

Онопченко Олександр Сергійович

Бакалаврська робота

Аналіз конструкції установки рядкового буріння шпурів УСБ1

Керівник

к.т.н. Громадський Вік.А.

ВСТУП

Відкритий спосіб розробки рудних та нерудних корисних копалин відрізняється меншою собівартістю видобутку та більш високою продуктивністю праці у порівнянні з підземним. На кар'єрах є можливість використання гірничих машин практично будь-якої потужності, забезпечення комплексної механізації та автоматизації виробничих процесів. Таким чином, відкритий спосіб розробки є найбільш економічним і прогресивним [1-3].

Під час розробки рудних родовищ тверді гірничі породи попередньо руйнуються за допомогою буропідривних робіт з використанням спеціальних конструкцій бурильних верстатів, а потім екскаваторами різних типів навантажуються у транспортні засоби (залізничні, автомобільні, конвеєрні) для вивезення з кар'єру [4,5].

Видобуток нерудних матеріалів (наприклад, граніту, мармуру) вимагає відділення кам'яних блоків потрібних розмірів від суцільного скельного масиву, яке здійснюється, знову ж таки, буропідривним способом шляхом буріння рядків шпурів, зарядки їх вибухівкою і підривання по цих рядках. Для цього застосовуються або перфоратори ручного типу, або спеціальні бурильні установки рядкового буріння, які дозволяють механізувати значну частину операцій цього технологічного процесу [6-11].

Таким чином, можна вважати, що основним робочим процесом під час видобутку корисних копалин є руйнування гірничих порід, яке виконується тим чи іншим способом у залежності від умов їх залягання, фізико-механічних властивостей та вимог, що ставляться до кінцевих продуктів.

Буропідривний спосіб видобутку є найбільш розповсюдженим у гірничій промисловості внаслідок його високої енергетичної ефективності та вибіркової з точки зору отримання потрібних результатів.

Для буріння шпурів і свердловин застосовується різноманітне бурильне обладнання, яке відрізняється способами прикладення руйнівних впливів до гірничого масиву, типами бурового інструменту, енергії тощо.

Удосконалення та розвиток бурильного обладнання знаходиться у фокусі постійної уваги розробників, виготовлювачів та експлуатаційників гірничої промисловості. Від ефективності його роботи багато у чому залежить успішність виконання виробничих завдань, що стоять перед гірниками.

З огляду на це, актуальність теми представленої бакалаврської роботи, присвяченої аналізу конструкції бурильної установки для рядкового буріння шпурів УСБ1, не викликає жодних сумнівів.

Об'єкт роботи – технологічний процес рядкового буріння шпурів для буропідривного відділення кам'яних блоків від скельного масиву в умовах кар'єрів.

Предмет роботи – установка для рядкового буріння шпурів УСБ1.

1 ОБГРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ОБЛАДНАННЯ

1.1 Способи буріння гірничих порід

У гірничій промисловості використовується декілька способів буріння гірничих порід, що мають свої галузі розповсюдження і не можуть замінити один іншим, а саме (рис. 1.1):

- механічні;
- термічний.

До існуючих різновидів механічного способу буріння відносяться:

- обертальний (рис. 1.1а) – до бурильного інструменту прикладаються значні величини осевого зусилля та крутного (обертального) моменту (рис. 1.2) [6].
Спосіб застосовується переважно для буріння у неабразивних породах з коефіцієнтом міцності до $f = 8$ за шкалою проф. М.М. Протод'яконова (крива 1 на рис. 1.3) [6]. До цього способу формально можна віднести й шарошковий (рис. 1.1г),

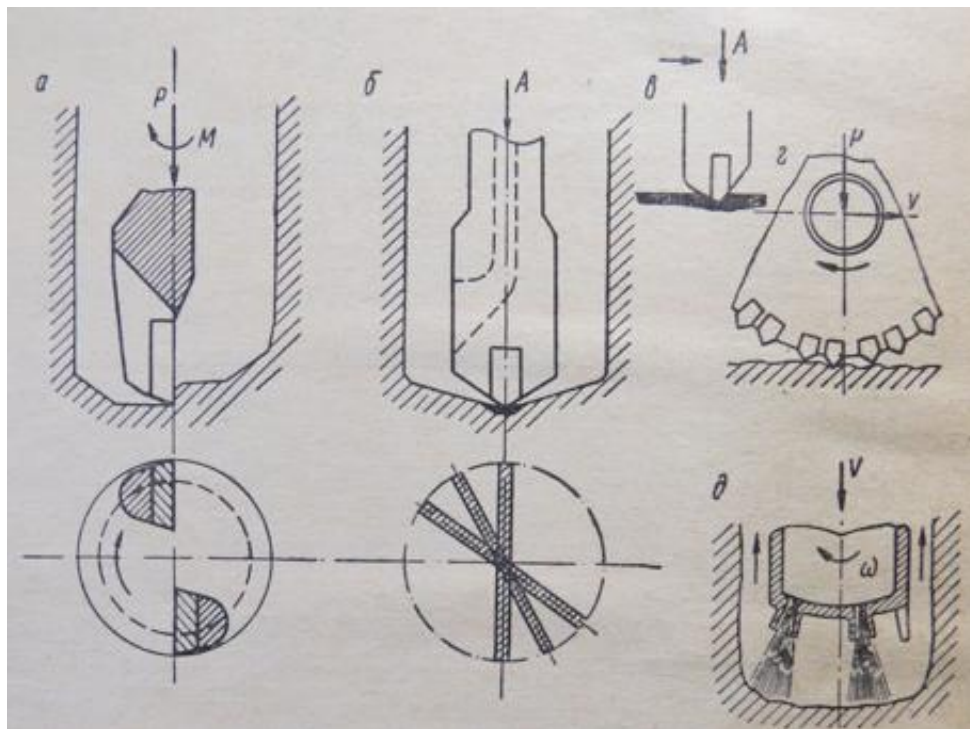


Рисунок 1.1 – Схеми різних способів буріння гірничих порід:
а – обертальний; б – ударний (ударно-поворотний); в – комбінований ударно-обертальний або обертально-ударний; г – шарошковий; д – термічний

при якому знову ж таки під дією потужних значень осьового зусилля та крутного моменту руйнування породи відбувається за рахунок перекочування по забою шарошкового долота з різцевими сталевими або твердосплавними робочими елементами. Проте такий режим роботи неминуче супроводжується виникненням численних ударних зіткнень цих елементів з породою, що суттєво підвищує ефективність її руйнування. За рахунок цього шарошкове буріння може використовуватися практично за будь-якої міцності гірничої породи ($f = 20$), що робить цей спосіб буріння абсолютно унікальним і самостійним;

- ударний (або ударно-поворотний) (рис. 1.1б) – до бурового інструменту прикладаються невеликі осьове зусилля та крутний момент. Головна увага приділяється потужному ударному впливу на його хвостовик, а обертання інструменту здійснюється періодично – на декілька градусів після кожного удару. Цей спосіб буріння можна вважати найбільш ефективним для абразивних порід будь-якої міцності (крива 3 на рис. 1.3). Перевагою цього способу буріння є також найменше питоме зношення бурового інструменту внаслідок малих значень осьового зусилля його підтискання до забою;

- комбінований ударно-обертальний або обертально-ударний (рис. 1.1в) – процес буріння здійснюється притиснутим до забою безупинно обертовим буровим інструментом, по якому наносяться удари. У першому варіанті більше значення має ударний вплив на буровий інструмент і менше – крутний момент і осьове зусилля, а в другому – навпаки, удар менший, але більш значні величини крутного моменту та осьового зусилля (див. рис. 1.2). Такі способи буріння доцільно використовувати тоді, коли міцність порід сягає 20 у першому випадку і 15 – у другому (крива 2 на рис. 1.3).

Термічне буріння (рис. 1.1д) здійснюється спеціальними верстатами, із сопла пальника яких із надзвуковою швидкістю виходять на забій свердловини продукти згоряння з температурою 2500-3000°C. Гірнична порода під дією інтенсивного нагріву розтріскується і під механічним впливом газових струменів руйнується. Такий тип буріння використовується для тугоплавких крем'янистих порід з низькою теплопровідністю, які розтріскуються до початку їх плавлення.

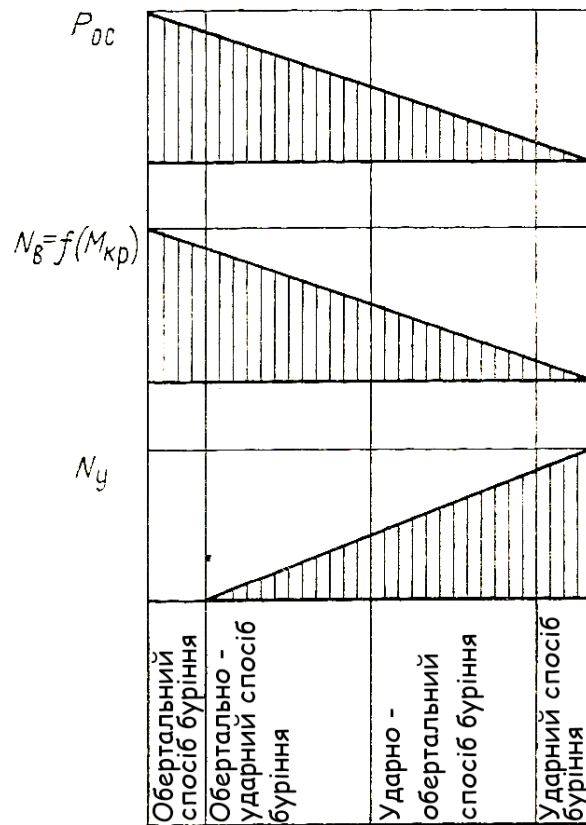


Рисунок 1.2 – Відносні значення осевого зусилля, обертальної і ударної потужності для різних способів буріння

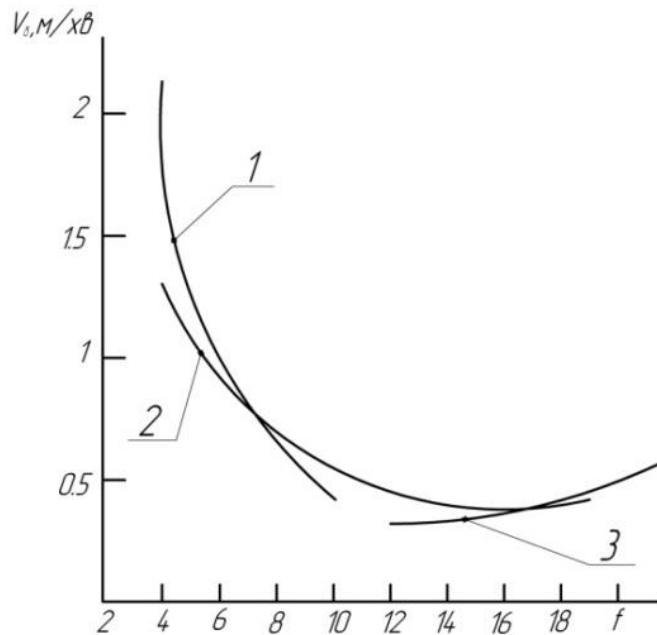


Рисунок 1.3 – Залежність швидкості буріння v від коефіцієнту міцності f порід для різних способів буріння: 1 – обертальне; 2 – ударно-обертальне та обертально-ударне; 3 – ударне

1.2 Механічне обладнання для буріння шпурів

Сучасне бурильне обладнання надзвичайно різноманітне як за типом дії та конструктивному виконанні, так і за призначенням та особливостями використання в залежності від умов експлуатації.

Якщо говорити про буріння шпурів невеликих діаметрів і глибини, то для такої операції використовують свердла обертального типу (ручні і колонкові) та перфоратори (насамперед, переносного та телескопного типів). Перші підходять лише для роботи у породах невисокої міцності, але для умов видобутку блоків твердої мінеральної сировини, про які йде мова у даній роботі, потрібні конструкції ударної дії, тобто перфоратори.

Перфоратори під час роботи можуть утримуватися руками (україй небажаний варіант через високу втомлюваність бурильника, шкідливий вплив вібрації на його здоров'я та знижену продуктивність праці) або встановлюватися на спеціальних підтримувальних пристроях (наприклад, на кшталт переносних установок УПБ-1А, що використовуються у підземних умовах – рис. 1.4) [10].

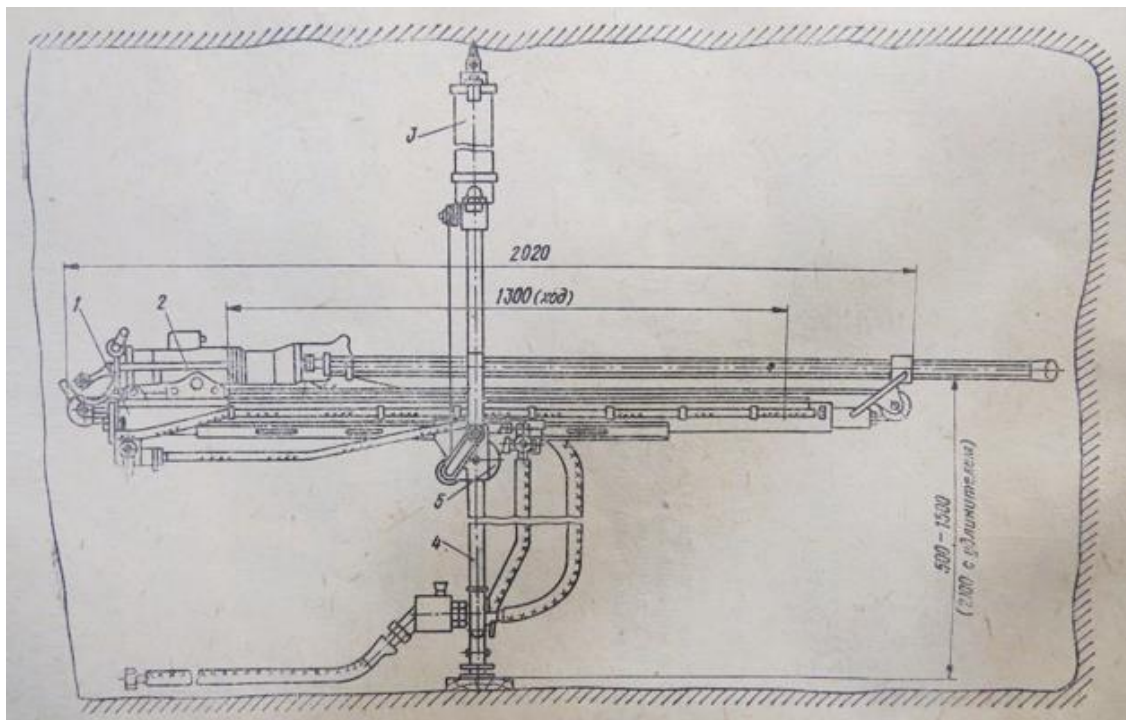


Рисунок 1.4 – Переносна бурильна установка УПБ-1А у забої:

- 1 – пристрій подавальний; 2 – машина бурильна;
- 3 – домкрат пневматичний; 4 – колонка

Як буде зауважено нижче, у розділі 2, бурильна установка для рядкового буріння повинна проходити шпури діаметром 40 мм і глибиною до 2 м у породах з коефіцієнтом міцності $f = 6-20$ за шкалою проф. М.М. Протод'яконова. Для таких умов роботи цілком підходять пневматичні перфоратори переносного та телескопного типів (ПП і ПТ), бурильна головка яких має приблизно однакову конструкцію із залежним механізмом повороту буру.

Переносний перфоратор зазвичай складається з наступних вузлів: ударно-поворотного механізму, повітророзподільного пристрою, крану керування, буротримача, примивального пристрою, рукояток з віброізоляцією, автоматичної масельнички та глушника шуму вихлопу.

На рис. 1.5 показані принципова схема переносного перфоратора (а) та схема перфоратора ПП50В1 (б), а у табл. 1.1 приведені технічні характеристики перфораторів ПП і ПТ [10].

Особливістю роботи бурильних установок для проходки шпурів, що призначені для вибухового відокремлення кам'яного блоку певної величини від скельного масиву, є необхідність буріння шпурів, розташованих у лінію (рядкових шпурів). Бажано забезпечувати проходку цілого рядку з однієї установки пристрою.

Провідними закордонними фірмами, що розробляють та впроваджують установки рядкового буріння шпурів, є «Benetti Macchine» (Італія), «Shenyang Pneumatic Tools Plant» (КНР) та «SIG» (Швейцарія). До кращих зразків такої техніки можна віднести установки ТВ610 італійської фірми та FJ300.2 китайської.

2 ЗАГАЛЬНИЙ ОПИС КОНСТРУКЦІЇ БАЗОВОЇ УСТАНОВКИ

Опис та аналіз конструкції установки рядкового буріння шпурів зроблено з використанням [12-14].

