

Плешков Костянтин Михайлович

Магістерська робота

**Дослідження та удосконалення конструкції
бурозаправного верстату типу БЗС**

Керівник

доц., к.т.н. Хруцький А.О.

ВСТУП

Підземна та відкрита розробка корисних копалин передбачає реалізацію низки технологічних процесів, пов'язаних з розкриттям родовища, підготовкою його до очисного виймання, а також власне очисним вийманням, під час якого гірничу масу вилучають і транспортують для подальшого використання або переробки з метою підвищення вмісту корисного компонента (збагачення), як того вимагають умови металургійного переділу сировини [1-3].

До основних технологічних процесів гірничого виробництва відносяться такі, як проходка різного роду гірничих виробок (підземних і відкритих; горизонтальних, похилих і вертикальних; підготовчих, нарізних, очисних, вентиляційних, господарських тощо) та очисне виймання, що включає операції випуску, доставки, навантаження та транспортування гірничої маси у межах шахти або кар'єру. Це ті роботи, від продуктивного та якісного виконання яких залежать основні техніко-економічні показники виробничої діяльності будь-якого гірничодобувного підприємства [4-7].

Проте, для забезпечення високого рівня ефективності основних потрібні різноманітні допоміжні технологічні процеси. Мова йде про доставку необхідних матеріалів (металу, лісу, палива і мастил), механічного обладнання, робочого інструменту та технічного персоналу, технічне обслуговування і ремонт гірничої техніки. Крім того, кожне гірниче підприємство потребує постійних заходів забезпечення та підтримки його життєдіяльності. Це будівництво та догляд за транспортними шляхами (рейковими і безрейковими), прокладка і монтаж комунікацій (електричних, пневматичних, гідравлічних), вентиляція та водовідлив гірничих виробок тощо [7,8].

Велика різноманітність гірничих робіт продиктована як специфічністю процесів видобутку мінеральної сировини у цілому, так і надзвичайно широким спектром видів, умов залягання та способів розробки твердих корисних копалин. Для механізації цих робіт потрібні сучасні, високоефективні та надійні технічні засоби, які б забезпечували зручні та комфортні умови праці обслуговуючого персо-

налу та мінімум ручних операцій під час їх виконання.

Питання механізації основних технологічних процесів гірничого виробництва вирішуються у першу чергу і це цілком природно – вони є найбільш важливими та трудомісткими. На міжнародному ринку гірничого обладнання пропонується широкий вибір прохідницької, виймальної та транспортної техніки, яка відповідає усім сучасним вимогам і забезпечує високий рівень продуктивності гірників [9-12].

Але з допоміжними операціями справи набагато гірші. У таких процесах, як проходка і кріплення гірничих виробок, очисне виймання, обслуговування та ремонт механізмів, на внутрішньошахтному транспорті та на кар'єрах частка ручної праці залишається досить суттєвою, особливо в умовах вітчизняних гірничих підприємств [13].

Тому проблема створення та впровадження нових, а також удосконалення існуючих засобів механізації допоміжних гірничих робіт є надзвичайно важливою для подальшого розвитку гірничої галузі. З огляду на це, актуальність теми представленої магістерської роботи, присвяченої дослідженню та удосконаленню конструкції бурозаправного верстату типу БЗС, не викликає жодних сумнівів.

Об'єкт дослідження – технологічні процеси виготовлення та відновлення бурового інструменту для гірничої бурильної техніки.

Предмет дослідження – удосконалені параметри бурозаправного верстату для виготовлення нового та заправки існуючого бурового інструменту.

1 ОБГРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ОБЛАДНАННЯ

1.1 Сучасний стан механізації процесу буріння шпурів у гірничій промисловості

Видобуток різноманітних твердих корисних копалин та будівельної сировини, будівництво підземних споруд різного призначення вимагає руйнування і відділення від масиву та транспортування до місць споживання величезних обсягів сипких матеріалів. Перетворення суцільних скельних масивів гірничих порід на суміш транспортабельних шматків може здійснюватися за допомогою трьох основних промислових способів: вилученням виймальними комбайнами і комплексами, бурінням та буропідривним способом.

Перший з них застосовується в основному для порід невисокої міцності і характеризується процесом руйнування масиву виконавчими органами різних типів (баровими, коронковими, барабанними, дисковими, шнековими) з одночасним конвеєрним транспортуванням відбитої гірничої маси [14].

Спосіб буріння використовується у вигляді локального руйнування забою за допомогою механічного впливу на нього різанням, сколюванням, стиранням тощо. Найкращим прикладом реалізації такого способу є буріння підземних виробок (насамперед, вертикальних та крутопохилих) на повний перетин верстатами, озброєними виконавчими органами шарошкового типу [6,8,9,11,12].

На відміну від способу буріння під час застосування буропідривного способу основну частину масиву гірничих порід руйнують вибухівкою. Буріння тут потрібно для створення у масиві системи порожнин, в яких розміщують вибухові речовини. У цьому випадку лише невеликі об'єми порід приходится руйнувати механічним способом за допомогою ріжучих інструментів, тому цей спосіб придатний для порід будь-якої міцності [5,7].

Переваги буропідривного способу забезпечили його широке розповсюдження у гірничій промисловості у процесах проведення горизонтальних виробок та очисного виймання міцних руд, у промисловості будівельних матеріалів для ма-

сового руйнування скальних кам'яних масивів. У найближчій перспективі він буде залишатися у фокусі уваги гірників усього світу.

Характерною особливістю буропідривних робіт є чітко виражена періодичність повторення основних операцій. Наприклад, під час проходки виробок протягом кожного циклу здійснюють процеси буріння, зарядки і підривання шпурів, провітрювання виробки, навантаження відбитої гірничої маси у транспортні засоби, кріплення пройденого простору, подовження транспортної магістралі. Подібну картину можна побачити і при здійсненні підземних очисних робіт, де використовують буропідривний спосіб відбивання гірничої маси [7].

У вугільній та гірничорудній промисловості України щорічно проходять сотні кілометрів підземних гірничих виробок, найбільш розповсюдженими серед яких є виробки з поперечним перетином від 3,6 до 8,0 м². Особливо трудомістким цей процес є у міцних породах гірничорудних шахт. Під час проходки горизонтальних виробок усе більше використання знаходять самохідні бурильні установки, що забезпечують високий рівень механізації бурових робіт. Проте, вітчизняні конструкції такого обладнання (наприклад, розробки інституту НДПрудмаш) останнім часом не виробляються, а закордонні установки хоча й відрізняються високим технічним рівнем та надійністю, коштують дорого, вимагають високоякісного технічного обслуговування і зустрічаються у шахтах країни не так часто, як вони того потребують.

Приблизно така ж картина, навіть гірша, спостерігається й при проведенні висхідних виробок. Бурильні верстати розробки того ж інституту не випускаються, а закордонні зразки представлені на вітчизняних залізорудних шахтах одиницями.

У таких умовах значна частина бурових робіт досі проводиться з використанням перфораторів різних типів: ручних під час проходки невеликих за перетином і довжиною горизонтальних виробок, телескопних у процесі проведення вертикальних і крутопохилих виробок за допомогою прохідницьких комплексів обладнання типу КПВ, колонкових при бурінні глибоких вибухових свердловин при підготовці масиву до очисного виймання (наприклад, у складі бурильних верстатів

типу НКР-100М). У вугільній промисловості у породах з міцністю нижче середньої широко використовуються різного роду свердла обертового буріння.

Таким чином, якщо говорити про породи середньої міцності та міцні, буріння шпурів і свердловин в умовах гірничорудної промисловості у значній мірі забезпечується за рахунок перфораторів ударно-поворотного типу, в яких руйнування породи відбувається виключно за рахунок ударних навантажень, що дозволяють отримувати під лезом коронки величезні напруження.

Процес буріння таким обладнанням характеризується високими показниками трудомісткості та собівартості. Наприклад, для порід міцністю від 14 до 18 одиниць за шкалою проф. М.М. Протод'яконова на операції буріння припадає до 44-50% усіх витрат за трудомісткістю та 50-60% усієї вартості прохідницьких робіт. Не в останню чергу це пояснюється недостатньою стійкістю бурового інструменту, який швидко затуплюється під час буріння і потребує заміни та відновлення своєї працездатності. Тому одним з можливих шляхів підвищення продуктивності процесу буріння шпурів є подальше удосконалення бурового інструменту, підвищення його стійкості та довговічності, зростання рівня механізації операцій щодо його виготовлення та ремонту.

1.2 Механічне обладнання допоміжних операцій процесу буріння

Під час буріння шпурів і свердловин виконання допоміжних операцій в основному пов'язано з вилученням та відновленням бурового інструменту.

В якості інструменту для руйнування гірничих порід під час перфораторного буріння використовують в основному зіставні бури (рис. 1.1) [7]. Головною частиною бури є знімна коронка 1 з твердосплавними ріжучими та ударними елементами. Коронка закріплюється на буровій штанзі 2 конусним або різьбовим з'єднанням. Для нарощування бурового постапу служать з'єднувальні муфти 3. Остання задня штанга постапу закріплюється у перфораторі за допомогою хвостовика 4.

Бурові коронки знімають з обладнання за допомогою різного роду ручних і

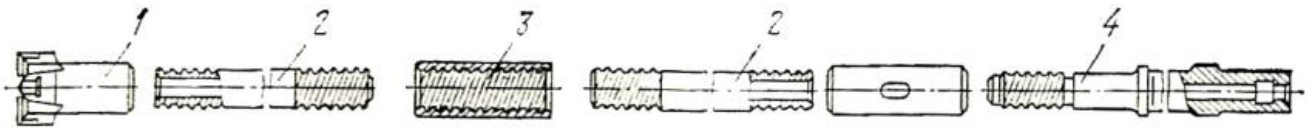


Рисунок 1.1 – Зіставний бур для перфораторного буріння:
 1 – коронка; 2 – штанга; 3 – з’єднувальна муфта; 4 – хвостовик

пневматичних ударних механізмів. Останні використовуються також для вилучення зламаних конусів штанг з корпусів коронок. На рис. 1.2 показані схеми будови та роботи ручного знімача, який складається з опори 3 з привареними до неї куточком 8 і бойком 6. Бойок має можливість вільного переміщення у втулці 5, яка рухомо закріплена на осі 7. Коронка 4 знімається з бурової штанги 1 ударником 2 при нанесенні ударів по бойку та куточку [10].

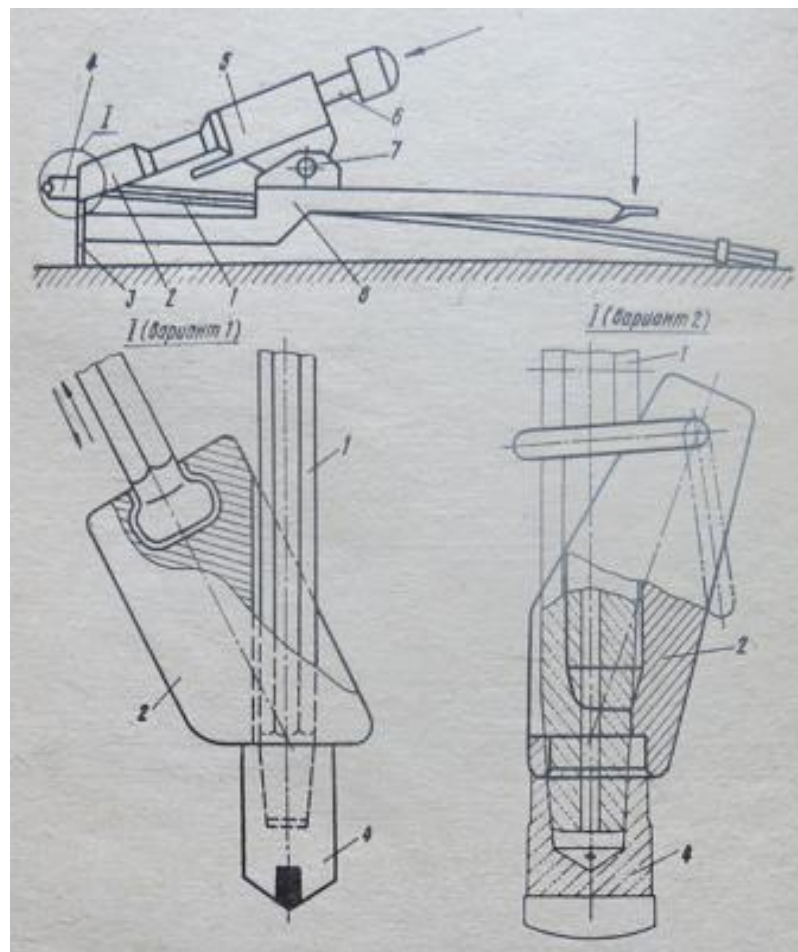


Рисунок 1.2 – Ручний знімач бурових коронок:
 1 – бурова штанга; 2 – ударник; 3 – опора; 4 – коронка;
 5 – втулка; 6 – бойок; 7 – вісь; 8 - куточок

Варіанти конструкцій знімачів з пневматичним приводом показані на рис. 1.3 і 1.4, а їх основні технічні характеристики приведені у табл. 1.1 [10].

Знімач УІК-1 (рис. 1.3) має пневмоударник 4, встановлений на рамі 5. Його ударний елемент б'є по рухомій матриці 3 і за допомогою виштовхувача 1 забезпечує звільнення коронки, яка знизу утримується упором з отвором для видалення вилученого конусу.

