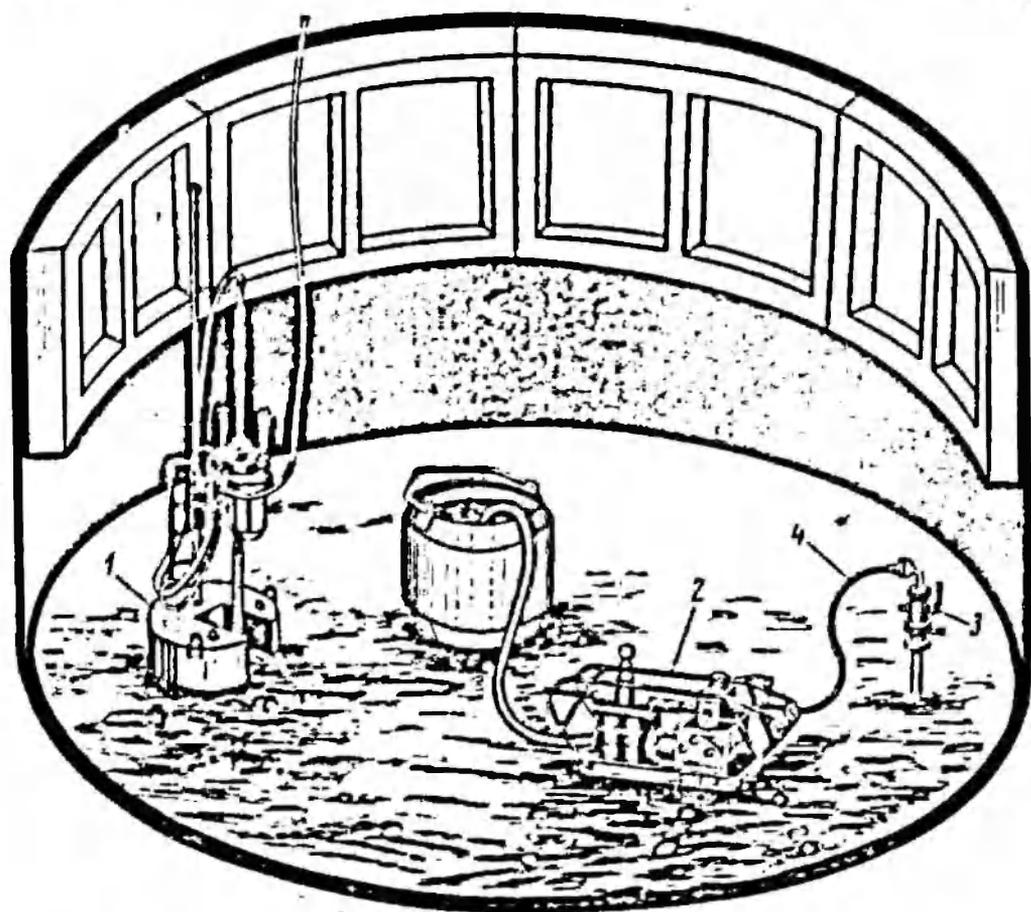


Рис. 78. Комплекс оборудования КЦЗ-2м для предварительной цементации пород из забоя ствола

а при цементировании — для нагнетания цементного раствора. Глубина заходки цементационных скважин до 18 м, диаметр скважин 52 мм, наибольшее давление при цементации 40 кгс/см<sup>2</sup>.

ВНИИОМШС для предварительной цементации горных пород из забоя ствола разработал два комплекса оборудования. Первый комплекс КЦ-Б для цементации пород при высоких напорах подземных вод одновременно всех водоносных горизонтов при любых напорах глубокими заходками (до 300 м) через одну бетонную подушку. В комплексе применен буровой станок типа ЗИФ-300М-1, диаметр бурения начальный 151 мм, конечный 76 мм, тип промывочного насоса НГР-250/50, наибольшее давление при цементации 400 кгс/см<sup>2</sup>.

Второй комплекс КЦЗ-2м (рис. 78) предназначен для подавления притоков воды способом предварительной цементации в стволах, проходных в сложных гидрогеологических условиях.

Комплекс состоит из буровой установки 1, насоса 2, запорной арматуры, цементировочной головки 3 и гибкого шланга 4.

Буровая установка УБС-2м предназначена для бурения из забоя ствола тампонажных скважин в крепких горных породах. Насос НГР-250/50 при бурении скважин используют для подачи воды к станку НКР-100м, а при цементации пород — для нагнетания в скважины раствора.

Запорная арматура предназначена для обеспечения направленного движения бурового инструмента в скважине, а также для герметизации скважин при их бурении и нагнетании в них тампонажного раствора зажимным способом. Запорная арматура состоит из кондуктора, проходного крана и сальника. В зависимости от крепости горных пород в комплексе КЦЗ-2м применяют кондукторы двух видов — для породного целика и для тампонажной подушки. Цементировочную головку применяют в период цементации скважин и устанавливают на кране.

Битумизация горных пород. Тампонирующее пустот и трещин в породах нагнетанием в них расплавленного битума называют битумизацией. Проникая в пустоты и трещины, битум вытесняет из них воду, затвердевает, и предотвращает проникновение подземных вод в подземные выработки. Битумизацию применяют в породах, имеющих пустоты и трещины не менее 3 мм, не содержащих рыхлого материала, при значительных скоростях потока подземных вод (более 10 м/сут), независимо от их агрессивности. Не рекомендуется применять битумизацию при больших гидростатических давлениях подземных вод, так как это может вызвать выдавливание битума из пустот и трещин.

Битумизация может быть предварительной и последующей. Предварительная битумизация горных пород может быть проведена как с поверхности земли, так и из забоя ствола на всю мощность водоносных трещиноватых пород или отдельными заходками. Предварительная битумизация широкого распространения не получила.

### § 32. Проходка и крепление стволов в затампонированных породах

Проходка стволов в зоне затампонированных пород может быть начата после того, как тампонажный раствор приобретет прочность не менее 20—30 кгс/см<sup>2</sup> (по лабораторным данным), а также после того, как будет проверено удельное водопоглощение в двух — четырех контрольных скважинах, но не менее чем в 5% тампонажных скважин. Фактическое удельное водопоглощение не должно превышать водопоглощения, установленного проектом. Характер и степень заполнения трещин раствором следует определять по кернам, получаемым при бурении контрольных скважин.

Если тампонажные работы производили из забоя ствола через тампонажную подушку, то ее следует разобрать с помощью бетоноломов.

Отбойка пород ведется так же, как и при проходке стволов обычным способом с помощью буровзрывных работ, однако, во избежание нарушения зацементированных пород и вскрытия водопроводящих трещин необходимо соблюдать меры предосторожности, которые изложены в главе VIII. Погрузку отбитой породы, возведение временной и постоянной крепи производят, как при обычном способе проходки.

**Породопогрузочные машины.** Погрузка взорванной породы в подъемные сосуды производится разработанными ЦНИИПодземмашем универсальными ствольными породопогрузочными машинами с механизированным вождением грейфера типа КС-2у/40, 2КС-2у/40, КС-1м, 2КС-1м, «Погрузчик», КСМ-2у. Эти машины применяют при параллельной и совмещенной схемах проходки и креплении стволов монолитным бетоном и тубингами.

Породопогрузочная машина 2КС-2у/40 (рис. 79) предназначена для погрузки взорванной породы в бадью при сооружении вертикальных стволов диаметром 7—8,5 м и глубиной более 300 м. Машина 2КС-2у/40 состоит из пневмогрейфера 1, подвешенного на канате к тельферу 2, перемещающемуся по раме 3. Рама одним концом шарнирно прикреплена к центральной опоре 4, другой ее конец подвешен к тележке поворота 5, которая имеет пневмодвигатель для перемещения по кольцевому монорельсу 6. Кольцевой монорельс и центральная опора прикреплены к нижнему ярусу подвесного проходческого полка. Благодаря радиальному перемещению тельфера по раме и повороту рамы вокруг центральной опоры грейфер может забирать породу из любой точки забоя ствола круглого сечения.

Управление работой грейфера осуществляется дистанционно машинистом из кабины 7, которая подвешена к раме 3 и дополнительно опирается на монорельс. Для предотвращения столкновения опускающейся бадьи с рамой предусмотрена система блокировки работы подъемной машины с поворотом рамы тельфера.

Все основные узлы машины 2КС-2у/40 универсальны и могут быть применены без изменений при проходке стволов различных диаметров, кроме рамы тельфера и монорельса, которые изготовляют применительно к диаметру ствола.

Рабочим органом универсальной породопогрузочной машины является пневмогрейфер емкостью 0,65 м<sup>3</sup>.

Тельфер предназначен для подъема и радиального перемещения грейфера и состоит из лебедки подъема грейфера и тележки. Лебедка подъема грейфера имеет фланцевый пневмодвигатель с редуктором, размещенным внутри барабана. Груз удерживается в поднятом состоянии колодочным тормозом. При переподъеме или перепуске грейфера лебедка останавливается автоматически

при помощи пневматического концевого выключателя. Для укладки каната предусмотрен канатоукладчик. Телеска тельфера предназначена для перемещения грейфера по раме, на которой имеются четыре горизонтальных и два вертикальных катка.

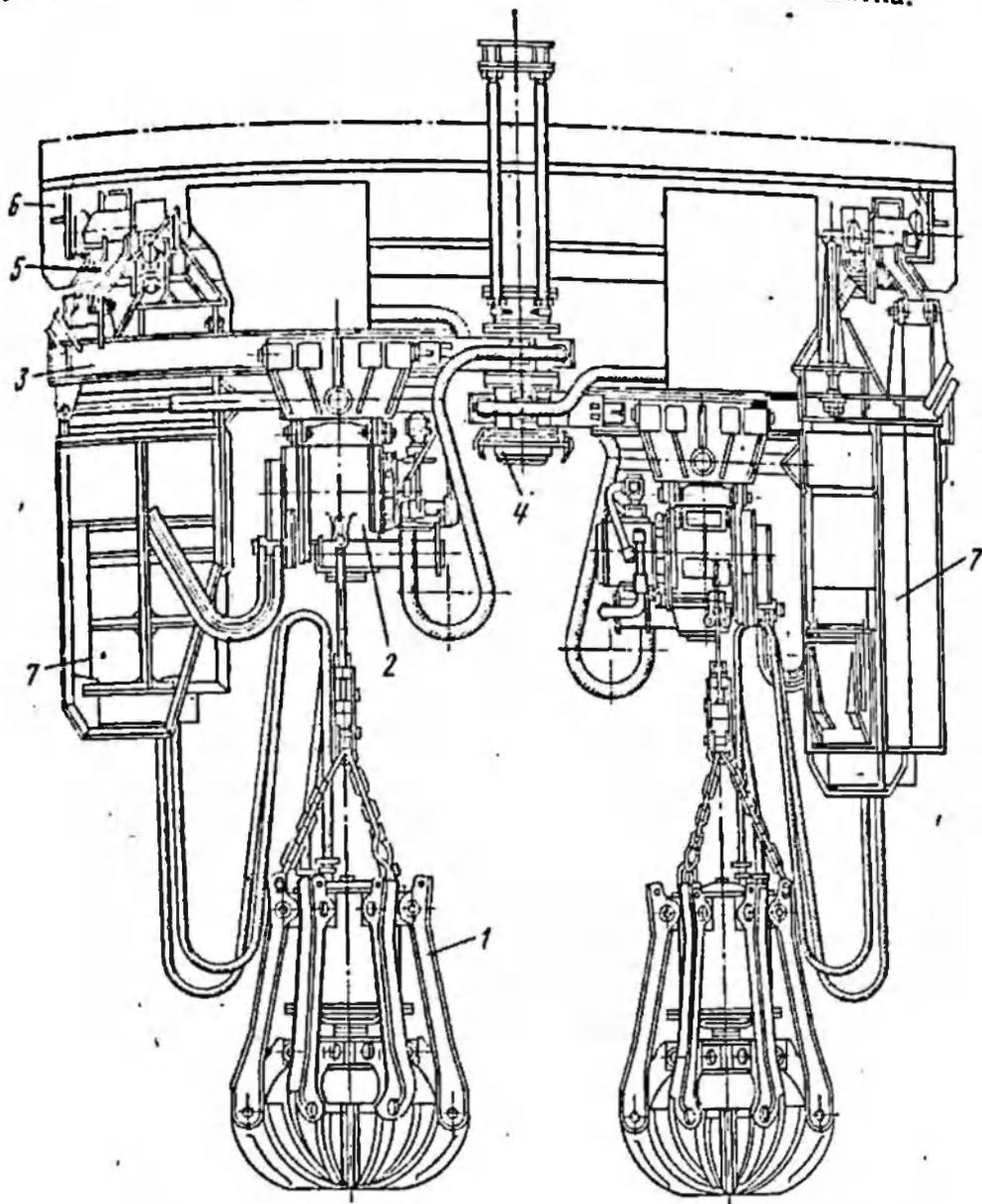


Рис. 79. Универсальная породопогрузочная машина 2КС-2у/40

Для поворота рамы вокруг оси центральной опоры служит двухкатковая тележка поворота, состоящая из пневмодвигателя ДР-10 мощностью 9,9 л. с., редуктора, фрикционного тормоза и кронштейнов для подвески рамы тельфера. Грузоподъемность тележки 8 т, скорость перемещения до 1 м/с.

Монорельс, по которому перемещается тележка поворота, состоит из четырех сварных секций, соединенных между собой болтами.

Кабина является рабочим местом машиниста и предназначена для размещения механизмов управления грейфером. Каркас кабины для обеспечения хорошего обзора забоя выполнен в виде площадки, подвешенной на четырех стойках. Пульт управления включает в себя четыре золотника и четыре ручки для управления грейфером, тельфером, тележкой поворота и механизмом перемещения тельфера.

Двухъярусная центральная подвеска, предназначенная для подвески рам тельфера и подачи воздуха в пневмокоммуникацию, прикрепляется строго по оси ствола. Подвеска имеет центральное отверстие для пропуска маркшейдерского отвеса и подачи бетона в забой ствола.

На время погрузки породы машину раскрепляют в стволе, так как при ее работе возникают значительные динамические нагрузки и требуется хорошая центровка полка при работе самоопрокидных бадей.

Погрузочную машину 2КС-2у/40 обслуживают четыре проходчика — один управляет машиной, двое в забое принимают и отправляют бадьи, раскайловывают породу.

Машинист управляет машиной следующим образом:

1) за исходное положение принимается опорожненный грейфер, поднятый над бадьей, который поворачивается к отбитой породе;

2) нажимает ручку управления тележкой поворота и грейфер вместе с рамой перемещается по кольцевому монорельсу к отбитой породе;

3) одновременно с ручкой управления тележкой поворота включает ручку управления механизмом перемещения тельфера по раме для передвижения грейфера в радиальном направлении к центру отбитой породы;

4) после того как грейфер с рамой повернулся на необходимый угол, а тельфер оказался над центром отбитой породы, выключает обе ручки управления тележкой поворота и управления механизмом перемещения тельфера;

5) включает ручку управления тельфером и грейфер опускается на отбитую породу;

6) включает ручку управления грейфером и он наполняется породой;

7) после наполнения грейфера породой и закрытия его лопастей включает ручку управления тельфером и грейфер поднимается на высоту, при которой расстояние от лопастей грузчика в закрытом состоянии до верхней кромки бадьи должно быть 200 мм;

8) включает ручку управления тележкой поворота и грейфер перемещается по кольцевому монорельсу опять к бадье;

9) одновременно включает ручку управления механизмом перемещения тельфера и грейфер останавливается над бадьей;

10) включает ручку управления грейфером и порода разгружается в бадью.

Затем цикл повторяется снова.

Породопогрузочная машина 2КС-2у/40. в отличие от машины КС-2у/40, имеет два грейфера емкостью по 0,65 м<sup>3</sup> каждый и предназначена для работы в стволах диаметром 7—8,5 м.

Породопогрузочная машина КС-1м (рис. 80) по конструкции подобна машине КС-2у/40 и состоит из грейфера 1, двойного тельфера 2, центральной опоры 3, кабины машиниста 4, рамы 5, монорельса 6 и тележки поворота 7.

В отличие от машины КС-2у/40, в машине КС-1м усилены тележка поворота, рама механизированного вождения, кабина машиниста и разборный монорельс.

Управление всеми механизмами погрузочной машины дистанционное и сосредоточено в кабине машиниста.

Пневматический грейфер емкостью 1 м<sup>3</sup> имеет кинематическую схему, аналогичную схеме грейфера машины КС-2у/40, т. е. жесткий привод на все лопасти через траверсу от одного пневмоцилиндра. Грейфер имеет восемь лопастей, благодаря чему улучшается внедрение их в породу и снижается усилие, действующее на каждую из лопастей.

Породопогрузочная машина 2КС-1м подобна машине КС-1м, но отличается тем, что имеет не один, а два грейфера емкостью по 1 м<sup>3</sup>.

Погрузочная машина «Погрузчик» (рис. 81) представляет собой кран-укосину с переменным вылетом и секторным вождением грейфера и состоит из рамы 1, каретки 2 с кабиной 3 и грейфера 4. Рама устанавливается в пазу, оставленном в бетонной крепи, и закрепляется в нем с помощью анкеров. Каретка подвешивается на пятитонной лебедке, располагаемой на полке или на поверхности земли.

Грейфер шарнирно подвешивается на телескопическом гидравлическом подъемнике 5, предназначенном для подъема грейфера над забоем на высоту 2,5—3 м. Опускание грейфера производится под действием его массы. Радиальное перемещение грейфера осуществляется гидравлическим домкратом 6, раздвигающим рукоять 7, а круговое перемещение поворота мачты 8 — речным механизмом с гидроприводом. С помощью указанных механизмов грейфер полностью обеспечивает уборку породы в стволах диаметром 4,5—8 м.

На кабине предусмотрены откидные площадки, с которых производятся крепление рамы и бурение скважин для анкеров.

Погрузочная машина «Погрузчик» позволяет производить взрывные работы без подъема ее на взрывобезопасную высоту, для чего на каретке машины и в кабине для машиниста предусмотрены защитные створки.

Особенностью машины является возможность ее работы независимо от положения проходческого полка, поэтому технологическая часть ствола, необходимая для начала работы машины, не-

