

Чемшит Всеволод Романович

Бакалаврська робота

**Аналіз конструкції головки бурильної БГП
з підвищеними енергетичними параметрами**

Керівник

проф., к.т.н. Горбачов Ю.Г.

Ине. № подп	Подп. и дата	Ине. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-		Лист

ВСТУП

Більшість твердих корисних копалин, що знаходяться у земній корі і розробляються людством з використанням різних технологій видобутку, мають значну механічну міцність й доступні для виймання лише за допомогою попередніх підривних робіт, які дають можливість перетворити скельний масив породи на суміш шматків з розмірами, придатними для подальшого транспортування і переробки. Це відноситься до переважної кількості металевих руд, гірничо-хімічної сировини, кам'яних матеріалів для будівельної промисловості [1-3].

Для руйнування цих гірничих порід у скельному масиві бурять у певному порядку спеціальні виробки невеликого діаметру, які потім заповнюються вибуховими матеріалами і підриваються. Від кількості та розташування таких виробок, обсягу закладеної в них вибухівки залежить гранулометричний склад відбитої гірничої породи, яку далі завантажують у транспортні засоби різних типів за допомогою спеціального виймального обладнання [4-6].

Для механізації процесів проходки вибухових виробок використовується різноманітне бурильне обладнання, розраховане на руйнування гірничої породи механічним та іншими методами. Це широкий клас машин, пристосований для ефективної роботи у важких умовах експлуатації підземних і відкритих гірничих підприємств. Для бурильної техніки головними з них є міцність та абразивність гірничих порід, від яких залежить швидкість буріння. Остання зазвичай визначається таким показником, як придатність порід до буріння і залежить від опору, що вони чинять під час їх руйнування буровим інструментом [7-9].

Таким чином, бурильне обладнання було і є надзвичайно затребуваним в гірничій промисловості, від якого залежить виконання багатьох технологічних процесів видобутку та переробки твердої мінеральної сировини. Дослідження та проектно-конструкторські розробки, спрямовані на створення нових та удосконалення існуючих конструкцій бурильних машин з високими техніко-економічними показниками роботи, а також успішне та ефективне застосування їх у гірничій промисловості, постійно залишаються у фокусі уваги науковців, проектан-

Взам. инв. №	Подп. и дата	різноманітне бурильне обладнання, розраховане на руйнування гірничої породи механічним та іншими методами. Це широкий клас машин, пристосований для ефективної роботи у важких умовах експлуатації підземних і відкритих гірничих підприємств. Для бурильної техніки головними з них є міцність та абразивність гірничих порід, від яких залежить швидкість буріння. Остання зазвичай визначається таким показником, як придатність порід до буріння і залежить від опору, що вони чинять під час їх руйнування буровим інструментом [7-9]. Таким чином, бурильне обладнання було і є надзвичайно затребуваним в гірничій промисловості, від якого залежить виконання багатьох технологічних процесів видобутку та переробки твердої мінеральної сировини. Дослідження та проектно-конструкторські розробки, спрямовані на створення нових та удосконалення існуючих конструкцій бурильних машин з високими техніко-економічними показниками роботи, а також успішне та ефективне застосування їх у гірничій промисловості, постійно залишаються у фокусі уваги науковців, проектан-																	
Инв. № дубл.	Подп. и дата																		
Инв. № подл	Подп. и дата	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 10px;"> <tr> <td style="width: 15%; height: 20px;"></td> <td style="width: 15%; height: 20px;"></td> <td style="width: 15%; height: 20px;"></td> <td style="width: 15%; height: 20px;"></td> <td style="width: 15%; height: 20px;"></td> </tr> <tr> <td style="width: 15%; height: 20px;"></td> <td style="width: 15%; height: 20px;"></td> <td style="width: 15%; height: 20px;"></td> <td style="width: 15%; height: 20px;"></td> <td style="width: 15%; height: 20px;"></td> </tr> <tr> <td style="width: 15%; text-align: center;">Ли</td> <td style="width: 15%; text-align: center;">Изм.</td> <td style="width: 15%; text-align: center;">№ докум.</td> <td style="width: 15%; text-align: center;">Подп.</td> <td style="width: 15%; text-align: center;">Да-</td> </tr> </table>													Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-															

тів та виробників. З огляду на це, тема розглянутої бакалаврської роботи, присвяченої аналізу конструкції бурильної головки БГП, представляється дуже важливою і цілком актуальною.

Об'єкт роботи – технологічні процеси механічного буріння гірничих порід.

Предмет роботи – бурильна установка БГП з підвищеними енергетичними параметрами.

Инв. № подл	Подп. и дата				Инв. № дубл.	Взам. инв. №				Подп. и дата				
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-						Лист				

1.1 Основні фізико-механічні властивості гірничих порід та їх вплив на вибір параметрів гірничого обладнання

Крім них у гірничій справі широке розповсюдження отримали підсумкові показники, що описують поведінку порід відносно окремих механічних процесів гірничого виробництва, наприклад дроблення, підривання, того ж буріння. Професором М.М. Протод'яконовим свого часу була запропонована універсальна оцінка фізико-механічних властивостей гірничих порід за їх міцністю. Згідно з нею прийнятий безрозмірний коефіцієнт міцності породи f , що дорівнює 0,01 величини її межі міцності на роздавлювання, тобто $f = 0,01\sigma$, кгс/см². Усі породи за шкалою М.М. Протод'яконова розділені на десять основних категорій міцності: від найміцніших (I категорія – міцні кварцити та базальти) до найслабкіших (плинних) (X категорія – пливуні, болотисті ґрунти). Усі вони характеризуються згаданим коефіцієнтом міцності f – відповідно від 20 до 0,3.

Полп. и дата						пушення, пластичність і крихкість, густина, контактна міцність тощо. Усі вони характеризують ті чи інші окремі особливості порід та їх вплив на робочі органи гірничої техніки, у тому числі бурові інструменти. Крім них у гірничій справі широке розповсюдження отримали підсумкові показники, що описують поведінку порід відносно окремих механічних процесів гірничого виробництва, наприклад дроблення, підривання, того ж буріння. Професором М.М. Протод'яконовим свого часу була запропонована універсальна оцінка фізико-механічних властивостей гірничих порід за їх міцністю. Згідно з нею прийнятий безрозмірний коефіцієнт міцності породи f, що дорівнює 0,01 величини її межі міцності на роздавлювання, тобто $f = 0,01\sigma$, кгс/см². Усі породи за шкалою М.М. Протод'яконова розділені на десять основних категорій міцності: від найміцніших (І категорія – міцні кварцити та базальти) до найслабкіших (плинних) (Х категорія – пливуні, болотисті ґрунти). Усі вони характеризуються згаданим коефіцієнтом міцності f – відповідно від 20 до 0,3.
Взам. инв. №		Инв. № дубл.		Полп. и дата		
Инв. № подл						

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-		Лист

Наприклад, для нормування бурильних робіт часто використовують поняття піддатливості гірничих порід бурінню, яке характеризується швидкістю процесу при певних умовах.

Можна також згадати класифікацію гірничих порід за витратами енергії на руйнування одиниці об'єму.

Усі фізико-механічні властивості гірничих порід можуть змінюватися в залежності від впливу навколишнього середовища.

1.2 Класифікація способів і засобів буріння гірничих порід

На сучасному етапі розвитку гірничої справи розкриття родовищ корисних копалин, підготовчі та очисні роботи, розвідка родовищ та інші роботи з видобутку мінеральної сировини, які пов'язані з використанням вибухового способу руйнування порід підвищеної міцності, засновані на бурінні шпурів і свердловин машинним способом [7-13].

Процес буріння представляє собою операції утворення циліндричних порожнин (виробок) у гірничих породах шляхом їх руйнування на забої виробки та видалення продуктів руйнування назовні. Виробки діаметром до 75 мм і глибиною до 5 м називають шпурами. Якщо діаметр виробки більше 75 мм при глибині до 5 м або виробка має будь-який діаметр при глибині більше 5 м, то вона носить назву свердловини. Початок шпуру (свердловини) називається устям, а днище – забоєм.

Якщо шпури бурять, як правило, з метою вибухового руйнування гірничих порід, то свердловини, окрім цього, можуть бути призначені для розвідки корисних копалин, дренажу підземних вод і газів, подачі закладних сумішей у відпрацьований простір підземних видобувних підприємств, прокладки кабелів і труб, спуску кріпильних матеріалів. Свердловини великих діаметрів (0,8 м і більше) в підземних умовах можуть служити для сполучення двох підповерхів або горизонтів, наприклад для спуску корисної копалини з видобувного горизонту на відкотний.

Ине. № подл	Подп. и дата	Ине. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата	Лист
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-	

Инв. № подл	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата

- На практиці використовуються головним чином механічні способи буріння. Теплофізичні, незважаючи на великі перспективи їх впровадження в промислових масштабах, поки що не можуть конкурувати з механічними з точки зору питомих витрат енергії на руйнування гірничого масиву.

За характером роботи інструменту у забої та прикладенням силових навантажень (енергетичних параметрів) механічне буріння можна розділити на наступні чотири способи, схеми яких показані на рис. 1.1 [8]:

- обертальный;
- обертально-ударный;
- ударно-обертальный;
- ударный.

Під час обертального буріння руйнування породи у забої свердловини відбувається за рахунок руху інструменту, що має форму різця, по гвинтовій лінії. Такий рух є результатом поєднання обертального та поступального рухів. Обертально-поступальний рух бурового інструменту у забої шпуру чи свердловини здійснюється за рахунок прикладення до нього значного крутного моменту $M_{кр}$ і значних осьових зусиль $P_{ос}$. Ударні навантаження при цьому відсутні.

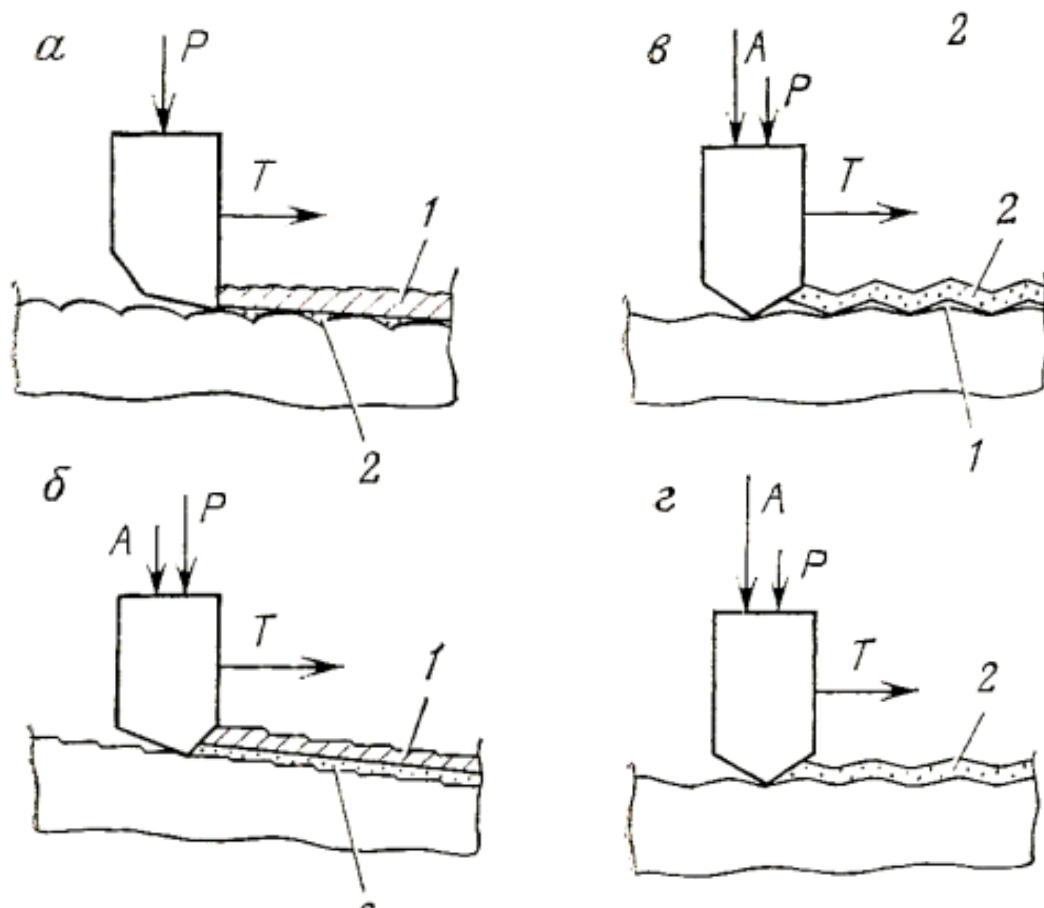


Рисунок 1.1 – Схеми руйнування порід при механічному бурінні:

а – обертальне буріння; *б* – обертально-ударне буріння;

в - ударно-обертальне буріння; *г* – ударне буріння;

P_{oc} – осьове зусилля на буровий інструмент; A – силовий (ударний) імпульс;
 T – окружне зусилля при обертанні інструмента, що створює крутний момент);

1 – руйнування породи за рахунок зрізання; 2 – руйнування породи ударним навантаженням і вібрацією інструмента

В якості обладнання для обертального буріння можуть використовуватися свердла (електричні та пневматичні, ручного і колонкового типів, з диференціально-гвинтовою та гідравлічною подачею), що руйнують породу різанням, а також верстати обертального буріння з інструментами ріжучого, дробового, алмазного та шарошкового типів, які руйнують породу шляхом її зминання та роздавлювання.

Міцність порід, в яких використовується буріння обертального типу, може бути як доволі низькою (різцеве буріння), так і високою і навіть дуже високою (для бурильних верстатів з буровими інструментами алмазного та шарошкового типів).