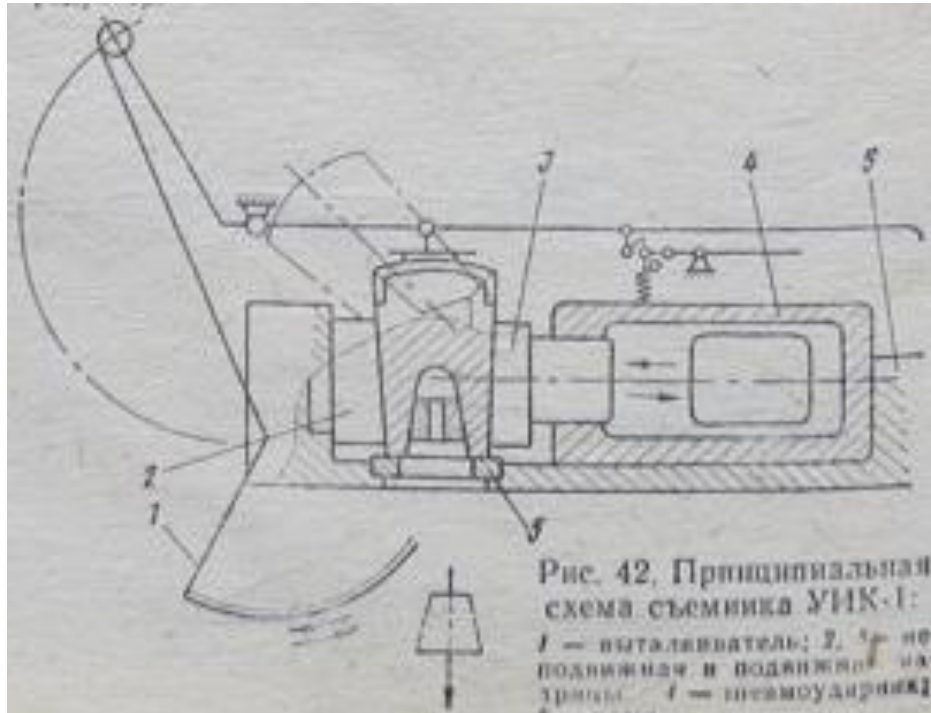


Рисунок 1.3 – Схема пневматичного знімача УІК-1:
 1 – виштовхувач; 2, 3 – відповідно нерухома та рухома матриці;
 4 - пневмоударник; 5 – рама

Знімачі, показані на рис. 1.4 також працюють на принципі пневмоударного видалення коронки. Конструкція знімача СКБ-1 (рис. 1.4а) складається з циліндру 7, закритого нижньою 2 та верхньою 9 головками, поршню 6 та бойка 3. Нижня головка спирається на плиту, в якій розташовані упор і виштовхувач 1. На рис. 1.4б показана установка, зібрана на основі перфоратора. Вона має станину 1 з бойком 2 і масивним ковадлом 5. На станині закріплений перфоратор 6.

Конструктивне виконання обладнання для заточування перфораторних та пневмоударних коронок залежить від типу та озброєння бурових інструментів.

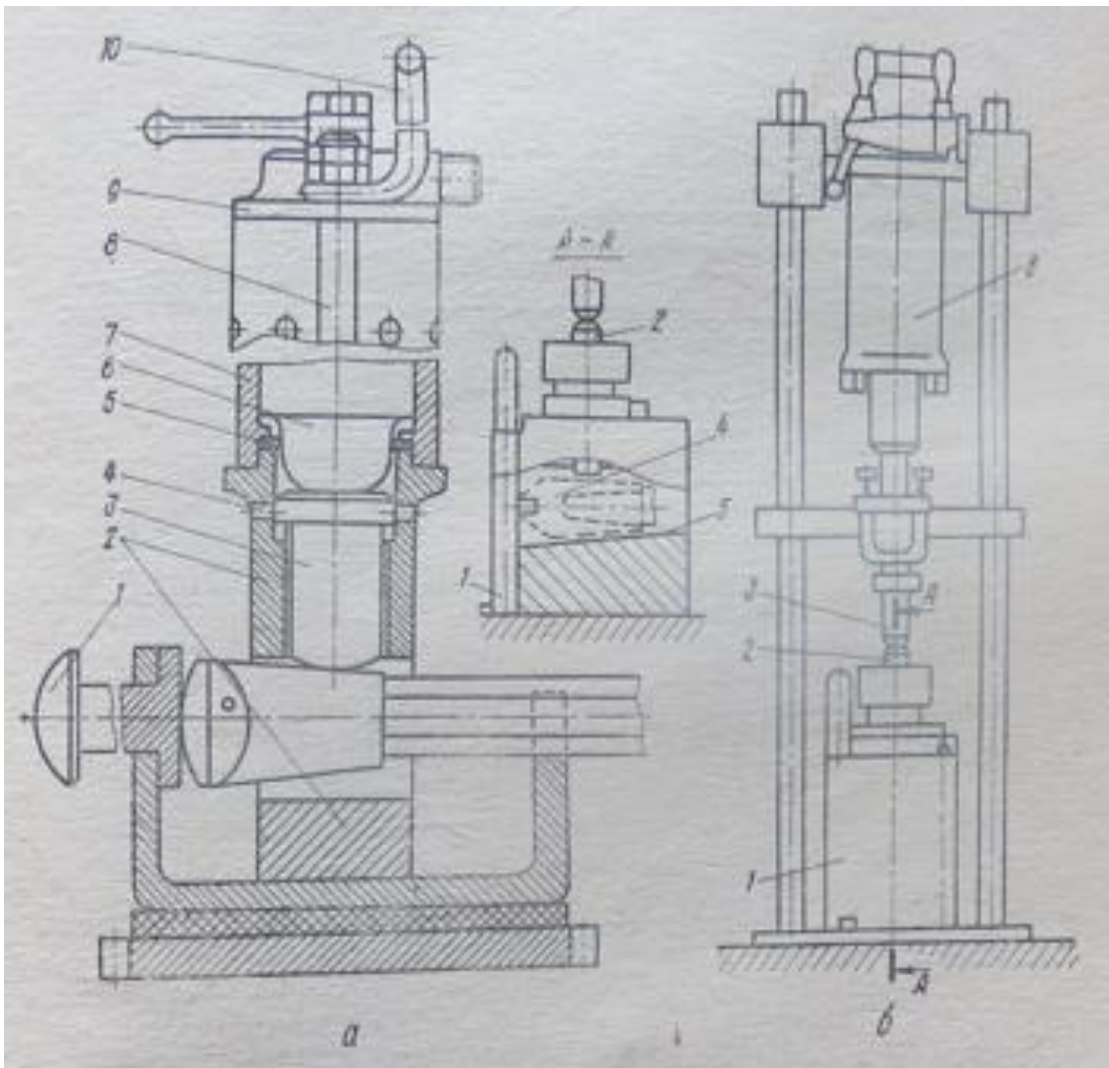


Рисунок 1.4 – Схеми пневматичних знімачів:

- а* – СКБ-1 (1 – виштовхувач; 2, 9 – відповідно нижня і верхня головки; 3 – бойок; 4 – блокувальний отвір; 5 – прокладка; 6 – поршень; 7 – циліндр; 8 – стяжний болт; 10 – рукоятка);
- б* – на основі перфоратора (1 – станина; 2 – бойок; 3 – ударник; 4 – коронка; 5 – ковадло; 6 – перфоратор)

Для штирьових, долончастих та хрестових конструкцій бурового інструменту потрібні свої пристосування для заточування. На рис. 1.5 для прикладу показані схеми двох заточувальних верстатів: ВЗ-130М та верстату з двома робочими місцями для обробки коронок долончастого і хрестового типів.

Надзвичайно відповідальним видом допоміжних операцій процесу буріння є заправка хвостовиків бурових штанг. Особливості обладнання для її механізації будуть розглянуті нижче.

Таблиця 1.1 – Технічні характеристики знімачів пневматичного типу для демонтажу бурових коронок та вилучення відбитих конусів бурових штанг

Показник	УІК-1	СБК-1	Знімач на основі перфоратора
Продуктивність, коронок/год	200-300	200-300	100-120
Тип пневмоударного обладнання, що використовується	Пневмоударник типу М-48	Пневмоударник типу П-1-75	Переносний перфоратор типу ПП
Габаритні розміри, мм:			
довжина	800	250	1100
ширина	400	150	500
висота	500	500	300

1.3 Аналіз засобів механізації для виготовлення та ремонту бурових штанг

Досвід експлуатації бурильного обладнання свідчить, що ефективність проведення бурових робіт у значному ступені залежить від правильного вибору бурового інструменту та його технічного стану. Зокрема, практика показує, що лише одним підвищенням якості заправки та відновлення бурового інструменту можна досягти суттєвого збільшення продуктивності буріння.

Найбільш характерними поломками бурових штанг є викрашування або розклепування хвостовика, руйнування штанги біля корпусу або у буртика хвостовика, а також у середній частині штанги.

Роботи з виготовлення та ремонту бурового інструменту у виробничих умовах виконуються у шахтних бурозаправних майстернях на бурозаправному обладнанні. Останнє за родом виконуваних функцій у загальному технологічному процесі можна класифікувати наступним чином:

- бурозаправні верстати, призначені для кування нових і заправки старих головок та хвостовиків бурів і штанг, висаджування головок під різьбу і конус у бу-

рових штанг, а також для кування костилів, пік відбійних молотків та інших ковальських робіт аналогічного характеру. Під процесом заправки (наприклад, хвостовиків) розуміють формування буртику і певної довжини хвостовика на кінці бурової штанги у гарячому стані (нагрів до 1000-1150° С);

- нагрівальні печі нафтового та електричного типів для розігріву заготовок бурової сталі і бурів перед куванням, заправкою та гартуванням;

- гартувальні ванни водяного та масляного типів для гартування головок, хвостовиків бурів, головок та хвостовиків бурових штанг;

- верстати для заточування робочих граней знімних бурових коронок (див. вище у п. 1.2).

Основним видом бурозаправного обладнання слід вважати бурозаправні верстати. У загальному випадку такий верстат представляє собою агрегат, який має три пневматичні молотки, а саме:

- основний молоток вертикальної дії для рубання гарячої сталі, формування шляхом штампування бічної поверхні коронки, калібрування коронки та затискання стрижня буру під час роботи горизонтальних молотків;

- два молотка горизонтальної дії, один з яких призначений для штампування торцевої поверхні коронки або хвостовика, а другий – для прошивання (відновлення) осевого каналу у коронці чи хвостовику.

Перші вітчизняні верстати такого призначення були поставлені на серійне виробництво наприкінці сорокових років минулого століття на декількох підприємствах, зокрема на Криворізькому заводі гірничого обладнання. У табл. 1.2 приведені порівняльні технічні дані верстатів типів БЗС-1, БСГ-1 та Б-50 того часу.

Що стосується закордонних конструкцій подібного обладнання, то в останні десятиліття воно не випускається через відсутність потреби в ньому. Виробництво та поставки бурового інструменту у тамтешніх умовах здійснюється централізовано. Наприклад, операції рубання, формування буртів, висаджування хвостовиків бурових штанг та інші виконуються на потужних спеціалізованих лініях.

В Україні також були поодинокі спроби створення та налагодження такого виробництва, але за різними причинами серйозного розвитку вони не отримали.

Таблиця 1.2 – Технічні дані бурозаправних верстатів БЗС-1, БСГ-1 та Б-50

	Тип верстату	
	БЗС-1; БСГ-1	Б-50
Максимальний діаметр буру, мм	90	92
Максимальний діаметр бурової сталі, мм	50	48
Зусилля затискання головки верстату, кН, при тиску повітря:		
0,7 МПа	142	-
0,5 МПа	103	-
Діаметр головного поршня, мм	532	532
Діаметр поршня горизонтального молотка, мм	100	100
Продуктивність, шт./зміну		
при куванні головок нових бурів	60	-
при заправці старих бурів	60-100	60-70
при куванні хвостовиків	60-80	-
Хід головки, мм	90	-
Витрата повітря, м ³ /хв.	5,93	5,93
Габаритні розміри, мм:		
довжина	1600	1500
ширина	1085	1200
висота	1470	1365
Маса, кг:		
усього верстату	2185	1780
рухомих частин верстату	450	450

Серед них, окрім значної вартості та складності операцій технічного обслуговування і ремонту подібного виробничого обладнання, слід відмітити проблеми з операцією висадження бурта штанги, що мають місце при цьому. Спеціалізовані машини для її виконання на потокових лініях відсутні, а використання для цієї мети серійних горизонтально-кувальних машин недоцільно через високі зусилля, що викликають у процесі висаджування розриви поздовжніх волокон металу штанги, тобто створюють місцеві концентратори напружень, які суттєво зменшують міцність штанг і швидко призводять до виходу їх з ладу.

Таким чином, можна вважати, що специфічні умови вітчизняної гірничорудної галузі, обумовлені багатьма факторами різного характеру, потребують у наш час саме децентралізованого виготовлення та ремонту бурових штанг, максимально наближеного до виробничих ділянок, де вони використовуються. А для цього найкраще підходять саме бурозаправні верстати. Вони можуть працювати у будь-яких умовах, починаючи від цеху машинобудівного заводу і закінчуючи похідною майстернею геологорозвідувальної партії. У першому випадку такі конструкції мають бути високопродуктивними та потужними для заправки головок бурів великого діаметру, в останньому – легкими й компактними. До бурозаправного обладнання ставляться також вимоги низької вартості, економічності процесу експлуатації, простоти в роботі та обслуговуванні, надійності та довговічності.

Усім цим вимогами відповідають бурозаправні установки вітчизняного виробництва. На заміну моделям, приведеним у табл. 1.2, інститутом ВДПІрудмаш була розроблена модернізована конструкція бурозаправного верстату БЗС-А, яка розглядається у даній роботі в якості базової і буде докладно описана та проаналізована у наступному розділі.

Висновки:

- операції буріння шпурів і свердловин в умовах вітчизняної гірничорудної промисловості у значній мірі забезпечується за рахунок перфораторів ударно-поворотного типу і характеризуються високими показниками трудомісткості та собівартості. Не в останню чергу це пояснюється недостатньою стійкістю бурового інструменту, який швидко затуплюється під час буріння і потребує заміни та відновлення своєї працездатності. Тому одним з можливих шляхів підвищення продуктивності процесу буріння шпурів є подальше удосконалення бурового інструменту, підвищення його стійкості та довговічності, зростання рівня механізації операцій щодо його виготовлення та ремонту;

- для відновлення працездатності бурового інструменту використовуються ручні та пневматичні знімачі коронок, установки для їх заточування, але найважливішим допоміжним обладнанням бурильних робіт слід вважати бурозаправне,

основним видом якого є бурозаправні верстати, призначені для кування нових і заправки старих головок та хвостовиків бурів і штанг, висаджування головок під різьбу і конус у бурових штангах, а також виконання інших численних ковальських робіт аналогічного характеру;

- вітчизняні конструкції бурозаправних верстатів типу БЗС відрізняються універсальністю і пристосованістю до потреб гірничодобувного виробництва. За рахунок своєї надійності та економічності вони представляються найбільш доцільним і незамінним обладнанням для підприємств, які самостійно виготовляють і відновлюють буровий інструмент у стаціонарних та польових умовах.

