

6. БУРОВЕ ОБЛАДНАННЯ

Навчальні цілі: у результаті вивчення розділу студент повинен знати класифікації бурових установок за різними ознаками; будову бурових верстатів, насосів, вишок і щогл; методику розрахунку талевої оснастки; а також мати уявлення про основні різновиди закордонного бурового обладнання; уміти підібрати бурове обладнання для конкретних геолого-технічних умов; розрахувати параметри талевої оснастки.

Розрізняють поняття "бурова установка", "буровий агрегат", "буровий верстат".

Буровий верстат – це безпосередньо машина, призначена для буріння свердловин, яка здійснює обертання породоруйнівного інструменту, спуск у свердловину і підйом бурового снаряда та інші функції.

Буровий агрегат – це комплекс механізмів і пристроїв, необхідних для буріння свердловини. Він складається з бурового верстата, бурового насоса, силового приводу (двигунів), електрогенератора, засобів механізації допоміжних процесів, засобів автоматизації і керування процесами буріння свердловин, системи очищення промивальної рідини.

Бурова установка – це комплекс наземних споруд, бурового та енергетичного обладнання, за допомогою яких виконуються всі роботи зі спорудження свердловини. До складу комплексу входять: буровий агрегат, вишка або щогла, бурова будівля, транспортна база та ін.

Усі бурові верстати й установки класифікуються залежно від способу буріння, умов застосування, транспортної бази, системи приводу, системи подачі і підйому бурового інструменту, глибини буріння та ін.

За **способом буріння** всі бурові верстати й установки поділяються на обертальні, ударні, комбіновані та вібраційні.

Залежно від **типу обертача** бурові установки поділяють на шпindelльні, роторні та з рухомим обертачем. Починаючи з середини 80-х років відмічається стабільна тенденція зменшення кількості шпindelльних верстатів і збільшення кількості роторних і особливо верстатів з рухомим обертачем.

У **шпindelльних** верстатах за допомогою затискних патронів ведучу трубу закріплюють в шпindelелі, а її обертання і подачу здійснюють безпосередньо шпindelлем. Це дозволяє обертачем створювати осьове навантаження на породоруйнівний інструмент. Шпindelльний обертач знаходить найбільше застосування в установках для алмазного буріння свердловин малого діаметра, в геологічних розрізах, складених твердими і середньої твердості гірськими породами.

Переваги шпindelльного обертача – компактність і простота конструктивної ув'язки шпindelеля з механізмом подачі, а також можливість буріння свердловини під різними кутами до горизонту. Технологічні можливості шпindelльного обертача повністю задовольняють вимоги колонкового буріння в твердих породах: нарощування бурильних колон без відриву снаряда від забою підвищує ресурс алмазних коронок і збільшує вихід керна; незначні витрати робочого часу на перекріплювання патронів і нарощування снаряда збільшує швидкість буріння. Основний недолік шпindelльного обертача – невелика довжина ходу подачі (0,5–0,6 м). Необхідність частих перекріплювань патронів при бу-

рінні м'яких гірських порід істотно знижує швидкість буріння і зменшує відсоток виходу керна.

У **роторних** верстатах ведуча труба й отвір у столі ротора мають спеціальний профіль (квадрат, шестигранник і т. ін.), що забезпечує обертання ведучої труби. Її переміщення в осьовому напрямку відбувається під власною вагою та за допомогою лебідки. Роторний обертач знайшов широке застосування в самохідних і пересувних бурових установках, використовуваних при бурінні структурно-пошукових і гідрогеологічних свердловин у м'яких і середньої твердості породах. Основна його перевага – велика довжина ходу подачі.

Бурові установки з роторним обертачем використовуються переважно при безкерновому бурінні. При бурінні роторними установками з відбором керна на рощування снаряда пов'язане з відривом снаряда від забою, що призводить до пошкодження керна, порушення стінок свердловини і зменшення проходки на коронку. Алмазне буріння із застосуванням роторних установок використовується в окремих випадках (неможливість застосування високих частот обертання, значні вібрації снаряда, трудність регулювання осьового навантаження на коронку, неможливість буріння похилих свердловин).

Бурові установки з **рухомим обертачем** знайшли широке застосування при використанні прогресивних способів буріння внаслідок таких переваг:

- забезпечують найбільший ефект при швидкісних методах буріння, здійснюваних без підйому бурильних труб для витягання керна, таких як буріння снарядами із знімними керноприймачами, з гідро- і пневмотранспортом керна, при безкерновому бурінні, застосуванні вибійних машин тощо;

- установки більш універсальні за методами буріння; встановлюючи гідромотори різної потужності або вводячи просту коробку зміни передач, можна варіювати в широких межах частоту обертання і крутний момент на обертачі;

- порівняно з шпинделями гідрофіковані верстати при аналогічних методах буріння на 30–40 % продуктивніші, що окупає їх вищу вартість;

- з конструкції верстата виключається ряд механічних вузлів, які часто виходять з ладу, що забезпечує більший термін служби верстата.

В той же час установки з рухомим обертачем мають і недоліки:

- втрати потужності між привідним двигуном і обертачем у верстатах шпинделів складають близько 10 %, а в установках з рухомим обертачем – не менше 30 %, що пояснюється значною втратою тиску в гідравлічній системі;

- вимагається, щоб на установках працював більш кваліфікований персонал і була в наявності якісна ремонтна база.

Бурові верстати для ударного буріння поділяються на ударно-канатні, ударно-штангові та віброударні. В ударно-канатних буровий снаряд підвішений на сталевому канаті, а в ударно-штангових – на колоні бурильних труб. Удари по долоту при віброударному бурінні наносять вібратором або вібромолотом.

Комбіновані бурові установки дозволяють бурити як обертальним, так і ударним способом.

Залежно від системи **механізму подачі** бурові верстати бувають з вільною, важільною, гідравлічною та з подачею за допомогою ланцюга і каната. Найбільш поширена у верстатах для геологорозвідувального буріння гідравлічна подача.

За **транспортабельністю** бурові установки поділяються на стаціонарні, коли буровий агрегат монтується на нерухомому фундаменті, пересувні, що монтується на полозках, автотракторних причепах на колесах або гусеничному ході, самохідні, змонтовані на автомобілі або тракторі, та переносні, що переміщують люди або в'ючні тварини.

За **умовами застосування** розрізняють бурові установки для буріння свердловин з поверхні землі; з підземних гірничих виробок та з поверхні води (плавучі бурові установки).

Технічна характеристика найбільш розповсюджених бурових установок для геологорозвідувального буріння наведена в табл. 6.1.

6.1. Бурові верстати

Загальну будову шпиндельних бурових верстатів розглянемо на прикладі верстата СКБ-4 (рис. 6.1). Всі верстати серії СКБ, крім УКБ-1, мають подібну будову.

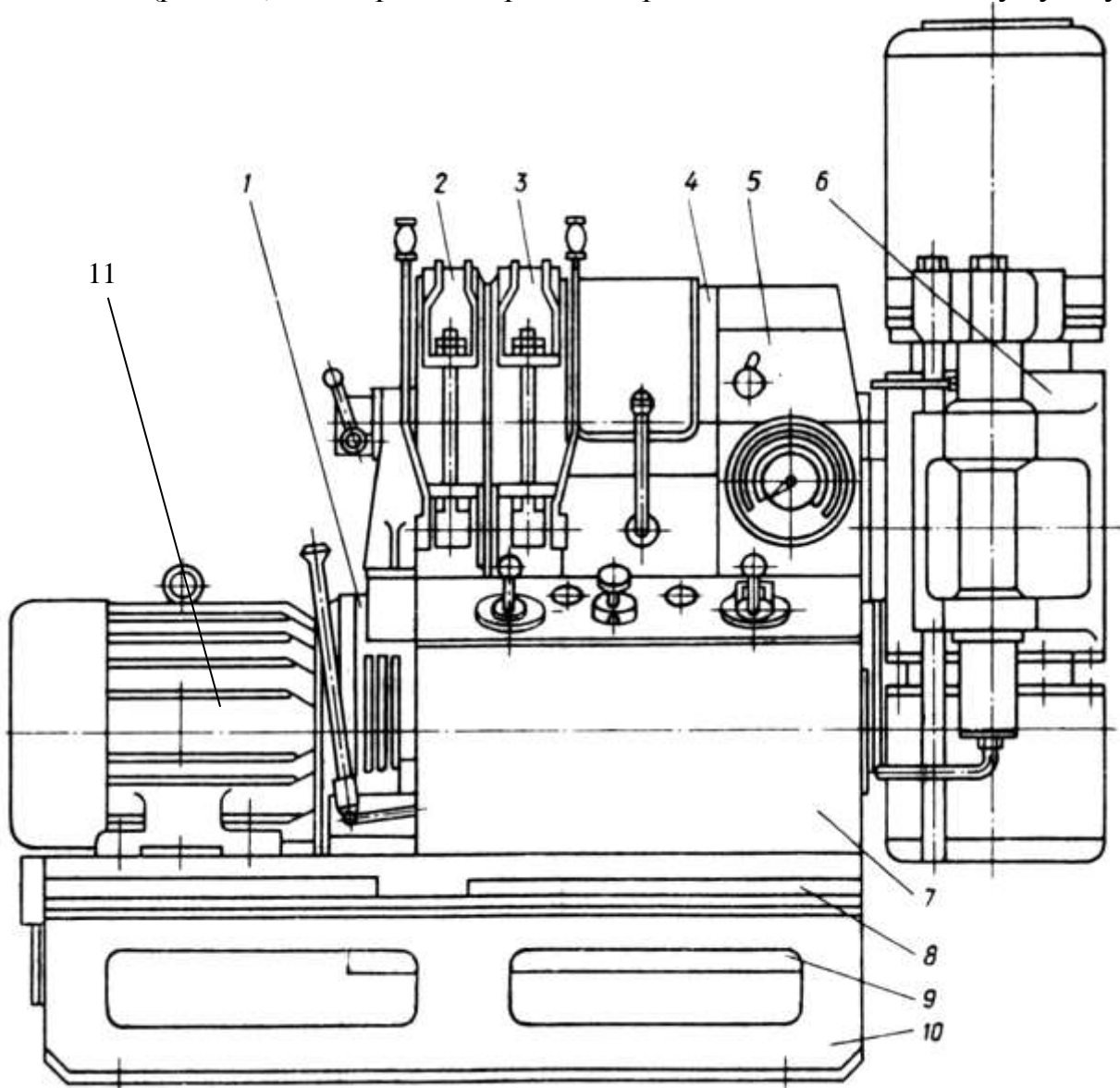


Рис. 6.1. Буровий верстат СКБ-4:

- 1 – муфта зчеплення; 2 – гальмо підйому; 3 – гальмо спуску; 4 – лебідка;
- 5 – трансмісія; 6 – обертач; 7 – гідросистема верстата з автоперехопленням;
- 8 – станина; 9 – циліндр пересування верстата; 10 – рама; 11 – двигун

Таблиця 6.1

Технічна характеристика бурових установок для геологорозвідувального буріння

Параметри	УКБ-1	УКБ-2	УКБ-200/300С	УКБ-4П	УКБ-5П	УКБ-7П	УКБ-8П	УБ-201	БАК-1200/2000	СКТО-65 (ЗІФ-650М)	СКТО-75 (ЗІФ-1200МР)
Тип обертача	рухомий	шпindelь					ротор	рухомий		шпindelь	
Глибина буріння при кінцевому діаметрі свердловини, м											
93 мм	12,5	50	200	300	500	1200	2000	200	1200	650	1500
59 мм	25	100	300	500	800	2000	3000	600	2000	800	2000
Початковий діаметр, мм	93	132	132	151	151	214	295	151	214	200	250
Діаметр бурильних труб, мм	24; 34	42	42; 50; 54	42; 50; 54	50; 54; 63,5; 68	50; 54; 63,5; 68; 73	50; 63,5; 68; 73	42; 54; 68	50; 54; 63,5; 68; 73	50; 54; 63,5; 68	50; 54; 63,5; 68; 73
Частота обертання, хв ⁻¹											
1-й діапазон	100; 270; 600	155; 325; 590; 1000	110; 200; 355; 555; 815	155; 280; 390; 430; 680; 710; 1100; 1615	120; 260; 340; 410; 540; 720; 1130; 1500	0-1500	0-1500	0-630	0-3000	81; 118; 188; 254; 340; 460; 576; 800	75; 136; 231; 288; 336; 410; 516; 600
2-й діапазон	450; 600; 1200	305; 650; 1170; 2000	160; 290; 515; 805; 1180	-	-	-	-	0-1250	-	-	-
Найбільше зусилля подачі, кН											
угору	4	20	40	60	85	150	Подача лебідки	32	150	80	150
униз	4	15	30	40	65	120		32	150	30	50
Вантажопідйомність лебідки, кН	4	6,3	20	25	35	55	80	5,0	55	35	55
Швидкість навивання каната на барабан лебідки, м/с	-	0,7; 1,5; 2,8; 4,7	0,69; 1,25; 2,25; 3,5	1,0; 1,8; 2,75; 4,0	0,8; 1,75; 2,7; 3,6	0-8	0,25-2,0	0-2,0		0,7; 0,95; 1,5; 2,04; 2,72; 3,7; 4,6; 6,24	0,7; 1,24; 2,1; 2,16; 3,04; 3,76; 4,7; 5,24
Тип приводу	"Дружба-4"	АО2-52-4/2	Д37Е-С2	АО2-71-4	АО2-31-4	Д-812	Д-812 (ротор) ДП-82 (лебідка)	Д-144		А2-72-4/6	АК2-91-6
Потужність приводу, кВт	2,9	8,3; 10,2	30	22	30	70	70; 95	44	80	30	55
Тип щогли (вишки)	-	МР-8	МР-6	БМТ-4	БМТ-5	БМТ-7	ВРМ-26/540	-	-	МРУГУ-3	ВРМ-24/540
Тип насоса	НБ1-25/16	НБ2-63/40	НБ3-120/40	НБ3-120/40	НБ4-320/63	НБ4-320/63	НБ-32 (2 шт)	НБ-160/63		НБ3-120/40	НБ32

Верстат зібраний з окремих вузлів. Таке компонування зручне при його монтуванні, демонтуванні і транспортуванні. Основою верстата є рама 10 зварної конструкції, що складається з двох повздовжніх балок, які жорстко пов'язані між собою і які мають напрямні, якими пересувається станина верстата 8. Зварна станина 8 дозволяє скомпонувати вузли верстата і сприймає силові навантаження від корпусних вузлів, які змонтовані на ній. Циліндр пересування 9 двосторонньої дії штоком кріпиться до рами 10, а циліндром – до станини 8. Він має гідрозамок, який дозволяє фіксувати станину в будь-якому положенні. Від двигуна через муфту зчеплення 1 обертання передається на лебідку планетарного типу 4 і обертач шпindelного типу 6. Регулювання частоти обертання здійснюється за допомогою трансмісії 5, яка складається з роздавальної коробки і коробки передач. П'ятиступенева коробка передач із синхронізаторами запозичена з вантажного автомобіля ЗІЛ-130. Спуско-підіймальні операції виконують, використовуючи гальмо підйому 2 і гальмо спуску 3.

Гідросистема верстата 7 включає: маслобак, блок гідравлічного керування, маслонасос з приводом від електродвигуна, ручний насос, змонтований у баці; електрозолотник системи автоперехоплення. Вона передбачає виконання таких операцій: пересування шпindelного обертача вгору чи вниз і зупинки його у будь-якому положенні; навантаження на вибій свердловини або розвантаження ваги бурового снаряда; пересування верстата до свердловини або від неї з фіксуванням на рамі; автоматичне перекріплювання бурового снаряда гідропатронами в процесі буріння без зупинки обертання.

6.2. Бурові насоси

Буровий насос призначений для подачі промивальної рідини у свердловину.

Бурові насоси повинні відповідати таким вимогам:

- 1) забезпечувати подачу промивальної рідини, необхідну для якісного промивання свердловини;
- 2) забезпечувати тиск, достатній для прокачування промивальної рідини до вибою свердловини;
- 3) підтримувати сталість подачі промивальної рідини незалежно від зміни тиску в напірній магістралі;
- 4) змінювати подачу рідини в діапазоні, обумовленому параметрами технологічного процесу буріння;
- 5) безаварійно працювати при прокачуванні рідин, що містять абразивні частинки та хімічно активні реагенти;
- 6) мати спроможність викачувати з ємностей промивальну рідину, рівень якої розташований на 3–5 м нижче насоса;
- 7) мати невелику масу на одиницю гідравлічної потужності й габаритні розміри;
- 8) бути безпечними в експлуатації, зручними в обслуговуванні та ремонті в польових умовах.

Цим вимогам здебільшого відповідають поршневі й плунжерні насоси. У *поршневих* насосів діаметр поршня перевищує його довжину (товщину). *Плунжерним* називається насос, у якого поршень має довжину більше його діаметра.

За способом приведення в дію бурові насоси діляться на *привідні*, у яких поршень приводиться в рух від двигуна через кривошипно-шатунний механізм; а також насоси *прямої дії*, поршень яких з'єднаний загальним штоком із поршнем гідравлічного або пневматичного силового циліндра.

Насоси, у яких за один оберт кривошипного (ексцентрикового) вала рідина всмоктується і подається один раз, називаються насосами *одинарної (простой) дії*. Насоси, у яких за один оберт кривошипного (ексцентрикового) вала рідина всмоктується і подається двічі, називаються насосами *подвійної дії*. За кількістю циліндрів і відповідно до їхнього розташування розрізняють бурові насоси одно-, дво- і трициліндрові, з горизонтальним або вертикальним розташуванням циліндрів.

Поршневі й плунжерні насоси складаються з гідравлічної і привідної частин, змонтованих на загальній рамі. Гідравлічна частина насоса призначена для всмоктування промивальної рідини з приймальної ємності та подачі її під тиском у свердловину. Привідна частина (трансмісія) насоса перетворює обертальний рух привідного вала (кривошипного, ексцентрикового) у зворотно-поступальний рух поршнів чи плунжерів.

6.2.1. Поршневі насоси

Принципова схема поршневого насоса подвійної дії наведена на рис. 6.2.

