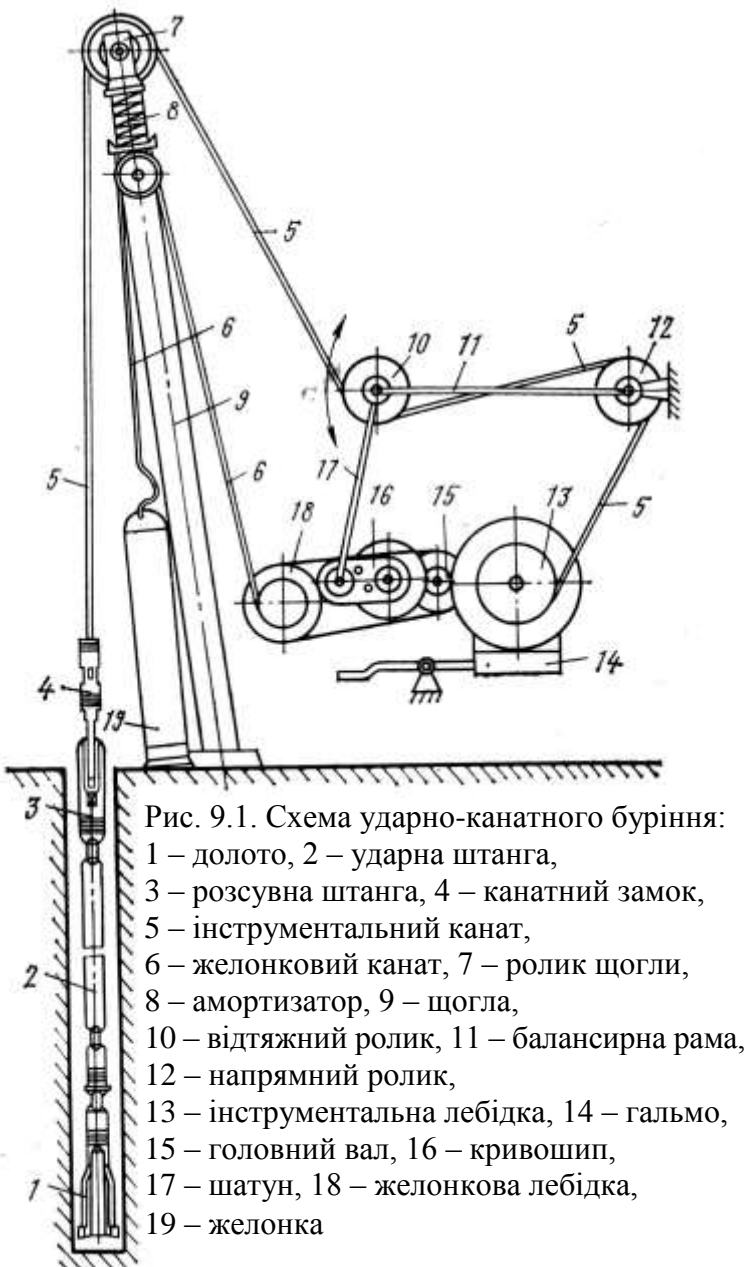


9. УДАРНО-КАНАТНЕ БУРІННЯ

Навчальні цілі: у результаті вивчення розділу студент повинен знати галузь застосування ударно-канатного буріння; бурове обладнання й інструмент, які використовують при ударно-канатному бурінні; технологію буріння і кріплення свердловин обсадними трубами; інструмент для ліквідації аварій; уміти підібрати бурове обладнання й інструмент для буріння свердловин ударно-канатним способом; спроектувати конструкцію і технологію буріння свердловини; вибрати засоби для ліквідації аварії.

Загальні відомості

Ударно-канатним називається буріння, при якому руйнівне зусилля створюється під дією ударів породоруйнівного інструменту, що скидається на вибій з деякої висоти – ударного долота. Схема ударно-канатного механічного буріння показана на рис. 9.1.



Буровий снаряд спускається в свердловину на інструментальному канаті 5, перекиненому через головний ролик 7 щогли 9, обгинає відтяжний 10 і напрямний 12 ролики балансірної рами 11. При загальмованому барабані інструментальної лебідки 13, на якому закріплений кінець каната, за допомогою кривошипно-шатунного механізму 16 і 17 балансірній рамі 11 надається хитальний рух відносно осі напрямного ролика 12. Відтяжний ролик балансірної рами, опускаючись, натягає канат і піднімає снаряд над вибоєм. Піднімаючись угору, ролик 10 звільняє канат, і снаряд під власною вагою падає на вибій, руйнуючи ударним долотом породу. Для рівномірної обробки вибою і надання свердловині циліндричної форми необхідно після кожного удару снаряд повертати на певний кут. У міру руйнування породи канат поступово змотують з барабана лебідки, здійснюючи подачу долота слідом за посуванням вибою.

У процесі довбання на вибої свердловини повинна бути вода, у якій частинки зруйнованої породи знаходяться в завислому стані. При досягненні визначеної щільності шламу довбання породи припиняють, інструментальною лебідкою витягають снаряд на поверхню і чистять свердловину. Ця операція виконується желонкою 19, що опускається в свердловину на желонковому канаті 6 з барабана желонкової лебідки 18.

Залежно від фізико-механічних властивостей породи і діаметра свердловини інтервал поглиблення за одне довбання коливається від 20 до 100 см.

У м'яких, пухких породах довбальний снаряд не використовується, а свердловину поглиблюють желонкою.

При перетинанні нестійких порід стінки свердловини закріплюють обсадними трубами, широко використовуючи їхню примусову посадку як з випередженням вибою, так і з відставанням від нього.

Ударно-канатне буріння застосовується при:

- 1) спорудженні розвідувальних та експлуатаційних свердловин на воду;
- 2) розвідці розсипних родовищ і дрібновокраплених руд;
- 3) інженерно-геологічних дослідженнях;
- 4) бурінні вибухових свердловин при розробці родовищ корисних копалин відкритим способом;
- 5) бурінні технічних свердловин для: заморожування водоносних порід, водозниження, вентиляції підземних виробок; прокладання в підземні виробки електрокабелів, водопроводів, повітроводів тощо.

Ударно-канатним способом бурять свердловини глибиною до 400–500 м початковим діаметром 500–900 мм і кінцевим – 150 мм.

9.1. Бурові установки для ударно-канатного механічного буріння

Для буріння свердловин ударно-канатним способом застосовують установки УГБ-3УК, УГБ-4УК, БУ-20-2М, "Амурец" та ін.

Технічна характеристика установок ударно-канатного буріння наведена в табл. 9.1.

Установка УГБ-3УК (рис. 9.2) змонтована на візку 13 із пневматичними колесами і транспортується буксируванням зі швидкістю до 20 км/год. Обертання від вала двигуна 3 через клинові паси 4 передається на головний вал 7, від якого ланцюговою передачею 11 приводиться в дію вал інструментальної лебідки 5 і зубчастими передачами – вал ударного механізму 6, а також желонковий 8 і талевий 9 барабани.

Головний вал 7 установки розміщений на рамі в трьох підшипниках. На кінці вала шпонкою закріплений привідний шків. Від головного вала обертання передається на вал ударного механізму, желонкового і талевого барабанів за допомогою шестерень, а через зірочку – на інструментальну лебідку. Включення їх здійснюється через індивідуальні фрикційні муфти.

Інструментальна лебідка 5 слугує для спуску і підйому довбального снаряда, а також для регулювання його подачі за допомогою стрічкового гальма в процесі довбання. На барабані є ділильний диск, що відокремлює робочу частину каната від резервної.