2 КРИТИЧНИЙ АНАЛІЗ БАЗОВОЇ КОНСТРУКЦІЇ МАШИНИ

В якості базової конструкції (об'єкту удосконалення) в даній роботі прийнятий бурозаправний верстат БЗС-А розробки криворізького інституту ВНДПрудмаш [15-17].

2.1 Призначення та склад виробу

Верстат бурозаправний БЗС-А представляє собою універсальну кувальну машину і призначений для кування і заправки різного роду бурового інструменту, зокрема головок та хвостовиків бурів і штанг, а також рубання бурової сталі та виконання отворів для підведення води. Основними користувачами установки є середні та дрібні гірничодобувні підприємства чорної і кольорової металургії, а також геологічні підрозділи, які самостійно виготовляють та відновлюють буровий інструмент у стаціонарних і польових умовах. Таке обладнання є найбільш економічним та доступним для виконання вказаних операцій, у першу чергу для заправки бурового інструменту.

До конструктивного складу верстату входять наступні основні частини:

- нижня станина – 1 шт.;
- середня станина – 1 шт.;
- вертикальний молот – 1 шт.;
- кувальний молоток – 1 шт.;
- свердлильний пристрій для виконання отвору – 1 шт.;
- система постачання повітря – 1 шт.;
- система керування – 1 шт.;
- змінний інструмент – 1 компл.

2.2 Умови експлуатації установки

За умовами експлуатації верстат відповідає наступним вимогам (ГОСТ

15150):

- у частині впливу кліматичних факторів зовнішнього середовища – виріб має кліматичні виконання «У», «ХЛ» та «Т» за категорією розміщення З;

- група умов експлуатації за корозійною активністю, за умовами зберігання та умовами експлуатації – жорстка перша Ж.

Режим роботи верстату – повторно-переривчастий протягом зміни. Максимально можливе число робочих днів у році – 305, число змін на добу – 1, тривалість зміни – 8 годин.

Керування машиною та її обслуговування здійснюється одним робітником.

2.3 Загальний опис конструкції та принципу дії верстату БЗС-А

Схема бурозаправного верстату БЗС-А показана на рис. 2.1.

Установка спирається на масивну нижню станину 1, яка є підставою верстату і містить у собі резервуар для стисненого повітря і канали для його підведення та відведення. На ній зверху розміщена середня станина, в якій розміщені циліндр основного вертикального молоту 3, ковадло, кронштейн для установки горизонтального кувального молотка 4, механізм для виконання отвору (пневмосвердло) 5 та ножі для рубання бурової сталі. Крім того, до конструкції верстату входять золотникова коробка 2, шліфувальна головка, пульт керування, гідробак, система підготовки стисненого повітря, пневмогідрокомунікації.

Основний (вертикальний) молот верстату призначений для рубання бурової сталі, штампування бічних поверхонь та калібрування коронок, затискання стрижнів бурів під час роботи горизонтальних молотків. Він постачений великим і малим поршнями та головою. За допомогою останньої затискається буровий інструмент та наносяться удари по оброблюваному металу. Матриці молоту забезпечують можливість поділення бурової сталі на мірні довжини.

Кувальний молоток забезпечує висаджування буртів хвостовиків з шестигранної ($S = 22$ і 25 мм) та круглої ($\emptyset 32$ мм) бурової сталі.

Пневмосвердло служить для виконання отвору $\emptyset 9$ мм водяного каналу хвос-

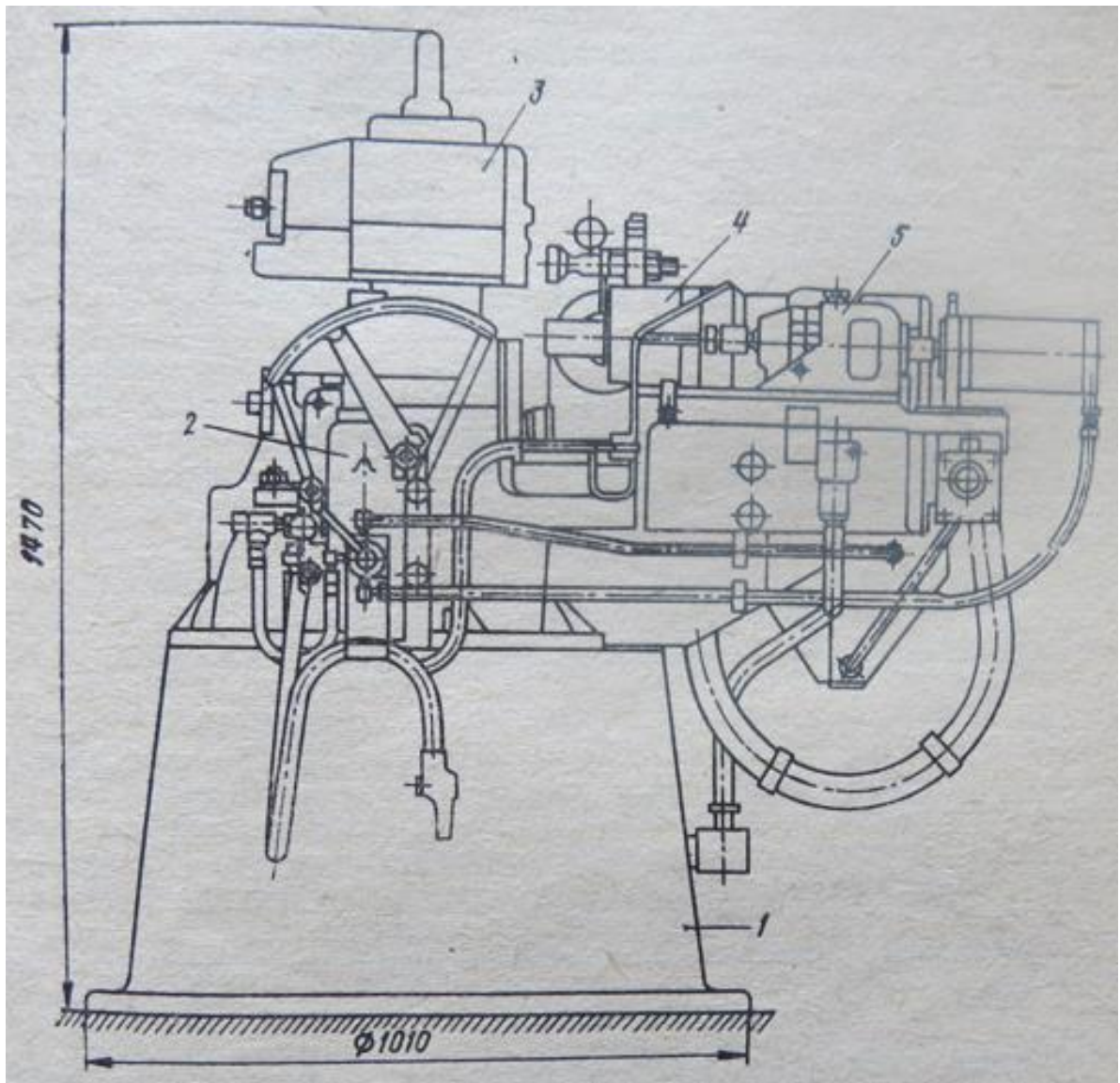


Рисунок 2.1 – Схема бурозаправного верстату БЗС-А:
 1 – станина; 2 – золотникова коробка; 3 – вертикальний молот;
 4 – горизонтальний кувальний молоток; 5 – свердильний пристрій

товика бурової штанги після операції висаджування.

Система постачання повітря забезпечує подачу стисненого повітря від централізованої мережі підприємства до усіх споживачів верстату для нормальної (чіткої) роботи його виконавчих органів. Стиснене повітря поступає через систему підготовки повітря, що складається з пневматичного фільтру ФП 50-80 та автомасельнички А2-35, у станину верстату, яка відіграє роль ресиверу усієї пневмосистеми. Змащення елементів пневмосистеми здійснюється за допомогою масляних розпилювачів.

Система керування відповідає за розподілення повітря від станіни до усіх робочих елементів установки.

У конструкції верстату використані стандартні, уніфіковані та покупні складальні одиниці і деталі: кріпильні вироби, маслорозпилювач, повітряний фільтр, ущільнення, рукави низького тиску тощо.

Комплект інструменту та приладдя, що поставляється разом із машиною, забезпечує можливість її збирання і розбирання безпосередньо на місці установки.

Верстат встановлюється на ізольованому бетонному фундаменті з гумовим настилом, конструкція якого забезпечує амортизацію ударів і поштовхів, що виникають під час його роботи.

Заправка хвостовика під час виготовлення нового та відновлення старого бурового інструменту на верстаті БЗС-А здійснюється за наступним технологічним процесом:

- рубання бурової сталі на мірні довжини;
- зачищення торцю;
- нагрівання місця висаджування бурта;
- висаджування бурта;
- правка бурта;
- розсвердлювання отвору.

На відміну від попередньої конструкції бурозаправного верстату БЗС (див. табл. 1.2) на верстаті БЗС-А замість прошивання отворів у штанзі для подачі води передбачене свердлення отворів без ступінчастого регулювання подачі зенкеру. Матриця верстату для рубання бурової штанги дозволяє робити цю операцію у холодному стані (без нагрівання струмами високої частоти) і за два удари вертикального молоту замість п'яти. Уведена такою операція зачищення торцю штанги після рубання замість тривалої обробки його на токарному верстаті.

2.4 Показники призначення та надійності виробу

Показники бурозаправного верстату БЗС-А приведені у табл. 2.1 [15,16].

Таблиця 2.1 – Показники призначення та надійності
 бурозаправного верстату БЗС-А

Показники	Значення
Показники призначення	
Продуктивність, шт./год, не менше	11
Зусилля вертикального молоту, кН	104,5±5
Хід ковальського молоту, мм	90
Енергія живлення:	
вид	стиснене повітря
величина тиску, МПа	0,5±0,02
змащення елементів пневмосистеми	масляними розпилювачами
Габаритні розміри, мм:	
довжина	1600
ширина	1300
висота	1500
Маса, кг	2350
Умовний прохід підвідного трубопроводу, мм	32
Показники надійності	
Встановлене безвідмовне напрацювання, годин	45
Середнє напрацювання на відмову, годин	90
Встановлений ресурс до капітального ремонту, годин	2700
Встановлений термін служби до капітального ремонту, місяців	18
Встановлений повний термін служби при однозмінній роботі, років	6
Об'єднана питома трудомісткість технічних обслуговувань та ремонтів, чол.год/год	0,067
Показники економного використання сировини, матеріалів, палива, енергії та трудових ресурсів	
Питома маса, кг(шт./год)/років	17,83
Питома витрата енергії, м ³ /шт.	4,35
Ергономічні показники	
Еквівалентний рівень звуку на робочому місці, дБА	90
Рівні вібрації на робочому місці, дБ(м/с)	у межах ГОСТ 15.1.012
Рівень забрудненості повітря	не нижче

Продовження таблиці 2.1	
	10 класу за ГОСТ 17433
Показники технологічності	
Питома трудомісткість виготовлення, нормогодин/(шт. /год)	66,6
Питома енергоємність виготовлення, кВт·год/(шт. /год)	564,5
Показники стандартизації та уніфікації	
Коефіцієнт застосування, %	73,5
Коефіцієнт застосування стандартних та уніфікованих складальних частин, %	6,9

2.5 Аналіз переваг та недоліків конструкції верстату

Тривалий досвід промислової експлуатації бурозаправного верстату БЗС-А засвідчив достатньо високий технічний рівень конструкції. Показники призначення та надійності верстату відповідають заявленим у технічній документації на нього. Верстат у цілому відповідає вимогам безпеки згідно з ГОСТ 12.2.003 та правилами, викладеними у [18].

Безпека та зручність проведення заходів технічного обслуговування і ремонту верстату забезпечуються наступними конструктивними рішеннями:

- використанням для рубання бурової сталі парних ножів, що виключає виникнення ударних навантажень на руки оператора;
- калібруванням отвору для підведення води за допомогою свердлення, завдяки чому знижується рівень шуму;
- розташуванням підставки для ручної фіксації вертикального молоту у зоні робочого місця;
- автоматичним режимом робочої подачі свердлильної головки та її повертання у початкове положення;
- виконанням системи підготовки та очищення повітря у вигляді окремих блоків, що дає можливість її розміщення на певній відстані від верстату;
- використанням триноги з можливістю безступінчастого регулювання по висоті для підтримки бурової штанги під час її обробки, яка виключає вплив ло-

кальної вібрації на оператора;

- виконанням конструкції верстату у вигляді окремих транспортабельних вузлів;

- наявністю рим-болта на корпусі вертикального молоту, який дозволяє використовувати для завантаження і розвантаження установки будь-які вантажопідйомні засоби з вантажопідйомністю не менше 2,5 т;

- габаритами та масою машини, що дозволяють її транспортування будь-яким видом транспорту.

Проте, сучасні вимоги до обладнання подібного типу невпинно зростають. Конструкція бурозаправного верстату БЗС-А потребує удосконалення з метою підвищення продуктивності установки, обґрунтування раціональних режимних параметрів верстату, підвищення показників економного використання сировини, матеріалів, палива, енергії та трудових ресурсів, ергономічності виробу та безпеки праці на ньому.

Висновки:

- проведений аналіз призначення, складу та умов експлуатації базової конструкції вітчизняного бурозаправного верстату БЗС-А, особливостей його будови та принципу дії, показників призначення і надійності виробу, експлуатаційних характеристик установки та попиту на подібне обладнання у гірничодобувному виробництві показали, що незважаючи на численні переваги конструкції та позитивний досвід її промислової експлуатації, вона вимагає модернізації за рахунок підвищення основних параметрів, які визначають її технічний рівень. З огляду на це, існує необхідність проведення досліджень, спрямованих на вирішення цієї задачі.