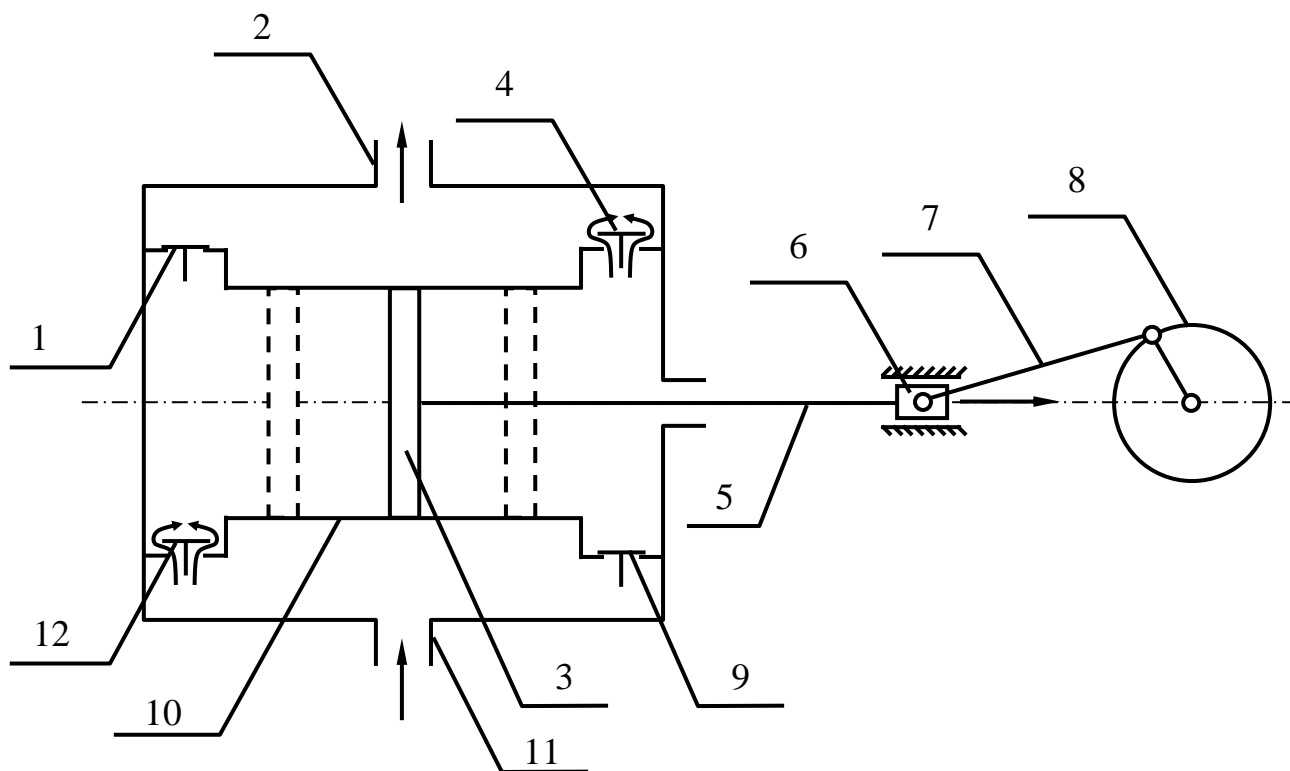


Рис. 6.2. Принципова схема поршневого насоса подвійної дії

Обертальний рух зубчастого колеса 8 за допомогою колінчатого вала перетвориться у зворотно-поступальний рух шатуна 7, кривокопфа (повзуна) 6, штока 5 і поршня 3. При прямованні поршня вправо в лівій порожнині циліндра 10 створюється розрідження, у правій – надлишковий тиск. У зв'язку з цим у лівій порожнині циліндра закриється напірний клапан 1, відкриється всмокту-

вальний 12 і відбудеться всмоктування рідини через рукав 11, обладнаний храповиком (фільтром) зі зворотнім клапаном. У правій порожнині циліндра в цей момент відбувається подача рідини в напірний рукав 2 через відкритий клапан 4 (усмоктувальний клапан 9 закритий). При прямованні поршня вліво в правій порожнині циліндра 10 створюється розрядження, у лівій – надлишковий тиск. Унаслідок цього в правій порожнині циліндра відбудеться всмоктування рідини (клапан 9 відкриється, а клапан 4 закриється), а в лівій – подача через відкритий клапан 1 (клапан 12 закритий). Перевагою поршневих насосів є можливість перекачування промивальних рідин з великим вмістом піску, недоліком – неможливість безпосереднього спостереження за ущільненням поршня і великі витрати часу на заміну поршня і сальників.

6.2.2. Плунжерні насоси

На рис. 6.3 подана принципова схема плунжерного насоса. Як і в поршневому насосі, обертальний рух зубчастого колеса 1 за допомогою ексцентрикового вала перетворюється у зворотно-поступальний рух шатуна 2, крейцкопфа (повзуна) 3, штока 8 і плунжера 4. При прямованні плунжера 4 вправо в гідравлічній частині 5 насоса створюється розрядження. Унаслідок цього напірний клапан 6 закриється, а всмоктувальний клапан 7 відкриється і рідина почне всмоктуватись.

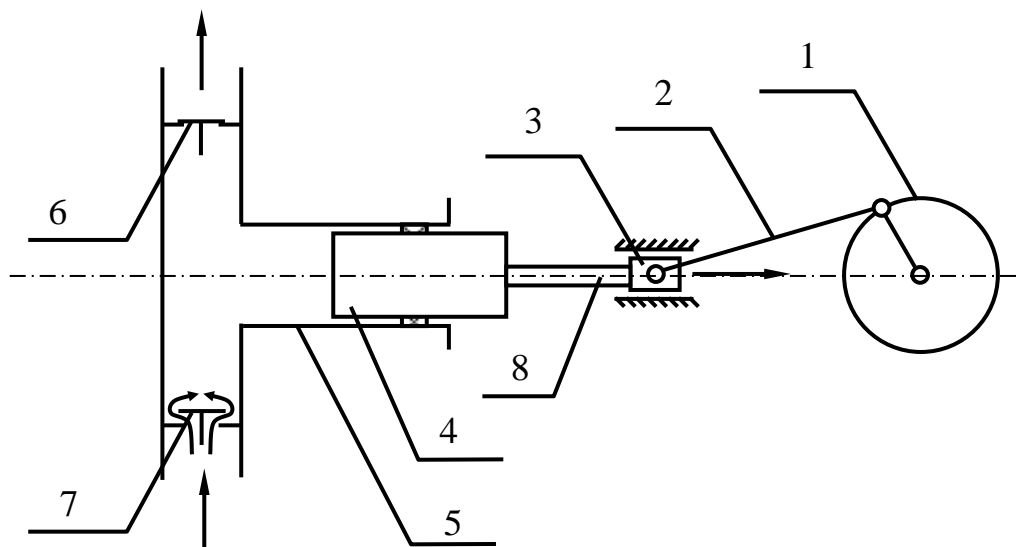


Рис. 6.3. Принципова схема плунжерного насоса одинарної дії

При прямованні плунжера 4 вліво в гідравлічній частині 5 насоса створюється надлишковий тиск. Тому всмоктувальний клапан 7 закриється, а через відкритий напірний клапан 6 буде подаватись рідина в напірний рукав. На відміну від поршневих насосів плунжерні є насосами одинарної (простої) дії, тому що під час прямого ходу плунжера відбувається тільки подача, а при зворотньому – тільки всмоктування рідини.

До переваг плунжерних насосів відносять можливість оперативної заміни пари сальник – плунжер, порівняно високі рівномірність і стабільність подачі. Основним недоліком є підвищений знос ущільнень плунжерів.

Технічна характеристика бурових насосів для геологорозвідувального буріння наведена в табл. 6.2.

Таблиця 6.2

Технічна характеристика бурових насосів

Параметри	Плунжерні							Поршневі				
	НБ1-25/16	НБ2-63/40	НБ-80/63	НБ3-120/40	НБ-160/63	НБ4-320/63	НБ5-320/100	11Гр	НБ-32	НБ-50	НБ-80	НБ-125 (9МГр-73)
Подача, л/хв	25	16; 40; 25; 63	30; 80	15; 19; 40; 70; 120	8; 10; 22; 40; 65 20; 25; 50; 95; 162	32; 55; 105 125; 180; 320	25; 40; 70 32; 55; 88 125; 180; 320	225; 300	294; 384; 486; 594	384; 486; 594; 714	366; 480; 606; 744; 894	389; 497; 606; 798 528; 672; 825; 1089
Тиск, МПа	1,6	4,0; 2,5; 4,0; 2,2	6,3; 3,2	4,0; 4,0; 4,0; 2,0	6,3; 6,3; 6,3; 6,3; 6,3 6,3; 6,3; 6,3; 4,5; 4,5	6,3; 6,3; 6,3; 6,3; 5,5; 3,0	10,0; 10,0; 10,0; 10,0; 10,0; 6,0	6,3; 5,0	4,0; 4,0; 3,2; 2,6	6,3; 5,0; 4,1; 3,4	10; 8; 6,3; 5,2; 4,3	16; 13; 10; 8 13; 10; 8; 6
Діаметр поршня (плунжера), мм	45	45	30; 50	63	45; 70	45; 80	40; 45; 80	80; 90	80; 90; 100; 110	90; 100; 110; 120	80; 90; 100; 110; 120	90; 100; 110; 125
Кількість поршнів (плунжерів), шт.	1	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	2
Довжина ходу поршня (плунжера), мм	45	40	40	60	90	90	90	150	160	160	200	250
Тип приводу	"Друж-ба-4"	АО-42-06/4	АО-42-06/4	АО2-51-4	4АМ132 М4	А2-76-2	4А-225 М693					
Потужність приводу, кВт	3,3	3,0	3,0	7,5	11,0	22	37	37	30	40	63	100
Габарити:												
довжина	745	785		945	1230	1315	1380	1980	1860	1860	1919	2630
ширина	325	336		610	830	1110	1110	990	740	740	775	1040
висота	365	365		400	1470	866	866	1270	1455	1330	1215	1630
Маса, кг	44	145	310	400	520	950	1100	1150	1040	1040	1220	2750

Примітка. На цей час плунжерні насоси марок НБ частіше маркуються так: НБ-25/1,6; НБ-80/6,3; НБ-160/6,3; НБ-320/10,0 тощо.