2.1 Призначення виробу

Установка рядкового буріння УСБ1 призначена для буріння вертикальних і горизонтальних шпурів діаметром 40 мм і глибиною до 2 м (з використанням бурової штанги довжиною 2400 мм) під час видобутку мінеральних блоків у відкритих кар'єрах, безпечних у відношенні газу і пилу, по породах з коефіцієнтом міцності $f = 6-20$ за шкалою проф. М.М. Протод'яконова в умовах помірного клімату, при температурі навколишнього середовища від $+3$ до $+40^{\circ}\text{C}$ (категорія розміщення I за ГОСТ 15150).

Режим роботи установки – повторно-переривчастий протягом зміни. Максимальне число робочих днів у році – 305, число змін на добу – 1, тривалість робочої зміни – 6-7 годин.

2.2 Технічні дані установки

Основні показники призначення та надійності установки УСБ1 приведені у табл. 2.1.

2.3 Вимоги до конструкції установки

2.3.1 Експлуатаційні вимоги

Під час роботи установка УСБ1 повинна забезпечувати:

- виконання вертикального (у ґрунт) та горизонтального буріння шпурів;
- дистанційне керування процесом буріння з пульта керування;
- промивання та продування шпурів.

Таблиця 2.1 – Технічні характеристики установки рядкового буріння УСБ1

Найменування та розмірність показників	Значення
Показники призначення	
Технічна швидкість буріння, м/хв.	0,4
Хід подачі бурильної головки, мм	2120±20
Довжина рядку шпурів без переустановки, м, не менше	2,5
Діаметр коронки, мм	40
Максимальне зусилля подачі, Н, не менше	1650
Витрата промивальної рідини при тиску 0,5 МПа, л/хв., не менше	6
Габаритні розміри у транспортному положенні, мм, не більше:	
висота	3300
ширина	1300
довжина	3300
Маса, кг, не більше	400
Показники надійності	
Повний 80% ресурс установки (крім бурильної головки), годин, не менше	3000
Середнє напрацювання на відмову, годин, не менше	40
Середній час відновлення, годин, не більше	0,5
Показники технологічності	
Питома маса, кг·хв./м	1000
Питома витрата повітря під час буріння, м ³ /м	15,5
Показники ергономічності	
Еквівалентний рівень звуку на робочому місці (при використанні індивідуальних засобів захисту), дБА, не більше	80*
Концентрація шкідливих речовин у повітрі робочої зони, мг/м ³ , не більше:	
аерозоль масляний	5,0
пил	2,0

*Примітка: при сумарному 3-х годинному часі буріння

Установка під час буріння має забезпечувати під час буріння роботу з номінальними параметрами при номінальному тиску стисненого повітря у місці приєднання до установки 0,6 МПа.

Переміщення робочих органів (бурильної машини, каретки по балці) у межах повної величини ходу повинні відбуватися без ривків та заїдань.

Витоки стисненого повітря і води в усіх видах з'єднань не допускаються, за винятком випадків, обумовлених конструкторською документацією на комплектувальні вироби.

2.3.2 Вимоги безпеки, охорони праці та навколишнього середовища

З точки зору безпеки, охорони праці та довкілля установка повинна відповідати вимогам ГОСТ 12.2.003, ГОСТ 12.2.106, та [14,15].

Для зниження рівнів шкідливих факторів виробничого середовища, а також забезпечення безпеки під час експлуатації на установці мають бути передбачені:

- глушник шуму у бурильній головці;
- система мокрому пилопригнічення з подачею у шпур промивальної рідини в обсязі не менше 6 л/хв. при тиску у водяній системі не менше 0,5 МПа;
- пневмопривод, що відповідає вимогам ГОСТ 12.2.101.

Середні квадратичні значення локальної віброшвидкості в октавних смугах частот на органах керування мають задовольняти вимогам ГОСТ 12.1.012.

Еквівалентний рівень звуку на робочому місці оператора при використанні індивідуальних засобів захисту від шуму (навушники гр. А за ГОСТ 12.4.051) повинні відповідати вимогам ГОСТ 12.1.003 і не перевищувати величини, вказаної у табл. 2.1.

Рівні звукової потужності в октавних смугах частот не повинні перевищувати значень, приведених у табл. 2.2.

Таблиця 2.2 – Рівні звукової потужності установки в октавних смугах частот

Середньгеометричні частоти октавних смуг, Гц	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Рівні звукової потужності, дБ, не більше	113	119	121	117	118	120	124	124

Концентрація шкідливих речовин у повітрі робочої зони установки має відповідати вимогам ГОСТ 12.1.005 і не повинна перевищувати величин, вказаних у табл. 2.1.

Допустиме значення масляного аерозолію повинно забезпечуватися регулюванням системи змащення.

2.3.3 Ергономічні вимоги

Вимоги до робочого місця та органів керування мають відповідати ГОСТ 12.2.106.

Вимоги до значень зусиль, що прикладаються до рукояток керування – за ГОСТ 21753.

Лакофарбові покриття пристрою мають відповідати вимогам РД24.982.10. Фарбування установки у сигнальні кольори – за ГОСТ 12.4.026.

2.4 Маркування та упаковка виробу

На бічній стінці установки має бути прикріплена табличка, виконана за ГОСТ 12971 згідно з вимогами ГОСТ 12969, яка повинна містити наступну інформацію:

- товарний знак або найменування заводу-виготовлювача;
- найменуванні та умовне позначення установки;
- порядковий номер установки за системою нумерації підприємства-виготовлювача;
- рік і місяць випуску;
- позначення технічних умов.

Маркування має бути нанесено ударним чи іншим способом, що забезпечує чіткість надписів протягом усього періоду служби установки.

Установка, запасні частини, інструмент та приналежності повинні бути законсервовані згідно з ГОСТ 9.014. Група виробу П-1, варіант тимчасового захисту ВЗ-4, варіант внутрішньої упаковки ВУ-9, термін захисту без повторної консервації для умов зберігання і транспортування ОЖ2 – один рік. Засоби тимчасового захисту за ГОСТ 9.014, розділ 5. Внутрішні поверхні установки розконсервації не підлягають. Розконсервація зовнішніх поверхонь установки і запасних

частин – за ГОСТ 9.014, розділ 8.

Перед пакуванням усі відкриті отвори трубопроводів і рукавів, а також місця їх приєднання повинні бути закриті заглушками, пробками або липкою стрічкою. Допускається обгортання рукавів у два шари поліетиленовою стрічкою за ГОСТ 10354 товщиною не менше 0,1 мм та обв'язування шпагатом за ГОСТ 17308.

Установка, запасні частини, інструмент і приналежності мають бути запаковані згідно з вимогами РД24.070.39 у шухляду, виконану за ГОСТ 10198, тип шухляди П-1. Внутрішня частина шухляди повинна бути вкрита пергаментом покривельним за ГОСТ 2692. Категорія упаковки – КУ2 за ГОСТ 23170.

Технічна та товаросупроводжувальна документація на установку пакуються у пакет з поліетиленової плівки за ГОСТ 10354 товщиною не менше 0,1 мм або двохшарового водонепроникного пакувального паперу ДБ1000 за ГОСТ 8828 та укладаються у шухляду з установкою.

2.5 Склад, загальна будова та принцип дії установки

У комплект поставки установки входять:

- установка у зборі;
- запасні частини, інструмент та приналежності згідно з відомістю ЗІП – УСБ1.00.0000 ЗІ;
- експлуатаційні документи згідно з відомістю експлуатаційних документів – УСБ1.00.0000 ЕД.

Установка для рядкового буріння шпурів УСБ1 складається з головки бурильної 4, подавального пристрою 2, станини 1, пилоуловлювача 3, цанг 5 та комунікації з магістральною фільтр-автомасельничкою (рис. 2.1). До складу станини входять два стояки з опорами, балка з кареткою, пульт керування установкою.

Під дією стисненого повітря поршень-ударник бурильної головки за рахунок повітряного розподільного пристрою здійснює зворотно-поступальний рух. У кінці прямого ходу він наносить удар по хвостовику бурової штанги з коронкою.

Під час зворотного ходу за допомогою поворотного гвинта та храпового механізму поршень повертає муфту та бурову штангу з коронкою. Докладніше принцип дії установки викладений нижче, у розділі 2.

Конструкція установки забезпечує переміщення каретки з бурильною машиною уздовж балки, змінення положення бурильної машини для виконання вертикальних або горизонтальних шпурів.

3 АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЇ БУРИЛЬНОЇ УСТАНОВКИ

3.1 Аналіз конструктивних особливостей основних вузлів пристрою

3.1.1 Бурильна головка

Бурильна головка (рис. 3.1) відноситься до класу перфраторів із залежним обертанням бурового інструменту (наприклад, переносного типу ПР) і складається з пневматичного розподільника 1, ударника 2 і патрону 5, які з'єднані між собою болтами 3 за допомогою ковпачкових гайок 4, а також фільтру-автомасельнички 6 типу ФАМ2.

Пневматичний розподільник бурильної головки служить для подачі стисненого повітря до повітророзподільного пристрою ударника, а також для подачі

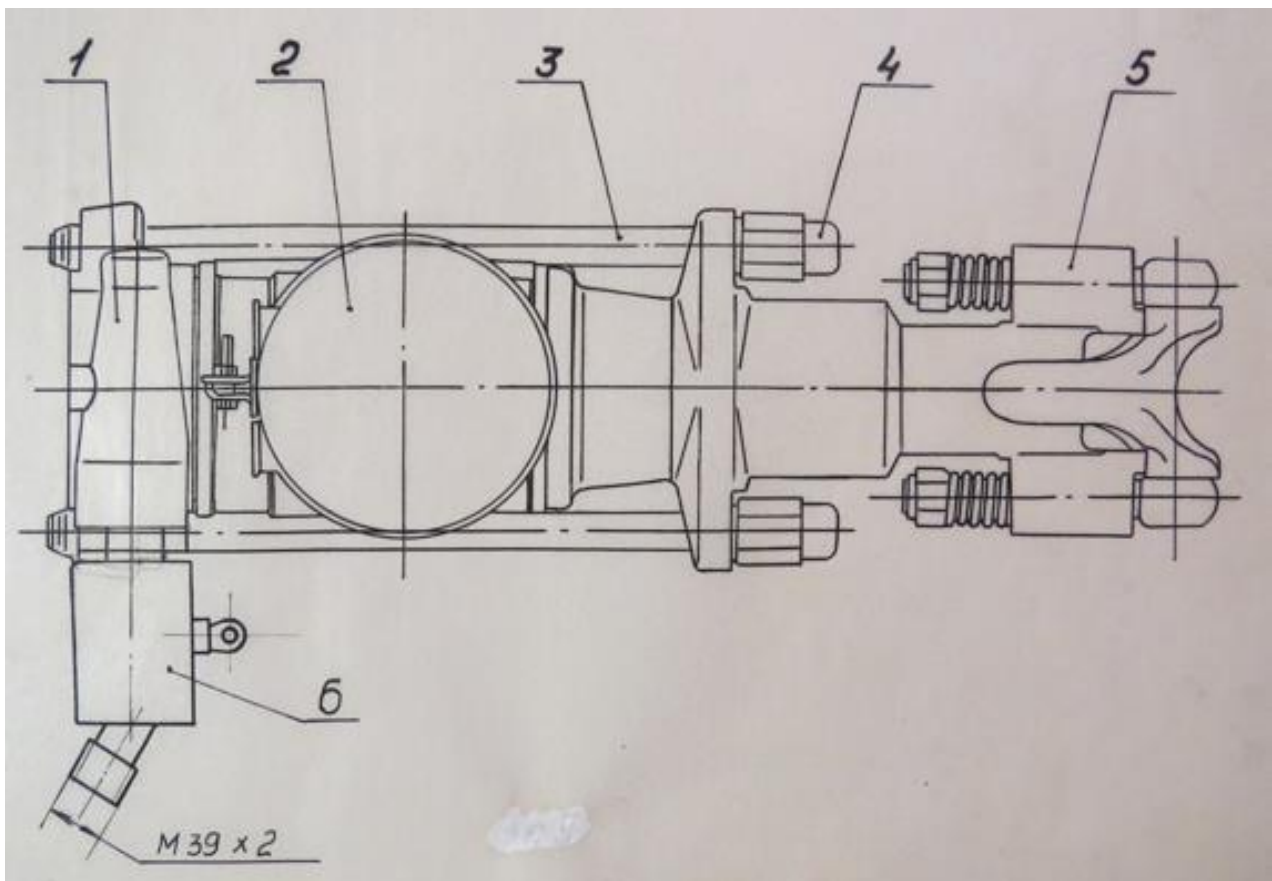


Рисунок 3.1 – Головка бурильна:

- 1 – розподільник пневматичний; 2 – ударник; 3 – болт стяжний;
- 4 – гайка ковпачкова; 5 – патрон; 6 – фільтр-автомасельничка ФАМ2

повітря у продувну трубку, що забезпечує посилену продувку шпуру.

Ударник призначений для утворення та передачі на буровий інструмент ударних імпульсів та крутного моменту.

Патрон служить для передачі крутного моменту від ударника до бурового інструменту, а також для утримання останнього у бурильній головці.

У цілому бурильна головка представляє собою ударно-поворотний механізм з клапанним розподіленням повітря. Технічна характеристика юрильної головки приведена у табл. 3.1.

На рис. 3.2 показана схема пневматичного розподільника. У головці 3 розподільника виконана система каналів, призначених для спрямування потоку стисненого повітря у клапанний механізм повітродозподільного пристрою ударника через кільцеву проточку «а». Крім того, тут розміщений продувний пристрій, що складається з пробки 1, фіксуєчого мідного кільця 2, ущільнення 4, продувної трубки 6 ступінчастого перетину та ущільнювального кільця 5. Повітря з магістралі через порожнину «в» поступає у канал «б» і далі через кільцеву

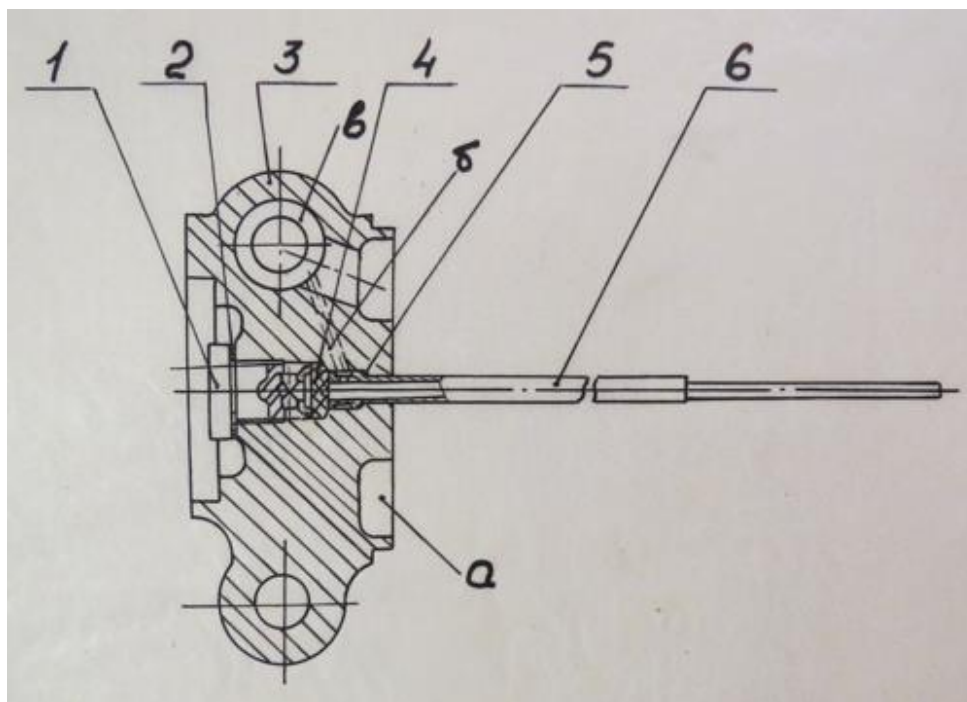


Рисунок 3.2 – Розподільник пневматичний:
1 – пробка; 2 – кільце фіксуєче; 3 – головка; 4 – ущільнення;
5 – кільце ущільнювальне; 6 – трубка продувна

Таблиця 3.1 – Технічна характеристика бурильної головки установки УСБ1

Показники	Значення
Номінальна частота обертання бурової штанги під час буріння, с ⁻¹	2,5
Крутний момент при частоті обертання штанги, с ⁻¹ , Н·м	32,3
Потужність, кВт	4,0
Номінальний тиск стисненого повітря, МПа, не менше	0,5
Витрата повітря, м ³ /с	0,09
Внутрішній діаметр рукава підведення стисненого повітря, мм	25
Відстань від центру штанги до верхньої точки бурильної головки, мм	132
Габаритні розміри, мм:	
довжина	560
ширина	178
висота	235
Маса, кг	32

порожнину, утворену головкою продувної трубки, спочатку у центральний отвір продувної трубки, а потім у бурову штангу і шпур для очищення останнього від бурового шламу.

Для буріння шпурів з промиванням пневматичний розподільник постачений водопромивним пристроєм (рис. 3.3). У цьому випадку він зберігає окремі деталі конструкції на рис. 3.2 (пробку 1, фіксує мідне кільце 2, головку 3, ущільнювальне кільце 5 та трубку продувну 6) і додатково комплектується новими: муфтою водопровідною 4 та трубкою водяною 7. Промивна вода потрапляє у канал «А» і далі по трубці 7 спрямовується у центральний отвір штанги і шпур для вимивання з нього бурового шламу.