2.6 Мета і задачі дослідження

Мета роботи – обґрунтування раціональних параметрів та удосконалення конструкції бурозаправного верстату для заміни моделі БЗС-А.

Проведений під час виконання роботи аналіз особливостей технологічних

процесів виготовлення та відновлення бурового інструменту, а також існуючого обладнання для їх механізації в умовах малих і середніх гірничодобувних підприємств та геологорозвідувальних партій дозволив визначити задачі, які потрібно вирішити під час здійснення даного дослідження, а саме:

- вибрати методи теоретичних та експериментальних досліджень;
- проаналізувати можливі шляхи удосконалення конструкції бурозаправного верстату;

- проаналізувати вимоги, що ставляться перед модернізованою конструкцією верстату, а саме: технічні вимоги, вимоги до технологічності та метрологічного забезпечення процесів розробки, виробництва та експлуатації виробу, вимоги безпеки та охорони довкілля, естетичні та ергономічні вимоги, вимоги до ремонтпридатності конструкції, вимоги до складальних частин виробу, сировини, вихідних та експлуатаційних матеріалів, вимоги до маркування та пакування розробленого виробу;

- обґрунтувати та розрахувати показники призначення та надійності удосконаленого верстату, показники економного використання сировини, матеріалів, палива, енергії та трудових ресурсів, показники технологічності, а також узагальнений показник ергономічності;

- здійснити загальну оцінку технічного рівня удосконаленої конструкції бурозаправного верстату;

- розробити необхідні заходи експлуатації удосконаленої конструкції верстату, у тому числі порядку транспортування та зберігання виробу, порядку монтажу установки, використання верстату за призначенням та особливостей процесу технічного обслуговування верстату.

Об'єкт дослідження – технологічні процеси виготовлення та відновлення бурового інструменту для гірничої бурильної техніки.

Предмет дослідження – удосконалені параметри бурозаправного верстату для виготовлення нового та заправки існуючого бурового інструменту.

3 ДОСЛІДЖЕННЯ, ОБҐРУНТУВАННЯ ТА РОЗРОБКА УДОСКОНАЛЕНОЇ КОНСТРУКЦІЇ БУРОЗАПРАВНОГО ВЕРСТАТУ

3.1 Методика дослідження

Під час виконання досліджень використовувалися різні методи наукових досліджень: загальні та спеціальні, теоретичні та експериментальні.

Зокрема, широко застосовувався аналітичний метод досліджень: для аналізу сучасного стану механізації процесу буріння шпурів у гірничій промисловості, механічного обладнання допоміжних операцій процесу буріння, засобів механізації для виготовлення та ремонту бурових штанг. З допомогою цього методу здійснювалися критичний аналіз базової конструкції машини, її переваг та недоліків, порівняльний аналіз можливих шляхів удосконалення бурозаправних верстатів.

Для розробки модернізованої конструкції верстату використовувалися методи оцінки якості та технічного рівня об'єктів проектування, обґрунтування технічних вимог до конструктивної будови установки, обґрунтування раціональних параметрів призначення та надійності конструкції, її технологічності, методи контролю основних параметрів верстату тощо.

Під час розробки удосконаленої конструкції бурозаправного верстату були також застосовані методи експериментальних досліджень для перевірки відповідності досягнутих результатів очікуваним.

3.2 Аналіз можливих шляхів удосконалення конструкції верстату

Подальше удосконалення техніки виконання робіт з виготовлення та ремонту бурових штанг, що потребує проведення операцій з відрізки, рубання, свердлення та висаджування бурових штанг, має відбуватися за рахунок розширення їх випуску централізованими підприємствами з використанням відрізних верстатів, пресів, горизонтально-кувальних машин, універсальних токарних верстатів, зварювальних машин для наварювання буртів тощо.

Паралельно з цим процесом залишатиметься ніша для застосування універсальних бурозаправних верстатів на малих і середніх гірничих підприємствах. Основними шляхами удосконалення такого обладнання є технічні розробки, які при використанні традиційних принципів конструкції спрямовані на модернізацію окремих вузлів, а також розробки нових верстатів на основі раніше не застосованих технологічних процесів.

Для прикладу можна розглянути декілька можливих варіантів створення перспективних зразків бурозаправних верстатів [19].

Варіант 1. Згідно з ним передбачається розробка бурозаправного верстату, в конструкції якого операції з висаджування бурта та подачі свердлильної головки здійснюються за допомогою гідроприводу, а операція відрізання бурової сталі виконується на окремо розташованих відрізних верстатах за допомогою відрізних кругів. Якість розрізки дасть можливість виключити з технологічного процесу операцію шліфування торців штанг.

В якості основного джерела енергії у конструкції верстату використовується електрична. Маслостанція гідроприводу розташована всередині станини установки. Бак Б1 приводу розрахований на 50 л масла (І-30А або І-40А за ГОСТ 20799). При увімкненні електродвигуна насосу Н1 масло по трубопроводу подається у чотирьохсекційний розподільник Р1 і при нейтральному положенні рукояток секцій через фільтр Ф1 зливається у бак.

Налаштування необхідної величини тиску в системі здійснюється за допомогою запобіжного клапану КП1, а контроль за правильністю його налаштування та на виході з гідроперетворювача – двома манометрами МН1 і МН2.

Основні робочі органи верстату представляють собою окремі гідроциліндри або їх комбінацію, які дозволяють виконувати операції з висаджування бурту та подачі свердлильної головки.

Операція висаджування бурту на попередньої нагрітій штанзі виконується у наступній послідовності. Штанга розміщується у матриці і гідроциліндром затискного пристрою ЦЗ фіксується у ній. Необхідний для цього тиск у гідроциліндрі забезпечується гідроперетворювачем ПР1 шляхом встановлення рукоятки другої

секції гідророзподільника Р1 у положення, при якому масло подається одночасно у штокові порожнини гідроперетворювача ПР1 та затискного пристрою ЦЗ. При цьому відбувається відповідно їх зарядка та підйом затискача. Перемикання рукоятки розподільника у протилежне положення спрямовує потік масла у поршневу порожнину гідро перетворювача ПР1. Масло з його штокової порожнини поступає при цьому поршневу порожнину затискача ЦЗ, завдяки чому штанга затискається.

Операція висаджування здійснюється при увімкненні рукоятки четвертої секції розподільника Р1 і подачі масла у штокову порожнину гідроциліндру Ц2.

Скидання тиску з поршневої порожнини затискача ЦЗ відбувається після відкриття гідрозамку ЗМ1. Гідрозамок відкривається після підведення масла у лінію керування Х через третю секцію гідророзподільника Р1.

Подача свердлильної головки здійснюється гідроциліндром Ц1 після увімкнення рукоятки першої секції гідророзподільника Р1. Регулювання величини зусилля подачі та її швидкості відбувається за допомогою регулятора потоку РП1.

На рис. 3.1 показаний загальний вигляд верстату за варіантом 1, а у табл. 3.1 – його коротка технічна характеристика. Решта параметрів верстату приводиться нижче, у порівняльній таблиці варіантів конструктивного виконання.

Таблиця 3.1 – Коротка технічна характеристика перспективної конструкції бурозаправного верстату за варіантом 1

Показники	Значення
Максимальний тиск, що розвивається насосом, МПа	16
Коефіцієнт посилення перетворювача	4,55
Максимальне зусилля, що розвивається гідроциліндром під час операції висаджування, кН	320
Номінальне зусилля притискання, кН	3000
Номінальний тиск під час операції подачі свердлильної головки, МПа	2
Максимальне зусилля подачі свердлильної головки, кН	30

До недоліків даної конструкції слід віднести вимогу більш ретельного контролю за величиною нагрівання штанги, необхідність додаткового створення верстату для розрізки штанг, відсутність вертикального молоту та практичної перевірки його працездатності у промислових умовах.

Варіант 2. По цьому варіанту передбачається модернізація існуючої конструкції верстату БЗС-А шляхом заміни кувального молоту кувальською установкою, виконаною на базі телескопного перфоратора ПТ48А.

У порівнянні з телескопним перфоратором ПТ48А установка, створена на його основі, служить для перетворення і передачі на штангу, яка піддається операції висаджування, ударних імпульсів та осьового зусилля подачі. Усувається функція перфоратора з обертання бурової штанги та виключається водопромивний пристрій. Таке технічне рішення зменшує трудомісткість та спрощує виготовлення низки деталей кувального пристрою (трудомісткість виготовлення кувального молоту – 210 нормо-годин, а перфоратора ПТ48А – 29 нормо-годин). Хід подавального пристрою телескопу зменшується при цьому з 650 до 100 мм.

Енергетичні параметри перфоратора (енергія одиничного удару – 86,3 Дж, частота ударів – 43,3 Гц) більш оптимальні у порівнянні з показниками кувального молоту верстату БЗС-А. Це підтверджується аналізом поздовжніх шліфів у місці висаджування бурту: відсутні пориви поздовжніх волокон, що сприятиме збільшенню терміну служби бурової штанги.

Загальний вигляд бурозаправного верстату за варіантом 2 показаний на рис. 3.2. Показники верстату приведені нижче у порівняльній таблиці.

Варіант 3. За цим варіантом кувальний молоток виконується на базі гідравлічного перфоратора. У цьому варіанті на додаток до існуючого верстату необхідно виготовити окремо розташовану маслостанцію та пульт керування.

Варіант 4. Він представляє собою розвиток варіантів 2 і 3 шляхом використання гідроперфоратора замість вертикального молоту, виконаного за типом верстату БЗС-А. Таким чином, тут застосовуються відразу два гідроперфоратора: і для операції висаджування, і для вертикального кування. Бурова штанга при висаджуванні утримується затискачем, як це передбачено у варіанті 1.

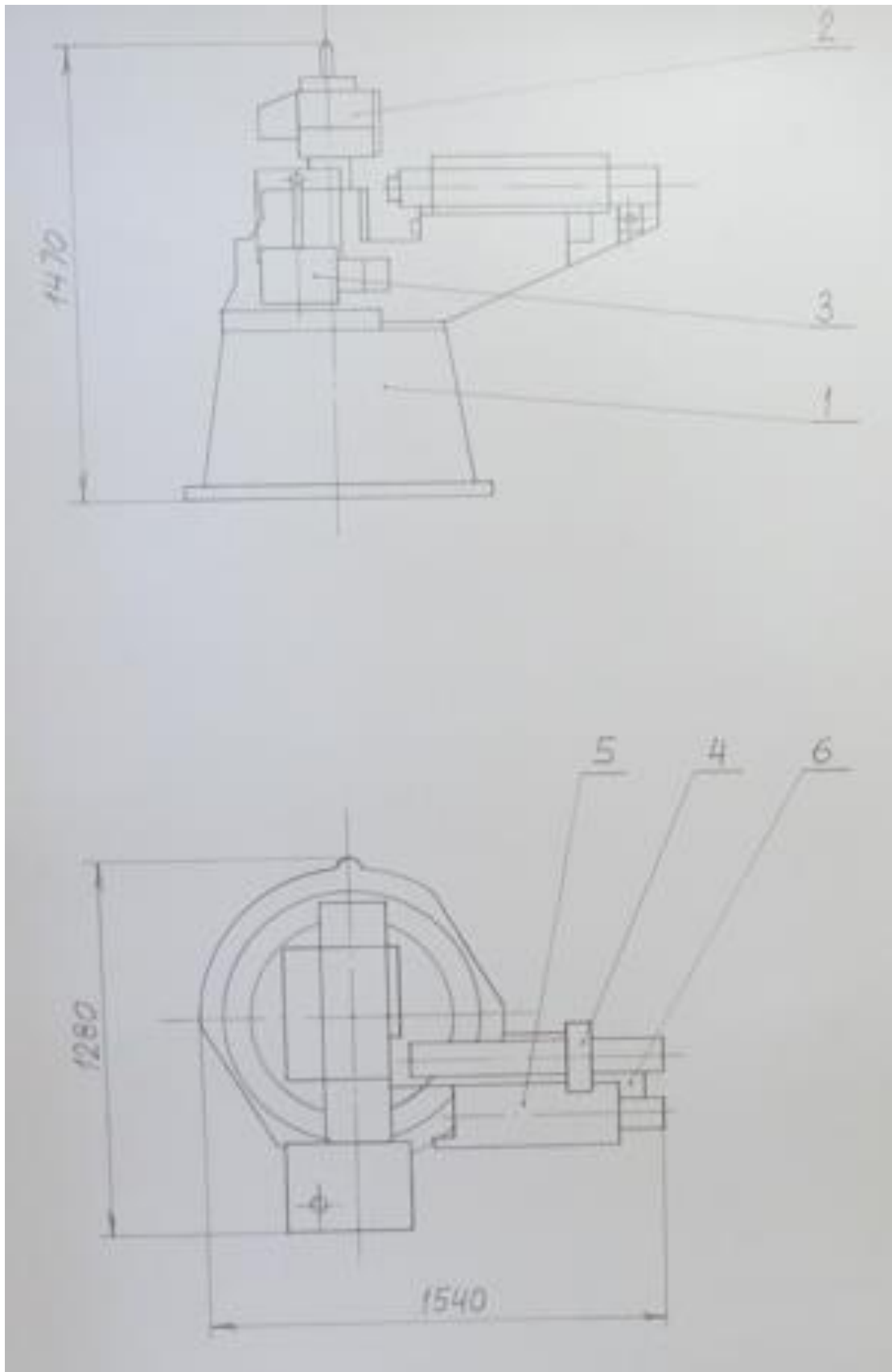


Рисунок 3.2 – Загальний вигляд бурозаправного верстату за варіантом 2:
1 – станина нижня, 2 – молот вертикальний; 3 – пульт керування; 4 – молот кувал-
льний на базі перфоратора ПТ48А; 5 – головка свердлильна; 6 – гідробак

Використання гідроперфораторів у конструкціях бурозаправних верстатів за варіантами 3 і 4 забезпечує наступні переваги:

- комплектність конструкції;
- можливість отримання більш високих величин енергії удару та частоти;
- можливість плавного регулювання цих показників;
- використання електричної енергії живлення замість пневматичної;
- зниження рівнів шуму та концентрації масляних аерозолів у повітрі до допустимих санітарних норм.