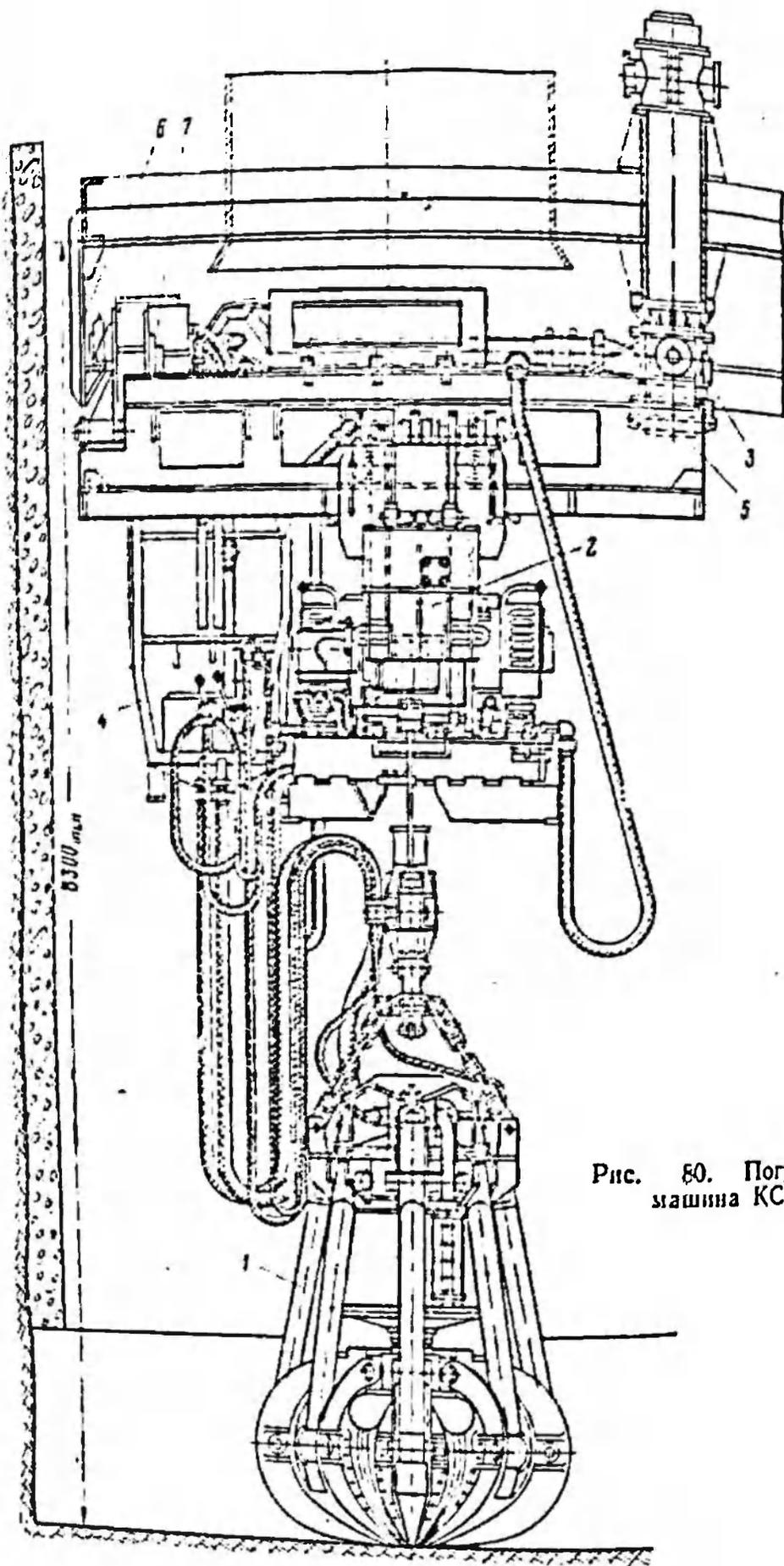


Рис. 80. Погрузочная машина КС-1а

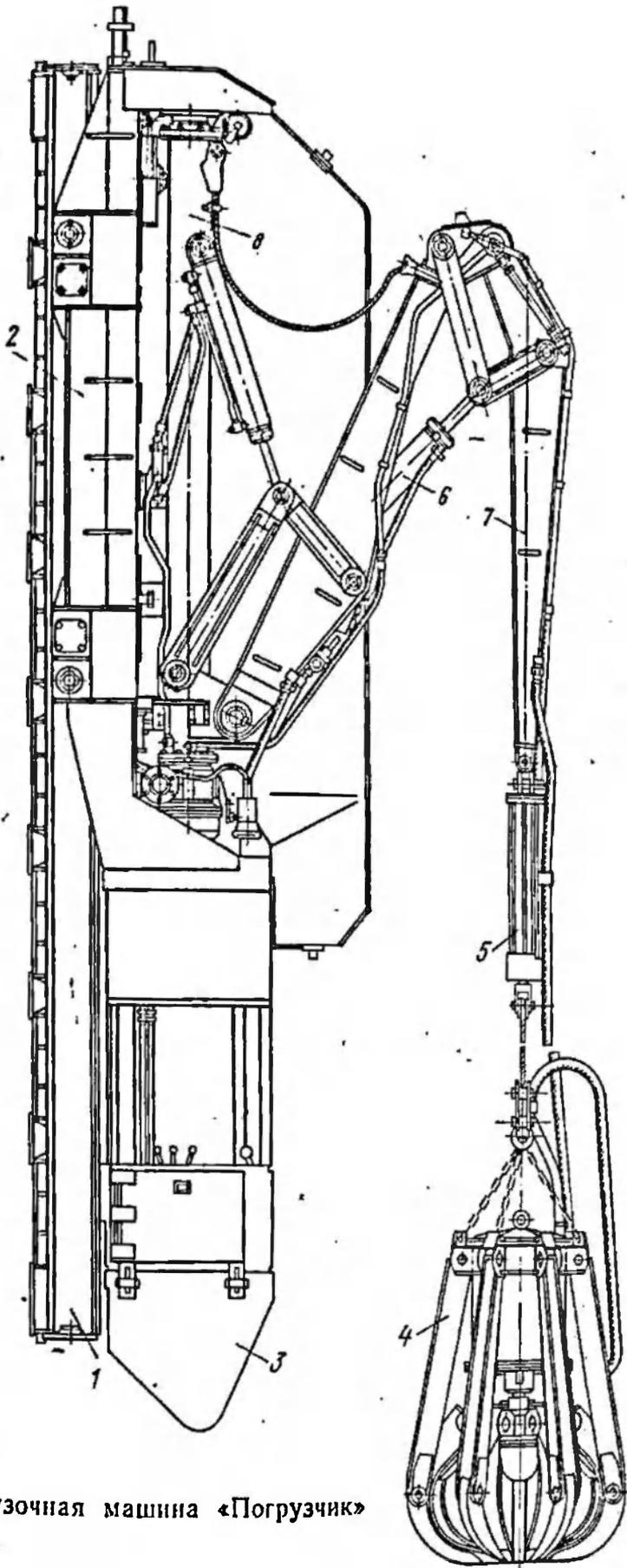


Рис. 81. Погрузочная машина «Погрузчик»

большая (14 м), что особенно важно при сооружении неглубоких стволов и углубке действующих.

Перед взрыванием шпуров грейфер отсоединяют от гидроподъемника и поднимают на канате подъемной машины под проходческий полок; стрелу с рукоятью и гидроподъемником складывают и закрывают их и кабину защитными створками с помощью специальных гидроцилиндров.

В начале погрузки породы каретку закрепляют на раме в верхнем положении. По мере погрузки породы машинист освобождает каретку, опускает ее вниз по раме и вновь закрепляет захватами на рельсах рамы. Ход каретки по раме составляет 4 м, что обеспечивает погрузку породы при заходке высотой более 3 м. Перестановка рамы с кареткой на высоту новой заходки осуществляется с помощью лебедки, на которой подвешена машина, в период возведения бетонной крепи.

Техническая характеристика наиболее распространенных отечественных погрузочных машин с механизированным вождением грейфера приведена в табл. 4.

Таблица 4

Показатели	Техническая характеристика погрузочной машины				
	«Погрузчик»	КС-2у/40	2КС-2у/40	КС-1м	2КС-1м
Емкость грейфера, м <sup>3</sup> . . . . .	0,4	0,65	2×0,65	1,0	2×1,0
Производительность, м <sup>3</sup> /ч . . . . .	40	78	130	120	200
Давление воздуха, кгс/см <sup>2</sup> . . . . .	4—7	4—7	4—7	4—7	4—7
Грузоподъемность тельфера, кг . . . . .	3500	5000	2×5000	5000	2×5000
Скорость радиального перемещения грейфера до, м/с . . . . .	0,48	0,5	0,5	0,43	0,43
Подъем грейфера, м . . . . .	3,2	10	10	10	10
Скорость подъема грейфера, м/с . . . . .	0,5	0,47	0,47	0,47	0,47
Продолжительность цикла, с . . . . .	16	25—35	25—35	30—35	30—35
Расход сжатого воздуха, м <sup>3</sup> /мин . . . . .	13,5	20	40	42	84
Мощность всех пневмодвигателей, л. с. . . . .	40	60	120	95	190
Масса машины с гидрораспологом и конорельсом, т . . . . .	9,4	16,3	25,7	27,3	52,0
Число лопастей грейфера . . . . .	6	6	6	8	8
Усилие пневмозатвора, тс . . . . .	17,0	28,5	28,5	37,6	37,6
Усилие на концах лопастей, тс:					
в начале зачерпывания . . . . .	16,2	19,0	19,0	35,6	35,6
в конце зачерпывания . . . . .	5,55	6,25	6,25	12,5	12,5
Диаметр грейфера, мм:					
раскрытого . . . . .	2190	2500	2500	2900	2900
закрытого . . . . .	1420	1600	1600	2026	2026
Высота закрытого грейфера (без подвески), мм . . . . .	1845	2250	2250	2980	2980
Масса грейфера, кг . . . . .	1875	3060	3060	7320	7320

Для погрузки породы в стволах диаметром 4—4,5 м и глубиной от 200 м и более ЦНИИПодземмаш создал машину КСМ-2у, которая может работать при емкости грейфера 0,65 и 0,4 м<sup>3</sup>.

Комплексы оборудования для проходки и углубки вертикальных стволов. Комплексами оборудования называются проходческие агрегаты, с помощью которых комплексно разрешаются вопросы механизации погрузки породы, возведения постоянной бетонной или тюбинговой крепи, подъема, водоотлива, вентиляции и комплексного бурения шпуров.

В СССР институтом ЦНИИПодземмаш разработано несколько комплексов оборудования для сооружения стволов буровзрывным способом, которые в зависимости от глубины стволов можно подразделить на комплексы для неглубоких стволов — до 300 м. средней глубины — 300—700 м и глубоких стволов — более 700 м, а в зависимости от диаметра ствола в свету для стволов малого диаметра (4—4,5 м), среднего (5—6,5 м) и большого диаметра (7—9 м).

Комплекс КС-7 предназначен для сооружения по совмещенной схеме стволов глубиной до 300 м и диаметром 4—8 м в свету с применением буровзрывных работ.

Комплекс состоит из следующего основного оборудования: стволовой породопогрузочной машины «Погрузчик», подвесного двухэтажного полка, створчатой передвижной опалубки и оборудования для самопрокидывания бадьи БПС-1,5. Небольшие размеры и масса комплекса КС-7 (табл. 5) значительно упрощают монтажные работы.

Комплектное бурение шпуров осуществляют установкой БУКС-2м. Во время погрузки породы бадьи не отцепляются, крепление их к канату постоянное. Армирование ствола производят после сооружения его на полную глубину. Комплекс КС-7 рассчитан на работу с передвижным временным оборудованием на поверхности земли. Канаты, на которых подвешен двухэтажный проходческий полк, служат в качестве направляющих бадьевого подъема. Верхний и нижний этажи полка соединены стойками. С полка наращивают став вентиляционных труб и труб сжатого воздуха. Подачу бетонной смеси за створчатую опалубку осуществляют по трубам. Все трубопроводы подвешивают к крепи ствола. Вода из ствола выдается в бадьях, в которые она подается насосом Н-1м.

Последовательность выполнения операций проходческого цикла при сооружении ствола комплексом КС-7 показана на рис. 82. В фазе I подготавливают к работе погрузочную машину и начинают погрузку породы. В фазе II грузят 50% взорванной породы на глубину 2,1 м. В фазе III опускают и устанавливают створчатую опалубку, укладывают бетонную смесь, подаваемую за опалубку по трубам, а также опускают и закрепляют анкерами раму погрузочной машины. В фазе IV заканчивают погрузку породы, производят зачистку забоя и подъем грейфера. В фазе V опу-

Показатели	Техническая характеристика прикладного комплекса					
	КС-7	КС-2у	2КС-2у	КС-1м/6,2	КС-9	КС-9
Диаметр ствола в свету, м . . . . .	4,5—8,0	5,0—6,5	7,0—8,5	6,2	6,5—7,5	8—9
Глубина ствола, м . . . . .	До 300	300—700	300—700	700—1300	700—1300	700—1300
Буровая установка . . . . .	БУКС-2м	БУКС-1м	БУКС-1м	БУКС-1м	БУКС-1м	БУКС-1м
Число буровых установок . . . . .	1	1	1—2	1	2	2—4
Погрузочная машина . . . . .	«Погрузчик»	КС-2у/40	2КС-2у/40	КС-1	КС-1м, 2КС-1м	2КС-1м, КС-1м
Емкость грейфера, м <sup>3</sup> . . . . .	0,4	0,65	0,65	1,0	1,0	1,0
Число грейферов . . . . .	1	1	2	1	1	2
Цикл погрузки, с . . . . .	36	25—35	25—35	30—35	30—35	30—35
Производительность погрузочной машины, м <sup>3</sup> /ч . . . . .	40	60—78	105—130	90—130	100—120	180—200
Емкость бадей, м <sup>3</sup> . . . . .	3	3—5,5	3—8	5,5—6,5	5,5—6,5	5,5—6,5
Число подъемных машин . . . . .	1—2	2	2—3	2	2	2—3
Высота передвижной опалубки, м . . . . .	4	3—5	3—5	5	3—5	3—5
Высота передвижного полка, м . . . . .	3,2—4,2	—	—	4	4	4
Расход сжатого воздуха, м <sup>3</sup> /мин . . . . .	30	20—50	40—100	40	42	84
Масса забойного оборудования, т . . . . .	35—60	60—70	80—100	160	90—120	130—135

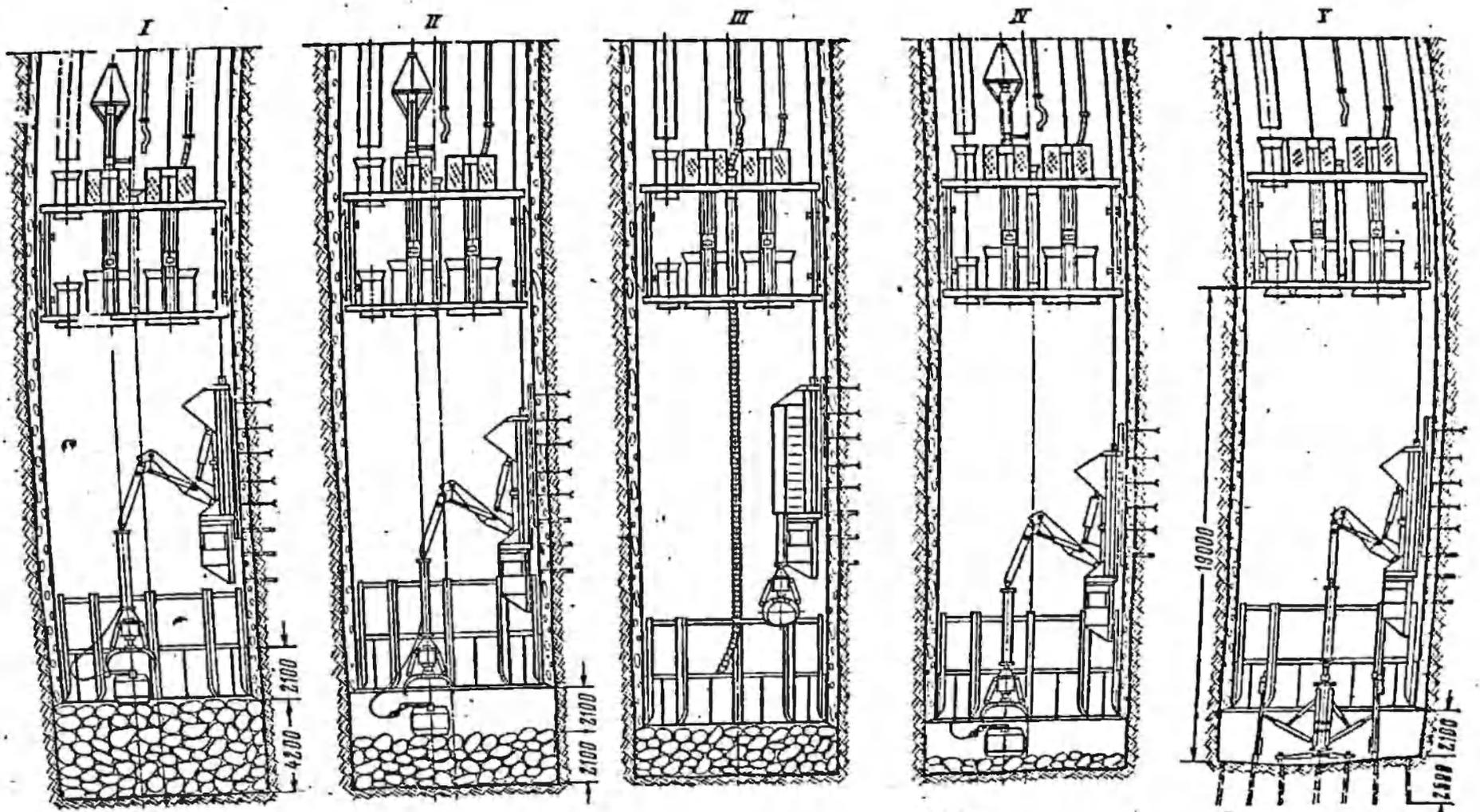


Рис. 82. Последовательность операций при сооружении стволов комплексом КС-7:  
I—V — фазы сооружения

скают бурильную установку, бурят в забое шпур и скважины под анкеры, закрепляющие раму погрузочной машины. Затем выдают из забоя бурильную установку, погрузочную машину, складывают и закрывают для защиты от взрыва и заряжают машину. После этого пронзают шпур, выдают заряды и проветривание забоя.

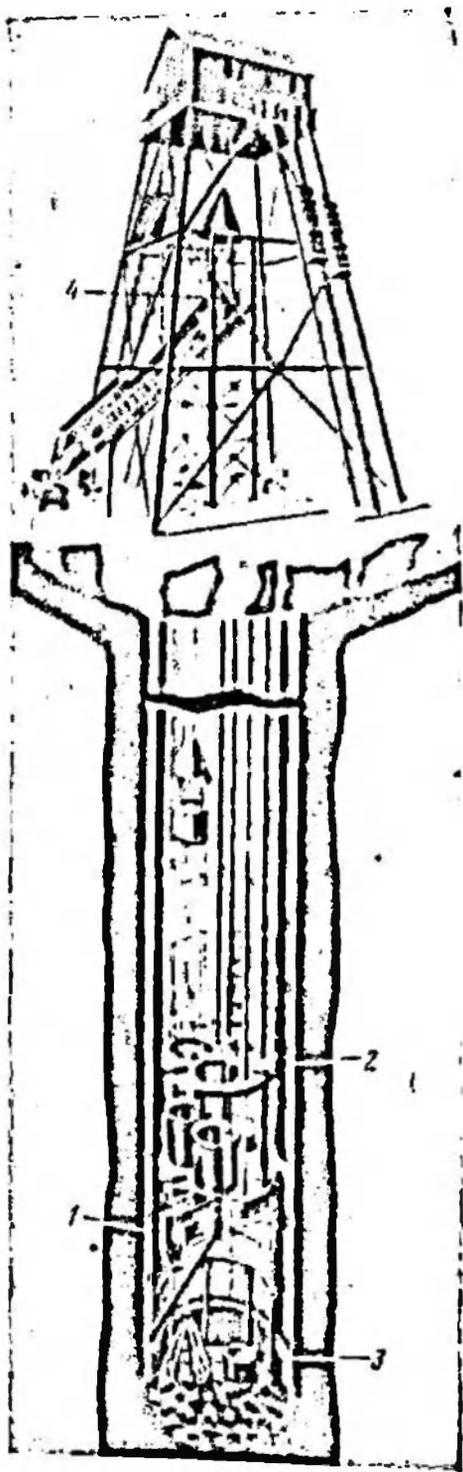


Рис. 83. Проходческий комплекс КС-2у

Комплекс КС-2у (рис. 83) предназначен для проходки вертикальных стволов диаметром в свету 5—6,5 м и глубиной 300—700 м. Комплекс состоит из стволовой погрузочной машины 1 КС-2у/40, подвесного полка 2, створчатой опалубки 3 с оборудованием для спуска бетонной смеси по трубам, установки для комплексного бурения шпура БУКС-1м и оборудования 4 для самопрокидывающейся бадьи.

Проходческий полк имеет два этажа, которые монтируются из сварных секций, соединенных между собой сварными колоннами и раструбами. Полк служит для подвески к нему снизу погрузочной машины, размещения пневмосистемы, электрооборудования и для защиты проходчиков, работающих в забое. Диаметр полка на 40 мм меньше диаметра ствола в свету. Зазор перекрывается щитками. Полк подвешен на канатах, идущих через контргрузы к проходческим лебедкам ЛПМ-10/800 и 2ЛПМ-10/600, и на центральном канате, идущем к лебедке ЛП-25/600. Во время работы полк раскрепляют гидродомкратами, упирающимися в постоянную крепь при проходке ствола по совмещенной схеме, а при проходке ствола по параллельно-щитовой схеме — в породу.

Гидрораспор полка при проходке ствола по совмещенной схеме предусматривает применение

ше восемь малых домкратов, а при параллельно-щитовой — четырех больших и четырех малых.

Для подъема породы, погружаемой машиной КС-2у/40, в стволах диаметром 5—6,5 м рекомендуется применять двухконцевую подъемную установку, а при наличии двух подъемных установок — применять их как две одноконцевые. При сооружении стволов диаметром 7—8,5 м имеется возможность установки еще одного одноконцевого подъема. Бадьи применяют самопрокидывающиеся емкостью 3—5,5 м<sup>3</sup>.

При притоке воды до 8—10 м<sup>3</sup>/ч водоотлив осуществляют бадьями, в которые вода перекачивается забойными насосами Н-1м.

Для сокращения объема работ при подготовке ствола к армированию проемы в полках для бадей размещены так, чтобы требовалось минимальное время на переоборудование подшивных площадок, что значительно сокращает переходный период.

Производительность машины КС-2у/40 при погрузке глинистых и песчаных сланцев составляет 60—70 м<sup>3</sup>/ч, а при погрузке песчаников — 45—55 м<sup>3</sup>/ч. При зачистке забоя производительность машины снижается до 10—20 м<sup>3</sup>/ч, средняя ее производительность составляет при погрузке глинистых сланцев 40—50 м<sup>3</sup>/ч.

Комплексы для сооружения глубоких стволов имеют грейферы емкостью 1 м<sup>3</sup> и более.

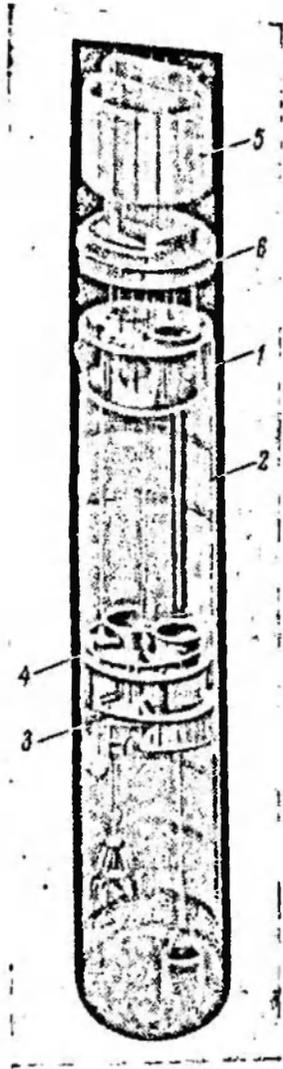


Рис. 84. Проходческий комплекс КС-1м/6,2

Комплекс КС-1м/6,2 предназначен для сооружения глубоких стволов диаметром 6,2 м. Он является модернизированным комплексом КС-1м (рис. 84). В состав его входят: двухэтажный полк 1, жестко соединенный с металлической щитовой оболочкой 2; двухэтажный полк 4 с подвешиваемой к нему ствольной погрузочной машиной 3 с передвижной распорной кареткой; створчатая металлическая опалубка 5, подвешиваемая на канатах к трем лебедкам с централизованным управлением; опорное кольцо 6, подвешиваемое на цепях к талям, расположенным под верхним этажом полка, и большегрузные самопрокидывающиеся бадьи.

Погрузка породы осуществляется погрузочной машиной с механизированным вождем грейфера при одновременном с помощью работ по возведению постоянной бетонной крепи.

Применение комплекса КС-1м/6,2 до минимума сокращает затраты времени на подготовку оборудования перед взрыванием шпуров и приведение его в рабочее состояние после взрыва, так как погрузочная машина прикреплена к передвижной распорной каретке, перемещающейся по рельсовым направляющим, расположенным на внутренней поверхности щитовой оболочки.

