Комплексна бакалаврська робота
Аналіз конструкції та організація процесу експлуатації бурильної установки БУП-2М

Лихолат Богдан Олександрович
Частина І. Аналіз конструкції бурильної установки БУП-2М

Куцеруба Кирило Сергійович
Частина ІІ. Організація процесу експлуатації бурильної установки БУП-2М

Керівник роботи **проф., д.т.н. Громадський А.С.**

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

ВСТУП

Процес видобутку твердих корисних копалин, що залягають під землею, вимагає здійснення низки технологічних операцій, таких як розкриття родовища шляхом вибирання порожніх покривних гірничих порід, проходка підземних виробок, виймання руди та інші. Через значну міцність гірничих порід більшість з цих операцій неможливі без попередньої підготовки масиву – руйнування його за допомогою буропідривних робіт. Останні виконуються шляхом закладення вибухівки у шпури і свердловини та підривання її. Внаслідок цього суцільний скельний масив перетворюється на суміш більш-менш транспортабельних шматків, які можна вивезти з гірничодобувного підприємства для подальшого використання або переробки [1-6].

Шпури і свердловини – це виробки круглого перетину невеликих діаметрів. Для їх проходки у скельному масиві використовується здебільшого бурильне обладнання механічного типу, що забезпечує прикладання механічних впливів (осьового зусилля, крутного моменту та ударного імпульсу) на буровий інструмент, в результаті чого відбувається руйнування гірничої породи [7-12].

Бурильне обладнання широко застосовується для механізації розкривних, прохідницьких та очисних робіт як при підземному, так і відкритому способах розробки корисних копалин.

Якщо в гірничих породах невисокої міцності руйнування масиву можливо безвибуховим способом (наприклад, слабких вугільних пластів виконавчими органами барабанного, шнекового, фрезерного, дискового, ланцюгового та інших типів), то для міцних порід буропідривний спосіб руйнування є в наш час практично безальтернативним. Особливо важливу роль він відіграє в умовах видобутку залізних руд.

Для буріння шпурів і свердловин використовується різноманітна бурильна техніка як ручного, так і механізованого типів: свердла, перфоратори, бурильні верстати для підземних і відкритих робіт, шахтні бурильні установки. Вона відрізняється своїми технологічними можливостями та продуктивністю, особливос-

тями конструктивного виконання, видом використовуваної енергії, рівнем механізації основних та допоміжних операцій процесу буріння, потужністю, розмірами та масою. Від ефективності її роботи багато в чому залежить успішність практичної діяльності гірничодобувних підприємств та рівень її техніко-економічних показників [6,7,12].

Проблеми дослідження, проектування, виготовлення та промислового впровадження нових та удосконалених зразків бурильних машин постійно знаходяться у фокусі уваги фахівців гірничодобувної галузі в усьому світі. В результаті їх плідної роботи на ринку гірничої техніки постійно з'являються нові високоефективні зразки бурильного обладнання.

З огляду на вищесказане, актуальність теми представленої комплексної бакалаврської роботи, присвяченої аналізу конструкції та організації процесу експлуатації бурильної установки БУП-2М, не може викликати жодних сумнівів.

Об'єкти роботи:

- частина I – технологічний процес буріння прохідницьких шпурів під час буровибухової проходки підготовчих виробок у вугільних пластах та оточуючих породах міцністю f = 6-18;

- частина II – технологічний процес експлуатації бурильної установки БУП-2М.

Предмети роботи:

- частина I – бурильна установка БУП-2М для буріння шпурів під час буровибухової проходки підготовчих виробок у вугільних пластах та оточуючих породах міцністю f = 6-18;

- частина II – параметри режимів експлуатації бурильної установки БУП-2М.

1 ОБГРУНТУВАННЯ ВИБОРУ МАШИНИ

1.1 Загальна класифікація гірничої бурильної техніки

Сучасний стан розвитку гірничої справи характеризується широким використанням бурильної техніки, призначеної для проходки циліндричних порожнин (шпурів і свердловин), необхідних для вибухового руйнування міцних гірничих масивів під час розвідування родовищ корисних копалин, розкриття покладів, проведення підготовчих, очисних, кріпильних, дренажних та інших робіт під час видобутку різноманітної міцної мінеральної сировини [3,6,9,11,12].

Шпурами прийнято називати порожнини діаметром до 75 мм і глибиною до 5 м. Шпури бурять в процесі проходки горизонтальних, похилих і вертикальних підземних виробок, а також для установки елементів анкерного кріплення. Порожнини більших розмірів називаються свердловинами. Останні потрібні для здійснення масових вибухових робіт під час підготовки до очисного виймання корисних копалин у підземних і відкритих гірничодобувних підприємствах, для поєднання між собою шахтних горизонтів, спуску гірничої маси, будівництва дренажних та вентиляційних порожнин тощо.

Усю напрочуд різноманітну бурильну техніку можна класифікувати за наступними ознаками [3-6,11,12]:

- *за способом руйнування гірничого масиву* – на машини механічного, фізичного та комбінованого руйнування породи.

Механічний спосіб руйнування вимагає використання спеціального бурового інструменту (різців, коронок, доліт), до якого прикладаються певні механічні впливи (осьове зусилля, крутний момент, ударні імпульси), в результаті чого гірнича порода піддається руйнівним зусиллям, що перевищують її міцність та опірну здатність. До основних механічних способів руйнування гірничих порід відносять обертальне, ударно-поворотне, ударно-обертальне та обертально-ударне буріння.

При фізичному способі порода руйнується під впливом газів, рідин, елект-

ричного струму, тепла та інших енергоносіїв. Серед таких способів руйнування гірничих порід слід відзначити вогневе (термічне), вибухове, ультразвукове, гідравлічне та електрогідравлічне буріння.

При комбінованому способі порода піддається одночасному впливу як механічного, так і фізичного способу. Прикладом може бути термомеханічний спосіб буріння;

- *за видом споживаної енергії* – на електричні, пневматичні, гідравлічні та комбіновані установки;

- *за практичним призначенням* – на установки для буріння шпурів та буріння свердловин.

Більшість фізичних способів руйнування гірничих порід (окрім вогневого, який використовується в породах, що мають кременисту основу, чи відрізняються низьким коефіцієнтом теплопровідності, завдяки чому вони розтріскуються до початку процесу їх плавлення) або досі знаходяться на стадіях дослідження, проектування та практичного доведення, або поки що не можуть конкурувати з механічними через суттєво більші питомі витрати енергії. Тому в сучасних умовах розвитку науки і техніки лише механічні способи буріння є конкурентноспроможними з економічної точки зору, внаслідок чого на практиці застосовуються в основному лише вони. Розглянемо їх більш докладно.