До недоліків цих схем потрібно віднести:

- ускладнення конструкції;
- складність виготовлення через більшу трудомісткість та вартість;
- підвищені вимоги до професійного рівня обслуговуючого персоналу;
- необхідність створення та виготовлення відрізного верстату.

З огляду на вищеприведену інформацію, отриману в результаті проведеного порівняльного аналізу можливих варіантів створення перспективних конструкцій бурозаправного верстату, слід зробити висновок, що найбільш реальним і дешевшим шляхом, що забезпечуватиме подальше підвищення продуктивності праці, є варіант 2. Саме він і вибраний для модернізації базової конструкції машини – верстату БЗС-А. Результати порівняльного аналізу приведені у табл. 3.2.

3.3 Аналіз вимог, що ставляться перед модернізованим верстатом

3.3.1 Технічні вимоги

Процес модернізації бурозаправного верстату передбачає створення удосконаленої конструкції БЗС-Б на базі попередньої моделі БЗС-А. Новий верстат повинен складатися з наступних основних частин [19,20]:

- станини нижньої у вигляді порожнистого чавунного корпусу, яка відіграватиме роль підстави верстату та резервуару для стисненого повітря, що використовується в якості енергії для виконавчих органів установки. Корпус постачаний каналами та необхідною арматурою для підведення стисненого повітря до робо-

чих вузлів верстату. На осі станини розташований циліндр малого поршня вертикального молоту;

- молоту вертикального у складі середньої станини та головки молоту. Середня станина представляє собою корпус з обробленими поверхнями для кріплення пульта керування, кувального молоту та свердлильної і шліфувальної головок. В середині корпусу розміщений циліндр під великий поршень молоту. Головка молоту виконана у вигляді чавунної відливки, напресованої на шток. На останньому змонтовані великий і малий поршні. Головка вертикального молоту служить для нанесення ударів під час правки та рубання заготовок бурової сталі, а також для затискання заготовки при висаджуванні хвостовика та розсвердлювання отвору підведення води. У гніздах корпусу середньої станини та на головці вертикального молоту кріпиться комплект інструменту для правки, висаджування та рубання бурової сталі;

- пульта керування, призначеного для розподілення стисненого повітря по усіх робочих елементах верстату;

- молоту кувального з пневмоциліндром для його подачі. Молот служить для висаджування буртів різноманітних хвостовиків з бурової сталі: шестигранної з розмірами $S = 22$ і 25 мм та круглої діаметром 32 мм;

- головки свердлильної для виконання отвору у штанзі для підведення води. Головка складається з кронштейну, постаченого полозками під каретку свердлильної машини, та циліндру пневмогідравлічного для подачі зенкеру;

- гідробаку у вигляді герметичної ємності для запасу масла, необхідного для нормальної роботи пневмогідравлічної подачі зенкеру;

- системи підготовки стисненого повітря у складі пневматичного фільтру та автомасельнички для забезпечення чіткої роботи усіх виконавчих органів верстату;

- головки шліфувальної для зачищення торцю та зняття фаски на буровій штанзі. Головка складається з кронштейну та пневматичної шліфувальної машини, що кріпиться на ньому;

- комплекту інструменту і приладдя для забезпечення можливості монтажу і

демонтажу верстату на місці його установки;

- комплекту запасних частин, перелік яких визначається за результатами приймальних випробувань удосконаленого верстату.

3.3.2 Вимоги до технологічності та метрологічного забезпечення розробки, виробництва та експлуатації

Під час розробки конструкторської документації складальних одиниць і деталей машини повинна враховуватися можливість використання технологічних рішень, відпрацьованих заводом-виготовлювачем при випуску продукції.

Конструкторські рішення мають забезпечити застосування мінімальної кількості найменувань марок матеріалів, сортаменту, кріпильних виробів, а також литва та гостродефіцитних матеріалів. Технологічність верстату визначатиметься простотою його конструкції, відсутністю необхідності у придбанні нового технологічного обладнання та виготовленні нових технологічних пристосувань.

Контроль основних параметрів верстату та його приймально-передавальні випробування проводяться у порядку, встановленому підприємством-споживачем.

Додаткового оснащення та засобів вимірювання під час виготовлення верстату не потрібно.

3.3.3 Вимоги безпеки та охорони довкілля

Керування верстатом має здійснюватися за допомогою рукояток розподільників повітря пульта керування. Розташування останнього повинно забезпечити можливість роботи обома руками у процесі кування для виключення можливості травмування.

Вертикальний молот повинен мати механічний фіксатор, а рукави підведення повітря – надійні кріплення.

Вібраційна характеристика та фактичні значення віброшвидкості, що передаються оператору, не повинні перевищувати гранично допустимих значень за ГОСТ 12.1.012.

Загальні вимоги стосовно шуму – за ГОСТ 12.1.003.

3.3.4 Естетичні та ергономічні вимоги

Конструкція верстату повинна мати форми, що відповідають його функціональному призначенню та сучасним вимогам технічної естетики, а кольорове рішення установки – умовам її експлуатації.

Розташування органів керування верстатом, а також зусилля на них повинні відповідати вимогам ергономічності.

3.3.5 Вимоги до ремонтпридатності

Конструкція верстату повинна забезпечувати можливість зручного доступу для огляду та технічного обслуговування його складальних одиниць і деталей.

Потрібні рівні показників ремонтпридатності:

- питомої сумарної оперативної трудомісткості технічних обслуговувань – $3,85 \cdot 10^{-3}$ чол.·год/маш.·год;

- питомої сумарної оперативної трудомісткості поточних ремонтів – $3,85 \cdot 10^{-2}$ чол.·год/маш.·год;

- питомої сумарної оперативної трудомісткості капітальних ремонтів – $2,3 \cdot 10^{-2}$ чол.·год/маш.·год;

- об'єднана питома оперативна трудомісткість технічних обслуговувань і ремонтів – не більше $6,5 \cdot 10^{-2}$ чол.·год/год.

3.3.6 Вимоги до складальних частин виробу, сировини, вихідних та експлуатаційних матеріалів

Матеріали, що використовуються під час виготовлення та експлуатації верстату (метали, мастила, фарби тощо), повинні відповідати діючим стандартам.

Гумовотехнічні вироби у конструкції верстату мають бути стійкими до впливу масла.

3.3.7 Вимоги до маркування та пакування виробу

На кожному верстаті має бути закріплена табличка, що відповідає вимогам ГОСТ 12969 та ГОСТ 12971 і містить наступні дані:

- найменування заводу-виготовлювача або товарний знак;
- найменування та позначення верстату;
- порядковий номер верстату згідно із заводською нумерацією;
- рік та місяць випуску верстату;
- позначення технічних умов або стандарту, за яким верстат випускається.

Маркування верстату здійснюється згідно з вимогами ГОСТ 14192. Спосіб нанесення маркування має забезпечити збереження чіткості надписів на табличці протягом усього терміну служби виробу.

Верстат поставляється споживачеві у зібраному вигляді без упаковки, але за вимогою може бути запакований у шухляду типу IV за ГОСТ 10198 з маркуванням згідно з ГОСТ 14192.

Перед відвантаженням верстат разом з комплектом запасних частин, інструменту та приладдя має бути законсервований за вимогами ГОСТ 9.014. Консервація повинна забезпечити захист від атмосферної корозії під час зберігання та транспортування протягом не менше 18 місяців.

Запасні частини, інструмент, приладдя та експлуатаційна документація згідно з комплектом поставки, а також пакувальний лист мають бути запаковані у дерев'яну шухляду, виготовлену згідно з вимогами ГОСТ 5959. Пакувальний лист та документацію потрібно завернути у папір марки В-70 за ГОСТ 8828.

3.4 Обґрунтування та розрахунок показників призначення та надійності удосконаленого верстату

3.4.1 Показники призначення

Продуктивність верстату розраховується теоретично та визначається практично за результатами хронометражних спостережень за його роботою. Величина експлуатаційної продуктивності установки може бути розрахована за наступною формулою [21]:

$$A_{\text{експл}} = \frac{T_{\text{зм}} - T_{\text{пз}} - T_{\text{оп}}}{8(t_0 + t_d)K_B} = \frac{480 - 20 - 10}{8(1,1 + 2,52)1,05} = 14,8 \text{ шт./год},$$

де $T_{зм} = 480$ хв. – тривалість 8-годинної робочої зміни; $T_{пз} = 20$ хв. – час на підготовчо-заклучні роботи протягом зміни (на огляд обладнання, прийом-здачу зміни, огляд робочого місця, перевірку надійності кріплення усіх складових частин, перевірку наявності масла в автомасельниці та гідросистемі, перевірку наявності справного інструменту, заготовок та індивідуальних засобів захисту від шуму, перевірку стану нагрівальних пристосувань тощо); $T_{оп} = 10$ хв. – час на особисті потреби протягом зміни; t_o – основний час на виготовлення однієї штанги, хв.; t_d – допоміжний час на операції нагрівання штанги, перенесення її зі стелажу до верстату і назад, заміни інструменту тощо, хв.; $K_B = 1,05$ – коефіцієнт відпочинку.

Середня годинна експлуатаційна продуктивність верстату визначається наступним чином:

$$A_{\text{сер.год.експл}} = \frac{A_{\text{зм.експл}}}{T_{\text{зм}}} = \frac{14,8}{8} \text{ шт./Год},$$

де $A_{\text{зм.експл}}$ – змінна експлуатаційна продуктивність установки, шт./зміну; $T_{\text{зм}}$ – тривалість робочої зміни у годинах.

Коефіцієнт внутрішньозмінного використання установки показує, яку частину часу робочої зміни вона здійснювала корисну роботу. Він визначається як відношення оперативного часу ($t_{оп}$) до робочого часу усієї зміни ($T_{зм}$):

$$K_{\text{вв}} = \frac{t_{\text{оп}}}{T_{\text{зм}}}.$$

Коефіцієнт можливого підвищення експлуатаційної продуктивності:

$$K_{\text{мп}} = 1 + \frac{0,9(t_{\text{отп}} + t_B)}{t_{\text{отп}}},$$

де $t_{\text{отп}}$ – час простоїв за організаційно-технічними причинами, хв.; t_B – час, що витрачається на технічні вимірювання, хв.; 0,9 – коефіцієнт, що враховує мінімум втрат часу за організаційно-технічними причинами.

Коефіцієнт використання оперативного часу роботи виробу показує частку основного технологічного часу, характеризує ступінь механізації та автоматизації допоміжних технологічних операцій і визначається як відношення основного тех-

нологічного часу (t_o) до оперативного часу ($t_{оп}$):

$$K_{оп} = \frac{t_o}{t_{оп}} = \frac{t_o}{t_o + t_d} = \frac{1}{1 + \frac{t_d}{t_o}}.$$

Зусилля вертикального молоту:

$$F = Sp = 2082 \cdot 0,5 = 1041 \text{ кг} = 104,1 \text{ кН},$$

де $S = 2082 \text{ см}^2$ – площа поперечного перетину поршня молоту; $p = 0,5 \text{ МПа}$ – робочий тиск повітря на виході з режиму притискання молоту.

3.4.2 Показники надійності

Величина середнього напрацювання верстату на відмову визначається за допомогою наступної формули:

$$T_B = \frac{\sum_{i=1}^n T_{vi}}{n},$$

де T_{vi} – напрацювання між відмовами, год; n – кількість відмов.

Встановлене безвідмовне напрацювання визначається з урахуванням величин певної довірчої ймовірності γ та коефіцієнту варіації ν . За умови припущення, що розподілення напрацювань верстату підкоряється нормальному закону, можна прийняти: $\gamma = 0,95$, $\nu = 0,3$. Тоді відношення встановленого безвідмовного напрацювання до середнього напрацювання буде дорівнювати: $T_{вбн}/T_B = 0,5$. Звідси матимемо: $T_{вбн} = 0,5T_B$.

Середній термін служби технічного об'єкту до капітального ремонту визначається таким його граничним станом, який потребує проведення подібного ремонту. Критерієм граничного стану бурозаправного верстату типу БЗС можна вважати зношення напрямної втулки (наприклад, БЗС-А.02.041) його корпусу (БЗС-А.02.040 СК) більше, ніж на 0,2 мм. За результатами спостережень роботи верстату БЗС-А такий граничний стан досягається через 3 роки експлуатації [22]. Тому можна вважати, що середній термін служби до капітального ремонту складатиме 36 місяців.

За аналогією з попередньою величиною напрацювання, приймаємо встановлений термін служби до капітального ремонту удвічі меншим – 18 місяців.

Аналогічним чином приймаємо величини наступних показників надійності:

- середнього ресурсу до капітального ремонту:

$$T_p = TK_{зм} \alpha_{зм} K_{вмч} T_{ск} = 260 \cdot 1 \cdot 8 \cdot 0,865 \cdot 3 = 5400 \text{ год},$$

де $T = 260$ – кількість робочих днів у році; $K_{зм} = 1$ – кількість робочих змін на добу; $\alpha_{зм} = 8$ год – тривалість робочої зміни; $K_{вмч} = 0,865$ – коефіцієнт використання машинного часу; $T_{ск} = 3$ роки – середній термін служби до капітального ремонту;

- встановленого ресурсу до капітального ремонту: $T_{вр} = 0,5T_p = 2700$ год;

- повного середнього терміну служби. Він визначатиметься критеріями граничних станів таких конструктивних елементів верстату, як кувальний молот, нижня станина та вертикальний молот. Приймаємо величину середнього терміну служби наступною: $T_{стс} = 12$ років;

- встановленого терміну служби при однозмінній роботі: $T_{втс} = 0,5T_{стс} = 6$ років.

3.4.3 Показники економного використання сировини, матеріалів, палива, енергії та трудових ресурсів

Питому масу верстату можна визначити за наступною формулою:

$$M_{п} = \frac{M_c}{A_{експл} T_{стс}} = \frac{2350}{14,8 \cdot 12} = 13,2 \text{ кг/шт.},$$

де $M_c = 2350$ кг – суха (чиста) маса виробу, кг.