Ударник (рис. 3.4) має з переднього боку циліндру 5 напрямну втулку 7 з отворами для подачі мастила у патрон та кільцевою проточкою для накопичення мастила для забезпечення потрібного режиму змащення тертьових поверхонь контакту поршня з напрямною втулкою. Із заднього боку циліндру розташований клапанний механізм повітророзподільного пристрою, який складається із втулки клапану 12, корпусу коробки клапану 11, самого клапану 10 та його кри-

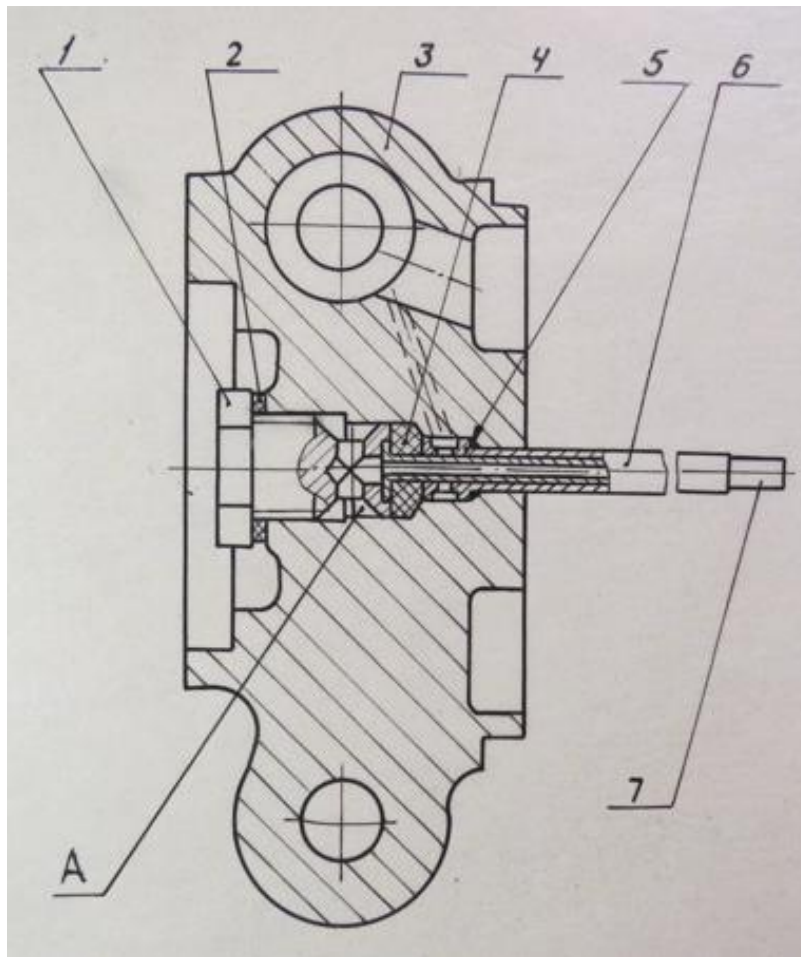


Рисунок 3.3 – Пневматичний розподільник з промивним пристроєм:
 1 – пробка; 2 – кільце фіксуюче; 3 – головка; 4 – муфта водопровідна;
 5 – кільце ущільнювальне; 6 – трубка продувна; 7 – трубка водяна

шки 9, а також храповий механізм у складі храпового кільця 13, чотирьох крилаток 14 з пружинками 15, поворотного гвинта 16 та шпонки 17. Остання служить для суміщення отворів храпового кільця, втулки клапану і корпусу коробки клапану, через які повітря поступає у кільцеву проточку кришки клапану 9, а також для запобігання можливості провертання цих деталей відносно циліндру 5.

Всередині циліндру 5 розміщений поршень-ударник 6 з поворотною гайкою 8, яка своїми гелікоїдальними пазами входить у зачеплення з поворотним гвинтом 16.

До циліндру за допомогою хомути 3, болта 1 і гайки 2 кріпиться насадка 4, призначена для зниження підвищеного шуму вихлопу під час роботи бурильної головки.

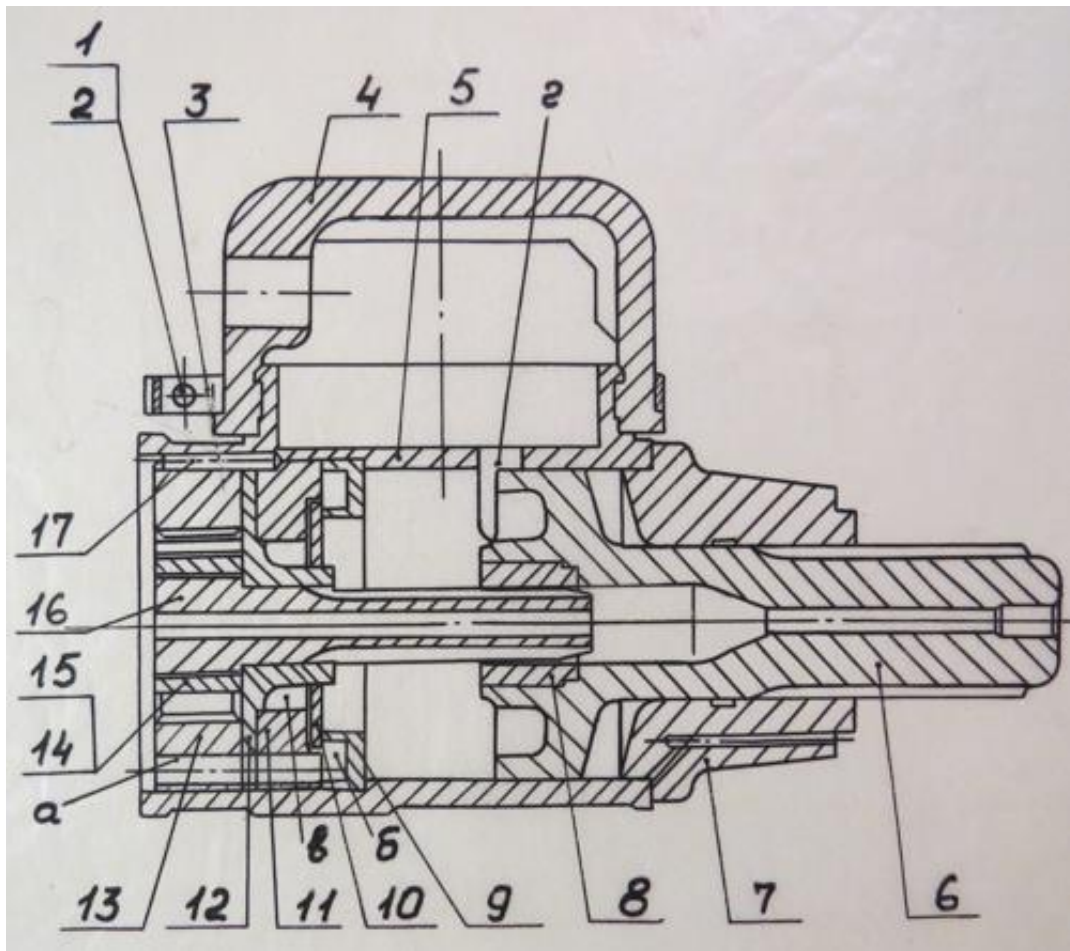


Рисунок 3.4 – Ударник:

- 1 – болт; 2 – гайка; 3 – хомут; 4 – насадка; 5 – циліндр; 6 – поршень-ударник;
 7 – втулка напрямна; 8 – гайка поворотна; 9 – кришка клапану; 10 – клапан;
 11 – корпус коробки клапану; 12 – втулка клапану; 13 – кільце храпове;
 14 – крилатка; 15 – пружинка; 16 – гвинт поворотний; 17 – шпонка

Початковий запуск бурильної головки відбувається наступним чином. Стиснене повітря через отвори «а» проходить у кільцевий простір «б», потім через радіальний і торцевий щілинний зазор між клапаном 10 і корпусом коробки клапану 11 воно потрапляє у простір «в», а далі через радіальні бічні отвори у корпусі коробки клапану, бічні канали у циліндрі – у передню камеру циліндру 5. Під тиском стисненого повітря поршень 6 починає рухатися назад, перекриває вихлопне вікно «г» і починає стискати відсічене у задній камері циліндру повітря, яке у процесі стискання буде тиснути на клапан 10. Під час подальшого руху поршень відкриє вихлопне вікно і поєднає передню камеру циліндру з атмосферою.

Тиск у передній камері почне падати, в наслідок цього почне падати тиск у порожнині «в», що пов'язана бічними каналами у циліндрі з передньою камерою. Це, у свою чергу, викличе зниження тиску на клапан 10 з боку порожнини «в». Під дією більшого тиску у задній камері циліндру клапан перейде у крайнє ліве положення. Стиснене повітря по торцевому щілинному зазору між клапаном і кришкою клапану пройде у задню камеру циліндру. Почнеться прямий (робочий) хід поршня.

Під час цього руху поршень перекриє вихлопне вікно «г» і почне стискати повітря, що залишилося у передній камері циліндру. Це примусить повітря перейти по бічним каналам циліндру у кільцеву порожнину «в» і натиснути на задній бік клапану. При подальшому русі поршень відкриє вихлопне вікно і з'єднає задню камеру циліндру з атмосферою. Тиск у цій частині циліндру, а, значить, і тиск на передній бік клапану різко впаде, завдяки чому останній перекинеться у крайнє переднє положення.

Тепер утвориться зазор між лівим боком клапану і корпусом коробки клапану, по якому стиснене повітря з кільцевої порожнини «б» потрапить у порожнину «в», а звідси по бічним каналам – у передню камеру циліндру, примушуючи поршень рухатися назад, тобто здійснювати зворотний хід.

Хід клапану складає усього 0,5-1 мм, тому процес його перекидання з одного положення у протилежне відбувається майже миттєво, завдяки чому втрати стисненого повітря дуже незначні.

На рис. 3.5 показана схема патрону бурильної головки. Він разом з буротримачем примикає безпосередньо до напрямної втулки ударника. Патрон складається зі ствола 1, всередині якого розміщені поворотна букса 2 і гранбукса 3, що сполучаються між собою за допомогою торцевих кулачків. У шестигранний отвір А гранбуksi вставляється хвостовик бурової штанги. На кінці ствола змонтований пристрій для утримання бурової штанги від випадіння з отвору гранбуksi. Він складається з відкидного буротримача 6, закріпленого у головках костилів 7, які навантажені пружинами 5 і зафіксовані гайками 4 з капроновими вставками для запобігання самовідгвинчування останніх.

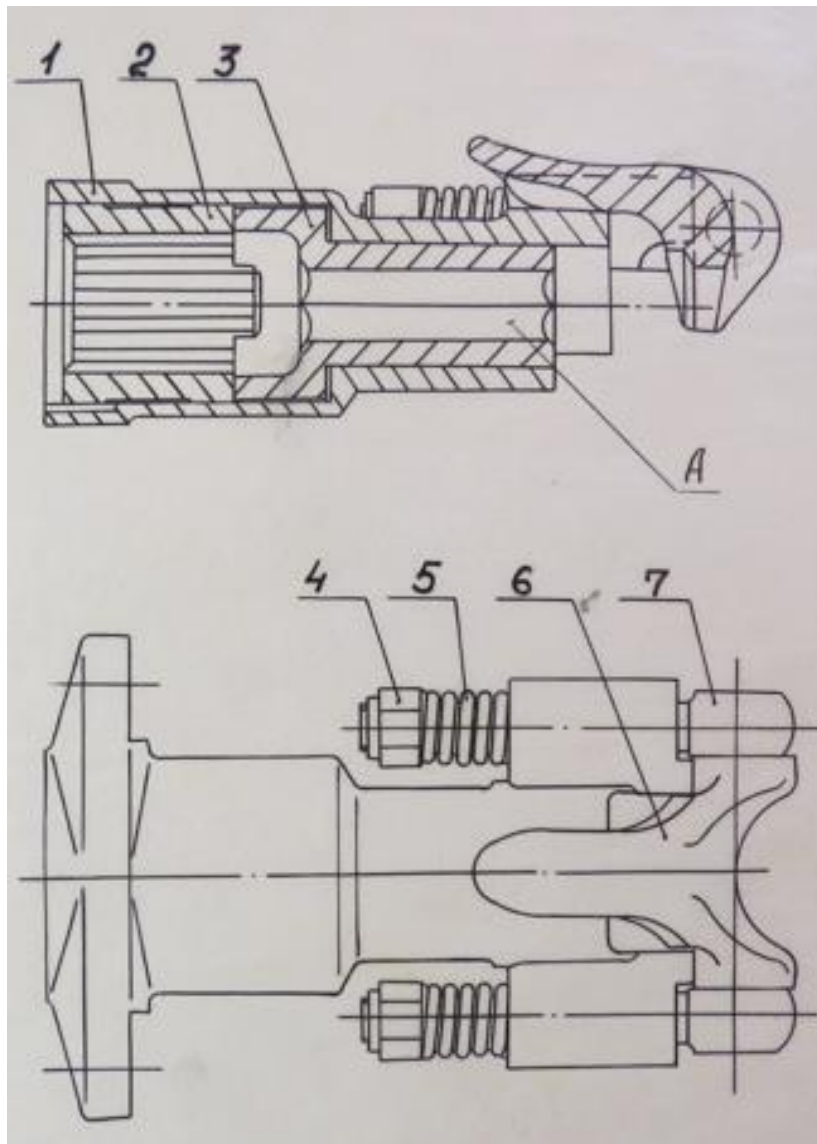


Рисунок 3.5 – Патрон:

1 – ствол; 2 – букса поворотна; 3 – гранбукса; 4 – гайка;
5 – пружина; 6 – буротримач відкидний; 7 – костиль

Бурильна головка працює наступним чином. Поршень-ударник під дією стисненого повітря, що почергово поступає то з одного, то з іншого боку його головки, здійснює зворотно-поступальний рух всередині циліндру. У кінці робочого ходу поршень-ударник наносить удар по торцю хвостовика бурової штанги (рис. 3.6), загальна довжина якої складає 2400 мм. Змінення напрямку подачі стисненого повітря відбувається автоматично за допомогою клапану.

Зворотно-поступальний рух поршня-ударника за допомогою поворотної гайки та поворотного гвинта перетворюється в обертальний рух, який через по-

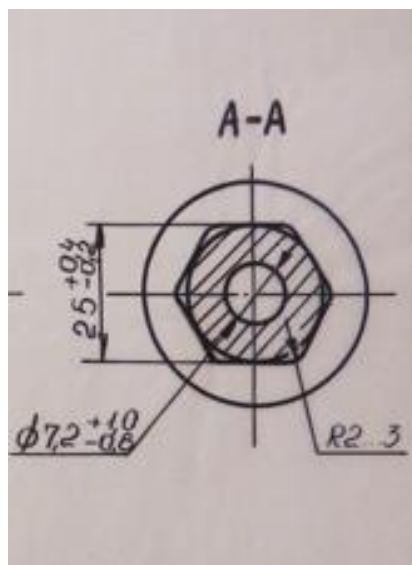
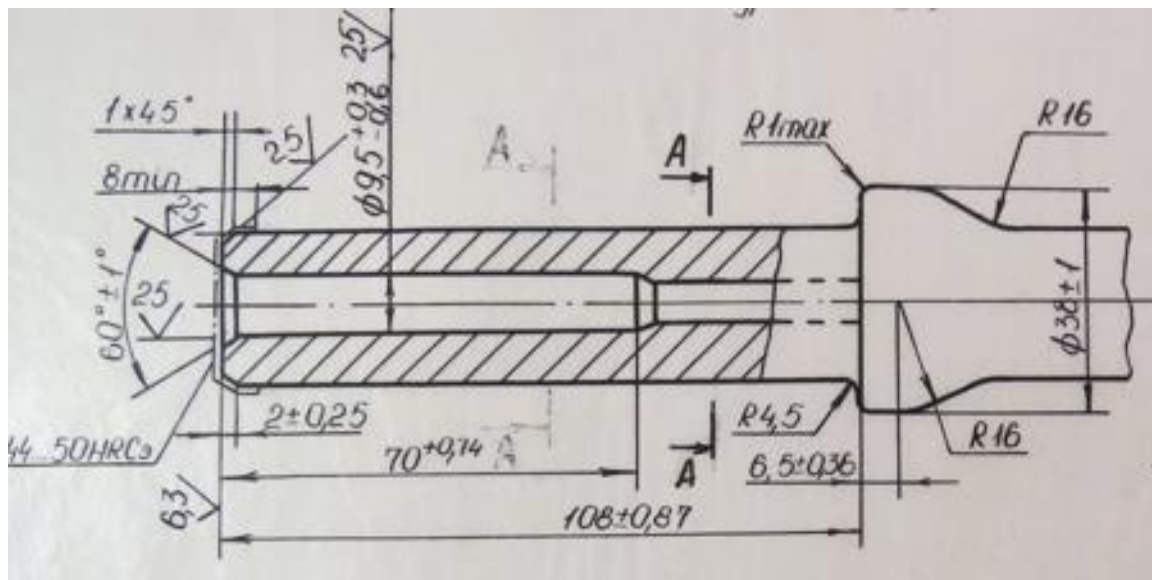


Рисунок 3.6 – Хвостовик бурової штанги

воротну буксу і гранбуксу, що поєднані між собою кулачками, передається на бурову штангу.