Инв. № подл	Подп. и дата	Лист		
	Взам. инв. №			
	Инв. № дубл.			
	Подп. и дата			
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-

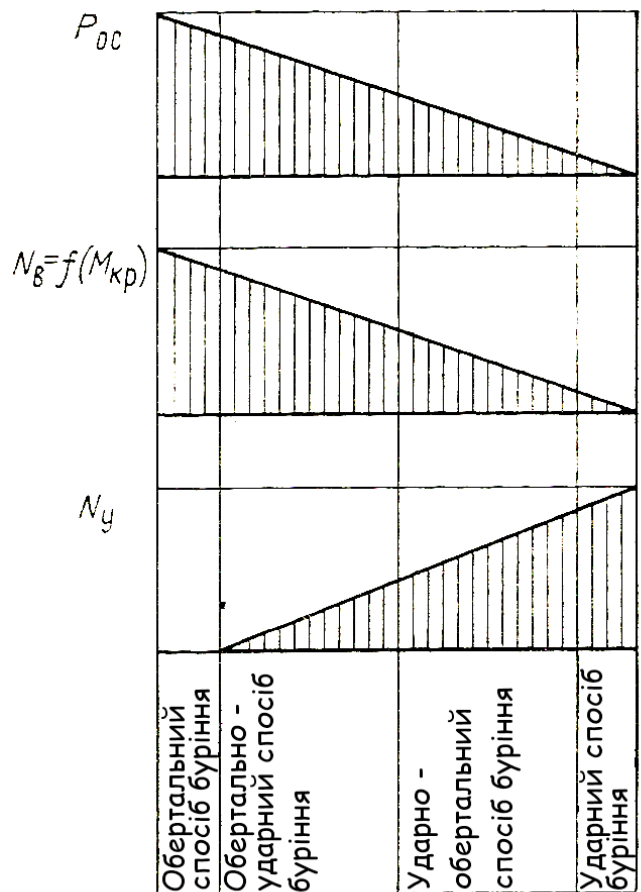


Рисунок 1.2 – Відносні значення прикладених енергетичних параметрів для різних способів буріння (N_y – ударна потужність)

До речі, буріння долотами шарошкового типу багато дослідників відносять до ударного буріння, адже зуби долота, що перекочуються по забою свердловини, мають рух, східний з ударним інструментом. Проте на практиці свердловини бурять з досить невеликою швидкістю (80-150 об/хв.), а, значить, з малими швидкостями прикладання навантажень (менше 0,6 м/с). При цьому порода руйнується в основному в результаті статичного роздавлювання, характерного для обертального буріння. Це дає підставу віднести шарошкове буріння до обертального способу.

Під час ударного буріння інструмент впроваджується у гірничу породу під дією короткочасного, але значного ударного навантаження (див. ударну потужність N_y на рис. 1.2), спрямованого уздовж осі свердловини. Осьове навантаження P_{oc} при цьому вельми невелике і служить лише для забезпечення контакту інструменту із забоєм. Після завершення удару інструмент відскакує від забою і

Инв. № подл	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата										
<table border="1"> <tr> <td>Ли</td> <td>Изм.</td> <td>№ докум.</td> <td>Подп.</td> <td>Да-</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>					Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-					
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-										
				Лист										

має бути повернутий на деякий кут для нанесення наступного удару у новому місці. Для цього потрібний невеликий крутний момент $M_{кр}$.

Ударна маса може бути як суміщена з інструментом, так і роз'єднана з ним. Перше схема використовується у застарілих конструкціях верстатів ударно-канатного буріння та в машинах поршневого типу, в яких поршень і бур сполучені і переміщуються разом.

Друга схема характерна для машин так називаного молоткового типу. В них ударник розганяється під дією рушійної сили і наносить удар по інструменту. Прикладом можуть служити перфоратори, в конструкціях яких механізм обертання бурового інструменту та ударний механізм суміщені в одному корпусі. Механізм обертання в них може приводитися у дію за рахунок енергії поршня під час його зворотного або прямого ходу (перфоратори із залежним обертанням буру, наприклад переносного чи телескопного типів) або за допомогою окремого двигуна з редуктором (перфоратори з незалежним обертанням буру, наприклад колонкові). За видом застосованої енергії перфоратори бувають пневматичними, гідравлічними та електричними і застосовуються в основному для буріння у міцних породах.

Ударні механізми можуть рухатися в процесі буріння за буровим інструментом (занурюватися у свердловину). У такому разі бурильний пристрій називають занурювальним.

Проміжними між обертальним та ударним режимами буріння є обертально-ударний та ударно-обертальний. На рис. 1.2 добре видно, що в них переважне значення мають ті енергетичні параметри, які стоять на першому місці в їх назві.

Ударно-обертальне буріння ближче до ударного, але відрізняється від нього, насамперед, безупинним обертанням бурового інструменту. Такий режим використовується у важких бурильних машинах і бурових агрегатах для буріння свердловин діаметром до 150 мм і глибиною до 100 м у міцних породах.

В обертально-ударному бурінні більше значення мають осьове зусилля та крутний момент на буровому інструменті. Найбільш ефективний цей режим для роботи у породах середньої міцності.

Инв. № подл	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата					
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-					
					Лист				

1.3 Перфоратори для ударного буріння шпурів і свердловин

Предмет представленої бакалаврської роботи – бурильна головка БГП – розроблена свого часу в інституті ВНДПрудмаш (м. Кривий Ріг) і є по суті удосконаленням конструкції пневматичного перфоратора ПК75. Тому природно більш докладно зупинитися саме на цьому класі бурильної техніки.

Усі пневматичні перфоратори вітчизняної розробки можна розділити на три основні групи за призначенням та особливостями їх конструктивного виконання:

- переносні (позначення – ПП), які служать для буріння шпурів за допомогою пневматичних або інших підтримувальних пристроїв під час буропідливної проходки гірничих виробок та очисних робіт (рис. 1.3) [10];

- телескопні (позначення – ПТ) – для буріння висхідних шпурів і свердловин під час проведення гірничих виробок, видобутку корисних копалин та здійсненні інших буропідливних робіт (рис. 1.4) [10];

- колонкові (позначення – ПК) важкого типу – для використання в якості бурильних головок на бурильних верстатах, шахтних бурильних установках та іншому механічному обладнанні (у більшості випадків самохідному) для буріння шпурів і свердловин (рис. 1.5) [10].

У повному позначенні перфораторів після вказаних вище літер приводяться цифри: енергія удару в джоулях для переносних конструкцій та маса в кілограмах для телескопних і колонкових. Після цифр можуть стояти літери В (пилопригнічення водою), Б (бічне промивання) та С (продувка) [13].

Усі перераховані типи пневматичних перфораторів мають однаковий принцип роботи. Під дією стисненого повітря, що подається з пневмомережі, поршень–ударник 1 з високою частотою здійснює зворотно-поступальний рух (рис. 1.6) [13]. У кінці робочого ходу (зліва-направо на рисунку) він ударяє по хвостовику бурової штанги 5, яка вставлена у передню частину перфоратора (муфту 4). Під час зворотного холостого ходу поршень–ударник за допомогою поворотного гвинта 3 та храпового механізму 2 повертає на певний кут муфту разом з буро-

Ине. № подл	Подп. и дата	Ине. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата						Лист
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-						



Рисунок 1.3 – Переносный перфоратор ПП-54В2



Рисунок 1.4 – Телескопный перфоратор ПТ63



Рисунок 1.5 – Колонковый перфоратор ПК60М

Ине. № подл	Подп. и дата	Ине. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-

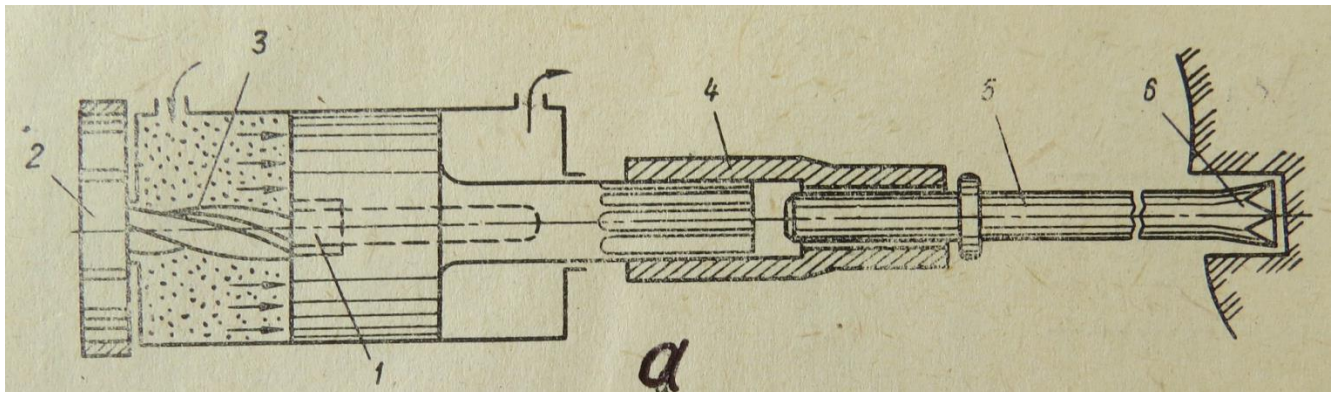


Рисунок 1.6 – Принцип дії пневматичного перфоратора:
1 – поршень-ударник; 2 – храповий механізм; 3 – поворотний гвинт;
4 – муфта; 5 – бурова штанга; 6 – коронка

вою штангою і коронкою на її кінці.

Основною відмінністю колонкових перфораторів від переносних і телескопних (окрім енергетичних параметрів, розмірів та ваги) є наявність незалежного механізму повороту бурового інструменту (замість залежного за допомогою згаданих вище поворотного гвинта та храповика). Він виконаний у вигляді реверсивного обертача, що складається з планетарного двигуна і редуктора (рис. 1.7) [13]. Напрямок обертання залежить від того, до якої порожнини циліндру 2 (передньої чи задньої) підводиться стиснене повітря. Регулювання частоти обертання здійснюється дроселювання повітря. Обертач при своїх порівняно малих габаритах забезпечує отримання значного крутного моменту.

Такі перфоратори призначені для використання з різними подавальними пристроями на бурильних верстатах та шахтних бурильних установках.

На рис. 1.8 показаний поперечний перетин колонкового перфоратора типу ПК60А [14]. Конструкція складається з двох основних вузлів: ударника та обертача.

Ударник складається з циліндру 1, поршня 2, клапана 3, сідла 4, кришки 5, глушника 6 та водопромивального пристрою 7.

Поршень під дією стисненого повітря, яке почергово поступає з одного чи з іншого боку його поршневої частини, здійснює зворотно-поступальний рух всередині циліндру. Наприкінці робочого ходу поршень наносить удар по хво-

Ине. № подл	Подп. и дата	Ине. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-
				Лист

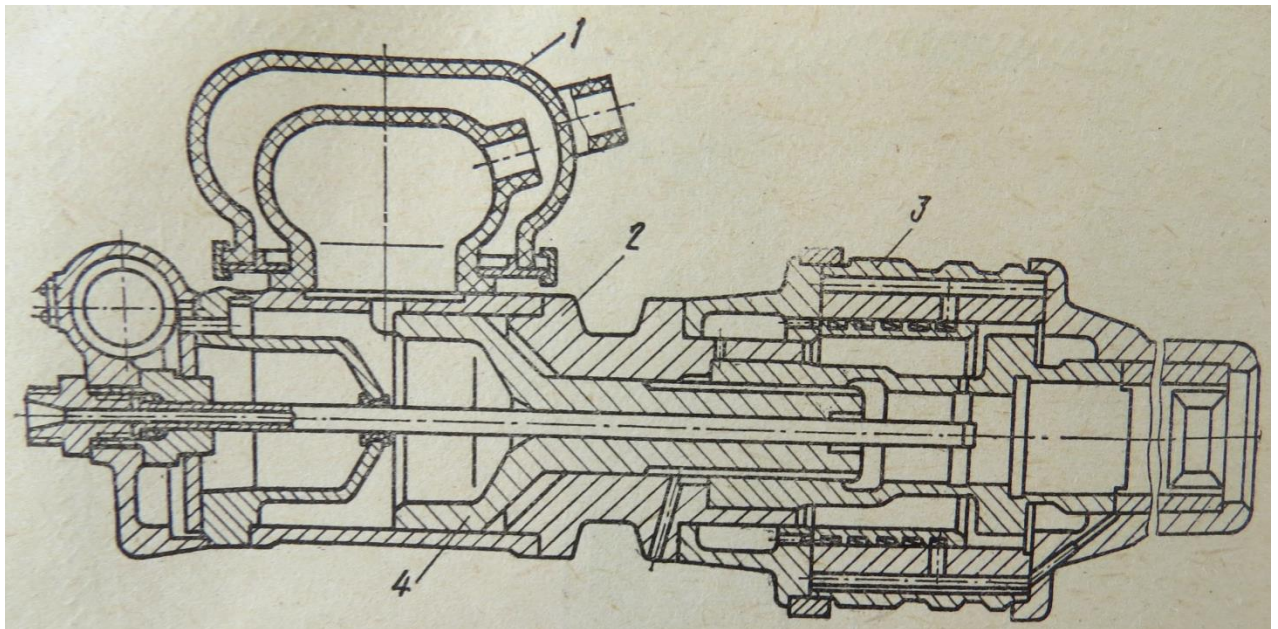


Рисунок 1.7 – Принципова схема колонкового перфоратора:
1 – глушник шуму; 2 – циліндр; 3 – обертач реверсивного типу; 4 – ударник

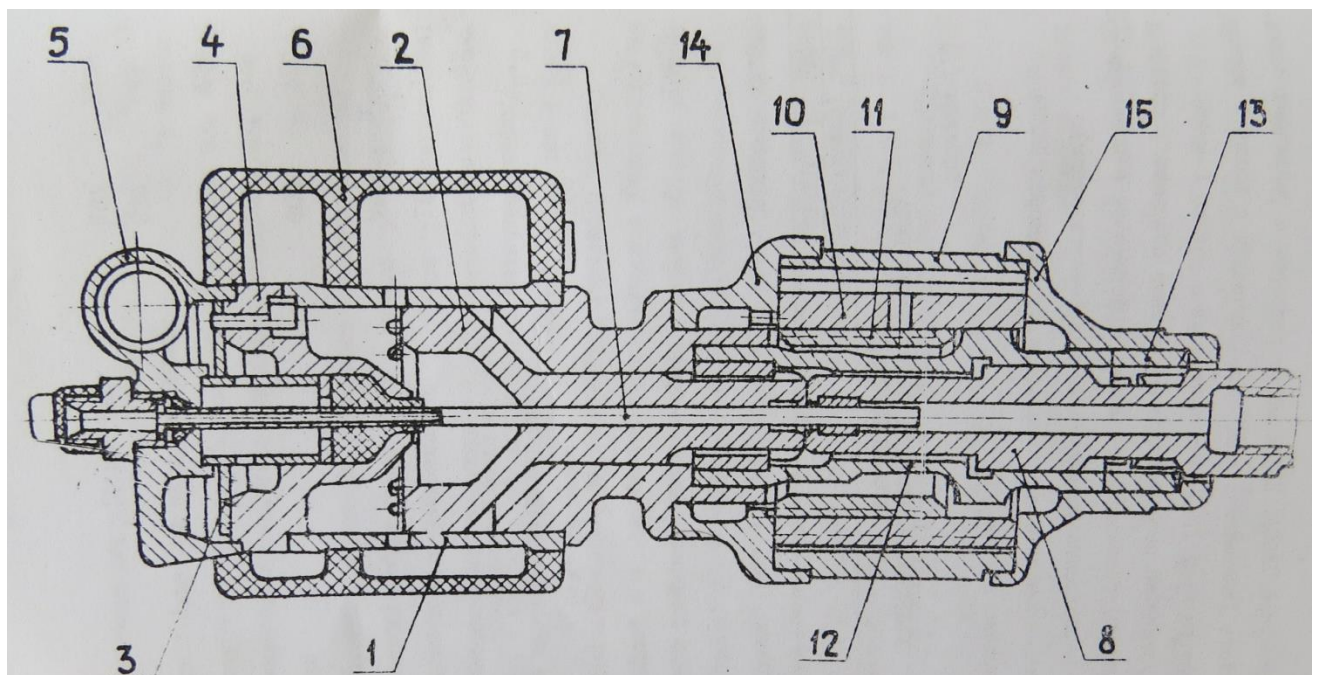


Рисунок 1.8 – Поперечний перетин колонкового перфоратора ПК60А:
1 – циліндр; 2 – ударник; 3 – клапан; 4 – сидло; 5 – кришка; 6 – глушник шуму;
7 – водопромивальний пристрій; 8 – хвостовик; 9 – статор; 10 – ротор;
11 – золотник; 12 – шпindelь; 13 – букса; 14, 15 – кришки

стовику 8.