1.2 Коротка характеристика механічних способів буріння гірничих порід

Обертальний спосіб буріння характеризується відсутністю ударних навантажень на буровий інструмент. До останнього прикладаються потужні значення крутного моменту та осьового зусилля, під дією яких він обертається навколо осі, що співпадає з віссю шпура або свердловини, та одночасно подається на забій. Руйнуваня породи відбувається за рахунок її різання, зминання та роздавлювання. Продукти буріння видаляються зі шпуру чи свердловини за допомогою витих штанг чи шнеків, а також стисненого повітря чи води.

Якщо в якості бурового інструменту виступають різного роду різці, то та-

кий спосіб буріння підходить лише для роботи у слабких породах (до f = 4 за шкалою проф. М.М. Протод'яконова). Інструмент, озброєний алмазами, може працювати в породах з f > 10.

Ударно-поворотне буріння забезпечується потужним ударним імпульсом і невеликими величинами крутного моменту та осьового зусилля. За рахунок високочастотних ударів буровий інструмент (коронка) впроваджується у породу, крутний момент служить для повороту коронки на перший кут після кожного удару (для нанесення його в інше місце забою), а осьове зусилля потрібно для притискання інструменту до забою перед ударом. Цей спосіб буріння характеризується високою ефективністю руйнування і використовується для міцних порід з коефіцієнтом міцності до f = 20.

Ударно-обертальне буріння за співвідношенням енергетичних параметрів в основному подібне ударно-поворотному за виключенням того, що удари наносяться по інструменту, який безупинно обертається. Використовується у породах середньої міцності та міцних (f = 6-20).

Обертально-ударне буріння відрізняється застосуванням значних величин осьового зусилля, ударних імпульсів та крутного моменту. Руйнування гірничої породи відбувається як за рахунок ударів, так і під дією обертального руху бурового інструменту, що сильно притискається до забою. Найбільша ефективність використання цього способу буріння спостерігається у породах міцністю f = 5-14.

1.3 Обладнання для механічного буріння шпурів і свердловин

Обертальний спосіб буріння використовується в свердлах ручного та колонкового (пневматичного, гідравлічного та електричного) типів, які комплектуються легкими підтримувальними пристроями, спеціальними розпірними колонками або маніпуляторами. Через відсутність ударного впливу на забій область застосування такого обладнання обмежується гірничими породами невисокої міцності, проте існують хороші перспективи її розширення у бік більш міцних ма-

теріалів. Разом із тим, під час обертального буріння практично не утворюється пилу і шуму, що в породах нижче середньої, а деколи і середньої міцності робить цей метод більш ефективним. Крім того, для обертального буріння існує можливість широкого застосування електричної енергії, яка суттєво дешевше пневматичної. На рис. 1.1 показана схема електричного ручного свердла СЕР-19М.

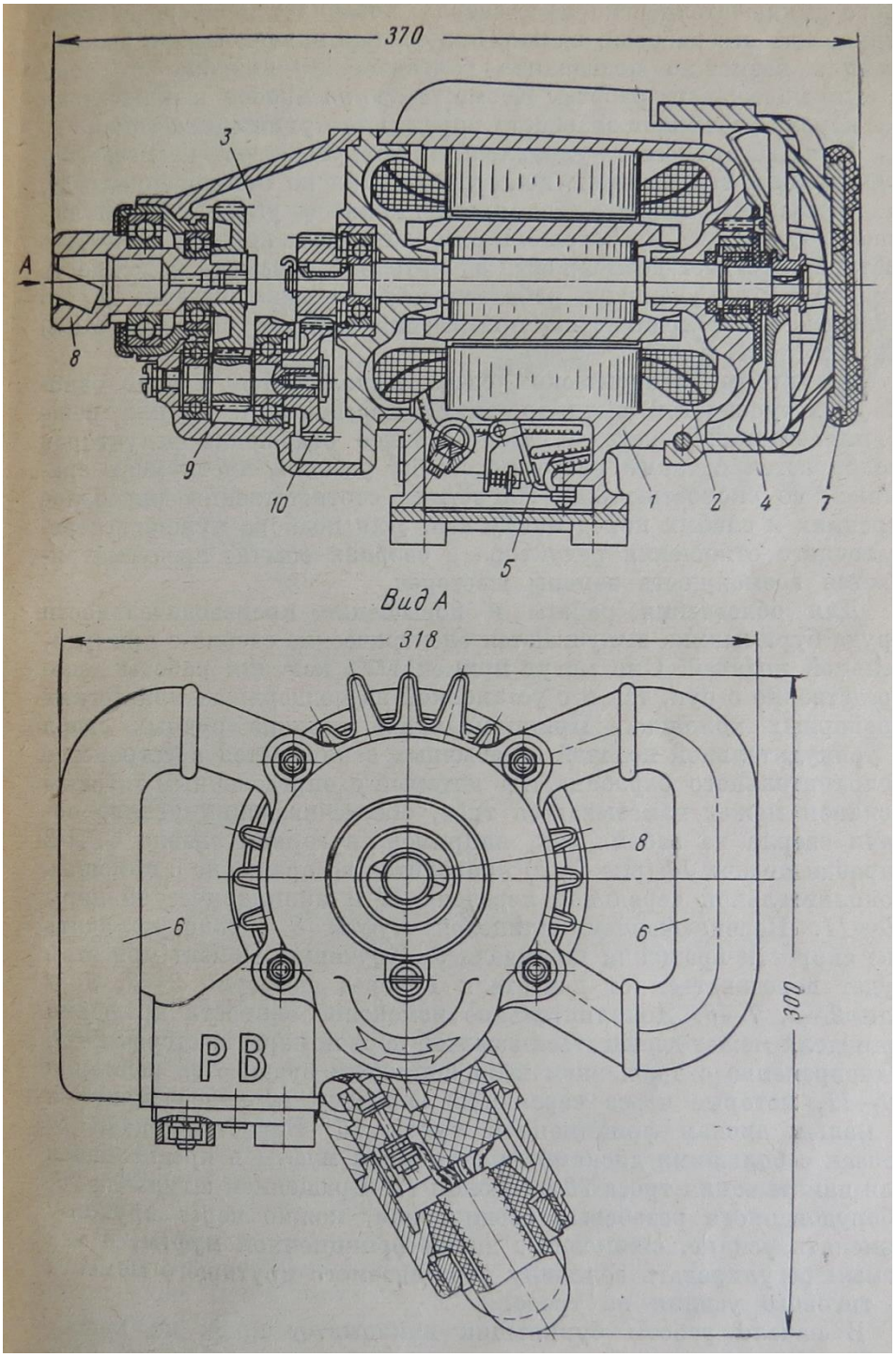


Рисунок 1.1 – Схема електричного ручного свердла СЕР-19М:
1 – корпус; 2 – електродвигун; 3 – редуктор; 4 – вентилятор; 5 – вимикач;
6 – рукоятки; 7 – кришка; 8 – патрон; 9, 10 – зубчасті передачи