6.3. Бурові вишки і щогли

Бурові вишки і щогли є основними спорудами на точці буріння свердловини. Вони призначені для спуску в свердловину і підйому з неї бурового інструменту й обсадних труб, утримання колони бурильних труб у вертикальному (або похилому) положенні в процесі буріння, а також для виконання окремих допоміжних операцій. Висота вишки (щогли) обумовлюється глибиною свердловини (довжиною свічі) і розмірами обладнання та інструменту, що застосовують при спуско-підймальних операціях.

6.3.1. Бурові вишки

При бурінні використовуються бурові вишки баштового типу, які мають три або чотири опори (ноги) і А-подібні з двома опорами. Безпосередньо до вишки примикає бурова будівля, яка призначена для захисту обслуговуючого персоналу і бурового обладнання від впливу атмосферних умов. Бурові вишки допускають установку бурових агрегатів з будь-яким видом приводу.

Конструкцію бурової вишки розглянемо на прикладі вишки ВРМ-24/30 (рис. 6.4). Вона має такі основні елементи: опори 1, з'єднані для стійкості горизонтальними поясами 9; розкоси 8, що з'єднують опори між поясами і забезпечують жорсткість конструкції; рама (верхня основа) 6 для установки кронблока 5. Для проведення робіт на висоті вишка обладнується робочим помостом 7. Необхідною частиною бурової вишки є драбина з огорожею 2, 4.

Монтаж вишки відбувається в лежачому стані на землі. Підйом її здійснюється за допомогою спеціальних стріл, канатів і тракторної тяги.

При виборі висоти вишки необхідно виходити з її проектної глибини. Рациональна висота вишки орієнтовно може бути визначена з виразу

$$H = k l_{\text{св}}, \quad (6.1)$$

де k – коефіцієнт, враховуючий збільшення висоти вишки відносно свічі для запобігання затягуванню снаряда в кронблок, $k = 1,25-1,45$; $l_{\text{св}}$ – довжина свічі, яку вибирають відповідно до глибини свердловини.

Глибина свердловини, м	≤100	100-300	300-600	600-1200	1200-2000	2000-3000
Рекомендована довжина свічі, м	4,7	9,5	13,5	18,5	24	32,8

6.3.2. Бурові щогли

Бурові щогли являють собою спеціальні конструкції, які призначені для виконання спуско-підймальних операцій при бурінні. У стаціонарних бурових установках щогли монтуються в робочий стан як окремий агрегат. Перевезення щогл на нову точку буріння здійснюється зазвичай без розбирання їх на складові елементи. Пересувні та самохідні бурові установки мають телескопічні або складані металеві щогли, які перевозяться разом з буровою установкою. Бурова щогла має одну або дві опори. Стійкість її забезпечується канатними розтяжками. Використання бурових щогл дозволяє суттєво скоротити витрати часу і коштів при виконанні допоміжних, транспортних і монтажних-демонтажних робіт.

Щогли застосовуються для буріння як вертикальних, так і похилих свердловин.

Технічна характеристика бурових вишок і щогл для геологорозвідувального буріння наведена в табл. 6.3.

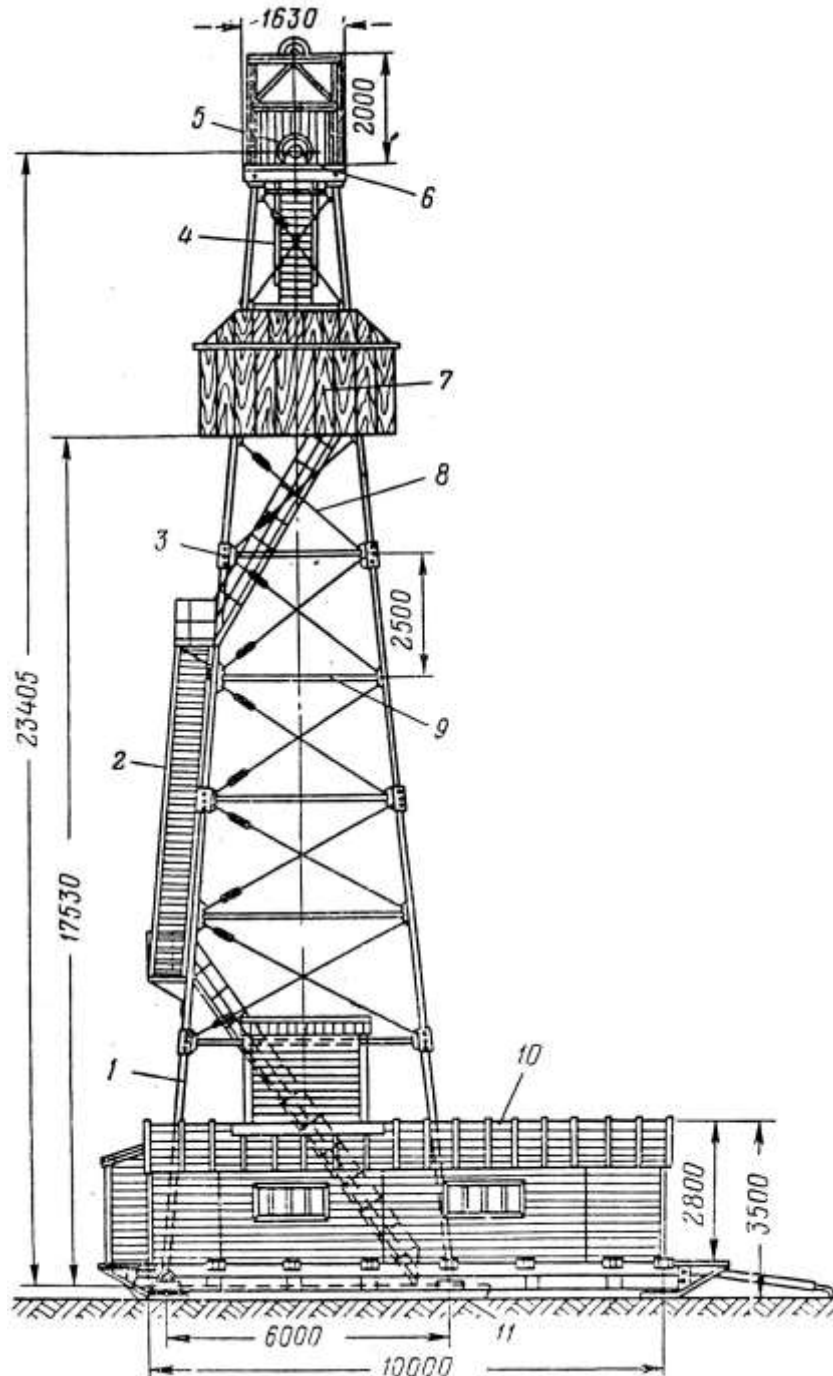


Рис. 6.4. Конструкція бурової вишки ВРМ-24/30:

- 1 – опори (ноги) вишки; 2 – драбина маршова; 3 – хомути;
 4 – драбина тунельна; 5 – кронблок; 6 – верхня рама; 7 – робочий поміст;
 8 – розкоси; 9 – пояси; 10 – бурова будівля; 11 – нижня рама

6.3.3. Талева оснастка бурових вишок і щогл

Спуско-підймальні операції при бурінні свердловини виконуються лебідкою бурової установки. Для перетворення обертального руху барабана лебідки в поступальний підйомного гака у верхній частині вишки або щогли встановлюється кронблок 3, через ролик якого перекидається канат, що йде з барабана лебідки 5 до підйомного гака 1 (рис. 6.5, а).

Таблиця 6.3

Технічна характеристика бурових вишок і щогл

Тип щогли (вишки)	ВРМ-24/30	ВРМ-24/540	ВРМ-26/540	МР-8	МР-6
Висота щогли (вишки), м	23,5	24	26	7,62	14
Довжина свічі, м	18,5	18,5	18,5	4,7	9,5
Допустиме навантаження на талевий блок, кН					
номінальне					
максимальне					
Допустиме навантаження на кронблок, кН					
номінальне	300	540	540	22,5	40
максимальне				45	80

Продовження табл. 6.3

Тип щогли (вишки)	БМТ-4	БМТ-5	БМТ-7	МРУГУ-3	БМ-2
Висота щогли (вишки), м	14,7	18	26	18	32
Довжина свічі, м	9,5	13,5	18,5	13,5	18,5-24,5
Допустиме навантаження на талевий блок, кН					
номінальне	32	50	125		
максимальне	50	80	200	100	3500
Допустиме навантаження на кронблок, кН					
номінальне					
максимальне				200	5200