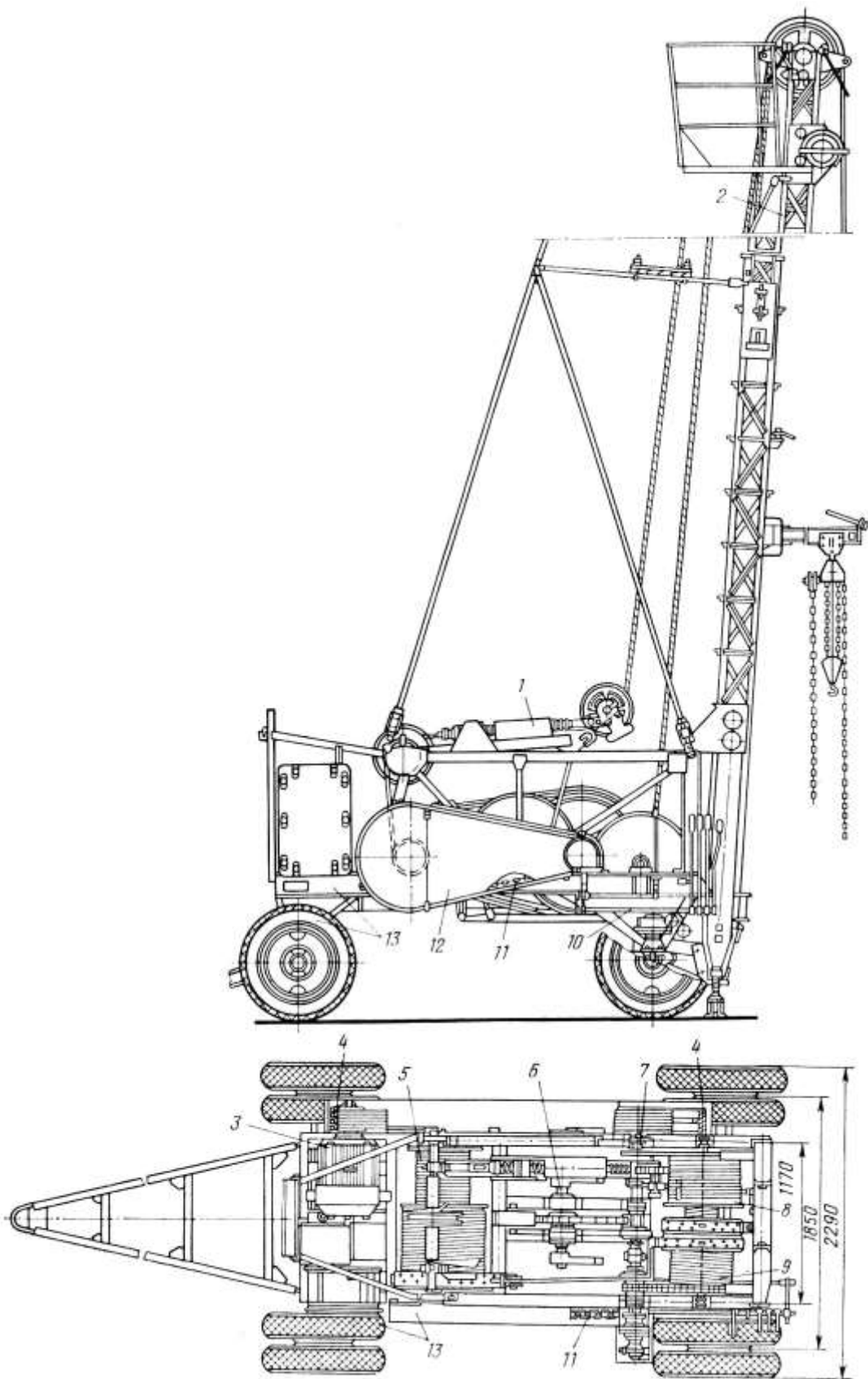


Рис. 9.2. Бурова установка УГБ-3УК:

1 – балансна рама; 2 – щогла; 3 – електродвигун; 4 – клинопасова передача; 5 – інструментальна лебідка; 6 – вал ударного механізму; 7 – головний вал; 8 – желонковий барабан; 9 – талевий барабан; 10 – пульт керування; 11 – ланцюгова передача; 12 – огороження; 13 – колісний візок

Таблиця 9.1

Технічна характеристика установок ударно-канатного буріння

Параметри	"Амурец-6"	БУ-20-2М	УГБ-3УК	УГБ-4УК
Максимальна глибина буріння, м	100	200	300	500
Максимальний діаметр свердловини, мм	150	400	600	900
Вантажопідйомність лебідки, кН				
інструментальної	20	12	20	32
желонкової	5	3	13	20
талевої	–	–	20	32
Висота підйому снаряда, мм	250–550	520–700	500–800	500–800
Частота ударів бурового снаряда, хв ⁻¹	50–65	50–52	40–50	40–50
Середня швидкість навивання каната на барабан лебідки, м/с:				
інструментального	0,4	1,4	1,0	1,2
желонкового	1,5	2,1	1,8	1,6
талевого	–	–	1,0	1,2
Діаметр каната, мм:				
інструментального	20	19	21,5	26
желонкового	8	12	15,5	17,5
талевого	–	–	15,5	21,5
Висота щогли, м	8,1	11,7	13	16
Вантажопідйомність щогли, кН	–	12	20	25
Привід:				
тип	Дизель		Електродвигун	
марка	1710,5/13-29		АТ-73-6	АТ-93-8
потужність, кВт	7,4	20	22	40
Маса, кг	3110	10700	8000	12800
Спосіб пересування	На санях	На гусеничному ході	Буксируванням на колісному візку	

Ударний механізм 6 призначений для здійснення довбальних операцій при бурінні і складається з двох основних частин: шатунно-кривошипного пристрою і балансірної рами.

Перестановкою кривошипних пальців в отворах, по-різному віддалених від осі обертання, можна змінювати розмах хитань відтяжного ролика, а отже, висоту підйому і скидання бурового снаряда. Частоту ударів снаряда по вибою змінюють за допомогою змінних шківів на валові електродвигуна.

Балансірна рама 1 має компенсаційний пристрій, що робить роботу ударного механізму більш ефективною і знижує дію на нього динамічних навантажень.

Подача снаряда при бурінні здійснюється шляхом короткочасного розгальмовування і повертання на певний кут барабана інструментальної лебідки.

Желонкова лебідка 8 слугує для роботи з желонкою (спуск, наповнення, підйом).

Талева лебідка 9 призначена для роботи з обсадними трубами. Барабани цих лебідок через радіально-сферичні підшипники спираються на загальну вісь.

Обидва барабани мають зубчасте колесо для одержання обертання від головного вала й обладнані стрічковими гальмами.

Телескопічна щогла 2 УБ-ЗУК складається з нижньої і верхньої ланок. Нижня ланка щогли шарнірно зв'язана з рамою верстата, а верхня – перед транспортуванням установки вкладається в нижню. У робочому (висунутому) положенні верхня ланка спеціальними кулачками спирається на нижню і додатково скріплюється з нею болтами. Верхня ланка щогли обладнана головними роликками для інструментального і желонкового канатів. Трохи нижче, на загальній осі, розташовані три роликки для талевого каната. Для обслуговування головного устаткування у верхній частині щогли укріплена площадка, а для виконання допоміжних робіт до щогли шарнірно прикріплена укосина з ланцюговим талем.