Ручне свердло складається з легкосплавного корпусу 1 з рукоятками 6, в якому розміщені електродвигун 2 з вимикачем 5, редуктор 3 із зубчастими передачами 9 і 10, вентилятор 4 для охолодження електродвигуна в кожуху під кришкою 7 та патрон 8 для закріплення робочого інструменту свердла.

Останній складається з витих або суцільних бурових штанг та знімних бурових різців (рис. 1.2).

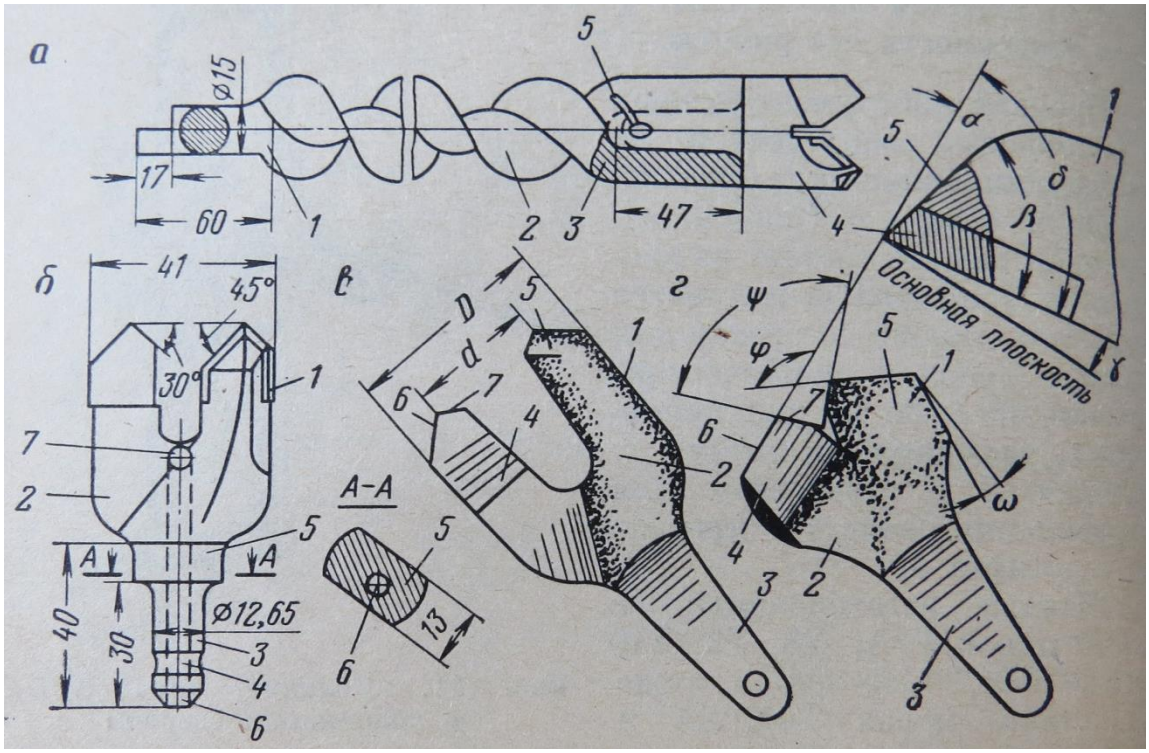


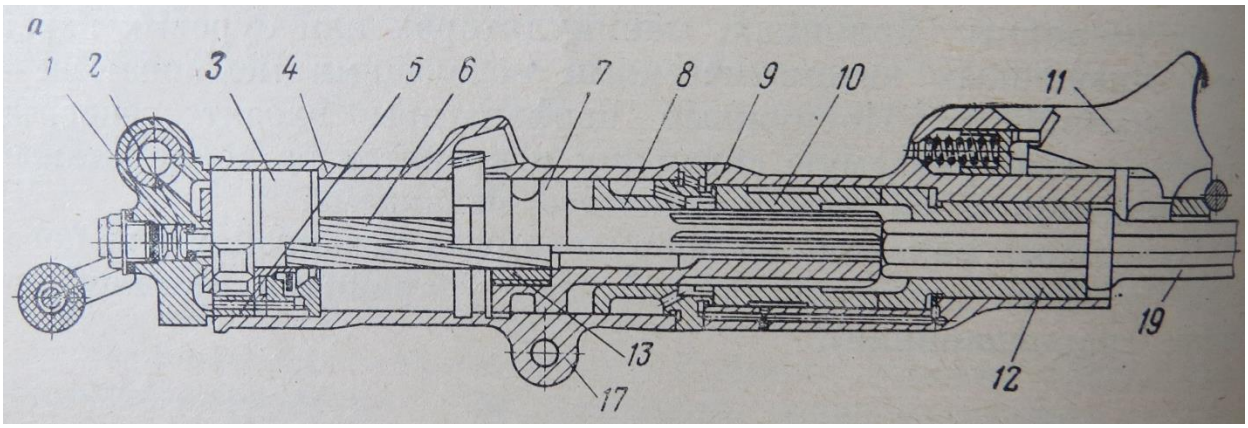
Рисунок 1.2 – Буровий інструмент ручних свердл:
а – бурова штанга (1 – хвостовик; 2 – тіло; 3 – головка; 4 – різець; 5 – штифт);
б, в, г – знімні бурові різці (1 – пера; 2 – корпуси; 3 – хвостовики; 4 – твердосплавні пластинки; 5 – задні грані; 6 – ріжучі кромки; 7 – кромки розсічки)

До машин ударно-поворотного буріння відносять бурильні молотки (перфоратори) та застарілі конструкції верстатів ударно-канатного буріння.