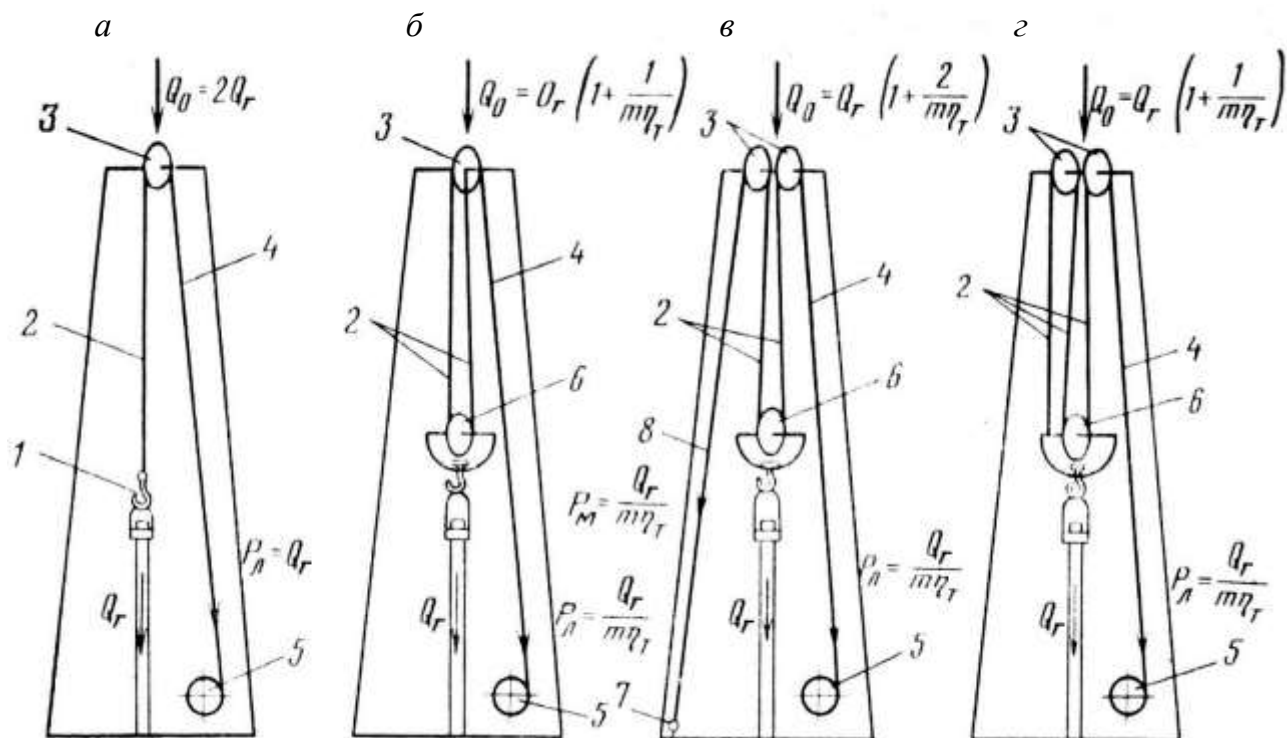


Рис. 6.5. Види талевих оснасток:

a – однострунна; *б* – несиметрична двострунна з нерухомим ("мертвим") кінцем талевого каната, який закріплений на кронблоці; *в* – симетрична двострунна з нерухомим кінцем талевого каната, який закріплений на основі бурової вишки чи щогли; *г* – несиметрична триструнна з нерухомим кінцем талевого каната, який закріплений на талевому блоці

Струна підйомного каната, яка з'єднує барабан лебідки з роликом кронблока, називається ходовою або лебідковою 4, а та, що збігає з кронблока і з'єднується з гаком, називається робочою 2. Якщо вантаж на гаку перевищує вантажопідйомність лебідки, вишку (щоглу) оснащують поліспастом (талевою системою). До талевої оснастки, крім сталевого підйомного каната і кронблока, включається рухомий (талевий) блок 6 (рис. 6.5, б, в, з), до серги якого підвішується підйомний гак. Кількість робочих струн каната (які з'єднують ролики кронблока з роликами талевого блока) повинна відповідати перевищенню навантаження на гак над вантажопідйомністю лебідки.

Талева система може бути несиметричною, коли кінець каната закріплюється на кронблоці (рис. 6.5, б) або на талевому блоці (рис. 6.5, з), і симетричною, коли кінець каната кріпиться до основи бурової вишки (рис. 6.5, в). В цю нерухому струну каната 8 включають динамометр 7 – прилад, за допомогою якого визначають масу бурового снаряда і контролюють навантаження на породоруйнівний інструмент при бурінні.

Орієнтовно бурова установка вибирається відповідно до глибини буріння зважаючи на кінцевий і початковий діаметр буріння. Потім прийняте рішення уточнюється з урахуванням вантажопідйомності вишки або щогли бурової установки.

Навантаження на гак бурової установки

$$Q_{\Gamma} = k_{\Pi} \alpha q_1 L \left(1 - \frac{\rho_p}{\rho_m} \right), \quad (6.2)$$

де k_{Π} – коефіцієнт, що враховує можливий прихват бурового снаряда, менше значення приймається для глибоких свердловин, $k_{\Pi} = 1,3-1,5$; α – коефіцієнт, що враховує збільшення ваги бурильних труб за рахунок з'єднань, для муфтово-замкових труб $\alpha = 1,1$, для ніпельних $\alpha = 1,05$; q_1 – вага 1 м гладкої частини бурильних труб, Н; L – довжина колони бурильних труб, м; ρ_p – густина промивальної рідини, кг/м^3 ; ρ_m – щільність матеріалу бурильних труб (для сталі $\rho_m = 7850 \text{ кг/м}^3$; для легкого сплаву Д16Т $\rho_m = 2800 \text{ кг/м}^3$).

Необхідна кількість струн талевої системи

$$m = \frac{Q_{\Gamma}}{P_{\text{л}} \eta_{\text{тс}}}, \quad (6.3)$$

де $P_{\text{л}}$ – вантажопідйомність лебідки, Н; $\eta_{\text{тс}}$ – коефіцієнт корисної дії талевої системи, для двострунної оснастки його можна прийняти $\eta_{\text{тс}} = 0,94$, для чотириструнної $\eta_{\text{тс}} = 0,90$.

Глибина буріння на прямому канаті

$$L = \frac{P_{\text{л}}}{k_{\Pi} \alpha q_1 \left(1 - \frac{\rho_p}{\rho_m} \right)}. \quad (6.4)$$

Робоче навантаження на вишку для парної кількості рухомих струн

$$Q_0 = Q_{\Gamma} \left(1 + \frac{2}{m \eta_{\text{тс}}} \right). \quad (6.5)$$

Робоче навантаження на вишку для непарної кількості рухомих струн

$$Q_0 = Q_r \left(1 + \frac{1}{m\eta_{тс}} \right). \quad (6.6)$$

Максимальне навантаження на вишку для парної і непарної кількості рухомих струн відповідно

$$Q_{\max} = P_{л} (2 + m\eta_{тс}) \lambda, \quad (6.7)$$

$$Q_{\max} = P_{л} (1 + m\eta_{тс}) \lambda, \quad (6.8)$$

де λ – коефіцієнт перевантаження двигуна, для електродвигуна $\lambda=1,7-2,2$; для ДВЗ $\lambda = 1,1$.

Порівнявши значення робочого і максимального навантаження на вишку (щоглу) з даними технічної характеристики вишки вибраної бурової установки, робиться висновок про відповідність вишки для умов буріння. Необхідно звернути увагу на те, що для щогл БМТ зазначене допустиме навантаження не на кронблок, а на талевий блок. У випадку невідповідності потрібно вибрати або іншу вишку, або іншу установку.

6.4. Бурове устаткування закордонних країн

6.4.1. Концерн Atlas Copco Craelius

Бурові верстати з рухомими обертачами. Ряд бурових установок для колонкового буріння з поверхні землі і з підземних виробок включає декілька модифікацій, характерні риси яких подані далі. У табл. 6.4 наведені орієнтовані глибини буріння буровими верстатами з рухомими обертачами. Технічні характеристики верстатів Diames з рухомими обертачами зазначені в табл. 6.5.

Установки цілком гідрофіковані. Механізована система подачі бурильних труб підвищує продуктивність і безпеку ведення робіт. Швидкість обертання і зусилля подачі змінюються в широких межах, що створює можливість оптимізації процесу буріння і збільшує відсоток виходу керна практично в будь-яких геологічних умовах. Верстати мають компактну і легку конструкцію, що дозволяє швидко виконувати монтажні-демонтажні роботи і перевозити устаткування. Установки універсальні, оскільки можуть використовуватися як для звичайного колонкового буріння або буріння снарядами зі знімними керноприймачами, так і для буріння шарошковими долотами і заглибними пневмоударниками.

Таблиця 6.4

Орієнтовані глибини буріння верстатами Diames з рухомими обертачами

Бурильні труби, (матеріал)	Бурові верстати Diames марок						
	232	252	262	282	U4	U6	U8
34 (ЛБТН)	300	–	–	–		–	–
42 (ЛБТН)	200	650	1200	–		–	–
54 (ЛБТН)	–	425	800	1400		1100	–
42 (СБТН)	120	400	800	–		–	–
50; 54 (СБТН)	–	225	450	810		–	–
68 (СБТН)	–	–	–	720		–	–
A ССК (~48)	120	450	750	–	450	1200	–
B ССК (~60)	–	275	650	–	350	1000	2000
N ССК (~76)	–	–	400	–	150	800	1500