Обертач складається з зі статора 9, ротора 10 із запресованим у ньому золотником 11, шпинделя 12, букси 13 та кришок 14 і 15.

Инв. № подл	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата	Лист
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-	

Статор представляє собою шестірню з внутрішніми зубами у вигляді роликів, що мають можливість перекочуватися.

Ротор виконаний у вигляді шестірні із зовнішніми круговими зубами і розміщений у статорі. Зуби останнього служать опорою ротора.

Величини енергії удару та частоти обертання можуть регулюватися незалежно одна від іншої, що дає можливість підбирати найбільш раціональний режим роботи при зміні гірничо-геологічних умов експлуатації.

В табл. 1.1 приведені технічні характеристики перфтораторів типу ПК [14].

Таблиця 1.1 – Технічні характеристики перфтораторів типу ПК

Показники	ПК60А	ПК75А
Діаметр буріння, мм	40-65	64-85
Глибина буріння, м	25	50
Енергія удару, Дж, не менше	95	176,6
Частота ударів, с^{-1} , не менше	45	37
Крутний момент при частоті обертача $0,85-1,2 \text{ с}^{-1}$, не менше	160	255
Номінальний тиск стисненого повітря, МПа	0,5	0,5
Маса без бурового інструменту та звукогасильних пристроїв, кг, не більше	60	75
Рівень звуку, дБА	113	110
Габаритні розміри, мм:		
довжина	600	700
ширини	205	275
висота	245	205

Инв. № подл	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата					
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-					
					Лист				

Таблиця 2.1 – Показники призначення та надійності бурильної головки БПГ

Найменування параметрів та розмірів	Величина
Енергія удару, Дж, не менше	147,1
Частота ударів, с^{-1} , не менше	53,3
Максимальний крутний момент, прикладений до буру, Н·м, не менше	196,2
Номінальний крутний момент, прикладений до буру, Н·м, не менше	140,0
Номінальна частота обертання буру, с^{-1} , не менше	2
Питома витрата повітря, $\text{м}^3 \cdot \text{с}^{-1} \cdot \text{кВт}^{-1}$, не більше	0,025
Номінальний тиск стисненого повітря, МПа	0,5
Маса, кг, не більше	130
Питома матеріалоемність, $\text{кг} \cdot \text{кВт}^{-1}$	13,5

Таблиця 2.2 – Рівні звукової потужності і звуку бурильної головки

Рівні звукової потужності, дБ, на середньо геометричній частоті октавних смуг, Гц								Рівень звуку, дБа
63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
113	115	113	114	113	117	116	116	112

Таблиця 2.3 – Комплект поставки головки пневматичної БПГ

Позначення	Найменування	Кількість	Габаритні розміри, мм	Маса, кг
БПГ.000	Головка бурильна пневматична з підвищеними енергетичними параметрами БПГ	1	725x235x225	130
	Комплект запасних частин, інструменту і приладдя згідно з відомістю ЗІП за БПГ.000 ЗІ	1		
БПГ.000 РЭ	Керівництво з експлуатації	1		
БПГ.000 ЗІ	Відомість ЗІП	1		
БПГ.000 ФО	Формуляр	1		

Ине. № подп	Подп. и дата	Взам. инв. №	Ине. № дубл.	Подп. и дата	Лист
	Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-

Бурильна головка може працювати за допомогою різних конструкцій подавальних пристроїв (пневматичних, гідравлічних з подачею гвинтом, ланцюгом, канатом та ін.), що розвивають осьове зусилля подачі 12-13 кН.

З конструктивної точки зору бурильна головка складається з ударного механізму та обертача. Особливістю конструкції є обертач та вібропоглинач. Перший поєднує у своїй конструкції планетарний редуктор і двигун і забезпечує отримання значного крутного моменту при порівняно малих габаритах. Другий значно зменшує вібрацію на корпусі бурильної головки, тим самим збільшуючи термін служби її окремих деталей.

2.5 Інструмент та приладдя

Бурильна головка комплектується манжетами та набором стандартних гайкових ключів, достатнім для проведення повного розбирання та збирання виробу.

Манжета призначена для ущільнення зовнішньої поверхні водопідвідної трубки та захисту бурильної головки від потрапляння до неї промивальної рідини.

Рекомендовані конструкції хвостовиків-ударників для передачі обертання та ударного імпульсу від бурильної головки до бурового інструменту приведені у додатку 2 до [16]. В якості прикладу на рис. 2.1 приведено креслення одного з варіантів хвостовика-ударника.

Установка манжети і хвостовика-ударника показані нижче на рис. 3.1.

2.6 Маркування виробу

Кожна бурильна головка підлягає обов'язковому маркуванню. Останнє виконується на корпусі виробу. На кожній бурильній головці вказується:

- товарний знак заводу-виготовлювача;
- шифр бурильної головки;

Ине. № подп Подп. и дата Ине. № дубл. Взам. инв. № Подп. и дата						Лист
	Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-	

- технічні умови, за якими вона виготовляється;
- місяць і рік випуску;
- порядковий номер у системі нумерації підприємства-виготовлювача.

2.7 Тара та упаковка пристрою

Бурильна установка, запасні частини, інструмент та документація пакуються у тару, виконання якої залежить від кліматичного району поставки.

Перед упаковкою бурильна головка, запасні частини та інструмент повинні бути законсервовані (див. нижче у п. 4.2).

Инв. № подл	Подп. и дата				Инв. № дубл.	Взам. инв. №				Подп. и дата	
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-							Лист

3 АНАЛІЗ КОНСТРУКТИВНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ ВИРОБУ

Аналіз виконаний згідно з [16,17].

3.1 Аналіз особливостей будови та роботи складових частин пристрою

Схема бурильної головки БПГ показана на рис. 3.1, а її складальне креслення – на демонстраційних листах 1 і 2.

Ударний механізм пристрою призначений для створення і передачі ударних імпульсів буровому інструменту. Він складається з наступних основних частин: циліндра 9, поршня 8, втулки-розподільника 10, запускового пристрою, кришки 3 та водопромивального пристрою.

Останній має трубку 38, штуцер 1, ущільнювач 35, шайби 36 і 37, ніпель 2 та кільце 38.

Запускний пристрій призначений для виведення поршня з урівноваженого стану у період пуску. Він складається зі штоку 4, пружини 4 та ущільнювального кільця 5.

Ударний механізм працює наступним чином. Поршень 8 (див. рис. 3.2 та креслення на демонстраційному листі 4) під дією стисненого повітря, яке по чергово поступає з одного чи іншого боку його поршневої частини, здійснює зворотно-поступальний рух у циліндрі 9. Змінення напрямку подачі стисненого повітря для робочого і холостого ходів поршня здійснюється автоматично штоковою частиною поршня, яка взаємодіє своїми вирізами з каналами втулки-розподільника 10.

Ударний механізм поєднується з обертачем за допомогою корпусу 7, в якому знаходяться напрямна втулка-розподільник 10 та вібропоглинач, що складається з шайби 12, амортизатора 13, прокладки 14 та трубки 15. Сполучення ударного механізму з обертачем забезпечується стяжними болтами 41 і гайками 40 (див. вид *В*).

Обертач служить для створення крутного моменту в передачі його на бу-

Ине. № подл	Подп. и дата	Ине. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата					
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-					
					Лист				

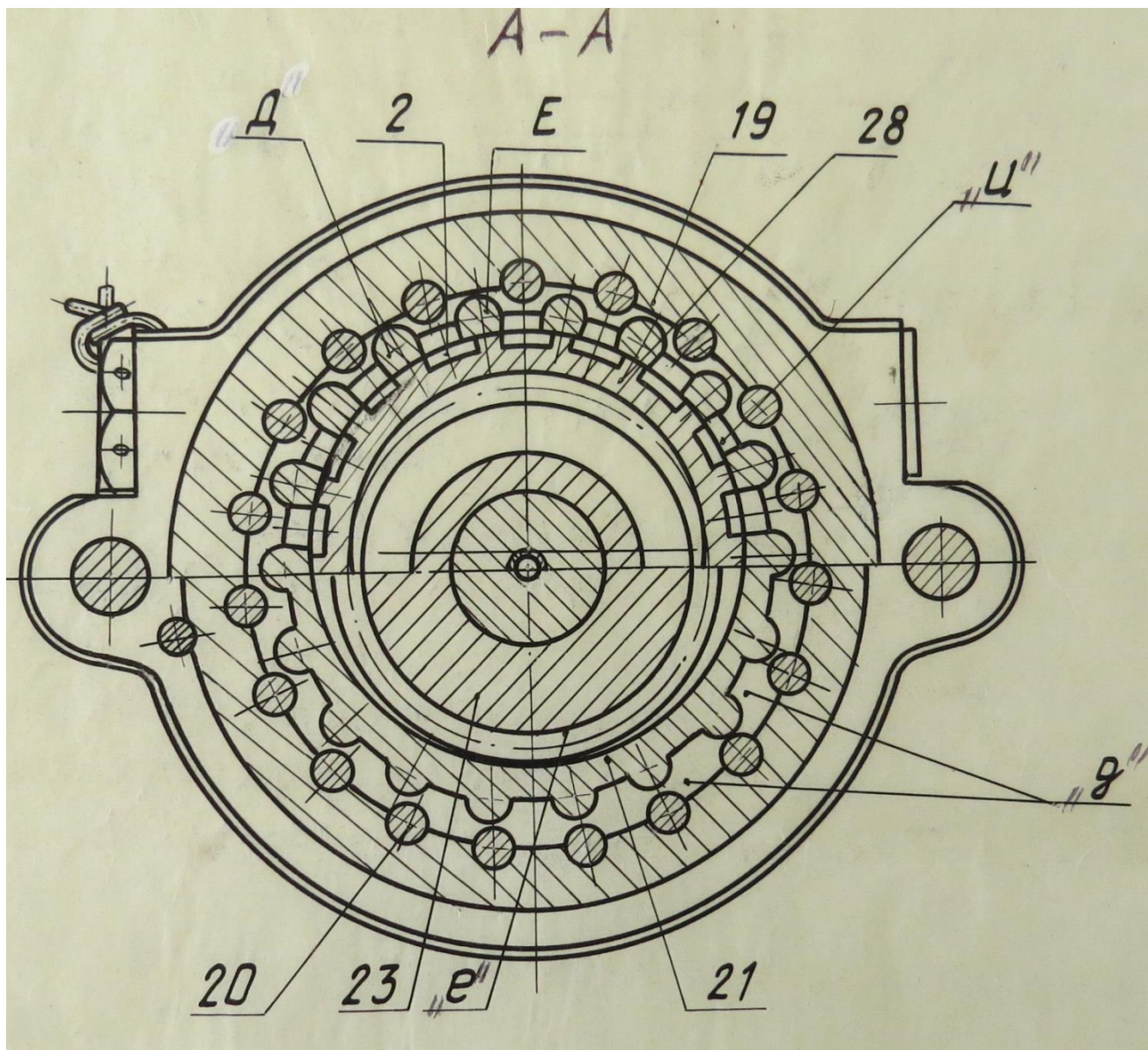


Рисунок 3.1 – Схема бурильної головки БПГ. Продовження:

1 – штуцер; 2 – ніпель; 3, 22 – кришки; 4 – шток; 5, 29, 30, 34, 38, 39, 42, 44 – кільця; 6, 47 – пружини; 7 – корпус; 8 – поршень; 9 – циліндр; 10 – втулка-розподільник; 11, 43, 46 – пробки; 12, 36, 37 – шайби; 13 – амортизатор; 14, 32 – прокладки; 15, 33 – трубки; 16 – п'ята; 17, 25, 31, 35 – втулки; 18 – диск; 19 – статор; 20 – ролик; 21 – ротор; 23 – шпindelь; 24 – букса кінцева; 26, 40 – гайки; 27 – хвостовик-ударник; 28 – золотник; 41 – болт; 45 – стопор; 48 – фіксатор; 49 – штифт; 50, 51 – заглушки

ровий інструмент. До його складу входять статор 19 (рис. 3.3), ротор 21 (рис. 3.4 та креслення на демонстраційному листі 4) із запресованим до нього золотником 28, шпindelь 23 (рис. 3.5 та креслення на демонстраційному листі 2), кінцева букса 24 (рис. 3.6), втулка 25, кришка 22, гайка 26 та ролики 20.

Инв. № подл	Подп. и дата	Взам. инв. №	Подп. и дата
Инв. № дубл.	Инв. № инв.	Инв. № дубл.	Инв. № инв.
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.
Да-			
Лист			

Завдяки ексцентричному розташуванню ротора 21 і пов'язаного з ним золотника 28, а також вказаному відносному зміщенню вхідних і вихідних отворів каналів «г» золотника робочі порожнини «д» однієї половини обертача будуть сполучені з атмосферою і відпрацьоване стиснене повітря скидатиметься через ті ж канали «г» у золотнику 28 у внутрішню порожнину обертача і далі через отвори у кришці по патрубку кришки у пульт керування і в атмосферу.

Стиснене повітря під час знаходження у робочих порожнинах однієї половини обертача впливає на ротор 21 і провертає його навколо точки «Е» аж до положення, коли точка «Д» потрапляє у положення, аналогічне положенню точки «Е».