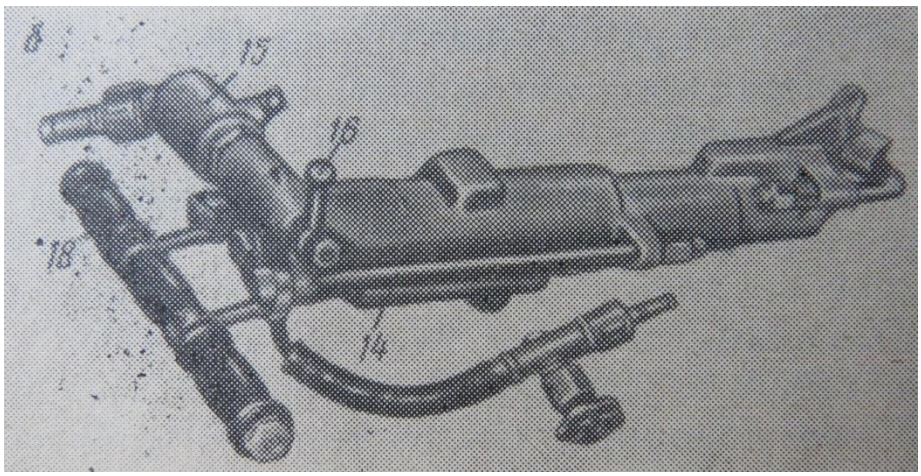
Перфоратори можуть бути пневматичного, гідравлічного та електричного типів. Основними різновидами перфораторів за способом установки та підтримки пристрою під час буріння є ручні (переносні), телескопні та колонкові конструкції.

На рис. 1.3 показана принципова схема переносного перфоратора пневматичного типу, який складається з корпусу та змонтованих в ньому ударно-пово-

ротного механізму, повітророзподільного пристрою, механізму керування та пристрою для очищення шпурів (свердловин) від бурового дріб'язку. Ударно-поворотний механізм служить для нанесення ударів по буровому інструменту та його повороту. Повітророзподільний пристрій відповідає за поперемінну подачу стисненого повітря в передню та задню порожнини циліндру перфоратора. Завдяки цьому забезпечується зворотно-поступальний рух поршня-ударника, який в кінці прямого ходу наносить удар по буровому інструменту, а під час зворотного – забезпечує поворот останнього на певний кут.



а



б

Рисунок 1.3 – Принципова схема пневматичного переносного перфоратора:
а – поздовжній розріз; *б* – загальний вигляд;
1 – головка; 2 – пристрій для очищення шпуру; 3 – повітророзподільний пристрій; 4 – циліндр; 5 – храповий пристрій; 6 – поворотний гвинт; 7 – поршень-ударник; 8 – напрямна втулка; 9 – патрон; 10 – поворотна букса; 11 – буротримач; 12 – гран-букса; 13 – поворотна гайка; 14 – стяжний болт; 15 – масельничка; 16, 18 – рукоятки; 17 – приплив для кріплення перфоратора на пневматичній підтримувальній колонці; 19 – буровий інструмент

Такий вид поворотного механізму називається залежним і використовується також у перфораторах телескопного типу, які за конструкцією практично аналогічні переносним, але мають власний вбудований подавальний пристрій (телескоп) і використовуються для буріння висхідних шпурів під час проходки вертикальних та крутопохилих виробок, а також шпурів для анкерного кріплення.

Більш важкі й потужні конструкції колонкових перфораторів постачені незалежним поворотним пристроєм (реверсивним обертальним механізмом), випускаються в комплекті з подавальними пристроями і завжди встановлюються на розпірних колонках або маніпуляторах самохідних бурильних установок.

На рис. 1.4 показані телескопний перфоратор ПТ-38Б та колонкова конструкція ПК-60М [7].

До бурового інструменту перфораторів відносяться (рис. 1.5) [13]:

- бур (рис. 1.5*а*), який складається з хвостовика 1 з буртом 2, тіла буру 3 і конусної головки 4 та має центральний отвір 5 для подачі води на забій шпуру;

- знімні коронки: долончасті (рис. 1.5*б*), хрестові (рис. 1.5*в*), штирьові (з циліндричними твердосплавними вставками).

а

б

Рисунок 1.4 – Пневматичні перфоратори:
а – телескопний ПТ-38Б; *б* – колонковий ПК-60М

При ударно-обертальному буріння бурильною машиною служить занурювальний пневмоударник, поршень якого здійснює зворотно-поступальний рух і під час прямого робочого ходу наносить удар по хвостовику бурового інструменту. Пневмоударник при цьому не має вбудованого поворотного пристрою. Він знаходиться у свердловині і рухається в міру поглиблення забою за рахунок крутного моменту та осьового зусилля, що передається йому разом зі стисненим повітрям через секційну порожнисту нарощувальну штангу від встановлених поза свердловиною обертача та подавального пристрою бурильного верстату. На рис. 1.6 показана схема занурювального пневмоударника П-1-75.