H CCK (~99)	-	-	-	-		600	1000
-------------	---	---	---	---	--	-----	------

Таблиця 6.5

Технічна характеристика бурових верстатів Diames з рухомими обертачами

Параметри	Тип агрегату Diames					
	232	252	262	282	U6	U8
Механізм подачі:						
зусилля подачі, кН:						
угору	15	33	65	90	65	133
униз	20	43	65	44	65	133
швидкість подачі, м/с:						
угору	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,73
униз	0,8	0,75	0,5	0,5		
хід подачі, мм	850	850, 1800	850, 1800, 3300	850, 1800, 3300	1800	1800
Обертач:						
крутний момент, Н·м	250	570	700, 1350, 2000	700, 1350; 1420, 1950	645 860 1275 1850	1275 2300
частота обертання, хв ⁻¹	550–2200	550–2200	0–2200 0–1700 0–900 0–600	0–1200 0–1600	0–1800 0–1600 0–1400 0–1200	0–1400 0–1200
Осьове зусилля гідропатрона, кН	30	100	100	83	100 150	150
Внутрішній діаметр шпинделя, мм	50	58	78	78	78 101	101
Труботримач:						
діаметр прохідного отвору, мм	52	60,5	98	–	102	124
утримувальна сила, кН	12	13	22 (33)	83	45 (90)	133
Силовий агрегат:						
тип, потужність, кВт/ частота обертання, об/хв	Електр. 20Е, 15/1450 Пневмат. 20А, 18,5/1500 Дизельн. 20В, 26/2500	Електр. 40Е, 37/1450 Електр. 45Е, 45/1450 Пневмат. 30А, 20,5/1800 Дизельн. 45DT, 68/2200		Електр. 75Е, 75/1450 Дизельн. 100DT, 100/2150	Електр. 75/1450 Дизельн. 88/2300	Електр. 110/1450 Дизельн. 149/1800
маса, кг	230(20Е) 200(20А) 405(20D)	580(40Е) 615(45Е) 810(40DT)	1270(40Е) 1352(45Е) 1782(40DT)	1300(75Е) 1350 (100DT)	1000 980	1400 2360
Насоси:						
продуктивність, л/хв/тиск, бар						
№ 1	45/200	75/260		120/260	160/300	195/315
№ 2	31/210	29 (44)/210		48 (68)/210	40,5/300	65/240
об'єм бака, л	60	70		200	130	130

Простота і надійність конструкцій бурових установок забезпечують їм гарну ремонтпридатність і надійність в експлуатації.

Модульна конструкція. Для однієї і тієї ж моделі пропонуються різні варіанти обертачів, рам подавача, силових установок, що дозволяє вибрати оптимальний набір устаткування для різних геологотехнічних умов буріння.

Для роботи у вугільних шахтах випускаються установки, у яких немає алюмінієвих деталей, а в гідросистемі використовуються незаймісті рідини.

Універсальні бурові установки "Terrames". Характерні риси установок: універсальність; різні транспортні бази для кожної моделі; обертач відсувається гідравлічно; гідравлічний трубофорзкріплювач. Глибина буріння установкою "Terrames 400-01" при бурінні на воду складає 15–40 м, при колонковому бурінні 200–400 м; а установкою "Terrames 1000" відповідно 20–50 і 240–480 м.

Технічна характеристика установок наведена в табл. 6.6.

Таблиця 6.6

Технічні характеристики бурових установок "Terrames"

Параметри	"Terrames 400-01"	"Terrames 1000"
Механізм подачі:		
зусилля подачі, кН:		
угору	31	79
униз	31	79
хід подачі, мм	1250, 2200, 3700	3700
кут повороту, град	0–90	0–90
Обертач:		
крутний момент, Н·м	3700, 4200, 2900	10000
частота обертання, хв ⁻¹	0–600 0–510 0–730	20–630 (8 швидкостей)
Труботримач:		
діаметр труб, що затискаються, мм	50–145	50–220
утримувальна сила, кН	51	135
момент розкріплення, кН·м	6,4	37
Силовий агрегат:		
тип	Дизель Електр.	Дизель
потужність, кВт	58 30	60 58 70
частота обертання, хв ⁻¹	1800 1450	2200 2150 2150
Насоси:		
продуктивність, л/хв/тиск, бар		
№ 1	90/175	120; 175
№ 2	50/175	40; 175
об'єм бака, л	70	250
маса, кг		С 11000 РТО — СВ 12000

Примітка. С – трактор, РТО – автомобіль. СВ – на тракторі поворот у трьох площинах: 0–120°, від –21 до 76°, 0–90°.

Бурові установки "Мустанг". Характерні риси бурових установок: бурові установки забезпечують буріння забійними ударними машинами; можливість буріння під будь-яким кутом; застосування шнекового і колонкового способів буріння; енергозабезпечення – гідропривід з первинним двигуном від дизеля або електромотора; механізм подачі – ланцюговий з гідродвигуном.

Модельний ряд установок "Мустанг" маркується таким чином: перша цифра означає вантажопідйомність механізму подачі (4 – 42 кН, 5 – 49 кН, 9 – 90 кН, 13 – 130 кН); далі через дефіс великою латинською літерою вказується вид ходової частини (S – рама (несамохідна), F – закріплене гусеничне шасі, H – посилене гусеничне шасі, N – вузьке гусеничне шасі, E – гусеничний буровий екскаватор, T – змонтований на автомобілі); остання цифра означає пристрій позиціонування (1 – закріплений пульт керування, 2 – закріплений + поворотний стіл з ручним керуванням, 3 – закріплений + поворотний стіл з гідравлічним приводом, 4 – шарнірна стріла, 5 – стріла великої вантажопідйомності).

Технічна характеристика установок "Мустанг" наведена в табл. 6.7.

Таблиця 6.7

Технічна характеристика бурових установок "Мустанг"

Параметри	"Мустанг А-32"	"Мустанг А-52"	"Мустанг А-66"	"Мустанг 4"	"Мустанг 5"	"Мустанг 9"
Максимальна глибина буріння, м	150	275	400	250	250	300
Діаметр буріння, мм	76–305	76–305	76–305	75–150	100–250	100–300
Механізм подачі:						
зусилля подачі, кН:						
угору	32	49	90	42,2	49	90
униз	32	49	90	42,2	49	90
швидкість подачі, м/с:						
угору	0,45	0,36	0,38	0,43	0,36	0,56
униз	0,45	0,36	0,38	0,43	0,36	0,56
хід подачі, мм	1250	3700	3700	5640	4200	6700
Обертач*:						
макс. крутний момент, Н·м	4361	9950	13000	4900	1300	1300
частота обертання, хв ⁻¹	0-470	0-815	0-615	0-700	0-655	0-655
	2-швид.		8-швид.	2-швид.	8-швид.	8-швид.
Труботримач:						
діаметр прохідного отвору, мм	178	220	220	180	300	300
Силовий агрегат:						
тип	Дизель	Дизель	Дизель	Дизель	Дизель	Дизель
потужність, кВт	46	58	70	72	112	112
частота обертання, хв ⁻¹	2150	2150	2150	2300	2300	2300
	Електр. 30					
	–					
Насоси	Trido 140		Trido 140	Trido 80, 140 або 220	Trido 80, 140 або 220	Trido 80, 140 або 220
Маса, кг	2350	9800	12000	7045	12100	15816

Примітка. Можливі обертачі з іншими характеристиками.

Шпиндельні бурові верстати DBC550; DC550E; DC550D; DC850D мають механічну трансмісію, високу надійність і вимагають мінімального технічного обслуговування. Орієнтовані глибини буріння й технічні характеристики бурових верстатів наведені в табл. 6.8 і 6.9.

Таблиця 6.8

Орієнтовані глибини буріння шпиндельними верстатами

Діаметр труб, мм	Марки верстатів	
	DC550; DC550E; DC550D	DC850
42	900	–
50; 54	675	1310
60,3; 68	650	1060
89	500	800
114	350	530

Таблиця 6.9

Технічні характеристики шпиндельних верстатів

Параметри	DC550; DC550E	DC550D	DC850D
Обертач:			
хід, мм	600	600	600
зусилля, кН			
угору	85	85	77/108
униз	61	61	52/78
частота обертання, хв ⁻¹ :			
І передача	140, 270, 500, 900, реверс – 155		58, 119, 217, 367, реверс – 49
ІІ передача	205, 395, 735, 1335, 1680, реверс – 230		193, 395, 722, 1200, реверс – 164
внутрішній діаметр шпинделя, мм	92		98
діаметр циліндра/штока, мм	60/30		70/36
Лебідка:			
крутний момент, Н·м	1570		–
стискальне зусилля, кН	41		98
швидкість підйому, м/с	0,3–2,4		0,25–1,8
Гідронасос:			
продуктивність, л/хв	20		60
тиск, бар	150		140
Привід:			
тип	Безпривідний Електр.	Дизель	Дизель
потужність, кВт	–	29,5	40,6
частота обертання, хв ⁻¹	–	1800	2200
маса верстата, кг	850, 1250(Е)	1400	2100
Щогла:			
висота, м:			
для свічі 3 м	4,8		4,8
для свічі 6 м	7,8		7,8
кут нахилу від вертикалі, град	60		–
маса, кг	117		117

6.4.2. Бурові верстати й установки фірм JKS Boyles і Christensen

Фірми JKS Boyles і Christensen є відповідно канадським і американським підрозділами концерну Atlas Copco.

Бурові верстати для буріння з поверхні (серія "Surface Drill"). Серія включає три бурових установки: JKS-1000; JKS-1500 і самохідну бурову установку В30-Н.

Характерні риси бурових установок даної серії: згвинчування і нагвинчування з'єднань труб здійснюється за допомогою патрона обертача і труботримача, що запобігає ушкодженню різьби труб; укладання труб здійснюється в щоглі; примусове мащення підшипників у рухомому обертачі; модульне виконання, мала вага модулів; можливість транспортування блоків установки вертольотом; двошвидкісний рухомий обертач; основний і допоміжний насос, з'єднані послідовно (основний насос забезпечує обертання шпинделя і швидке переміщення, привід основної лебідки і лебідки ССК; допоміжний насос № 1 забезпечує подачу снаряда, роботу труботримача і затискного патрона; допоміжний насос № 2 живить водяний насос); клапани з повнопрохідним отвором у лінії прийому (всмоктування) дозволяють легко обслуговувати гідравлічну систему. Робочу рідину можна додавати в бак і прохідний фільтр, що запобігає забрудненню гідравлічної системи, тільки за допомогою ручного насоса.