Передвижная распорная каретка с погрузочной машиной подвешивается независимо от проходческого полка на канате, расположенной на поверхности земли. Во время работы машина распирается гидродомкратами в породные стенки ствола, штоки домкратов при этом проходят через специальные окна в щитовой оболочке.

Двухэтажный проходческий полк со щитовой оболочкой подвешивается в стволе на направляющих и одном центральном канатах. Равномерное натяжение направляющих канатов обеспечивается специальными контргрузами, монтируемыми на копре. На нижнем этаже полка установлено оборудование для питания забоя и погрузочной машины сжатым воздухом. Этажи полка связаны между собой раструбами с направляющими кривыми для бадей.

Оборудование для возведения постоянной крепи из быстротвердеющего бетона состоит из створчатой опалубки, опорного кольца и ставов труб для спуска бетона. Лебедки для подвески опорного кольца и створчатой опалубки имеют централизованное управление. Кроме того, кольцо связано с опалубкой дистанционными цепями, что упрощает центрирование кольца.

Металлический щит-оболочка состоит из стальных тубингов и имеет кольца жесткости из швеллеров и рельсы для перемещения по ним распорной каретки. Нижней частью щита является усиленное пожевое кольцо.

Во время бурения и взрывания шпуров погрузочную машину поднимают под полк, а после взрывания опускают вниз на отметку 9—10 м от забоя. После погрузки 50% породы натяжной полк со щитом-оболочкой и погрузочную машину опускают вниз.

Одновременно с погрузкой породы с верхнего этажа проходческого полка выполняют работы по возведению крепи. Спускают опорное кольцо на 2 м и устанавливают на нем настил, отрывают опалубку от ранее уложенного бетона и спускают ее на опорное кольцо, укладывают бетонную смесь на новой заходке и спускают двухэтажный полк.

Высота створчатой передвижной опалубки для возведения крепи из монолитного бетона увеличена до 4,5—6 м.

С помощью комплекса КС-1м/6,2 пройден ствол шахты № 29 (Донбасс), где была достигнута скорость его сооружения 290,5 м/мес, и ствол шахты № 4 «Пролетарская-Глубокая», где за

31 день было пройдено 390,1 м ствола диаметром в свету 6,2 м и в проходке 7 м.

Комплекс КС-8 (рис. 85) предназначен для скоростной проходки неглубоких вертикальных стволов. В состав комплекса входят: однорейферная погрузочная машина 1 КС-1м, двухэтажный проходческий полок 2, вспомогательный полк 3 с направляющими раструбами, створчатая опалубка 4, самопрокидывающиеся бады 5, направляющая рамка 6, хобот 7 и буровая установка БУКС-1м. Двухэтажный проходческий полк оборудован системой гидрораспора с гидродомкратами и центральной пневмосистемой. Ниже полка через отклоняющие блоки пропускаются направляющие канаты, которые используют для подвески опалубки. Раструбы полка снабжены кривыми для улавливания и разворота бадей. Вспомогательный полк служит для навески трубопроводов и армирования ствола. Сооружение ствола с помощью комплекса КС-8 осуществляется по совмещенной технологической схеме, причем с погрузкой породы частично совмещаются во времени укладка бетонной смеси за створчатую опалубку и армирование ствола, для чего предусмотрен специальный вспомогательный полк. Работы в забое прекращаются толь-

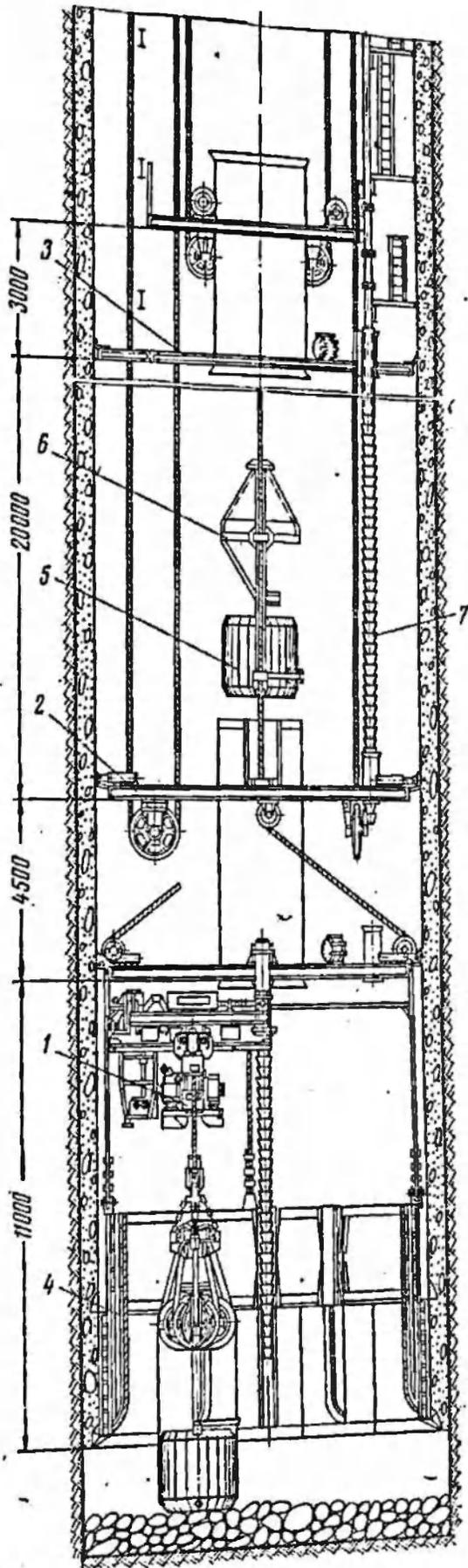


Рис. 85. Проходческий комплекс КС-8

на в форме вертикальных разрывов в глыбы и массивы пород...  
...и восточные стороны...  
...и восточные стороны...  
...и восточные стороны...

Вскрытие ГСР производится для скорости проходки...  
...и восточные стороны...  
...и восточные стороны...  
...и восточные стороны...

Скорость проходки с помощью комплекса ГСР...  
...и восточные стороны...  
...и восточные стороны...  
...и восточные стороны...

Для работы буровых станций применяется комплекс ГСР...  
...и восточные стороны...  
...и восточные стороны...  
...и восточные стороны...  
...и восточные стороны...

Для бурения скважин применяется комплекс ГСР...  
...и восточные стороны...  
...и восточные стороны...  
...и восточные стороны...  
...и восточные стороны...

Скорость проходки с помощью комплекса ГСР...  
...и восточные стороны...  
...и восточные стороны...  
...и восточные стороны...  
...и восточные стороны...

Для бурения скважин применяется комплекс ГСР...  
...и восточные стороны...  
...и восточные стороны...  
...и восточные стороны...  
...и восточные стороны...

Скорость проходки с помощью комплекса ГСР...  
...и восточные стороны...  
...и восточные стороны...  
...и восточные стороны...  
...и восточные стороны...

Скорость проходки с помощью комплекса ГСР...  
...и восточные стороны...  
...и восточные стороны...  
...и восточные стороны...  
...и восточные стороны...

емкостью 1,25 м<sup>3</sup>. Порода выдаетея в нестандартных самопрокидывающихся бадьях емкостью 4,5 м<sup>3</sup>. Погрузка породы производилась без перецепки бадей, что обеспечивало выдачу одноконцевыми подъемными до 80% взорванной породы при полном отсутствии людей в забое.

Комплекс обладает рядом преимуществ по сравнению с другими: укороченный щит (10 м), имеющий меньшую массу, не имеет жесткой связи с полком и подвешивается на направляющих канатах с помощью системы отклоняющих роликов, что позволяет опускать щит вслед за подвиганием забоя независимо от положения полка, а также поднимать последний на безопасную высоту при взрывных работах при неподвижных канатах, центрирующих и направляющих его движение.

В комплексе ДШП-1 имеются опорное пикотажное кольцо и подвесная секционная опалубка высотой 5 м нового бескаркасного типа. Отрыв секций от бетона механизирован. Отсутствие каркаса и небольшая толщина стенок опалубки позволяют подвесному полку свободно перемещаться внутри нее.

Шестиэтажный полок позволяет одновременно с работами в забое возводить постоянную крепь в зависимости от положения опалубки с любого (кроме первого) этажа. Для предупреждения падения из-под опалубки в рабочее пространство кусков породы и бетона к нижней части опорного полка прикреплен защитная обойма длиной до 9 м, телескопически схватывающая призабойный щит.

Короткий щит сборно-разборного типа и конструкция комплекса позволяют при необходимости легко перейти с параллельно-щитового способа проходки на совмещенный.

### Контрольные вопросы

1. В чем состоит сущность способа предварительного тампонажа пород?
2. В каких породах и при каких притоках воды в забой применяют предварительный тампонаж горных пород?
3. Какие способы тампонажа в зависимости от вида раствора Вы знаете?
4. Какими способами можно проводить тампонаж в зависимости от расположения места производства работ?
5. Назовите способы нагнетания тампонажного раствора в скважины. Объясните, чем отличаются эти способы друг от друга.
6. Какие виды оборудования необходимы для производства тампонажных работ?
7. Расскажите, как производится бурение и оборудование тампонажных скважин, приготовление и нагнетание тампонажных растворов при тампонаже с поверхности земли.
8. Каким должно быть максимальное давление нагнетания раствора в скважины?
9. Как устраивают тампонажную подушку при тампонаже из забоя ствола в случае притока воды в него?
10. При каком удельном водопоглощении следует прекращать тампонажные работы?
11. Какие комплексы оборудования для производства работ по предварительному тампонажу горных пород с поверхности земли и из забоя ствола Вы знаете?

12. Для производства каких работ назначены комплексы оборудования КЦП-2м и КЦП-1м? Дайте их краткую техническую характеристику.
13. В каких условиях применяют битумизацию горных пород?
14. Как проходят стволы в зоне затампированных пород?
15. Перечислите известные Вам универсальные стволовые породопогрузочные машины, применяемые для погрузки взорванной породы при проходке стволов в затампированных породах и обычным способом.
16. Для погрузки породы в каких стволах предназначена машина КС-2у/40? Расскажите об ее устройстве и подвеске в стволе.
17. Как машинист управляет машиной КС-2у/40? Перечислите по порядку выполняемые им при этом операции.
18. Назовите комплексы оборудования для проходки и углубки вертикальных стволов, применяемые при их сооружении способом предварительного тампонажа и обычным способом.
19. Расскажите, какое оборудование входит в состав комплекса КС-7. Как выполняется последовательность операций проходческого цикла при сооружении ствола этим комплексом?

§ 33. Общие сведения

Бурение шахтных стволов является наиболее технически совершенным и прогрессивным способом их проходки без работающих людей в стволе при комплексной механизации и автоматизации производственных процессов, управление которыми производится с поверхности земли.

Буровые установки для бурения шахтных стволов по способу разрушения пород разделяются на три группы: установки для сплошного бурения; установки для кернового бурения, при котором буром разрушается только меньшая часть породы, а оставшаяся порода в виде керна выдается на поверхность; установки для комбинированного бурения, когда часть породы разбуривается сплошным, а часть керновым бурением.

Все буровые установки независимо от способа бурения классифицируются по расположению привода рабочего органа — на поверхности или на забое, и по фазности бурения, когда полное сечение ствола достигается за одну или несколько фаз бурения.

Наиболее прогрессивными считаются установки для комбинированного бурения, поскольку они сочетают в себе рабочие органы для бурения сплошным забоем и керновым способом и могут применяться в различных породах и для стволов разного диаметра.

Бурение стволов может быть ударное и вращательное. В последнее время при сооружении стволов преимущественно применяют вращательное бурение.

Бурение шахтных стволов большим диаметром, соответствующим типовым их сечениям, в промышленном масштабе пока освоено лишь в водоносных песках, суглинках, глине, мергелях, меле и других породах с коэффициентом крепости по шкале проф. М. М. Протоdjяконова  $f$  до 3. В породах с  $f$  до 6 освоено бурение стволов диаметром 3,6 м. Бурение стволов диаметром до 2—2,5 м можно считать освоенным в породах с  $f$  до 12.

В породах с  $f$  до 3 обычно бурят полным сечением, а в более крепких применяют керновое бурение, при котором породы разбуривают лишь в пределах кольца по контуру сечения, а ядро в виде цилиндра (керн) периодически поднимают на поверхность земли в ненарушенном состоянии.

Имеются средства для бурения стволов сплошным забоем и в породах с  $f$  более 3.

## § 34. Установки для бурения стволов

К установкам для сплошного бурения относятся УЗТМ-6,2; УЗТМ-7,5; РТБ-2,08; РТБ-2; Шепотьева — Иванова и вновь созданные установки УЗТМ-8,75; УРТБ-6,2; РТБ-3,72 и УКБ-3,6. К установкам для сплошного бурения также можно отнести проходческие машины ПД-1р и ПД-2.

В установках УЗТМ-6,2; УЗТМ-7,5; РТБ-2,08 и Шепотьева — Иванова, а также в установках УЗТМ-8,75; УРТБ-6,2 и РТБ-3,72 разрушение породы осуществляется шарошками за счет ударных воздействий зубьев шарошек при их перекатывании по забою. В установке УКБ-3,6 разрушение породы осуществляется резцами путем планетарного фрезерования. В проходческих машинах ПД-1р и ПД-2 разрушение породы производится резцами планетарного рабочего органа.

При бурении сплошным забоем разрушение породы производится по всей площади сечения ствола в одну или несколько фаз. Число фаз бурения зависит от крепости пород и мощности привода рабочего органа буровой установки.

При керновом бурении порода разрушается только по узкой кольцевой площади (20—30% сечения ствола) на границе контура ствола, остальная же порода в центре ствола (70—80% сечения) остается неразрушенной и выдвигается на поверхность в виде керна.

К установкам для кернового бурения относятся отечественные установки ТМ-2,3 и УКБ-3,6. Основной рабочий инструмент установок кернового бурения — шарошки и лишь в первом образце установки ТМ-2,3 — резцы.

К установкам для комбинированного бурения относятся установки УКБ-3,6р и УКБ-3,6м, которые оснащены приставкой для сплошного бурения, и установка УКБ-5у.

При комбинированном бурении часть породы выдвигается на поверхность в виде кернов, а остальная порода разрушается и выдвигается на поверхность вместе с промывочным раствором.

Все буровые установки работают в стволах, заполненных циркулирующим глинистым раствором, который удерживает стенки ствола от обрушения и является средством очистки забоя от бурового шлама и транспортирования его на поверхность.

Установка РТБ-2,08. Реактивно-турбинное бурение получило развитие при бурении стволов малого диаметра. На рис. 86 показана буровая установка РТБ-2,08, разработанная Всесоюзным научно-исследовательским институтом буровой техники (ВНИИБТ) для бурения ствола (скважины) диаметром вчерне 2,08 м.

Основными элементами этих установок являются: вышка 1 (рис. 86), буровая лебедка 2, ротор 3, талевая система 4, вертлюг 5 и реактивно-турбинный бур 6 типа РТБ-6м, который состоит из четырех расположенных на одной линии турбобуров.

Турбобуры Т12РТ-9" вверху жестко соединены между собой траверсой, а внизу — плитой. В траверсе закреплен переходник к

бурильным трубам, а по продольной оси траверсы сделан канал, по которому глинистый раствор из бурильных труб через ниппели поступает в турбобуры.

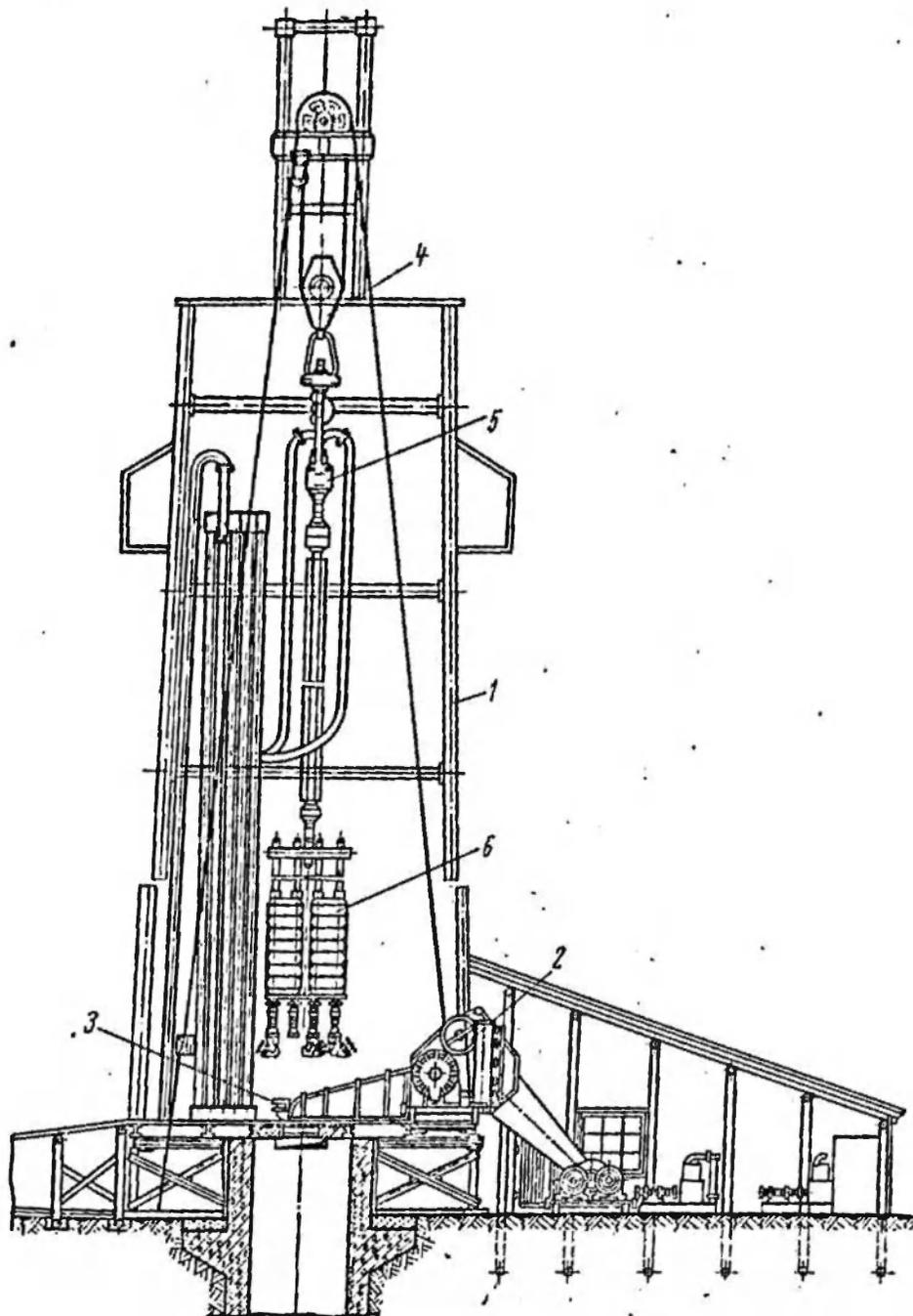


Рис. 86. Буровая установка РТБ-2,08.

Нагрузка на забой создается чугунными утяжелителями круглой формы, имеющими отверстия для прохода через них корпусов турбобуров. Трехшарошечные долота крепят на переходнике турбобуров.

Долота разбуривают породу при их вращении по часовой стрелке турбобурами, вращающимися за счет проходящего через

них глинистого раствора, нагнетаемого насосами с поверхности. При работе долот в турбобурах возникают реактивные моменты, заставляющие бур и буровую колонну вращаться против часовой стрелки, вследствие чего порода разбуривается по всей площади

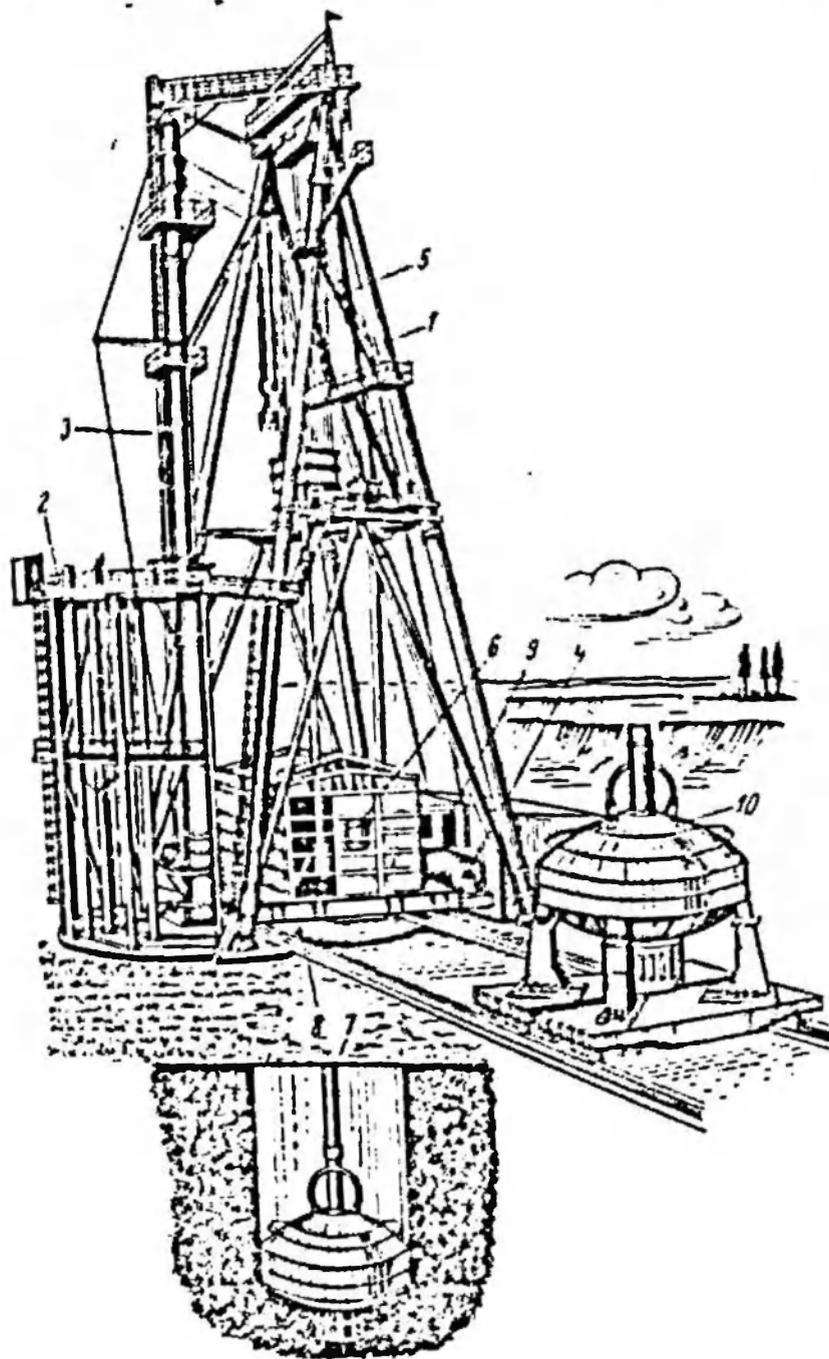


Рис. 87. Буровая установка УЗТМ-8,75

забоя. Глинистый раствор, поступающий из турбобуров, выносит разбуренную породу на поверхность земли.

