

ВСТУП

Буріння свердловин - це комплекс операцій, спрямованих на буріння свердловин круглого перерізу у гірській породі. Ця робота проводиться з використанням спеціальних технічних засобів, як правило, без доступу людини всередину отвору. Це робить процес буріння одним із перших процесів у багаторічній історії технічного прогресу, в якому переважна більшість операцій здійснюється без особистої участі людини.

Важливість буріння для геології та економіки важко переоцінити. Свердловина є основним та найважливішим каналом отримання геологічної інформації. Буріння часто застосовується і в інших галузях економіки. Без них немислиме сучасне будівництво, водопостачання, зрошення та осушення, видобуток корисних копалин, особливо води, нафти та газу. За допомогою буріння проводяться аварійно-рятувальні роботи та вирішуються багато проблем, пов'язаних з обороною країни та охороною навколишнього середовища.

Свердловини можна бурити з поверхні Землі, з підземних гірничодобувних підприємств та природних порожнин усередині Землі, з поверхні водойм або з їхнього дна, з поверхні Місяця та в перспективі – з поверхні іншого космосу. об'єкти. Розвідувальне буріння — один із найефективніших методів пошуку та розвідки родовищ корисних копалин. Витрати цього становлять близько 50% від загальних витрат за геологічні роботи. Тому велику увагу необхідно приділяти вдосконаленню обладнання, технології та організації бурових робіт.

Роль буріння величезна. Всі рідкі та газоподібні корисні копалини розвідуються та видобуваються методом безперервного буріння.

Для розвідки поліметалевих руд, а також руд рідкісних та дорогоцінних металів застосовують свердловини у поєднанні з гірничорозвідувальними виробками. Буріння інженерно-геологічні свердловини широко застосовується під час будівництва різних будівель.

Мета роботи – зробити аналіз конструкції верстату СБУ-125, розглянути базову конструкцію машини та критичний аналіз конструкції верстату, і навести відомості щодо експлуатації та організації ремонту верстату.

Об'єктом роботи – технологічний процес ударно-обертального буріння свердловин в гірських породах великої міцності в умовах нерівностей гірської поверхні.

Предмет роботи - буровий верстат ударного буріння СБУ-125.

1 ВИБІР ТА ОБҐРУНТУВАННЯ ТИПУ МАШИНИ

1.1 Короткий опис та характеристика технологічного процесу

Бурові роботи є не тільки трудомістким, але й дорогим процесом. Витрати на бурові роботи залежать від міцності розроблюваних порід: чим більше міцність порід, тим вище трудомісткість бурових робіт і тим вище витрати на буріння.

Економічна ефективність, тобто вартість та швидкість буріння свердловин в конкретних гірсько-геологічних умовах в значній мірі залежать від правильного вибору способу буріння та типу бурового обладнання.

В залежності від властивостей гірських порід, гірсько-геологічних умов конкретного родовища, прийнятою системою розробки та обсягів розроблюваних скельних порід на сучасних кар'єрах для буріння свердловин та шпурів застосовують механічні та термічні способи буріння. Проводяться роботи з освоєння комбінованих способів.

Процес буріння свердловин складається з ряду операцій, які проводяться одночасно або послідовно. Сукупність цих операцій, які виконуються у визначеному порядку, називається технологією буріння свердловин. Режим буріння визначається частотою обертання бурового інструменту, осьовим зусиллям на забій та кількістю стисненого повітря, яке подається в свердловину.

Обертальне буріння, при якому видалення зруйнованої породи із свердловини здійснюється шнеком, називають шнековим бурінням. Інструмент при обертальному бурінню складається з бурових штанг та коронок різних конструкцій.

Верстати обертального буріння з ріжучими коронками можуть доволі ефективно бурити свердловини діаметром 110-120 мм у порівнянні зі слабкими породами. Верстати такого типу успішно працюють, коли частинки бурових дрібничок мають зерноподібну форму. Такі частинки з'являються при бурінні по вугіллю, ракушняку та іншим неміцним породам. При цьому варто відмітити, що крупність зерна бурових дрібничок в значній мірі визначається режимом буріння та конструкцією бурового інструменту.

Шнекове обертальне буріння отримало широке розповсюдження на кар'єрах, що пояснюється рядом його суттєвих переваг, а саме: високою продуктивністю та можливістю буріння в різноманітних напрямках – вертикальному, похилому та горизонтальному.

Переваги верстатів обертального буріння з ріжучим буровим інструментом полягає в надійності, простоті конструкції, невеликій вартості, малих втратах на ремонт, низькій вартості буріння, ефективності при бурінні обводнених та сипучих порід, високій продуктивності при бурінні порід з коефіцієнтом $f=4\div 5$, хорошій маневреності та малих витратах праці на перегонку. При бурінні порід з $f<6$ ці верстати мають більш низьку собівартість буріння на 1 м^3 породи, аніж верстати шарошечного буріння.

Нові верстати 2СБР-125 та СБР-160 по породам з міцністю $f<6$ бурять 150-200 м свердловин за зміну. Така продуктивність досягається при довготривалості допоміжних операцій 0,8-1,0 хв/м та механічній швидкості буріння 70-85 м/год. Подальше зростання продуктивності даних верстатів може бути забезпечене шляхом скорочення тривалості допоміжних операцій, а також збільшенням механічної швидкості буріння.

При обертальному бурінню інструмент, який складається з декількох послідовно з'єднувальних штанг та коронки, безперервно обертається з частотою 120-200 об/хв. Одночасно інструмент із зусиллям, яке досягає декількох тон, притискається до забоя та забезпечує безперервне руйнування породи та високу швидкість буріння. Продукти руйнування видаються на

свердловини спіраллю, яка приварена до зовнішньої поверхні штанг та утворює разом зі штангою та стінкою свердловини своєрідний шнековий конвеєр.

Буріння свердловин виконується спочатку на довжину однієї штанги. Після цього буровий інструмент від'єднують від шпинделя обертача, обертач підіймають у верхнє положення, а в проміжок між шпинделем та буровим інструментом вставляють наступну штангу, після цього буріння продовжується. Після того як свердловина пробурена на повну глибину, нетривалим обертанням поставу без подачі свердловину очищають від бурового сміття. Після цього буровий інструмент підіймають із свердловини та виконують його розбирання.

Розширенню області застосування верстатів з різцевими буровими коронками в більшій мірі сприяє впровадження нових видів бурового інструменту, а також нової технології буріння свердловин ріжучим інструментом зі шнеко-пневматичною видачею бурової дрібниці. Сутність такої технології полягає в тому, що при застосування штанг-шнеків на забій свердловини та в міжвиткові проміжки додатково подається стиснене повітря.

Принцип дії верстатів шарошечного буріння та обертального буріння аналогічний: верстат одночасно обертає буровий інструмент та подає його на забій. Проте для ефективної роботи верстатів, як споряджені шарошечними долотами, потрібно значно великі осьові зусилля подачі (20-30 тс), інтенсивна очистка свердловин та охолодження долота, що зазвичай досягається продуванням свердловин стисненим повітрям.

На продуктивність та техніко-економічні показники шарошечного буріння здійснюють вплив частота обертання долота, величина осьового зусилля, конструкція долота та кількість повітря, яке подається до свердловини. При шарошечному бурінні в кожному конкретному випадку повинно встановлюватися найбільш вигідне співвідношення між

перерахованими вище параметрами, при якому вартість буріння буде як модна найменшою. Зі збільшенням частоти обертання долота пропорційно зростає швидкість буріння.

Зі збільшенням частоти обертання долота різко знижується його стійкість, а також виникають небезпечні вібрації бурового поставу, що може призвести до поломки штанг. Дуже важливе значення при шарошечному буріння набуває стійкість долот, так як витрати на інструмент в такому випадку є переважаючими у вартості шарошечного буріння.

При застосуванні верстатів шарошечного буріння діаметр свердловин також в значній мірі визначає тип застосованого верстату: легкі верстати бурять свердловини долотами діаметром 190 та 214 мм, а більш важкі та потужні – долотами діаметром 243, 269, 295 та 320 мм.

Пневмоударне буріння ефективно при невеликому діаметрі свердловин (100-200 мм) по міцним породам ($f=15\div 20$). Буріння верстатами із занурювальними пневмоударниками застосовують на багатьох кар'єрах України. У порівнянні з верстатами шарошечного буріння верстати з пневмоударниками значно легші та маневреніші, а процеси буріння у верстатах деяких типі більш автоматизовані. Проте техніко-економічні показники пневмоударного буріння нижче у порівнянні з шарошечним бурінням.

При термічному бурінні руйнування породи не забої свердловини відбувається головним чином внаслідок різниці напруги, яка виникає в сусідніх шарах породи через нерівномірне її нагрівання при односторонньому підводі тепла. Велике значення також має нерівномірність розширення кристалів в різних напрямках та різноманітна теплопровідність кристалів. Ефективність буріння залежить також від теплових властивостей порід, їх структури, а також тріщин на порушень структури. Непорушені кварцити, граніти, пісчаники та інші породи, майже повністю або в значній мірі складаються з кварці, добре піддаються термічному бурінню

1.2 Умови експлуатації машини

Кожний отриманий із заводу або відремонтований в майстерні кар'єру буровий верстат необхідно оглянути та випробувати з метою перевірки комплектності верстату та правильності монтажу. Верстати комплектуються буровим інструментом та необхідним допоміжним інструментом.

Пускова апаратура та кабелі повинні бути змонтовані у відповідності зі схемами. Правильність монтажу пускової апаратури перевіряють короткочасним увімкненням двигуна на холостому ході. Після змащення всіх вузлів та заливання мастила в корпус редукторів виконують випробування та перевірку роботи механізмів верстату.

СБУ-125 може експлуатуватися в таких умовах:

- Температура повітря: від -40°C до $+40^{\circ}\text{C}$
- Відносна вологість повітря: до 80%
- Атмосферний тиск: від 760 до 1060 мм рт. ст..

Правила експлуатації

Під час експлуатації СБУ-125 необхідно дотримуватися таких правил:

- Перед початком роботи необхідно провести огляд установки та переконатися в її справності.
- Необхідно використовувати тільки ті бурові інструменти та обладнання, які рекомендовані виробником.

- Необхідно дотримуватися норм вантажопідйомності установки.
- Заборонено працювати на установці під час грози, а також при сильних вітрах (більше 10 м/с).
- Необхідно дотримуватися правил техніки безпеки при роботі з буровою установкою.

1.3 Аналіз обладнання, яке використовується

Кар'єрні бурові верстати, які застосовуються на даний час, по принципу дії можна розділити на верстати обертального, ударного та термічного буріння.

Верстати обертального буріння руйнують породу ріжучим або шарошечним буровим інструментом. Вони забезпечують подачу бурового інструменту на забій та його обертання. В залежності від виду застосованого бурового інструменту вони поділяються на верстати шарошечного буріння (СБШ) та верстати з ріжучим буровим інструментом (СБР).

За принципом дії обертово-подавального механізму верстати шарошечного буріння поділяються на патронні, шпindelьні та роторні.

Основна відмінність верстатів патронного типу – наявність кулачкового патрона та пустотілого шестигранного шпindelя. Такі верстати маю крок подачі 0,8-1,0 м та працюють з послідовним затисканням (перехватом) бурового інструменту в патроні шпindelя. Привід нерухомого обертача здійснюється від електродвигуна постійного або змінного струму.

До верстатів такої групи відносять вітчизняні верстати 2СБШ-200Н. В позначення верстату вказується номер моделі (2), тип верстату СБШ, приблизний діаметр свердловин, які в змозі бурити (200 мм) та можливість буріння їм похилих свердловин (Н).

Із закордонних верстатів патронного типу найбільше відомі верстати 56Н, 58Н, 59ВН та 60ВН.

Верстати шпindelьного типу маю рухомий обертач, який переміщується щоглою, та бурять свердловину на глибину однієї штанги без зупинки. Буровий постав отримує обертання та подачу від шпindelя

обертача. До числа таких верстатів відносять СБШ-250МН, (М-модернізований), СБШ-320, СБШ2-150 (двохшпindelний). Ці верстати мають канатно-гiдрaвлiчний механiзм подачi.

Рухомий обертач мають також закордоннi верстати 30-R, 40-R, 50-R, 61-R фiрми «Бьюсайрус-Ерi», 965ВН фiрми «Джой» та низка iнших.

Верстати роторного типу мають обертально-подавальний механiзм з нерухомим обертачем без патрону. Осьовий тиск передається буровому поставу через вертлюг. За такою схемою виконаний верстат БАШ-320.

Верстати ударного бурiння (СБУ) в залежностi вiд принципу дiї ударного механiзму подiляються на пневмоударнi, в яких удар формується пiд дiєю енергiї стисненого повітря, та ударно-канатного бурiння, в яких удар iнструменту по забою здiйснюється пiд дiєю сили тяжiння.