Обертання бурового інструменту відбувається наступним чином. Гелікоїдальні шліці поворотного гвинта входять у відповідні пази поворотної гелікоїдальної гайки, яка з'єднана з поршнем за допомогою різьби. У свою чергу, поршень прямолінійним шліцами входить у пази поворотної букси, яка за допомогою кулачків з'єднується з гранбуксою. У шестигранний отвір гранбукси вставляється хвостовик бурової штанги. Крилатки храпового механізму дозволяють обертання поворотного гвинта лише проти годинникової стрілки.

Під час робочого ходу поршня-ударника поворотна гайка рухається разом з ним вперед і тисне своїми косими виступами на шліці поворотного гвинта, примушуючи його обертатися проти годинникової стрілки. Крилатки при цьому проковзують по зубцях храпового кільця і не перешкоджають повороту гвинта.

Після нанесення удару поршень-ударник починає свій зворотний хід. Поворотна гайка за допомогою косих виступів намагається обертати поворотний гвинт за годинниковою стрілкою, але цьому перешкоджають крилатки, які спираються своїми торцями у зубці храпового кільця. В результаті починає обертатися сам поршень і за допомогою шліців обертає поворотну буксу і поєднану з нею гранбуксу разом з буровою штангою.

Оскільки крилатки і храпове кільце виконані симетричними, то у разі зношення однієї робочої поверхні цих деталей їх можна розвертати на 180° для експлуатації протилежної поверхні. Таким чином вдається суттєво підвищити термін служби цих конструктивних елементів.

Головка поворотного гвинта, що має спеціальні гнізда і розташовані в них крилатки, розміщується всередині храпового кільця, до зубців якого за допомогою конічних пружинок притискаються крилатки.

Змащення бурильної головки здійснюється у постійному режимі під час її роботи шляхом подачі розпиленого масла з магістральної фільтр-автомасельнички типу ФАМ2 разом із стисненим повітрям. Масло повинно бути чистим та зневодненим. Змащення бурильної головки вважається достатнім, якщо на долоні, розташованій у вихлопного вікна глушника утворюється тонка масляна плівка.

3.1.2 Подавальний пристрій

Подавальний пристрій бурильної головки призначений для її подачі разом з буровим інструментом на забій шпуру під час буріння та вилучення штанги зі шпуру після закінчення процесу буріння.

Подавальний пристрій (рис. 3.7) складається з рами 1, на напрямних якої встановлені полозки 2 на роликах 12 і 13. Полозки служать для установки на них

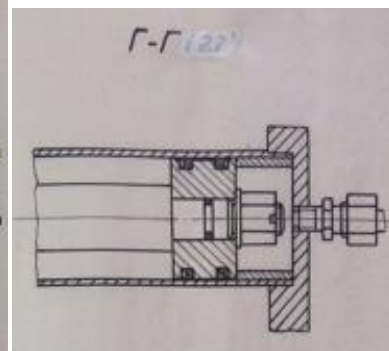
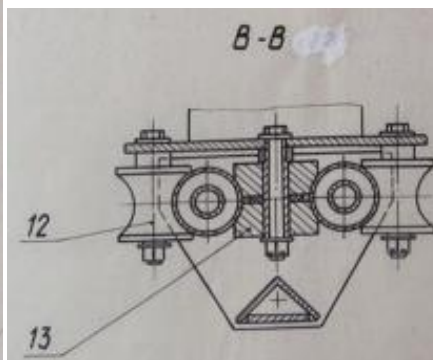
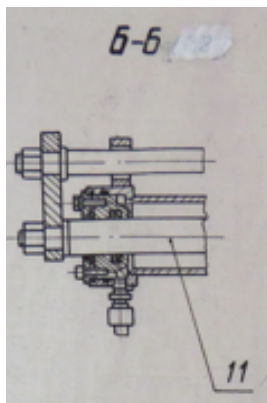
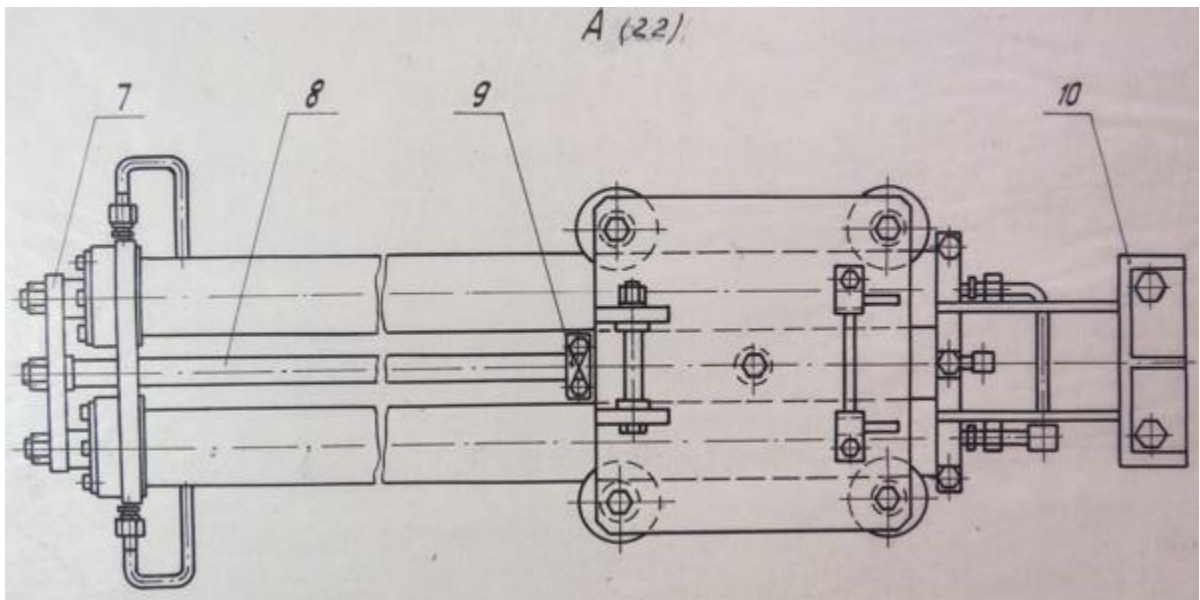
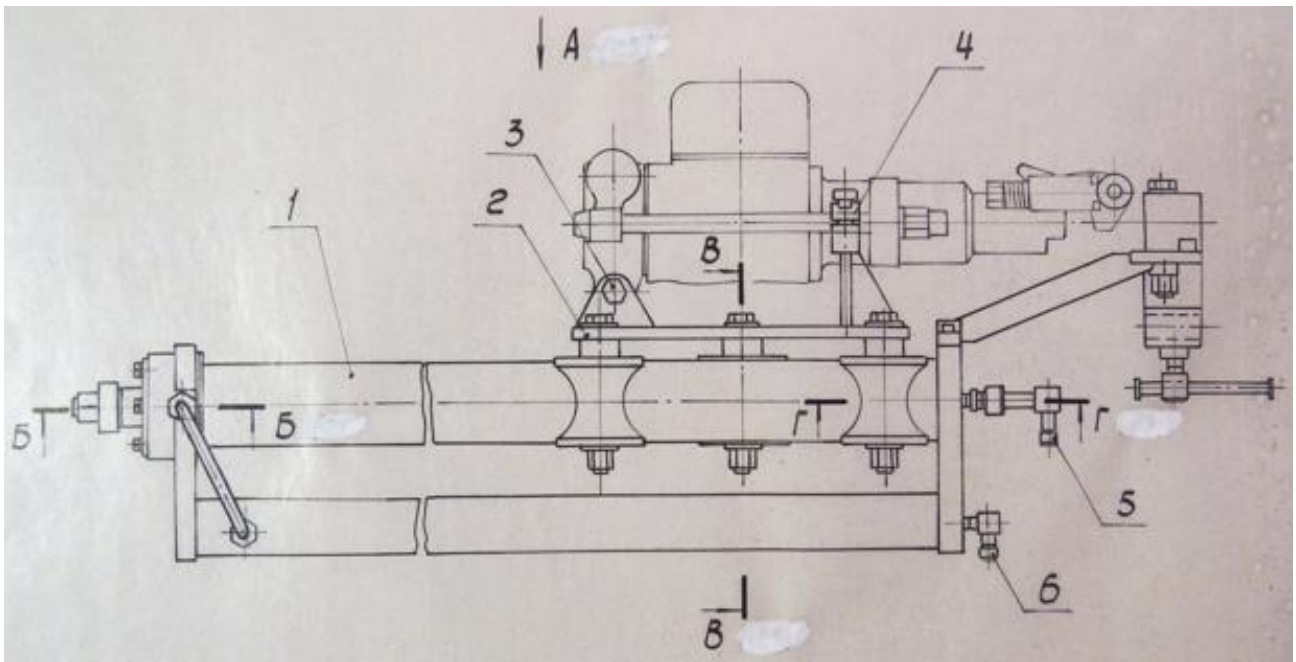


Рисунок 3.7 – Подавальний пристрій:
 1 – рама; 2 – полозки; 3 – вісь; 4 – притискний пристрій; 5, 6 – кутники;
 7, 9 – планки; 8 – тяга; 10 – люнет нерухомий; 11 – шток; 12, 13 – ролики

бурильної головки, яка кріпиться віссю 3 та притискними пристроями 4. Полозки на роликах можуть пересуватися по напрямних рами. Останні одночасно виконують роль корпусу пневмоциліндру. На хвостовиках штоків 11 пневмоциліндрів змонтована планка 7, на якій, у свою чергу, закріплений один кінець тяги 8. Другий кінець тяги сполучений із полозками за допомогою планки 9.

При подачі повітря до кутника 6 воно потрапляє у штокові порожнини пневмоциліндрів, що спричиняє утягування штоків у циліндри. Під час руху штоків разом з планкою 7 і тягою 8 полозки з бурильної головкою насуваються на забій. При подачі повітря до кутника 5 відбувається зворотний хід полозків з бурильною головкою.

Для утримання штанги співвісно осі бурильної головки на подавальному пристрої передбачений нерухомий люнет 10, постачений відкидними сухарями для установки штанги з коронкою.

3.1.3 Станина

Станина призначена для установки на ній подавального пристрою з бурильною головкою та забезпечення можливості буріння вертикального і горизонтального рядків шпурів без перестановки усього пристрою.

Станина (рис. 3.8) складається з двох стояків 1, в обичайках яких змонтовані опори 2, балки 3, каретки 5, приводу переміщення 6 та пульта керування 7. Балка з опорами може провертатися в обичайках стояків у залежності від потрібного положення подавального пристрою (горизонтальне чи вертикальне буріння). Фіксація положення балки здійснюється гвинтами 4.

Встановлена на балці каретка (рис. 3.9) призначена для закріплення подавального пристрою, його поздовжнього переміщення уздовж осі балки під час рядкового буріння та забезпечення у разі необхідності потрібного його нахилу.

Переміщення каретки уздовж поздовжньої осі балки здійснюється на кулях кочення 5, встановлених у корпусі 1 каретки на регульованих упорах 2. Переміщення відбувається наступним чином. Обертання штурвалу 8 приводу передається шестірні 9 (див. рис. 3.8), яка перекочується по зубчастій рейці балки і пере-

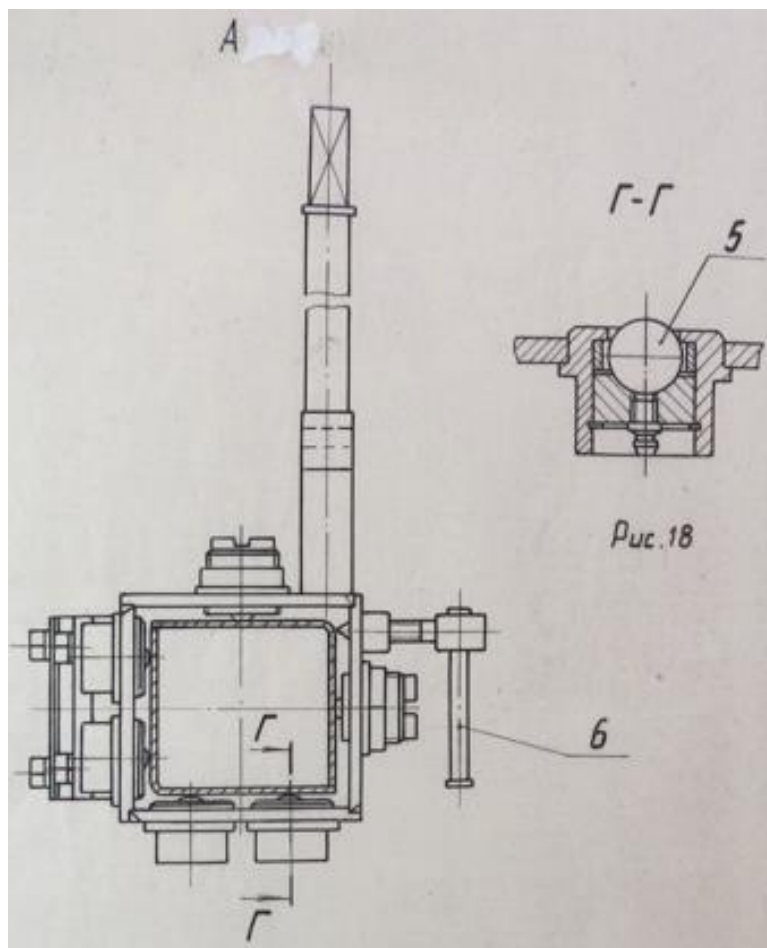
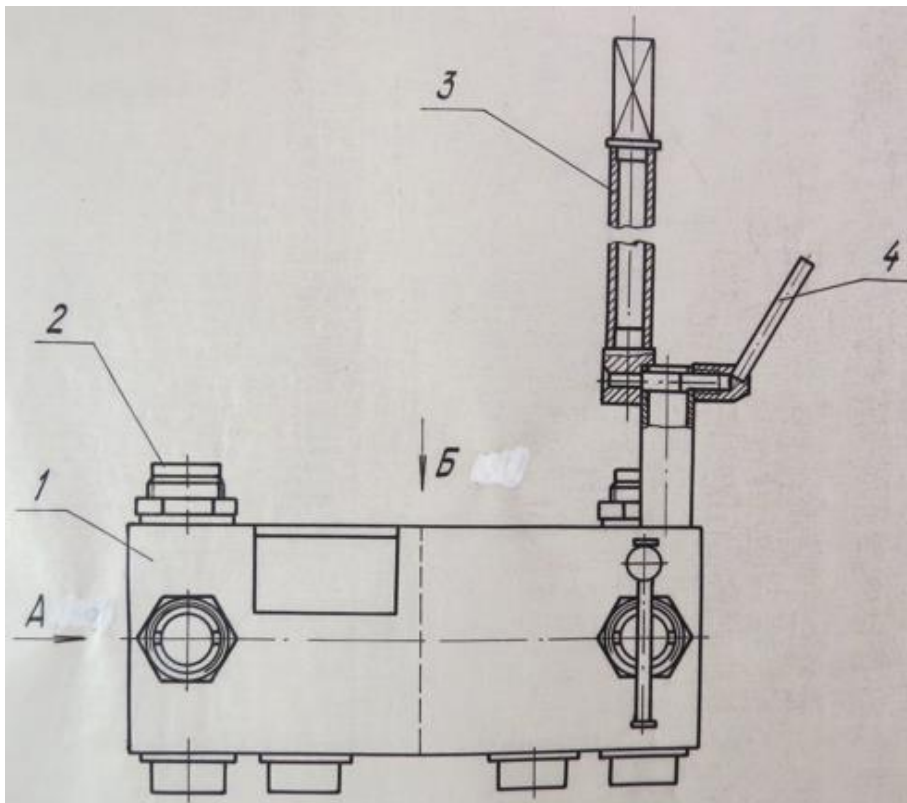


Рис. 18

Рисунок 3.9 – Каретка:
 1 – корпус; 2 – упор; 3 – штатив; 4, 6 – гвинты; 5 – куля

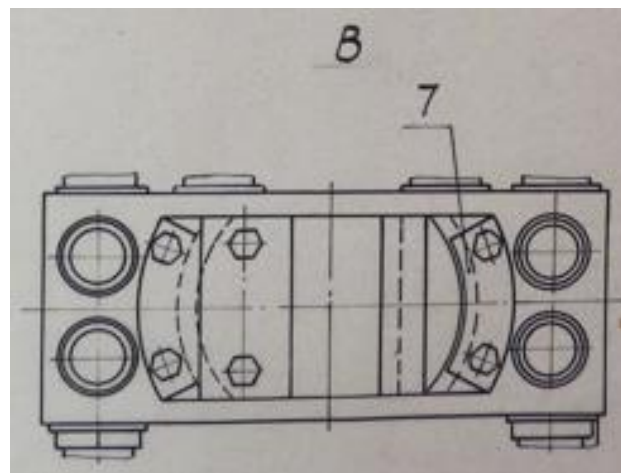
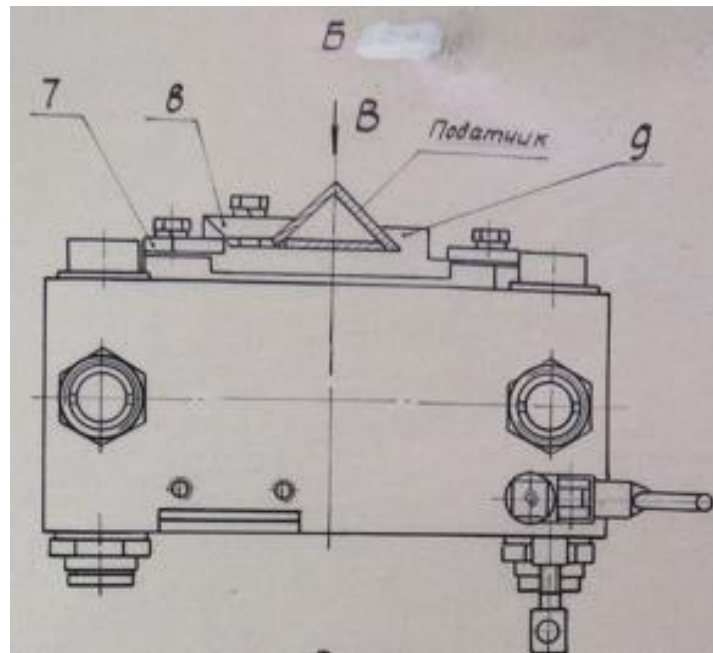


Рисунок 3.9 – Каретка (продовження):
7 – сегмент; 8 – планка; 9 – гніздо

суває каретку. Стопоріння останньої під час буріння здійснюється гвинтом 6 (рис. 3.9). Подавальний пристрій монтується у гнізді 9 каретки і закріплюється планкою 8. Гніздо з подавальним пристроєм встановлюється у заточку у корпусі каретки і кріпиться двома сегментами 7. Заточка допускає установку гнізда з подавальним пристроєм з нахилом відносно вертикалі в обидва боки.