При бурении скважины диаметром 2,08 м одновременно работают три турбобура, из которых один разбуривает центральную часть забоя диаметром 1,02 м, а два других — остальную его часть.

Пробуренные установкой РТБ-2,08 стволы крепят секционной крепью, собираемой из обсадных труб длиной 6 м, которые свариваются по две в обечайки длиной 12 м.

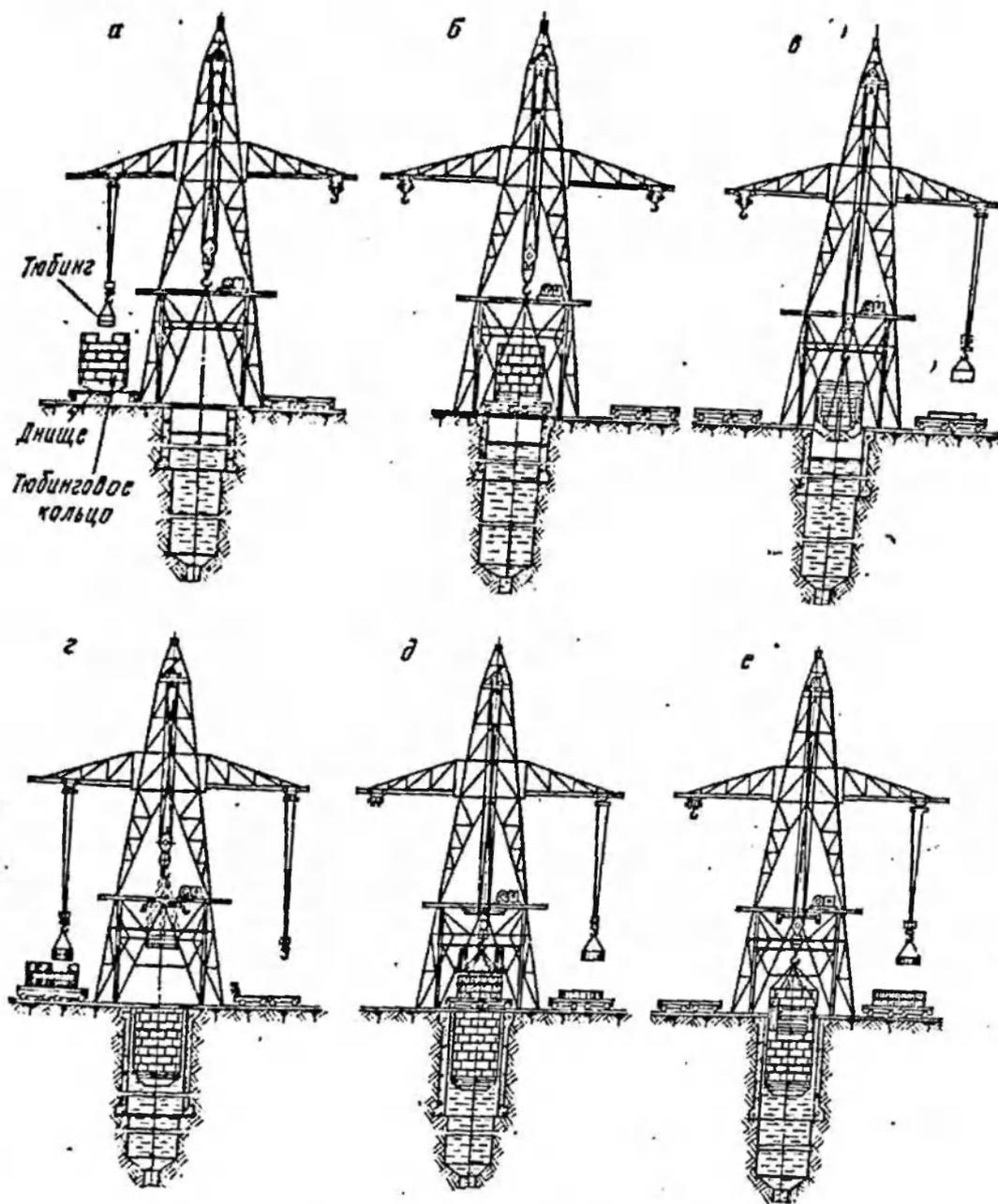


Рис. 88. Погружной способ крепления стволов:

- а — сборка звена с днищем; б — установка первого звена с днищем над стволом; в — спуск первого звена с днищем в ствол; г — сборка очередного звена; д — установка очередного звена над стволом; е — наращивание колонны крепи

После окончания опускания в ствол секций крепи закрепное пространство тампонируется цементным раствором, а после откачки глинистого раствора проводится контрольное тампонирование через имеющиеся в обечайках отверстия. Установкой РТБ-2,08 в СССР пробурено самое большое число стволов.

Установка УЗТМ-8,75 (рис. 87), разработанная Уральским заводом тяжелого машиностроения, предназначена для бурения вертикальных стволов диаметром 8,75 м на глубину 800 м.

Установка УЗТМ-8,75 состоит из вышки 1, эстакады 2 для буровых труб, консольно-поворотного крана 3, буровой лебедки 4, талевой системы 5, ротора 6, буровой колонны 7, раздвижной платформы 8, кабины машиниста 9 и расширителей 10.

Установка УЗТМ-8,75 имеет четыре расширителя диаметром 5,75; 7,0; 7,5 и 8,75 м, массой по 160 т.

В слабых породах с коэффициентом крепости  $f=1 \div 2$  предлагается бурить в две фазы: вначале долотом бурят скважину диаметром 3 м, которую затем расширяют до диаметра 8,75 м.

Вынос разбуренной породы осуществляется эрлифтом производительностью 1500 м<sup>3</sup>/ч. Эрлифт — это устройство, обеспечивающее подъем жидкости с большой глубины сжатым воздухом.

Существует два способа крепления пробуренных стволов: погружной и секционный. В первом случае кольца крепи наращивают по мере ее погружения в ствол, во втором — в ствол опускают секции крепи, собираемые на поверхности и состоящие из колен тубингов. Погружная крепь представляет собой пустотелый цилиндр с железобетонным днищем в основании (рис. 88). Секционная крепь не имеет днища.

### Контрольные вопросы

1. В чем сущность проходки ствола по комбинированной схеме?
2. На какие три группы разделяются буровые установки для бурения шахтных стволов?
3. Расскажите об основных элементах и способе бурения буровой установки РТБ-2,08.
1. Какими двумя основными способами крепят все пробуренные стволы?

## ПРОИЗВОДСТВО БУРОВЗРЫВНЫХ РАБОТ В СТВОЛАХ, ПРОХОДИМЫХ СПЕЦИАЛЬНЫМИ И ОБЫЧНЫМ СПОСОБАМИ

### § 35. Буровзрывные работы при проходке стволов специальными способами

При проходке стволов буровзрывные работы следует производить в соответствии с требованиями «Единых правил безопасности при взрывных работах».

Буровзрывные работы в стволах, проходимых специальными способами, несколько отличаются от тех же работ при проходке стволов обычным способом.

При разработке крепких замороженных известняков, песчаников взрывные работы неизбежны. Взрывные работы в замороженных породах следует выполнять с соблюдением мер предосторожности во избежание деформации ледогрунтовой стены и замораживающих колонок при сотрясении. Особую осторожность необходимо проявлять при ведении буровзрывных работ по известнякам во избежание затопления ствола при неожиданном вскрытии водопроводящих трещин.

Окоинтуривающие шпурсы, в зависимости от крепости пересекаемых замороженных пород, надлежит располагать на расстоянии не менее 300 мм от стенки ствола в проходке. Число шпуров зависит от характера замороженных пород. В породах четвертичных отложений число шпуров принимают из расчета 0,4—0,5 на 1 м<sup>3</sup> породы, в известняках — 1,5 на 1 м<sup>3</sup> породы в целнке. Глубина шпуров должна быть не более 1,5 м.

Шлам из шпура удаляют сжатым воздухом или слабым раствором хлористого кальция. Крепость рассола принимается в зависимости от температуры замороженных пород. При обычном замораживании пород, когда температура их достигает  $-8 \div -10^{\circ}\text{C}$ , достаточно применять рассол крепостью 20° Ве, замерзающий лишь при температуре  $-14,2^{\circ}\text{C}$ . Промывочный раствор не должен содержать взвешенных твердых или глинистых частиц.

Приведенные выше данные в каждом отдельном случае должны корректироваться в зависимости от специфических условий проходки.

Для взрывных работ в замороженных породах следует применять взрывчатые вещества типа аммонитов, которые не чувствительны к ударам, трению и низкой температуре. Нитроглицерино-

вые взрывчатые вещества, как замерзающие при температуре  $-10^{\circ}\text{C}$ , для взрывания мерзлых пород не допускаются.

Расход аммонитов при разработке мерзлых пород четвертичных отложений можно принимать в среднем 0,25—0,5 кг на  $1\text{ м}^3$  породы, в песчаниках и известняках — 1—1,4 кг на  $1\text{ м}^3$  породы в целике.

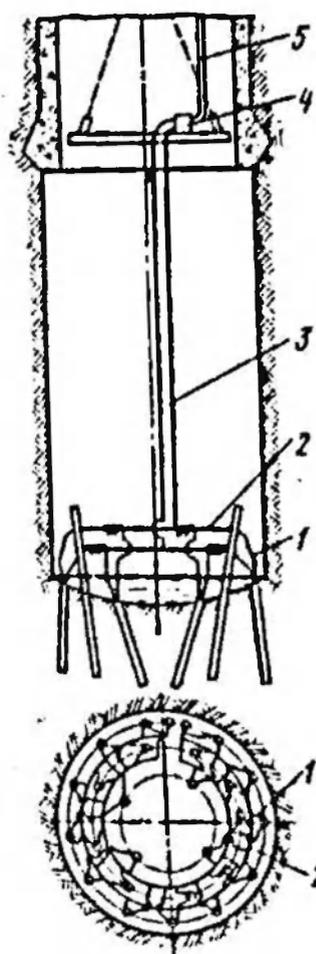


Рис. 89. Схема монтажа электровзрывной сети в стволе при параллельно-ступенчатом соединении электродетонаторов

антенными проводами 2 (алюминевая проволока сечением не менее  $6\text{ мм}^2$ ), которые располагают по двум окружностям. Магистральные провода 3 длиной 20—25 м и сечением  $6—9\text{ мм}^2$  соединяют посредством двухполюсного выключателя 4 со взрывным кабелем 5. Шнуры обычно взрывают от сети напряжением 220—127 В. Взрывной рубильник располагается на поверхности. Одновременно (в каждой очереди) не следует взрывать более 10 кг ВВ.

При производстве буровзрывных работ в затампированных породах во избежание их нарушения и вскрытия водопроводящих трещин необходимо соблюдать ряд предосторожностей. Плотность

Паспорт на буровзрывные работы при проходке выработок в замороженных породах необходимо составлять с учетом предотвращения механических повреждений замораживающих колонок и собственно ледогрунтовой стенки. Как правило, надлежит применять мелкошнуровой способ взрывания, не добиваясь мелкого дробления породы, а только ее рыхления.

Для взрывания шнуров применяют электродетонаторы мгновенного действия, короткозамедленного действия с продолжительностью замедления 25; 50; 75; 100; 150 мс и электродетонаторы с замедлением от 0,5 до 10 с. Число ступеней замедления принимают обычно по числу окружностей расположения шнуров в забое.

При короткозамедленном взрывании врубные шнуры взрываются с помощью электродетонаторов мгновенного действия, отбойные шнуры второй и третьей окружностей — с помощью электродетонаторов с замедлением 25 и 50 мс, оконтуривающие шнуры — с помощью электродетонаторов с замедлением 75 и 100 мс. Шнуры заряжают взрывник и опытные проходчики, имеющие «Единую книжку взрывника».

Соединение проводников электродетонаторов принимают параллельно-ступенчатое (рис. 89) или параллельное. Электродетонаторы соединяются с проводами 1, с

заряда в зависимости от коэффициента крепости пород имеет следующие значения:

Плотность заряда, кг/м <sup>3</sup> . . . . .	0,4—0,6	0,6—0,8	0,8—1,0
Коэффициент крепости пород по шкале проф. М. М. Протодяконова . . . . .	3—4	5—6	8—10

Взрывание шпуров необходимо производить последовательно: вначале — врубовые, затем — отбойные и последними — оконтуривающие.

### § 36. Буровзрывные работы при проходке стволов обычным способом

Глубину врубовых шпуров следует принимать для всех выработок на 10—20% более глубины остальных шпуров, а массу зарядов — на 20—25% более.

При бурении вертикальных шпуров перфораторами длину забурника следует принимать равной примерно 800 мм, а шаг буровых штанг по длине, в зависимости от крепости пород, от 500 до 1000 мм. Самая длинная буровая штанга в комплекте должна на 100—150 мм превышать длину шпуров.

В зависимости от порядка производства работ по проходке ствола, как правило, глубину шпуров следует принимать: в породах III—VIII категории ( $f=2\div 9$ ) — от 3 до 2 м и в породах IX—XI категории ( $f=10\div 20$ ) — от 2 до 1,5 м. На рис. 90 показаны схемы расположения шпуров в стволах.

Расчетные расстояния между оконтуривающими шпурами по окружности при диаметрах патронов ВВ 32—36 мм следует принимать не более 800—900 мм, а при диаметре патронов 45 мм — не более 1000—1200 мм.

Углы наклона оконтуривающих шпуров для всех выработок следует устанавливать экспериментально с расчетом обеспечения минимальных переборов. При этом в породах IV—VIII категории с  $f=1,5\div 9$  шпуры не должны выходить за проектный контур ствола в проходке, а в породах IX—XI категории с  $f=10\div 20$  выход их за проектный контур не должен превышать 100 мм.

Если в процессе проходки ствола применяемые углы наклона оконтуривающих шпуров способствуют образованию сверхнормативных переборов, углы наклона этих шпуров следует уменьшать.

Шпуры в горных выработках необходимо бурить, как правило, с промывкой шпуров водой. Бурить шпуры с сухим пылеулавливанием допускается в отдельных забоях, значительно удаленных от магистрального водопровода, в сильно пучащих породах, при проходке восстающих выработок, при постоянных отрицательных температурах рудничного воздуха, при недостаточном количестве

воды для промывки и в других случаях, когда промывка шпуров водой не может быть осуществлена.

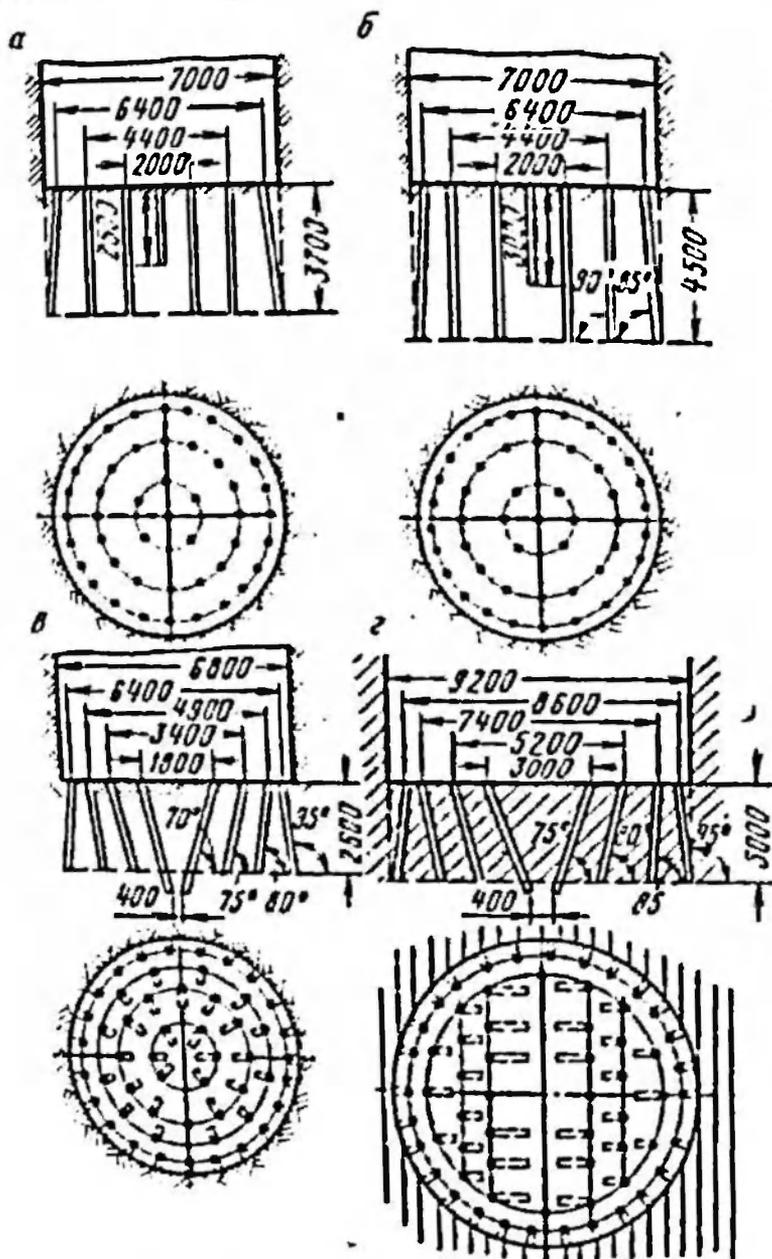


Рис. 90. Схемы расположения шпуров в стволах

Оборудование для бурения шпуров и пылеподавления. При проходке стволов шпуров бурят ручными бурильными машинами и специальными бурильными установками.

Из бурильных ручных машин, предназначенных для бурения нисходящих шпуров при проходке вертикальных стволов по породам средней крепости и крепким, ленинградский завод «Пневматика» выпускает ручные перфораторы ПР-30ЛУ, ПР-30ЛУС и ПР-30РУ (рис. 91).

Для очистки шпуров перфораторы ПР-30ЛУ имеют центральную промывку и продувку, ПР-30ЛУС — усиленную продувку

шпуров, а ПР-30РУ — регулируемую продувку. Для устранения вредного влияния вибрации при бурении перфораторы комплектуются виброгасящей кареткой КВС-1.

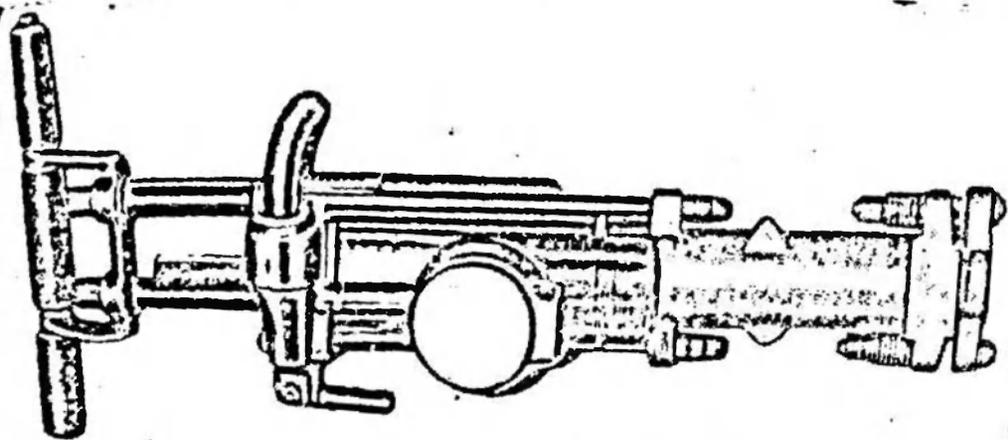


Рис. 91. Перфоратор бурильный ручной ПР-30ЛУ

Виброгасящая каретка КВС-1 конструкции завода «Пневматика» предназначена для защиты бурильщика от вибрации перфоратора при бурении нисходящих шпуров вручную. Каретка снабжена двумя рукоятками: верхней — для удержания перфоратора при бурении короткими бурами; нижней — при бурении длинными бурами.

Для ускорения и облегчения процесса бурения шпуров при сооружении стволов в СССР проводится большая работа по созданию установок для комплектного бурения шпуров. Институтом ЦНИИПодземмаш для этой цели созданы установки БУКС-1м и БУКС-2м, а КузНИИШахтострой — СМБУ-1м.

Бурильная установка БУКС-1м предназначена для бурения шпуров при проходке вертикальных шахтных стволов в комплексе со ствольными породопогрузочными машинами КС-2у/40 или КС-1м.

Установка БУКС-1м (рис. 92) состоит из четырех бурильных машин, оснащенных бурильными головками БГА-1 с автоподатчиками, укрепленными на раздвижных стойках.