За способом очищення свердловини, яка пiддається бурiнню, верстати можна розподiлити на верстати, якi працюють з продуванням свердловини стисненим повітрям або вiдпрацьованими газами (наприклад, парогазовою сумiшшю), зi шнековим очищенням та желонуванням. Очищення продуванням є найбільш унiверсальною та застосовується при бурiннi шарошечним та рiжучим iнструментом, а також при пневмоударному та термiчному бурiннi. Шнекове очищення знаходить застосування при бурiннi рiжучим iнструментом, а желонування застосовується при ударно-канатному бурiннi. Останнiм часом починають впроваджуватися комбiнованi способи очищення свердловин (наприклад, шнекопневматичне очищення).

За типом силового обладнання верстати подiляються на електричнi, дизельнi та з комбiнованим силовим обладнанням (наприклад, електрогiдрaвлiчнi або дизель-гiдрaвлiчнi).

В залежностi вiд призначення буровi верстати проектуються рухомим або самохiдними. Рухомi верстати не мають власного ходового механiзму та буксируються тягачами або вручну. Всi серiйнi верстати виконанi самохiдними та забезпеченi гусеничними або пневмоколiсним ходовим

механізмом. Рухомі бурові верстати, як правило, встановлюються на пневматичний колісний хід.

Типи та основні параметри серійно випущених бурових верстатів визначаються ГОСТ 20078-74. По ГОСТу бурові верстати в залежності від їх конструктивних особливостей та призначення поділяються на чотири типи.

У відповідності з ГОСТом позначення верстатів прийняті наступні:

СБШ – для буріння шарошечним долотом;

СБР – для буріння різцевими коронками;

СБУ – для ударно-обертального буріння;

СБТ – для термічного буріння.

В моїй роботі до розгляду я взяв тип верстату СБУ-125. Загалом СБУ-125 вибраний через те що найбільше підходить під вхідні дані, зокрема обертальні моменти, діаметр штанги і частоту обертання. Та варто додати, що буровий верстат СБУ-100Н-35 несамохідний, у той час як СБУ-125 має найбільші встановлену потужність 42 кВт, потужність обертача до 6.2 кВт і номінально найкраще із трьох ходове обладнання ЕГ-400. Також цей агрегат краще піддається керуванню: шляхом регулювання подачі повітря до пневмодвигуна можна змінювати швидкість і зусилля подачі та напрямок пересування бурового постава. Не варто забувати, що в СБУ-125-24 встановлена гідросистема, пневмосистема і апаратура керування.

Привод основних механізмів верстату СБУ-125 - електричний. Він призначений для буріння вертикальних і похилих свердловин діаметром 105-125мм і завглибшки до 35м в породах з коефіцієнтом міцності $f=8-20$. Механізм подачі і пневмоударники приводяться в дію стисненим повітрям, яке подається до верстата від пересувної компресорної станції або від повітряної кар'єрної мережі.

Варто відмітити що більшість верстатів шарошечного буріння досягають глибини не більше 36 м при вдвічі більшій ширині долота, у той час як верстати обертального буріння призначені для м'якших порід, менших

глибин та більших кутів через що поширені на вугільних розрізах. Верстати цього типу використовуються при селективній виїмці міцних порід в умовах відкритої розробки корисних копалин, а також в дорожньому та гідротехнічному будівництві і на кар'єрах з видобутку будівельних матеріалів.

Головною перевагою даного верстату є невеликі зусилля на буровий інструмент і момент обертання бурового поставу. Ці обставини дозволили значно знизити масу, габарити і вартість верстатів та підвищити їх продуктивність і мобільність. Також, для експлуатації ріжучого верстату потрібно здавати екзамен, при експлуатації шарошечного верстату багато уваги треба приділяти очистці свердловини та нагляду за роботою лебідки.

2 ОПИС БАЗОВОЇ КОНСТРУКЦІЇ МАШИНИ

2.1 Призначення та область застосування верстату СБУ-125

Верстат ударно-обертального буріння СБУ-125 призначений для буріння свердловин в породах середньої та високої міцності. В якості ударного механізму в цих верстатах використовуються пневмоударники, у зв'язку з цим їх називають пневмоударними.

Верстатами ударно-обертального буріння виконуються значні обсяги бурових робіт під час добування корисних копалин, розробці складнопідривних порід, при селективній виємці та ін. Верстати цього типу використовуються при дорожньому та гідротехнічному будівництві, на кар'єрах при добуванні будматеріалів, в рудній промисловості в основному при невеликому обсязі робіт, в складних гірськотехнічних умовах.

Переваги бурових верстатів пневмоударного буріння обумовлені застосуванням пневмоударників, для яких не потрібне створення великих осьових зусиль на буровий інструмент та великого крутного моменту на ньому, що в свою чергу не потребує потужних механізмів подачі та обертання бурового поставу. Внаслідок цього верстати пневмоударного буріння мають порівняно невелику вагу, маневрені та дешевші верстатів шарошечного буріння.

Швидкість буріння пневмоударників мало залежить від глибини та напрямку свердловини.

Недоліком верстатів пневмоударного буріння є утворення великої кількості пилу та обмежений (до 160-200 мм) діаметр свердловин, які піддаються бурінню.

2.2 Технічна характеристика верстату СБУ-125

Буровий верстат СБУ-125 призначений для буріння вертикальних та похилих свердловин по породах з $f=6\div 20$ при проведенні буропідривних робіт на кар'єрах, а також на інших роботах, які пов'язані з бурінням скельних порід. Верстат відповідає ГОСТ 20078-74. Верстат СБУ-125 випускається для районів з помірним кліматом. Технічна характеристика верстату СБУ-125 наведено в таблиці 2.1

Таблиця 2.1- Технічна характеристика верстату пневмоударного буріння СБУ-125

№	Найменування показників	Дані
1	Діаметр свердловини, мм	125
2	Глибина буріння, м	24
3	Напрямок буріння до вертикалі, град	0; 15; 30
4	Діаметр штанги, мм	89
5	Довжина штанги, мм	2930
6	Маса штанги, кг	32,5
7	Маса долота, кг	5,9
8	Тип пневмоударника	П-125К
9	Встановлена потужність, кВт	42
10	Потужність обертача, кВт	3,8/6,2
11	Частота обертання, s^{-1}	0,37; 0,75
12	Момент крутіння на долоті, кН*м	1,67; 1,36
13	Зусилля подачі на вибій, кН	4,5/2,0
14	Хід подачі, м	3,7

Продовження таблиці 2.1

15	Швидкість подачі, м/с	0,17
16	Потужність двигунів ходу, кВт	2x10
17	Швидкість пересування, км/год	1,0
18	Основні розміри ходу:	
	- колія, мм	1600
	- ширина, мм	1868
	- довжина (база по осях)	1775
	- ширина гусениці, мм	268
19	Тиск на ґрунт, МПа	0,09
20	Основні розміри верстату:	
	- довжина, мм	4250
	- ширина, мм	3000
	- висота, мм	7160
21	Маса верстату, т	8,5

2.3 Опис конструкції та принципу дії

Розглянемо детальніше систему керування бурового верстату СБУ-125.

Система керування розміщена в кабіні машиніста та включає до свого складу пневматичний та гідравлічний пульти керування та дублюючий пульти. Дублюючий пульти, так само як і гідравлічний, призначений для розподілення стисненого повітря між споживачами та має аналогічний з ним пристрій.

Пневматична схема верстату зображена на рис. 2.1.

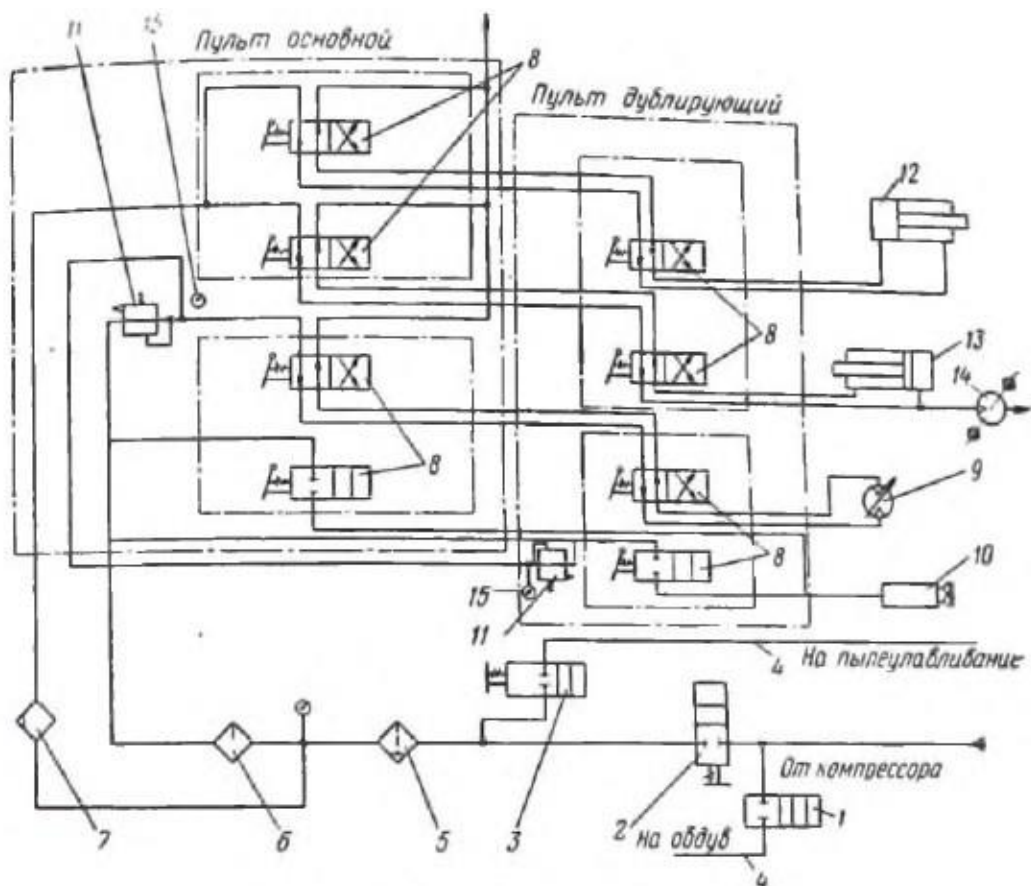


Рис.2.1-Пневматичне схема верстату СБУ-125

Повітря, яке потрапляє в магістраль верстату від компресора, за допомогою муфтових крапів 1, 2 та 3 може бути направлене до гнучкого шлангу 4 для використання на обдув обладнання і до пиловловлюючої

установки (для очищення її фільтрів). Через масловологовідділювач 5, автomasльонку 6 та обсорбер 7 повітря підводиться до розподільвачів 8 основного та дублюючого пультів керування. Розподільвачі, які керують пневмодвигуном 9 механізму подачі та пневмоударником 10, живляться через регулятори тиску 11. Інші розподільвачі керують пневмоциліндром 12 центратору, пневмоциліндром 13 захвату та вібратором 14 бункеру циклону. Тиск в систему контролюється манометром 15.

Пневмосистема верстату складається з масловологовідділювача, автomasльонки та адсорбера. Стиснене повітря від компресорної установки по рукаву через кран потрапляє в масловологовідділювач, який представляє собою стакан, споряджений каналом, в якому повітря рухається по гвинтовій лінії. Частинки води, які знаходяться в повітрі у підвішеному стані, під дією відцентрових сил відкидаються на стінки та стікають по ним в періодично очищуваний відстійник. Висушене повітря додатково очищується від механічних домішок в металокерамічному фільтрі та перед подачею до пневмоударника та пневмодвигуна подачі направляється в автomasльонку, де він насичується маслом, та проходить через адсорбер, де додатково підсушується. Адсорбер представляє собою стакан, який заповнений гранульованим хімпоглиначем вологи. При насиченні вологою патрон знімається та проколюється.

Гідравлічна схема верстату СБУ-125 наведена на рис. 2.2.