При перевезеннях установки щогла знаходиться в горизонтальному положенні, а перед початком буріння вона піднімається і закріплюється трубчастими тягами і чотирма розтяжними канатами діаметром 12 мм. Піднімається, опускається і розсовується щогла з приводом від шестірні желонкового барабана.

9.2. Технологічний і допоміжний інструмент

9.2.1. Технологічний інструмент

Буровий снаряд при ударно-канатному бурінні (рис. 9.3) зазвичай складається з долота 1, ударної штанги 2, розсувної штанги 3, канатного замка 4. Деталі снаряда з'єднуються один з одним за допомогою замкової різьби з конусністю 1:4 і кроком 3,175 мм.

Ударні долота й ударні штанги вже розглянуті у главі 3, а технічні характеристики їх наведені в табл. 9.2.

Розсувна штанга 3 (рис. 9.3) являє собою дві ланки, що ковзають одна в одній. Хід ланки у робочій штанги складає 250 мм, а у розсувної штанги для ліквідації аварій – 500 мм. Нижня ланка розсувної штанги має внутрішній нарізний конус для з'єднання з ударною штангою і площини під інструментальний ключ, а верхня – зовнішній нарізний конус для з'єднання з канатним замком і площини під інструментальний ключ. У момент удару долота об вибій верхня ланка відносно нижньої опускається вниз, а при підйомі бурового снаряда верхня ланка ударяє по нижній і полегшує відрив долота від вибою і вибивання бурового снаряда під час прихвату. Технічна характеристика розсувних штанг наведена в табл. 9.3.

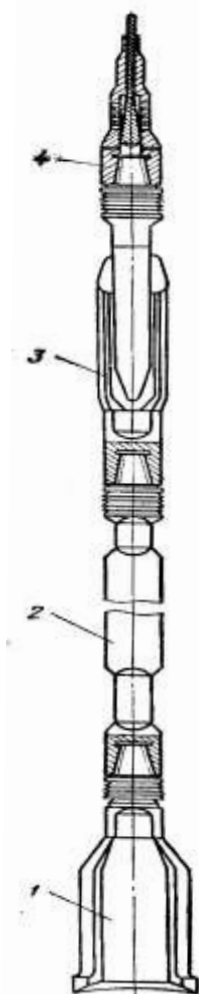


Рис. 9.3. Буровий снаряд для ударно-канатного буріння

Таблиця 9.2

Технічна характеристика ударних доліт

Розмір різьби, мм	Плоскі долота			Двотаврові долота			Долота, що округлюють			Хрестові долота		
	Діаметр, мм	Довжи- на, мм	Маса, кг	Діаметр, мм	Довжи- на, мм	Маса, кг	Діаметр, мм	Довжи- на, мм	Маса, кг	Діаметр, мм	Довжи- на, мм	Маса, кг
50×76	148	650	42	148	650	42,5	148	1150	85	148	1000	66
69×95	198	750	70	198	750	70	195	1200	120	195	1100	140
82×107	248	850	120	248	850	93	245	1300	200	245	1200	210
82×107	298	900	140	298	900	120	295	1300	310	295	1200	230
101×127	345	1000	180	345	1000	180	345	1350	370	345	1300	350
101×127	395	1050	220	395	1050	200	395	1350	398	395	1300	390
107×152	445	1100	280	445	1100	320	445	1500	596	445	1400	580
107×152	495	1150	340	495	1150	400	495	1500	700	495	1500	690
107×152	595	1200	450	595	1200	440	595	1500	900	595	1500	980
107×152	695	1300	520	695	1300	520	695	1500	1400	-	-	-

161

Таблиця 9.3

Технічна характеристика ударних штанг

Розмір різьби, мм	Гладкостовбурні ударні штанги				Ударні штанги з висадженими кінцями			Розсувні штанги			Канатні замки		
	Діаметр, мм	Маса (кг) при довжині, м			Діаметр, мм	Маса (кг) при довжині, м		Діаметр, мм	Довжина, мм	Маса, кг	Діаметр, мм	Довжина, мм	Маса, кг
		2	4	6		4	6						
50×76	112	–	303	460	112	183	270	120	1620	112	112	600	37,7
69×95	140	–	464	704	140	272	400	160	1795	166	140	700	55,8
82×107	165	320	600	990	165	380	630	190	1920	245	165	750	77,3
101×127	188	410	845	1290	188	545	790	220	2030	340	188	800	95
107×152	220	530	1120	–	220	670	910	260	2235	490	220	900	127

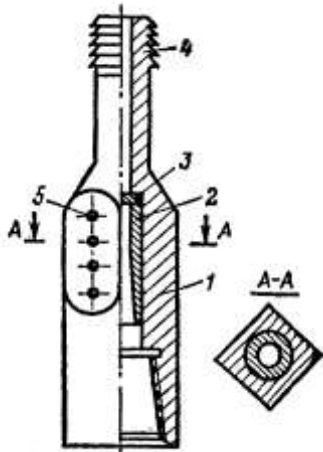


Рис. 9.4. Самооберт-
вий канатний замок

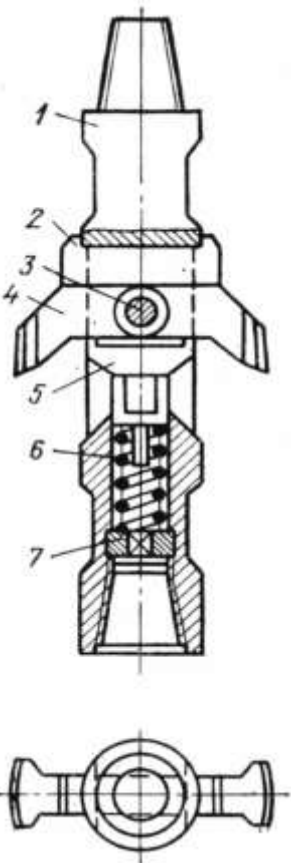


Рис. 9.5. Розширювач

У момент удару долота об вибій свердловини втулка 2 канатного замка по інерції опускається вниз і вага бурового снаряда перестає діяти на канат, сили тертя між втулкою і корпусом канатного замка зникають і під впливом пружності дротиків канат стискається і закручується, провертаючи втулку 2 у корпусі 1 проти годинникової стрілки. Кут повороту долота після кожного удару тим більше, чим тяжчий буровий снаряд та чим тонший і довший канат.

Розширювач (рис. 9.5) слугує для розширення свердловини нижче башмака обсадної колони з метою спуску колони в розширений простір. Розширювач установлюють між долотом і ударною штангою. Він складається з цилінд-

Канатний замок 4 слугує для з'єднання каната з буровим інструментом, а самообертний канатний замок – ще і для провертання бурового снаряда при його підйомі після кожного удару долотом об вибій. Самообертний канатний замок (рис. 9.4) складається з корпусу 1, втулки 2 і шайби 3.

Корпус на нижньому кінці має внутрішній нарізний конус для з'єднання з розсувною або ударною штангою і площини під інструментальний ключ, на верхньому кінці – ловильні кільця 4. У середній частині корпусу є отвори 5 для витікання рідини, що проникає в канатний замок і перешкоджає переміщенню втулки 2. В останній, яка всередині розточена на конус, закріплюється канат. Шайба 3 виконує роль підшипника ковзання – полегшує поворот втулки разом з канатом у корпусі замка. Технічна характеристика самообертних канатних замків наведена в табл. 9.3.