Орієнтовані глибини буріння установками серії "Surface Drill" наведені в табл. 6.10. Технічні характеристики бурових установок фірми JK Boyles серії "Surface Drill" подані в табл. 6.11.

Таблиця 6.10

Глибини буріння установками серії "Surface Drill"

Діаметр породоруйнівного інструменту, мм	Марки бурових установок		
	JKS-1000	JKS-1500	В30-Н
59	795	975	2060
76	565	685	1620
93	300	400	1070

Таблиця 6.11

Технічні характеристики бурових установок серії "Surface Drill"

Типи установок	Зусилля механізму подачі, даН		Довжина ходу подачі, м	Максимальні величини		Висота щогли, м	Вантажопідйомність основної лебідки, даН	Потужність головного приводу, кВт
	Угору	Униз		Частота обертання, хв ⁻¹	Крутний момент, Н·м			
JKS-1000	8140	4850	1,82	1390	2908	6,0	7260	73 (дизель)
JKS-1500	8140	4850	1,82	1760	3292	6,0	7260	105 (дизель)
В30-Н (самохідна)	13345	8895	3,4	1250	4745	9,1	13600	186 (дизель)

Гідрофіковані бурові установки серії CS. Основні технічні особливості, аналогічні викладеним для бурових установок сімейства Diames. Крім того, ці установки володіють додатковими можливостями, зумовленими бурінням глибоких свердловин і роботою на поверхні в умовах високогір'я (гідралічна компенсація ваги бурильної колони, конструктивне забезпечення тиску привантаження в гідросистемі, механізована система подачі бурильних труб до 6 м і ряд інших).

До цієї серії належать установки CS10, CS14, CS3001, CS4002, CS1000, які випускаються в різних модифікаціях, а також деякі інші. У табл. 6.12 наведена технічна характеристика бурової установки CS1000 P6L.

Таблиця 6.12

Технічна характеристика бурової установки CS1000 P6L

Параметри	CS1000 P6L
Максимальна глибина буріння, м	1370
Діаметр бурильних труб, мм	59–121
Механізм подачі:	
зусилля подачі, кН:	
угору	90,7
униз	55,6
швидкість подачі, м/с:	
угору	0,67
униз	0,67
хід подачі, мм	3500
кут нахилу свердловини, град	45–90
максимальна довжина свічі, м	6,09
Вантажопідйомність лебідки, кг	5443
Обертач:	
крутний момент, Н·м	4382–3007; 2095–1437; 1138–780; 662–454
частота обертання, хв ⁻¹	130–196; 270–410; 500–756; 857–1300
Труботримач:	
діаметр прохідного отвору, мм	121
Силовий агрегат:	
тип	Дизель
потужність, кВт	131
частота обертання, хв ⁻¹	2500
Насоси	FMC LO918D
продуктивність, л/хв	106
тиск, МПа	4,8
Маса, кг	4176

Бурові установки з рухомим обертачем серії "Purpose Drills" (багатоцільові установки). Серія включає 5 установок на глибину буріння до 4700 м. Установки дозволяють здійснювати буріння зі зворотним промиванням, ударне буріння, використовувати для очищення від шламу повітря і воду, бурити шнеками й алмазним породоруйнівним інструментом.

Орієнтовані глибини буріння і технічні характеристики бурових установок серії "Purpose Drills" (багатоцільові) наведені в табл. 6.13 і 6.14.

Таблиця 6.13

Орієнтовані глибини буріння буровими установками серії "Purpose Drills"

Діаметр породоруйнівного інструменту, мм	600Drill	650Drill	1000Drill	1500Drill	5000Drill
59	630	830	1370	–	–
76	500	650	1075	1900	4700
93	330	430	710	1200	3500
112	–	–	–	1120	2960
132	–	–	–	745	1960

Шпindelні бурові верстати фірми JKS Boyles, серія "UB Surface Drill". Характерні риси верстатів: величезний досвід експлуатації шпindelних верстатів дозволив створити оптимальні конструкції бурових машин; велика кількість моделей задовольняє всі геолого-технічні умови буріння; модульне виконання спрощує монтажні-демонтажні роботи, перевезення і ремонт.

Таблиця 6.14

Технічні характеристики бурових установок з рухомим обертачем фірми JKS Boyles, серія "Purpose Drills"

Марка установок	Зусилля механізму подачі, даН		Довжина ходу подачі, м	Максимальні величини		Висота щогли, м	Вантажопідйомність лебідки, даН	Потужність головного приводу, кВт
	Угору	Униз		Частота обертання, хв ⁻¹	Крутний момент, Н·м			
600Drill	4910	4464	3,6	1700	3960	8,15	3705	53 (дизель)
650Drill	7500	4464	6,6	1700	5095	9,20	4866	90 (дизель)
1000Drill	11250	7009	9,0	1500	7639	12,00	8036	172 (дизель)
1500Drill	14286	7009	12,0	1500	7639	16,00	16071	172 (дизель)
5000Drill	44642	13392	12,0	2250	10180	17,10	37500	308 (дизель)

Орієнтовані глибини буріння і технічні характеристики шпindelних бурових верстатів фірми JKS Boyles наведені в табл. 6.15 і 6.16.

Таблиця 6.15

Орієнтована глибина буріння шпindelними верстатами фірми JKS Boyles

Діаметр породоруйнівного інструменту, мм	УВ-18	УВ-25	УВ-37	УВ-56	УВ-75
46	550	760	3	1730	2280
59	420	590	870	1340	1770
76	330	460	690	1050	1390
93	210	300	440	680	900

Таблиця 6.16

Технічні характеристики шпindelних бурових верстатів,
серія "UB Surface Drill"

Марка бурових верстатів	Зусилля механізму подачі, даН		Довжина ходу подачі, мм	Максимальні значення		Вантажопідйомність лебідки, даН	Потужність головного приводу, кВт
	Угору	Униз		Частота обертання, хв ⁻¹	Крутний момент, Н·м		
УВ18	11383	9978	610/760	1014	2925	2550	39 (дизель)
УВ25	10340	6890	610/760	1689	3446	3550	52/66 (дизель)
УВ37	10340	6890	610/760	1689	4314	5200	66/69 (дизель)
УВ56	10340	6890	610/760	1289	6793	7900	93/79 (дизель)
УВ75	13780	10340	813/1016	1097	9469	10550	138/110(дизель)

6.4.3. Фірма Voart Longyear

Бурові верстати з рухомим обертачем. Характерні риси бурових верстатів серії LM: широкий вибір устаткування для проходки свердловин різного призначення; упровадження системи якості продукції, експериментальна перевірка всіх блоків і вузлів бурових машин; зручний дизайн, що поліпшує умови роботи бурового персоналу і сприяє підвищенню продуктивності; упровадження системи сервісного обслуговування, яке підвищує довговічність роботи бурового устаткування. У табл. 6.17 і 6.18 наведені орієнтовані глибини буріння і технічні характеристики бурових верстатів з рухомим обертачем фірми Voart Longyear.

Таблиця 6.17

Орієнтовані глибини буріння верстатами
з рухомим обертачем фірми Voart Longyear

Діаметр бурильних труб, мм	Тип установок					
	LM-22	LM-45	LM-55	LM-75	LF-70	LF-140
34 (ЛБТН)	140	1020	1400	–	1250	–
42 (ЛБТН)	ПО	950	1040	1700	975	–
54 (ЛБТН)	130	630	990	1320	945	1340
68 (ЛБТН); 54 (СБТН)	ПО	700	730	1020	760	1180
68 (СБТН)	115	420	570	600	585	1065
89 (Сталь)	75	300	320	–	395	725
114 (Сталь)	70	220	–	–	–	520

Бурові шпindelні верстати фірми Longyear. Основна тенденція розвитку бурових верстатів фірми Longyear – переведення відомих конструкцій шпindelних верстатів на гідростатичний привід. Використання гідростатичного приводу забезпечує такі переваги: підвищується безпека процесу буріння; двигун постійно працює в оптимальному режимі незалежно від робочих навантажень, що дозволяє значно збільшити його ресурс; частота обертання може плавно змінюватися в діапазоні від нуля до максимуму (в обох напрямках); усувається небезпека різкого стрибка частоти обертання при раптовому падінні навантаження; оптимізується процес буріння гірських порід.

Технічні характеристики бурових верстатів
фірми Voart Longyear з рухомим обертачем

Параметри	Тип установки					
	LM-22	LM-45	LM-75	LM-75	LF-70	LF-140
Механізм подачі:						
зусилля подачі, кН:						
угору	20,0	41,2	66,5	123,4	64,14	160,15
униз	20,0	30,9	66,5	61,0	42,31	105,82
швидкість подачі, м/с	0,06–1,50	0–1,20	0,75	0,70	0,80	
хід подачі, м	1,1	1,82	1,80	1,83	6,00	3,353
Обертач:						
максимальний крутний момент, Н·м	290	620	800	1700	2305	5322
максимальна швидкість обертання, хв ⁻¹	2000	1750	1700	1350	1250	1250
внутрішній діаметр шпинделя, мм	50	60; 97	97	97; 125	95,2	117,5
Труботримач:						
діаметр прохідного отвору, мм	50	60	97	125	95,2	
Силовий привід:						
тип	Електро-двигун	Електро-двигун	Електро-двигун	Електро-двигун	Дизель	Дизель
потужність, кВт	22	45	55	75	79/119	145
частота обертання, хв ⁻¹	1490	1450	1450	1450	2500/2500	2200
Маса, кг	919	1536	2100	2788	2948	–

Орієнтовані глибини буріння і технічні характеристики шпиндельних бурових верстатів фірми Longyear наведені в табл. 6.19 і 6.20.