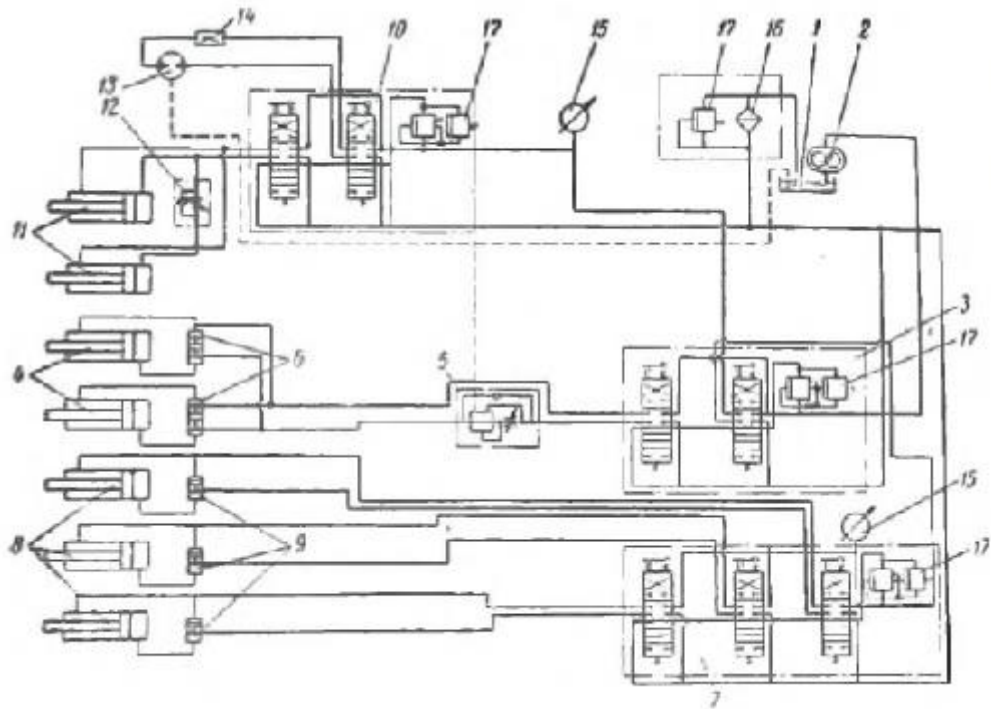


Рис. 2.2-Гідравлічна схема верстата СБУ-125

Масло із маслобаку *1* подається шестеренчастим насосом *2* типу НШ-10ЕП до розподільвача *3*, від якого направляється до циліндрів *4* підймання робочого органу (щогли) через дросель *5* з регулятором та зворотнім клапаном. Циліндри *4* споряджені також гідрозамками *6*. Через розподільвач *7* масло направляється до домкратів *8* горизонтування верстату, які також споряджені гідрозамками *9*. Гідророзподільвачі *10* керують гідроциліндрами *11* подачі касети. Швидкість подачі регулюється дроселем *12* зі зворотнім клапаном. Гідродвигун *12* каретки пилоуловлюючої установки також керується гідророзподільвачем *10* та регулюється за допомогою дросельної шайби *14*. Гідросистема споряджена двома манометрами *15*, фільтром *16* та чотирма запобіжними клапанами *17*, які вбудовані в розподільвачі та фільтр.

Маслостанція представляє собою маслобак з вбудованим в нього шестеренчастим насосом та фільтрами на зливній магістралі для очищення робочої рідини від механічних домішок. Для керування гідроциліндрами та гідродвигуном використані гідророзподільвачі з ручним керуванням, які представляють собою двох- або трьохсекційні апарати, розраховані на

номінальну витрату 50 л/хв та тиск до 100 кгс/см². Золотники переміщуються в осьовому напрямі за допомогою шарнірних рукояток. Розподілювач споряджений переливним та запобіжним клапаном. Всі гідроциліндри, які застосовуються на верстаті, однакові за конструкцією та принципом дії.

3 КРИТИЧНИЙ АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЇ ВЕРСТАТУ СБУ-125

3.1 Особливості конструкції СБУ-125

Буровий верстат СБУ-125 (рис. 3.1), який випускається в обмежених кількостях для рудної промисловості – самохідна машина, яка споряджена гусеничним ходовим механізмом.

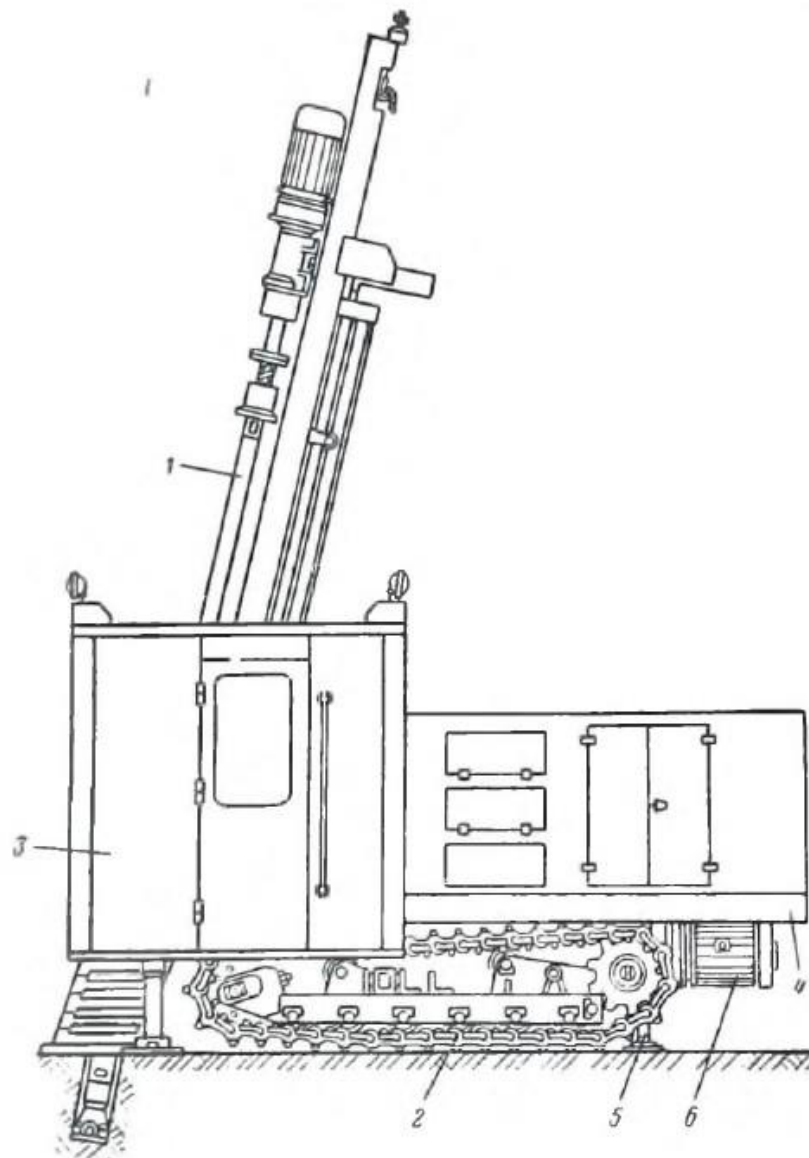


Рис. 3.1-Буровий верстат СБУ-125

Основні вузли верстату СБУ-125 (рис. 3.1): робочий орган з обертачем 1, гусеничний ходовий механізм 2, кабіна 3, електрообладнання 6, гідросистема 5, рама 4, а також пилоуловлююча установка та система керування.

Кінематична схема наведена на рис. 3.4. Буровий верстат має сім самостійних приводів: обертача, кожний з двох гусениць ходового механізму, механізму подачі, малостанції, вентилятора та пилоуловлювача.

Обертання від двохшвидкісного асинхронного електродвигуна 1 типу А02-52 8/4-В (частота обертання 750 та 1500 об/хв, потужність 3,8 та 6,3 кВт) через двоступеневий планетарний редуктор 2 передається буровому поставу 3. Зміною частоти обертання електродвигуна можна отримати дві частоти обертання бурового поставу: 22,5 та 40 об/хв. До нижнього кінця бурового поставу приєднаний пневмоударник 4 з коронкою.

Привід кожної із гусениць ходового механізму здійснюється від окремого електродвигуна 5 типу А0С2-52-8-В (частота обертання 750 об/хв, потужність 6,4 кВт) через циліндрично-черв'ячний редуктор 6, муфту зчеплення 7 та ведуче колесо 8.

Механізм подачі працює від пневмодвигуна 9 типу К-0,6-Ф (частота обертання 2000 об/хв, потужність 6 к.с.). Пневмодвигун через двоступеневий редуктор 10, який містить в своїй конструкції зубчасту та глобоїдну передачі, обертає вал, на якому закріплені дві приводні зірочки 11. Дві вертикально втулочно-роликові ланцюги 12 відхиляють зірочки 11 та направляючі зірочки 13, встановлені у верхній частини щогли. Ланцюги з'єднані з обертачем робочого органу. Регулювання швидкості та зусилля подачі, також реверсування його досягається зміною подачі повітря пневмодвигуна. Стиснене повітря до пневмодвигуна та пневмоударника потрапляє від пересувної компресорної станції або кар'єрної пневмоммережі.

Маслонасос гідросистеми верстата приводяться в дію від електродвигуна А02-41-В (частота обертання 1500 об/хв, потужність 4 кВт).

Електродвигун з'єднаний з валом насосу пружньою муфтою. Силіві гідроциліндри гідросистеми верстату здійснюють підймання та опускання щогли робочого органу, приведення верстату в горизонтальне положення, подачу касети та вісь буріння та її поворот. Підймання та опускання каретки пилоуловлюючої установки здійснюється за допомогою гідродвигуна *16* завдяки роботі втулково-роликового ланцюга *17*, який огинає зірочки *18*, *14* та *15*.

3.2 Функціональне призначення вузлів верстату

Робочий орган бурових верстатів пневмоударного буріння виконує всі операції, які пов'язані з бурінням свердловини. Заданий напрям буріння забезпечується установкою робочого органу. Робочий орган бурового верстату СБУ-125 здійснює обертання бурового поставу, його подачу на забой, підймання та спуск до свердловини, скручування та розкручування бурових штанг. Він шарнірно встановлений в передній частині рами верстату на двох роз'ємних опорах. Заданий напрям свердловин забезпечується нахилом робочого органу, який здійснюється двома гідроциліндрами, штоки яких закріплені до щогли (рамы) робочого органу, а циліндри до рами верстату.

Робочий орган (рис. 3.2) складається з обертача 1, механізму подачі 2, щогли (рамы) 3, касети 4, бурового поставу 5 з пневмоударником 6, пристрою 7 для захвату штанг, центратора 8 та натяжного пристрою 9.

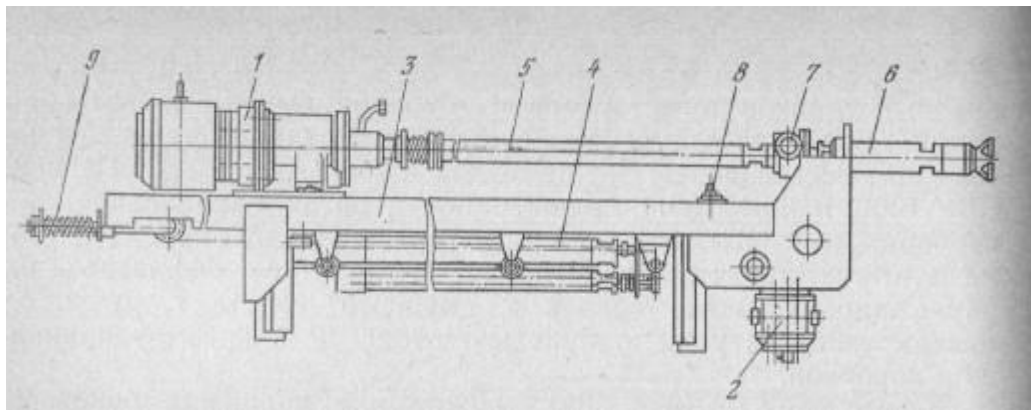


Рис. 3.2-Робочий орган бурового верстату СБУ-125

Обертач (рис.3.3) забезпечує обертання бурового поставу, передачу осьового зусилля на буровий постав та підведення стисненого повітря до поставу, який обертається. Він складається з електродвигуна 1, редуктора 2, шпинделя 3, амортизатора 4, вертлюга 5 та механізму стопоріння 6.

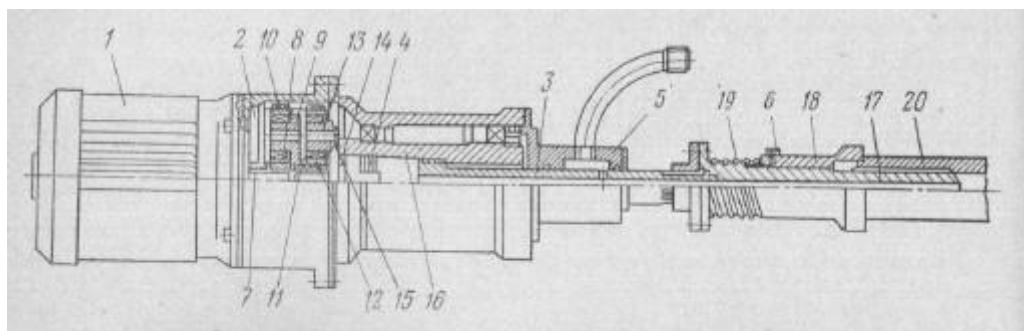


Рис. 3.3-Обертач бурового постапу СБУ-125

Обертання від валу електродвигуна передається через жорстко закріплену на ньому шестерню 7 трьох сателітів 8, які вільно сидять на осях водила 9. Обкочуючись по вінцю 10, який закріплений в корпусі редуктора, сателіти приводять в дію водило 9, яке через зубчасту муфту 11 передає обертання центральній шестерні 12.

Від шестерні 12 отримують обертання сателіти 13 другої щаблі, аналогічні сателітам 8. Сателіти 13 також обкатуються по вінцю 10 та приводять в дію водило 14, яке з'єднане зубчастою муфтою 15 з втулкою 16. Втулка 16 з'єднана зі шпинделем 3.