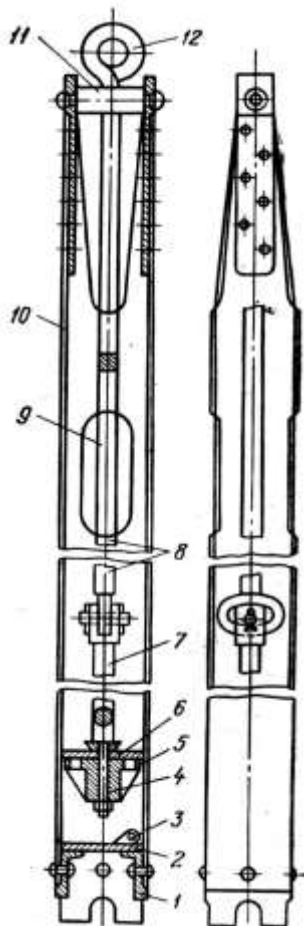
Для закріплення канат протягується через осьові отвори корпусу, шайби і втулки на 25–30 см. Канат перетягується шпагатом, а кінець його розпускається на окремі дротики. Органічний сердечник каната вирізається, дротики очищаються від бруду й іржі, а потім загинаються нагору так, щоб утворився грушоподібний вузол, що затягується у втулку і заливається бабітом або свинцем.

Частини бурового снаряда з'єднуються правою різьбою, тому як інструментальні застосовуються канати прямого лівого зсукування, щоб перешкоджати розгвинчуванню інструменту. При підйомі бурового снаряда під дією його ваги канат розтягується і розкручується, провертаючись за годинниковою стрілкою. Разом з канатом у цьому випадку вправо провертається і весь буровий снаряд, тому що під дією ваги останнього сили тертя між втулкою і корпусом канатного замка великі.

ричного корпусу 1, що має на нижньому кінці внутрішній нарізний конус і площини під інструментальний ключ, а на верхньому кінці – зовнішній нарізний конус і площини під інструментальний ключ. У середній частині корпусу має отвір у вигляді подовженого вікна, у якому на осі 3 шарнірно закріплені різці 4. Вище різців установлюється змінний сухар 2, що сприймає удари при роботі різців і охороняє корпус розширника від зім'яття. Нижче різців розташовується опорний стрижень 5, нижній кінець якого заходить у циліндричний канал корпусу й упирається в пружину 6.

Пружина утримується гайкою 7. При спуску розширювача в обсадні труби різці складаються. Коли розширювач виходить з-під башмака обсадної колони, різці розкриваються під дією пружини і сколюють породу при скиданні снаряда.

Желонки слугують для очищення свердловини від шламу після роботи долота на вибої у твердих породах, а також для безпосереднього буріння м'яких, сипучих і пливучих порід. В ударно-канатному бурінні застосовуються желонки таких типів:



а) із плоским одностулковим клапаном, діаметрами 120 (114); 173 (168); 225 (219) і 285 (273) мм, у дужках зазначені діаметри обсадних труб, з яких виготовляють корпуси желонок;

б) із плоским двостулковим клапаном, діаметрами 335 (324), 390 (377), 433 (426), 530 (508) мм; башмак таких желонок унизу вздовж діаметра має розпушувальний ніж;

в) з напівсферичним клапаном, діаметрами 130 (127), 173 (168), 225 (219), 285 (273) мм;

г) поршневі, застосовувані при бурінні обводнених пісків і пливунів, а також при розвідці розсипних родовищ.

Поршнева желонка (рис. 9.6) складається з корпусу 10, до нижнього кінця якого прикріплений башмак 1 з плоским клапаном 2 на шарнірі 3, а до верхнього – приєднана поперечка 11. У середині корпусу розташований поршень 4 зі штоком. Поршень являє собою шайбу 5 з отворами, що закриваються клапаном 6 з гуми або шкіри. Шток складається з двох частин 7 і 8, взаємно з'єднаних шарніром. Верхня частина штока проходить через поперечку 11 і

Рис. 9.6. Поршнева желонка за вушко 12 приєднується до каната.

При спуску желонки в свердловину шарнір штока упирається в поперечку і поршень знаходиться у верхньому положенні. При постановці желонки на вибій поршень 4 при відкритому клапані 6 опускається до башмака 1. При підйомі желонки поршень переміщується у верхнє положення при закритому клапані 6. При цьому нижче поршня в желонці утворюється вакуум і розріджена порода, піднімаючи клапан 2, проходить у порожнину желонки. Для спорожнення же-

лонку ставлять на дно лотка і послабляють канат. Потім поперечку 11 повертають навколо осі. При цьому верхня частина штока виводиться назовні через бічний отвір 9 і поршень піднімається нагору, відкриваючи бічні отвори, після чого желонку перекидають і її вміст витікає через отвір 9.

9.2.2. Допоміжний інструмент

Для згвинчування і розгвинчування частин бурового снаряда застосовуються два інструментальні ключі (рис. 9.7, *а*). Зусилля на рукоятках ключів створюються за допомогою важеля з ланцюгом (рис. 9.7, *б*) або зтяжної тріскачки (рис. 9.7, *в*). Дугоподібна зубчаста рейка 3 тріскачки закріплюється на підлозі бурової концентрично з устям свердловини. Рейка має нерухомий опорний стояк 1 і рухомий башмак 4, у якому розташована опора важеля 5. На малому плечі важеля є дві защіпки. Для згвинчування різьби один інструментальний ключ 2 укладається на рівні підлоги і виріз ключа обхоплює верхні площини (квадрат) інструменту (наприклад, долота), а кінець ключа упирається в стійку 1. Другий інструментальний ключ обхоплює нижні прорізи верхнього бурового інструменту (наприклад, ударної штанги), а кінець ключа упирається в рухомий башмак 4.

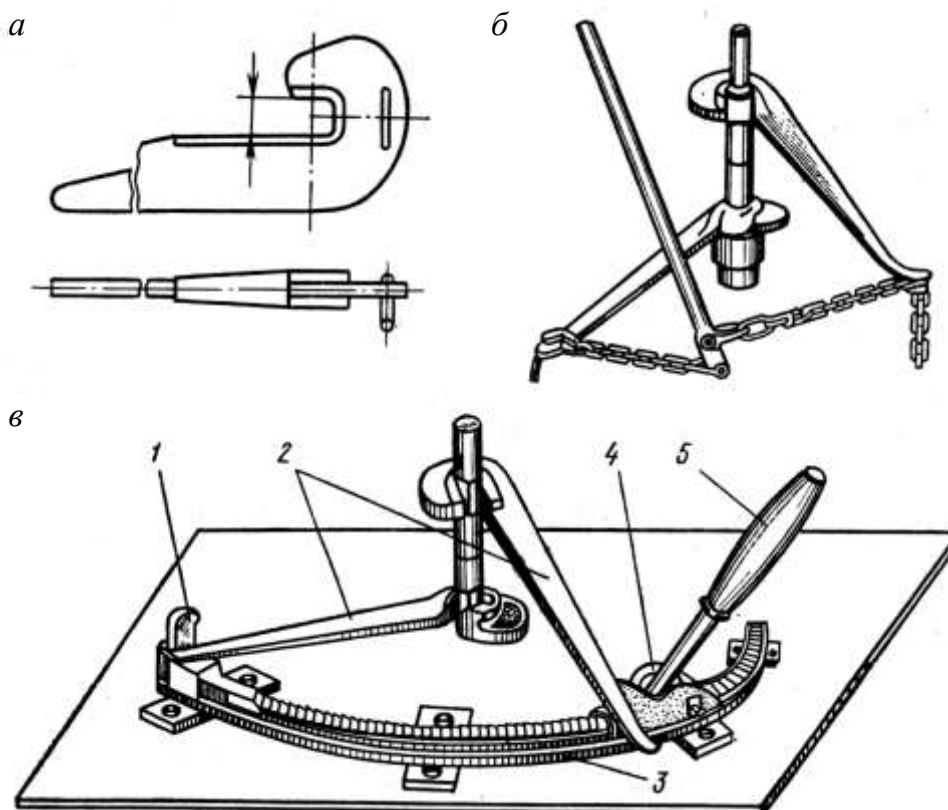


Рис. 9.7. Допоміжний інструмент для ударно-канатного буріння:
а – інструментальний ключ; *б* – важіль з ланцюгом; *в* – зтяжна тріскачка

При докладанні зусилля до кінця великого плеча важеля 5 одна защіпка на малому плечі важеля упирається в зуб рейки, інша в цей час сковзає по ній, у результаті чого башмак переміщається по рейці. При переміщенні важеля в зворотний бік спрацьовує друга защіпка. Таким чином, обидва інструментальних ключа зближаються і відбувається згвинчування інструменту.