Золотник 28 запресований у ротор 21 і переміщується разом з ним, тому подальші цикли повторюються і ротор 21 обкатується по внутрішній поверхні статора 19. Оскільки число зубів ротора на одиницю менше числа зубів статора, протягом одного оберту осі ротора навколо осі статора ротор провертається навколо своєї осі лише на один крок по зубах статора. Саме у цьому проявляється редукційна властивість обертача.

Планетарний рух ротора перетворюється в обертальний рух шпинделя відносно осі бурильної головки за допомогою евольвентної зубчастої передачі.

Для зменшення тертя в момент проковзування зубів ротора 21 відносно зубів статора 19 останні виконані у вигляді обертових роликів 20.

З метою здійснення спуско-підйомних операцій обертач зроблений реверсивним. Напрямок його обертання залежить від подачі повітря до передньої чи задньої порожнини. Регулювання частоти обертання здійснюється шляхом дроселювання подачі стисненого повітря.

3.2 Розрахунки параметрів бурильної головки

Розрахунки параметрів бурильної головки виконані згідно з [17] з метою перевірки можливості забезпечення її конструкцією заданих експлуатаційних параметрів.

Ине. № подл	Подп. и дата	Ине. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата					
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-					
					Лист				

3.2.1 Розрахунок механізму обертання

За основу механізму обертання бурильної головки БГП узятий обертач перфоратора ПК75.

Для підвищення числа обертів бурового інструменту з 75-100 об/хв. у ПК75 до 120 об/хв. конгруентне зачеплення обертача ПК75 замінено прискореним внутрішнім евольвентним зачепленням з різницею зубів колеса і шестірні, що дорівнює 1. Розрахунок такого зачеплення за допомогою звичайних методик не передбачений. У даному випадку застосовуємо методику, запропоновану Я.І. Дике для внутрішніх прямозубих евольвентних зачеплень з малою різницею зубів, включаючи перевірку на провертання та на відсутність порушень зачеплення у початковій точці.

3.2.1.1 Розрахунок передатної пари

Прийняті позначення:

- A – міжцентрова відстань;
- z – число зубів;
- R і r – радіуси зубчастих коліс і долб'яка;
- D і d – діаметри зубчастих коліс і долб'яка;
- m – модуль;
- h – глибина заходу пари;
- h_u – глибина заходу при нарізанні долб'яком;
- f – висота головки зуба долб'яка;
- l – довжина зачеплення;
- ε – коефіцієнт перекриття;
- ε_γ – коефіцієнт зміщення;
- λ – коефіцієнт змінення міжцентрової відстані у порівнянні з нормальним;
- ε_γ' – приведений коефіцієнт зміщення;
- λ' – приведений коефіцієнт змінення міжцентрової відстані;
- $\varepsilon_{\gamma_{\text{нш}}}$ – теоретичний коефіцієнт зміщення для шестірні;

Ине. № подл	Подп. и дата	Ине. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата					
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-					
					Лист				

$$14. \alpha_{e2} = \arctg \frac{\rho_{e2}}{r_{o2}} = \arctg \frac{5,252273}{15,974764} = \arctg 0,328785 = 18^{\circ}12'.$$

$$15. R'_{e1} = \frac{r'_{o2}}{\cos \alpha_{\rho_1}} = \frac{15,504918}{\cos 30^{\circ} 17' 10''} = \frac{15,504918}{0,86352} = 17,955482.$$

$$16. R'_{e2} = \frac{15,974764}{0,94997} = 16,816072.$$

$$17. \tan \alpha' \frac{A \sin \alpha}{r_{02}} = \frac{1,866667 \cdot \sin 66^{\circ} 15' 05''}{r_{02}} = 0,666847.$$

$$18. \rho = \frac{A' + R'_{e1} + R'_{e2}}{2} = \frac{1,166667 + 17,955482 + 16,816072}{2} = 17,969111.$$

$$19. \cos \frac{x}{2} = \sqrt{\frac{S' - (S' - S'_{e1})}{A'R'_{er}}} = \sqrt{\frac{17,969111(17,96911 - 17,935482)}{1,166667 \cdot 16,816072}} = \sqrt{0,012483} =$$

$$= 0,111727; \frac{x}{2} = 83^{\circ}35'06''; x = 167^{\circ}10'10''.$$

$$20. \sin(180^\circ - y) = \frac{R'_{e2}}{R'_{e1}} \sin x = \frac{16,816072}{17,955482} \cdot \sin 167^\circ 10' 10'' = 0,207977;$$

$$180^\circ - y = 12^\circ 00' 13,6''; \quad y = 180^\circ - 12^\circ 00' 13,6'' = 167^\circ 59' 46,4''.$$

$$21. \varphi_{e_1} = inv\alpha_{e_1} + y + \alpha = inv30^{\circ}17'10'' + (167^{\circ}59'46'')''_p + \\ + (66^{\circ}15'05'')''_p = 0,055436 + 2,932084 + 1,156304 = 4,143824.$$

$$22. \varphi_{e_2} = inv\alpha_{e_2} + x + \alpha = inv18^012' + (167^010'10'')_p + \\ + 1,156304 = 0,011133 + 2,917655 + 1,156304 = 4,085092.$$

$$23. \delta_{\rho_2} = \varphi_{\rho_2} - \tan \alpha' = 4,085092 - 0,066847 = 4,018245.$$

24. $u = \varphi_{e_1} z_1 - \delta_{e_2} z_2 = 4,143824 \cdot 33 - 4,018245 \cdot 34 = 0,125862$.

$$25. \varepsilon'_{jp} = 2,74748 \cdot inv\alpha - 0,040948 - 2,74748 \cdot 1,116516 - 0,040948 = 3,026657.$$

$$26. \varepsilon_{jp} = \frac{z_p}{2} \varepsilon'_j = \frac{1}{2} \cdot 3,026657 = 1,513328.$$

$$27. \varepsilon_{j1m} = 0,600 - 0,003 \cdot z_1 = 0,600 - 0,003 \cdot 33 = 0,501.$$

28. $\varepsilon_{j1} = 0 < 0,501$.

29. $\varepsilon_{j_2} = \varepsilon_{j_m} + \varepsilon_{j_1} = 1,513328 + 0 = 1,513328.$

$$30. h' = A' + R'_{e_1} - R'_{e_2} = 1,166667 + 17,955482 - 16,816072 = 2,306017.$$

$$31. \varepsilon_{jpy} = \varepsilon_j - \varepsilon_{jy2} = 1,513329 - 0,107 = 1,406329.$$

32. $z_{pu} = z_2 - z_{u2} = 34 - 17 = 17$.

Инв. № подл	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата	$+1,156304 = 0,011133 + 2,917655 + 1,156304 = 4,085092.$
					23. $\delta_{e2} = \varphi_{e2} - \tan \alpha' = 4,085092 - 0,066847 = 4,018245.$
Инв. № подл	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата	24. $u = \varphi_{e1} z_1 - \delta_{e2} z_2 = 4,143824 \cdot 33 - 4,018245 \cdot 34 = 0,125862.$
					25. $\varepsilon'_{jp} = 2,74748 \cdot \text{inv} \alpha - 0,040948 - 2,74748 \cdot 1,116516 - 0,040948 =$ $= 3,026657.$
Инв. № подл	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата	26. $\varepsilon_{jp} = \frac{z_p}{2} \varepsilon'_j = \frac{1}{2} \cdot 3,026657 = 1,513328.$
					27. $\varepsilon_{j1m} = 0,600 - 0,003 \cdot z_1 = 0,600 - 0,003 \cdot 33 = 0,501.$
Инв. № подл	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата	28. $\varepsilon_{j1} = 0 < 0,501.$
					29. $\varepsilon_{j2} = \varepsilon_{jp} + \varepsilon_{j1} = 1,513328 + 0 = 1,513328.$
Инв. № подл	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата	30. $h' = A' + R'_{e1} - R'_{e2} = 1,166667 + 17,955482 - 16,816072 =$ $= 2,306017.$
					31. $\varepsilon_{jpu} = \varepsilon_j - \varepsilon_{ju2} = 1,513329 - 0,107 = 1,406329.$
Инв. № подл	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата	32. $z_{pu} = z_2 - z_{u2} = 34 - 17 = 17.$

$$33. \varepsilon'_{jpu} = \frac{2\varepsilon_{jpu}}{z_{pu}} = \frac{2 \cdot 1,406329}{17} = 0,16545.$$

$$34. inv\alpha_{u2} = 0,36397 \cdot \varepsilon'_j + 0,014904.$$

$$35. \lambda'_{pu} = \frac{0,939693}{\cos \alpha_{u2}} - 1 = \frac{0,939693}{\cos 33^{\circ}13'33''} - 1 = 0,123334.$$

$$36. \lambda_{pu} = \frac{z_{pu}}{2} \lambda'_{pu} = \frac{17}{2} \cdot 0,123335 = 1,048347.$$

$$37. A'_{u2} = \frac{z_{pu}}{2} + \lambda_{pu} = \frac{17}{2} + 1,048848 = 9,548348.$$

$$38. R'_{eu2} = \frac{D_{eu2}}{2m} = \frac{59,13}{2 \cdot 3} = 9,855.$$

$$39. h'_{u2} = A'_{u2} + R'_{eu2} - R'_{e2} = 9,548348 + 9,855 - 16,816072 = 2,587276.$$

$$40. \Delta h'_2 = h'_{u2} - h' - 2,587276 - 2,306077 = 0,281199.$$

$$41. \cos \alpha_{eu2} = \frac{d_{ou2}}{D_{eu2}} = \frac{47,873}{59,13} = 0,809623; \alpha_{eu2} = 35^{\circ}56'30''.$$

$$42. r'_{ou2} = \frac{d_{ou2}}{2m} = \frac{47,873}{2 \cdot 3} = 7,978833.$$

$$43. \rho'_{eu2} = r'_{ou2} \tan \alpha_{eu2} = 7,978833 \cdot 0,72499 = 5,784574.$$

$$44. \rho'_{au2} = A'_{u2} \sin \alpha_{u2} + \rho'_{eu2} = 9,548348 \cdot 0,58696 + 5,784574 = 11,389072.$$

$$45. \Delta \rho'_{a2} = \rho'_{au2} - \rho_{a2} = 11,389072 - 10,123239 = 1,265833.$$

$$46. D_{e1} = m(z_1 + 2) = 3(33 + 2) = 105.$$

$$47. h_1 = 2,25m = 2,25 \cdot 3 = 6,75.$$

$$48. D_{i1} = D_{e1} - 2h_1 = 105 - 2 \cdot 6,75 = 91,5.$$

$$49. D_{e2} = 2mR'_{e2} = 2 \cdot 3 \cdot 16,816072 = 100,896432.$$

$$50. h_2 = mh'_{u2} = 3 \cdot 2,587276 = 7,761828.$$

$$51. D_{i2} = D_{e2} + 2h_2 = 100,896432 + 2 \cdot 7,761828 = 116,420088.$$

Далі здійснюємо перевірку щодо незагострення зубів колеса:

$$1. \cos \alpha_e = \frac{mz_2 \cos \alpha_d}{D_{e2}} = \frac{3 \cdot 34 \cdot 0,6939693}{100,896432} = 0,94997; \alpha_e = 18^{\circ}12'.$$

$$2. \Delta = inv\alpha_e - inv\alpha_d = inv18^{\circ}12' - inv20^{\circ} = -0,003771.$$

$$3. S_{до} = \frac{\pi}{2} - 2\varepsilon_{j2} \tan \alpha_d = 1,5708 - 2 \cdot 1,513329 \cdot 0,36397 = 0,469188.$$

$$4. S_{e2} = D_{e2} \left(\frac{S_{до}}{z_2} + \Delta \right) = 100,896432 \left(\frac{0,469188}{34} - 0,003771 \right) = 1,01789 > 0,3m = 0,9.$$

Инв. № подл	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата					
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-					
					Лист				

Тепер робимо розрахунок контрольних параметрів зачеплення (L_1' – довжина загальної нормалі без урахування корекції; ΔmL_1 – найменше відхилення середньої довжини загальної нормалі; δL_1 – допуск на довжину загальної нормалі):

$$1. L_1' = 10,794 [18].$$

$$2. \Delta mL_1 = 0,160; \delta L_1 = 0,095.$$

$$3. L_1 = m(L_1' + 0,684\varepsilon_\gamma) - \Delta mL_1 = 3 \cdot 10,794_{-0,255}^{-0,160} = 32,38_{-0,255}^{-0,160}.$$

$$4. d_p = 4,429 [18].$$

$$5. inv\alpha_x = \frac{\pi}{2z_2} (1 + 0,4634\varepsilon_{j2}) - \frac{d_p}{mz_2 \cos \alpha_d} + inv\alpha_d = \\ = \frac{3,1416}{2 \cdot 34} (1 + 0,4634 \cdot 1,513329) - \frac{4,429}{3 \cdot 34 \cdot 0,9397} + 0,0149 = 0,047291;$$

$$\alpha_x = 28^\circ 50' 10''; \cos \alpha_x = 0,876.$$

$$6. d_x = d_d \frac{\cos \alpha_d}{\cos \alpha_x} = 3 \cdot 34 \frac{0,9397}{0,876} = 109,4171.$$

$$7. M_p = d_x - d_p = 109,4171 - 4,429 = 104,9881.$$

$$8. \Delta mh = 0,210; Sh = 9,120.$$

$$9. M_{p+2\Delta mh}^{+2(\Delta mh+\delta h)} = 104,98_{2 \cdot 0,210}^{2(0,210+0,120)} = 104,98_{0,420}^{0,660}.$$

3.2.1.2 Розрахунок параметрів механізму обертання

Крутний момент, що розвиває механізм обертання:

$$M = \frac{peD_{e2}z_2b}{i}, \text{ Н} \cdot \text{см},$$

де $p = 0,35 \text{ МПа} = 35 \text{ Н/см}^2 = 3,5 \text{ кгс/см}^2$ – робочий тиск стисненого повітря у камерах механізму обертання; $e = 0,35 \text{ см}$ – ексцентриситет механізму обертання; $D_{e2} = 14 \text{ см}$ – діаметри окружності виступів зубів статора; $z_2 = 19$ – число зубів статора; $b = 12 \text{ см}$ – ширина ротора; $i = 1 + \frac{z_1(z_3 - z_4)}{z_4} = 1 + \frac{18(34 - 33)}{33} = 1,545$ – передатне відношення механізму обертання; $z_1 = 18$ – число зовнішніх (кругових) зубів ротора; $z_3 = 34$ – число внутрішніх (евольвентних) зубів статора; $z_4 = 33$ – число зубів шпинделя.