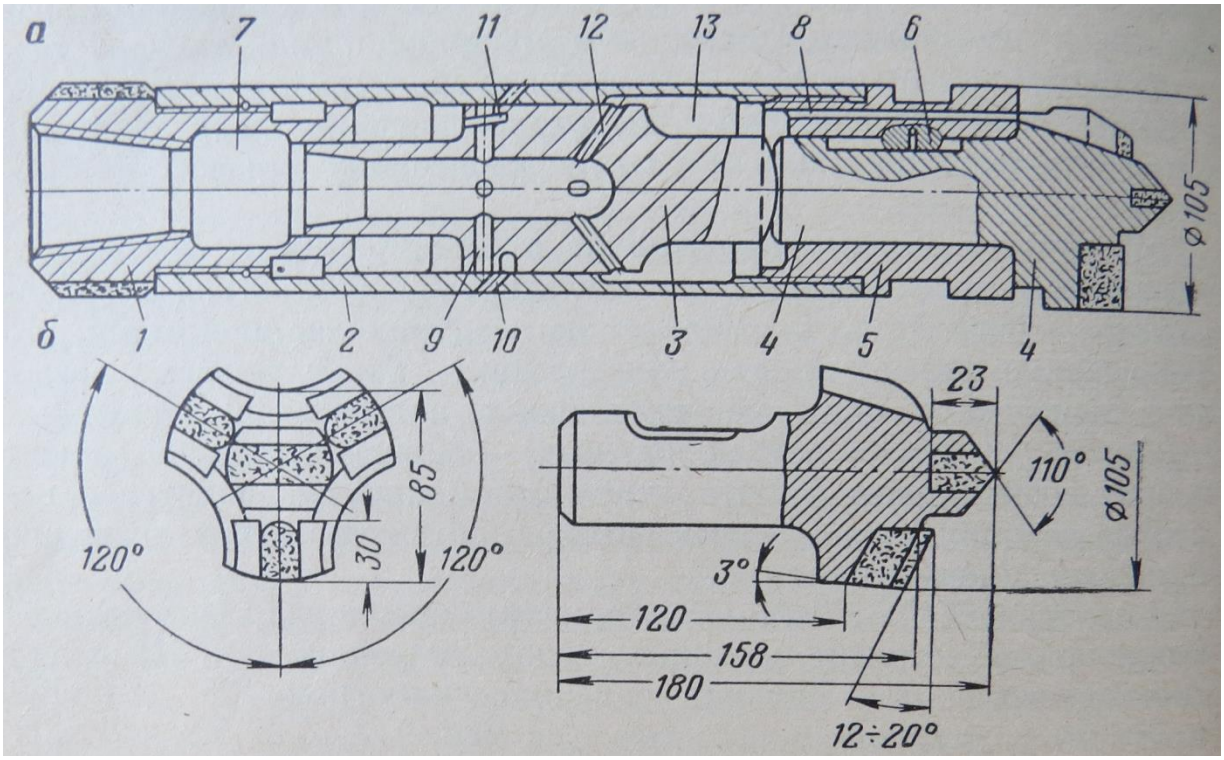


Рисунок 1.6 – Схема занурювального пневмоударника П-1-75:
а – поздовжній переріз пневмоударника; *б* – бурова коронка;
1 – задні головка; 2 – циліндр; 3 – поршень; 4 – бурова коронка;
5 – передня головка; 6 – шпонка; 7, 13 – відповізадні порожнина циліндра;
8 – отвір для продування; 9, 12 – канали; 10 – вихлопні отвори; 11 – проточка

Бурильні машини обертально-ударної дії за принципом роботи аналогічні важким колонковим перфораторам з незалежним обертанням бурового інструменту. Спеціальний обертач працює незалежно від ударного механізму і розвиває значний крутний момент.

Машини ударно-обертальної та обертально-ударної дії є особливо потужними і можуть розвивати максимальну продуктивність під час буріння свердловин у міцних гірничих породах.

Розвиток бурильної техніки йде як у напрямку удосконалення пневматичних конструкцій, так і широкого впровадження пристроїв на інших видах енергії, насамперед гідравлічній.

Описані бурильні машини знаходять використання на спеціалізованому устаткуванні: стаціонарних і самохідних бурильних верстатах для підземних і відкритих гірничих робіт, а також самохідних шахтних бурильних установках.

На рис. 1.7 і 1.8 показані деякі конструкції відповідно шахтних бурильних установок та бурильних верстатів вітчизняної та закордонної розробки [7].

2 ОПИС КОНСТРУКЦІЇ БАЗОВОЇ МАШИНИ

Опис конструкції бурильної установки БУП-2М, розробленої в інституті ВНДПІрудмаш (м. Кривий Ріг), виконаний згідно з [14-16].

БУП-2М – несамохідна бурильна установка обертально-ударної дії з однією бурильною машиною, постаченою пневматичною бурильною головкою, на колісно-рейковому ходу. Установка відповідає вимогам ДСТУ 2364, ТУ У 3.03. 94819211.037-95 [15] та комплекту документації згідно зі специфікацією БУП-2М.00.000.

2.1 Призначення та умови використання виробу

Установка БУП-2М призначена для буріння шпурів діаметром 38-51 мм і глибиною до 2,75 м під час буропідривної проходки польових і пластових підготовчих підземних виробок поперечним перетином 7-12 м^2 у вугільних пластах та оточуючих породах міцністю f = 6-18 за шкалою проф. М.М. Протод'яконова, у тому числі в пластах, небезпечних з точки зору гірничих ударів та раптових викидів вугілля і газів.

Споживачами установки є підземні гірничорудні та вугільні підприємства, а також підприємства з будівництва підземних споруд.

Установка виготовляється для шахтної рейкової колії шириною 600 і 900 мм (за спеціальним замовлення можливо виготовлення установки для колії завширшки 750 мм) у кліматичному виконанні У (для районів з помірним кліматом) і категорії розміщення 5 за ГОСТ 15150. Значення температури навколишнього повітря під час експлуатації встановлено в межах від +5 до +35 ^{o}С.

2.2 Основні технічні дані установки

Основні параметри і розміри бурильної установки БУП-2М приведені в табл. 2.1.

Таблиця 2.1 – Основні параметри і розміри бурильної установки БУП-2М

Параметри і розміри	Значення
Зона буріння (висота від опорної площини х ширина), м, не менше	3,6 х 4,4
Параметри шпурів:	
діаметр, мм	38-51
глибина, м	до 2,75
Габаритні розміри у транспортному положенні, мм, не більше:	
ширина	1100
висота	1500
довжина	6600
Хід подачі бурильної головки, м, не менше	2,75
Тиск повітря живлення, МПа	0,5
Маса, кг	2600±5%
Технічна продуктивність, м/год., не менше	35; 15*
90%-й ресурс до капітального ремонту, год., не менше:	
бурильної головки	300
подавального пристрою	750
установки без бурильної головки та подавального пристрою	1500
Питома маса установки, кг·год./м, не більше	75; 174*
Питома витрата повітря під час буріння, $м^3$/м	33; 54*
Еквівалентний рівень звуку на постійному робочому місці машиніста, що впливає на нього з урахуванням використання індивідуальних засобів захисту від шуму за ГОСТ 12.4.051, дБА	80
Рівень віброшвидкості на рукоятках керування	за ГОСТ 12.1.012
Концентрація шкідливих речовин у повітрі робочої зони, створювана установкою, мг/$м^3$, не більше:	
аерозолю масла	5,0
пилу	2,0
Колія, мм	600; 900
Тип подавального пристрою	канатно-поршневий з гідравлічною подачею
Додаткові механізми та пристрої	пристрій для звільнення колії

*Параметри для тиску повітря 0,3 МПа

2.3 Склад пристрою

Установка бурильна БУП-2м складається з наступних основних частин (рис. 2.1): шасі 15, стояка 4, маніпулятора 4, бурильної машини 6, щита 3, комунікації 9, повітряних рукавів 1 ($d_у$25) і 2 ($d_у$50), пневматичної та гідравлічної апаратури.