9.3. Кріплення свердловин обсадними трубами при ударно-канатному бурінні

Обсадні труби

При ударно-канатному бурінні для кріплення стінок свердловин у нестійких породах та ізоляції (перекритті) водоносних горизонтів використовуються сталеві обсадні труби муфтового з'єднання (табл. 9.4). Обсадні труби і муфти до них мають трикутну різьбу заокругленого профілю з кроком 3,175 і конусністю 1:16. У свердловину труби опускають муфтами нагору. Якщо свердловину кріплять забиванням труб, то їхня довжина повинна бути 2–3 м.

Таблиця 9.4

Характеристика сталевих обсадних труб муфтового з'єднання

Зовнішній діаметр, мм	Товщина стінки, мм	Зовнішній діаметр муфти, мм		Зовнішній діаметр, мм	Товщина стінки, мм	Зовнішній діаметр муфти, мм	
		стандартною	обточеною			стандартною	обточеною
114	6–8	133	–	273	7–12	299	–
127	6–9	146	–	299	8–12	324	–
140	6–11	159	–	324	9–12	351	340
146	6,5–11	166	–	340	9–12	365	–
168	6,5–12	188	184	351	9–12	376	–
178	7–12	198	–	377	9–12	402	390
194	7–12	216	–	407	9–12	432	–
219	7–12	245	236	426	10–12	451	440
245	7–12	270	–	508	11	533	–

У нескладних геологічних умовах для кріплення стінок застосовують обсадні труби з мінімальною товщиною стінок і з обточеними муфтами, щоб колона наступного діаметра вільно проходила через колону попереднього діаметра. При бурінні свердловин з випереджальною колоною доцільно використовувати обсадні труби, що з'єднуються способом труба в трубу, діаметрами 114, 127, 140, 168, 194, 219 і 245 мм.

При бурінні на агресивні води для кріплення глибоких свердловин рекомендуються труби з нержавіючої сталі або футеровані, покриті пластиком або склом, а для кріплення неглибоких свердловин – чавунні, азбоцементні та полімерні труби.

Допоміжний інструмент для обсадних труб

Забивні башмаки (рис. 9.8, а) призначені для запобігання зім'яття нижнього нарізного кінця колони обсадних труб при спуску в свердловину, а також для розширення і вирівнювання стінок свердловин при наявності шматків породи, що виступають. Це полегшує спуск колон труб.

Забивні головки слугують для запобігання верхнього кінця обсадних труб від зім'яття при їхньому забиванні в свердловину. Вони бувають нарізні (рис. 9.8, б) – для труб одного діаметра і багатоступеневі безнарізні (рис. 9.8, в) – для труб декількох суміжних діаметрів.

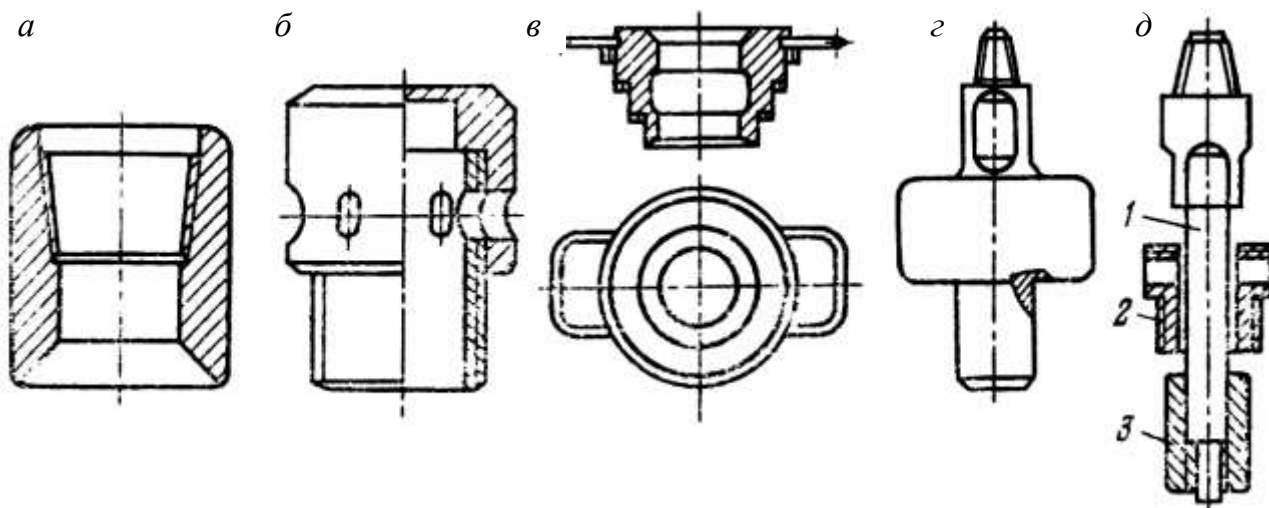


Рис. 9.8. Допоміжний інструмент для обсадних труб:
 а – забивний башмак; б – забивна нарізна головка;
 в – ступенева забивна головка; г – забивний вантаж; д – вибивний снаряд

Забивний вантаж (рис. 9.8, г) призначений для забивання колон обсадних труб. Нижня хвостова частина вантажу слугує для збільшення його маси і рухається в отворі забивної головки. Маса забивного вантажу близько 1000 кг.

Вибивний снаряд (рис. 9.8, д) застосовується для вибивання обсадних труб при витяганні їх з неглибоких свердловин. Він складається зі штанги 1, масивного кільця 3 і вибивної трубної головки 2. Головка вкручується в муфту труби, а штанга 1 проходить через отвір муфти. Вибивання проводиться різкими підйомами штанги 1 з кільцем 3 нагору за допомогою лебідки верстата (ударним механізмом).

9.4. Технологія ударно-канатного буріння

Конструкція свердловин

Перед початком бурових робіт розробляють конструкцію свердловини і складають геолого-технічний проект.

При розробці конструкції свердловини враховують її цільове призначення, проектну глибину і характер порід геологічного розрізу. Відповідно до цільового призначення свердловини, вимог випробування корисної копалини, габаритів засобів відкачки вибирають кінцевий діаметр свердловини. Після цього встановлюють кількість обсадних колон, необхідних для перекриття тих або інших горизонтів розрізу. Якщо геологічний розріз вивчений погано, то кількість обсадних колон визначають відповідно до середньої величини виходу однієї колони з-під башмака іншої. Для кріплення пухких і м'яких порід середній вихід колони приймають 30–40 м, при бурінні в стійких породах з вільним спуском колони її вихід може складати 100 м.