Таблиця 6.19

Орієнтовані глибини буріння
шпиндельними верстатами фірми Longyear

Діаметр бурильних труб, мм	Марка бурового верстата								
	65	24	HYDRO core 28	HC-150	34	38/38EH	44	HYDRO 44	HYDRO 50
42	215	220	305	460	520	945	1325	1525	1525
54	115		215	350	425	730	1035	1280	1425
68	100		90	275	335	580	810	1005	1495
89				185	215	365	535	665	
114						275	390	435	435

6.4.4. Бурове устаткування інших фірм

У практиці світового бурового машинобудування виявляється тенденція до міжтипорозмірної уніфікації бурових установок шляхом застосування тих самих вузлів і агрегатів в установках суміжних типорозмірів, що ущільнює типорозмірні ряди й оптимізує використання бурового устаткування.

Таблиця 6.20

Технічні характеристики шпиндельних верстатів фірми Longyear

Параметри		Марка верстата								
		65	65EH	24 Wol- verine	34	38	38/38 EH	44	HYDRO 44	
Двигун	Тип	Дизель			•	•	•		•	•
		Бензиновий			•	•	•		•	
		Пневмо- привід	•		•					
		Електрич- ний		•	•	•	•	•	•	•
Потужність, кВт		15	22	7,5–19,0	27–35	35–48	37	60–62	110–127	
Привід обертача	Механічний	•		•	•	•		•		
	Гідростатичний		•				•		•	
Подача	Гідравлічна			•	•	•	•	•	•	
	Гвинтова	•	•							
	Хід подачі, мм	610	610	610	610	610	610	610	610	
Частота обертання шпинделя	Максимальна, хв ⁻¹	3000	3000	2160	1850	1850	1850	1350	1350	
Крутний момент на шпинделі	Максимальний, Н·м (хв ⁻¹)	Немає даних	Немає даних	451 (225)	4467 (73)	4271 (105)	5560 (50)	2772 (210)	2993 (20–200)	
Головна лебідка	Максимальна вантажопідйом- ність, кН	Немає даних	Немає даних	12,45	29,35	53,38	53,38	16,500	16,500	
Маса	Орієнтована, кг	91		530	1450	1450	1290	2170	14500	

Так, у номенклатуру бурових установок фірми VIRT (Німеччина) входять три базових моделі з вантажопідйомністю 37 кН (B0A); 67 кН (B1A) і 100 кН (B2A). Одночасно фірма випускає три проміжних моделі B0A/B1A; B1A/B2A; B2A/B3A, що оснащені вузлами й агрегатами установок суміжних типорозмірів. Наприклад, установка B01/B1A включає у свій склад привідний блок від установки B0A і щоглу з механізмом подачі від установки B1A, і всі три установки можуть комплектуватися однаковими обертачами.

Фірма Jtag Celle (Німеччина) випускає одинадцять моделей бурових установок з рухомим обертачем вантажопідйомністю від 50 до 400 кН, але для їхньої комплектації використовується чотири типи обертачів, вісім типів лебідки, чотири типи труботримачів і десять типів щогл.

Міжтипова уніфікація бурових установок при обмеженому виробництві базового типорозміру дозволяє значно розширити номенклатуру устаткування і повніше задовольнити запити споживачів.

Відзначена закономірність поширюється і на спільну діяльність закордонних фірм. Активізується міжнародне науково-технічне співробітництво зі складання бурової техніки з подетальною і технологічною спеціалізацією кооперованих виробництв і подальший вихід їх на внутрішні і зовнішні ринки.

Удосконалювання сучасних гідрофікованих бурових установок в основному визначається досягненнями розвинених країн у галузі основних комплектуючих елементів завдяки розширенню інтеграції, їхнього застосування передовими фірмами поза залежністю від країни виробництва.

Конструктивна схема шпindelних верстатів удосконалюється як у напряму створення змішаних гідромеханічних трансмісій, так і у напряму підвищення надійності складових елементів верстатів. Ці верстати доцільно оснащати системами перекріплення затискних патронів без зупинки обертання бурового снаряда і механізмами згвинчування і розгвинчування бурильних труб.

Інші напрями розвитку шпindelних верстатів – оснащення їхніми електроприводами з регульованою швидкістю обертання. При цьому в конструкцію сучасної електроапаратури впроваджуються електронні та мікроелектронні компоненти, які включаються в програмувальні контролери, що на основі послідовності запрограмованих у них команд керують різноманітними операціями в бурінні. Характерно, що вже на даний час постачання устаткування для електропривода здійснюється в комплекті з включенням електродвигунів, що регулюють пристрої з мікропроцесорами і допоміжне комутаційне устаткування. Механізація процесів буріння шпindelних верстатів буде досягатися не за рахунок підвищення одиничної потужності, а за рахунок паливної економічності, удосконалювання конструкції машин, поліпшення керування робочим процесом, сполучення операцій, підвищення робочих швидкостей, маневреності, швидкодії.

Один з основних напрямів науково-технічного прогресу – автоматизація керування буровими установками. Уперше такі роботи проведені в Японії фірмою "Koken Boring", у результаті чого був створений автоматизований верстат для алмазного буріння. Комп'ютери використано в бурових установках DBH-1500 фірми Diamant Boart, D-4 фірми GraeLins, Diames U6APC і U8APC фірми Atlas Copco, B-30H фірми JKS Boyles і деяких інших. Системи керування верстатів забезпечували автоматичну установку параметрів залежно від типів порід і їхніх фізико-механічних характеристик, інформація про які вводилася бурильником. Характерно, що ці параметри автоматично регулювалися при відхиленнях від заданого режиму буріння або виникненні нестандартних ситуацій.

Інша роль мікропроцесора полягає у виконанні розрахунків різних операцій і контролі їхньої відповідності гранично встановленим значенням. Команда для виконання тієї або іншої функції подається натисканням кнопки на пульті, при цьому мікропроцесор оцінює можливість і доцільність цієї дії. Система електронного керування підвищує безпеку роботи і виключає виникнення аварійних ситуацій. Завдяки мікропроцесорові автоматично виконуються контрольні тести справності в системі агрегатів і вузлів установки. Застосування автоматичних систем контролю роботи двигуна, трансмісії і робочих органів, об'єднання їх у єдиний керуючий вузол привело до появи бурових установок, де функція оператора звелася до мінімуму.

В основу вдосконалювання гідрофікованих бурових установок покладена конструктивна схема з рухомим обертачем і гідроприводом робочих органів. Динамічно розвиваються три типи гідропривідних установок з рухомим обертачем: низькомоментні високообертові для алмазного буріння, високомоментні ни-

зькообертів для буріння свердловин великого діаметра й універсальні за методами буріння. Спостерігається тенденція підвищення тиску в гідросистемах бурових установок – у низькомоментних до 30 МПа, в універсальних до 20 МПа.

Розвиток бурової техніки для проходки інженерно-геологічних свердловин відбувається за рахунок використання начіпних агрегатів і пристроїв до гідрофікованих установок, а також підвищення їхнього максимального крутного моменту і вантажопідйомності, що забезпечує можливість буріння порожнистими шнеками зі знімним керноприймачем.

Тенденції розвитку бурового устаткування для проходки гідрогеологічних свердловин тісно пов'язані з постійно зростаючими потребами в підземних водах. Найбільш перспективною технологією буріння на воду є проходка свердловин з використанням подвійної концентричної колони бурильних труб з винесенням осколкових фракцій гірських порід через центральний канал внутрішньої труби. Для цього способу застосовуються спеціалізоване бурове устаткування й інструмент: високомоментні (600–1300 даН·м) бурові установки з рухомим обертачем, гвинтові компресори продуктивністю 16–35 м³/хв і тиском 1,2–2,5 МПа, безклапанні пневмоударники, розраховані на роботу при тиску 1,4–2,4 МПа, подвійні бурильні колони зовнішнім діаметром 114 і 127 мм (іноді використовують колони діаметром 89, 101, 130, 152 і 168 мм). Звичайно при бурінні на воду застосовують пневмоударники діаметром від 112 до 220 мм з енергією удару від 36 до 268 даН·м (від 360 до 2680 Дж) і ресурсом від 10 до 30 тис. год. Пневмоударники працюють з частотою ударів 1000–1850 хв⁻¹.

Висновок

У цьому розділі наведено класифікацію бурових установок за різними ознаками; будову бурових верстатів, насосів, вишок і щогл; основні різновиди закордонного бурового обладнання; методику розрахунку талевої оснастки. Подана технічна характеристика обладнання для буріння свердловин.

Контрольні питання

1. Дати визначення бурової установки і бурового агрегату.
2. Класифікації бурових верстатів.
3. Загальна будова бурових верстатів. Призначення гідросистеми верстата.
4. Які вимоги ставляться до бурових насосів?
5. З яких частин складаються бурові насоси?
6. Переваги та недоліки поршневих і плунжерних насосів.
7. Загальна будова бурової вишки і призначення бурових вишок і щогл.
8. Як визначити навантаження на гак бурової установки?
9. Як визначити необхідну кількість струн талевої системи?
10. Як визначити робоче навантаження на вишку?
11. Характерні риси ряду бурових установок концерну Atlas Copco Craelius.
12. Глибини буріння установками Terratec.
13. Характерні риси бурових установок "Мустанг" та глибина буріння.
14. Глибини буріння шпindelними верстатами Atlas Copco Craelius.
15. Характеристика бурових верстатів фірм JKS Boyles і Christensen.
16. Характеристика бурових верстатів фірми Boart Longear.