Стояк рухомо закріплений на шасі за допомогою накладок 14, прокладок 10 і 11, болтів 12 та гайок 13. Бурильна машина жорстко закріплена на маніпуляторі за допомогою болтів 7 та гайок 8.

Зв'язки та з'єднання пневматичного і гідравлічного обладнання та апаратури представлені на схемі рис. 2.2 і табл. 2.2.

Таблиця 2.2 – Пневмогідравлічна апаратура бурильної установки

Позначення на рис. 2.2	Найменування	Кількість
Б1	Бак 227.02.050	1
БА1	Бак автомасельнички БУП-2М.02.300	1
БГ1	Головка бурильна 501А-07.04.0140	1
БД1	Вологовіддільник 227.03.020	1
БК1	Вимикач кінцевий 3303.095.00.05.000-01	1
ДКР1	Датчик контролю витрати 312А-06.04.0268	1
ДР1…ДР9	Дроселі зі зворотним клапаном 108-04.03.0200-03	9
ЗМ1…ЗМ6	Гідрозамки 312-02.57.02160	6
Л1…Л3	Пневмоклапани «або» УХЛ4 ТУ2-053-1387	3
КО1	Клапан зворотний 501А-08.01.0241	1
КП1	Гідроклапан запобіжний вбудований МКПВ-16/3Ф2П2УХЛ4 ТУ2-053-1737	1
КР1	Клапан 112-16 УХЛ4 ТУ2-053-0224598-014	1
М1	Пневмомотор поршневий П9-12 ТУ12.44.929	1
	Манометри ТУ25-7310.0045	
МН1	МТП-1-1,6 МПа-2,5-Д	1
МН2	МТП-1-25 МПа-2,5-Д	1
МН3	МТП-1-1,0 МПа-2,5-Д	1
МН4	МТП-1-2,5 МПа-2,5-Д	1
Н1	Насос шестеренний НШ32А-Л-2 ОСТ 23.1.92	1

Продовження таблиці 2.2		
ПАУ1	Пульт автоматичного керування 532.04.07.020	1
ПР1	Пневморозподільник П-РП-4/10 ТУ2-053-1387	1
ПРП1	Пульт автоматичного керування 532.04.07.020	1
Р1	Гідророзподільник РВ.16-20.1-6х0,2 ТУ24.08.1389	1
Р2	Гідророзподільник 227.03.350	1
Р3	Гідророзподільник 312А-05.04.0230	1
Р4…Р8	Клапан 532.04.07.011	5
РП1	Регулятор 312-03.46.0137	1
УС1	Вузол змащення 501А-06.04.0140-01	1
Ф1	Фільтр напірний 3ФГМ32-10 УХЛ4 ТУ2-053-1778	1
Ф2	Фільтр 227.03.280	1
Ц1	Гідроциліндр ІІ-100-50-500;33.043.039.000-15	1
Ц2, Ц4	Гідроциліндр ІІ-80-40-400;33.043.038.000-13	2
Ц3	Обертач 227.04.120	1
Ц5	Гідроциліндр ІІ-80-40-220;33.043.038.000-08	1
Ц6	Гідроциліндр БУП-2М.02.600	1
Ц7	Гідроциліндр 327Д-04.01.0110-02	1
Р10	Привод сигналу ПКУ-А.12.380	1
СГ1	Сигнал ПКУ-А.12.380	1
ФР1, ФР2	Форсунка 222.04.04.041-01	2

2.4 Будова та принципи дії складальних частин установки

2.4.1 Шасі

Шасі (рис. 2.3) служить для розміщення основного обладнання установки та забезпечує його транспортування з одного забою в інший.

Зварна конструкція рами 3 шасі встановлена на двох колісних парах 20, має два рейкозахвати 19, шарнірно закріплені на осях 16 шайбами 17 і шплінтами 18, та два котки 4, встановлених за допомогою шайб 5 і 7 та зафіксованих дротом 8 болтів 6. У задній частині рами болтами 22, гайками 21 і шайбами 23 жорстко закріплена зчіпка 2 для кріплення установки пальцем 1 до транспортного пристрою (електровозу, навантажувальної машини тощо).

Колісні пари закріплені ра рамі за допомогою прокладок 9, шайб 10, 13, болтів 11 та гайок 12. За замовленням споживача шасі може виготовлятися у двох

конструктивних виконаннях: для колії 600 мм і колії 900 мм. Конструкції відрізняються колісними парами, осями рейкозахватів та наявністю втулок 15 для колії 900 мм. До колісної пари приварена планка 1 для кріплення її осі до рами (рис. 2.4).

Рейкозахват (рис. 2.5) забезпечує закріплення установки на рейковій колії та стійкість її конструкції під час оббурювання забою. Захвати 8 важільного типу шарнірно закріплені на сергі 3 за допомогою осей 4, шайб 5 та шплінтів 6, а сама серга зафіксована на кінці гвинта кільцями 7 і 9. Захвати повертаються за допомогою гайки 2, яка переміщується по гвинту, що шарнірно закріплений на рамі.. Підйом гайки по гвинту звільнює головку рейки від фіксації захватами, а опускання змушує останні затискати головку і закріплювати бурильну установку на рейковій колії.

Котки (рис. 2.6) служать для переміщення установки по рейці перпендикулярно основній колії, завдяки чому останню можна звільнити для пропуску іншого обладнання до забою. Коток 11 встановлений на підшипниках 10 на осі 13, яка нерухомо закріплена у зварному корпусі 3 за допомогою тримача осі 8, болтів 5, шайб 6 та дроту 7. Змащення підшипників здійснюється шляхом заповнення порожнини *А* масельничкою 4 через отвори осі 13 і втулки 12. Від потрапляння бруду підшипники захищені шайбами 9. Коток шарнірно закріплений на рамі і може бути зафіксований у двох положеннях – робочому і транспортному – за допомогою фіксатора 14 з пружиною 2 і кільцем 1.

2.4.2 Стояк

Стояк служить для розміщення гідро- і пневмоапаратури бурильної установки. Він складається з каркасу, рухомо закріпленого на рамі шасі, маслостанції, баку автомасельнички, гідроциліндру з гідрозамком, клапану, пульту пневматичного, блоку клапанів, гідророзподільника з колектором, пульту манометрів, блоку підготовки води, пневморозподільника, гідроблоку, вузла змащення, фільтру напірного та сигналу. У ланцюгах керування пневмоапаратурою використовуються рукави низького тиску, а гідроапаратурою – високого.