Знаючи глибину свердловини L , середній вихід колони l та різницю між діаметрами суміжних колон a , визначають початковий діаметр свердловини (мм)

$$D_n = D_k + a \frac{L}{l}. \quad (9.1)$$

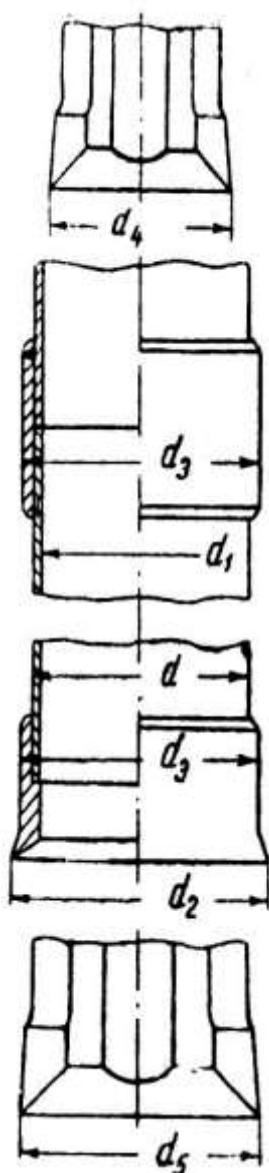


Рис. 9.9. Співвідношення розмірів бурових інструментів

Величину a зазвичай приймають 50 мм.

Необхідні співвідношення в розмірах бурових інструментів при розробці конструкції свердловин вибирають з табл. 9.5, користуючись рис. 9.9.

Забурювання свердловин

При забурюванні розвідувальної свердловини в м'яких породах у точці її закладення риють шурф розміром $0,6 \times 0,6$ м і глибиною до 1 м, на дно якого укладають хрестовину з дерев'яних брусів з отвором для напрямної труби. В усті шурфу для центрування труби закріплюють два паралельних брус. Напряму трубу з башмаком і забивною головкою встановлюють на дно шурфу і, контролюючи її вертикальність, легкими ударами забивають трубу так, щоб верхній її кінець виступав над устям не більше ніж на 0,5 м. Загальна довжина напрямної труби може дорівнювати 2–3 м. Після забивання напрямної труби породу з неї видаляють желонкою з плоским клапаном. У в'язких породах варто застосовувати желонку з ножем. Для збільшення маси желонки до верхнього її кінця приєднують коротку ударну штангу.

Свердловину в скельних породах забурюють снарядом, що складається з долота й ударної штанги.

Таблиця 9.5

Необхідні співвідношення в розмірах бурових інструментів при трубах з тонкими муфтами (розміри в мм)

Діаметр труб, дюйми	d	d_1	$\frac{d - d_1}{2}$	d_2	d_3	$\frac{d_2 - d_3}{2}$	d_4	$\frac{d_1 - d_4}{2}$	d_5
$6\frac{5}{8}$	168	152	8	192	184	4	148	2	198
$8\frac{5}{8}$	219	203	8	243	235	4	198	2,5	248
$10\frac{3}{4}$	273	255	9	294	287	3,5	248	3,5	298
$12\frac{3}{4}$	325	305	10	345	339	3	298	3,5	348
$14\frac{3}{4}$	377	355	11	396	391	2,5	348	3,5	398
$16\frac{3}{4}$	426	404	11	447	441	3	398	3	448
$18\frac{3}{4}$	478	456	11	510	503	3,5	448	4	495
$20\frac{3}{4}$	529	505	12	564	554	5	495	5	—

Параметри режиму буріння

Продуктивність буріння ударно-канатним способом переважно залежить від правильно підібраних параметрів режиму буріння:

- маси ударного снаряда;
- висоти його підйому при довбанні;
- частоти ударів;
- кількості води, що підливається в свердловину.

Маса робочої частини снаряда, що приходить на 1 см довжини леза долота, називається **відносною масою** q_0 (кг/см). Відносну масу при бурінні приймають відповідно до порід:

м'які.....	5–20
середньої твердості.....	30–40
тверді.....	40–60
досить тверді.....	60–80

Згідно з відносною масою визначається необхідна маса робочої частини снаряда

$$Q_p = q_0 D, \text{ кг}, \quad (9.2)$$

де D – довжина леза долота, см.

Необхідна маса ударної штанги визначається за формулами:

при роботі з розсувною штангою

$$q_2 = Q_p - (q_1 + 0,5q_3), \text{ кг}, \quad (9.3)$$

при роботі без розсувної штанги

$$q_2 = Q_p - (q_1 + q_4), \text{ кг}, \quad (9.4)$$

де q_1 – маса долота, кг; q_2 – маса ударної штанги, кг; q_3 – маса розсувної штанги, кг; q_4 – маса канатного замка, кг.

Висота підйому снаряда над вибоєм при довбальних операціях визначає ефект руйнування породи і коливається залежно від твердості породи і глибини свердловини від 0,4 до 1,2 м. Її змінюють перестановкою пальця кривошипа в один з отворів на кривошипі.

Частоту ударів долота підбирають таким чином, щоб забезпечити вільне падіння снаряда на вибій. Це можливо тоді, коли час руху відтяжного ролика буде дорівнювати часу вільного падіння снаряда.

Висота підйому снаряда S (м) і частота його ударів за хвилину n_y по вибою знаходяться в зворотній залежності

$$n_y = 21\sqrt{b/S}, \text{ уд/хв}, \quad (9.5)$$

де b – прискорення падіння снаряда в свердловині ($b=5-7 \text{ м/с}^2$), що залежить від щільності шлама (чим щільніше шлам, тим менше b).

При бурінні міцних монолітних порід доцільно збільшувати висоту скидання снаряда, знижуючи частоту ударів. При бурінні ж порід сильно тріщинуватих або шаруватих, переміжних за твердістю, варто збільшувати частоту ударів, зменшуючи висоту скидання снаряда.

При малих глибинах варто бурити з максимальною частотою ударів, а в міру збільшення глибини свердловини, у зв'язку зі зростаючим розтягуванням каната, її варто зменшувати.

Ударно-канатне буріння, як правило, ведеться з підливанням у свердловину води. Частинки відокремлюваної від вибою породи переходять у завислий стан, підвищуючи в'язкість і густину рідини. При цьому зростає опір рухові снаряда, а сила удару долота по вибою і продуктивність буріння зменшуються. Разом з тим збільшення в'язкості і густини рідини в свердловині підвищує її здатність утримувати великі й важкі частинки зруйнованої породи в завислому стані. Якщо в свердловині немає води або її утримуюча здатність недостатня, частинки породи осідають, на вибої утворюється шламова подушка, що поглинає енергію удару долота. У результаті знижується продуктивність буріння і підвищується знос долота.

Висота стовпа шламу в свердловині і його густина регулюються кількістю води, що підливається в свердловину. При бурінні м'яких порід рекомендується за кожен рейс підливати в свердловину 35–40 л, а при бурінні твердих – 10–14 л води.

Ефективність руйнування породи залежить від різкості і чіткості удару по вибою. Це досягається за рахунок *навішення снаряда* – відстані від леза долота до вибою при нижньому положенні нерухомо підвішеного інструмента. Навішення змінюється від 0 до 7 см залежно від глибини свердловини, еластичності каната і стану амортизатора установки.

Поглиблення за один рейс складає в м'яких породах 0,5–1 м, у твердих – 0,3–0,5 м, у дуже твердих – 0,2–0,3 м.