Визначення величини питомої витрати енергії (у нашому випадку стисненого повітря) зводиться до підрахунку сумарної витрати повітря (при тиску $0,5 \pm 0,02$ МПа) під час роботи верстату у наступних режимах:

- рубання бурової сталі;
- зачищення торцю бурової сталі;
- висаджування бурту;

- калібрування бурової сталі;
- правки бурової сталі;
- розширення отвору для підведення води.

У табл. 3.2 приведені орієнтовні величини витрат стисненого повітря під час виконання перелічених операцій.

Питома витрата стисненого повітря підраховується за допомогою наступної формули:

$$Q_{\text{пит}} = \sum_{i=1}^6 Q_i t_i = 0,40 + 0,21 + 0,48 + 0,40 + 0,40 + 1,50 = 3,39 \text{ м}^3/\text{шт.}$$

Таблиця 3.2 – Орієнтовні витрати стисненого повітря під час роботи удосконаленого бурозаправного верстату

№ операції	Найменування операції	Час, с	Витрата стисненого повітря, м ³ /год (м ³ /с)	Питома витрата стисненого повітря, м ³ /шт.
1	Рубання бурової сталі	2,5	500 (0,14)	0,40
2	Зачищення торцю	8	80 (0,022)	0,21
3	Висаджування бурту	4	360 (0,10)	0,48
4	Калібрування	2,5	500 (0,14)	0,40
5	Правка	2,5	500 (0,14)	0,40
6	Розширення отвору	37	120 (0,033)	1,50

3.4.4 Показники технологічності

Питома трудомісткість виготовлення верстату:

$$T_{\text{пв}} = \frac{T_{\text{в}}}{A_{\text{експл}}} = \frac{732,5}{14,8} = 50,5 \text{ нормо-год/шт.} \cdot \text{год}^{-1},$$

де $T_{\text{в}} = 732,5$ нормо-год – орієнтовна трудомісткість виготовлення верстату.

Питома енергоємність виготовлення верстату:

$$E_{\Pi} = \frac{W_{\text{в}}}{A_{\text{експл}}} = \frac{6310}{14,8} = 426,4 \text{ кВт}\cdot\text{год}/\text{шт}\cdot\text{год}^{-1},$$

де $W_{\text{в}} = 6310 \text{ кВт}\cdot\text{год}$ – орієнтовна витрата електроенергії на виготовлення верста-
ту.

3.4.5 Узагальнений показник ергономічності

Ергономічні показники якості продукції входять у число груп показників, що визначають ефективність та безпеку праці під час експлуатації, обслуговування та ремонту технічного виробу. Оцінка ергономічного рівня якості проводиться за чотирма групами показників:

- зручності керування;
- зручності обслуговування і ремонту;
- гігієнічними;
- безпеки праці під час керування та експлуатації.

Аналіз конструкції та режиму роботи удосконаленого верстату дає можливість охарактеризувати вказані ергономічні показники:

- показник зручності керування. Конструкція верстату передбачає робочу позу оператора – стоячи. На машині встановлені наступні органи керування: рукоятка увімкнення операції висаджування хвостовика, рукоятка увімкнення подачі для операції свердлення, перемикач обертання зенкера, рукоятка увімкнення подачі стисненого повітря для охолодження зенкера. Органи керування розташовані на висоті від 750 до 1150 мм від рівня підлоги, а за фронтом робіт для обох рук – на відстані 500-1000 мм, що відповідає ергономічним вимогам. Частота використання рукоятки увімкнення висаджування хвостовика у середньому за зміну становить 1250 рухів, а рукоятки увімкнення подачі для свердлення – 300 рухів. Зусилля, що прикладаються до рукояток, дорівнюють 20 Н, що з урахуванням частоти використання відповідають вимогам нормативних документів;

- показник зручності обслуговування. Технологічний процес заправки хвостовиків бурового інструменту здійснюється у вигляді послідовного виконання операцій рубання бурової сталі на мірні довжини, зачищення торцю, нагріву місця

висаджування бурту, власне висаджування бурту, розсвердлювання отвору. Для усіх операцій створені умови для їх ефективного і зручного виконання. Завдяки агрегуванню окремих конструктивних елементів верстату у легко транспортовані вузли установка має високі експлуатаційні властивості, що забезпечують взаємозамінність, зручність обслуговування, ремонтпридатність, стійкість проти впливів навколишнього середовища та можливість швидкого усунення відмов;

- гігієнічний показник. Використання операції розсвердлювання отворів з безступінчастим регулюванням подачі зенкера забезпечує низький еквівалентний рівень звуку установки. Система підготовки стисненого повітря у складі пневматичного фільтру та автомасельнички суттєво зменшує запиленість повітря робочої зони. Рівень вібрації на робочому місці не перевищує допустимих значень за ГОСТ 12.1.012;

- показник безпеки. Під час оцінки цього показника повинні враховуватися травмонебезпечні операції у процесі експлуатації виробу та його травмонебезпечні елементи, а також захист оператора від їх впливу. Конструкція верстату характеризується ефективною конструкцією огороження рукояток керування. Вдалим розташуванням органів керування у вертикальній та горизонтальній площинах, помірними зусиллями на рукоятках керування. Спеціальна тринога для підтримки бурових штанг під час висаджування хвостовиків та розсвердлювання отворів включає можливість небезпечного контакту робітника з верстатом.

Експертна оцінка ергономічних показників здійснюється у вигляді присвоєння балів за п'ятибальною системою в усіх чотирьох групах показників. За результатами експертної оцінки визначається узагальнений ергономічний показник за допомогою наступної формули:

$$M_{\text{ерг}} = \frac{\sum_{i=1}^n M_i}{n},$$

де M_i – середньоарифметичне значення i -го ергономічного показника; $n = 4$ – кількість показників.

3.5 Загальна оцінка технічного рівня удосконаленої конструкції верстату

Модернізована конструкція бурозаправного верстату типу БЗС забезпечуватиме [19]:

- підвищену продуктивність роботи – не менше, ніж в 1,3-1,5 рази у порівнянні з базовою конструкцією;
- підвищені показники надійності, зокрема за рахунок покращеної системи підготовки повітря;
- підвищення стабільності механічних характеристик торців хвостовиків завдяки використанню холодного режиму рубання заготовок та скорочення числа нагрівань під час обробки хвостовика;
- покращення показників економного використання сировини, матеріалів, палива, енергії і трудових ресурсів, а також ергономічних показників;
- підвищення рівня безпеки робіт.

Вказані переваги досягаються за рахунок використання у конструкції верстату:

- кувального молота з енергією одиничного удару не менше 86,3 Дж та частотою ударів не менше 43,3 Гц;
- пневмоциліндру подачі кувального молота;
- інструментів, виготовлених із застосуванням жароміцних та зносостійких матеріалів;
- зниженої величини питомої витрати повітря (не більше 0,025 м³/с/кВт).

У табл. 3.3 приведені основні порівняльні технічні дані базової та удосконаленої конструкцій верстатів [15,19].

Для оцінки технічного рівня удосконаленої конструкції верстату скористаймося комплексним методом порівняльного аналізу технічного рівня та якості машин [7,23]. Згідно з ним, потрібно порівняти однакові показники базової та удосконаленої моделі і підрахувати для кожного з них відносні показники (коефіцієнти q), для чого потрібно поділити ці показники один на інший. Якщо показник удосконаленої конструкції кращий за аналогічний показник базової, то слід поді-

лити більше число на менше, щоб отримати результат більше одиниці. Якщо ж показник погіршився, то потрібно поділити менше число на більше для отримання результату менше одиниці.

Таблиця 3.3 – Порівняльні технічні дані базової та удосконаленої конструкцій бурозаправних верстатів

Показники	Тип верстату	
	БЗС-А (базова конструкція)	БЗС-Б (удосконалена конструкція)
1 Показники призначення		
1.1 Продуктивність, шт.·год ⁻¹ , не менше	11	14,5
2 Показники надійності		
2.1 Встановлене безвідмовне напрацювання, год, не менше	45	80
2.2 Середнє напрацювання на відмову, год, не менше	90	160
3 Показники економного використання сировини, матеріалів, палива, енергії та трудових ресурсів		
3.1 Питома маса, кг(шт.·год ⁻¹) ⁻¹ ·років ⁻¹ , не більше	17,83	13,5
3.2 Питома витрата енергії, м ³ /шт., не більше	4,35	3,51
4 Ергономічні показники		
4.1 Еквівалентний рівень звуку на робочому місці, дБА, не більше	90	85
5 Показники технологічності		
5.1 Питома трудомісткість виготовлення, нормогодин(шт.·год ⁻¹) ⁻¹ , не більше	66,6	52
5.2 Питома енергоємність виготовлення, кВт·год(шт.·год ⁻¹), не більше	564,6	441, 1
6 Показники стандартизації та уніфікації		
6.1 Коефіцієнт застосування, %	73,5	75,4
6.2 Коефіцієнт застосування стандартних та уніфікованих частин, %	6,9	10

Крім того, кожному значенню q слід присвоїти коефіцієнт вагомості m , який має характеризувати питому важливість даного показника для загального рівня

якості виробу. Величини коефіцієнтів вагомості встановлюються експертами, що роблять даний порівняльний аналіз. Підсумок усіх коефіцієнтів m повинен дорівнювати одиниці.

Після виконання усіх цих операцій потрібно підрахувати значення підсумкового параметру Q за наступною формулою:

$$Q = \sum m_i q_i .$$

Якщо $Q \geq 1,03$, можна констатувати вищий технічний рівень удосконаленої машини у порівнянні з базовою конструкцією. Лише у такому випадку ми можемо стверджувати, що процес удосконалення був успішним.

Для підрахунку величини Q задамо коефіцієнти вагомості m та визначимо коефіцієнти q для показників, приведених у табл. 3.3. Результати розрахунку зводимо у табл. 3.4.

Важливою характеристикою технічного об'єкту є узагальнений показник якості, що визначається як відношення підрахованого параметру Q до підсумку коефіцієнтів вагомості порівнювальних показників:

$$U = \frac{\sum m_i q_i}{\sum m_i} = \frac{1,387}{1} = 1,387.$$

Таким чином, можна зробити однозначний висновок про суттєво вищий технічний рівень удосконаленої конструкції бурозаправного верстату (БЗС-Б) у порівнянні з базовою конструкцією машини (БЗС-А). Верстат БЗС-Б за своїми показниками: продуктивністю, питомою витратою сировини, матеріалів та енергії, безвідмовністю, технологічністю, ергономічністю, стандартизацією та уніфікацією відповідає сучасному технічному рівню бурозаправного обладнання. Тобто, доцільність проведеного удосконалення цілком доведена.

Висновки:

- для досягнення поставленої у роботі мети здійснено порівняльний аналіз можливих варіантів створення перспективних конструкцій бурозаправного вер-

Таблиця 3.4 – Результати розрахунку для визначення технічного рівня удосконаленої конструкції бурозаправного верстату з використанням комплексного методу порівняльного аналізу

№ показника у табл. 3.3	Відносні показники q_i	Коефіцієнти вагомості m_i
1.1	$q_{1.1} = \frac{14,5}{11} \approx 1,32$	$m_{1.1} = 0,44$
2.1	$q_{2.1} = \frac{80}{45} \approx 1,78$	$m_{2.1} = 0,1$
2.2	$q_{2.2} = \frac{160}{90} \approx 1,78$	$m_{2.2} = 0,1$
3.1	$q_{3.1} = \frac{17,83}{13,5} \approx 1,32$	$m_{3.1} = 0,07$
3.2	$q_{3.2} = \frac{4,35}{3,51} \approx 1,24$	$m_{3.2} = 0,07$
4.1	$q_{4.1} = \frac{90}{85} \approx 1,06$	$m_{4.1} = 0,04$
5.1	$q_{5.1} = \frac{66,6}{52} \approx 1,28$	$m_{5.1} = 0,06$
5.2	$q_{5.2} = \frac{564,6}{441,1} \approx 1,28$	$m_{5.2} = 0,06$
6.1	$q_{6.1} = \frac{75,4}{73,5} \approx 1,03$	$m_{6.1} = 0,03$
6.2	$q_{6.2} = \frac{10}{6,9} \approx 1,45$	$m_{6.2} = 0,03$
$Q = m_{1.1}q_{1.1} + m_{2.1}q_{2.1} + m_{2.2}q_{2.2} + m_{3.1}q_{3.1} + m_{3.2}q_{3.2} +$ $+ m_{4.1}q_{4.1} + m_{5.1}q_{5.1} + m_{5.2}q_{5.2} + m_{6.1}q_{6.1} + m_{6.2}q_{6.2} = 0,44 \cdot 1,32 +$ $+ 0,1 \cdot 1,78 + 0,1 \cdot 1,78 + 0,07 \cdot 1,32 + 0,07 \cdot 1,24 + 0,04 \cdot 1,06 + 0,06 \cdot 1,28 +$ $+ 0,06 \cdot 1,28 + 0,03 \cdot 1,03 + 0,03 \cdot 1,45 = 1,387 > 1,03$		

стату, в результаті якого з'ясовано, що найбільш реальним і дешевшим шляхом, який забезпечуватиме подальше підвищення продуктивності праці, є варіант використання замість кувального молоту ковальської установки, виконаної на базі телескопного перфоратора ПТ48А. Саме він і вибраний для модернізації базової конструкції машини – верстату БЗС-А;

- проаналізовано вимоги, що ставляться перед конструкцією модернізовано-

го бурозаправного верстату, у першу чергу технічні, а також вимоги до технологічності конструкції та її метрологічного забезпечення, процесів розробки, виробництва та експлуатації, вимоги до складальних частин виробу, сировини, вихідних та експлуатаційних матеріалів, до маркування та пакування виробу, його ремонтпридатності, до безпеки та охорони довкілля, а також естетичні та ергономічні вимоги;

- проведені дослідження дали змогу обґрунтувати та розрахувати основні показники удосконаленого верстату: призначення та надійності, економного використання сировини, матеріалів, палива, енергії та трудових ресурсів, технологічності виготовлення та ергономічності;

- здійснено загальну оцінку технічного рівня удосконаленої конструкції бурозаправного верстату за допомогою комплексного методу порівняльного аналізу технічного рівня продукції;

- зроблено висновок про суттєво вищий технічний рівень удосконаленої конструкції у порівнянні з базовою. Запропоноване у роботі технічне рішення за своїми показниками цілком відповідає сучасному технічному рівню бурозаправного обладнання. Таким чином, доцільність проведеного удосконалення переконливо доведена.