Обидві щаблі редуктора однакові за параметрами зачеплення та розмірами. Вінець 10 виконаний в тілі корпуса редуктора і є загальним для обох щаблів. Шпиндель 3 може переміщуватися по шлицам у втулці 16 в осьовому напрямі.

При осьовому зусиллі вище 1,5 кН осьові вібрації сприймаються резиновими амортизаторами 4. При меншому осьовому зусиллі між торцем шпинделя та амортизатором утворюється повітряна подушка.

Стиснене повітря по гнучкому шлангу підводиться до вертлюга 5, звідки через радіальні отвори потрапляє в повздовжній канал шпинделя і далі в буровий постав через повздовжній канал шестигранної втулки 17 стопорного пристрою.

Втулка 18 стопорного пристрою, яка переміщується по шестигранній втулці 17, піджимається пружиною 19 до торця штанги 20. При співпадінні

граней зовнішнього шестигранника штанги з гранями внутрішнього шестигранника втулки 18 відбувається стопоріння верхньої штанги.

Механізм подачі призначений для створення осьового зусилля на забій свердловини та виконання маневрених операцій при збиранні та розбиранні поставу. Механізм подачі змонтований на робочому органі та включає в себе дві тягові втулочно-роликові ланцюги, обидві кінці яких кріпляться до коромисла на обертачі (рис. 3.4).

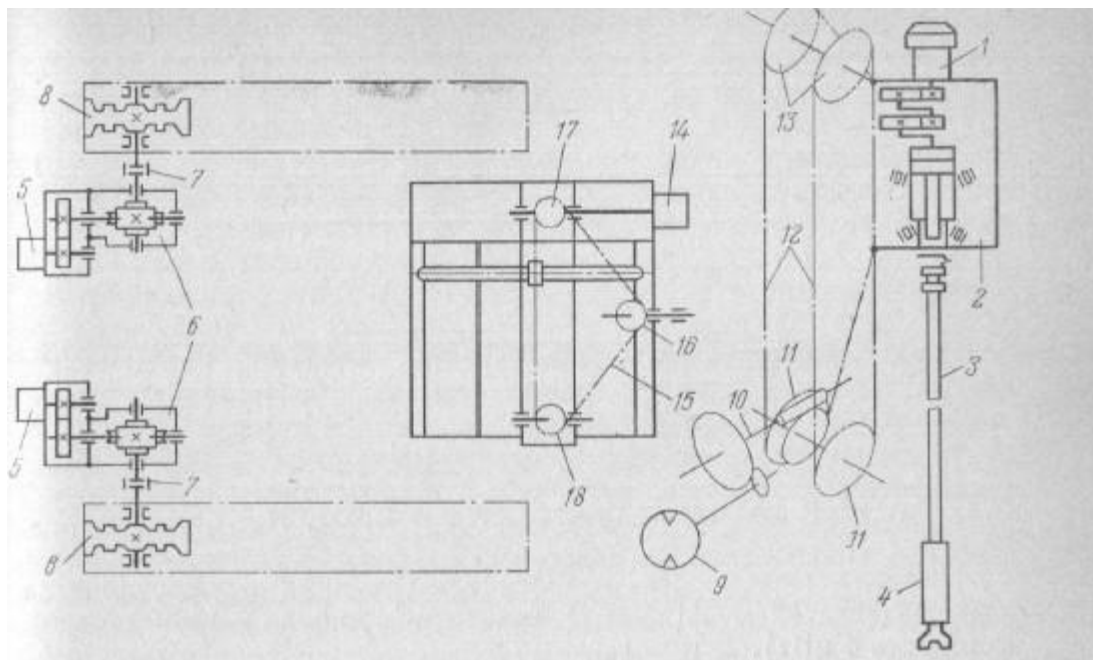


Рис. 3.4-Кінематичні схема верстата СБУ-125

Привід механізму подачу здійснюється від пневмодвигуна, від якого через редуктор отримують обертання ведучі зірочки, зчеплені з тяговими ланцюгами.

Консольні кінці ступиць зірочок обертаються в бронзових втулках, встановлених в розточках рами (щогли) робочого органу, який представляє собою зварну металоконструкцію.

Касета (рис. 3.5) призначена для розміщення восьми бурових штанг, подовачі чергової штанги на вісь буріння при нарощенні поставу та відведення її при розбиранні поставу. Касета представляє собою вісь 1, яка не обертається і на яку одягнута обертальна частина, що складається з труби 2,

до останньої приварена нижня плита 3, яка підтримує опори 4 та верхня обойма 5. На нижній плиті розміщені шестигранники 6, накручені на осі 7 та підтиснуті пружинами 8 до торців фланців 9.

Бурові штанги встановлюються в касеті вертикально та одягаються своїми внутрішніми шестигранниками на шестигранники 6. При цьому їх верхні кінці утримуються пружинними захватами 10 верхньої обойми 5 та нерухомої обойми 11. Підтримуючі опори 4 слугують для центрування нижніх кінців штанг в касеті при бурінні похилих свердловин.

Підпружинений шестигранник 6 створює достатній тормозний момент для скручування шпинделя обертача з наступною штангою при нарощенні поставу.

На нижньому кінці вісі 1 вільно сидить храпове колесо 12. Зчеплені з ним собачки 13 жорстко зв'язані з нижньою плитою касети. Ричаг 14, жорстко з'єднаний з храповим колесом, має ролик 15, який при поступальному переміщенні касети на вісь буріння і назад, який здійснюється завдяки гідроциліндрам, взаємодіє з упорами на рамі та повертає (через собачки храпового механізму) по часовій стрілці на кут 45° частину касети, яка обертається.

Таким чином, при кожному ході касети вона одночасно повертається на кут, який відповідає одній штанзі, і наступна штанга виявляється підготовленою для подачі на вісь буріння. При цьому частина касети, яка обертається, фіксується в необхідному положенні шариковим фіксатором 16.

Поступальне переміщення касети здійснюється двома гідроциліндрами, які нерухомо закріплені на рамі робочого органі (щогли).

Центратор (рис. 3.6) слугує для центрування нижнього кінця штанги при похилому бурінні під час нарощення бурового поставу. Він складається з пневмоциліндра 1 двосторонньої дії, на шток 2 якого встановлена вилка 3, яка охоплює штангу. Для запобігання розвороту штока в корпус циліндра вкручений гвинт 4, який входить своїм кінцем в повздовжній паз поршня 5.

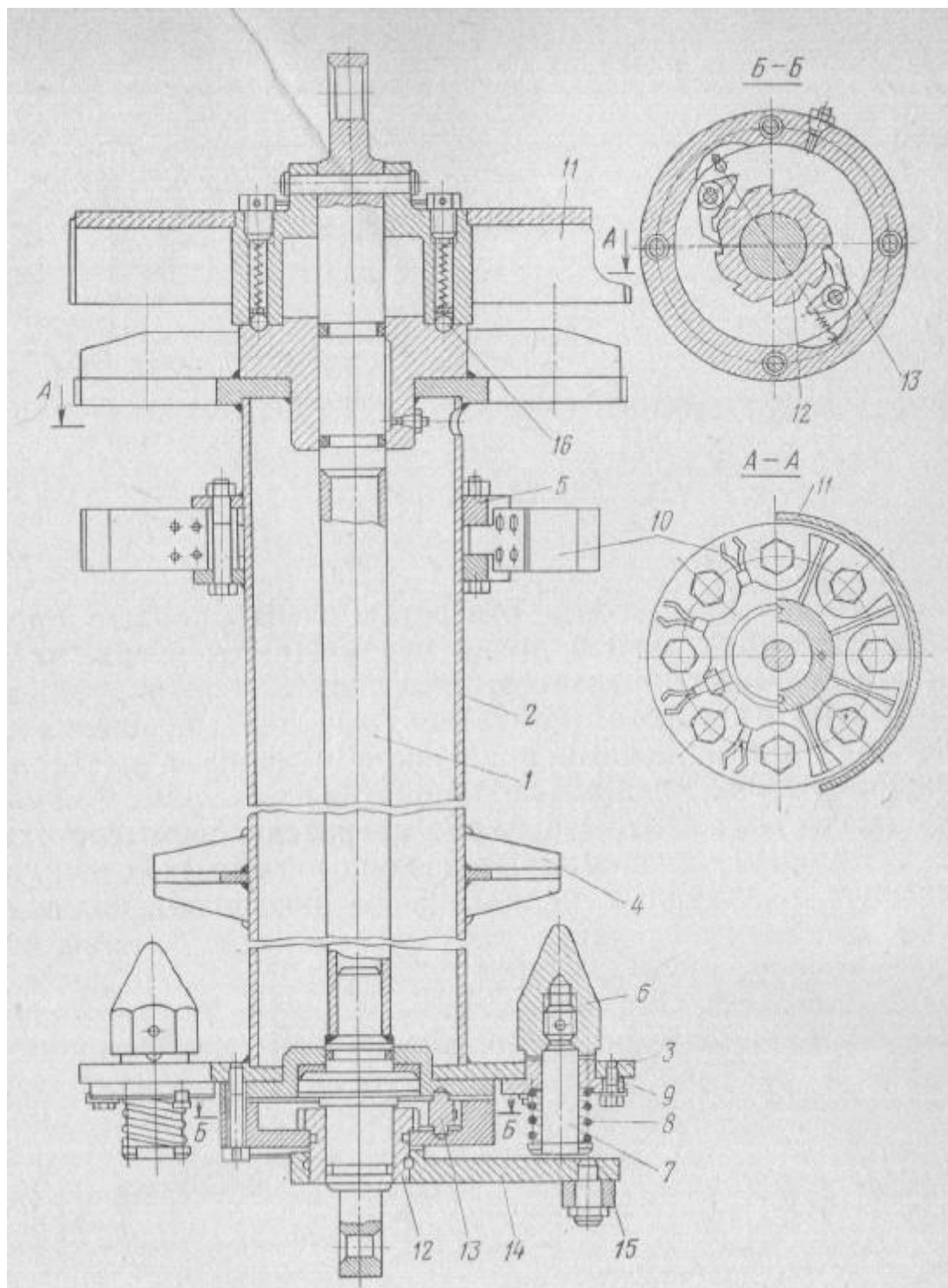


Рис. 3.5-Касета бурового верстату СБУ-125

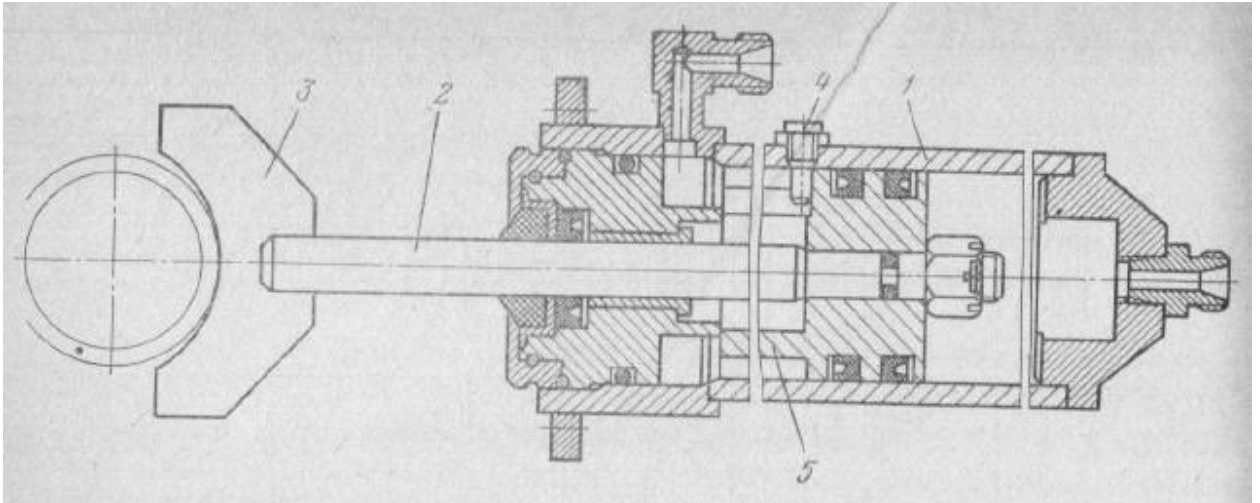


Рис. 3.6-Центратор бурового верстату СБУ-125

Натяжний пристрій (рис. 3.7) слугує для компенсації витяжки ланцюгів. Він складається з вилки 1, на вісі 2 якої кріпиться зірочка 3, та амортизатора 4. Вилка може переміщуватися в квадратному отворі рами робочого органу. При закручуванні гайки 5 вилка переміщується вгору, натягуючи при цьому ланцюг та стискаючи амортизатор.

Рухома рама (плита) слугує для з'єднання обертача з тяговими ланцюгами механізму подачі та забезпечення направленої руху обертача по рамі робочого органу (щогли). До плити шарнірно кріпиться коромисло із замками, до яких приєднуються кінці тягових ланцюгів. Направляючі та чугунні вкладиші не дозволяють рухомій рамі зміщуватися в поперечному напрямі відносно швелерів щогли. До плити болтами кріпиться обертач.