Особливості буріння в різних геологічних умовах

Буріння в м'яких пухких породах (піски, пливуні, лес, супісі та ін.) ведуть желонкою з одночасним закріпленням стінок свердловини обсадними трубами. Залежно від щільності і стійкості порід колона труб просувається з випередженням вибою або слідом за ним. Ефективність буріння в деяких випадках підвищується при обважненні желонки короткою ударною штангою. Зовнішній діаметр желонки повинен бути на 20–30 мм менше внутрішнього діаметра обсадних труб, у яких ведеться буріння.

Працюючи у водоносному і чистому сухому пісках, не можна допускати вихід желонки з-під башмака обсадних труб більше ніж на 2/3 її довжини, щоб уникнути прихвату обваленою породою.

Піски-пливуни потрібно перетинати одною колоною без зупинки. Перехід у пливунях з однієї обсадної колони на іншу призводить до заклинювання труб піском, який попав у міжтрубний простір, у результаті чого просування другої колони стає неможливим. Пливуні бурять з найбільшою кількістю ударів при мінімальній висоті підйому желонки над вибоєм.

Буріння напірних пливунів супроводжується утворенням у трубах пробки висотою 6–10 м, яка важко видаляється. Поглиблення при цьому припиняється. Виникає небезпека прихвату желонки, у зв'язку з чим не можна її залишати на вибої без руху. Для створення протитиску пробці, що виникла, у свердловину заливають воду або глинистий розчин. Однак при бурінні розвідувальної свердловини додавання глини може негативно позначитися на результатах випробування.

Буріння в гравійних і галечникових породах здійснюють довбальним снарядом із двотавровим долотом і желонкою з плоским клапаном. Зв'язані

глиною гравій і гальку можна бурити желонкою з ножом або буровим стаканом. Стінки свердловини в гравійних і галечникових відкладах зазвичай кріплять одночасно з поглибленням свердловини, просуваючи труби слідом за вибоєм. При бурінні перем'ятих галечників або сухих гравелистих пісків перед спуском желонки в свердловину треба закинути грудочки жирної глини і підлити воду, що забезпечує якісне забирання породи і запобігає обваленню стінок свердловини в зв'язку з їх глинізацією.

Дрібні валуни розбивають пірамідальним долотом, уламки їх вдавлюються в стінки свердловини, складені м'якою породою. Великі валуни руйнують зарядом вибухових речовин.

Буріння в глинах завдяки їх гарній стійкості може здійснюватися без кріплення свердловини трубами на інтервалі в кілька десятків метрів.

Щільні й сухі глини руйнують двотавровим долотом, а чистять свердловину желонкою з плоским клапаном. Перед кожним спуском желонки в свердловину підливають 2–3 відра води.

Сильно піскуваті глини проходять буровим стаканом, складеним у снаряд з ударною і розсувною штангами.

Пластичні в'язкі глини можна бурити плоским долотом з навареними на нього додатковими лопатями. Таке долото, що нагадує хрестове, з'єднують з ударною і розсувною штангами. У свердловину підливають воду на висоту 3–5 м і бурять протягом декількох хвилин. В'язкий шлам налипає на лопаті долота і разом з ним витягається зі свердловини. Необхідність у застосуванні желонки виключається. Поглиблення за одне довбання при бурінні глин коливається від 0,5 до 1,5 м.

Буріння в щільних твердих породах ведуть снарядом із двотавровим або долотом, що округлює. Знос долота при роботі приводить до звуження свердловини. Долото, що втратило в діаметрі більше 5 мм, слід замінити. Новим долотом потрібно починати обробку стінок на 2–3 м вище вибою, що попередить його заклинювання в свердловині.

Довбальні операції слід вести, піднімаючи снаряд над вибоєм на 1–1,1 м при 45–50 ударах за хвилину і не допускаючи послаблення каната. Після просування долота на 0,4–0,8 м свердловину очищають желонкою, діаметр якої на 25 мм менше діаметра долота. У суху свердловину підливають воду з розрахунку 20–30 л на одне довбання. Для забезпечення необхідної утримуючої здатності рідини, що знаходиться в свердловині, видаляти шлам желонкою потрібно не цілком, а лише наполовину. Після чищення свердловини працювати потрібно з максимальною кількістю ударів, знижуючи її в міру нагромадження шламу. При зупинках під час довбальних операцій не можна залишати снаряд на вибої. Щоб уникнути прихвата снаряда частинками осілої породи його потрібно підняти вище шламового стовпа.

Буріння в тріщинуватих породах ведуть снарядом із хрестовим або долотом, що округлює. Працюючи в тріщинуватих породах, не можна допускати розгойдування снаряда, тому що це викликає вивалювання породи зі стінок свердловини. Просування свердловини за одне довбання складає 0,4–0,7 м. На кожен рейс у свердловину доливають 25–30 л води. Щоб попередити поглинан-

ня рідини через тріщини, на початку рейсу в свердловину закидають жирну глину (10–15 кг на 1 м поглиблення) і через кожні 1–2 хв буріння малими порціями (по 2–3 л) підливають воду. У випадку сильної тріщинуватості порід їх бурять з одночасною обсадкою свердловини трубами. Очищують свердловину від шламу желонкою з плоским або сферичним клапаном.

Буріння свердловин при розвідці розсипних родовищ ведуть з одночасним просуванням колони обсадних труб. Колону забивають або задавлюють на 0,2–0,5 м. Потім легким снарядом з плоским долотом, яке заправлене під кутом 70–80°, руйнують породу в трубах і поршневою желонкою витягають її на поверхню. Щоб уникнути збагачення або збіднювання проби, що відбирається зі свердловини, у трубах повинен залишатися запобіжний стовпчик породи висотою 2–3 см. У сухі свердловини перед желонуванням заливається вода з розрахунку 80–100 л на 1 м поглиблення. Для виміру висоти стовпчика породи в трубах необхідно точно знати довжину колони труб, а також довжину бурового снаряда і каната до верхнього зрізу колони труб.

Якщо твердість породи робить просування труб з випередженням вибою неможливим, долотом бурять нижче башмака на інтервалі, що дорівнює довжині проби, після чого осаджують труби і роблять желонування свердловини. У мерзлих і щільних породах з дозволу геологічного відділу підприємства свердловини бурять без кріплення трубами.

При досягненні плотика (поверхні корінних порід) потрібно поглибитися в нього на 1–1,5 м, що дає можливість одержати найбільш достовірні результати розвідки.

9.5. Аварійний інструмент для ударно-канатного буріння

Ловильний снаряд для ліквідації аварій при ударно-канатному бурінні (рис. 9.10, а) складається з ловильного інструменту 1, аварійної розсувної штанги 2, ударної штанги 3 і канатного замка 4. Аварійна розсувна штанга 2 має хід ланок 500 мм і слугує для полегшення вибивання прихваченого робочого бурового інструменту. Ударна штанга 3 до складу ловильного снаряда вводиться для збільшення сили удару, спрямованого нагору. Залежно від виду аварії застосовується ловильний інструмент різних типів.

Дворогий йорж (рис. 9.10, а) являє собою вилку 1 з привареними з внутрішнього боку зубами. Він використовується для ловлі обірваного каната, що розташовується в свердловині у вигляді спіралі.

Однорогий йорж (рис. 9.10, б) являє собою стрижень з привареними до нього відповідно до гвинтової лінії зубами, застосовується для ловлі обірваного каната, що знаходиться в свердловині у вигляді клубка.

Ловильна вилка (рис. 9.10, в) із засувкою 1 застосовується для ловлі розсувної штанги за нижню ланку при поломці верхньої або для ловлі желонки за дужку.