Звідси маємо:

Инв. № подл	Подп. и дата				Лист
	Взам. инв. №				
	Инв. № дубл.				
	Подп. и дата				
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-	

$$M = \frac{35 \cdot 0,35 \cdot 14 \cdot 19 \cdot 12}{1,545} = 25309 \text{ Н} \cdot \text{см} = 253 \text{ Н} \cdot \text{м} = 25 \text{ кгс} \cdot \text{м}.$$

Робочий об'єм механізму обертання:

$$q = \frac{2\pi e b D_{e2} z_2}{i} = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 0,35 \cdot 12 \cdot 14 \cdot 19}{1,545} = 4541 \text{ см}^3.$$

Тоді величина витрати повітря механізмом обертання при швидкості обертання шпинделю $n = 120$ об/хв. та об'ємному к.к.д. $h = 0,7$ складатиме:

$$Q = \frac{q p n}{10^6 h} = \frac{4541 \cdot 5 \cdot 120}{10^6 \cdot 0,7} = 3,9 \text{ м}^3/\text{хв}.$$

Для перевірки зубів на вигин потрібно визначити величину напруження вигину:

$$\sigma_{\text{виг}} = \frac{6,35 M}{m^2 b z_4 y k_v} = \frac{6,35 \cdot 253000}{3^2 \cdot 30 \cdot 33 \cdot 9,117 \cdot 1} = 154 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2} < [\sigma_{\text{виг}}] = 350 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2},$$

де $b = 30$ мм – ширина зубу шпинделя; $y = 0,117$ – коефіцієнт форми зубу; $k_v = 1$ – швидкісний коефіцієнт.

3.2.2 Розрахунок ударного механізму

Розрахунок робочого циклу ударного механізму виконуємо за методикою, розробленою Томським політехнічним інститутом [19], з урахуванням експериментальних даних, отриманих під час випробування дослідних зразків головки бурильної БГП.

Вихідні дані для розрахунку:

- номінальний тиск повітря у мережі – $p_0 = 0,5 \text{ МПа} = 5 \text{ кгс/см}^2$;
- маса поршня – $m_{\text{п}} = 5,2 \text{ кг}$;
- діаметр поршня – $D = 140 \text{ мм}$;
- робоча площа поршня – $F = 1,54 \cdot 10^{-2} \text{ м}^2$;
- габаритний хід поршня (хід поршня від лінії удару до упору в задню кришку) – $S_{\text{г}} = 4,65 \cdot 10^{-2} \text{ м}^2$.

На рис. 3.7 показана схема розподілення повітря ударного механізму з безклапанним розподіленням. В табл. 3.1 приведені значення параметрів розподілення повітря ударного механізму, отримані за рекомендаціями згаданої методи-

Ине. № подл	Подп. и дата	Ине. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата						Лист
					Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-	

ки та експериментальним шляхом. На рис. 3.8 показана діаграма розподілення повітря в ударному механізмі бурильної головки БГП, побудована за експериментальними даними.

Таблиця 3.1 – Параметри розподілення повітря ударного механізму

Параметр	a_1	a_2	a_3	a_4	a_5	a_6	a_7	S
Рекомендована величина, мм	35,5	10,0	-	16,4	12,6	10,0	9,5	37,0
Експериментальна величина, мм	28,0	12,0	20,0	32,0	8,0	6,5	8,5	38,0

Частота ударів:

$$n = \frac{3966}{60\sqrt{mS_r}} = \frac{3966}{60\sqrt{34,4 \cdot 4,65 \cdot 10^{-2}}} = 52,5 \text{ с}^{-1} = 3150 \text{ уд/хв.},$$

$$\text{де } m = \frac{m_p}{F} = \frac{5,2}{9,81 \cdot 1,54 \cdot 10^{-2}} = 34,4 \text{ кгс} \cdot \text{с}^2 \cdot \text{м}^{-2} - \text{питома маса поршню.}$$

Енергія удару поршню:

$$A_{\text{уд}} = 0,4295 p_0 S_r F = 0,4295 \cdot 5 \cdot 10^5 \cdot 4,65 \cdot 10^{-2} \cdot 1,54 \cdot 10^{-2} = \\ = 154 \text{ Дж} = 15,7 \text{ кгс} \cdot \text{м.}$$

Швидкість поршню перед ударом:

$$v_y = 207,2 \sqrt{\frac{S_r}{m}} = 207,2 \sqrt{\frac{4,65 \cdot 10^{-2}}{34,4}} = 7,6 \text{ м/с.}$$

Ударна потужність механізму:

$$N_y = \frac{An}{102} = \frac{15,7 \cdot 52,5}{102} = 8,1 \text{ кВт} = 11 \text{ к.с.} \quad (3.1)$$

3.3 Оцінка технічного рівня аналізованої конструкції

Розглянута в роботі конструкція бурильної головки БГП відрізняється до-

Ине. № подл	Подп. и дата	Ине. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата						
					Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-	Лист

Рисунок 3.7 – Схема розподілення повітря безклапанного ударного механізму

Рисунок 3.8 – Діаграма розподілення повітря
в ударному механізмі бурильної головки БГП

Инв. № подл	Подп. и дата				Инв. № дубл.	Взам. инв. №				Подп. и дата
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-						Лист

статньо високим технічним рівнем, забезпеченим грамотним проектуванням машини, що повністю відповідає умовам її експлуатації і дозволяє отримати очікувані показники призначення та надійності.

Виконані розрахунки машини підтвердили можливість досягнення параметрів, які вимагаються технічним завданням на розробку.

Дуже важливим фактом є те, що проаналізована конструкція бурильної головки має підвищені енергетичні параметри у порівнянні з перфоратором ПК75, який взятий за основу під час її проектування. Незважаючи на те, що енергія одиничного удару головки БГП менша, ніж у перфоратора ПК75, за рахунок значно більшої частоти ударів вона здатна розвивати суттєво більшу ударну потужність. Цю величину можна визначити за формулою (3.1), що була використана вище, у п. 3.2.2. Там для бурильної головки БГП була отримана величина $N_y = 8,1$ кВт (причому для величин $A_{уд}$ і n трохи менших заявлених у табл. 2.1).

Для перфоратора ПК75 маємо: $A_{уд} = 166,6$ Дж = 17 кгм; $n = 33,3$ с⁻¹ [7]. Тоді:

$$N_y = \frac{17 \cdot 33,3}{102} = 5,55 \text{ кВт.}$$

Таким чином, ударна потужність бурильної головки БГП майже на 46% більша за ударну потужність перфоратора ПК75.

Для перфоратора ПК75А маємо: $A_{уд} = 176,6$ Дж = 18 кгм; $n = 37$ с⁻¹ (див. табл. 1.1). Тоді:

$$N_y = \frac{18 \cdot 37}{102} = 6,53 \text{ кВт.}$$

Таким чином, ударна потужність бурильної головки БГП майже на 24% більша за ударну потужність перфоратора ПК75А.

Инв. № подл	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата					
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-					
					Лист				

4 РОЗРОБКА ЗАХОДІВ ЕКСПЛУАТАЦІЇ УСТАНОВКИ

Розробка заходів експлуатації бурильної головки БГП виконана згідно з вимогами [16,20,21].

4.1 Порядок транспортування

Перевезення бурильних головок, запакованих у шухляди, може здійснюватися від заводу-виготовлювача до підприємства-споживача за допомогою засобів залізничного, морського, річкового та автомобільного транспорту згідно з діючими на них правилами і вимогами. Те ж стосується правил розташування і закріплення вантажів на них.

У будь-якому разі бурильні головки під час транспортування мають бути захищені від небажаних переміщень та ушкоджень. Крім того, для запобігання забруднення внутрішніх порожнин головок усі отвори в них повинні бути закриті спеціальними пробками.

4.2 Правила консервації та зберігання бурильних головок

У випадку виникнення необхідності у тривалих перервах в роботі бурильної головки вона має бути очищена від пилу і бруду та законсервована для належного зберігання. Для цього потрібно:

- розібрати бурильну головку, ретельно промити у гасі та витерти насухо усі її деталі;

- зібрати бурильну головку, змастивши перед цим усі деталі маслом К-17 ДСТУ 10877. Потім залити по 50-60 г цього масла в усі підвідні патрубки та увімкнути головку в роботу на холостому ході протягом 30 секунд при тиску стисненого повітря 0,1-0,15 МПа. Повітря має бути сухим;

- покрити усі різьбові з'єднання та посадкові місця мастилом ПВК ДСТУ 19537;

Ине. № подп	Подп. и дата	Ине. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата						Лист	
					Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-		

- закрити усі отвори, що ведуть всередину виробу, заглушками.

Для зберігання мастила на зовнішніх поверхнях бурильної головки та захисту її від вологого атмосферного повітря після консервації потрібно завернути головку у парафінований папір та помістити у чохол з полівінілхлоридної плівки товщиною не менше 0,2 мм. Шви чохла потрібно заклеїти поліетиленовою липкою плівкою.

Зберігати бурильну головку потрібно в сухому, захищеному від пилу і вологи місці на спеціальному стелажі з дерев'яними підкладками.

4.3 Монтаж і підготовка до роботи

Після отримання бурильної головки на підприємстві-споживачеві у першу чергу потрібно перевірити її комплектність згідно з відомостями, приведеними у [15].

При підготовці бурильної головки до випробування слід розконсервувати її шляхом видалення консерваційного мастила та здійснити ретельний огляд з метою виявлення випадкових ушкоджень, що могли з'явитися під час транспортування. Консерваційне мастило видаляється наступним чином:

- з внутрішніх поверхонь машини – промиванням. Для цього у головку через штуцери підводу стисненого повітря заливають гас або уайт-спірит у кількості 100 г і вмикають пристрій на 0,5-1,0 хвилин в режимі холостого ходу при тиску стисненого повітря 0,15-0,2 МПа;

- із зовнішніх поверхонь – протиранням за допомогою ганчір'я, змоченого в уайт-спіриті з подальшим обтиранням насухо.

Для випробування бурильної головки потрібно залити у штуцери підводу стисненого повітря 15-20 г рекомендованого масла і підключити пристрій до повітряної і водяної магістралей

Під час випробування потрібно переконатися у:

- відсутності витоків води і повітря у місцях з'єднання рукавів і шлангів;
- нормальному режимі подачі води через бурильну головку;

Ине. № подл	Подп. и дата	Ине. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата					
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-					
					Лист				

- легкості запуску і працездатності обертача та ударного механізму бурильної головки при тиску стисненого повітря 0,15-0,2 МПа. Для запобігання можливих задирок поршня у циліндрі слід вмикати ударний механізм при працюючому обертачі.

Монтаж бурильної головки на робочому місці полягає в установці та закріпленні її на подавальному пристрої бурильної установки та приєднанні до неї комунікацій подачі повітря і води.

Перед останньою операцією повітряні рукави потрібно продуту, а водяні шланги – промити. Стиснене повітря для живлення бурильної головки має бути підготовлено за допомогою апаратури, що складається з фільтра-вологівдільника та розпилювача масла. Тиск повітря повинен бути 0,5 МПа (5 кг/см²). При зниженні тиску повітря продуктивність бурильної головки різко падає, при підвищенні – відбувається підвищений знос деталей та навіть їх поломки. Тиск води у жодному разі не повинен перевищувати тиск повітрі, адже у такому випадку вона може потрапити всередину пристрою, змити мастило і викликати інтенсивний знос деталей.

Що стосується подавальних пристроїв, то у разі використання жорстких конструкцій (гвинтових, ланцюгових тощо) рекомендується між бурильною головкою і подавальним пристроєм розмістити пружні елементи (амортизатори).

Перед установкою бурової штанги у головку потрібно перевірити:

- чи не зігнути штанга;
- чи немає сколів на її торцях;
- чи не забитий центральний канал штанги.

Перед початком буріння необхідно пересвідчитися у наявності масла у масляному розподільнику.

4.4 Використання за призначенням

Потрібно пам'ятати, що висока продуктивність та надійність роботи бурильної головки можуть бути забезпечені лише у випадку суворого дотримання об-

Инв. № подл	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата					
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-					
					Лист				

слуговуючим персоналом усіх правил і вимог експлуатації, що викладені в [16].

Бурильна головка обслуговується бурильником високої кваліфікації.

Запуск бурильної головки в роботу відбувається у такій послідовності:

- запуск обертача;
- запуск ударного механізму;
- подача води;
- початок буріння.

Зупинка пристрою здійснюється у зворотній послідовності.

Для забезпечення високої продуктивності процесу буріння потрібно забезпечити достатнє осьове зусилля, при якому головка буде працювати стійко і без перебоїв.

Під час тривалої роботи бурильної головки потрібно робити короточасні перерви з метою перевірки її технічного стану:

- затягування стяжних болтів;
- кріплення глушника;
- кріплення рукавів і шлангів повітряної та водяної комунікацій.

У кінці кожної робочої зміни необхідно залити у повітряні штуцери по 20-30 г рекомендованого масла, після чого дати поробити пристрою вхолосту протягом 3-5 секунд при тиску стисненого повітря 0,1-0,2 МПа.

Під час роботи бурильної головки можливі відмови їх конструктивних елементів. У табл. 4.1 приведені основні характерні несправності бурильної головки, можливі причини та методи їх усунення.

4.5 Загальні заходи безпеки під час експлуатації бурильної головки

Процес експлуатації бурильної головки має здійснюватися згідно з вимогами [22].

До обслуговування бурильної головки допускаються особи, що пройшли курс спеціального навчання, здали екзамен та отримали посвідчення на право керування машиною.

Ине. № подп	Подп. и дата	Ине. № дубл.	Взам. ине. №	Подп. и дата					
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-					
					Лист				

Бурильна головка використовується в якості робочого органу головним чином на шахтних бурильних установках, тому вона обслуговується персоналом, рекомендованим для роботи на подібній техніці.

Підприємство-споживач зобов'язано на додаток до [16] розробити проект організації робіт з урахуванням специфічних особливостей умов та організації робіт, прийнятих та даному виробництві.

Перед спуском у шахту оператор повинен ознайомитися із записами у журналі прийому-передачі зміни відносно стану пристрою.

Перед початком роботи оператор має оглянути стан виробки (забою). У разі виявлення небезпечного стану він зобов'язаний не приступати до роботи, вивести з небезпечної зони обслуговуючий персонал та негайно сповістити про це особу технічного нагляду.

Перед початком роботи оператор повинен оглянути бурильну головку, перевірити надійність затягування стяжних болтів, кріплення глушників та рукавів повітряної і водяної комунікацій. Несправності, виявлені під час огляду, оператор має усунути на місці або викликати для цього ремонтний персонал.