4 ЗАХОДИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ УДОСКОНАЛЕНОЇ КОНСТРУКЦІЇ

4.1 Порядок транспортування та зберігання виробу

Бурозаправний верстат БЗС-Б може транспортуватися залізничним, морським, річковим та автомобільним видами транспорту.

Транспортування залізничним транспортом має здійснюватися згідно з діючими «Правилами перевезення вантажів» залізницею за допомогою будь-яких типів рухомого складу, дрібними відправками. Транспортування морським, річковим та автомобільним транспортом повинно здійснюватися згідно з правилами перевезення вантажів, діючими на морському, річковому та автомобільному транспорті.

Умови транспортування верстату у частині впливу механічних факторів – С за ГОСТ 23170, а в частині впливу кліматичних факторів – за умовами зберігання 7 (для мікрокліматичних районів з помірним та холодним кліматом на суші) та 9 (для мікрокліматичного району з тропічним кліматом та при морських перевезеннях) за ГОСТ 15150.

Розміщення і кріплення вантажних місць слід виконувати відповідно норм і вимог діючих «Технічних умов завантаження та кріплення вантажів». Розміщення і кріплення верстату у транспортних засобах повинні забезпечувати його стійке положення протягом усього шляху: зміщення та удари не допускаються. Ця вимога розповсюджується і на транспортування верстатів у контейнерах.

Транспортне маркування вантажів потрібно виконувати згідно з ГОСТ 14192. При цьому маніпуляційні знаки № 9 і № 12 наносяться безпосередньо на верстаті та на металевих ярликах для триноги, а маніпуляційні знаки № 1, № 11 і № 12 – безпосередньо на тарі. Спосіб нанесення маркування – фарбування по трафарету.

Порядок зберігання верстату та запасних частин повинен відповідати умовам зберігання 3 за ГОСТ 15150. Спосіб і засоби розконсервації при цьому – за ГОСТ 9.014 для варіанту тимчасового захисту ВЗ-4.

Зберігання верстату у споживача має здійснюватися в упаковці заводу-вироблювача. У разі зберігання верстату довше терміну гарантії його повторна консервація проводиться споживачем.

4.2 Порядок монтажу установки

Для зручності збирання, завантаження і розвантаження на транспортні засоби та монтажу на верстаті та його складальних одиницях мають бути визначені місця для кріплення вантажозахватних засобів.

Станок встановлюється на фундаменті, що має забезпечити амортизацію поштовхів, які виникатимуть під час його роботи. Конструкція верстату повинна розроблятися з урахуванням забезпечення його монтажу на фундаменті. Комплект конструкторської документації верстату має містити монтажне креслення із зазначенням прив'язувальних розмірів фундаменту.

Порядок ведення монтажних робіт викладається в інструкції з експлуатації виробу. Після його здійснення потрібно виконати наступні роботи:

- підвести до верстату стиснене повітря тиском 0,5-0,7 МПа;
- з лівого боку від робочого місця встановити нагрівальний прилад (піч) для нагріву бурового інструменту;
- встановити стелажі для заготовок і готових висаджених штанг;
- налаштувати верстат на виконання передбаченого технологічного процесу;
- встановити матриці потрібного розміру для обробки штанг;
- встановити кувальний молот на висаджування бурту;
- встановити величину подачі свердлильної головки;
- налаштувати шліфувальну головку на зачищення торців штанг (для вибраного технологічного процесу з рубанням штанг і зачищенням торців);
- встановити відрізну головку (для вибраного технологічного процесу з відрізкою штанг);
- перевірити наявність потрібного запасу штанг. На одну робочу зміну необхідно заготувати 90-100 штанг довжиною 1-3 м;

- перевірити наявність потрібного запасу робочої рідини (масла індустріального І-20А ГОСТ 20799). Заготовити її у кількості 50 л;
- перевірити підготовку і монтаж необхідних засобів вимірювань.

4.3 Використання верстату за призначенням

Використання удосконаленої конструкції бурозаправного верстату здійснюється згідно з існуючими технологічними процесами виготовлення та відновлення бурового інструменту. Як правило, вони проводяться в умовах бурозаправних майстерень, до комплексу основного обладнання яких, що має забезпечити механічну та термічну обробку металів, входять:

- електрична або полум'яна (на рідкому паливі типу нафти чи мазуту) нагрівальна піч;
- бурозаправний верстат;
- масляна і водяна гартувальні ванни;
- шухляда з теплоізоляційним матеріалом (наприклад, сухим вапном);
- заточувальний і токарний верстат;
- термовимірювальна апаратура.

Піч потрібна для підготовки бурової сталі під операції рубання і кування (висаджування), для нормалізації, відпалу та гартування інструменту. Піч має забезпечувати можливість досить швидкого (протягом 5-20 хвилин) нагрівання бурової сталі до необхідної температури (до 1100-1200 °С). Контроль режимів нагрівання, чітке дотримання яких відіграє дуже важливу роль для забезпечення стійкості бурового інструменту, здійснюється за допомогою термоелектричних пірометрів.

Процес виготовлення бурових штанг і бурів на бурозаправному верстаті відбувається у наступній послідовності:

- рубання заготовок бурильного інструменту у холодному стані на потрібну довжину. Можливо виконання операції рубання з попереднім нагрівом сталі до температури 550-600 °С. Але перевагою удосконаленого верстату БЗС-Б є можли-

вість робити це без нагріву. У певних випадках при відновленні бурових штанг і бурів потрібно відрубати або відрізати їх кінці. Операцію відрізки роблять у холодному стані за допомогою відрізної головки або на відрізному верстаті ножівковою пилкою чи на токарному верстаті;

- зачищення торцю на шліфувальній машинці (у разі рубання заготовки);
- нагрівання заготовки у місці висаджування бурту до температури 1050-1150 °С;
- кування (висаджування) бурту і хвостовика штанги;
- розсвердлювання отвору діаметру 9 мм для підведення води.

Після цього хвостовик піддають операції відпалу. Для цього хвостовики зі сталей 55С2, У7 та У8 нагрівають до температури 750 °С та охолоджують на повітрі. Деталі зі сталі 45 ще у гарячому після кування стані занурюють у сухе вапно.

Далі хвостовики гартують. Протягом 8-10 хвилин їх нагрівають до температури 840-860 °С (сталь 55С2), 800-820 °С (сталі У7 та У8) і 820-840 °С (сталь 45). Після нагріву хвостовики зі сталей 55С2, У7 та У8 занурюють у масло, а зі сталі 45 – у воду.

Заточувальне обладнання використовується для загострення затуплених під час буріння ріжучих елементів бурового інструменту. Пластини твердого сплаву витримують декілька циклів відновлення до повного зношення, після чого буровий інструмент відправляють на заправку або списання. Заточування може виконуватися за допомогою пневматичних шліфувальних машинок безпосередньо у забоях або на заточувальних верстатах за допомогою абразивних кругів в умовах бурозаправної майстерні. У табл. 4.1 приведені основні технічні характеристики такого обладнання.

Перед уведенням верстату в експлуатацію підприємство-споживач повинно розробити проект організації робіт з урахуванням специфічних особливостей умов та організації виробництва на даному підприємстві.

Бурозаправний верстат протягом робочої зміни обслуговується одним оператором. До роботи на верстаті допускаються особи, що пройшли курс спеціального навчання, склали екзамени та отримали посвідчення на право керування вер-

Таблиця 4.1 – Технічні характеристики заточувального обладнання

Показники	Заточувальні верстати		Шліфувальні машинки	
	332-Д	332-Б	ШІР-0,6	ШІР-2
Діаметр заточувального круга, мм	250	300	60	150
Частота обертання, об/хв.	2300	1300	14000	4500
Потужність	1,7 кВт	2,5 кВт	0,3 к.с.	1,4 к.с.
Витрата повітря, м ³ /хв.	-	-	0,7	1,7
Габаритні розміри, мм:				
довжина	560	480	426	535
ширина	630	760	50	108
висота	1150	1100	-	-
Маса, кг	160	220	2,1	6,9

статом. Зона обслуговування верстату має бути позначена спеціальними знаками безпеки.

Перед початком роботи на верстаті оператор зобов'язаний:

- ознайомитися із записами у журналі прийому-здачі зміни щодо технічного стану установки;
- привести до ладу робоче місце та власний спецодяг;
- оглянути верстат, перевірити працездатність установки, надійність кріплення усіх складових частин, наявність масла в автомасельниці, герметичність гідравлічної та пневматичної систем. Несправності, що були виявлені під час огляду та випробування машини, оператор має усунути на місці (або викликати ремонтний персонал);
- перевірити наявність комплекту інструментів.

Під час роботи на верстаті його оператор повинен:

- суворо дотримуватися прийнятого технологічного процесу формування хвостовиків бурового інструменту та послідовності виконуваних операцій;
- користуватися індивідуальними засобами захисту від шуму (наушниками типу А або шоломом за ГОСТ 12.4.051). Рівні звукового тиску та еквівалентні рі-

вні звуку на робочому місці за умови використання цих захисних засобів не повинні перевищувати значень, допустимих ГОСТ 12.1.003;

- під час виконання операцій рубання штанг, висаджування хвостовиків та зачищення торців знаходитися збоку верстату і використовувати для підтримки бурової штанги спеціальну триногу, яка виключає можливість контакту рук робітника з верстатом;

- складати готові штанги та відходи у спеціально відведені для цього місця;

- слідкувати за станом робочого інструменту і за необхідності замінювати його;

- періодично оглядати верстат протягом зміни, контролювати надійність керування ним, слідкувати за станом гідро- і пневмосистеми, не допускаючи витоків рідини і повітря;

- слідкувати за подачею стисненого повітря для охолодження зенкеру;

Оператору забороняється:

- приступати до роботи без випробування верстату на холостому ходу;

- працювати за верстатом без рукавичок та окулярів;

- прибирати руками стружку під час розсвердлювання отвору у штанзі;

- відрізати штангу без попереднього закріплення її вертикальним молотом;

- здійснювати зачищення торцю штанги без підставки для неї;

- захарашувати робоче місце зайвими предметами;

- працювати несправним інструментом;

- працювати при порушенні герметичності пневмогідролічної системи та при надмірних люфтах у важелях керування;

- працювати без охолодження зенкеру;

- заливати масло в автомасельничку, що знаходиться під дією стисненого повітря;

- зберігати мастильні матеріали поблизу робочого місця;

- усувати несправності, що можуть виникнути під час роботи верстату, без відключення його від повітряної магістралі;

- працювати без огороження шліфувального або відрізного кругів шліфу-

вальної машини;

- працювати за відсутності на робочому місці засобів пожежогасіння;
- передавати керування верстатом особам, що не пройшли спеціального навчання, та без відома керівництва.

4.4 Особливості процесу технічного обслуговування верстату

Для підтримки постійного працездатного стану бурозаправного верстату необхідно проводити заходи технічного обслуговування та ремонту установки. Для модернізованої конструкції машини передбачаються заходи з наступною періодичністю:

- щозмінне технічне обслуговування – на початку кожної робочої зміни;
- щомісячне технічне обслуговування – один раз на місяць;
- поточний ремонт Т1 – кожні 3 місяці;
- поточний ремонт Т2 – кожні 9 місяців;
- поточний ремонт Т3 – кожні 18 місяців;
- капітальний ремонт – через 36 місяців;
- непланові ремонти.

Наприклад, під час проведення щозмінного технічного обслуговування потрібно:

- здійснити зовнішній огляд верстату;
- перевірити надійність кріплення усіх доступних сполучень та за необхідності підтягнути болти або шпильки;
- перевірити надійність сполучень пневмогідравлічної системи;
- перевірити надійність кріплення важеля керування на коробці розподілення повітря;
- перевірити наявність масла в автомасельниці;
- перевірити наявність робочої рідини у гідросистемі верстату;
- перевірити працездатність кувального молоту, свердлильної та шліфувальної головки, попрацювати на верстаті вхолосту.

Наприкінці кожної зміни оператор має прибрати верстат та своє робоче місце, змастити напрямні верстату, опустити головку вертикального молоту на підставку та від'єднати установку від повітряної мережі.

Після перших чотирьох годин роботи верстату необхідно замінити робочу рідину в його гідросистемі.

Заміну шліфувального круга шліфувальної машини потрібно проводити після зношення його до діаметру 60 мм, а відрізного – до діаметру 120 мм.

У табл. 4.2 приведені основні показники ремонтпридатності удосконаленої конструкції бурозаправного верстату.

Таблиця 4.2 – Основні показники ремонтпридатності удосконаленої конструкції бурозаправного верстату

Види технічного обслуговування і ремонтів	Періодичність, місяці	Середня трудомісткість заходу, чол.·год	Кількість заходів даного виду за задане напрацювання	Сумарна трудомісткість даного заходу за задане напрацювання
Щомісячне технічне обслуговування	1	1	24	24
Т1	3	8	8	64
Т2	9	16	2	32
Т3	18	24	1	24
К	36	120	1	120
Непланові ремонти	-	-	-	100

Висновок:

- в останньому розділі роботи розроблено основні заходи експлуатації пропонуваної конструкції удосконаленого бурозаправного верстату, а саме: порядку транспортування та зберігання виробу, організації процесу монтажу установки,

використання верстату за призначенням та особливостей процесу технічного обслуговування машини. Ретельне дотримання викладених рекомендацій дозволить забезпечити високий рівень працездатності обладнання і, як наслідок, тривалу та безперебійну його роботу.