Каретка постачена штативом 3 для кріплення пульта керування. Фіксація положення штативу здійснюється за допомогою гвинта 4.

Пульт керування (рис. 3.10) призначений для дистанційного управління процесом буріння шпурів. Пульт має дві рукоятки керування, зображені на рисун-

ку у нейтральних положеннях. Рукоятка керування подачею 4 має два фіксовані робочі положення (Б – реверс; В – подача), а рукоятка керування бурильною головкою 3 – одне (Д).

Зусилля подачі регулюється редуційним клапаном 2 та контролюється манометром 1.

3.1.4 Пилоуловлювач

Пилоуловлювач (рис. 3.11) призначений для відведення запиленого повітря зі шпуру під час сухого буріння. Перед початком буріння рукав 5 пилоуловлювача має бути притиснутий до ґрунту. Після продувки повітря піднімається по

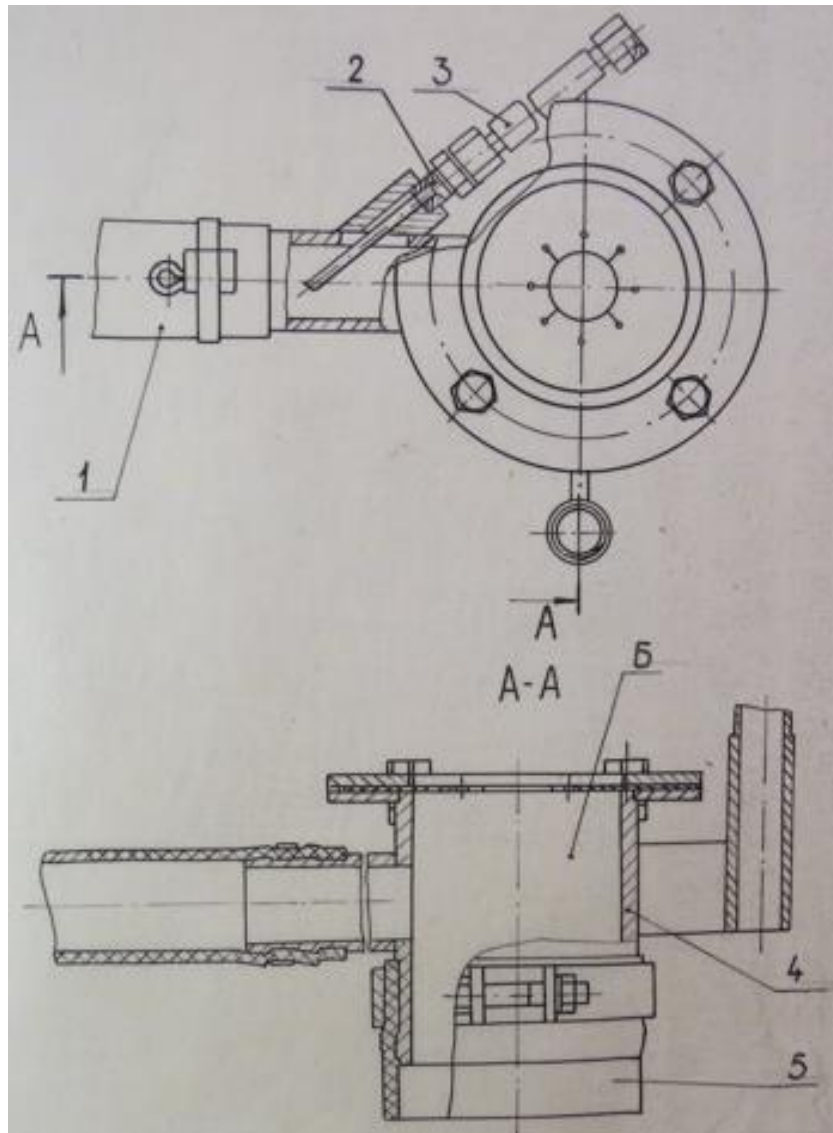


Рисунок 3.11 – Пилоуловлювач:
1, 3, 5 – рукави; 2 – повітропровід; 4 – корпус

шпуру і потрапляє у камеру «Б» корпусу 4, а потім у рукав відведення 1. Для створення інжекції у рукаві 1 через рукав 3 і повітропровід 2 подається додатковий струмінь повітря від пульта керування.

3.1.5 Цанга

Цанги (рис. 3.12) призначені для забезпечення стійкості установки у процесі буріння.

Перед початком робочого буріння для цанг потрібно пробурити шпури діаметром 40 мм і глибиною не менше 200 мм. Кожна цанга встановлюється в отвір шпуру і паз вуха стояка. Обертання гвинта 3 проти годинникової стрілки спричиняє утягування втулки 1 в корпус 2 цанги і розклинення останнього у шпурі.

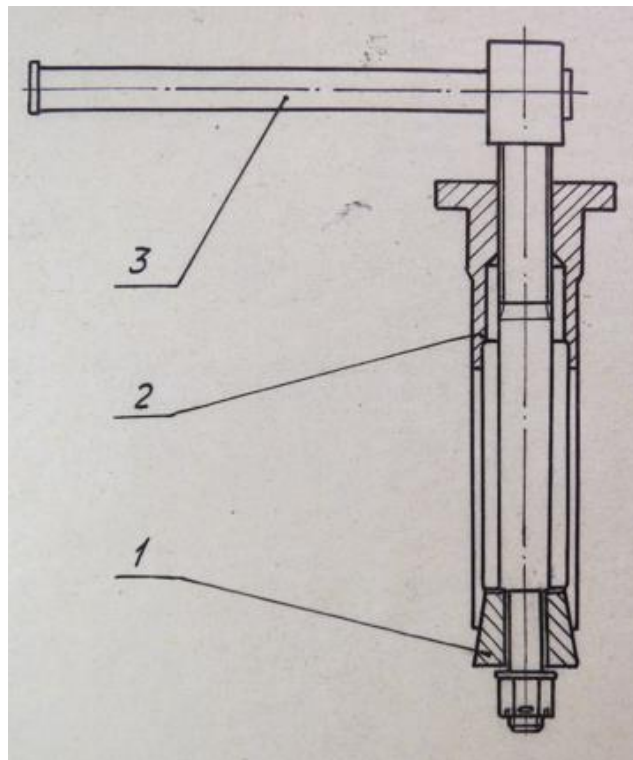


Рисунок 3.12 – Цанга:
1 – втулка; 2 – корпус; 3 – гвинт

3.2 Розрахунки робочих параметрів установки

Продуктивність будь-якої бурильної машини, у тому числі розглянутої ус-

тановки, буде залежати від міцності гірничої породи, в якій ведеться буріння, діаметру шпуру (свердловини) та його глибини. З огляду на це, величина змінної продуктивності бурильної установки може бути розрахована за допомогою наступної формули [9]:

$$Q_{зм} = 0,06vT_{зм}k, \text{ м/зміну},$$

де v – швидкість буріння шпуру, мм/хв.; $T_{зм}$ – тривалість зміни, годин; k – коефіцієнт використання бурильної машини у часі (оскільки за даними, приведеними у п.п. 2.1 і 4.2, тривалість робочої зміни встановлюється у межах 6-7 годин, а максимальний час роботи установки протягом зміни не повинен перевищувати 3 годин, то $k = 0,43-0,5$).

Швидкість буріння шпуру можна визначити за наступною емпіричною формулою [9]:

$$v = \frac{13400A_{уд}n}{d^2\sigma_{ст}^{0,59}}, \text{ мм/хв.},$$

де $A_{уд}$ – енергія одиничного удару бурильної головки, Дж; n – частота ударів, Гц; d – діаметр шпуру, мм; $\sigma_{ст} = 100f$ – межа міцності породи на стискання, МПа; f – коефіцієнт міцності породи за шкалою проф. М.М. Протод'яконова.

Для визначення загальної потужності бурильної головки потрібно врахувати витрати потужності на удар поршню по хвостовику бурової штанги з коронкою та на періодичне обертання останньої [7]:

$$N_{заг} = N_{уд} + N_{об}.$$

Величина ударної частини потужності складатиме:

$$N_{уд} = 10^3 A_{уд} n_{уд}, \text{ кВт},$$

а обертальної:

$$N_{об} = 10^3 \cdot 2\pi M_{об} n_{об}, \text{ кВт},$$

де $M_{об}$ – величина обертального моменту, Н·м; $n_{об}$ – частота обертання бурового інструменту, с^{-1} .

3.3 Загальна оцінка технічного рівня виробу

Найкращим об'єктом порівняння з групи аналогів, зазначених у розділі 1 роботи, можна вважати установку ТВ610 італійської фірми «Benetti Macchine».

В якості показників, що характеризують технічний рівень подібного обладнання, доцільно вибрати наступні:

- технічну швидкість буріння;
- хід подачі бурильної головки;
- довжину рядка шпурів, пробуреного без перестановки пристрою;
- повний 80% ресурс;
- питому масу; питому витрату повітря під час буріння;
- еквівалентний рівень звуку на робочому місці;
- концентрацію шкідливих речовин у повітрі робочої зони.

Установка УСБ1 демонструє високі рівні зазначених показників, що не поступаються кращим світовим зразкам.

Аналіз конструктивних особливостей та принципу дії установки показав, що, незважаючи на простоту пристрою, він забезпечує належне виконання своїх функцій з високою продуктивністю та потрібною якістю.

Розглянута установка забезпечує можливість змінення вертикального положення бурильної машини на горизонтальне і навпаки, має ручний привод переміщення бурильної машини уздовж рядка буріння, відрізняється підвищеною надійністю подавального механізму. Ці елементи механізації пристрою підвищують продуктивність процесу буріння завдяки скороченню часу на допоміжні операції, полегшують та покращують санітарно-гігієнічні умови праці оператора.

Конструкція установки цілком технологічна, не потребує використання дефіцитних матеріалів та виготовлення складних конструктивних елементів.

Пристрій має високий коефіцієнт уніфікації – багато важливих деталей запозичені з конструкцій перфораторів ПП, ПР та ПТ.

Усе це робить його цілком придатним для використання в якості пристрою для рядкового буріння шпурів в умовах відкритих гірничих розробок.

Таким чином, технічний рівень розглянутої бурильної установки можна вважати достатньо високим.

4 РОЗРОБКА ЗАХОДІВ ЕКСПЛУАТАЦІЇ УСТАНОВКИ

Заходи експлуатації установки розроблені з урахуванням вимог [13,16], виконання яких необхідно для повного використання усіх технічних можливостей виробу.

4.1 Загальні вказівки

Тривала, безвідмовна та продуктивна робота установки може бути забезпечена лише за умови правильного технічного обслуговування та виконання усіх вказівок експлуатаційної технічної документації на виріб.

До обслуговування установки повинні допускатися лише особи, що пройшли підготовку, вивчили будову та правила експлуатації пристрою. Обслуговуючий персонал повинен мати чітку уяву про можливі небезпеки під час експлуатації установки та суворо дотримуватися вимог правил безпеки.

Технічне обслуговування установки протягом усього терміну її експлуатації здійснюється робочим персоналом, що працює на ній, і включає комплекс робіт, виконання яких забезпечує підтримку справного стану установки та готовність її до виконання своїх функцій. До цих робіт входять операції очищення, змащення, регулювання, підтягування кріплень, контролю технічного стану, заміни швидкозношуваних деталей, а також усунення ушкоджень та несправностей.

Зокрема, роботи з розбирання бурильної головки, подавального пристрою та пульта керування для їх очищення, промивання та заміни зношених деталей повинні здійснюватися у майстернях, де може бути забезпечена необхідна чистота робочого місця та є необхідне обладнання.

Стиснене повітря для подачі в установку має бути підготовлено за допомогою апаратури, що складається з фільтру-вологівіддільника та стабілізатора тиску. Величина тиску повітря повинна знаходитися на рівні $0,6 \pm 0,03$ МПа. Зниження тиску викликає падіння продуктивності бурильної головки, а підвищення – інтенсивне зношення та ушкодження її деталей.

4.2 Необхідні заходи безпеки

Проведення усього необхідного комплексу робіт з монтажу установки на місці експлуатації, підготовки її до роботи, використання за призначенням, вимірювання параметрів, перевірки технічного стану, усунення несправностей, а також транспортування та зберігання установки повинно здійснюватися з обов'язковим виконанням усіх необхідних заходів безпеки.

Експлуатація установки має проходити з урахуванням вимог «Єдиних правил безпеки під час розробки родовищ корисних копалин відкритим способом» [15]. Крім того, персонал, що відповідає за монтаж і налаштування обладнання, повинен керуватися додатковими інструкціями з техніки безпеки, діючими на підприємстві-споживачеві (якщо вони не входять у протиріччя із вказаним вище документом).

До роботи на установці допускаються особи, що пройшли курс спеціального навчання, здали екзамен та отримали відповідне посвідчення на право працювати на установці.

Установка обслуговується одним оператором-бурильником, який зобов'язаний перед початком роботи оглянути її, перевірити надійність кріплення усіх складових частин, наявність масла в автомасельниці та мастил та тертьових поверхнях пристрою, щільність сполучень трубопроводу та рукавів. Усі виявлені під час огляду несправності бурильник повинен усунути самостійно або викликати для цього ремонтний персонал (див. п. 4.7).

Перед початком буріння оператор повинен перевірити чіткість роботи пристрою шляхом короткочасного вмикання окремих механізмів установки.

ЗАБОРОНЯЄТЬСЯ:

- працювати на несправній установці;
- здійснювати буріння без промивання шпурів, а також при недостатній витраті води на забезпечення надійного пилопригнічення;
- відкривати вентиль повітряної магістралі без переконання у тім, що кран керування подавальним пристроєм знаходиться у нейтральному положенні, а кран

керування бурильною головкою закритий;

- заливати масло в автомасельничку, що знаходиться під тиском повітря;
- працювати без індивідуальних засобів захисту від шуму (шумопоглинальних касок, навушників). Цими засобами мають бути забезпечені як сам бурильник, так і робітники, що знаходяться у радіусі 64 м від місця буріння;
- залишати підключену до мережі стисненого повітря установку без нагляду;
- здійснювати будь-які роботи з технічного обслуговування і ремонту вузлів і механізмів під час роботи установки.

При виконанні монтажних-демонтажних робіт, пов'язаних з підйомом важких вузлів і деталей, а також під час транспортування установки з уступу на уступ необхідно користуватися підйомно-транспортними засобами відповідної вантажопідйомності та справними стропувальними пристроями. Ці роботи має виконувати особа з посвідченням стропувальника. При цьому потрібно керуватися інструкціями з техніки безпеки, що діють на даному підприємстві.

УВАГА! Зміна вертикального положення бурильної машини на горизонтальне і назад здійснюється бурильником за допомогою підйомно-транспортного засобу. При цьому установка має бути закріплена на ґрунті чотирма цангами.