На период бурения бурильную установку спускают в ствол и подвешивают к тельферу погрузочной машины на подвеске, которую с помощью кронштейна прикрепляют к верхней части раздвижной колонны. К тельферу крепят также опорный домкрат, обеспечивающий вертикальность установки при работе. Перемещение установки по окружности при обуривании забоя производится тележкой поворота, а в радиальном направлении — тельфером погрузочной машины. Управление установкой пневматическое и осуществляется из кабины или с забоя.

Преимущество установки БУКС-1м заключается в полной механизации процесса бурения, освобождении проходчиков от бурения ручными бурильными машинами, значительном повышении производительности труда проходчиков, что позволяет сократить число бурильщиков до двух, т. е. до числа проходчиков, занятых при погрузке породы погрузочной машиной.

Установка БУКС-1м обеспечивает скорость бурения шпуров диаметром 52 мм в сланцах с  $f=3\div4$  до 2,5 м/мин, в песчаниках с  $f=6\div8$  до 1,2 м/мин и в гранитах с  $f=10\div12$  до 0,8-0,7 м/мин.



Рис. 92. Бурильная установка БУКС-1м.

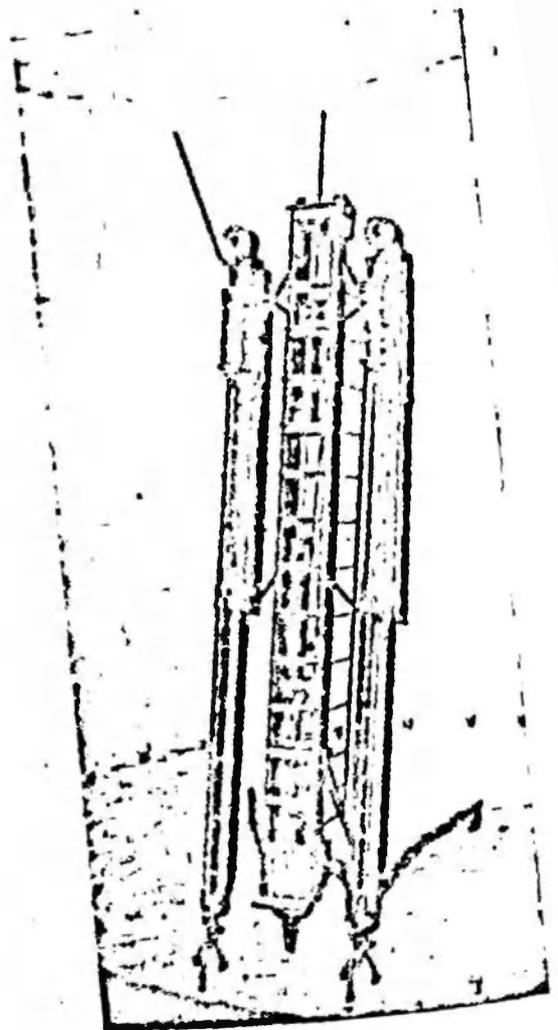


Рис. 93. Бурильная установка БУКС-2м.

Бурильная установка БУКС-2м (рис. 93) имеет независимый механизм перемещения по забою. Тележка перемещается по монорельсу, закрепленному на опалубке, и имеет рычажную систему, которая обеспечивает перестановку БУКС-2м по всему забою. Система фиксаторов дает возможность выдерживать заданный паспорт буровзрывных работ в каждом цикле в течение всего времени проходки ствола. Установка БУКС-2м предназначена для бурения шпуров в неглубоких стволах.

В обеих буровых установках, так же как и в перфораторах, очистка шпуров в процессе бурения воздушно-водяная.

Оборудование конструкции ЦНИИПодземмаша для очистки шпуров при бурении их ручными перфораторами осуществляется устройством ОВ-1, при бурении буровыми установками — ОВ-2. Оборудование состоит из воздухоборника или водяного бака с насосом и фильтра, которые располагают на полке, группового смесителя для ручных перфораторов — в забое. Смесительное устройство для установок БУКС предусмотрено в конструкции самих установок.

Вода из воздухоборника под действием сжатого воздуха (или бака с помощью насоса) подается через фильтр в смеситель, где через насадку впрыскивается в струю сжатого воздуха.

Бурильная установка СМБУ-1м разработана институтом КузНИИШахтострой для бурения шпуров в стволах диаметром от 5 до 8 м.

#### Контрольные вопросы

1. Какие меры предосторожности следует выполнять при производстве взрывных работ в замороженных породах?
2. На каком расстоянии нужно располагать окопуривающие шпуров от стенки ствола в проходке?
3. Как удалять шлам из шпура при бурении его в замороженных породах?
4. Какого типа взрывчатые вещества и какой способ взрывания следует применять для взрывных работ в замороженных породах?
5. Какой должна быть глубина шпуров в замороженных и затампованных породах? От чего зависит глубина шпуров при производстве буровзрывных работ в стволах, проходимых обычным способом?
6. Что необходимо предпринимать при бурении окопуривающих шпуров для сокращения сверхнормативных переборов в стволах, проходимых обычным способом?
7. Назовите оборудование, применяемое для бурения шпуров и пылеподавления в вертикальных шахтных стволах.
8. Из каких частей состоит бурильная установка БУКС-1м и как ее подвешивают на период бурения в стволе?

## ПРОИЗВОДСТВО РАБОТ ПО ПОСЛЕДУЮЩЕМУ ТАМПОНАЖУ В СТВОЛАХ, ПРОЙДЕННЫХ СПЕЦИАЛЬНЫМИ И ОБЫЧНЫМ СПОСОБАМИ

### § 37. Общие сведения

Последующий тампонаж, в отличие от предварительного, производят после проведения выработки. К последующему тампонажу относится не только тампонаж трещин и пустот в породе и крепи, но и заполнение закрепного пространства в случае применения видов крепи, при которых образуется зазор между крепью и стенками выработки.

Последующий тампонаж применяют для уменьшения притоков воды, а также для создания водонепроницаемого слоя, препятствующего фильтрации воды через крепь и способствующего равномерному распределению горного давления на крепь.

Последующий тампонаж при проходке и эксплуатации стволов проводится с поверхности или с подвешного полка (клетки). При тампонаже с поверхности раствор необходимо подавать в закрепное пространство через став труб, опущенный в ствол, и шланги, подсоединенные к трубкам, находящимся в крепи. Такой способ тампонажа применяют только для заполнения закрепного пространства. Для борьбы с притоками воды тампонаж с поверхности применяют только при производстве работ на небольших глубинах, так как при подаче раствора непосредственно в трубки, установленные в крепи, нельзя регулировать давление нагнетания. Кроме того, при большой глубине в ставах труб могут создаваться давления, превышающие допустимые расчетные нагрузки на крепь и трубы.

При тампонаже водоносных горизонтов с целью ликвидации притока воды в ствол необходимо подавать раствор в емкость, расположенную на полке, и из нее нагнетать раствор за крепь насосами. Для тампонажа отдельных участков, расположенных на большой глубине, опускать в ствол став труб для подачи раствора не следует. В этом случае раствор нужно подавать бадьями или готовить его непосредственно на подвешном полке.

При производстве последующего тампонажа для приготовления тампонажного раствора и его нагнетания в закрепное пространство используется то же оборудование, что и при производстве предварительного тампонажа. Способы приготовления тампонажных растворов для последующего и предварительного тампонажа аналогичны.

## § 38. Последующий тампонаж при креплении стволов бетоном

Последующий тампонаж стволов, проходимых в водоносных породах и закрепленных бетоном, предусматривается проектом или производится при наличии фильтрации воды в ствол из водоносных горизонтов после закрепления выработки.

Для стволов, проходимых в сильнотрещиноватых или нарушенных породах, точно установить зоны тампонажа не всегда представляется возможным. В этом случае последующий тампонаж не может быть предусмотрен проектом и осуществляется по мере необходимости.

Последующий тампонаж, предусмотренный проектом. В зависимости от наличия водоносных горизонтов и степени трещиноватости пород тампонаж проводят на протяжении всего ствола или на отдельных его участках.

При проведении последующего тампонажа, предусмотренного проектом, одновременно с возведением крепи в нее заделывают тампонажные трубки, через которые затем нагнетают раствор. Тампонажные трубки во время и после возведения крепи служат для спуска воды из закрепного пространства в ствол. Вода из трубок отводится по шлангам в забой или водоулавливающее устройство. Трубки располагают в крепи ствола ярусами в шахматном порядке. Расстояние между трубками зависит от характера трещиноватости пород и принимается 1—3 м, расстояние между ярусами — 1—5 м.

Трубки устанавливают перпендикулярно к поверхности крепи; диаметр их 38—50 мм, длина на 60—100 мм больше толщины крепи. Один конец трубки должен быть развальцован, а другой, обращенный в ствол, — иметь резьбовую нарезку длиной 50—60 мм.

Во избежание закупорки трубок породой во время возведения крепи следует тщательно очищать стенки ствола в местах расположения трубок. При обнаружении водоносных трещин в местах установки трубок в породе нужно разделять лушки и в них укладывать щебеночные фильтры. Один конец трубок закрепляют в лушках, а другой — в опалубке. Для предохранения щебеночного фильтра от закупорки его перекрывают толем или кирпичом.

В ствол на участок, подлежащий тампонажу (рис. 94), опускают подвесной проходческий полук, на котором должен быть установлен растворонасос 1, электродвигатель 2, бак для приема раствора 3, опрокидная бадья 4, манометр 5, гибкий шланг 6. Опущенный в ствол полук на заданной отметке укрепляют при помощи четырех выдвижных пальцев, и во избежание попадания раствора в забой тщательно уплотняют и законопачивают зазор между стенками ствола и полком.

Нагнетание раствора следует производить, когда ствол или отдельный водоносный участок пройден, закреплен, крепь достигла проектной прочности и опалубка снята. Для проведения тампона-

ка ствол разбивают на участки (зоны) по 10—15 м. Зоны, подлежащие тампонажу, разбивают на ярусы высотой по 3—5 м. Число зон определяется глубиной участка ствола, подлежащего тампонажу.

Перед нагнетанием раствора вся растворопроводящая сеть

должна быть испытана на гидравлическое давление, предусмотренное проектом, а тампонажные трубки промыты водой. Если по какой-либо причине трубки закупорены, нужно их разбуривать.

Крепление тампонажных трубок в бетонной крепи показано на рис. 95. Раствор в пределах яруса следует нагнетать в направлении снизу вверх, а в пределах зоны — сверху вниз. Так как на одном и том же горизонте трещиноватость пород различна, нагнетание нужно производить поочередно в одну из диаметрально расположенных тампонажных трубок. Если при нагнетании наблюдается значительное поглощение раствора (более 2 м<sup>3</sup> на одну скважину), то необходимо сгущать раствор до максимальной консистенции. Раствор нагнетают непрерывно до полного заполнения трещин и пустот за крепью. Для предупреждения образования воздушных мешков за крепью во всех трубках вышерасположенного яруса необходимо открыть пробки.

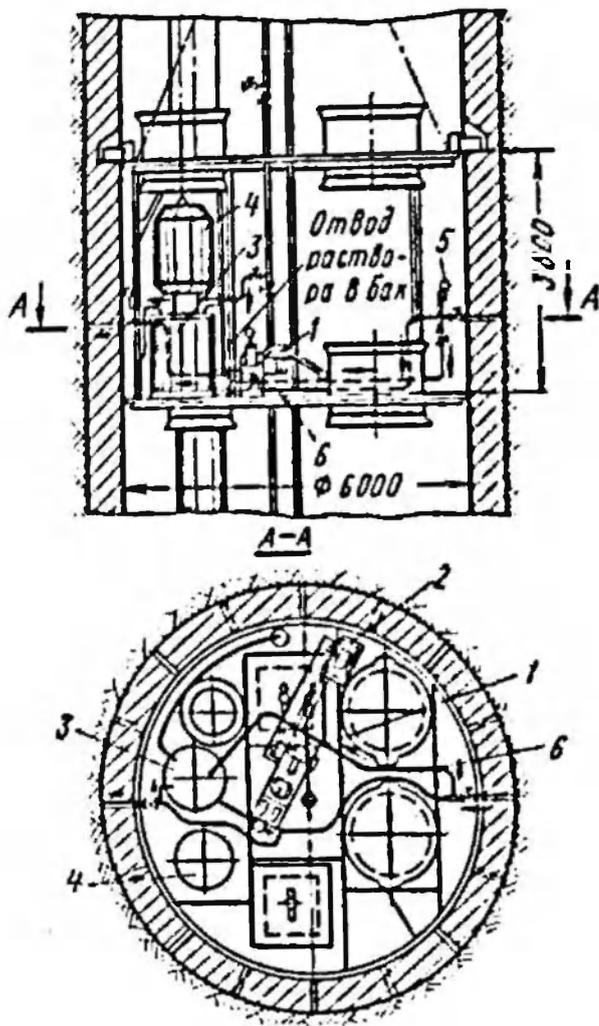


Рис. 94. Расположение тампонажного оборудования в стволе

Во время тампонажирования нельзя допускать перерывов в нагнетании и подаче раствора к насосу, а также снижения скорости его движения, так как это способствует образованию пробок из затвердевшего раствора, в результате чего нарушается равномерное заполнение трещин.

В начальный период раствор нагнетают при давлении 1—2 кгс/см<sup>2</sup>, а затем постепенно давление повышают до 6—7 кгс/см<sup>2</sup>. При наличии напорных вод нагнетание необходимо производить под давлением, превышающим гидростатическое на 1—2 кгс/см<sup>2</sup>. Затем давление повышают до максимально допустимого, которое

может выдержать крепь ствола. Это давление определяют в проекте расчетом.

При нагнетании раствора необходимо непрерывно наблюдать за показанием манометра и не допускать повышения давления выше предусмотренного проектом. Давление нагнетания регулируют при помощи сбросного крана насоса. Если раствор вытекает из трубок верхнего яруса, их следует перекрыть.

После окончания тампонажа всех скважин шланги отключают, промывают водой и подсоединяют к трубкам вышерасположенного яруса. После тампонажа всех ярусов водонесной зоны раствор нагнетают в контрольные трубки, установленные во вновь пробуренных скважинах. Контрольное нагнетание по ярусам также производят в направлении снизу вверх. После окончания нагнетания все тампонажное оборудование должно быть тщательно промыто.

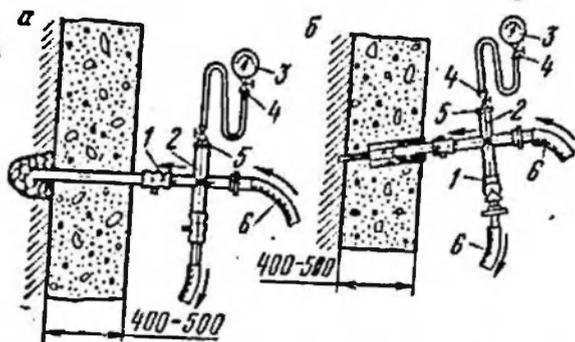


Рис. 95. Способы крепления тампонажных трубок в бетонной крепи:

а — при установке трубок одновременно с возведением крепи; б — при установке трубок после возведения крепи; 1 — проходные краны; 2 — крестовины из труб; 3 — масляные манометры; 4 — проходные краны; 5 — резиновые диафрагмы; 6 — гибкие шланги

Последующий тампонаж, не предусмотренный проектом. Последующий тампонаж, не предусмотренный проектом, проводят при притоке воды в забой более 5 м<sup>3</sup>/ч. Такой приток обычно вызывается тем, что в процессе крепления не были приняты меры против вымывания цемента, а также разрушающего действия агрессивных подземных вод на бетон. В этом случае задачей последующего тампонажа является устранение притока воды в забой ствола и усиление крепи.

Подготовительные работы при тампонаже, не предусмотренном проектом, производят на горизонтах, из которых наблюдается интенсивная фильтрация воды через крепь. Скважины бурят с подвесного полка участками в направлении сверху вниз. Подключение бурильных молотков (перфораторов) к ставу труб сжатого воздуха осуществляется в самой верхней отметке ствола с таким расчетом, чтобы при подвигании работ не было перерывов в снабжении их сжатым воздухом. Ярусы скважин обычно располагают на расстоянии 3 м один от другого, а скважины в ярусе — на расстоянии 1,5 м.

Для установки тампонажных трубок на участках ствола, подлежащих тампонажу, бурят скважины диаметром 60—80 мм или устраивают лушки размером 100×150 мм и глубиной 300 мм. Для удобства закрепления трубок цементным раствором скважины и лушки делают с уклоном к горизонту (8—10°).

При наличии напорных вод рекомендуется применять трубки с резиновыми манжетами.

При напорных водах, когда происходит размыв и вынос цементного раствора из закрепленного пространства, следует устанавливать две тампонажные трубки на расстоянии друг от друга до 1 м: одну — для нагнетания цементного раствора, другую — для нагнетания жидкого стекла или хлористого кальция. Одновременное нагнетание двух растворов за крепь обеспечивает быстрое твердение тампонажного раствора и ликвидацию притока воды в ствол.

Если укрепление трубок цементным раствором из-за больших притоков воды затруднительно и трубки с манжетами изготовить невозможно, ниже горизонта установки трубок следует пробурить скважину для спуска воды. После заделки трубки пробуренную скважину необходимо закрыть пробкой.

Через трубки, установленные в два-три яруса, пробуривают скважины диаметром 35 мм, которые углубляют в породу на 350—1000 мм. Скважины, пробуренные в почве и кровле водоносного пласта, углубляют в породу на 2—3 м. После окончания бурения двух ярусов скважины на одну из трубок устанавливают цементационную головку, состоящую из крестовины с кранами и манометром, и скважину подключают к нагнетательному трубопроводу. Раствор нагнетают в таком же порядке, как при тампонаже, предусмотренном проектом.

### § 39. Последующий тампонаж при креплении стволов тубингами

При возведении тубинговой крепи в направлении сверху вниз (без заполнения затубингового пространства бетоном) тампонаж производят:

после навески 5—7 тубинговых колец и плотного закрепления зазора между нижним кольцом и породой;

после навески 18—20 тубинговых колец и устройства опорного венца;

после навески 15—16 тубинговых колец и устройства опорных тампонажных поясов из быстротвердеющего раствора.

В первом и третьем случаях тампонаж производят после пикетажа затубингового пространства.

Подачу раствора в ствол и нагнетание его за крепь можно производить по следующим схемам.

Первая схема. Тампонажный раствор подается с поверхности самотеком или насосом по ставу труб диаметром 3—5" в бак емкостью 1 м<sup>3</sup>, установленный на полке. На полке установлен растворонасос, перекачивающий раствор из бака в затубинговое пространство через тампонажное отверстие тубинга, из которого должна быть вывинчена пробка и ввинчен патрубок.

Крепление тампонажных трубок в тубингах показано на рис. 96. Тампонажный раствор нагнетают до появления его из отверстий вышерасположенного тубингового кольца. После этого тампонажные отверстия закрывают, шланг переключают к тубингам верхнего яруса и тампонаж продолжают в той же последова-

тельности. Путем последовательного присоединения шланга к отверстиям вышерасположенных тюбингов тампонируют закрепное пространство на всю высоту заходки. В отдельных случаях тампонаж можно вести через отверстия верхнего кольца тюбингов.

При устройстве опорного венца после навески 15—25 тюбинговых колец тампонаж можно проводить в направлении снизу вверх и сверху вниз. При проведении тампонажа снизу вверх тампонажный раствор нагнетают таким же образом, как и при навеске 5—7 тюбинговых колец. При тампонаже в направлении сверху вниз гибкий шланг подсоединяют к тюбингу верхнего кольца в заходке. При этом отверстия в нижерасположенных тюбинговых кольцах перекрывают пробками, а швы крепи конопатят (при железобетонных тюбингах). Нагнетание производят до тех пор, пока раствор не появится в отверстиях тюбингов, открытых для наблюдения.

Вторая схема. Приготовленный на поверхности тампонажный раствор поступает самотеком по ставу труб непосредственно в затюбинговое пространство через патрубок диаметром 6—7", подсоединенный к концу става и установленный в отверстие тюбинга верхнего кольца заходки.

При возведении чугунной тюбинговой крепи в направлении снизу вверх и укладке в затюбинговое пространство бетона существует следующий порядок выполнения тампонажных работ:

1. Если ствол проходили способом замораживания, то тампонаж, как правило, производят после оттаивания ледогрунтового цилиндра.

2. Работы по тампонажу ведут с подвешенного проходческого полка.

3. Тампонаж производят в направлении сверху вниз зонами, а в пределах каждой зоны раствор нагнетают от нижних колец к верхним.

4. Если тампонаж имеет целью ликвидировать зазоры между чугунной крепью и бетоном, а также в швах бетонирования, работы производят следующим образом:

а) вывинчивают тампонажную металлическую пробку и в отверстии ввертывают патрубок с наружной резьбой;

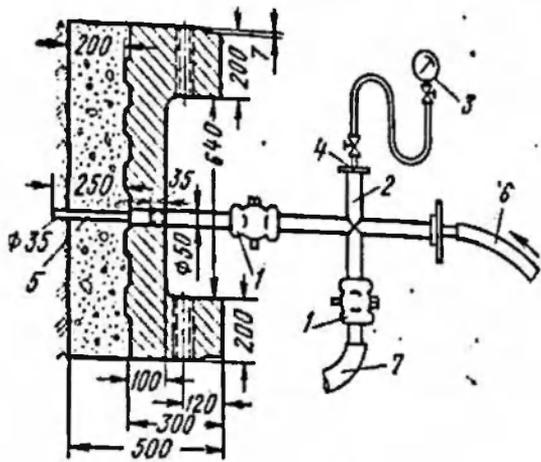


Рис. 96. Крепление тампонажных трубок в тюбингах:

1 — проходные краны; 2 — крестовина; 3 — манометр; 4 — резиновая диафрагма; 5 — тампонажная трубка; 6 — шланг для подачи раствора от насоса; 7 — шланг для отвода избытка раствора в бак

б) к свободному концу патрубка присоединяют гибкий шланг;  
в) приготовленный на поверхности раствор для тампонажа подают в емкость, расположенную на подвесном полке, из которой его насосами через гибкий шланг нагнетают в закрепное пространство;

г) давление раствора при нагнетании не должно превышать гидростатический напор подземных вод на данном горизонте более чем на 10—20% и не должно быть больше несущей способности крепи ствола;

д) нагнетание раствора следует начинать под небольшим давлением, постепенно повышая его до проектного для каждого данного участка;

е) если при проектном давлении показание манометра остается стабильным в течение 15 мин, нагнетание через данное тампонажное отверстие считается законченным.