Гусеничний ходовий механізм бурового верстату СБУ-125 запозичений від бурового верстату СБУ-2М. Він складається з двох гусениць, які приводяться в дію за допомогою індивідуальних електродвигунів через черв'ячні редуктори. Гусениці з'єднані балансірною балкою та валом. Зв'язок ходової частини з рамою верстату здійснюється трьома шарнірними опорами. Рама верстату сполучена однією опорою з балансірною балкою та двома опорами з валом.

Кожна гусениця має 46 траків, натяжне колесо з гвинтовим натяжним пристроєм, сім опорних та два підтримуючих катки, змонтовані в балках.

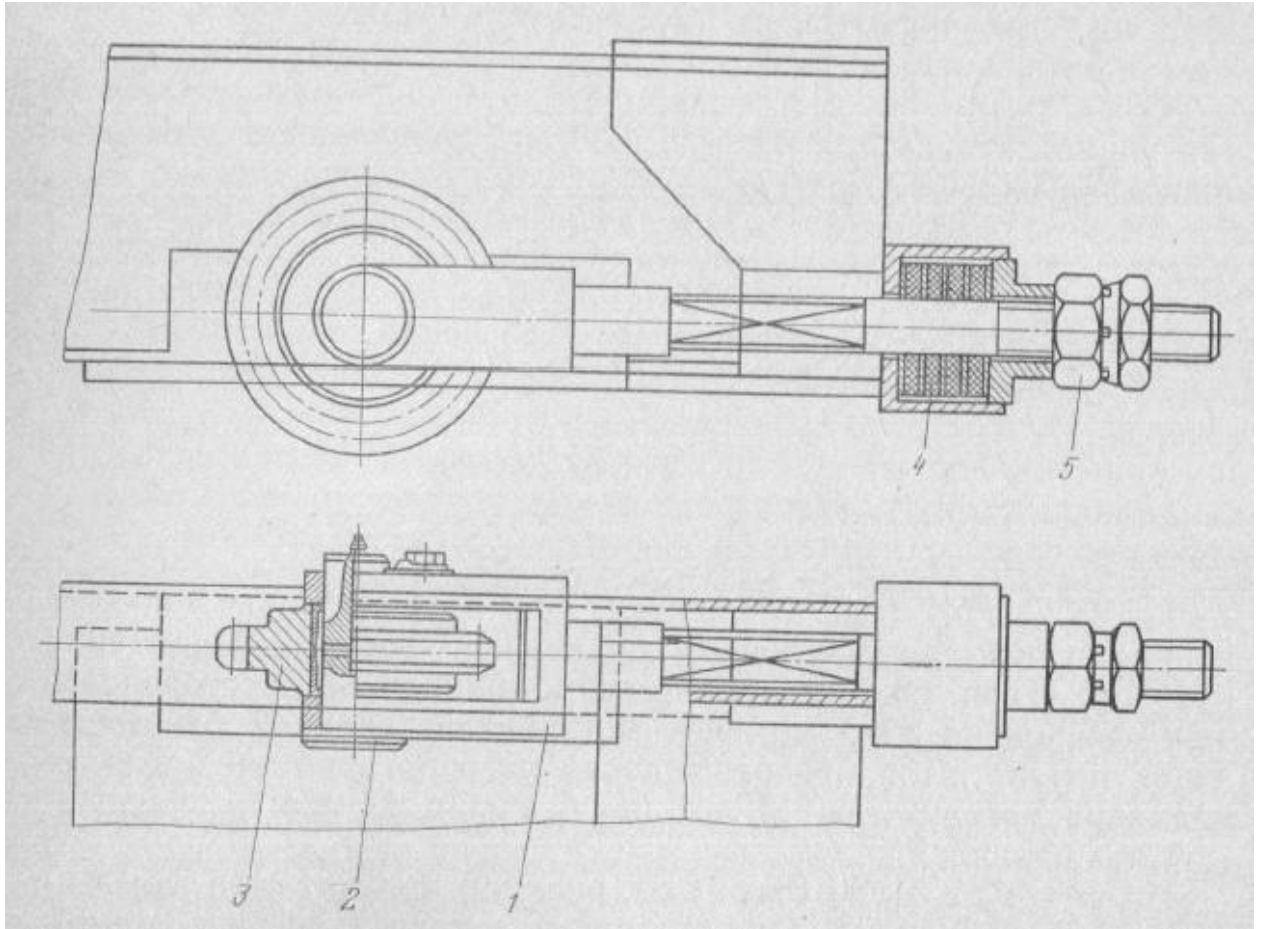


Рис. 3.7-Натяжний пристрій бурового верстату СБУ-125

Привід гусеничного ходу складається з електродвигуна та редуктора. Від валу електродвигуна через циліндричну зубчасту передачу обертання отримує вал черв'яка, сполученого з ним. Черв'ячне колесо, вільно (на бронзових втулках) розміщене на валу зірочки, має торцеві кулаки, якими може з'єднуватися з кулачковою муфтою, яка встановлена на шлицьовій частини валу. Муфта, яка переміщується вздовж шлиців валу ричажною системою, може з'єднувати вал з черв'ячним колесом, включаючи гусеницю. На виступаючому з корпусу кінці валу закріплена ведуча зірочка гусениці. При буксируванні верстату гусениця від'єднується від привода роз'єднання кулаків муфти.

Система керування складається з електричного, пневматичного та гідравлічного пультів, які зібрані в один блок. Керування електродвигунами ходового механізму відбувається за допомогою виносного пульта.

Керування обертачем, насосом маслостанції та вентилятором пилоуловлювача здійснюється з пульта електричної системи керування, на якому розташовані кнопки: вмикання електродвигуна обертача вправо, «Стоп» електродвигуна обертача; увімкнення електродвигуна обертача вліво; увімкнення електродвигуна насоса маслостанції; «Стоп» електродвигуна насоса маслостанції; «Стоп» електродвигуна вентилятора; увімкнення електродвигуна вентилятора пилоуловлювача; аварійного вимкнення всіх електродвигунів; увімкнення пульта. Сигнальна лампа на пульті служить для контролю за напругою на вхідних контактах.

Пульт пневматичної системи складається з пробкового крану, який слугує для підведення стисненого повітря до пневмоударника, та розподілювача, який призначений для керування пневмоциліндром подачі. Рукоятка розподілювача має п'ять фіксованих положень: закрито; буріння з регульованим тиском; буріння з регульованим протитиском; спуск обертача; підймання обертача.

Пульт гідравлічної системи слугує для керування гідроциліндром підймання (нахилу) та опускання робочого органу та гідродомкратами горизонтування. На пульті встановлені гідророзподілювачі з ручним керуванням. Кожний з двох розподілювачів пульта складається з трьох золотників. Тиск в гідросистемі регулюється запобіжними клапанами гідророзподілювачів. Рукоятки гідророзподілювачів мають наступні призначення: керування підйманням та опусканням робочого органу; керування гідродвигуном каретки пилоуловлювача; увімкнення домкратів горизонтування; керування правим переднім домкратом; керування лівим переднім домкратом; керування заднім домкратом. Контроль тиску масла в гідросистемі, яке не повинно бути більше 6 МПа, здійснюється манометром.

Виносний пульт має шість кнопок для увімкнення правої та лівої гусениць або коліс правого та лівого борту вперед та назад та аварійного вимкнення ходового механізму.

Верстат СБУ-125 оснащений кабіною керування.

Кабіна (рис. 3.8) призначена для забезпечення комфортних умов роботи машиніста та розміщення в ній основної апаратури керування. Кабіна розрахована на експлуатацію верстата при температурах до $-60\text{ }^{\circ}\text{C}$. Кабіна оснащена отоплювально-вентиляційною системою 1 з регульованою потужністю від 0 до 6 кВт. Нормальна освітленість забезпечується чотирма вікнами 2 та світильником 3. В кабіні передбачені напівжорстке поворотне крісло 4, шафа 5 для аптечки, вішалка та місце для термоса.

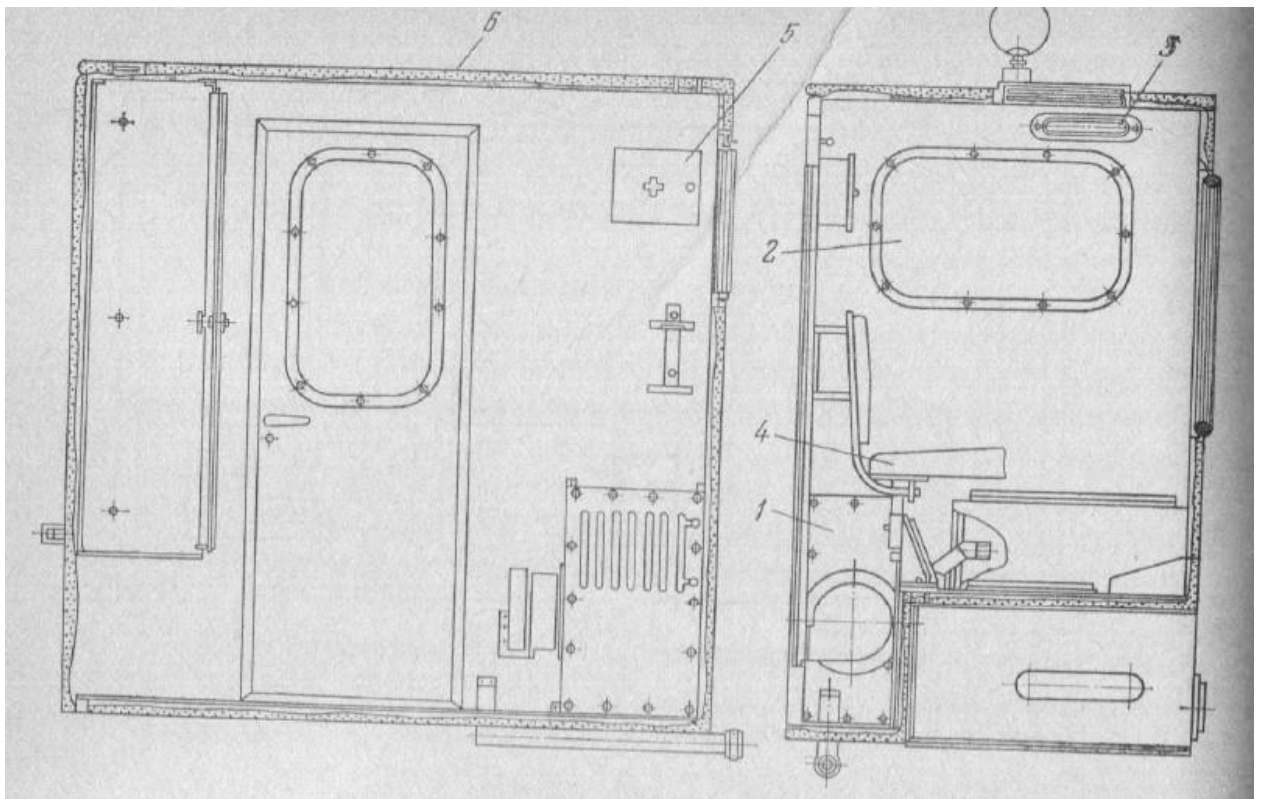


Рис. 3.8-Кабіна керування бурового верстату СБУ-125

Надійна теплозвукоізоляція кабіни забезпечується за допомогою розташованого між зовнішньою та внутрішньою обшивками шару б з пенополіуретану. Передбачені також скління вікон та ущільнення дверного отвору. В простір між склом (для запобігання замерзання вікон) закладені хімпоглинач вологи.

Скло всіх вікон споряджені знімними щитами для захисту їх від випадкових ударів в той час, коли верстат не експлуатується.

Система керування розміщена в кабіні машиніста та включає в себе пульт керування пневматичною системою, пульт керування гідравлічною системою та дублюючий пульт. Дублюючий пульт призначений для розподілення стисненого повітря між споживачами. Він робить можливим керування верстатом, знаходячись поза кабіною.

Гідравлічний пульт керування включає в себе гідророзподілювач, який керує гідроциліндрами подачі касети та гідродвигуном очищення рукавних фільтрів в пилоуловлюючій установці.

Пилоуловлююча установка (рис. 3.9) призначена для уловлювання бурових дрібничок, які виносяться із свердловини в процесі буріння.