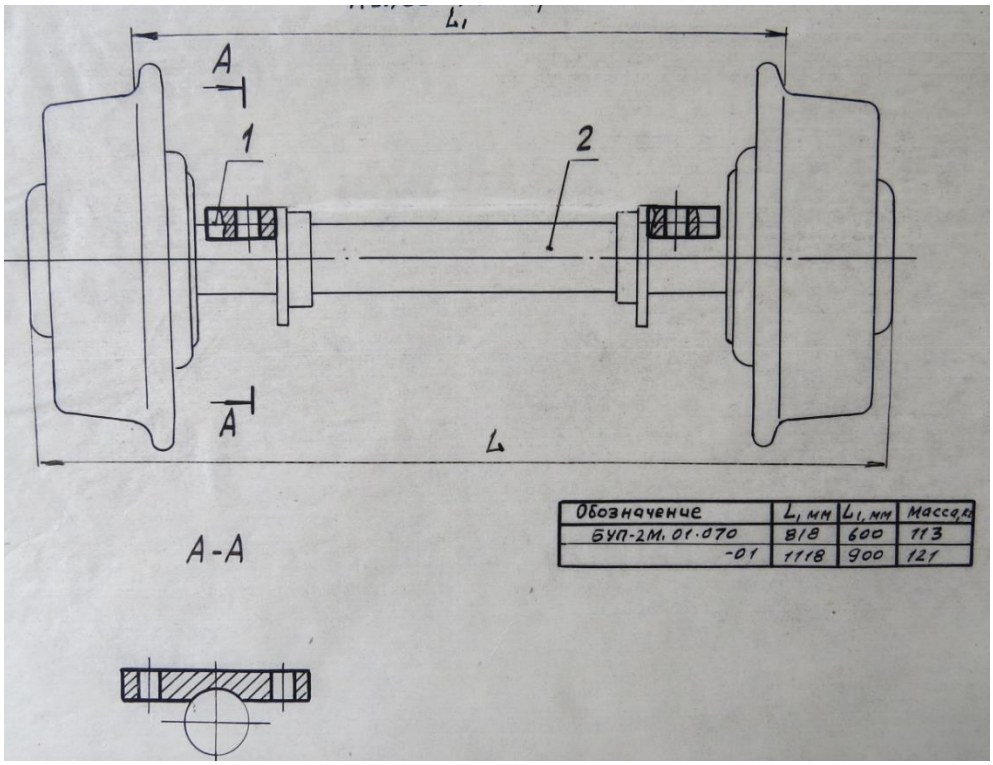


Рисунок 2.4 – Колісна пара:
1 – планка; 2 – вісь

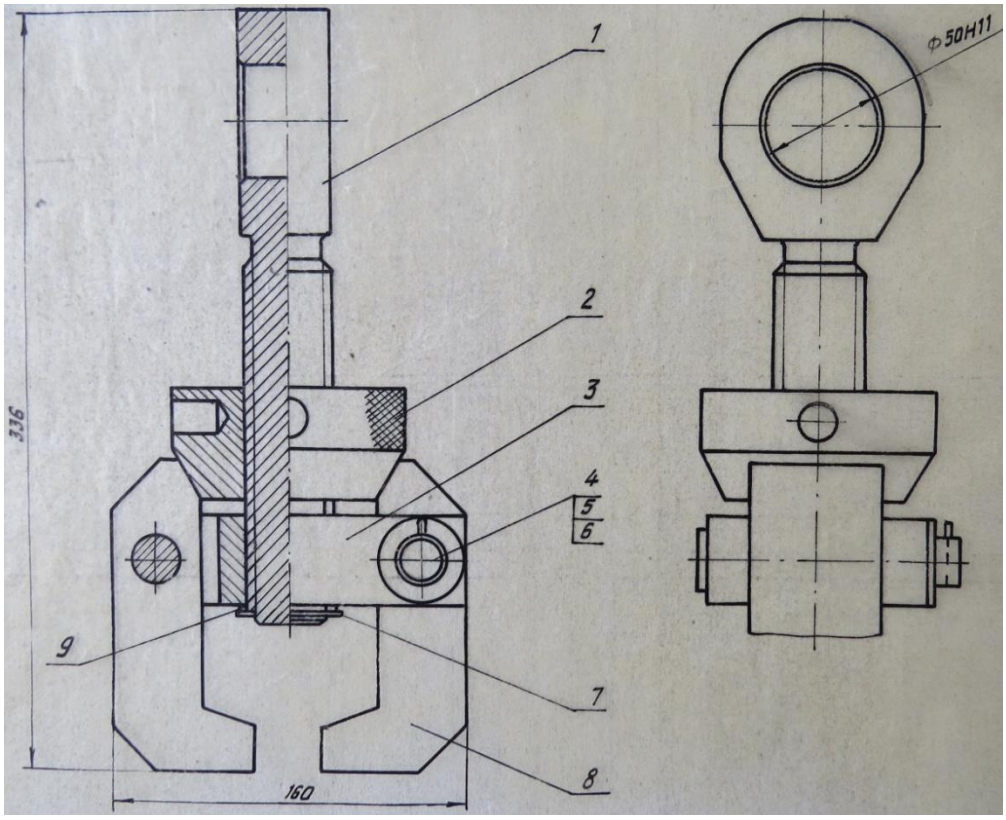


Рисунок 2.5 – Рейкозахват:
1 – гвинт; 2 – гайка; 3 – серга; 4 – вісь; 5 – шайб; 6 – шплінт;
7, 9 – кільця; 8 – захват