УВАГА! Буровий інструмент (штанга, коронка) нагрівається у процесі буріння, тому не можна торкатися цих деталей голими руками, а за необхідності їх заміни потрібно користуватися захисними рукавичками.

За умови тривалості робочої зміни до 7 годин (див. п. 2.1) сумарний час буріння установкою не повинен перевищувати 3 годин за зміну.

4.3 Транспортування та зберігання виробу

Транспортування бурильної установки від заводу-виготовлювача до підприємства-споживача здійснюється в упаковці у розібраному вигляді (стояки, балка, каретка, подавальний пристрій, бурильна головка – див. п. 2.4), але допускається й без упаковки у нерозібраному стані будь-яким видом транспорту за умови захи-

сту її від ушкоджень та атмосферних опадів. Усі отвори установки при цьому мають бути закритими пробками.

Наприклад, у разі перевезення залізницею порядок транспортування має бути узгоджений з відповідними діючими на цей момент «Правилами перевезення вантажів», а розміщення і кріплення вантажних місць – з нормами і вимогами «Технічних умов завантаження та кріплення вантажів». Аналогічний підхід має бути й під час транспортування, наприклад, автомобільним транспортом.

Інформація щодо кількості вантажних місць, габаритних розмірів та маси вантажного місця при перевезенні установки у розібраному й запакованому вигляді приведена у табл. 4.1.

Таблиця 4.1 – Інформація про вантажне місце

№ вантажного місця	Найменування вантажного місця	Максимальні габаритні розміри, мм			Маса, кг
		довжина	ширина	висота	
1	Установка бурильна	3450	1000	880	650

Умови транспортування установки у частині впливу механічних факторів – С за ГОСТ 23170, у частині впливу кліматичних факторів – 9 (ОЖ1) за ГОСТ 15150.

Способи розміщення та кріплення установки у транспортних засобах повинні забезпечувати її стійке положення під час руху. Будь-які зміщення та удари не допускаються.

Транспортне маркування вантажу здійснюється згідно з ГОСТ 14192. На бічних поверхнях шухляди з установкою наносяться маніпуляційні знаки – № 9, № 11 і № 12 згідно з ГОСТ 14192. Спосіб нанесення маркування – фарбування по трафарету.

Порядок зберігання установки має відповідати умовам 6 (ОЖ2) за ГОСТ 15150. Умови зберігання розповсюджуються на склади як відправників вантажу, так й отримувачів.

Зберігати установку можна після очищення її від пилу і бруду у зібраному або розібраному на основні складальні одиниці вигляді у сухому і захищеному від пилу і бруду місці, на спеціальних стелажах з дерев'яними підкладками.

У разі зберігання установки довше гарантійного терміну, а також у випадку порушення умов зберігання споживач повинен виконати повторну консервацію складальних одиниць та відновлення захисних покриттів.

Наприклад, для консервації бурильної головки для її тривалого зберігання потрібно виконати наступні операції:

- злити з неї робоче масло шляхом заливання гасу або уайт-спіриту через патрубок та вмикання бурильної головки у роботу на холостому ходу протягом 0,5-1,0 хвилин при тиску повітря 0,15-0,2 МПа;

- у патрубок головки залити масло К-17 ГОСТ 10877 у кількості 30-40 г, після чого увімкнути її у роботу на холостому ходу протягом 5 секунд при тиску повітря 0,1 МПа. Повітря при цьому має бути сухим;

- усі різьбові з'єднання та зовнішні оброблені поверхні бурильної головки вкрити мастилом ПВК ГОСТ 19537;

- патрубок, отвори у глушнику та патроні закрити пробками, а штуцери і перехідники – пластмасовими ковпачками;

- для збереження мастила на зовнішніх поверхнях та захисту від вологого повітря після консервації загорнути бурильну головку у парафінований папір і помістити у чохол з полівінілхлоридної плівки товщиною не менше 0,2 мм, заклеєної по швах поліетиленовою липкою плівкою.

4.4 Підготовка установки до роботи

Отриману установку потрібно ретельно оглянути та випробувати з метою виявлення ушкоджень, можливих під час транспортування, а також розконсервувати. Останню операцію слід виконувати наступним чином:

- залити у бурильну головку через патрубок гас або уайт-спірит у кількості 50 г та увімкнути її на холостому ходу протягом 0,5-1,0 хвилини при тиску повіт-

ря не більше 0,2 МПа;

- протерти зовнішні поверхні обтиральним ганчір'ям змоченим в уайт-спіриті, а потім – насухо.

У процесі підготовки установки до роботи потрібно виконати наступні операції:

- закріпити установку цангами у попередньо пробурених шпурах;

- залити у магістральну фільтр-автомасельничку ФАМ2 масло індустріальне Н-68СХ або І-40А ГОСТ 20799;

- під'єднати повітряну магістраль до автоматмасельнички, попередньо продувши повітропровід;

- встановити рукоятки керування бурильною головкою та подавальним пристроєм у нейтральні положення;

- відкрити вентиль повітряної магістралі;

- встановити каретку з подавальним пристроєм у крайнє положення – на початку буріння рядку;

- під'єднати водяний рукав установки до стаціонарної водяної магістралі кар'єру;

- відкрити вентиль водяної кар'єрної магістралі і на короткий час кран водяної комунікації для його промивання;

- закрити кран водяної комунікації;

- під'єднати водяну комунікацію до бурильної головки;

- під'єднати повітряні рукави до бурильної головки та подавального пристрою.

Перед виконанням останньої операції потрібно:

- закріпити рукави дротом на стояку станини;

- встановити на пульті керування рукоятки управління бурильною головкою та подавальним пристроєм у робочі положення;

- помістити екран або долоню руки на вихідному кінці рукава до появи на них масляної плівки;

- встановити на пульті керування рукоятки управління бурильною головкою

та подавальним пристроєм у нейтральні положення;

- залити у патрубков бурильної головки 30-50 г масла;
- від'єднати рукави від стояка.

Загальний час підготовки установки до використання після транспортування та зберігання – одна зміна.

4.5 Використання пристрою за призначенням

Установка під час використання за призначенням обслуговується однією людиною – бурильником.

Під час здійснення процесу рядкового буріння шпурів у кар'єрі потрібно дотримуватися наступного порядку роботи:

- підняти ползки з бурильною головкою на необхідну висоту;
- відкрити буротримач і встановити бурову штангу довжиною 2400 мм з коронкою у бурильну машину та люнет подавального пристрою. Закрити буротримач;
- увімкнути бурильну головку і відкрити кран водяної комунікації. Тиск води у бурильній машині має бути нижче тиску повітря, адже у протилежному випадку вода буде проникати в ударник бурильної машини, вимивати з нього мастило і викликати пов'язане з цим інтенсивне зношення деталей, а також нечітку роботу бурильної головки;
- плавно підвести бурильну головку зі штангою та коронкою до забою за допомогою рукоятки керування подачею 4 пульта керування (див. рис. 3.10);
- здійснити забурювання, для чого рукоятку 4 залишити у нейтральному положенні, а рукоятку 3 повернути на 30°;
- після забурювання (коронка повинна увійти у породу не менше, ніж на чверть своєї висоти) встановити рукоятку 4 у положення «В», а рукоятку 3 – у робоче положення;
- регулювання зусилля подачі для забезпечення оптимального режиму роботи бурильної головки та максимальної продуктивності під час буріння порід рі-

зної міцності здійснювати за допомогою редукційного клапану. При обертанні рукоятки клапану за годинниковою стрілкою тиск повітря у циліндрах подачі збільшується;

- після закінчення процесу буріння шпуру закрити кран водяної комунікації, подати бурильну головку у початкове положення за допомогою рукоятки керування подачею та перевести усі рукоятки у нейтральні положення. Зняти фіксацію каретки, перемістити її до наступного шпуру і знову зафіксувати.

УВАГА! На початку та у кінці кожної робочої зміни потрібно заливати у повітряний патрубок 30-50 г масла з подальшим короткочасним (до 30 секунд) вмиканням бурильної головки у холостому режимі при малому тиску.

Щоденно потрібно заливати масло у магістральну фільтр-автомасельничку ФАМ2 та контролювати достатність змащення вузлів і деталей бурильної головки для забезпечення її безвідмовної та надійної роботи шляхом перевірки наявності тонкого масляного шару на долоні руки, піднесеної до струменя вихлопного повітря, що виходить з отвору глушника.

У разі буріння шпуру лише з продувкою та пиловідсмоктуванням (без промивання) потрібно зібрати пневматичний розподільник згідно з рис. 3.3. Далі необхідно встановити пилоуловлювач (див. рис. 3.11) на нерухомий люнет подавального пристрою таким чином, щоб рукав 5 був притиснутий до ґрунту. Рукав 1 потрібно відвести у бік напрямку вітру від бурильника, а рукав 3 під'єднати до кутника «Пиловідсмоктування» на пульті керування (див. рис. 3.10).

Для переведення бурильної машини з вертикального положення у горизонтальне потрібно скористуватися наявними підйомно-транспортними засобами і виконати наступні операції:

- закріпити станину установки чотирма цангами;
- закріпити стропувальний трос за верхню частину подавального пристрою;
- трохи підняти подавальний пристрій і відпустити гвинти 4 обичайки станини (див. рис. 3.8);
- плавно повернути бурильну машину вниз до її горизонтального положення (при цьому бурильна машина повинна знаходитися під подавальним пристроєм)

і затягнути гвинти обичайки;

- відпустити два болти планки 8 (див. рис. 3.9) та перемістити бурильну машину уздовж пазу «ластівчин хвіст», доки подавальний пристрій не займе середнього положення відносно балки станини. Це необхідно для правильного розподілення ваги і забезпечення стійкості установки;

- знову закрутити болти планки 8;

- звільнити подавальний пристрій від тросу.

УВАГА! Сегменти 7 з болтами (див рис. 3.9) служать для орієнтації бурильної машини відносно осі балки станини.

УВАГА! У процесі роботи не можна допускати послаблення ступеня затягування гвинтів 4 обичайки станини (див. рис. 3.8).

4.6 Вимірювання та контроль параметрів установки

Методи контролю та забезпечення параметрів установки, приведених у табл. 2.1, наступні [14]:

- швидкість буріння v визначається за часом t проходки шпуру довжиною l у гранітному блоці міцністю $f = 10-12$ коронкою діаметром 40 мм (час вимірюється секундоміром за ГОСТ 5072, а глибина шпуру – лінійкою за ГОСТ 427); точність вимірювань – до 50 мм і 1 с):

$$v = \frac{l}{t}, \text{ м/хв.};$$

- технічна швидкість буріння визначається при таких еталонних умовах:

- тиск стисненого повітря на вході в установку – $0,6 \pm 0,03$ МПа;

- витрата промивальної рідини – не менше 6 л/хв. при тиску 0,5 МПа;

- глибина забурювання до контрольного буріння – не менше 100 мм;

- глибина контрольного буріння (без урахування забурювання) – не більше 800 мм;

- затуплення коронки на торці леза – не більше 1,5 мм;

- діаметр рукава, що підводить повітря до перфоратора – не менше

25 мм;

- хід подачі бурильної головки перевіряється рулеткою за ГОСТ 7502 шляхом замірювання відстані між двома граничними положеннями бурильної головки на подавальному пристрої. Точність вимірювання – до 10 мм;

- довжина рядку шпурів без перестановки пристрою перевіряється рулеткою за ГОСТ 7502 шляхом замірювання повного ходу каретки по балці станини. Точність вимірювання – до 10 мм;

- діаметр коронки замірюється штангенциркулем за ГОСТ 166 з точністю до 0,1 мм;

- зусилля подачі замірюється за допомогою пристосування ІУП 100, яке встановлюється на подавальному пристрої. Точність вимірювання – до 50 кН;

- габаритні розміри установки перевіряються рулеткою за ГОСТ 7502 при вертикальному положенні бурильної машини. Точність вимірювань – до 10 мм;

- питома маса установки визначається за наступною формулою:

$$M_{num} = \frac{M}{v}, \text{ кг} \cdot \text{хв./м},$$

де M – маса установки, кг; v – технічна швидкість буріння, м/хв.;

- питома витрата повітря під час буріння визначається за формулою:

$$Q_{num} = \frac{Q}{v}, \text{ м}^3/\text{м},$$

де Q – витрата стисненого повітря установкою під час буріння, м³/хв. (визначається за показниками витратоміру, встановленого на підвідній магістралі стисненого повітря. Витратомір – турбінний лічильник газу «Тургас» ТУ25.02.032269, точність вимірювання – 0,01 м³/хв.); v – технічна швидкість буріння, м/хв.;

- маса установки перевіряється зважуванням на вагах за ТУ25.06.1296 або інших пристроях, що забезпечують точність зважування до 2 кг;

- показники надійності установки перевіряються в умовах експлуатації.

Методи контролю показників надійності (за винятком ресурсу) за допомогою довірчих меж – за ГОСТ 27.410. Повний 80% ресурс визначається нормами витрат

запасних частин на установку і підтверджується споживачем;

- вимоги щодо критеріїв відмов та граничних станів (див. нижче, у п. 4.7)

перевіряються шляхом встановлення указаних критеріїв в експлуатаційній та ремонтній документаціях;

- наявність системи мокрого пилопригнічення перевіряється методом зовнішнього огляду;

- витрата промивальної рідини перевіряється методом наповнення мірної ємності рідиною, що витікає з коронки бурового постапу бурильної машини установки протягом однієї хвилини. Точність вимірювання – $\pm 0,2$ л. Вимірювання часу здійснюється секундоміром за ГОСТ 5072 з точністю до 1 с;

- середні квадратичні значення локальної віброшвидкості в октавних смугах частот на органах керування установки перевіряються за ГОСТ 12.1.012 та ГОСТ 12.1.034;

- еквівалентний рівень звуку на робочому місці оператора та рівні звукової потужності в октавних смугах частот перевіряються за ГОСТ 12.1.050 за допомогою шумоміру за ТУ25.06.2527 із вбудованими фільтрами за ГОСТ 17187. Точність вимірювання – ± 1 дБ;

- концентрація шкідливих речовин у повітрі робочої зони установки, а також вимоги до робочого місця та органів керування перевіряються відповідними медичними організаціями згідно з методиками, що розроблені за ГОСТ 12.2.106, та оформлюються відповідними висновками;

- величини зусиль не рукоятках керування перевіряються за допомогою динамометру за ГОСТ 13837. Похибка вимірювання – не більше 10%.

Загальний порядок та методи випробувань установки встановлюються програмами і методиками прийомно-передатних та періодичних випробувань.

Для проведення необхідних випробувань необхідно користуватися спеціально розробленим переліком приладів та інструментів. Допускається їх заміна іншими засобами вимірювання, що забезпечують потрібну точність.

4.7 Характерні несправності та методи їх усунення

Під час експлуатації установки можливі випадки відмов деталей та вузлів обладнання через ушкодження і руйнування, а також порушення працездатного стану його конструктивних елементів внаслідок зношення або неправильного чи недостатнього догляду.

У табл. 4.2 і 4.3 приведені критерії відповідно відмов вузлів установки УСБ1 та їх граничних станів, а у табл. 4.4 – перелік можливих несправностей, їх ймовірних причин та методів усунення.

Таблиця 4.2 – Критерії відмов вузлів установки УСБ1

Найменування складальної одиниці (деталі)	Критерії відмов
Бурильна головка	Відсутність змащення Послаблення затяжки гайок на стяжних болтах Падіння тиску стисненого повітря Задирки на втулці та поршню-ударнику
Подавальний пристрій	Витоки стисненого повітря у лініях підвідних рукавів

Таблиця 4.3 – Критерії граничних станів вузлів установки УСБ1

Найменування складальної одиниці (деталі)	Критерії граничних станів
Установка у цілому	Напрацювання ресурсу
Бурильна головка	Зношення деталей, що призводить до порушення енергетичних показників Напрацювання ресурсу
Подавальний пристрій	Зношення манжет до граничного стану

4.8 Технічне обслуговування виробу

Технічне обслуговування установки полягає у своєчасному виконанні певного комплексу операцій з нагляду за її механізмами з метою попередження несправностей та підтримки пристрою у працездатному стані.

Здійснювати технічне обслуговування установки потрібно за попередньо розробленим графіком планово-попереджувальних ремонтів.

Система планово-попереджувальних ремонтів установки включає наступні заходи:

- щоденне технічне обслуговування;
- поточний ремонт;
- середній ремонт.

Щоденне технічне обслуговування виконується на початку та у кінці робочої зміни силами бурильника. До складу робіт такого обслуговування входять наступні операції:

- очищення установки від бруду і шламу;
- огляд та підтягування різьбових з'єднань пристрою;
- перевірка щільності з'єднань рукавів підведення повітря і води;
- перевірка наявності масла у фільтр-автомасельниці (у разі необхідності долити).

У разі виявлення у процесі огляду будь-яких дефектів деталей бурильник повинен сповістити про це механіка.

Під час поточного ремонту окремі складальні одиниці установки розбираються для заміни зношених деталей або для їх ремонту. Під час поточного ремонту здійснюється очищення, промивання та змащення усіх оглянутих деталей.