Про початок роботи потрібно в обов'язковому порядку сповіщати попереднім звуковим сигналом.

Перед безпосереднім бурінням слід перевірити чіткість запуску бурильної головки шляхом короткочасного вмикання її в режимі холостого ходу.

Під час роботи бурильної головки необхідно виконувати наступне:

- слідкувати за станом рукавів, не допускаючи їх різких перегинів та переплетень;
- дотримуватися правильного виконання операцій керування бурильною головкою з точки зору черговості та порядку вмикання її вузлів згідно з викладеними вище рекомендаціями щодо використання пристрою за призначенням;
- періодично припиняти процес буріння для огляду стану покрівлі виробки та забою;
- використовувати індивідуальні засоби захисту від шуму (навушники, антифони, заглушки тощо);

Ине. № подп	Подп. и дата	Ине. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата					
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-					
					Лист				

- усі роботи з усунення несправностей здійснювати лише за умови відключення пневматичної мережі.

Для забезпечення оптимальних умов роботи у відношенні складу повітря у робочій зоні витрата води на пригнічення пилу має бути не менше 20 л за хвилину.

Під час перерв у роботі протягом зміни оператор повинен надійно відключати подачу стисненого повітря до бурильної головки.

Після закінчення робіт у кінці зміни оператор має відвести бурильну головку у безпечне місце, очистити її від бруду, обдути стисненим повітрям та надійно відключити подачу повітря до неї.

Після виїзду з шахти оператор зобов'язаний зробити запис у журналі прийому-передачі зміни щодо виконаного протягом зміни обсягу робіт, несправностей експлуатованого обладнання та його загального технічного стану. Механік або інша особа з персоналу технічного нагляду також має записати в журналі про прийняті заходи щодо усунення несправностей або передачі машини в ремонт.

З метою попередження можливих нещасних випадків **КАТЕГОРИЧНО ЗАБОРОНЯЄТЬСЯ**:

- керувати бурильною головкою особам, які не пройшли спеціального навчання і не мають відповідного посвідчення;
- передавати керування бурильною головкою іншим особам без відома технічного нагляду;
- здійснювати пуск бурильної головки без попередження осіб, що працюють поблизу, та без попереджувального сигналу;
- виконувати ремонтні роботи, очищення та змащення бурильної головки при невимкненому рукаві та без прийняття відповідних заходів проти його випадкового увімкнення;
- бурити з несправною системою пилопригнічення;
- працювати без використання засобів індивідуального захисту від шуму;
- працювати в умовах недостатнього освітлення та вентиляції.

Ине. № подп	Подп. и дата	Ине. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата					
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-					
					Лист				

ЗАБОРОНЯЄТЬСЯ працювати бурильною головкою за умови виявлення наступних несправностей:

- ушкоджень повітряних рукавів;
- відсутності масла у маслорозпилювачі;
- ушкоджень глушників шуму.

На додаток до вимог [16] споживач зобов'язаний розробити інструкцію (пам'ятку) з безпечного ведення робіт з використанням бурильної головки у конкретних гірничо-геологічних умовах. Ця інструкція повинна розширювати та уточнювати вказані вимоги.

4.6 Технічне обслуговування

Використання несправної бурильної головки забороняється, адже воно може призвести до повного виходу її з ладу. Крім того, це небезпечно з точки зору техніки безпеки.

Своєчасний огляд виробу та заміна зношених деталей значно підвищують термін його служби.

4.6.1 Види і періодичність технічного обслуговування

Технічне обслуговування бурильної головки БГП здійснюється за заздалегідь розробленим графіком планово-попереджувальних ремонтів.

Система планово-попереджувальних ремонтів бурильної головки включає наступні заходи:

- щозмінний огляд;
- поточний ремонт;
- середній ремонт.

Структура ремонтного циклу виробу має наступний вигляд:

T-T-C₁-T-T-C₂-T-T-C₃-T-T-C₄-T-T-C₁-T-T-C₃-T-T-C₁-T-T-списання,
де T – поточні (малі) ремонти; C₁, C₂, C₃, C₄ – середні ремонти із заміною дета-

Ине. № подп	Подп. и дата	Ине. № дубл.	Взам. ине. №	Подп. и дата						Лист
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-						

лей і складальних одиниць з термінами служби відповідно 3, 6, 9 та 12 місяців.

4.6.2 Порядок обслуговування

Щоденний огляд та поточний ремонт бурильних головок здійснюються на робочому місці силами бурильника за участю слюсаря-ремонтника.

Щозмінний огляд проводиться на початку та наприкінці робочої зміни. Під час огляду бурильник виконує:

- очищення бурильної головки від пилу, бруду і шламу;
- огляд та перевірку надійності різьбових з'єднань, перевірку щільності сполучень рукавів, що підводять повітря і воду. У разі виявлення в процесі огляду дефектів деталей бурильник повинен сповістити про це механіка дільниці.

Після закінчення робіт бурильну головку необхідно обдути стисненим повітрям і змастити. Змащення здійснюється шляхом заливки у повітряні штуцери 15-20 г рекомендованого масла та увімкнення головки на 3-5 секунд.

Під час поточного ремонту окремі вузли бурильної головки розбираються з метою визначення ступеня зносу деталей та необхідності їх заміни. При цьому здійснюють очищення, промивання та змащення усіх оглянутих деталей.

Середні ремонти проводяться у майстернях на спеціальній дільниці, обладнаній стендом для установки і закріплення бурильної головки. Ремонти виконуються спеціально навченими особами.

Середній ремонт передбачає повне розбирання бурильної головки з очищенням, промиванням та змащенням деталей, а також із заміною зношених.

Розбирання головки здійснюється у наступній послідовності (див. рис. 3.1):

- відгвинтити гайки 40, зняти стяжні болти 41 та весь обертач у зборі;
- зняти кришку 22 обертача, вилучити шпindel 23, кінцеву буксу 24, втулку 25 і ротор 21. Міняти місцями ролики 20 при цьому не бажано;
- зняти кришку 3 ударного механізму, вилучити поршень 8 із циліндру 9;
- для заміни водяної трубки викрутити штуцер 1, вилучити ніпель 2 з шайбою 27 і кільцем 38. Трубку вилучити за допомогою легких ударів по її кінцю.

Ине. № подп	Подп. и дата	Ине. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата						Лист
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-						

Знімати розподільник 10, вібропоглинач, п'яту 16, втулку 17 та диск 18 також не бажано. За необхідності ремонту вищеназваних деталей розбирання слід проводити таким чином: вставити поршень 8 у циліндр 9 до упору в розподільник 10 і легкими ударами по надставці, що упирається в неробочу поверхню поршня 8, вилучити розподільник 10, вібропоглинач, п'яту 16, втулку 17 і диск 18.

Після демонтажу деталі бурильної головки потрібно промити гасом або уайт-спіритом у ванні чи в промивальній машині, продуту їх стисненим повітрям, оглянути, заміряти та оцінити придатність до подальшого використання.

Допустимими є наступні максимальні зазори у сполученнях:

- між циліндром і поршнем (по діаметру) – 0,30 мм;
- між прямою втулкою-розподільником і штоком (по діаметру) – 0,25 мм.

Після необхідної заміни зношених деталей збирання бурильної головки здійснюється у зворотній послідовності. Перед збиранням усі деталі потрібно змастити тонким шаром машинного масла.

Під час збирання слід обережно поводитися з деталями бурильної головки для запобігання утворення забоїн або задирок на гострих кромках.

Слід мати на увазі, що надмірне затискання стяжних болтів може викликати перекид і бурильна головка не буде працювати. Тому остаточне затягування болтів потрібно здійснювати при увімкненому обертачі на малих його обертах.

Після збирання потрібно обкатати бурильну головку при тиску стисненого повітря не більше 0,35 МПа.

У додатках до [16] приводяться перелік і шифри деталей бурильної головки БПГ, а також креслення швидкозношувальних конструктивних елементів.

4.6.3 Змащення бурильної головки

Гарантована безвідмовна та тривала робота бурильної головки може бути забезпечена лише за умови її регулярного змащення високоякісними маслами у достатній кількості.

Змащення бурильної головки здійснюється шляхом подачі масла з магіст-

Ине. № подл	Подп. и дата	Ине. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата					
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-					
					Лист				

рального масляного розпилювача разом із стисненим повітрям. Масло має бути чистим та зневодненим. При низьких температурах навколишнього повітря для запобігання його згущення у масло потрібно додавати до 25% гасу або використовувати менш в'язкі сорти масла.

Змащення ударного механізму вважається достатнім, якщо на долоні, розміщеної у вихлопного вікна, утворюється тонка масляна плівка.

Рекомендовані сорти масел для змащення бурильної головки вказані у табл. 4.2.

Инв. № подл	Подп. и дата				Инв. № дубл.	Взам. инв. №				Подп. и дата	
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-							Лист

ВИСНОВКИ

Проведений в роботі аналіз конструкції бурильної головки БГП, розробленої в криворізькому інституті ВНДПрудмаш, продемонстрував достатньо високий технічний рівень пристрою, призначеного для буріння шпурів і свердловин у гірничих породах практично будь-якої міцності.

Бурильне обладнання пневматичного типу продовжує широко використовуватися у вітчизняній гірничій (у тому числі гірничорудній) промисловості завдяки доступності стисненого повітря на усіх ділянках видобувних підприємств, невибагливості конструкцій у порівнянні з механізмами гідравлічного типу з точки зору вимог до їх виробництва, експлуатації, технічного обслуговування та ремонту.

Конструкція бурильної головки БГП забезпечує отримання більш високих енергетичних параметрів процесу буріння, ніж у перфораторах типу ПК75 та ПК75А, на базі яких вона була свого часу створена.

Ине. № подп	Подп. и дата	Ине. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата					
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-					
					Лист				

Инв. № подл	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Изм.	
Лист	
№ докум.	
Подп.	
Дата	

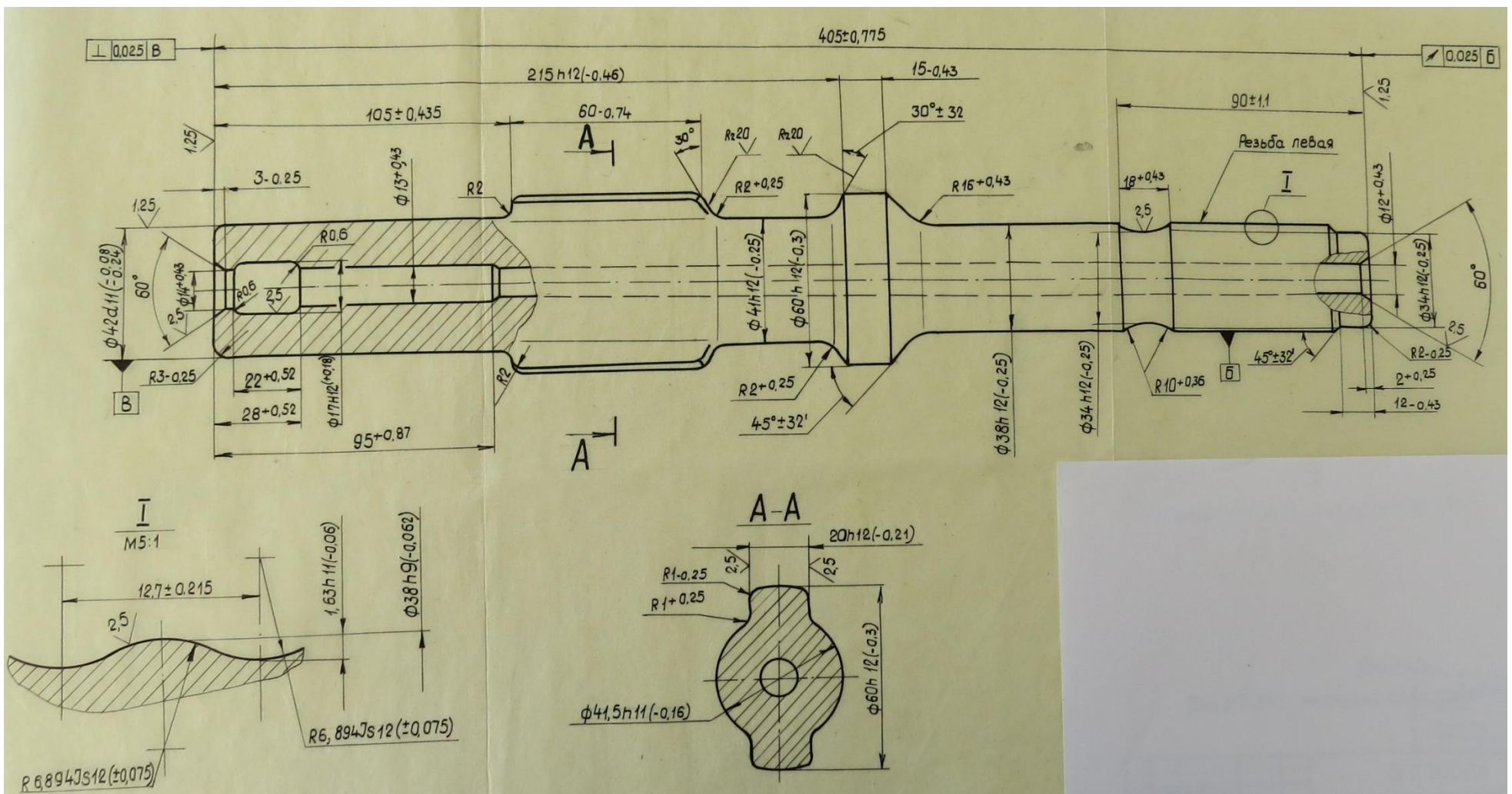


Рисунок 2.1 – Хвостовик-ударник

Лист	
------	--

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Изм.	
Лист	
№ докум.	
Подп.	
Дата	