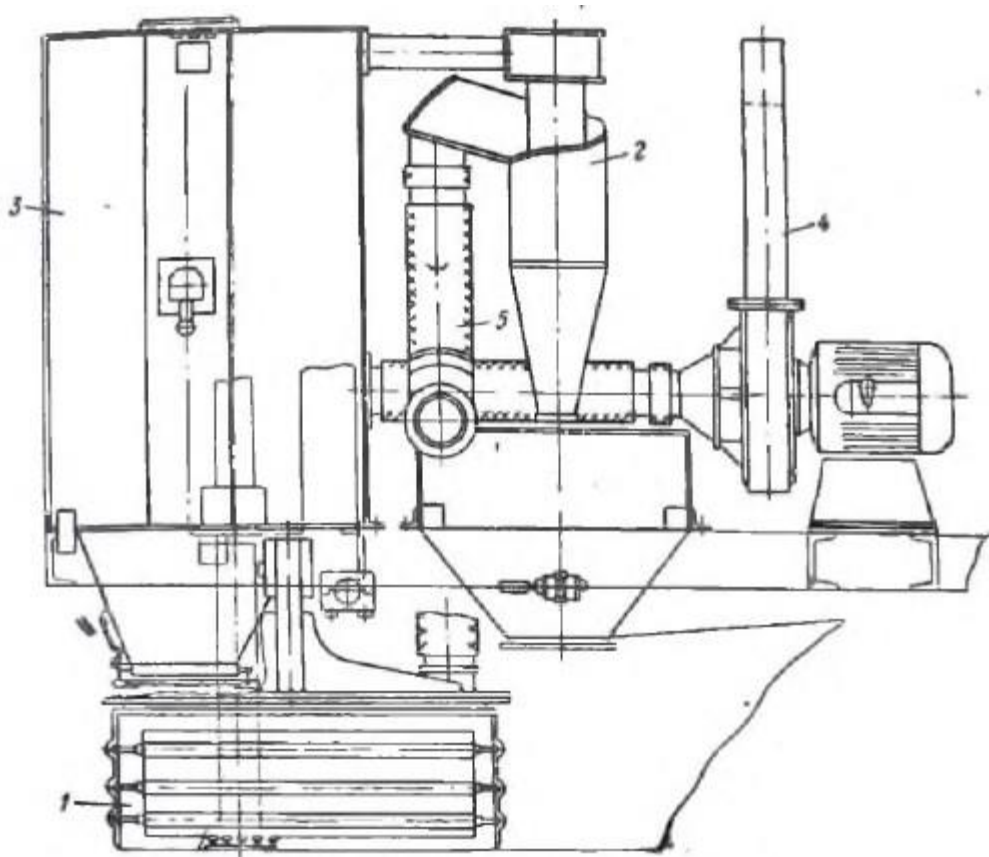


Рис. 3.9-Пилоуловлююча установка

Вона складається з пилоприймального ковпаку 1, який герметизує гирло свердловини, циклону 2, фільтра 3, вентиляторної установки 4 та повітрепроводів 5. Повітряно-пиловий потік, який складається з відпрацьованого в пневмоударнику повітря та бурових частинок, які

утворюються при бурінні, із затрубного простору свердловини потрапляє в пилоприймальний ковпак, де під дією різкого зниження швидкості потоку випадають найбільш крупні частинки, які складають до 40% від всього обсягу зруйнованої породи. Далі потік підхватується вентилятором та по повітрепроводу потрапляє в циклон, де з нього відокремлюється до 98% твердих частинок, які накопичуються в бункері.

Для полегшення очищення бункер споряджений пневматичним вібратором. Із циклону пилоповітряний потік потрапляє до фільтру, де відбувається кінцеве очищення повітря від пилу. Очищене повітря викидається вентилятором в атмосферу. Фільтр виконаний у вигляді вертикальних тканинних рукавів, для очищення яких передбачена періодична струйна продувка їх стисненим повітрям в напрямку, зворотному основному повітряному потоку. Продування здійснюється кареткою, яка складається з чотирьох кільцевих трубок, які охоплюють ззовні рукава та які мають щілину вздовж внутрішнього периметру кільця. Каретка переміщується вздовж рукавів за допомогою ланцюга. Привід ланцюга здійснюється від гідродвигуна.

3.3 Недоліки та переваги пневмоударного буріння верстату СБУ-125

Недоліком верстатів пневмоударного буріння є утворення великої кількості пилу та обмежений (до 160-200 мм) діаметр свердловин, які піддаються бурінню.

Переваги бурових верстатів пневмоударного буріння зумовлені застосуванням пневмоударників, для яких не потрібно створення великих осьових зусиль на буровий інструмент та великого крутного моменту на ньому, що в свою чергу не потребує потужних механізмів подачі та обертання бурового поставу. Внаслідок цього верстати пневмоударного буріння мають порівняно невелику вагу, маневрені та дешевші, аніж верстати шарошечного буріння.

3.4 визначення режимів роботи та продуктивності машини

Техніко-економічні показники верстатів залежать від механічної швидкості буріння, витрат часу на допоміжні операції, стійкість коронок та пневмоударників, а також організації робіт. Продуктивність верстата СБУ-125 при бурінні порід різної міцності пневмоударником П-105 наведена в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1- Продуктивність верстата

Продуктивність по породі	СБУ-125 м/зміна
при $f=2-4$	120
при $f=4-6$	100
при $f=7-9$	70
при $f=10-12$	60
при $f=14-16$	45

Для нормальної роботи всіх механізмів верстату перед початком буріння раму верстату необхідно привести в строго горизонтальне положення. При цьому необхідно прагнути до мінімального відриву гусениці від ґрунту для забезпечення кращої стійкості при бурінні.

Перед підйманням щогли необхідно впевнитися у відсутності людей в зоні роботи верстату. За кутом нахилу робочого органу можна слідкувати по вказівнику, який закріплений на рамі. Під час підймання робочого органу необхідно слідкувати: щоб рукава та кабелі, які підходять до обертача, ні за що не зачепились.

Перед початком забурювання необхідно перевірити та відрегулювати подачу змащення в пневмоударник; забурювання в експлуатаційних умовах, як правило, приходиться виконувати по зруйнованим породам, бажано з дублюючого пульта, щоб слідкувати візуально за процесом забурювання. При цьому вмикають пилоуловлюючу усатновку; підключають повітря до пневмоударника; вмикають праве обертання бурового поставу; переводять рукоятку розподільвача подачі в положення вниз; рукояткою регулятора тиску вмикають подачу.

Пневмоударник починає працювати при контакті із забоем. При закінченні роботи пневмоударника, що при забурюванні трапляється досить рідко, необхідно рукояткою реверсу подачі підняти буровий постав та опустити його знову на забій.

При встановленому режимі буріння (про що сповіщає характерний шум пневмоударника) можна опустити пилоприймальний ковпак, який герметизує гирло свердловини. Оптимальну частоту обертання бурового поставу та осьове зусилля машиніст підбирає відповідно до умов буріння. Буріння продовжується до моменту опускання верхнього кінця штанги на рівень затискачів гідрозахватів або трішки нижче. Після цього буріння зупиняється вимкненням електродвигунів обертача, пилоуловлюючої установки та пневмодвигуна і пневмоударника (рукоятки та перемикачі повертаються в початкове положення). Рекомендується вимкати спочатку подачу та пневмоударник, а потім обертання і пилоуловлюючу установку.

Після зупинки верстату нарощувати штанги слід в такій послідовності: підняти буровий постав, щоб верхній квадрат штанги був вище гідроциліндрів затискача, вставити в квадрат штанговий ключ, увімкнути ліве обертання обертача до удару ключа з направляючою та відразу ж після удару обертач вимкнути. Якщо розкріплення різьбового з'єднання не відбулося, увімкнув праве обертання, відвести ключі та повторити операцію. Знаходячись у гирла свердловини, машиніст користується дублюючим

пультом. Всі рукоятки та перемикачі при цьому стоять в нейтральному положенні). Підняти обертач в крайнє верхнє положення. Висунути касету на вісь шпинделя, після повного висунення касети опустити обертач до упору в штангу, яка знаходиться в касеті. Давши праве обертання скрутити шпиндель обертача зі штангою та підняти їх догори до відмови. Прибрати касету та опустити обертач до упору верхньої штанги в нижню. Дати праве обертання до закінчення скручування штанг. Рекомендується різьбове з'єднання трішки недокручувати для запобігання виходу з ладу гідрозахватів. Кінцева затяжка різьбового з'єднання штанг, а відповідно, і ущільнення з'єднання відбудуться самовільно в процесі подальшого буріння. Аналогічно нарощенню тільки у зворотній послідовності розбирають буровий постав.

Для запобігання зносу та полегшення скручування та розкручування різьбу необхідно періодично змащувати солідолом не рідше одного разу за зміну.

Розрахунки основних параметрів і продуктивності верстатів пневмоударного буріння :

Вихідні дані:

Діаметр бурового долота - D : 0.125 [м];

Кількість пер долота - Z : 3;

Частота обертання бурового става – n_b : 75 [хв⁻¹];

Діаметр бурової штанги – $d_{шт}$: 0.1 [м];

Усереднений розмір частин бурового дріб'язку – d_n : 0.001 [м];

Показник буримості порід – $П_б$: 14;

Діаметр циліндра пневмоударника - d : 0.076 [м];

Тиск повітря у мережі – P_0 : 0.5 [МПа];

Маса поршня – m_n , 5 [кг];

Хід поршня - S : 0.1 [м];

Система розподілу стислого повітря: “Клап.”;

Щільність породи - γ : 3500 [кг/м³];

Розрахунок зусилля подачі пневмоударника на вибій і потужності привода обертача бурового верстата:

Зусилля подачі пневмоударника на вибій:

$$P_n = P_{уд} \frac{D}{2} Z \text{ [Н]}$$

де $P_{уд}$. - питома величина зусилля подачі на одиницю довжини леза, Н/м;

(для наближених розрахунків можливо приймати $P=(24) \cdot 10^4$ [Н/м]

менше значення межі відповідає меншій міцності породи)

$$P_n = (24) \cdot 10^4 \frac{125}{2} \cdot 3 = 45000 \text{ [Н]} = 45 \text{ [кН]}$$

Момент на обертання долота:

$$M_{o.g} = \frac{D}{4} Z_{\mu_1} P_n \text{ [Н·м]}$$

де μ_1 - коефіцієнт опору обертанню долота, враховуючий тертя твердосплавних лез по вибою свердловини і тертя бічної поверхні долота по стінках свердловини, а також часткове зрізування породи твердосплавними лезами.

Для наближених розрахунків можна приймати $\mu_1 = 0.8-1$.

$$M_{o.g} = \frac{125}{4} \cdot 3 \cdot 1 \cdot 45000 = 4218.75 \text{ [Н·м]}$$

Момент на обертання бурового става:

$$M_{o.c} = K_2 M_{o.g} [H \cdot m]$$

де $K_2 = 1.2-1.3$ - коефіцієнт, враховуючий тертя бурового става по стінках свердловини.

$$M_{o.c} = 1.25 \cdot 4218.75 = 5273.4375 [H \cdot m]$$

Потужність, яка витрачається на обертання бурового става:

$$N_{o.c} = M_o \omega \cdot 10^{-3} = M_{o.c} \frac{\pi n}{30} \cdot 10^{-3} [кВт]$$

де ω - кутова швидкість бурового става, рад/с;

$$N_{o.c} = 5273 \frac{3,14 \cdot 75}{30} \cdot 10^{-3} = 41.396484375 = 41.4 [кВт]$$

Потужність двигуна обертача бурового става:

$$N_{дв.} = \frac{N_{o.c}}{\eta} [кВт]$$

де η - к.к.д. передаточного механізму обертача, $\eta = 0.8-0.85$.

$$N_{дв.} = \frac{41.396484375}{0.8} = 51.7456054687 = 51.75 [кВт]$$

Розрахунок основних параметрів пневмоударника:

Сила, що діє на поршень при робочому ході:

$$P_p = \frac{\pi d^2}{4} p_0 c_1 10^6 [Н]$$

де d - діаметр поршня (циліндра) пневмоударника, м;

P_0 - тиск повітря у мережі, МПа;

c_1 - коефіцієнт, що залежить від системи розподілу повітря; при

робочому ході поршня цей коефіцієнт дорівнює: для клапанних пневмоударників $c_1 = 0.6-0.7$;

$$P_p = \frac{3,14 \cdot 0,076}{4} \cdot 0,5 \cdot 0,6 \cdot 10^6 = 1360.248 \text{ [Н]}$$

Прискорення поршня при робочому ході:

$$a_p = \frac{P_p}{m_n} \text{ [м/с}^2\text{]}$$

$$a_p = \frac{1360.248}{5} = 272.0496 = 272.05 \text{ [м/с}^2\text{]}$$

Тривалість робочого ходу:

$$t_p = \sqrt{\frac{2S\delta}{a_p}} \text{ [с]}$$

$\delta = 0.85$ - коефіцієнт втрати ходу.

$$t_p = \sqrt{\frac{2 \cdot 0.1 \cdot 0.85}{272.0496}} = 0.02499772089 = 0.025 \text{ [с]}$$

Тривалість зворотного (холостого) ходу:

$$t_x = t_p \cdot \alpha \text{ [с]}$$

де α - коефіцієнт тривалості холостого ходу, який приймається:

для клапанних пневмоударників $\alpha = 1.2-1.4$;

$$t_x = 0.025 \cdot 1,2 = 0.03 \text{ [с]}$$

Тривалість циклу:

$$T = t_x + t_p \text{ [с]}$$

$$T = 0.025 + 0.03 = 0.055 \text{ [с]}$$

Кількість ударів поршня за хвилину:

$$n_y = \frac{60}{T} \text{ [хв}^{-1}\text{]}$$

$$n_y = \frac{60}{0.055} = 1090.90909091 = 1090.(90) \text{ [хв}^{-1}\text{]}$$

Розрахунок потужності привода гусеничного ходу верстата:

Вага бурового верстата:

$$G_{\text{верст}} = K_{\text{бур}} P_n \sqrt{D} \text{ [Дан]}$$

де $K_{\text{бур}}$ - коефіцієнт залежний від величини зусилля подачі;

для верстатів пневмоударного буріння $K_{\text{бур}} = 0.2-0.25$

(менше значення $K_{\text{бур}}$ для менших діаметрів свердловини)

Розмірність P_n - Дина, D – мм

$$G_{\text{верст}} = 0.24 \cdot 4500000000 \cdot \sqrt{125} = 12074767078.5 \text{ [Дан]}$$

2. Тягове зусилля під час руху верстата по горизонтальній поверхні

$$F_{\text{МГ}} = 0.142 \cdot G_{\text{верст}} \text{ [Дан]}$$

$$F_{\text{МГ}} = 0.142 \cdot 12074767078.5 = 1714616925.15 \text{ [Дан]}$$

3. Тягове зусилля під час руху на підйом при максимальному куті підйому 12° :

$$F_{\text{МП}} = F_{\text{МГ}} + G_{\text{верст}} \cdot \sin 12^\circ = 0.35 \cdot G_{\text{верст}}$$

$$F_{\text{МП}} = 0.35 \cdot 12074767078.5 = 4226168477.47 \text{ [Дан]}$$

Потужність двигунів ходу під час роботи в тривалому режимі:

$$N_{\text{д.г}} = \frac{F_{\text{МГ}} \cdot v_{\text{Г}}}{10^2 \cdot \eta_x} \text{ [кВт]}$$

де $v_{\text{Г}}$, - швидкість руху верстата по горизонтальній поверхні, м/с;

за технічною характеристикою верстата $v_{\text{Г}} = 0.7- 0.9\text{км/год}$, або 0.194
 0.25м/с ;

η_x - к.к.д. привода гусеничного хода, $\eta_x = 0.6$.

$$N_{д.г} = \frac{17146.1692515 \cdot 0.25}{100 \cdot 0.6} = 71.4423718812 = 71.44 \text{ [кВт]}$$

При індивідуальному приводі потужність двигуна кожної гусениці:

$$N_{д.г} = \frac{Mg_{г}}{2} \text{ [кВт]}$$

$$N_{д.г} = 45.7231180039 = 45.72 \text{ [кВт]}$$

Потужність двигунів під час роботи в короткочасному режимі:

$$N_{д.п} = \frac{F_{Mn} \cdot v_n}{100 \eta_x} \text{ [кВт]}$$

$$N_{д.п} = \frac{42261.6847747 \cdot 0.225}{60} = 158.481317905 = 158.48 \text{ [кВт]}$$

де V_n - швидкість руху верстата на підйом, що приймається на

10-15% менше швидкості пересування верстата по горизонтальній поверхні, м/с.

Потужність одного двигуна:

$$N_{д.п} = \frac{N_{gn}}{2} \text{ [кВт]}$$

$$N_{д.п} = 79.2406589525 = 79.24 \text{ [кВт]}$$

Діаметр ведучого колеса гусениці:

$$D_{в.к} = K_{L2} \cdot \sqrt[8]{m_{вер}} \text{ [м]}$$

де K_{L2} - коефіцієнт лінійного розміру;

для ведучої зірочки гусеничного візка $K_{L2} = 0.17 \dots 0.24$;

$m_{вер}$ - маса бурового верстата.

$$m_{вер} = \frac{G_{верст}}{g \cdot 10^3} \text{ [т]}$$

$$m_{\text{вер}} = \frac{120747.670785}{9.8 \cdot 10^3} = 12.3211908964 = 12.32 \text{ [Т]}$$

$$D_{\text{в.к}} = 0.24 \cdot \sqrt[8]{15.77} = 0.32850563794 = 0.3285 \text{ [м]}$$

Частота обертання ведучого колеса гусениці:

$$n_{\text{о.к}} = \frac{60v_r}{\pi \cdot D_{\text{в.к}}} \text{ [хв}^{-1}\text{]}$$

$$n_{\text{о.к}} = \frac{60 \cdot 0.25}{3.14 \cdot 0.32850563794} = 14.5418206325 = 14.54 \text{ [хв}^{-1}\text{]}$$

Частота обертання вала двигуна гусеничного ходу:

$$n_{\text{дв}} = n_{\text{о.к}} \cdot i_{\text{ред}}$$

де $i_{\text{ред}}$ - передаточне число редуктора;

для компоновочних схем редукторів, що використовуються на верстатах пневмоударного буріння $i_{\text{ред}}=100-120$.

$$n_{\text{дв}} = 14.1 \cdot 100 = 1410 \text{ [хв}^{-1}\text{]}$$

Розрахунок продуктивності бурового верстата:

Технічна швидкість буріння свердловини:

$$v_{\text{б.т}} = \frac{6A \cdot n_y}{10^6 \cdot D^2 \cdot k_{\text{б}} \cdot k_{\text{ф}} \cdot P_{\text{б}}} \text{ [м/ГОД]}$$

де $k_{\text{б}} = 1.0-1.1$ - коефіцієнт, який залежить від показника буримості породи;

$k_{\text{ф}}$ - коефіцієнт, враховуючий форму бурового долота:

- для триперих $k_{\text{ф}} = 1.0$;

-для хрестових $k_{\text{ф}} = 1.1$.

Розмірності: A - Н•м (Дж), n_y - хв⁻¹, D - м.

4 ВІДОМОСТІ ЩОДО ЕКСПЛУАТАЦІЇ ТА ОРГАНІЗАЦІЇ РЕМОНТУ ВЕРСТАТУ

4.1 Транспортування, монтаж та демонтаж машини

Перед збиранням всі вузли бурового верстату ударно-обертового буріння необхідно ретельно оглянути з метою виявлення можливих дефектів, які можуть виникнути при транспортуванні. Одночасно з оглядом механізмів виконується видалення запобіжного змащення, пилу та бруду.

Перед монтажем необхідно ознайомитися з конструкцією машини. Особливу увагу необхідно звернути на зубчасті передачі та електричні частини. Після монтажу виконують заземлення машини та підключають кабель живлення. Потім виконують під'єднання повітряних шлангів пневмосистеми. Перед монтажем всі перемикачі на пультах керування встановлюються в нейтральне положення. Роботу окремих вузлів машини перевіряють в наступному порядку: натисненням кнопок керування перевіряється правильність підключення двигуна обертача (кнопка «Вперед» повинна забезпечувати правий напрям обертання, робоче при бурінні); виконується запуск маслососа та перевіряють роботу всіх гідродомкратів та гідродвигунів; увімкненням механізмів перевіряють правильність підключення двигуна підіймальної лебідки; потім перевіряють можливість підймання та опускання обертача; натисненням відповідних кнопок виконується переміщення машини та її розворот.

Порядок роботи. Для нормальної роботи всіх механізмів верстатів перед початком буріння раму верстату необхідно відгоризонтувати. При горизонтуванні необхідно прагнути до мінімального відриву гусениць від ґрунту для забезпечення кращої стійкості при бурінні.

Перед підйманням щогли необхідно впевнитися у відсутності людей в зоні роботи верстату. За кутом нахилу робочого органу можна слідкувати по вказівнику, який закріплений на рамі.

Під час підймання робочого органу необхідно слідкувати, щоб рукава та кабелі, які підходять до обертача, ні за що не чіплялись.

Для підймання робочого органу рукоятку розподільвача необхідно провести в положення «Вгору» та після досягнення необхідного кута нахилу поставити в нейтральне положення.

Перед початком забурювання необхідно перевірити та відрегулювати подачу змащувальної рідини в пневмоударник. Пневмоударник починає працювати при контакті з породою. При встановленому режимі буріння (про що свідчить характерний шум пневмоударника) необхідно опустити пилоосаджувальну камеру, яке герметизує гирло свердловини. Необхідне осьове зусилля підбирається машиністом застосовано до конкретних характеристик пород, які піддаються бурінню. Нарощення бурового поставу у верстата СБУ-125 виконується за допомогою касети. При цьому нарощувати штанги необхідно наступним чином. Підняти обертач у крайнє положення. Висунути касету на вісь шпинделя. Після повного висунення касети опустити обертач до упора в штангу, яка знаходиться в касеті. Давши праве обертання, скрутити шпиндель обертача зі штангою. Підняти обертач зі штангою вгору до відмови. Прибрати касету та опустити обертач до упора верхньої штанги в нижню. Дати праве обертання до закінчення скручування штанг. Фінальна затяжка різьбового з'єднання штанг, а відповідно і ущільнення з'єднання відбудуться самовільно в процесі подальшого буріння. Аналогічно нарощенню (тільки у зворотній послідовності) виконується розбирання бурового поставу.

Для запобігання зношення та полегшення скручування та розкручування різьбу необхідно періодично змазувати солідолом – не рідше одного разу за зміну.

Для заміни коронки необхідно підняти пилеосаджувачу камеру у верхнє положення, відкривши доступ до пневмоударника. При заміні коронки враховується діаметр затупленої коронки. Для вимірювання діаметра слугує шаблон. Забороняється для запобігання аварії опускати у свердловину коронку більшого діаметру, ніж так, яка затупилась.

Опилення, яке починається із зазорів пилоосаджувальної камери є ознакою засмічення рукавних фільтрів. Очищення рукавних фільтрів здійснюється шляхом переміщення вздовж їх продувної каретки. Перед очищенням фільтрів необхідно поворотом пробкового крану подати повітря в каретку та увімкнути вібратор. Операцію з очищення фільтрів рекомендується проводити під час зміни коронки або в момент нарощення бурового поставу.

Переїзд бурового поставу від свердловини до свердловини допускається з піднятим робочим органом. Перед переїздом необхідно підняти шоки гідродомкратів, а всі рукоятки пневматичного та гідравлічного пультів поставити в нейтральне положення. Далі необхідно помітити зручний шлях для маневрування та увімкненням кнопок виносного пульта перемістити верстат на нове місце буріння. Для переміщення на великі відстані рекомендується користуватися сторонньою тягою (трактор, автомобіль).

Перед транспортування верстату сторонньою тягою необхідно від'єднати гусениці або колеса верстата від черв'ячних редукторів. При переїзді на великі відстані робочий орган необхідно опустити в транспортне положення.

4.2 Використання згідно з призначенням

До роботи на буровому верстаті обертальної дії допускаються особи, які ознайомились з правилами його технічної експлуатації та які здали екзамен з техніки безпеки. Знання техніки безпеки перевіряються періодично. Результати перевірки фіксують в спеціальному журналі.

Машиністу та його помічнику видається коротка інструкція з техніки безпеки. Окрім того, на видному місці на верстаті закріплені плакати та попереджувальні написи з техніки безпеки.

Перед початком роботи верстат необхідно заземлити проводом перерізом не менше 10 м², приєднавши його до одного з болтів магнітного пускача або автомату.

При монтажу, ремонті або експлуатації верстату необхідно дотримуватись діючих на кар'єрі правил техніки безпеки при бурових роботах.

Для дбайливого спостереження за станом механізмів верстату та точного виконання правил його експлуатації при двохзмінній та трьохзмінній роботі обов'язково проводиться приймання-здавання зміни бригадами, які змінюються.

Забороняється працювати зі знятими кожухами огорож, зупиняти руками шпindelь обертача, буровий постав та інші частина верстату, які обертаються.

Забороняється виконувати ремонтні роботи та регулювання механізмів та тіг при увімкнених електродвигунах, а також поблизу від струмопровідних частин, які знаходяться під напругою.

Забороняється присутність сторонніх осіб на верстаті або біля нього під час роботи.

При вибухових роботах бригада, яка обслуговує верстат, закінчує свою роботу та переміщується на безпечну відстань за першої вимоги підривника або сигнальника.

Робота в нічний час дозволяється тільки при справному та достатньому освітленню.

Про виявлену небезпеку, яка загрожує людям або об'єктам кар'єра, члени бригади, разом із застосуванням заходів для її ліквідації, повідомляють особі технічного нагляду.

Правила безпеки при підготовці верстату до роботи та бурінню

Переду пуском верстату машиніст повинен переконатися, що його помічник або інші особи знаходяться в безпеці, а для сповіщення про майбутній запуск електродвигуна подається сигнал (гудок).

При роботі верстату особливо уважно необхідно спостерігати за роботою лебідки.

Категорично забороняється опускати або нахилити щоглу, коли обертач знаходиться у верхньому положенні.

При спуску або підйманні щогли знаходитися попереду або позаду верстату забороняється.

Змащення всіх механізмів виконують тільки при вимкнених електродвигунах.

У всіх випадках, коли необхідно, щоб обертач знаходився у верхньому або в піднятому положенні без приєднаної до нього штанги, фіксатор повинен бути вставлений у отвір стійки. Знаходитися під піднятим та незафіксованим обертачем забороняється.