ВИСНОВКИ

Проведені під час виконання магістерської роботи дослідження дозволили сформулювати наступні висновки і зробити відповідні практичні рекомендації:

- операції буріння шпурів і свердловин в умовах вітчизняної гірничорудної промисловості у значній мірі забезпечується за рахунок перфораторів ударно-поворотного типу і характеризуються високими показниками трудомісткості та собівартості. Не в останню чергу це пояснюється недостатньою стійкістю бурового інструменту, який швидко затуплюється під час буріння і потребує заміни та відновлення своєї працездатності. Тому одним з можливих шляхів підвищення продуктивності процесу буріння шпурів є подальше удосконалення бурового інструменту, підвищення його стійкості та довговічності, зростання рівня механізації операцій щодо його виготовлення та ремонту;

- для відновлення працездатності бурового інструменту використовуються ручні та пневматичні знімачі коронок, установки для їх заточування, але найважливішим допоміжним обладнанням бурильних робіт слід вважати бурозаправне, основним видом якого є бурозаправні верстати, призначені для кування нових і заправки старих головок та хвостовиків бурів і штанг, висаджування головок під різьбу і конус у бурових штангах, а також виконання інших численних ковальських робіт аналогічного характеру;

- вітчизняні конструкції бурозаправних верстатів типу БЗС відрізняються універсальністю і пристосованістю до потреб гірничодобувного виробництва. За рахунок своєї надійності та економічності вони представляються найбільш доцільним і незамінним обладнанням для підприємств, які самостійно виготовляють і відновлюють буровий інструмент у стаціонарних та польових умовах.

- проведений аналіз особливостей конструктивного виконання вітчизняного бурозаправного верстату типу БЗС-А, показників призначення і надійності виробу, його експлуатаційних характеристик та попиту на подібне обладнання у гірничодобувному виробництві дозволили дійти висновку, що, незважаючи на численні переваги конструкції та позитивний досвід її промислової експлуатації, вона

вимагає модернізації за рахунок підвищення основних параметрів, які визначають її технічний рівень. З огляду на це, існує необхідність проведення досліджень, спрямованих на вирішення цієї задачі;

- сформульовані мета дослідження, задачі, які необхідно розв'язати для її досягнення, об'єкт, предмет та методи дослідження;

- для досягнення поставленої у роботі мети здійснено порівняльний аналіз можливих варіантів створення перспективних конструкцій бурозаправного верстату, в результаті якого з'ясовано, що найбільш реальним і дешевшим шляхом, який забезпечуватиме подальше підвищення продуктивності праці, є варіант використання замість кувального молоту ковальської установки, виконаної на базі телескопного перфоратора ПТ48А. Саме він і вибраний для модернізації базової конструкції машини – верстату БЗС-А;

- проаналізовано вимоги, що ставляться перед конструкцією модернізованого бурозаправного верстату, у першу чергу технічні, а також вимоги до технологічності конструкції та її метрологічного забезпечення, процесів розробки, виробництва та експлуатації, вимоги до складальних частин виробу, сировини, вихідних та експлуатаційних матеріалів, до маркування та пакування виробу, його ремонтпридатності, до безпеки та охорони довкілля, а також естетичні та ергономічні вимоги;

- проведені дослідження дали змогу обґрунтувати та розрахувати основні показники удосконаленого верстату: призначення та надійності, економного використання сировини, матеріалів, палива, енергії та трудових ресурсів, технологічності виготовлення та ергономічності;

- здійснено загальну оцінку технічного рівня удосконаленої конструкції бурозаправного верстату за допомогою комплексного методу порівняльного аналізу технічного рівня продукції;

- зроблено висновок про суттєво вищий технічний рівень удосконаленої конструкції у порівнянні з базовою. Запропоноване у роботі технічне рішення за своїми показниками цілком відповідає сучасному технічному рівню бурозаправного обладнання. Таким чином, доцільність проведеного удосконалення перекон-

ливо доведена;

- в останньому розділі роботи розроблено основні заходи експлуатації пропонуваної конструкції удосконаленого бурозаправного верстату, а саме: порядку транспортування та зберігання виробу, організації процесу монтажу установки,

використання верстату за призначенням та особливостей процесу технічного обслуговування машини. Ретельне дотримання викладених рекомендацій дозволить забезпечити високий рівень працездатності обладнання і, як наслідок, тривалу та безперебійну його роботу.

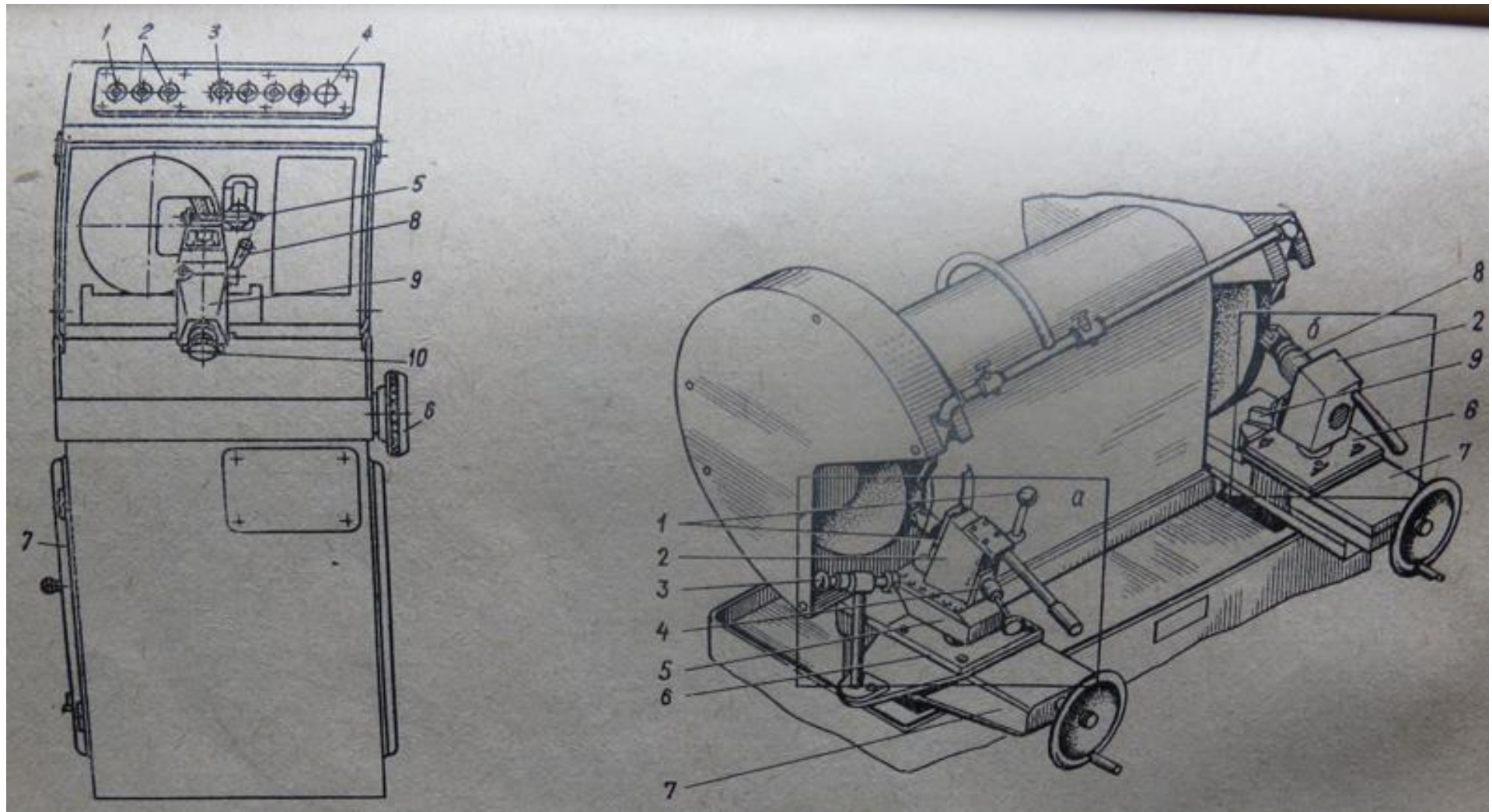


Рисунок 1.5 – Верстати для заточування бурових коронок:

зліва – заточувальний верстат ВЗ-130М (1 – сигнальна лампа вмикання верстату; 2 – перемикачі; 3 – реле часу; 4 – кнопки; 5 – шліфувальна головка; 6 – маховик; 7 – електрошафа; 8, 10 – рукоятки; 9 – фіксатор);
справа – заточувальний верстат з пристосуваннями для долончастих (а) та хрестових (б) коронок (1 – знімач; 2 – корпус; 3 – орієнтир; 4 – шпindelь; 5, 9 – вузли відповідно повороту і правки; 6 – підстава; 7 – супорт; 8 – оправка

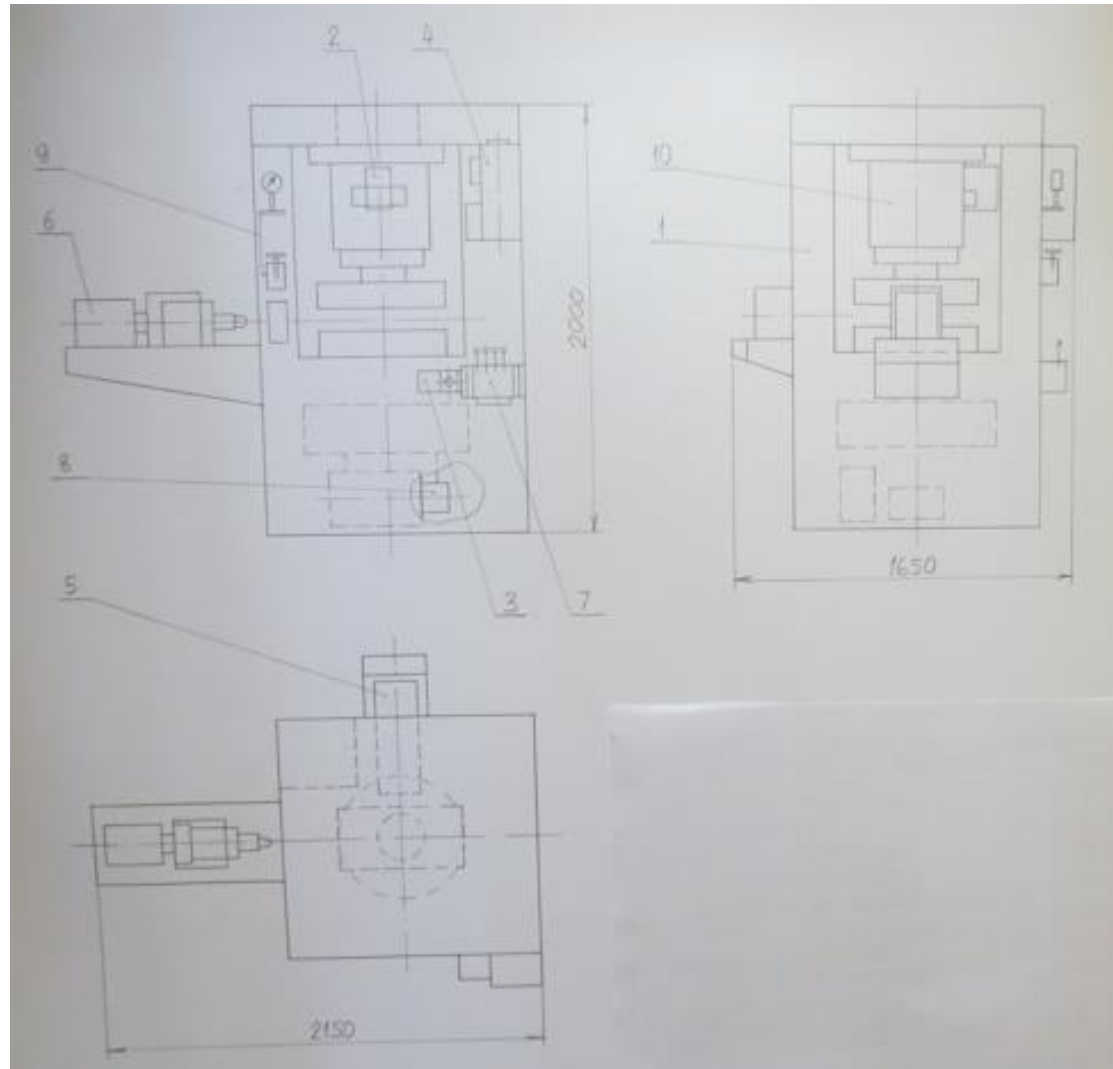


Рисунок 3.1 – Загальний вигляд бурозаправного верстату за варіантом 1:

- 1 – станина-гідробак; 2 – гідрозамок; 3 – клапан зворотний; 4 – гідроперетворювач; 5 – гідроциліндр висаджувальний;
 6 – головка свердлильна; 7 – пульт керування; 8 – установка насосна; 9 – гідрокommунікація;
 10 – гідроциліндр притискання

Таблиця 3.2 – Результати порівняльного аналізу можливих варіантів модернізованого бурозаправного верстату

Варіанти	Способи рубання бурової сталі	Вид енергії живлення	Показники				
			Продуктивність, шт./год	Встановлене безвідмовне напрацювання, год	Середнє напрацювання на відмову, год	Еквівалентний рівень звуку на робочому місці, дБА	Питома собівартість виготовл. бурового інструменту, умовних одиниць
Базова конструкція – верстат БЗС-А		пневматична	11	45	90	90	1,0
Варіант 1. Розробка гідрофікованого верстату з висаджуванням бурту штанги зусиллям гідроциліндру	Відрізка абразивним кругом на спеціалізованому верстаті	електрична	18	120	240	85	0,61
Варіант 2. Заміна кувального молоту установкою, виконаною на базу телескопного перфоратора ПТ48А	Як у верстаті БЗС-А	пневматична	14,5	80	160	90	0,77
Варіант 3. Заміна кувального молоту гідравлічним перфоратором	Відрізка за варіантом 1	електрична	18	120	240	85	0,61
Варіант 4. Використання двох гідравлічних перфораторів замість кувального та вертикального молотів	Відрізка за варіантом 1	електрична	18	120	240	85	0,61