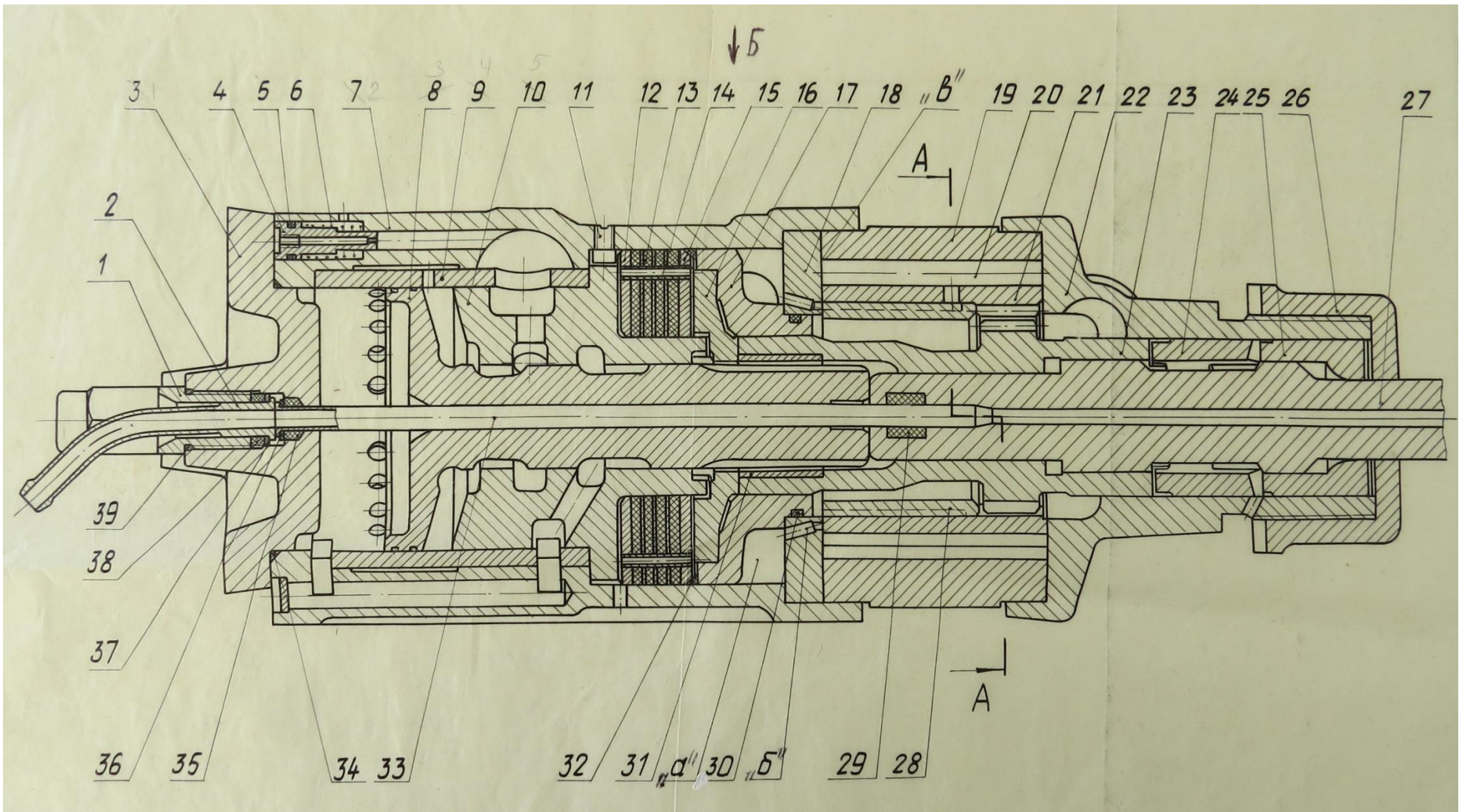


Рисунок 3.1 – Схема бурильной головки БПГ

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Изм.	
Лист	
№ докум.	
Подп.	
Дата	

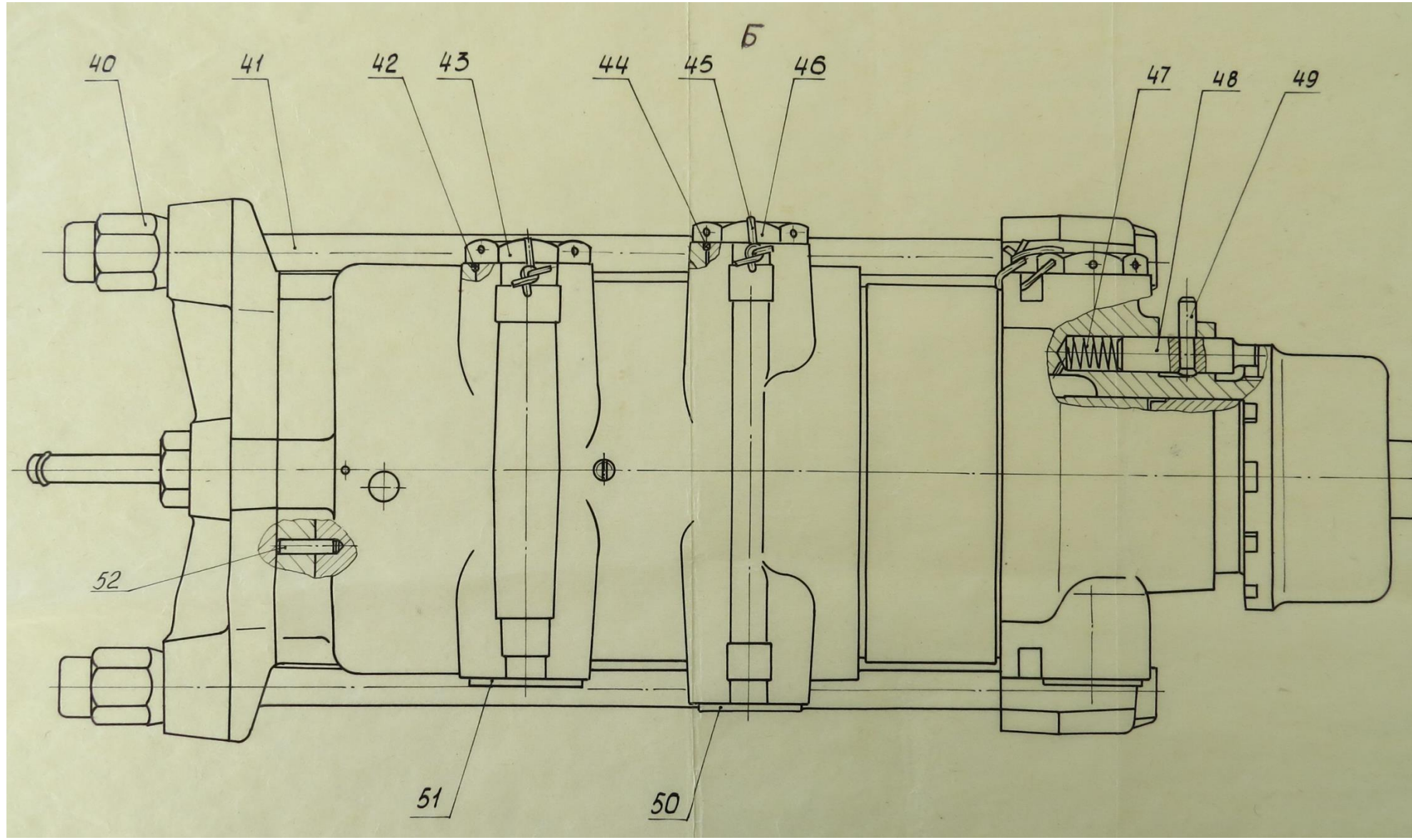


Рисунок 3.1 – Схема бурильної головки БПГ. Продовження

Лист	
------	--

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Изм.	
Лист	
№ докум.	
Подп.	
Дата	

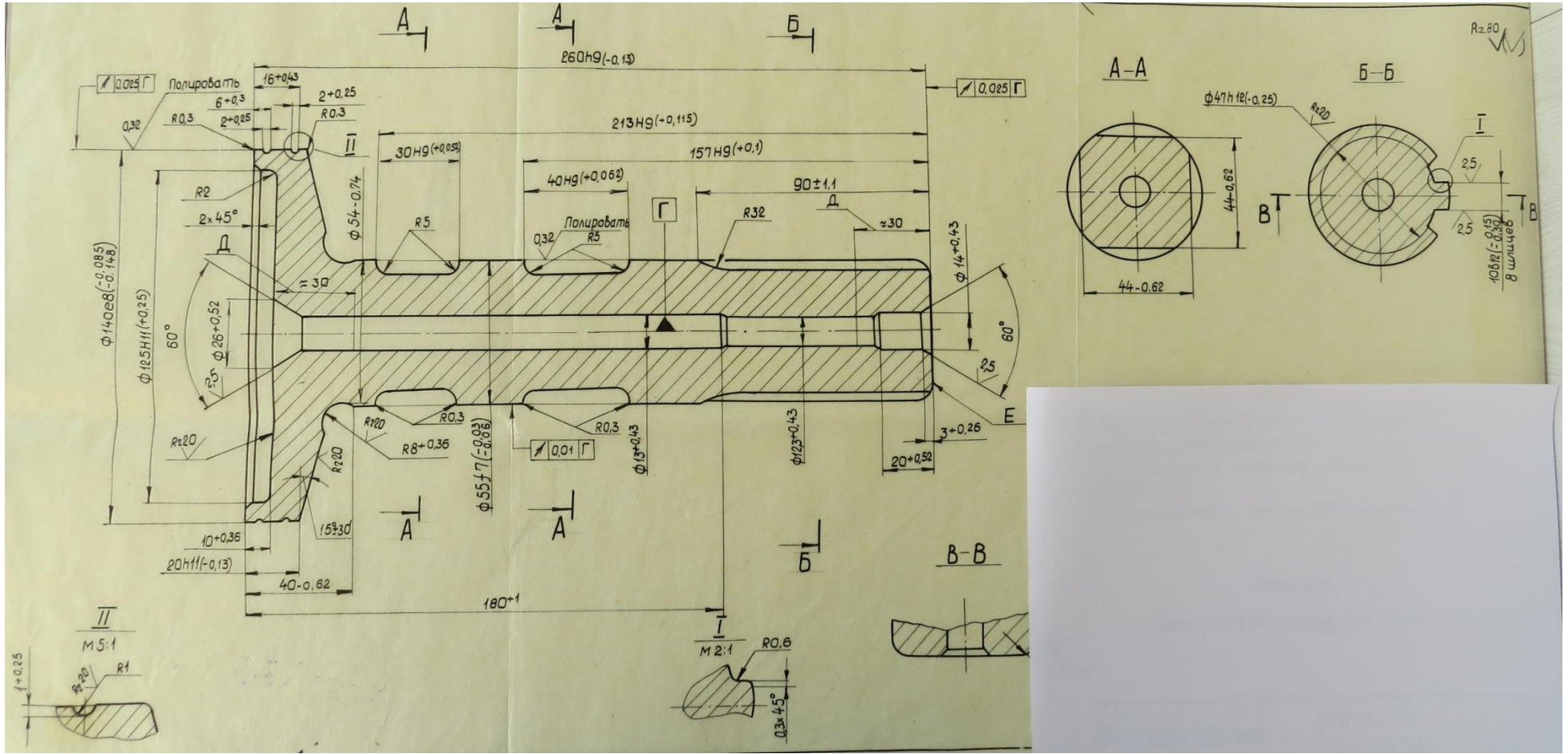


Рисунок 3.2 – Поршень

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Изм.	
Лист	
№ докум.	
Подп.	
Дата	

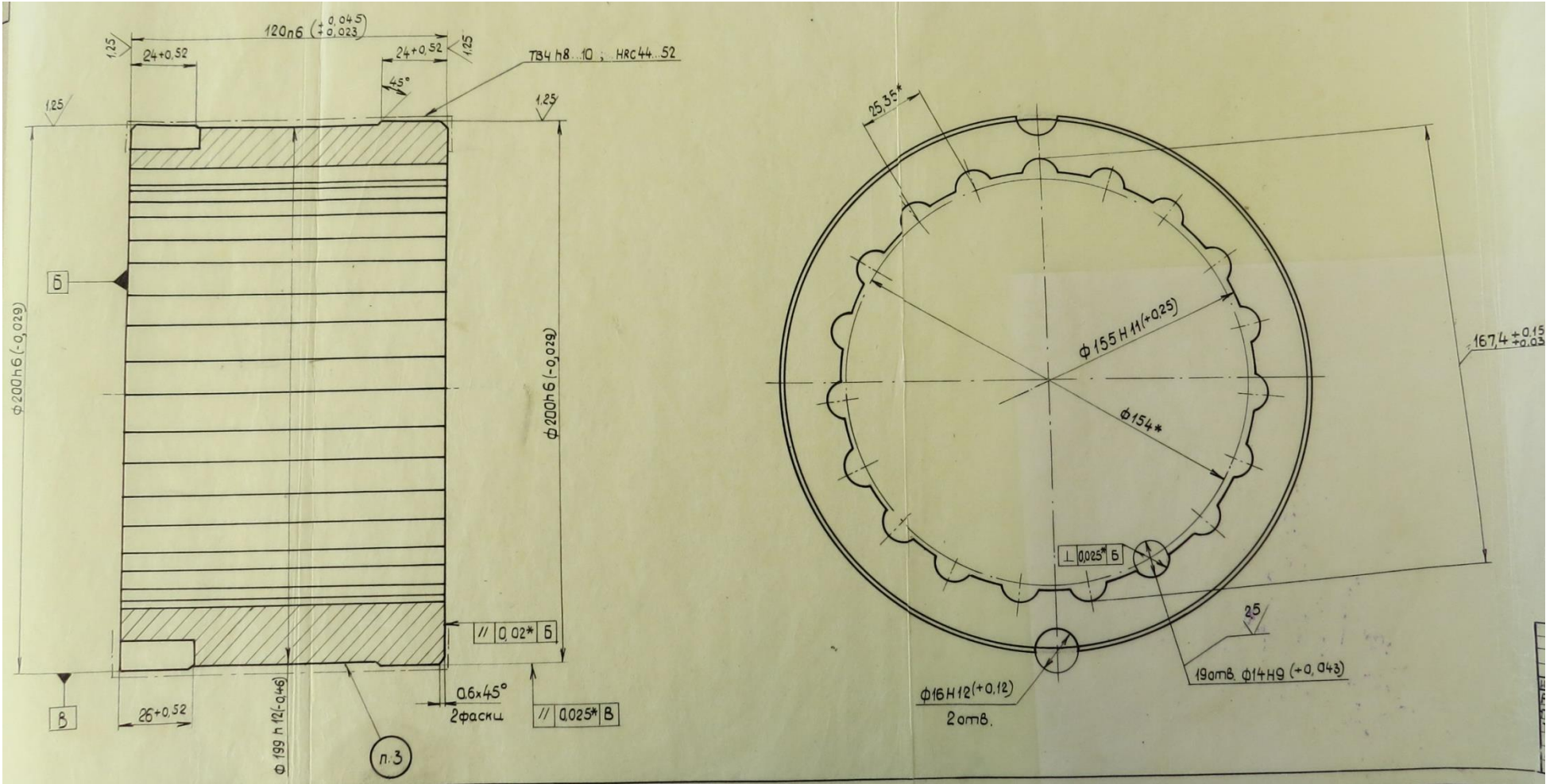


Рисунок 3.3 – Статор

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Изм.	
Лист	
№ докум.	
Подп.	
Дата	