Забороняється робота при зношеному або зв'язаним вузлом канаті. Канат не повинен мати більш ніж 22 обірваних проволки на довжині кроку звивики.

Буріння на високих виступах без огорож робочої площадки забороняється.

Забороняється залишати буровий інструмент у свердловині при зупинці буріння.

4.3 Технічне обслуговування

Технічне обслуговування бурового обладнання представляє собою комплекс заходів із забезпечення постійної працездатності бурових верстатів.

Міжремонтний технічний догляд (МТД) здійснюють на протязі змін та між змінами, а також під час технологічних простоїв. При щомісячному технічному обслуговуванні усувають дрібні неполадки, виконують регулювання механізмів верстату, їх мащення та чищення.

Бурові верстати повинні ремонтуватися за системою планово-попереджувальних ремонтів обладнання (ППР). Система ППР забезпечує постійне тримання верстату в справному стані. При цьому передбачається: ведення обліку роботи верстату та встановлення тривалості міжремонтних періодів; нагляд за станом всіх вузлів верстату та реєстрація всіх виявлених дефектів; наявність робочих креслень на всі швидкозношуваних деталі та складальні креслення на вузли; наявність специфікації швидкозношуваних деталей з вказанням в ній нормального терміну їх служби та норми запасу; організація виготовлення або покупки запасних деталей, їх комплектування та зберігання; наявність обґрунтованих розрахунками норм на простій верстату в ремонті, на запас деталей та витрати допоміжних матеріалів; складення графіків та планограми ремонту; активування здавання-приймання в експлуатацію з вказанням в акті виконаної роботи.

Необхідно рішуче відмовлятися від практикованої ще в низці випадків системі ремонтів за необхідністю, коли ремонт верстатів виконується поза всякого плану – після раптової поломки вузлів або окремих деталей. Така організація ремонту дезорганізує роботу підприємства та в 2-3 рази збільшує тривалість ремонту.

Бригада, яка обслуговує верстат, веде систематичний нагляд за роботою верстату та його окремих вузлів. При передачі верстату після зміни повинна виконуватися ретельна очистка та огляд механізмів верстату, перевірка та затягнення болтів, регулювання фрикційних муфт та гальмів, а також змащення верстату у відповідності з інструкцією (картою змащення).

До планово-попереджувальних робіт відносяться ремонтні огляди (РО), поточні ремонти – перший (T_1), другий (T_2) та третій (T_3), та капітальний ремонт (К). Вони відрізняються між собою призначенням, характером та обсягом виконуваних робіт.

Час роботи верстату між двом капітальним ремонтами або між введенням його в експлуатацію та першим капітальним ремонтом називають міжремонтним циклом (РЦ), а час роботи між будь-якими двома плановими ремонтами – міжремонтним періодом (МП). Тривалість міжремонтних періодів та циклів вимірюють в годинах роботи верстату. Порядок виконання ремонтів має назву структури ремонтного циклу. В ній вказана тривалість кожного з міжремонтних циклів, види ремонтів та послідовність їх проведення.

Періодичність проведення ремонтів прийняті для всіх верстатів однаковою та складає 9600 годин між капітальними ремонтами, 4800 годин між ремонтам T_3 , 2400 годин між ремонтами T_2 , 1200 годин між ремонтами T_1 та 400 годин між ремонтними оглядами. Число ремонтів за міжремонтний період приймають один ремонт T_3 , два ремонти T_2 , чотири ремонти T_1 та 16 ремонтних оглядів.

Ремонтні огляди виконують за спеціальними інструкціями силами ремонтних бригад. Їх виконують, як правило, у вихідні або ремонтні дні. Якщо ділянка не має вихідних днів, то для ремонтного огляду відводиться спеціальний час. Ремонтний огляд виконують в забої під керівництвом механіка ділянки. Після огляду, який супроводжується відкриттям редукторів та інших вузлів та усуненням неполадок, верстат перевіряють на ходу та

виконують його наладку. Витрати по ремонтним оглядам відносять за рахунок експлуатаційних витрат.

В ході ремонтного огляду бурових верстатів необхідно перевірити всі механізми бурових верстатів, які вмикаються фрикційними муфтами. В процесі роботи фрикційні накладки, які прикріплені до поверхонь тертя муфти, зношуються і муфти необхідно після цього систематично регулювати. Після регулювання муфт необхідно перевірити їх вмикання. Хід рукояток для увімкнення механізмів не повинен перевищувати 200 мм. Гальмівні стрічки при увімкненні гальма повинні щільно охоплювати гальмівний шків. Місцеві зазори допускаються не більше 6 мм на всій ширині стрічки; стрічка може не прилягати до шківа на ділянках довжиною не більше 100 мм. Необхідно уважно слідкувати за заклепками, які кріплять фрикційну накладку до гальмівної стрічки. Головки заклепок повинні бути утоплені для запобігання зносу поверхні шківа. У випадку потрапляння мастила на стрічку або диски рекомендується змочити їх керосином та виконати декілька коротких увімкнень гальма або фрикціона.

В ходовому механізмі верстатів увімкнення фрикційних муфт заблоковано з керуванням гальмами, тому необхідно перевіряти узгодження роботи муфти та гальма: при вимкненій муфті повинно бути увімкнене гальмо і, навпаки, при увімкненні муфти гальма повинні вимикатися. Гальма регулюють завдяки зміні довжини тяги або за допомогою зтяжного болта. При опущеному гальмі стрічка повинна відходити від тормозного шківа по всьому колу та утворювати зазор від 0,5 до 1,0 мм.

При наявності ланцюгових передач необхідно перевіряти, чи нормально натягнутий втулково-роликовий ланцюг. Переміщення верстату з провислим (ненатягнутим) ланцюгом призводить до їх руйнуванню. Натяг ланцюгів обох гусениць повинен бути однаковим. Якщо ланцюги настільки витягнулись, що натягнути їх за допомогою натяжних пристроїв неможливо, то рекомендується викинути одну ланку ланцюга і потім виконати натяг.

Після кожного пересування ланцюги необхідно очищати від бруду та змащувати. Натяг гусеничних стрічок регулюється натяжними пристроями. Якщо нижня гілка гусеничної стрічки лежить рівно, то верхня її гілка повинна в середній частині провисати на 20-60 мм. Провисання стрічок обох гусениць повинно бути однаковим.

Дуже велике значення має догляд за канатами: їх своєчасне очищення та змащування. Очищення канатів виконують сталевими щітками, ганчірками та бавовняними кінчиками.

Перед запуском довго не працюючого електродвигуна верстату необхідно заміряти величину опору ізоляції обмоток та стан змащення підшипників. Якщо опір ізоляції менше 1-2 мОм, електродвигун необхідно просушити. Вал електродвигуна повинен легко повертатися від руки. Не рідше одного разу на місяць двигун потрібно продувати сухим стисненим повітрям. Найбільший нагрів електродвигуна не повинен перевищувати 85°.

Поточний ремонт (T_1) передбачає заміну зношених деталей з розбиранням деяких вузлів. Окрім робіт, передбачених ремонтом T_1 , можуть бути замінені блоки балансної рами, ферредо фрикційних муфт, зношені втулки, опорні катки, траки та пальці гусеничних стрічок, пальці, болти, тяги та вилки системи керування, а також виконана промивка шарикопідшипників приводних валів. Тривалість ремонту – одна доба, вартість – 5-7 % вартості верстату.

Поточні ремонти (T_1 та T_2) виконують бригади, які складаються з чотирьох чоловік: два чоловіки з обслуговуючого персоналу (машиніст та його помічник) та два слюсарі. При необхідності в бригаду включають зварювальника, автогенщика або електрослюсаря.

Поточний ремонт (T_3) передбачає повне розбирання основних вузлів верстату або їх заміну. Окрім робіт, передбачених ремонтами T_1 та T_2 , при ремонті T_3 можуть бути замінені редуктор обертача, всі диски фрикційних муфт та тормозних стрічок, кулачки та вкладиші фрикційних муфт, пальці та

вилки тяг системи керування, виконано відновлення (наплавлення) ведучих зірочок, опорних катків, натяжних коліс гусеничного ходового механізму, втулок опорних катків та ремонт балансірної осі верстату, промивка підшипників електродвигуна.

Капітальний ремонт передбачає повне розбирання верстату в ремонт або заміну основних робочих вузлів. Окрім робіт, передбачених поточним ремонтом, можуть бути замінені головки щогли в зборі, фрикційні муфти або вали в зборі, виконані проточка шийок валів, відновлення поверхні барабану або заміна всього вузла в зборі. При капітальному ремонті у гусеничного ходового механізму замінюють всі опорні та підтримуючі катки, втулки, ведучі зірочки, натяжні колеса та гусеничні стрічки. Можлива також заміна всього ходового механізму. В робочому органі при капітальному ремонті можлива заміна підшипників кочення, валів та шестерень редукторів, відновлення розточок корпусу редуктора шляхом запресування втулок. Виконується також повне розбирання всього механізму керування із заміною зношених деталей.

Капітальний ремонт виконують в ремонтних майстернях або на рудоремонтному заводі. Вартість капітального ремонту – до 50 % вартості верстату.

Значного скорочення часу ремонту верстатів можна досягнути, застосувавши вузловий спосіб ремонту. При індивідуальному способі ремонту деталі та вузли, які підлягають ремонту, знімають з верстату, ремонтують та встановлюють на той самий верстат. При вузловому методі деталі та вузли, які підлягають ремонту, знімають з верстату та замінюють запасними. Зняті з верстату вузли ремонтують, вони стають запасними. Таким чином, вузловий спосіб ремонту потребує наявності на кар'єрі мінімуму запасних частин та цілих вузлів, які повинні бути повністю взаємозамінні.

4.4 Основні вимоги з охорони праці та техніці безпеки

При роботі верстату необхідно дотримуватися наступних основних вимог:

- при наявності на верстату гідросистеми, яка працює на маслі, палити всередині верстату, а також користуватися відкритим вогнем не дозволяється. Верстат повинен бути обладнаний ящиками з піском та іншим протипожежним обладнанням;
- при підйманні щогли не дозволяється знаходитися під нею, підймання необхідно виконувати плавно без ривків;
- необхідно слідкувати за справністю сталевого канату лебідки, а також за надійністю роботи електрогальм та натяжного пристрою;
- при зміні бурової коронки та пневмоударника забороняється підтримувати їх руками над гирлом свердловини, так як у випадку руху шпинделя на забій свердловини можна пошкодити руки; в такому випадку свердловину необхідно перекрити, щоб запобігти падінню у свердловину як бурової коронки, так і пневмоударника; при заміні коронки необхідно підтримувати її тільки за бокові виступи, щоб у випадку, якщо відбудеться неочікуваний рух снаряду вниз чи вгору, пальці рук залишились неушкодженими;
- надійність роботи електротормозу лебідки повинна перевірятися перед кожним підйманням снаряду шляхом підняття його на невелику висоту (0,5-0,75 м) з наступним опусканням;
- на місці експлуатації бурового верстату повинна бути складена інструкція з дотримання протипожежних правил, а також правил з охорони праці, які застосовуються в місцевих умовах;

- особовий склад бригади, який працює на верстаті, повинен бути ретельно проінструктований з правил техніки безпеки

ВИСНОВОК

В представленій кваліфікаційній бакалаврській роботі розглянуто принцип буріння свердловин, опис технологічного процесу та умови експлуатації машин.

В роботі було проаналізовано конструкцію верстату СБУ-125, розглянуто базову конструкцію машини та критичний аналіз конструкції верстату, та навів відомості щодо експлуатації та організації ремонту верстату

У першому розділі виконав опис технологічного процесу, вибір та обґрунтування вибору машини.

У другому розділі навів опис базової конструкції верстату СБУ-125, його технічні характеристики та принцип дії.

У третьому розділі розглянув детально конструкцію верстату СБУ-125, функціональне призначення окремих взятих вузлів верстату, а також наведено недоліки та переваги пневмоударного буріння верстату СБУ-125.

У четвертому розділі навів інформація щодо експлуатації та технічного обслуговування розглянутого верстату, описані вимоги з охорони праці та техніці безпеки

Було розглянуто основні види бурових верстатів, їх конструктивні особливості та деякі характеристики.

Було розглянуто конструкцію верстату, наведено опис основних його вузлів та компонентів.

Описана конструкція даного типу верстату дає зрозуміти, що такого роду пристрої є сучасними та напроцуд ефективним знаряддям при бурінні свердловин бурового поставу.

Описані конструкції вузлів верстату є напрочуд довговічними та конструктивно вірно спроектованими, що дозволяє машиністу експлуатувати машину досить довгий час.

Описана технологія ремонту та обслуговування досить повно дає зрозуміти, що для того щоб провести ТО такого типу машин необхідні спеціальні навички та вміння, так як робота дуже відповідальна.

Загалом проведену роботу вважаю корисну в подальшому як інформативну для машиністів та експлуатантів даного типу верстатів.