Уловлювач-шліпс (рис. 9.10, г) призначений для ловлі прихваченого бурового снаряда (після обрізання каната) або його частин за ловильні кільця. Він складається з трубчастого корпусу 4, у якого зверху є шийка і нарізний конус для з'єднання з аварійною розсувною штангою. До нижнього кінця корпусу приєднується башмак 1 з розміщеними в ньому трьома зубчастими плашками 2,

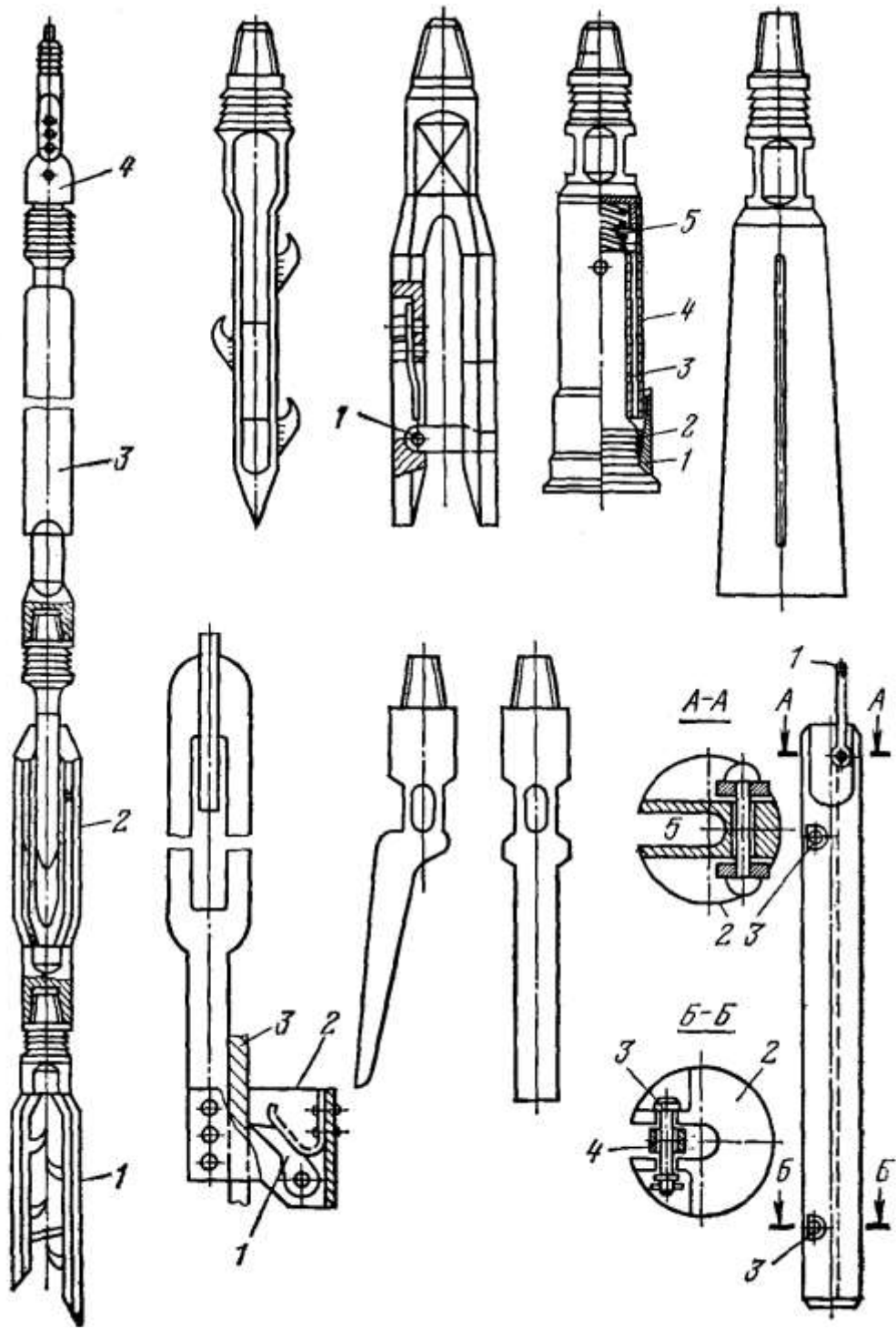


Рис. 9.10. Аварійний інструмент для ударно-канатного буріння

що зовні мають конусну поверхню, як і башмак, а усередині – насічку. Вище плашок у циліндричній частині корпусу розташована розпірна труба 3 і пружина 5. При опусканні ловильного снаряда в свердловини великого діаметра на башмак шліпса навіртається напрямна воронка. Шліпс із конусними плашками також застосовується для ловлі бурового снаряда за нарізний конус.

Ловильний дзвін (рис. 9.10, д) використовується для ловлі частин бурового снаряда, що обірвалися. Він являє собою конічну трубку з подовжніми прорізами. Внутрішня поверхня труби гладка або з насічками. Ловильний дзвін набивають на інструмент ударами верхньої ланки аварійної розсувної штанги по нижній ланці.

Канаторізка (рис. 9.10, е) має обойму 2 з укріпленням у ній різак 1 із пружиною. Перед спуском канат 3 прихваченого бурового снаряда заводиться в обойму. Канаторізка опускається на окремому (желонковому) канаті. При ривках знизу нагору різак 1 перерізає канат.

Ударник (рис. 9.10, з) застосовується, якщо прихвачений буровий снаряд не вдається звільнити за допомогою робочої розсувної штанги розгойдуванням інструментальним барабаном і ударним механізмом бурового верстата. Ударник 2 за скобу 1 підвішується на желонковому канаті, потім подовжнім пазом 5 надівається на інструментальний канат і паз перекивається двома болтами 3 з роликками 4. При натягнутому інструментальному канаті ударником наносяться удари по канатному замку, що і призводить до розгойдування і звільнення прихваченого бурового снаряда.

При сильному прихваті снаряда, якщо ударник не дав ефекту, слід зрубати інструментальний канат канаторізкою, оббурити прихвачений снаряд **бічним долотом** (рис. 9.10, ж), а потім використовувати ловильний снаряд зі шліпсом. Снаряд вибивається шляхом нанесення ударів через аварійну розсувну штангу.

Висновок

У цьому розділі наведено бурове обладнання та інструмент, які використовують при ударно-канатному бурінні; розглянуто технологію буріння і кріплення свердловин обсадними трубами; викладено засоби для ліквідації аварій.

Контрольні питання

1. Що таке ударно-канатне буріння?
2. Коли застосовується ударно-канатне буріння?
3. Глибина буріння, початковий і кінцевий діаметри буріння ударно-канатним способом.
4. Призначення ударного механізму у верстатах ударно-канатного буріння.
5. Призначення інструментальної лебідки.
6. Призначення головного вала.
7. Призначення талевої лебідки.
8. Склад бурового снаряда для ударно-канатного буріння.
9. Призначення ударної штанги.
10. Призначення розширювача і принцип його роботи.
11. Які типи желонки застосовуються при ударно-канатному бурінні?
12. Будова і принцип дії поршневої желонки.
13. Який допоміжний інструмент застосовується при ударно-канатному бурінні?
14. Який допоміжний інструмент застосовується для роботи з обсадними трубами при ударно-канатному бурінні?
15. Порядок розробки конструкції свердловини при ударно-канатному бурінні.
16. Забурювання свердловини при ударно-канатному бурінні.
17. Які параметри режиму ударно-канатного буріння?
18. Особливості буріння в м'яких і пухких породах.
19. Особливості буріння в гравійних і галечникових відкладах.
20. Особливості буріння в тріщинуватих породах.
21. Особливості буріння при розвідці розсипних родовищ.
22. Перелічить основний аварійний інструмент і сферу його застосування.