5. Если тампонаж имеет целью заполнить пустоты, трещины и каверны в бетоне затрубного пространства, а также неплотности в его швах или заполнить пустоты и трещины в породных стенках ствола, перед выполнением работ, указанных в пп. «а—е», в бетоне через тампонажное отверстие в первом случае бурят тампонажные скважины на глубину  $2/3$  толщины бетонной крепи, а во втором случае скважины пробуривают на толщину крепи и заглубляют их на 150—200 мм в породу.

В дальнейшем работы выполняют так, как это указано в пп. «а—е».

6. Перед открытием тампонажных пробок, на случай прорыва воды или раствора, следует иметь на месте работ деревянные конические стесанные пробки-чопы, диаметр которых равен диаметру тампонажного отверстия, длиной 0,4—0,5 м, а также кувалды, которыми их при необходимости забивают.

#### § 40. Комплексы оборудования для последующего тампонажа

Для проведения последующего тампонажа горных пород ВНИИОМШС разработал комплекс оборудования КЦ-2П (рис. 97), состоящий из двухэтажной люльки 1, бурильной машины 2 (перфоратор ПР-24Л), пропеллерной мешалки производительностью 20 м<sup>3</sup>/ч для приготовления раствора, цементационного насоса 3 для нагнетания раствора, запорной арматуры 4. В комплексе используют насос НГР-250/50 с пневмодвигателем ПРШ-16м.

Подвесная двухэтажная металлическая люлька 1 предназначена для размещения людей, оборудования и материалов. На верхнем этаже люльки устанавливают емкости 5 для раствора и воды; на нижнем размещаются проходчики, производящие бурение скважин и нагнетание в них тампонажного раствора.

Бурение скважин ведут двумя ступенями, коронкой диаметром 60 мм (бурение приустьевой части скважины на глубину 1,2 м

под кондуктор) и коронкой диаметром 32 мм (бурение через кондуктор собственно скважины до проектной глубины). По окончании бурения приустьевой части скважины в ней устанавливают и закрепляют кондуктор. Бурение скважин ведут с промывкой водой.

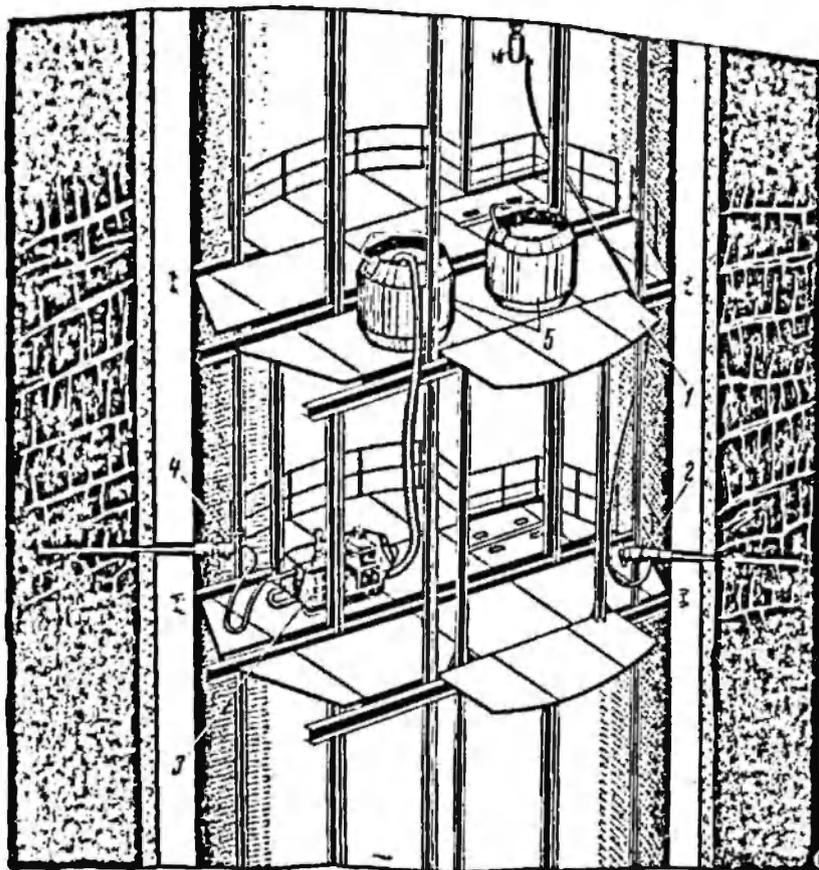


Рис. 97. Комплекс оборудования КЦ-2П для последующей цементации горных пород

После определения удельного водопоглощения, не отсоединяя рукав высокого давления от трехходового крана, приступают к нагнетанию цементного раствора. Его нагнетают поочередно через каждую скважину насосом, установленным на нижнем этаже люльки. Цементный раствор с поверхности подают в бадью по ставу труб.

При битумизации горных пород работы производят с подвешенного полка (рис. 98). Поскольку загрузка битума в котел 1 без предварительного удаления из него влаги запрещается, битумоварочный котел имеет два яруса. В верхнем ярусе производится выпаривание битума. В транспортные средства битум поступает по выпускной трубе 2 из нижнего яруса 3 котла, куда он попадает из верхнего после выпаривания. В ствол битум подается в бадьях-термосах 4.

На участке битумизации ствол закрепляют тьюбингами 5. Бетон 6 затьюбингового тампонажного слоя в наружной его части 7

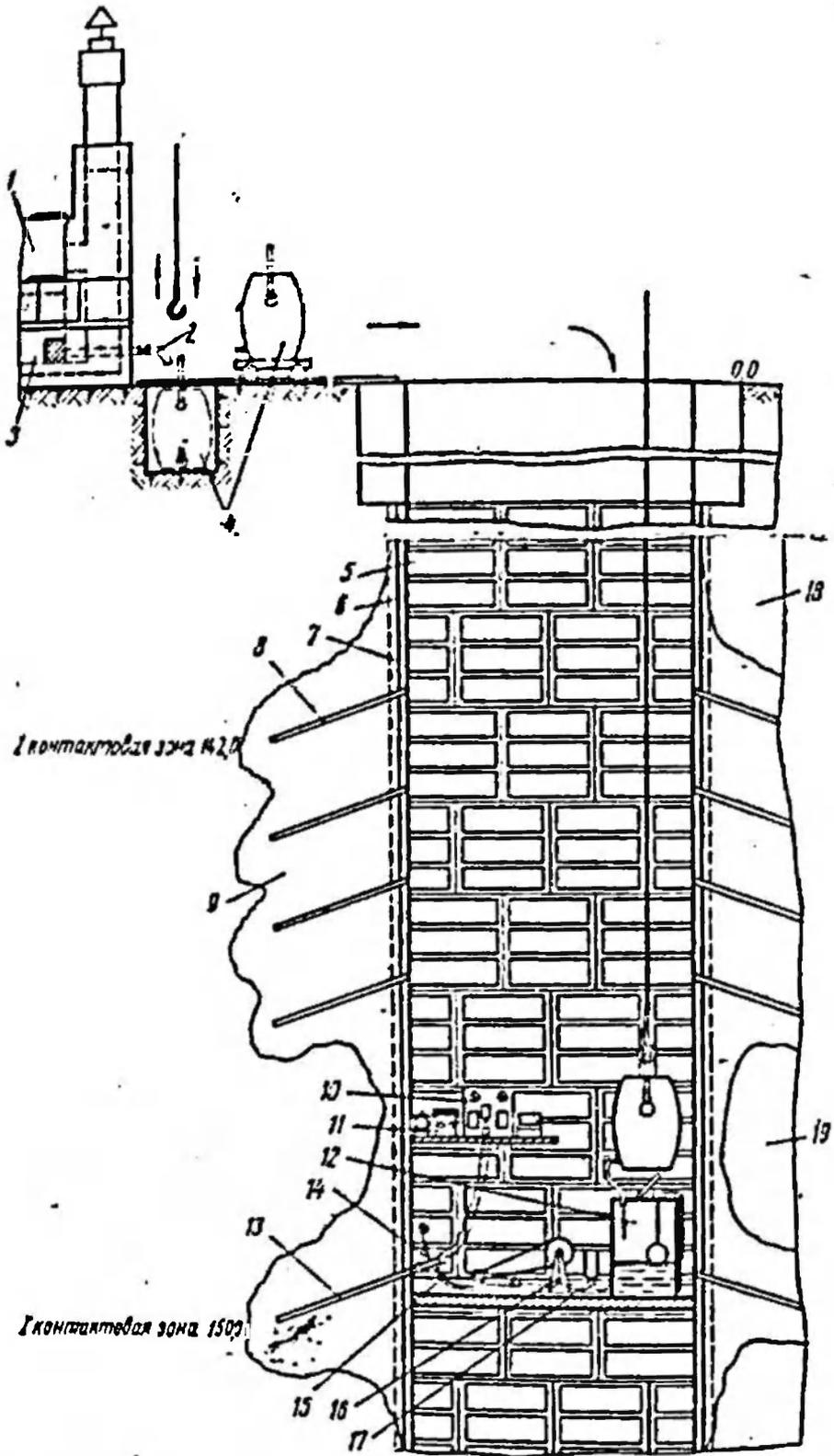


Рис. 98. Схема производства последующей битумизации в стволе

разрушен. Битумизационные скважины 8 создают битумную завесу в верхней контактной зоне. Трансформаторы 10 и электрооборудование 11 размещают на верхнем полке, а расходную бадью-термос 12 и битумизационный насос 16 — на подвесном полке 17. В битумизационную скважину 13 нижней контактной зоны битум нагнетают насосом через нагнетатель 14 по гибкому металлическому рукаву 15. Верхняя контактная зона 18 представлена мергелисто-гипсовой толщей пород, а нижняя 19 — каменной солью.

#### Контрольные вопросы

1. Для каких целей производят последующий тампонаж?
2. Расскажите коротко о порядке производства работ по последующему тампонажу, предусмотренному проектом, в стволе, закрепленном бетоном.
3. Как заделывают тампонажные трубки в бетонную крепь ствола?
4. Назовите основное оборудование, необходимое для работ по последующему тампонажу при производстве его в стволе с подвесного полка.
5. Когда следует производить последующий тампонаж, не предусмотренный проектом?
6. Каким должен быть порядок производства работ по последующему тампонажу в стволах, закрепленных тубинговой крепью?
7. Назовите комплексы оборудования, применяемые для последующего тампонажа.

## § 41. Общие сведения

В состав работ по армированию входят: установка расстрелов, навеска проводников, устройство лестничного отделения, монтаж трубопроводов, навеска кабелей, монтаж различных коммуникаций.

Армирование ствола можно производить как после окончания его проходки и крепления (последовательная схема проходки и армирования), так и одновременно с проходкой и креплением ствола (параллельная схема проходки и армирования).

В зависимости от принятой схемы работ по армированию устанавливаются операции по армированию и порядок выполнения этих операций для вертикальных стволов круглого сечения, которые приведены в табл. 6.

На рис. 99 показана параллельная схема армирования в направлении сверху вниз с полка и люлек (3-я схема армирования по табл. 6).

При армировании в нисходящем порядке (в направлении сверху вниз, рис. 99) перед началом работ из ствола убирают все проходческое оборудование. Подвесной полок поднимают вверх под основную раму и переоборудуют для армирования. Сначала с подвесного полка устанавливают контрольный ярус и четыре последующих яруса расстрелов. Затем работы по установке расстрелов временно приостанавливают и для навески проводников в ствол опускают люльки, которые располагают на ярус выше полка.

Установку расстрелов с полка и навеску проводников с люлек выполняют поочередно. В течение первых трех смен каждых суток устанавливают от трех до пяти ярусов расстрелов. Одновременно оборудуют и лестничное отделение (если оно есть). В четвертую смену только навешивают проводники.

Армирование ствола производит комплексная бригада из 37 человек, которая разбита на четыре звена. В первую и вторую смены устанавливают расстрелы в трех-четыре ярусах; в третью укладывают один ярус расстрелов, а в остальное время убирают с подвесного полка куски бетона, накопившиеся в процессе долбления лунок в течение трех смен; в четвертую смену производят навеску двух звеньев рельсовых проводников.

На рис. 100 показана схема сооружения ствола с одновременным армированием (6-я схема армирования по табл. 6). В стволе одновременно с выемкой породы возводят бетонную крепь с при-

Таблица 6

№	Схема армирования	Операции по армированию	Порядок выполнения операций
При выполнении армирования после окремания проходки ствола			
1	Последовательная схема армирования	Установка расстрелов  Навеска проводников	Сверху вниз на всю глубину ствола с двухэтажного подвешного полка (с нижнего этажа подготавливают лунки, с верхнего — устанавливают расстрелы) Снизу вверх на всю глубину ствола с двух четырехэтажных люлек (или с бадьи и люльки)
2	Совмещенная схема армирования в направлении сверху вниз с полка без люлек	Одновременная установка расстрелов и навеска проводников с одного положения полка	С двухэтажного подвешного полка без люлек сверху вниз (с верхнего этажа устанавливают расстрелы и навешивают проводники, с нижнего — подготавливают лунки). Работы на обоих этажах полка ведут одновременно и непрерывно
3	Параллельная схема армирования в направлении сверху вниз с полка и люлек	Установка расстрелов и навеска проводников большими звеньями (25 м)	С двухэтажного подвешного полка и навешенных над ним трехэтажных люлек сверху вниз (с нижнего этажа полка подготавливают лунки, с верхнего — устанавливают расстрелы). В первую, вторую и третью смены устанавливают шесть ярусов расстрелов (4168 мм), в четвертую смену навешивают два комплекта проводников (25 м)
4	Параллельная схема армирования в направлении снизу вверх с полка и люлек	Установка расстрелов и навеска проводников	С двухэтажного подвешного полка и подвешенных под ним трехэтажных люлек снизу вверх (с верхнего этажа подготавливают лунки, с нижнего — устанавливают расстрелы, с люлек навешивают проводники и трубопроводы)
5	Совмещенная схема армирования в направлении снизу вверх с многоэтажного полка без люлек	Одновременная установка расстрелов и навеска проводников в одном большом звене (с одного положения полка)	С многоэтажного подвешного полка, оборудованного приставными и выдвижными площадками (высота полка равна шести ярусам расстрелов).

№ схема	Схема армирования	Операция по армированию	Порядок выполнения операций
			С верхнего этажа подготавливают лушки для расстрелов, снимают и выдают на поверхность проходческое оборудование, подвешенное в стволе, со второго этажа в это время укладывают расстрелы, проводники навешивают в специально отведенное для этого время
При выполнении армирования одновременно с проходкой ствола			
6	Совмещенная схема армирования в направлении сверху вниз с креплением призабойного участка	Одновременная установка расстрелов и навеска проводников в одном звене (с одного положения полка)	Установка расстрелов сверху вниз с полка для армирования (одновременно с погрузкой породы). Навеска проводников сверху вниз с полка для армирования (одновременно с бурением шпуров). Сначала устанавливают ярус расстрелов, затем навешивают проводники, пропускаемые через полк

менеем передвижной створчатой опалубки 1 и с доставкой бетона по трубам 2 (рис. 100, а). Выемку породы производят на величину одного звена, кратную расстоянию между ярусами расстрелов и, следовательно, длине проводников. Так как рельсовые проводники имеют длину 12,5 м, то, очевидно, и величина звена должна быть кратна этому размеру. Во избежание применения канатных направляющих для подъема целесообразно величину звена принимать равной 12,5 м при максимальном отставании армировки от забоя ствола на 25 м. Такое соотношение создает нормальные условия для работы.

В стволе находится двухэтажный подвесной полк 3; с нижнего этажа полка подготавливают лушки для расстрелов. С верхнего этажа полка устанавливают расстрелы и навешивают проводники, а также наращивают трубопроводы (вентиляционный 4 и водоотлива 5). Для наращивания трубопровода на нижнем этаже полка устанавливают две лебедки 6. Породу выдают из ствола бадьями 7. При этом направляющая рамка 8 перемещается по постоянным направляющим. Водоотлив предусматривается ступенчатым. Вода из забоя откачивается забойным насосом 9 и по гибкому шлангу 10 подается в резервуар 11 подвесного насоса 12. Подвесной насос соединен с водоотливным трубопроводом гибким шлан-

гом 13. При наращивании водоотливного трубопровода для спуска воды из него в резервуар насоса предусмотрен перепускной трубопровод 14, имеющий задвижку. После выемки породы и возведения постоянной крепи на величину звена (12,5 м) работы приостанавливают и приступают к армированию ствола (рис. 100.6). В момент начала армирования подвесной полук находится от забоя на расстоянии около 25 м. К моменту окончания работ по армированию ствола подвесной полук будет находиться от забоя на расстоянии 12,5 м. Во время армирования звена ствола для обеспечения безопасности работ на верхнем этаже полка выше рабочего звена необходимо устраивать предохранительный щит.

Перед началом работ по армированию ствола необходимо выполнить некоторые подготовительные работы, в состав которых входят: заготовка элементов армировки; подготовительные работы на поверхности; подготовительные работы в стволе.

Элементы армировки, т. е. расстрелы, проводники, стяжные скобы, решетки настила лестничных полков и др., должны быть заготовлены на всю глубину ствола. Заготовку элементов армировки производят в механических мастерских. Все детали армировки тщательно проверяют при помощи шаблонов и контрольной сборки на специальных стеллажах. Проверенные детали маркируют и складывают в порядке, обеспечивающем бесперебойную работу в стволе. Наряду с заготовкой элементов армировки должен быть подготовлен в достаточном количестве инструмент: сверла, гаечные и патронные ключи, пробойники, пики, трамбовки и другие. На поверхности выполняют следующие подготовительные работы:

разбирают станок и верхнюю приемную площадку копра; в случае необходимости переставляют на подшивной площадке копра шкивы лебедок для спуска расстрелов, проводников и других материалов, навески люлек и т. д.

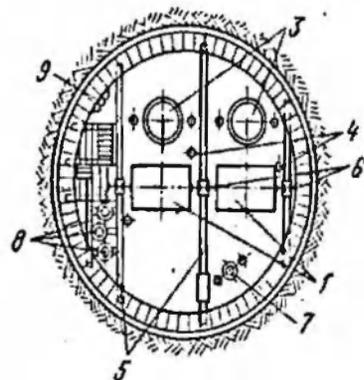
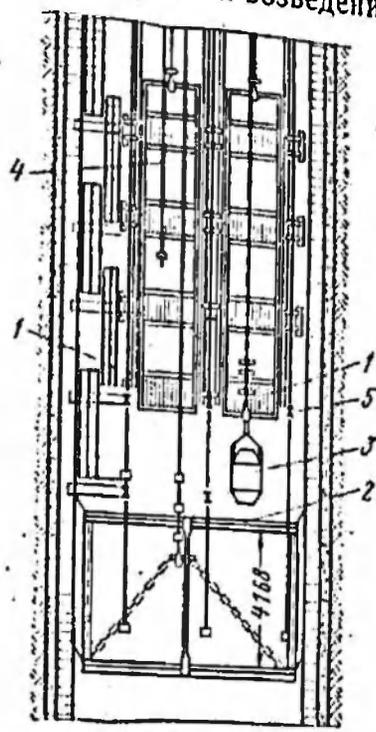


Рис. 99. Схема одновременной установки расстрелов и навески проводников в направлении 'сверху вниз':

1 — люльки для навески проводников; 2 — подвесной полук; 3 — бадьи; 4 — маневровые канаты для навески проводников; 5 — расстрелы; 6 — проводники; 7 — трубы сжатого воздуха; 8 — став водоотливных труб; 9 — хомуты для кабеля

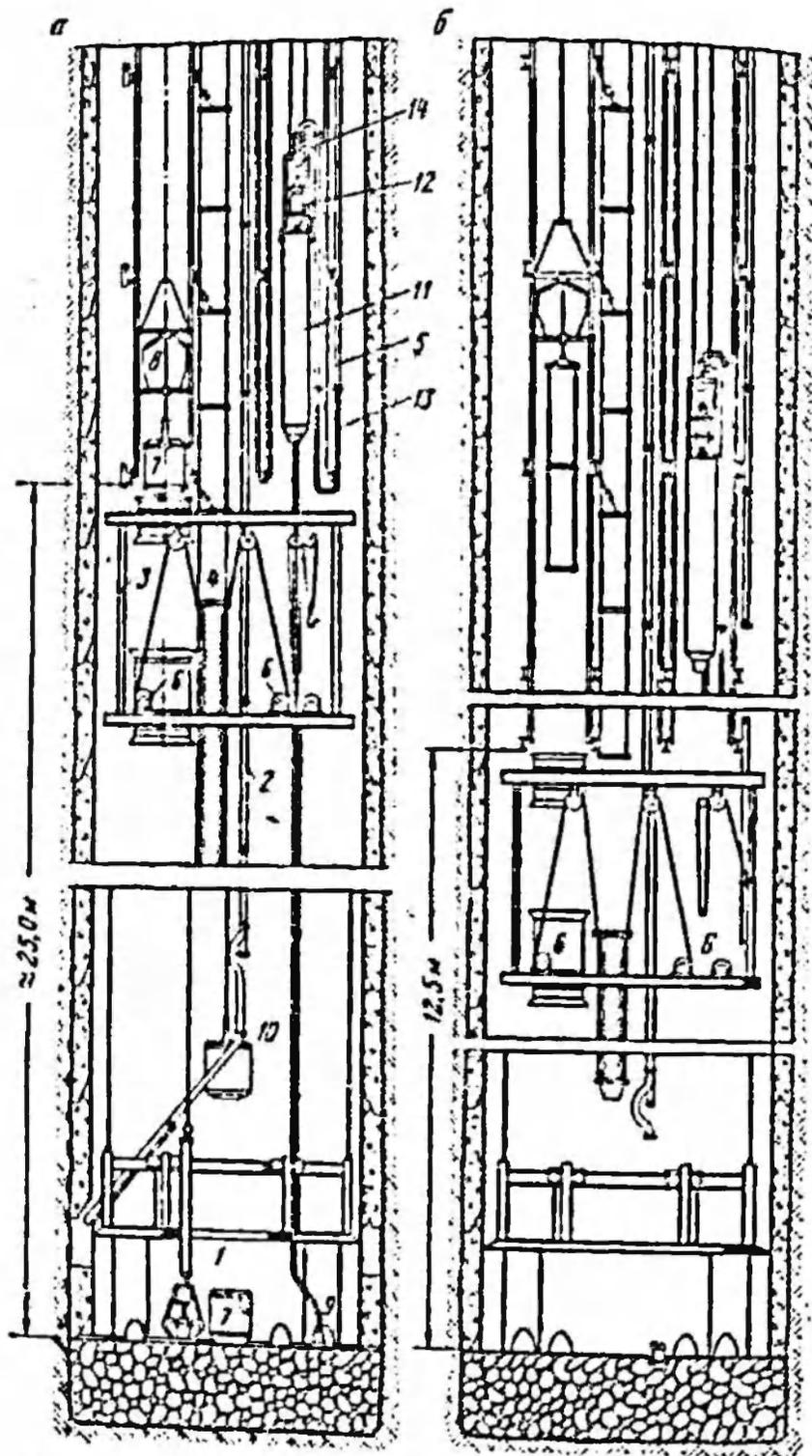


Рис. 100. Схема сооружения ствола с одновременным армированием

переделывают основную нулевую раму в соответствии с размещением армировки в стволе и монтируют основную подкопровую раму;

устанавливают лебедки для отвесов.