Як і щоденне технічне обслуговування, поточний ремонт виконується на робочому місці бурильником.

Середній ремонт передбачає повне розбирання установки з очищенням, промиванням і змащенням усіх без виключення деталей та заміною зношених конструктивних елементів.

Середній ремонт бурильної головки здійснюється у майстернях на спеціальній дільниці, обладнаній стендом для установки та закріплення бурильної установки. Ремонт виконується спеціально навченими особами.

Розбирання бурильної головки виконується у наступному порядку:

- обдути бурильну головку стисненим повітрям для видалення можливого бруду;

- закріпити у лещатах нижній кінець пневматичного розподільника таким чином, щоб бурильна головка розташувалася похило під кутом 45°;

- відкрутити гайки стяжних болтів з боку патрону;

- зняти патрон разом з частинами, що знаходяться у ньому, вилучити поворотну буксу і гранбуксу;

- відкрутити гайки костилів буротримача, зняти пружини буротримача, вилучити костилі з буротримачем з отворів вух ствола, після чого зняти костилі з цапф буротримача;

- відокремити ударник від пневматичного розподільника;

- зняти насадку, для чого відкрутити гайку, вилучити болт і зняти хомут;

- розібрати ударно-поворотний механізм: вилучити поворотний гвинт з крилатками, а потім храпове кільце, клапанний механізм та поршень-ударник;

- закріпити поршень у лещатах для заміни у ньому зношеної поворотної гайки. Вкласти у поворотну гайку зношений поворотний гвинт і захватити його головку ключем. Відкручувати гвинт за годинниковою стрілкою (гайка має ліву різьбу);

- викрутити водопромивну пробку з пневматичного розподільника бурильної головки та вилучити продувну трубку з ущільненнями;

- промити гасом або уайт-спіритом деталі бурильної головки у ванні чи мийці, продути стисненим повітрям, заміряти та визначити придатність до подальшої роботи.

Допустимими вважаються наступні максимальні зазори у сполученнях:

- між циліндром та поршневою частиною ударника (за діаметром) – 0,15-0,17 мм;

- між прямою втулкою та хвостовиком поршня (за діаметром) – 0,10-0,12 мм;

- між шліцями поворотного гвинта та шліцями поворотної гайки – 1,8-2,0 мм;

- між бічними поверхнями шліців поршня і поворотної букси – 1,5-1,8 мм.

Збирання бурильної головки здійснюється у зворотному порядку після змащення тертьових поверхонь деталей тонким шаром мастила.

УВАГА! Нерівномірне затягування гайок стяжних болтів може викликати перекіс деталей, наслідком якого стане утруднення повертання поворотної букси. Тому для контролю монтажу потрібно вставити бурову штангу у бурильну головку і спробувати повернути її рукою. При правильному затягуванні стяжних болтів бурова штанга повинна легко повертатися.

Остаточне затягування гайок стяжних болтів потрібно виконувати на увімкненій бурильній головці при тиску повітря до 0,3 МПа.

Перелік деталей бурильної головки та їх позначення у технічній документації приведені у табл. 4.5.

Таблиця 4.5 – Перелік деталей бурильної головки

№ поз. на рис.	Найменування	Позначення	Кількість на виріб
Головка бурильна (рис. 3.1)			
1	Пневморозподільник	УСБ1.01.0100	1
2	Ударник	ПТ48А.020	1
3	Болт стяжний	УСБ1.01.1000	2
4	Гайка стяжного болта	ПТ36-34	2
5	Патрон	УСБ1.01.0110	1
Пневморозподільник (рис. 3.2)			
1	Пробка	ПТ29-24	1
2	Шайба	ПТ29-51	1
3	Головка	УСБ1.01.1011	1
4	Ущільнення	УСБ1.01.1010	1
5	Ущільнення	Кільце 009-012-19-2-2 ГОСТ 18829	1
6	Трубка продувна	УСБ1.01.0101	1
Продовження таблиці 4.5			
Ударник (рис. 3.4)			
1		Болт М6-8g x 30.58.019	

2		ГОСТ 7798 Гайка М6-7Н.5.019	1
		ГОСТ 5915	1
3	Хомут	ПТ48.103	1
4	Насадка	ПТ29М.081А	1
5	Циліндр	ПТ48А.060А	1
6	Поршень-ударник	ПТ48А.006	1
7	Втулка напрямна	ПТ48А.005	1
8	Гайка поворотна	ПТ29-46	1
9	Кришка клапану	ПТ36М.019	1
10	Клапан	ПТ36-20	1
11	Корпус коробки клапану	ПТ48.017	1
12	Втулка коробки клапану	ПТ48.018	1
13	Кільце храпове	ПТ48.014	1
14	Крилатка	ПТ36-8	4
15	Пружина крилатки	ПР22-0013	4
16	Гвинт поворотний	ПТ36-21Б	1
17	Шпонка	ПТ36-30	1
Патрон (рис. 3.5)			
1	Ствол	УСБ1.01.1030	1
2	Букса поворотна	ПТ36М.015	1
3	Гранбукса	УСБ1.01.1033	1
4	Гайка з кільцем	ПП54В.160	2
5	Пружина костиля	ПП54В.037	2
6	Буротримач	УСБ1.01.1031	1
7	Костиль	УСБ1.01.1032	2

У цілому слід відзначити високу ремонтпридатність конструкції установки, яка забезпечує доступ для огляду та усунення несправностей, а також легко розбирається на окремі транспортабельні складові частини для ремонту.

ВИСНОВКИ

У представленій бакалаврській роботі зроблено спробу аналізу конструкції установки для рядкового буріння шпурів в умовах відкритих кар'єрів для вибухового відокремлення кам'яних блоків від скельного масиву. Розглянуто призначен-

ня та умови експлуатації установки, принцип її роботи, особливості конструктивного виконання її основних вузлів, показники призначення та надійності пристрою.

Суттєва частина роботи присвячена розробці раціональних заходів експлуатації установки, у тому числі її транспортування і зберігання, монтажу та налаштуванню, використанню за призначенням, технічному обслуговуванню та ремонту.

За результатами проведеного аналізу зроблено висновок про достатньо високий технічний рівень установки, який забезпечує її ефективне використання на гірничих підприємствах з видобутку мінеральної сировини, надійність та довговічність у процесі експлуатації.

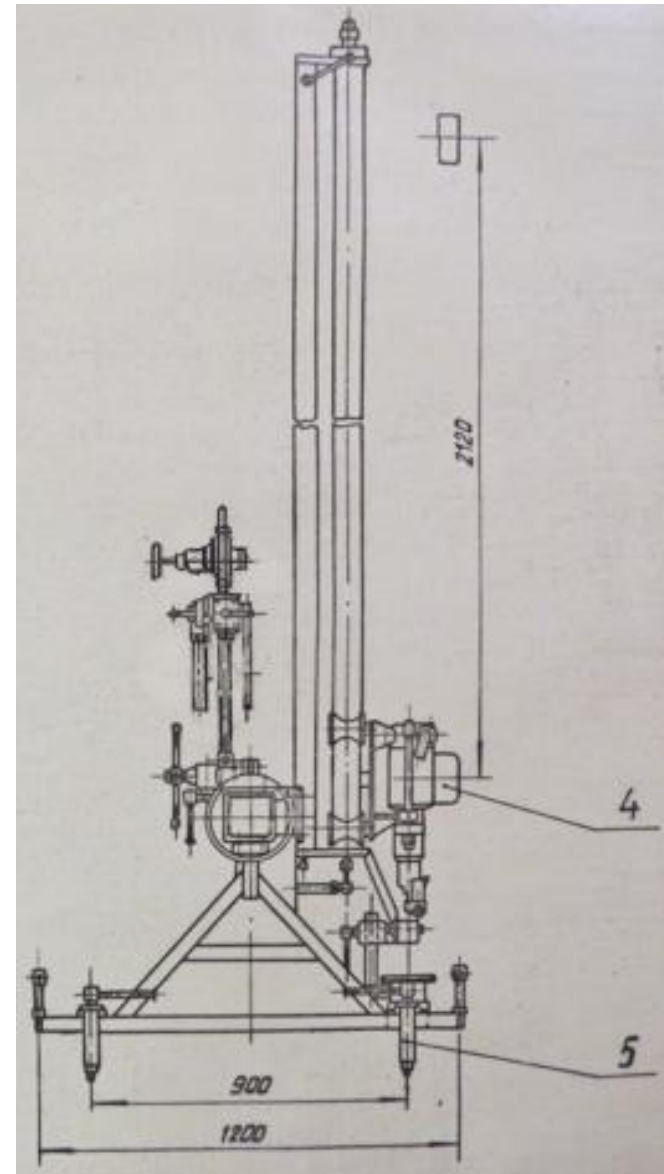
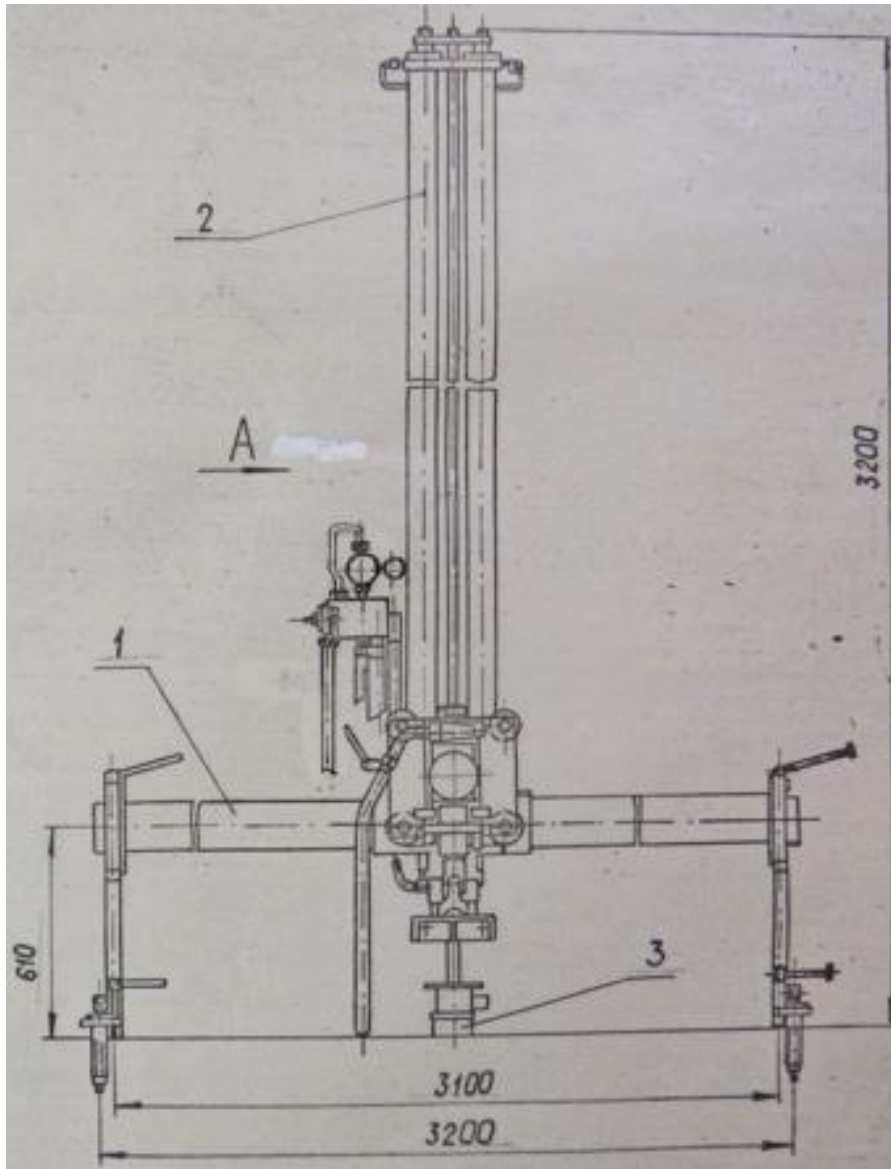


Рисунок 2.1 – Установка для рядкового буріння шпурів УСБ1:
 1 – станина; 2 – пристрій подавальний; 3 – пилоуловлювач; 4 – головка бурильна; 5 – цанга

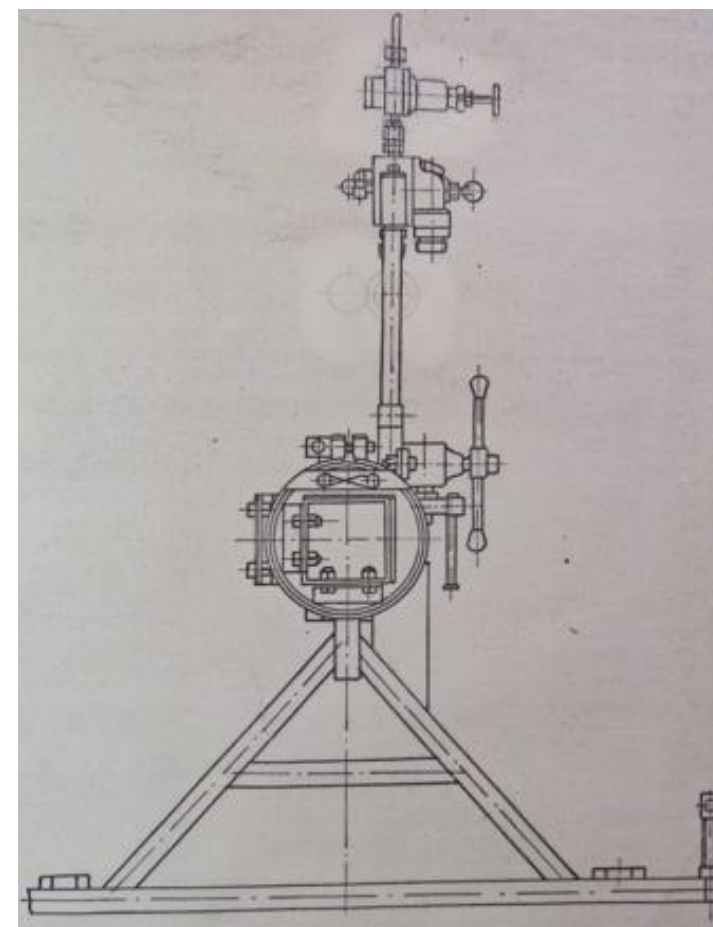
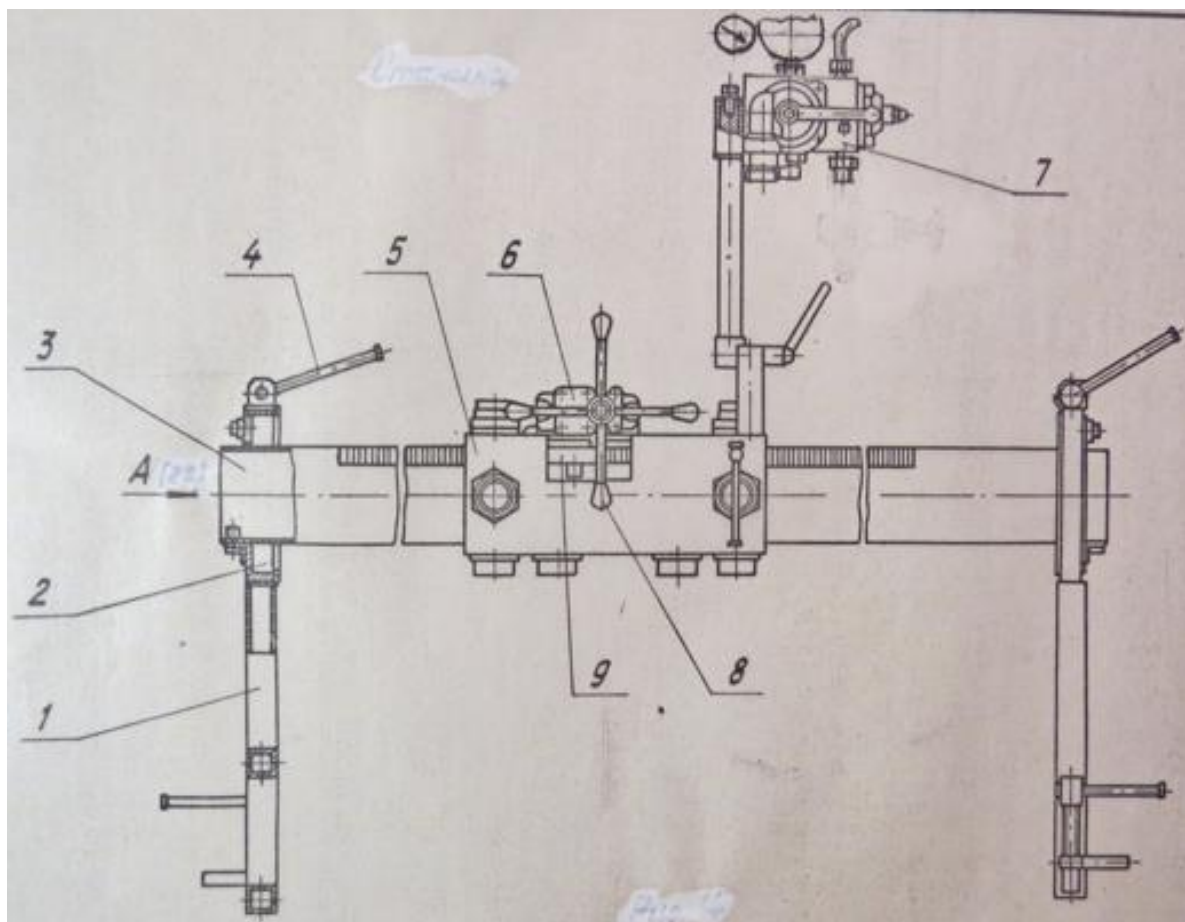