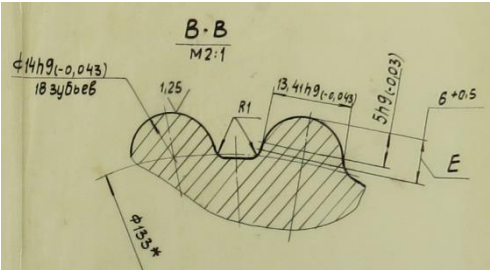
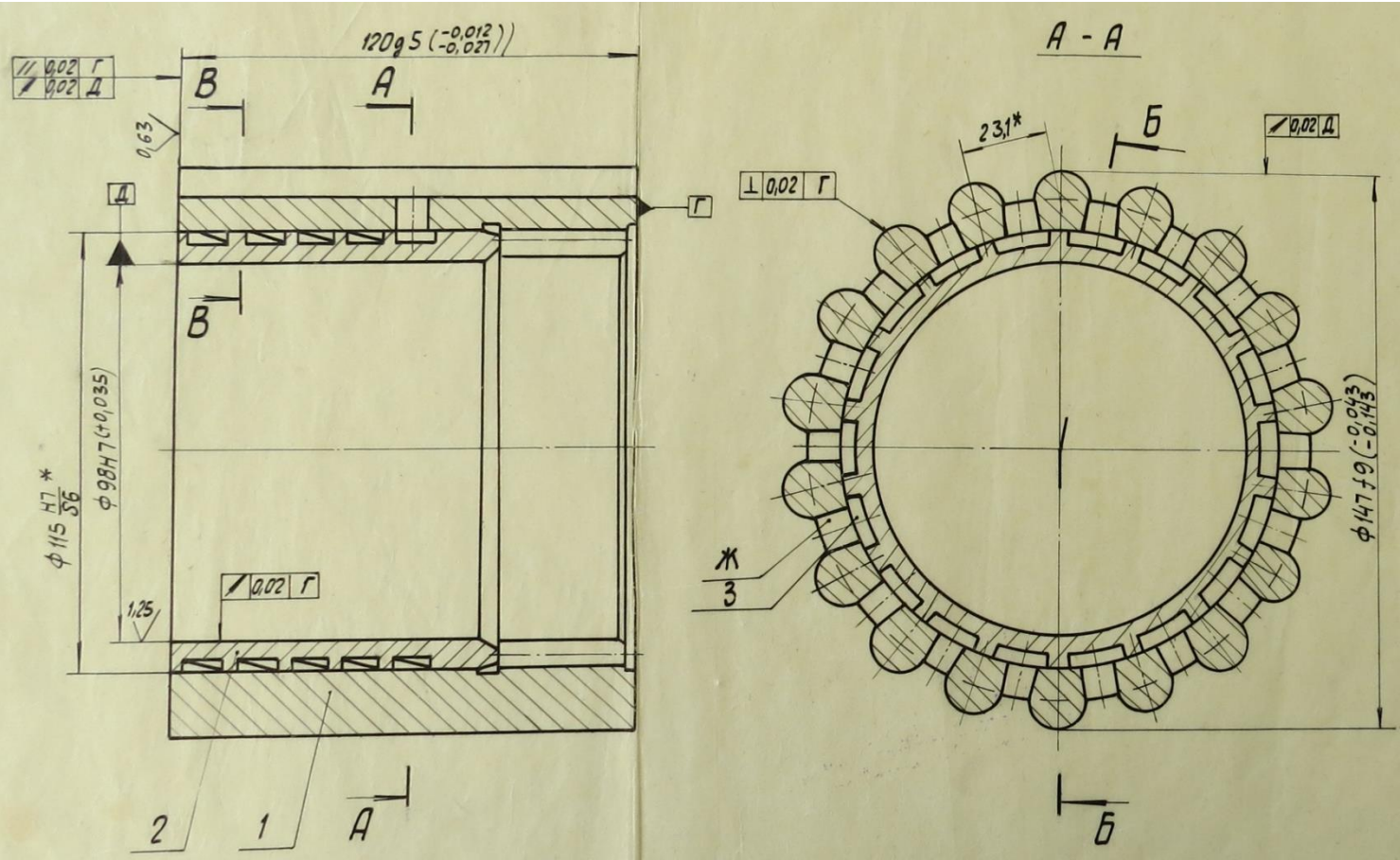


Рисунок 3.4 – Ротор: 1 – ротор; 2 – золотник

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Изм.	
Лист	
№ докум.	
Подп.	
Дата	

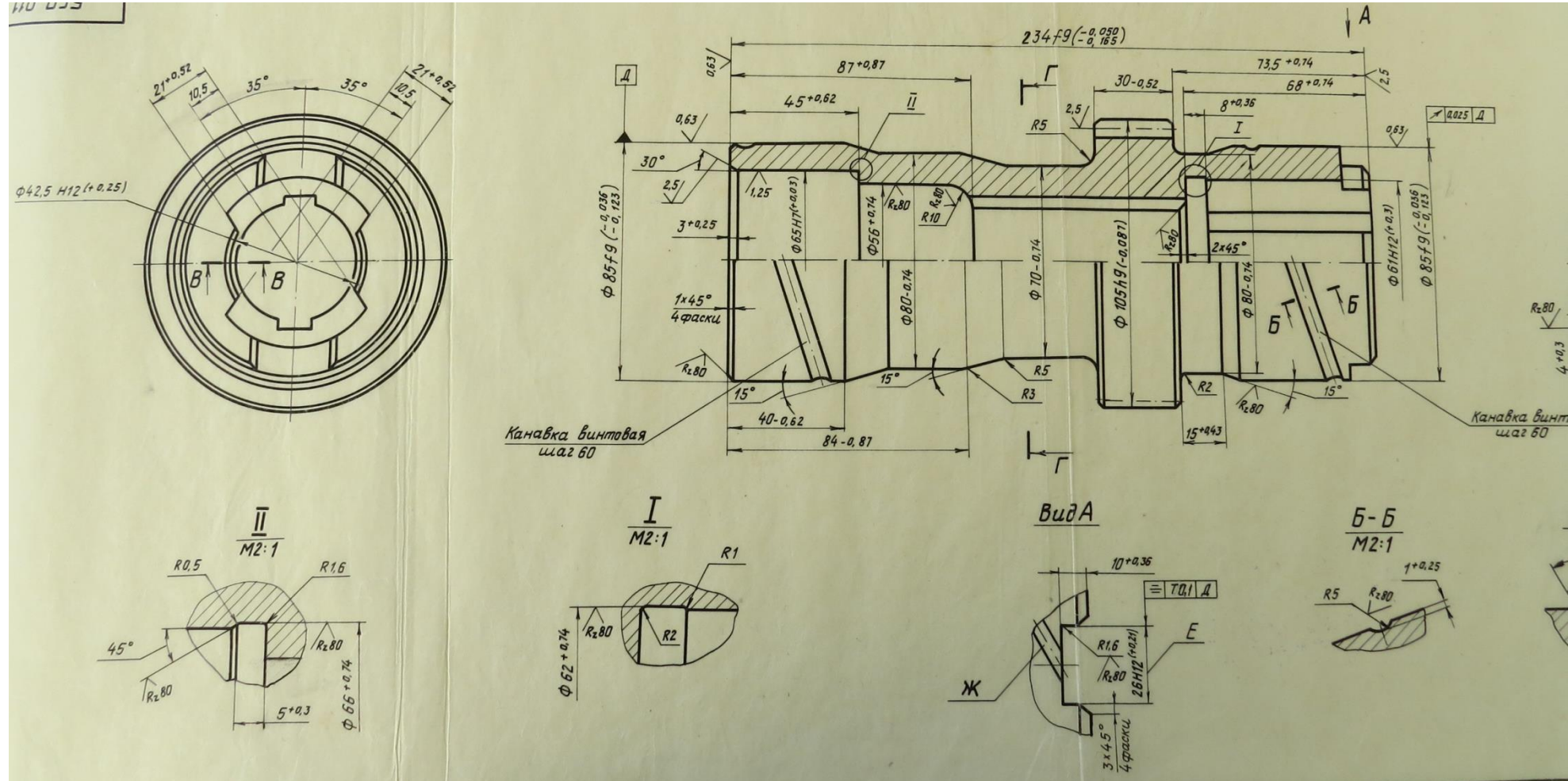


Рисунок 3.5 – Шпиндель

Лист	
------	--

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Изм.	
Лист	
№ докум.	
Подл.	
Дата	

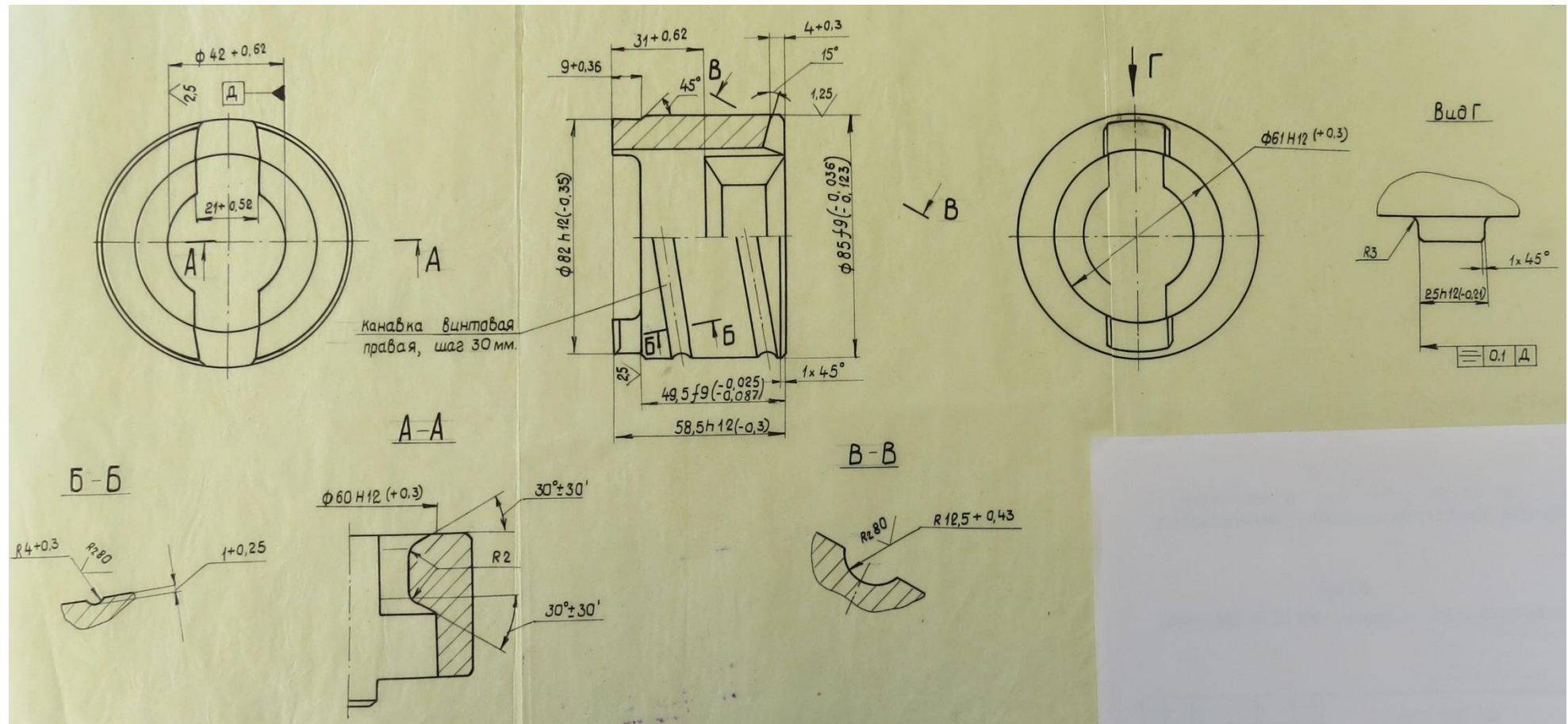


Рисунок 3.6 – Букса

Лист	
------	--

Инв № подл	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Изм.	
Лист	
№ докум.	
Подп.	
Дата	

Таблиця 4.1 – Характерні несправності бурильної головки, можливі причини та методи їх усунення

Найменування несправності, її зовнішній прояв та додаткові ознаки	Ймовірна причина несправності	Методи усунення несправності
Зниження продуктивності	1) тупе лезо бурової коронки 2) падіння тиску стисненого повітря у мережі 3) значний знос деталей бурильної головки 4) недостатнє змащення головки	Заточити або замінити коронку, промити шпур Встановити причину падіння тиску повітряу мережі та усунути її Відправити бурильну головку в ремонт Перевірити роботу автомасельнички
Нагрів ударного механізму, перебої в роботі та його зупинка	1) відсутність змащення 2) задирки на циліндрі та поршні-ударнику	Залити в автомасельничку рекомендоване масло Зачистити наждачним папером поверхні із задирками або замінити поршень
Зменшення числа обертів бурової штанги	1) послаблені гайки на стяжних болтах 2) зменшення торцевого зазору між ротором 21, кришкою 22 та диском 18 3) падіння тиску стисненого повітря у мережі	Затягнути гайки на стяжних болтах Методом шліфування одного з торців зменшити довжину ротора для забезпечення величини зазору в межах 0,03-0,05 мм Встановити причину падіння тиску та усунути її

Лист	
------	--

Инв № подл	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Изм.		
Лист		
№ докум.		
Подп.		
Дата		

Таблиця 4.2 – Рекомендовані масла для змащення бурильної головки

Продукція вітчизняного виробництва		Еквівалентна продукція закордонних виробників	
Марка масла, ГОСТ, ТУ	Температура навколишнього повітря, °С	Фірма-виробник	Марка масла
Індустріальне І-68СХ ТУ38.101776	від +2 до +50	Teboil	Tebo Pneumo 8,0
Масло моторне М-10В2 ДСТУ 8581	від –15 до +10	Teboil Esso Shell	Tebo Pneumo 8,0 Arox Ep 38 Tellus Oil 15
Масло ЕШ ДСТУ 10363	від –50 до +15	Mobil Texaco	Gg Aretie Oil Rock Drill Lube X5W

Инв. № подл	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-

XXX-XXX-XXXX

Лист регистрации изменений

[illegible]

Инв. № подл.	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата

XXX-XXX-XXXX