В стволе выполняют следующие подготовительные работы: освобождают ствол от излишнего проходческого оборудования: выдают натяжную раму (направляющие канаты подъемов укрепляют в зумифе ствола), подвесные насосы и т. д.;

переоборудуют подвесной полк; если при сооружении ствола применяли двухэтажный полк с расстоянием между этажами, равным расстоянию между ярусами расстрелов, то снимают раструбы и все проемы наглухо зашивают досками, а прицепное устройство переносят под верхнее перекрытие полка;

производят маркшейдерскую съемку профиля стен ствола для внесения необходимых корректировок в проект армировки;

устанавливают контрольный (маркшейдерский) ярус расстрелов, который располагают на 1—1,5 м ниже основной подкопровой рамы. На ярусе закрепляют кронштейны, фиксирующие положение отвесов в стволе.

## § 42. Разделка лунок

Если лунки для установки расстрелов в период возведения постоянной бетонной крепи не были оставлены, их нужно разделить во время армирования ствола.

В зависимости от принятой технологической схемы работ по армированию разделку лунок для расстрелов производят либо с верхнего, либо с нижнего этажа подвесного полка. Лунки разделяют при помощи отбойных молотков или пневмомолов с удлиненными пиками, а также при помощи сверл или буров, снабженных специальными головками, армированными твердым сплавом. Лунки следует разделять на глубину, определяемую расчетом по формулам, изложенным во «Временных указаниях по проектированию и расчету жестких армировок вертикальных стволов». В зависимости от поперечного сечения расстрелов объем лунок составляет 0,07—0,15 м<sup>3</sup>.

Для составных расстрелов и расстрелов, опирающихся на другие балки, лунки делают прямоугольного сечения, а для цельных расстрелов одну лунку делают прямоугольного сечения, другую (заводную) — пирамидального.

Если расстрел будут заводить сверху вниз, то заводную лунку при разделке располагают вертикально, если же расстрел будут заводить сбоку, заводную лунку располагают горизонтально.

Так как разделка лунок для расстрелов в бетоне является очень трудоемкой работой, то для ее облегчения ЦНИИПодземмаш сконструировал и изготовил специальную машину для долбления лунок, опытно-промышленные испытания которой проводятся в Кривбассе.

Машина для долбления лунок состоит из трех пневмоударников, расположенных один над другим. Две буровые коронки пневмоударников выдвинуты вперед, третья вмонтирована несколько сзади. Для выдвижения пневмоударников имеется пневмоподатчик. Вся система монтируется и крепится на специальном монорельсе подвешенного полка.

Долбление лунок в бетоне производят пневмоударниками, подача которых вперед производится пневмоподатчиком, а передвижение по периметру крепи ствола — по круговому монорельсу. Для выбуривания лунок применяют машину УБЛ-5.

#### **§ 43. Организация и производство работ по армированию стволов**

**Установка расстрелов.** Установку расстрелов начинают с установки контрольного яруса с обязательным маркшейдерским контролем. Контрольный ярус расстрелов устанавливают от шнуров (тонких проволок), натянутых между осевыми точками, закреплениями и в устье ствола. Расстрелы устанавливают строго по размерам, указанным на рабочих чертежах проекта. При установке первого яруса расстрелов необходимо проверить:

отметки концов каждого расстрела (путем нивелирования);  
расстояния от осей ствола до «лежек» в расстрелах и до мест соединения одних расстрелов с другими, а также расстояния между «лежками»;

горизонтальность полки (грани) расстрелов в направлении, перпендикулярном продольной оси расстрела (при помощи уровня).

После закрепления первого яруса расстрелов на них устанавливают кронштейны для фиксации отвесов.

В первую очередь, как правило, спускают и устанавливают главный (центральный) расстрел, затем другие основные расстрелы. Вспомогательные расстрелы (лестничного отделения и др.) устанавливают последними.

Короткие расстрелы и мелкие детали армировки спускают в ствол в бадьях, а длинные расстрелы — при помощи серьги на панцире подъемного каната.

При спуске в ствол целого расстрела проходчики, размещенные на подвешенном полке, принимают его нижний конец и на весу направляют в лунку. Дальше, по мере опускания, расстрелу придают горизонтальное положение и также на весу другой его конец заводят в противоположную лунку. Подвесной хомут отвинчивают и выдают на поверхность для спуска в ствол следующего расстрела.

При спуске в ствол составного расстрела нижний конец его заводят в лунку, а свободный конец временно подхватывают дистанционным крючком. Затем в месте стыка обе части расстрела скрепляют при помощи накладок и болтов. После затяжки гаек концы болтов расклепывают.

При бетонной крепи стволов концы расстрелов закрепляют заводкой в лунки с последующей заделкой их бетоном или анкерными болтами, заделываемыми в крепь. При креплении стволов металлическими 1 (рис. 101) и железобетонными тубингами концы расстрелов закрепляют:

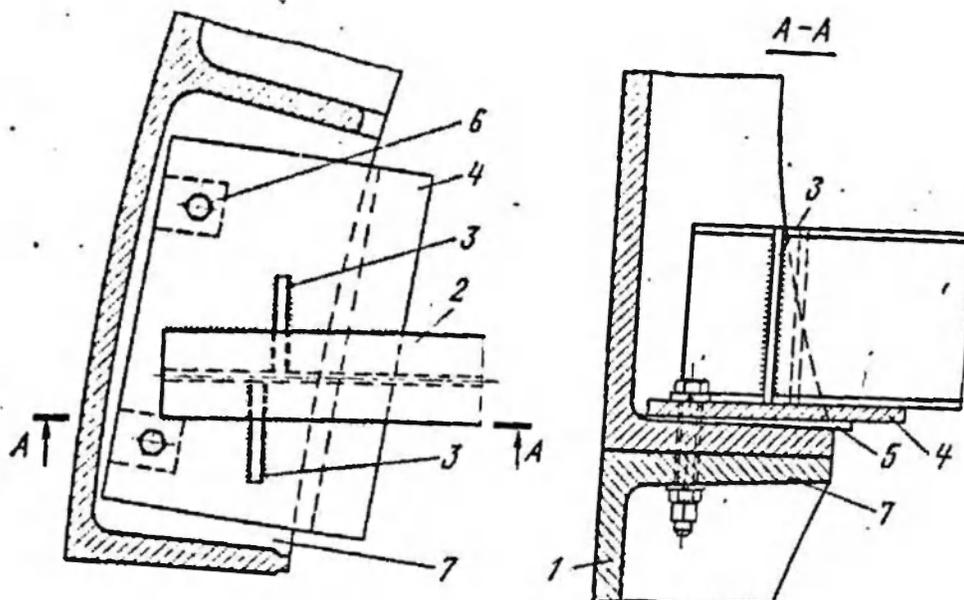


Рис. 101. Крепление расстрела к металлическому тубингу

установкой их на горизонтальные борта 7 тубингов и прикреплением к ним болтами 6 при помощи металлических подкладок 5, косынок 4 или кронштейнов 3, при этом расстрелы 2 можно крепить к башмакам, косынкам и кронштейнам болтами и на сварке анкерными болтами.

Отверстия для крепежных болтов сопрягающихся элементов армировки необходимо выполнять только сверлением, а сболчивание болтов — тарированными гайковертами.

Для проверки правильности укладки расстрелов применяют отвесы, дистанционные крюки, шаблоны, рейки и уровни. Дистанционный крюк служит для проверки расстояния между двумя ярусами расстрелов и местоположения укладываемого расстрела. При помощи рейки и уровня определяют горизонтальное положение расстрелов, выравнивая концы их подкладками из листовой стали различной толщины.

Главные расстрелы устанавливают строго по отвесам и проверяют также при помощи проверочной лопатки, закладываемой в «лежки» расстрелов. Горизонтальное расстояние между расстрелами проверяют при помощи металлического шаблона.

Все работы по установке расстрелов выполняют под непосредственным наблюдением технического и маркшейдерского надзора. Перед бетонированием расстрелы сверху расклинивают металлическими или дубовыми клиньями. После укладки и выверки рас-

стрелов лунки заделывают бетоном или песчано-цементным раствором с добавкой жидкого стекла. Общая схема установки расстрелов в стволе показана на рис. 102.

**Навеска проводников.** Проводники в ствол спускают на подвесных канатах лебедок по одному или пакетам.

При совмещенной схеме армирования проводники навешивают сверху вниз в следующем порядке.

Проводник опускают в ствол на уровень верхнего этажа подвешенного полка и пропускают через специальный проем в полке к месту установки

с полка или с подвесных четырехэтажных люлек. В отделении, по которому проводник опускали, его навешивают при помощи канатов лебедок. При навешивании в соседнем отделении проводник необходимо перецепить на канат специальной лебедки, установленной на полке. Затем навешиваемый проводник при помощи планки временно прикрепляют к ранее установленному проводнику и закрепляют на расстреле соединительными скобами. После этого отцепляют прицепное устройство.

При последовательной схеме армирования проводники устанавливают в следующем порядке.

Проводники навешивают снизу вверх со специальных подвесных люлек. Обычно используют трех- или четырехэтажные люльки, длина которых равна длине проводника. На верхнем этаже люльки монтируют ручную лебедку для приемки проводников, доставляемых с поверхности. Шкивы для канатов этих лебедок укрепляют на верхних ярусах и по мере подъема переносят или используют канаты маневровых лебедок, установленных на поверхности.

В ствол спускают одновременно несколько проводников (6—8 шт.), подвешиваемых на стальных канатах к подвеске каната лебедок. Чтобы при спуске проводники не задевали за расстрелы, на нижние их концы надевают общий металлический колпак в форме цилиндра, переходящего в конус.

Общая схема расположения люлек в стволе при навеске проводников показана на рис. 103. Проходчик, работающий на верхнем этаже люльки, по одному перецепляет проводники с подвески каната лебедок на канат ручной лебедки. Второй проходчик, находящийся на нижнем этаже люльки, при помощи этой же лебедки устанавливает рельс на штырь (шпильку), забитый в гнездо установленного ниже проводника, и временно прикрепляют его

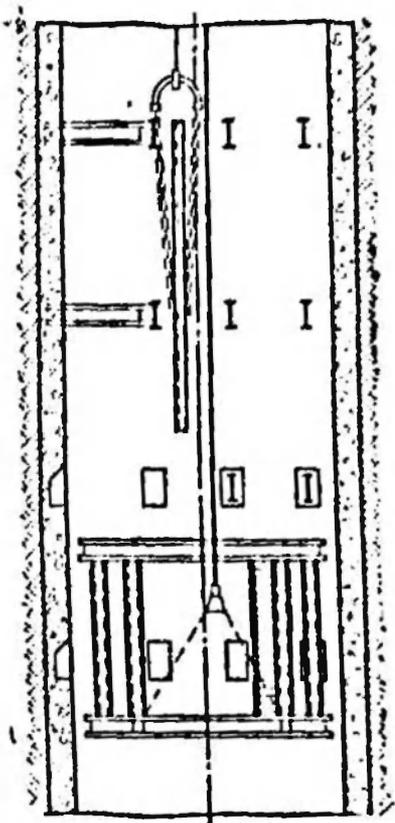
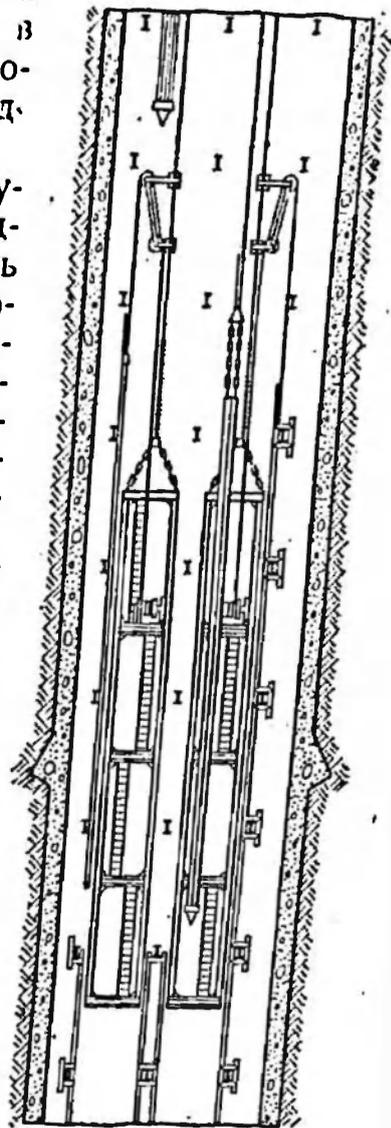


Рис. 102. Общая схема установки расстрелов в стволе

металлическими скобами, затем люльку приподнимают и предварительно устанавливают последующие скобы. После проверки вертикальности положения проводника и расстояния от парного проводника по шаблону скобы затягивают болтами.

Коробчатые проводники крепят к расстрелам при помощи болтов, причем уголки (коротыши) приваривают к расстрелу или проводнику. Стыки рельсовых проводников должны быть расположены на расстреле в пределах средней трети его высоты. В стволах глубиной более 300 м на стыках проводников устанавливают стыковые схваты.

При стыковании проводников между ярусами при навеске одинарных рабочих проводников ложный проводник следует закрепить на двух ярусах расстрелов, а на стыке проводников (двух рабочих или рабочего и ложного) следует установить вкладыш и закрепить узел зажимными скобами. Стыки деревянных проводников должны быть расположены между ярусами расстрелов. Стыкование коробчатых проводников производят отрезками из швеллеров меньшего профиля или полосовой сталью. Стыки разных ниток проводников следует располагать вразбежку. Между торцами металлических проводников необходимо оставлять температурный зазор в 2—3 мм.



При стыковании проводников на расстреле стыки проводников должны быть точно совмещены торцами и расположены по оси расстрелов. Смещение торцов проводников не допускается, на лицевой и боковой сторонах проводников не должно быть выступов.

По окончании навески проводников маркшейдер производит окончательную проверку правильности установки всей армировки ствола.

Устройство лестничного отделения. На-Рис. 103. Общая схема стилку полков лестничного отделения, уста-расположения люлек в новку и укрепление лестниц производят одно-стволе при навеске про- водников.

временно с установкой расстрелов. Лестницы спускают в ствол на крюке каната лебедек, а расстрелы для лестничного отделения и доски для настила — в бадьях. Для сокращения работ лестничные расстрелы лучше спускать в ствол с заранее приболченными на поверхности деревянными брусками, а доски — собранными в щиты-настилы.

## Контрольные вопросы

1. Чем отличается последовательная схема армирования ствола от параллельной?
2. Какие подготовительные работы перед армированием ствола необходимо выполнить на поверхности и в стволе?
3. Как производят разделку лунок для установки расстрелов?
4. Какой порядок выполнения операций по установке расстрелов и навеске проводников при последовательной схеме армирования после окончания проходки ствола?
5. Какой порядок выполнения операций по установке расстрелов и навеске проводников при параллельной схеме армирования в направлении сверху вниз с полка и люлек после окончания проходки ствола?
6. Расскажите об организации и производстве работ по установке расстрелов.
7. Как производят навеску проводников при совмещенной и последовательной схемах армирования ствола?

## **ПРАКТИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ПРОХОДКЕ СТВОЛОВ СПЕЦИАЛЬНЫМИ И ОБЫЧНЫМ СПОСОБАМИ**

При производстве работ по проходке стволов шахт специальными способами необходимо руководствоваться, кроме настоящих указаний, также действующими «Правилами безопасности в угольных и сланцевых шахтах», «Едиными правилами безопасности при разработке рудных, нерудных и россыпных месторождений подземным способом» и «Едиными правилами безопасности при взрывных работах».

Рабочие, поступающие на шахту в качестве проходчиков стволов шахт, должны предварительно пройти медицинское освидетельствование и в дальнейшем проходить периодически медицинское освидетельствование не реже одного раза в год с обязательной рентгенографией.

Вновь поступившие рабочие, ранее не работавшие на подземных работах, должны в течение двух месяцев работать совместно с опытными рабочими, а также пройти производственно-техническое обучение по своей специальности. Рабочий не может быть переведен на работу по другой специальности без производственно-технического обучения по этой специальности и сдачи экзаменов. Рабочие шахты обязаны ежегодно проходить повторный инструктаж по технике безопасности при участковом техническом надзоре.

В обязанности проходчика ствола входит выполнение следующих работ: разметка и бурение шпуров, спуск и подъем инструмента, осмотр и приведение забоя ствола в безопасное состояние после взрывов шпуров, уборка породы, возведение временной и постоянной крепи ствола, гидроизоляция крепи и тампонажные работы и все вспомогательные операции при проходке ствола.

Каждый проходчик обязан спускаться в ствол в спецодежде, в защитной каске, с аккумуляторной лампой и самоспасателем, а также иметь при себе флягу с питьевой водой и индивидуальный перевязочный пакет. При спуске и подъеме рабочие обязаны бесприкословно подчиняться требованиям рукоятчика. Посадка в бадью для спуска в ствол должна производиться только с нижней (нулевой) приемной площадки. При спуске и подъеме в бадье нескольких человек они должны стоять спиной друг к другу и лицом к борту бадьи.

Спуск или подъем бадьи должен производиться только по сигналу из ствола. Все проходчики обязаны знать и уметь подавать установленные сигналы.

Для определения в воздухе метана или углекислого газа бригадир (звеньевой) обязан получать в ламповой исправную бензиновую лампу и иметь ее постоянно в забое ствола.

До замера метана у забоя необходимо произвести замер газа из бадьи, приостановив ее при спуске в 2—3 м от забоя.

Запрещается: производить спуск людей с верхней площадки; посадка в бадью и выход из нее без подставной лестницы (стремянки); посадка людей в бадью и выход из нее при раскрытых люках или других проемах на нулевой площадке; спуск и подъем в бадье, автоматически опрокидывающейся, или с разгрузкой через дно; подниматься или спускаться в ствол стоя или сидя на борту бадьи, а также в нагруженной бадье; при движении бадьи высовываться из нее и выставлять за ее борт какие-либо предметы.

Перед началом работы рабочие обязаны проверить состояние крепи, устойчивость незакрепленной части стен ствола, надежность предохранительных устройств, убрать куски породы, задержавшиеся на выступающих частях крепи и оборудования, и пр.

Проходчик, заметивший опасность, угрожающую людям, должен лично принять меры для ее устранения, немедленно сообщить об этом другим проходчикам и бригадиру или лицу технического надзора.

Все проходчики обязаны:

знать утвержденный паспорт буровзрывных работ. Проверка их знаний осуществляется технадзором участка;

до бурения шпуров осмотреть забой, произвести его оборку, проверить, не остались ли невзорвавшиеся шпуры или «стаканы» с патронами ВВ;

при замене буров (штанг) принимать меры предосторожности против случайного пуска в ход бурильного молотка, для чего требуется перекрывать поступление воздуха в молоток;

во время бурения следить за состоянием гибкого шланга и соединенном его с молотком, не допуская скручивания шланга, образования петель и перегибов и оберегая шланг от повреждений, которые могут привести к несчастному случаю.

Проходчику-бурильщику запрещается: применять буры, хвостовики которых имеют округленные грани, отбитые края и заклепанные отверстия; бурить оставшиеся от предыдущего взрыва стаканы, независимо от наличия или отсутствия в них остатков ВВ; направлять рукой вращающийся бур (забурщик); производить бурение с колец временной крепи; извлекать застрявшие буры при помощи подъемного каната или пневматического грузчика.

Шпуры в стволе шахты заряжают под непосредственным наблюдением сменного надзора, имеющего право руководства взрывными работами. К заряданию шпуров допускаются проходчики, имеющие «Единую книжку взрывника».

При спуске в ствол шахты взрывчатых материалов (ВМ) в забое не должно быть никого, кроме лиц, занятых при зарядании и взрывании зарядов, и машиниста насоса.

Во время спуска ВВ и зарядки шпуров разрешается находиться на рабочем полке и натяжной раме лицам, сопровождающим бадей, другие работы на этих полках запрещаются.