Рисунок 3.8 – Станина:

1 – стояк; 2 – опора; 3 – балка; 4 – гвинт; 5 – каретка; 6 – привод переміщення;
7 – пульт керування; 8 – штурвал, 9 – шестірня

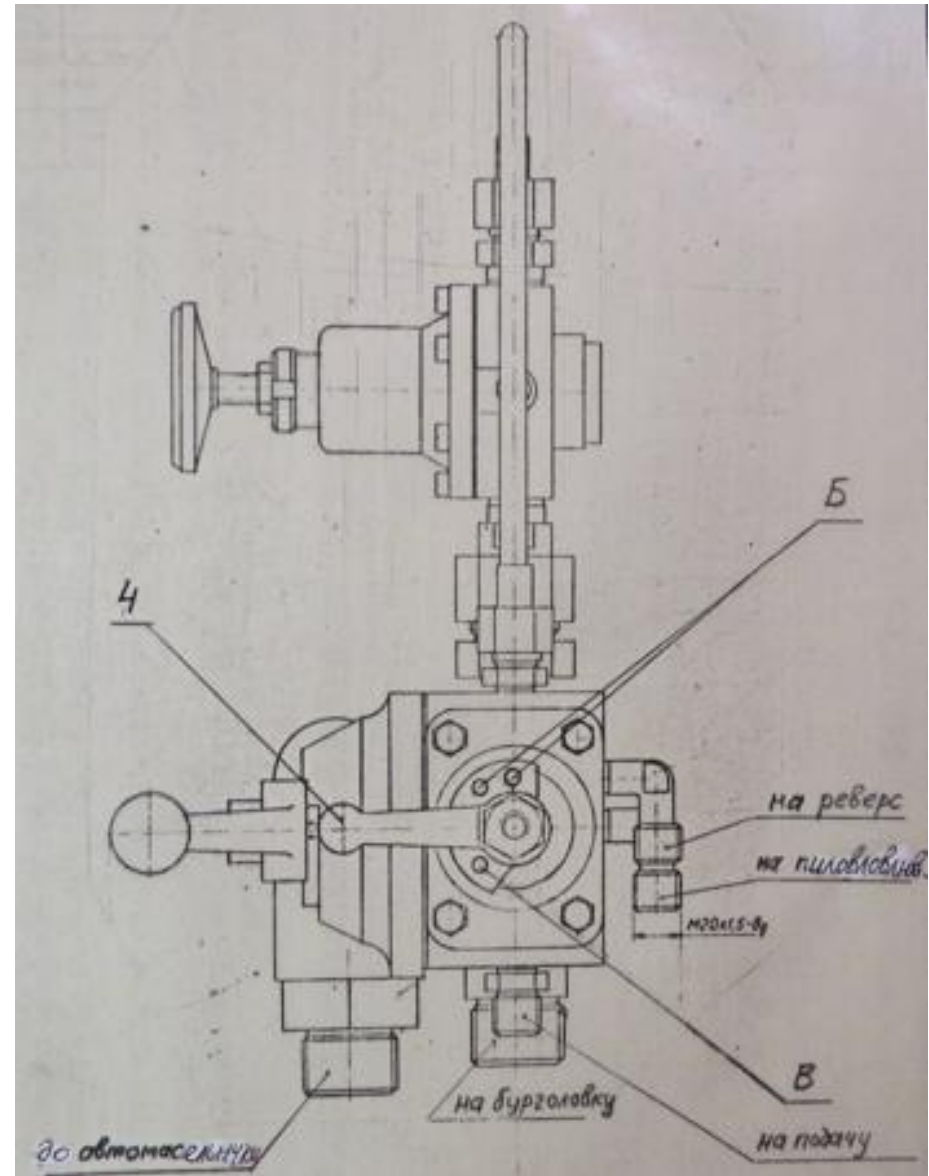
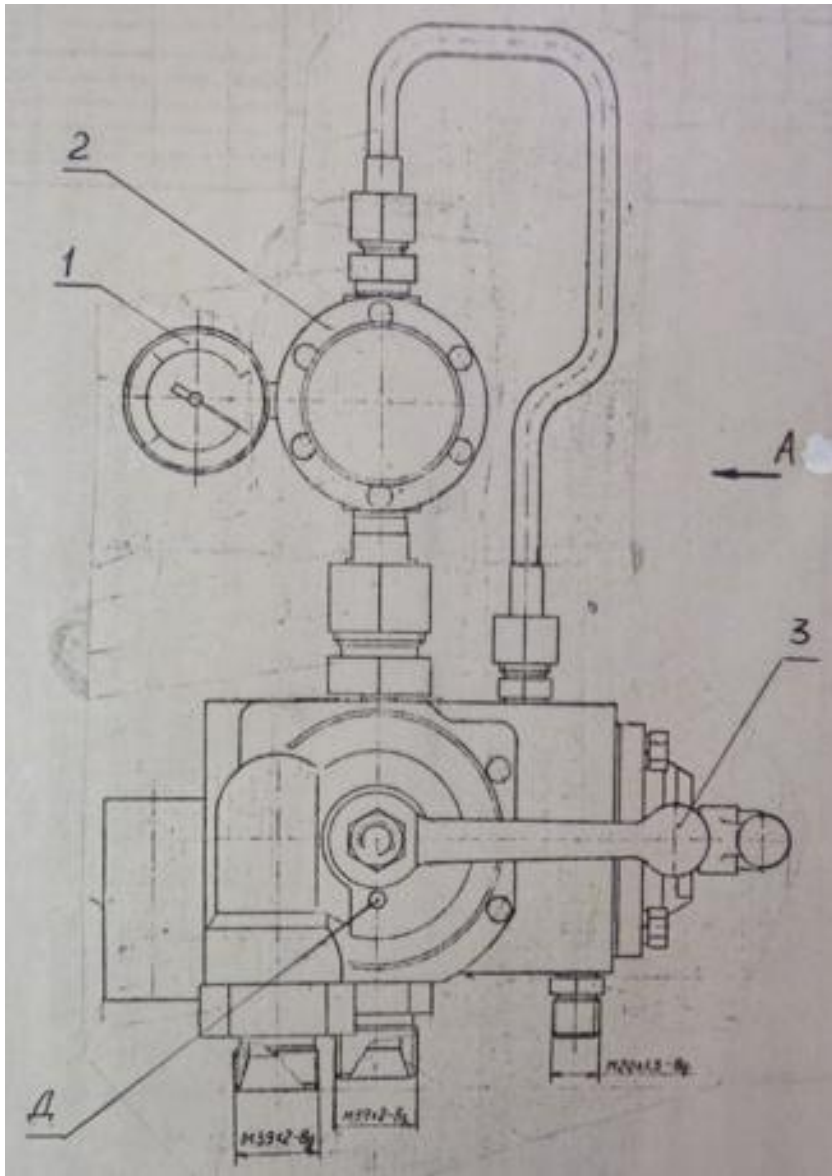


Рисунок 3.10 – Пульт керування:

1 – манометр; 2 – клапан редукційний; 3 – рукоятка керування бурильною головкою; 4 – рукоятка керування подачею

Таблиця 4.4 – Перелік можливих несправностей установки УСБ1, їх ймовірних причин та методів усунення

Найменування несправності, її зовнішні прояви та додаткові ознаки	Ймовірна причина несправності	Методи усунення несправностей
Зниження продуктивності бурильної головки	<p>Затуплення леза бурової коронки</p> <p>Значне зношення передньої торцевої поверхні поворотної букси</p> <p>Падіння тиску стисненого повітря у мережі</p> <p>Значне зношення деталей бурильної головки</p> <p>Занадто велике осьове зусилля</p> <p>Недостатнє змащення</p> <p>Неправильна довжина хвостовика буру</p> <p>Надлишок шламу у шпурі через недостатність продувки внаслідок засмічення каналу буру</p>	<p>Заточити або замінити коронку. Промити шпур</p> <p>Замінити поворотну буксу і бурову штангу за наявності ушкодження її торця</p> <p>Встановити причину падіння тиску повітря у мережі та усунути її</p> <p>Замінити зношені деталі</p> <p>Зменшити зусилля подачі</p> <p>Перевірити роботу фільтр-автомасельнички</p> <p>Замінити бур, перевірити довжину хвостовика та правильність його виготовлення (див. рис. 3.6)</p> <p>Прочистити канал буру. Ретельно очистити шпур від бурового дріб'язку</p>

Продовження таблиці 4.4

<p>Зменшення числа обертів бурової штанги</p> <p>Відсутність повороту буру при нормальній роботі бурильної головки</p> <p>Ушкодження ударної поверхні поршню</p>	<p>Зношення деталей поворотного механізму</p> <p>Невідповідний тиск стисненого повітря</p> <p>Зношення циліндру та поршня-ударника</p> <p>Поломка пружинок крилаток</p> <p>Надмірне зношення крилаток</p> <p>Надмірне зношення поворотної гайки та поворотного гвинта</p> <p>Зношення поворотної букси, пошкодження шестигранника гранбукси</p> <p>Неправильно загартований хвостовик бурової штанги</p>	<p>Розібрати бурильну головку та перевірити зношення крилаток зубів храпового кільця, шліців поворотного гвинта та поворотної гайки</p> <p>Встановити причину зниженого тиску та вжити заходів для його підвищення. Тиск повітря має бути у межах 0,6 МПа</p> <p>Замінити зношені деталі</p> <p>Замінити пружинки</p> <p>Замінити запасними або повернути крилатки незношеною упорною кромкою до зубів храпового кільця</p> <p>Замінити зношені деталі</p> <p>Замінити гранбуксу і поворотну буксу. Торець буру повинен мати рівну поверхню, перпендикулярну його осі</p> <p>Твердість хвостовика бурової штанги повинна бути менше твердості поршня-ударника</p>
--	--	---

Продовження таблиці 4.4

<p>Нагрів бурильної головки, перебої у роботі та її зупинка</p>	<p>Відсутність мастила</p> <p>Задирки на поршні-ударнику</p> <p>Нерівномірно затягнуті стяжні болти</p>	<p>Залити у фільтр-автомасельничку рекомендоване масло</p> <p>Зачистити наждачним папером поверхню, що має задирки, або замінити поршень-ударник</p> <p>Відпустити болти, а потім по чергово підтягнути їх, повертаючи бурову штангу рукою</p>
<p>Надмірно висока витрата стисненого повітря</p>	<p>Надмірне зношення деталей</p> <p>Недостатня щільність сполучень повітропроводу</p>	<p>Замінити зношені деталі</p> <p>Перевірити герметичність сполучень повітропроводу</p>
<p>Бурильна головка працює нестійко (захлинається), а вихлопні вікна обмерзають</p>	<p>Надлишок бурового дріб'язку у шпурі внаслідок недостатньої продувки через засмічення каналу буру</p> <p>Вміст значної кількості вологи у стисненому повітрі</p>	<p>Прочистити канал буру. Очистити шпур від бурового дріб'язку</p> <p>Встановити водовіддільник на магістралі повітряного трубопроводу. Злив води здійснювати щозмінно</p>
<p>Подавальний пристрій не створює необхідного зусилля</p>	<p>Зношення манжетів подавального пристрою</p>	<p>Замінити манжети на поршні подавального пристрою</p>

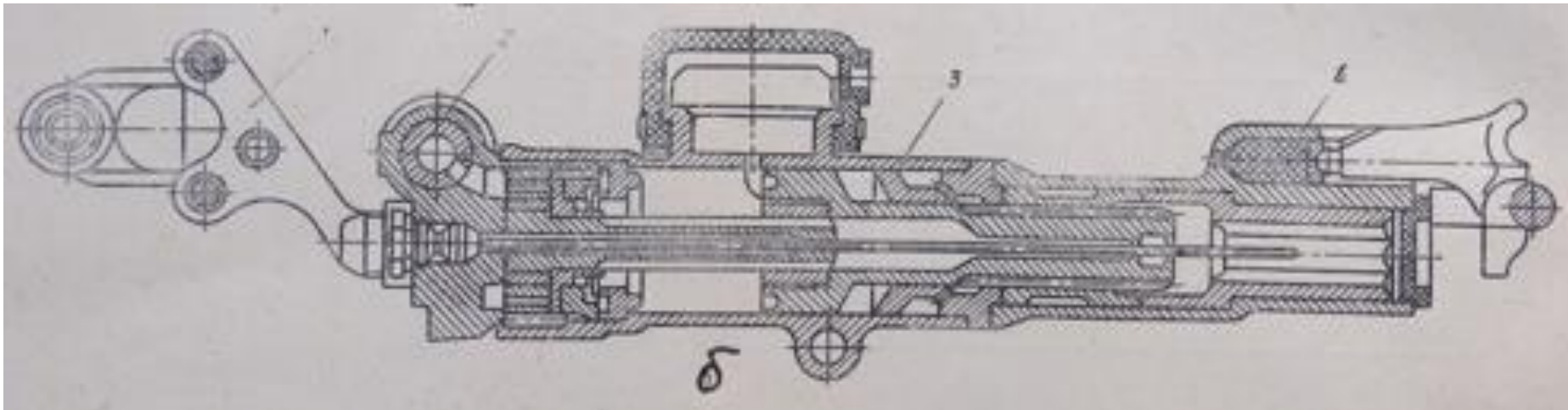
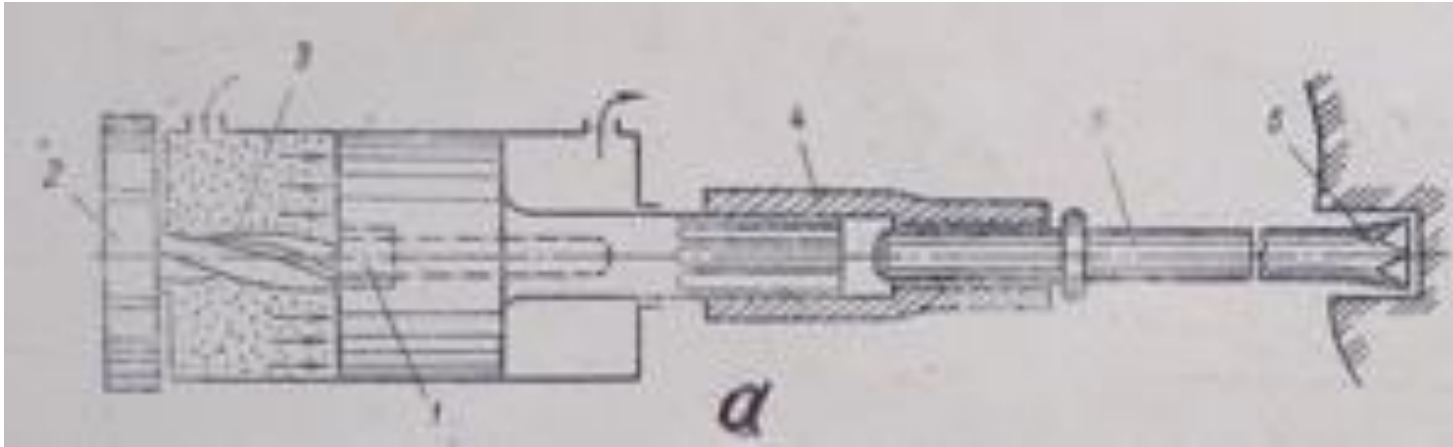


Рисунок 1.5 – Схеми пневматичних переносних перфораторів:
 а – принципова (1 – поршень-ударник; 2 – механізм храповий;
 3 – гвинт поворотний; 4 – муфта; 5 – штанга бурова; 6 – коронка);
 б – перфоратора ПП50В1 (1 – рукоятка віброзахисна; 2 – кран; 3 – ударник; 4 – ствол)

Таблиця 1.1 – Технічні характеристики перфораторів типу ПП і ПТ

Показники	ПП36В	ПП50В1	ПП54В1, ПП54ВБ1	ПП63В, ПП63ВБ, ПП63С, ПП63П, ПП63СВП	ПТ48А
Енергія одиничного удару, Дж, не менше	36	54	55,5	63,74	86
Частота ударів, с ⁻¹ , не менше	38,33	37	39,16	30	43,3
Крутний момент, Н·м, не менше	20,0	20,8	29,43	26,93	32,3
Номінальний тиск повітря, МПа	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Питома витрата повітря, м ³ /с·кВт	0,029	0,026	0,029	0,029	0,025
Маса, кг, не більше	24,0	29,5	31,5	33,0	48