Спуск в забой ствола после взрыва шпуров разрешается после проветривания ствола и только по указанию лица технического надзора. После осмотра забоя лица, занятые на этой операции, обязаны подняться на поверхность, а сменивший инженер на основании результатов осмотра должен дать конкретные указания проходчикам о работе по приведению забоя в безопасное состояние. При осмотре ствола должны быть устранены повреждения временной крепи и лестниц, а куски породы, заброшенные взрывом на крепь, полки или подвесное проходческое оборудование, удалены.

Поврежденную временную крепь можно ремонтировать с бадей, если повреждения незначительны, а места повреждений доступны для ремонта с бадей. При значительных повреждениях временную крепь разрешается ремонтировать только с подвесного полка.

Пневмогрузчик, находящийся под полком, спускают к забою в следующем порядке:

проверяют состояние лебедки и присоединение к ней тросов; снимают вспомогательный канат, которым пневмогрузчик крепится к полку;

проверяют надежность крепления тросов к рукоятке реверсивного крана и работу этого крана в отношении самоустановки его в нейтральное положение;

открывают кран подачи воздуха к лебедке и включают реверсивный кран на спуск пневмогрузчика к забою; при подходе грузчика к забою на 1—2 м реверсивный кран опускают в нейтральное положение;

проходчик, спустившись в забой, снимает приспособление для фиксации цилиндра пневмоподъемника со штоком, продувает шланг, присоединяет его к пневмоподъемнику и проверяет действие пневмоподъемника.

Спуск пневмогрузчика производится со скоростью не более 1,5 м/с и при наличии проходчиков на рабочем и предохранительном полках, пропускающих грейфер через проемы для бадей.

Присоединение шлангов к пневмоподъемнику и воздухораспределителю должно быть прочным и плотным, не допускающим пропуска воздуха в ниппелях и накидных гайках. Слабые соединения и скручивание воздушного шланга в петли могут быть причиной опасного для проходчиков срыва шлангов с ниппелей или разрыва их.

Запрещается вводить в работу пневмогрузчики до установки водоотделителя на магистрали, а также осматривать или ремонтировать пневмогрузчики при наличии в его пневмокоммуникации сжатого воздуха. Во время работы пневмогрузчика нельзя становиться на грейфер, брать руками за лопасти грейфера или ру-

ками снимать куски породы, застрявшие между его лопастями. Не допускается грузить породу пневмогрузчиком в местах забоя, где остались невзорвавшиеся шпурсы (отказы), до их ликвидации.

В целях предохранения рук от переохлаждения воздухом, пропускаемым золотниками, проходчик должен работать в рукавицах. При работе с пневмогрузчиками должен выделяться специальный проходчик-сигнальщик для подачи сигналов рукоятчику и предупреждения рабочих о подходе порожней бадьи.

Перемещая бадью к забою на место для погрузки, проходчики должны предупреждать рабочих, работающих на пути ее движения. Погрузка двумя пневмогрузчиками в одну бадью должна производиться строго поочередно. Бадья разрешается перцеплять только после устранения вращения прицепного устройства. Запрещается при перцепке бадей производить разгрузку грейфера.

Перед отправкой груженой бадьи на поверхность необходимо приподнять ее на 1—1,5 м над забоем, остановить, очистить дно бадьи от породы и лишь после этого дать сигнал об ее отправке на поверхность.

При погрузке породы с частичкой разбивкой ее пневмоломами необходимо в любом рабочем положении плотно прижимать пневмомолот к разрушаемому грунту. Работая с пневмомолотом, необходимо следить за тем, чтобы воздухопровод был исправен, шланг не изгибался под острым углом, не был зажат и поврежден падающими кусками породы, опускающейся бадьей или грейфером пневмогрузчика.

При погрузке бадьи нужно не догружать ее породой до краев на 10 см. Запрещается погрузка в бадью кусков породы, размеры которых превышают размеры проходного отверстия люка на разгрузочной площадке.

Каждый проходчик, занятый на возведении временной крепи, должен знать ее паспорт. Крючья временной крепи спускают в забой и немедленно развешивают на установленном кольце. Сегменты временной крепи следует спускать в забой ствола при помощи специальной скобы, прочно скрепляющей их концы. Скоба должна исключать возможность срыва с нее сегментов в процессе их движения по стволу. Нижние концы сегментов временной крепи перед спуском должны быть связаны во избежание застревания их в проемах полка и натяжной рамы. Сегменты необходимо спускать с замедленной скоростью, исключая их раскачивание при движении.

Соединение сегментов кольца и установка распорок и затяжек должны производиться непосредственно из забоя ствола.

Сегменты кольца следует соединять между собой строго по утвержденному паспорту. Запрещается нарушать принятый способ соединения из-за несовпадения концов сегментов вследствие зауженного сечения ствола. Установка затяжек и распорок должна сопровождаться тщательной забутовкой и расклинкой простран-

ства за крепью, исключаящими возможность выпадения элементов крепи или разрушения ее при взрывных работах.

Каждый проходчик, занятый на креплении ствола, должен хорошо знать паспорт постоянной крепи и руководствоваться им в работе.

При параллельной работе по проходке и креплению ствола, помимо проходчика-сигнальщика, назначается рабочий для наблюдения за безопасным проходом бадей через раструбы полка.

При спуске бетона или раствора на полк в бадье последнюю разгружают, опрокидывая при помощи короткого отрезка троса, один конец которого прикрепляют к прочной опоре, а другой в момент разгрузки — к кольцу в дне бадьи.

Кольца временной крепи следует снимать, начиная с выбивки распорок, извлечения затяжек и забутовки и постепенного выпуска породы из-за затяжек; лишь после этого снимают сегменты крепи. Элементы крепи и породу следует немедленно выдавать на поверхность.

Запрещается: снимать временную крепь с разъединения сегментов, не убрав затяжки, забутовки и породу; снимать временную крепь более чем на одно кольцо при кирпичной крепи и на величину одного звена опалубки — при бетонной крепи.

Полок не должен быть загроможден, все излишние материалы и инструменты следует своевременно выдавать на поверхность. Запрещается работать на полке, не укрепленном при помощи пальцев или упоров. Работающие на полке должны пользоваться предохранительными поясами, прикрепленными к канату полка. Не разрешается прикреплять предохранительные пояса к элементам временной крепи.

Зазор между полком и крепью ствола или опалубкой, считая от выступающих ребер кружал, должен быть не более 120 мм. Во время работы этот зазор должен плотно закрываться досками или откидными сегментами с-резиновой лентой. Отверстия в полке вокруг труб для сжатого воздуха, водоотливных и вентиляционных труб, кабелей и канатов должны быть тщательно перекрыты.

При выполнении работ по креплению подвесная спасательная лестница должна всегда находиться под полком.

Запрещается выполнять какие-либо работы по креплению с полка без сигнального устройства.

Спуск или подъем подвесного полка должен производиться при полном прекращении работ на нем. Все лица, находящиеся на полке, должны быть прикреплены поясами к подъемному канату. Зазор между полком и крепью при этом должен быть освобожден от перекрытия.

При снятии деревянной опалубки необходимо подвесной полк устанавливать под нижним кружалом. Расстояние от полка до нижнего кружала не должно превышать толщины выдвигного пальца.

Во время спуска ВВ для заряжания шпуров при параллельном способе проходки и крепления работы на полке должны быть прекращены и все проходчики, занятые возведением крепи, должны подняться на поверхность.

При укладе тюбинга на место разрешается освобождать его от захвата только после взятия тюбинга не меньше чем на два болта.

При одном подъеме сегменты тюбингов следует устанавливать при помощи вспомогательных лебедок, установленных на поверхности или на прочном полке, устроенном в части ствола, закрепленной постоянной крепью, или при помощи полиспастов и блоков, укрепленных в стволе шахты.

На калийных и соляных месторождениях при проходке ствола в зоне контакта и по верхней покровной соли на участке на 3 м выше и ниже места, предназначенного для установки опорного венца, применять взрывные работы запрещается.

Все рабочие и сменные мастера, выполняющие работы по тампонажу стволов шахт, должны пройти обязательный минимум по приготовлению и нагнетанию тампонажных растворов, а также инструктаж по управлению и уходу за механизмами. До начала работ по тампонажу все установки (агрегаты, трубопровод, шланги и др.) должны быть опрессованы на максимальное рабочее давление, указанное в проекте.

Запрещается работать с неисправными манометрами.

После окончания тампонажных работ или при длительных перерывах в работе насосы, трубопроводы, шланги и прочее оборудование должны быть промыты водой.

Перед прочисткой шлангов сжатым воздухом или промывкой водой концы их отводят в сторону от людей и закрепляют. Гнезда клапанов, патрубки и наружные части насосов должны быть очищены от раствора, все краны и штуцера прочищены и проверены, а все части установки и механизмы, подверженные ржавлению, смазаны.

Запрещается прочищать аппараты с включенными двигателями или находящиеся под рабочим давлением.

При нагнетании раствора ответственный за проведение контрольного тампонажа должен непрерывно наблюдать за показаниями манометра, предохранительным клапаном насоса и состоянием крепи. Запрещается повышать рабочее давление выше предусмотренного проектом. Предохранительный клапан насоса должен быть отрегулирован на максимальное рабочее давление.

В случае обнаружения изменения состояния крепи или ее нарушения при нагнетании раствора работы по нагнетанию должны быть немедленно прекращены и возобновлены только после укрепления крепи.

Запорные краны необходимо закрывать медленно во избежание гидравлического удара, могущего вызвать аварию.

Закрепление шлангов к тампонажным трубкам, а также к тю-

бунгам должно быть прочным, обеспечивающим невозможность срыва их в результате вибрации.

Запрещается без разрешения лиц технического надзора открывать тампонажные пробки в тубинговой крепи. При необходимости вывинтить пробку следует пользоваться специальным предохранительным щитком.

Перед началом работ по армированию технический надзор совместно с бригадиром должен ежемесячно проверять рабочее место и приводить его в безопасное состояние.

При перемещении подвесных люлек необходимо руководствоваться правилами, установленными для спуска и подъема проходческого полка. При навеске проводников проходчики должны прикреплять себя предохранительным поясом к канату или к раме люльки во избежание падения в ствол.

Подземные рабочие должны быть обучены оказанию первой медицинской помощи. Для всех рабочих шахт обязательен предварительный санитарный инструктаж.

На каждой шахте должны быть аптечки первой помощи.

Лица технического надзора и бригадиры должны иметь при себе во время работы не менее двух индивидуальных перевязочных пакетов.

При несчастном случае ближайшее к пострадавшему лицо оказывает первую возможную помощь. Если пострадавший не может продолжать работу, то ближайший свидетель несчастного случая должен немедленно известить об этом руководителя работы.

#### Контрольные вопросы

1. Какими правилами безопасности следует руководствоваться при производстве работ по проходке стволов шахт специальными способами?
2. Расскажите о правилах спуска проходчиков в ствол в бадье.
3. Какие правила безопасности необходимо соблюдать во время работы пневмогрузчика?
4. Что следует сделать перед отправкой груженой бадьи на поверхность?
5. Каким должен быть зазор между полком и крепью ствола или опалубкой? Чем закрывается этот зазор?
6. Что обязан сделать проходчик-бурильщик до начала бурения шпуров?
7. Как следует спускать в забой металлические сегменты временной крепи?
8. Кому разрешается оставаться в забое при спуске в ствол шахты взрывчатых материалов?
9. Какие проходчики допускаются к заряданию шпуров?
10. Какие правила безопасности следует соблюдать при нагнетании тампонажного раствора?

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Андрейчев А. И. Разработка калийных месторождений. М., «Недра», 1966.
- Горбаткин Б. И. Гидроизоляция чугушной тубинговой крепи. М., «Недра», 1970.
- Горнопроходческие машины и оборудование. Под ред. Д. И. Маливанова. ИННИИФОРМТЯЖМАШ (часть I), 1970.
- Малевиц Н. А. Комплексы оборудования для проходки и бурения вертикальных стволов. М., «Недра», 1971.
- Покровский П. М. Сооружение и реконструкция горных выработок. Ч. III. М., Госгортехиздат, 1963.
- Покровский П. М. Проходка и углубка стволов шахт. М., «Недра», 1967.
- Правила безопасности в угольных и сланцевых шахтах. М., «Недра», 1968.
- Строительные нормы и правила. Ч. III, раздел Б, гл. 9. Подземные горные выработки предприятий по добыче полезных ископаемых. М., Госстройиздат, 1969.
- Справочник инженера-шахтостроителя. Т. I и II. М., «Недра», 1972.
- Трупак П. Г. Специальные способы проведения горных выработок. М., «Недра», 1964.
- Технология и механизация строительства подземных сооружений и шахт. М., «Недра», 1971. Авт.: Б. В. Бокий, С. А. Федоров, Е. А. Зимина, О. В. Тимофеев.
- Трупак П. Г. Способы борьбы с водой на калийных и соляных рудниках при проходке стволов. М., Госгортехиздат, 1961.
- Трупак П. Г. Замораживание горных пород при проходке стволов. М., Углетехиздат, 1954.
- Федюкин В. А. Проходка стволов шахт способом замораживания. М., «Недра», 1968.

# ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие . . . . .	3
-----------------------	---

## Глава I

### Основные сведения по горному делу

§ 1. Общие сведения по геологии . . . . .	4
§ 2. Элементы залегания горных пород. Геологические нарушения . . . . .	6
§ 3. Свойства и классификация горных пород . . . . .	9
§ 4. Горные выработки . . . . .	12

## Глава II

### Общие понятия о схемах сооружения стволов

§ 5. Схемы производства работ . . . . .	15
§ 6. Последовательная схема сооружения стволов . . . . .	15
§ 7. Параллельная схема сооружения стволов . . . . .	17
§ 8. Совмещенная схема сооружения стволов . . . . .	17
§ 9. Сравнение схем производства работ по сооружению стволов . . . . .	19

## Глава III

### Поверхностные здания и сооружения

§ 10. Временные и постоянные здания и сооружения . . . . .	20
§ 11. Подготовительные работы и расположение зданий . . . . .	22

## Глава IV

### Горнопроходческое оборудование, применяемое при проходке стволов

§ 12. Копры . . . . .	25
§ 13. Подъемные машины . . . . .	31
§ 14. Проходческие лебедки . . . . .	34
§ 15. Подъемные сосуды. Прицепные и направляющие устройства, натяжные рамы. Канаты . . . . .	36
§ 16. Оборудование для вентиляции и водоотлива . . . . .	42
§ 17. Сигнализация и связь, освещение, спасательные лестницы . . . . .	43
	211

## Глава V

### Проходка стволов шахт способом искусственного замораживания горных пород

§ 18. Общие сведения об искусственном замораживании горных пород	46
§ 19. Бурение замораживающих и контрольных скважин. Монтаж замораживающих колонок	49
§ 20. Замораживающие станции и рассольная сеть	53
§ 21. Активное и пассивное замораживание горных пород. Контроль за процессом замораживания	59
§ 22. Оттаивание замороженных пород, извлечение замораживающих труб и погашение замораживающих скважин	61
§ 23. Отбойка и погрузка замороженных пород	64
§ 24. Возведение временной крепи	76
§ 25. Производство работ по возведению постоянной крепи стволов	82
§ 26. Порядок и производство работ по гидроизоляции крепи стволов	116
§ 27. Проходка сопряжений стволов способом замораживания горных пород	128
§ 28. Проходка наклонных стволов способом замораживания горных пород	132

## Глава VI

### Проходка стволов способом предварительного тампонажа горных пород

§ 29. Общие сведения о проходке стволов способом предварительного тампонажа пород	137
§ 30. Производство и организация работ при тампонаже с поверхности земли	141
§ 31. Производство и организация работ при тампонаже из забоя ствола	147
§ 32. Проходка и крепление стволов в затампонируемых породах	151

## Глава VII

### Проходка стволов бурением

§ 33. Общие сведения	169
§ 34. Установки для бурения стволов	170

## Глава VIII

### Производство буровзрывных работ в стволах, проходимых специальными и обычными способами

§ 35. Буровзрывные работы при проходке стволов специальными способами	175
§ 36. Буровзрывные работы при проходке стволов обычным способом	177

## Глава IX

### Производство работ по последующему тампонажу в стволах, пройденных специальными и обычными способами

§ 37. Общие сведения . . . . .	182
§ 38. Последующий тампонаж при креплении стволов бетоном . . . . .	183
§ 39. Последующий тампонаж при креплении стволов тубингами . . . . .	186
§ 40. Комплексы оборудования для последующего тампожа . . . . .	188

## Глава X

### Армирование вертикальных стволов

§ 41. Общие сведения . . . . .	192
§ 42. Разделка лунок . . . . .	197
§ 43. Организация и производство работ по армированию стволов . . . . .	198

## Глава XI

Практические указания по технике безопасности при проходке стволов специальными и обычными способами . . . . .	203
Список литературы . . . . .	210

*Борис Носифович Горбаткин*

**ПРОХОДЧИК ПРИ СООРУЖЕНИИ СТВОЛОВ  
СПЕЦИАЛЬНЫМИ СПОСОБАМИ**

Редактор издательства Э. Е. Немоглядова

Переплет художника О. В. Калаша

Технический редактор О. Ю. Третьяков

Корректор И. И. Таранова

---

Сдано в набор 31/1 1974 г.

Подписано в печать 7/Х 1974 г. Т-16341.

Формат 60x92/16. Бумага № 2. Печ. л. 13,5.

Уч.-изд. л. 15,0 Тираж 7600 экз

Заказ 797/421-9. Цена 45 коп.

---

Издательство «Недра»,  
103633, Москва, К-12, Третьяковский проезд, 1/19.

Московская типография № 6 Союзполиграфпрома  
при Государственном комитете Совета Министров  
СССР по делам издательств, полиграфии и книж-  
ной торговли. 109233, Москва, Ж-83, Южнопорто-  
вая ул., 21.

## **УВАЖАЕМЫЙ ТОВАРИЦ!**

**В издательстве «Недра»  
готовятся к печати новые книги**

**БАЛБАЧАН И. П., ШЛОПДО Г. А., ЮРКО А. А. Рыхление мерзлых грунтов взрывом. 8 л. 42 к.**

В книге изложены общие сведения о мерзлых грунтах, рыхлении их взрывом шпуровых и скважинных зарядов взрывчатых веществ и конструктивные особенности буровых машин. Достаточно подробно изложен новый метод рыхления мерзлых грунтов щелевыми зарядами ВВ с компенсирующими щелями. Приведены экспериментальные данные по выявлению оптимальных параметров при рыхлении мерзлых грунтов щелевыми зарядами в зависимости от их физико-механических свойств. На основе этих данных и теории ударного сдвига выведены формулы расчета дробления. Приведены также наиболее эффективные для данных условий типы ВВ и даны рекомендации по безопасному ведению взрывных работ.

Книга предназначена для инженерно-технических работников, занятых производством земляных работ и разработкой мерзлого грунта в промышленном и гражданском строительстве.

**ДАРБИНЯН А. Т. Естественное освещение зданий и сооружений угольных предприятий. 9 л. 47 к.**

В книге изложены основы светотехники, необходимые для оптимального решения многообразных задач естественного освещения и практического их осуществления. Рассмотрены вопросы нормирования, расчетов и проектирования естественного освещения с учетом технологических особенностей угольного производства и специфических условий эксплуатации зданий и сооружений угольных предприятий.

На основании анализа и обобщения материалов фактического состояния освещения угольных предприятий даны рекомендации практического характера по улучшению условий освещения. Изложены методы экспериментальных исследований на моделях, результаты которых впервые позволили учесть влияние технологического оборудования на освещенность помещения и ввести соответствующий коэффициент в расчетную формулу. Кроме того, приведены экономические предпосылки рационального использования природных ресурсов естественного освещения.

Книга предназначена для инженерно-технических работников, занимающихся проектированием надшахтных зданий и углеобогатительных фабрик, и может быть полезна научным работникам, занимающимся исследованиями в области строительной светотехники.

**ЗАЩИТА** подрабатываемых зданий и сооружений. 16 л. 93 к. Авт.: Вырво В. М., Нофис М. А., Клещев П. Е. и др.

В книге обобщен опыт ведения горных работ под зданиями и сооружениями на территории различных угольных бассейнов СССР и за рубежом. Проанализирована эффективность применяемых конструктивных решений для защиты зданий и сооружений от вредного влияния подработки. На основании проведенных исследований предложены методы определения повреждения зданий и сооружений и дано технико-экономическое обоснование допустимых и предельных условий их подработки.

Книга предназначена для широкого круга инженерно-технических работников, занимающихся вопросами, связанными с выемкой запасов угля под городами, поселками и промышленными объектами и с эксплуатацией зданий и сооружений, расположенных на подрабатываемых территориях.

**ЛИТВИН А. З., ПОЛЯКОВ Н. М.** Проходка стволов калийных и соляных шахт специальными способами. 22 л. 1 р. 41 к.

В книге рассмотрен комплекс вопросов, связанных с проходкой шахтных стволов на калийных и соляных месторождениях различными специальными способами: с применением искусственного замораживания горных пород, способом бурения шахтных стволов, тампонажем трещиноватых горных пород.

Особое внимание уделено проходке стволов в сложных горногеологических и гидро-геологических условиях способом низкотемпературного замораживания горных пород, содержащих естественные многокомпонентные водные растворы солей (рассоли). Приведены расчеты по определению основных параметров процесса замораживания горных пород и по выбору оборудования. Даны примеры проходки стволов из отечественной и зарубежной практики.

Книга предназначена для инженерно-технических работников шахтостроительных и проектных организаций, занимающихся проходкой стволов специальными способами, а также может быть полезна студентам горных вузов и учащимся техникумов.

*Интересующие Вас книги Вы можете приобрести в местных книжных магазинах, распространяющих научно-техническую литературу или заказать через отдел «книга — почтой» магазина:*

№ 17 — 190178. Ленинград, В. О. Средний проспект, 61

№ 59 — 127412. Москва, П-412, Королевское шоссе, 20

Издательство «Недра»