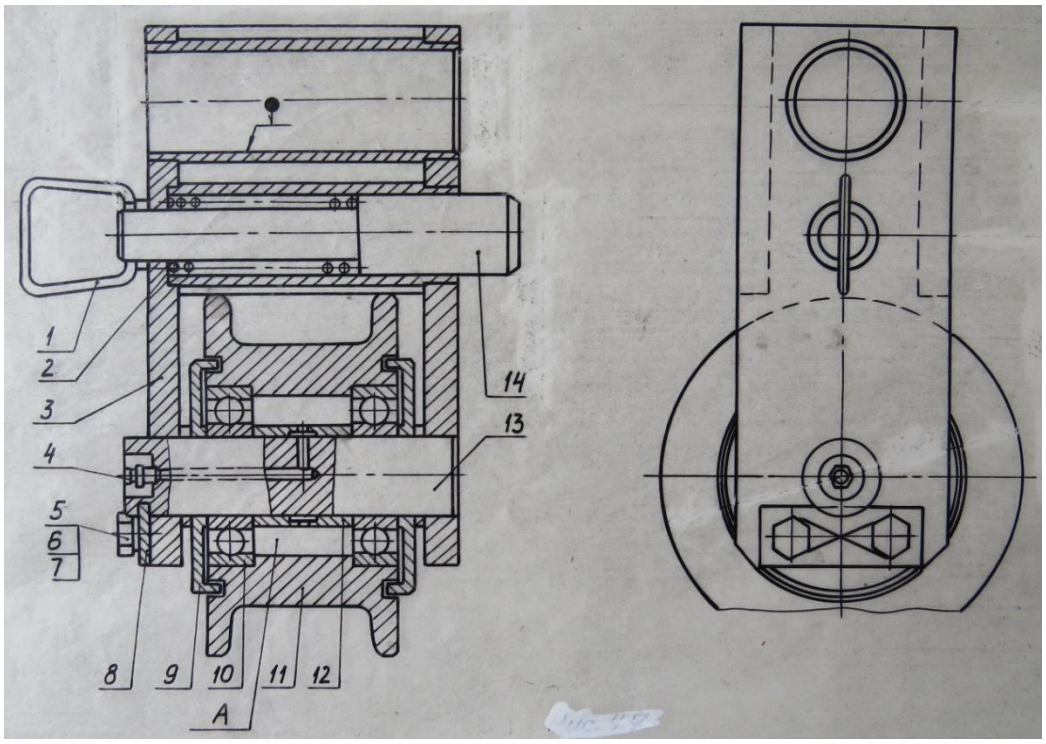


Рисунок 2.6 – Коток:
1 – кільце; 2 – пружина; 3 – корпус; 4 – масельничка; 5 – болт;
6, 9 – шайба; 7 – дріт; 8 – тримач осі; 10 – підшипник;
11 – коток; 12 – втулка; 13 – вісь; 14 – фіксатор

Маслостанція (рис. 2.7) забезпечує подачу масла в гідравлічну систему установки до споживачів-гідроциліндрів.

Гідроциліндр відповідає за переміщення стояка відносно рами шасі. Ця операція використовується під час оббурювання забою та для звільнення колії установкою.

Клапан встановлює рівень тиску в гідросистемі бурильної установки – 10 МПа. Тиск контролюється манометром і при його перевищенні клапан скидає масло у маслобак.

Пульт пневматичний служить для очищення стисненого повітря і спрямовування його споживачам – обертачу та ударнику бурильної машини, пневмомотору масло станції, подавальному пристрою, для продування і промивання шпуру, а також до системи автоматичного керування.

Розподільник здійснює керування процесами обертання та реверсу бурильної машини.

Пульт автоматичного керування (ПАК) призначений для автоматичного та

дистанційного управляння процесом буріння. Він дає можливість працювати у трьох режимах:

- ручному, при якому керування бурінням здійснюється за допомогою рукояток клапанів, а рукоятка ПАК «Автомат» при цьому знаходиься у нейтральному положенні;

- автоматичному, коли цикл буріння відбувається автоматично після ручного вмикання рукояток «Обертач» та ПАК «Автомат» у подовження «Пуск»;

- змішаному, при якому цикл буріння здійснюється автоматично, але з перемиканням рукоятки ПАК вручну в будь-яке з трьох можливих положень – «Пуск», «Стоп» і «Реверс» (закінчення буріння) – (наприклад, під час буріння шпурів на неповну глибину).

Гідророзподільник разом з необхідною приєднувальною апаратурою забезпечує подачу робочоє рідини під тиском у порожнини гідроциліндра подачі бурильної машини.

Пульт манометрів представляє собою панель, на якій зліва-направо змонтовані манометри для контролю тиску масла у зливній та напірній магістралях, тиску повітря на вході в установку перед вологовіддільником та тиску води для промивання шпурів.

2.4.3 Маніпулятор

Маніпулятор (рис. 2.8) служить для установки бурильної машини та налаштування її на шпур. Він складається з колони 5 з рукояткою 2, на якій закріплені гідроциліндр 4 підйому рукоятки, гідроциліндр 14 горизонтального повороту рукоятки, гідроциліндр 3 вертикального повороту кронштейну 9 (на ньому встановлений кронштейн 11 кріплення обертача 12) та гідроциліндр 10 горизонтального повороту крошштейну кріплення обертача. Га останньому за допомогою болтів і шайб закріплена зварна напрямна 13 з отворами для кріплення установки бурильної машини.

Конструкція маніпулятора забезпечує підом рукоятки на 45° угору від горизонталі та опускання на 27° вниз від горизонталі, розворот рукоятки на 25°

вліво і на 40° вправо від вертикалі та розворот подавального пристрою в обидва боки в горизонтальній площині на 50°.

Колона виконана у вигляді опорної зварної конструкції, на кронштейні якої закріплені рукоятка та гідроциліндр підйому рукоятки. Колона кріпиться до стояка за допомогою підшипників ковзання – втулок з антифрикційного матеріалу.

В коробчастому зварному корпусі рукоятки прокладені рукави комунікації, до нього кріпляться гідроциліндри підйому рукоятки та вертикального повороту кронштейну.

Обертач (рис. 2.9) служить для повороту установки бурильної машини у вертикальній площині на 360° (по 180° догори і вниз від горизонтальної площини – початкового положення бурильної машини). Пристрій складається з корпусу 14, в якому переміщується шток 2 з двома поршнями 4. Останні постачені манжетами 2 з кільцями 3 для запобігання перетікання масла з поршневої порожнини у штокову. Шток порня виконаний у вигляді зубчастої рейки, яка знаходиться у зачепленні з валом-шестірнею 26, встановленому в корпусі на підшипниках 25. На шліцьовому кінці валу-шестірні встановлений фланець 31, за допомогою якого обертач кріпиться до кронштейну 11 (див. рис. 2.8).

У поршневі порожнини обертача по трубопроводам 6 подається робоча рідина від гідроблоку.

2.4.4 Машина бурильна

Бурильна машина установки представляє собою агрегат для створення ударної та обертальної енергії, а також осьового зусилля для буріння шпурів в породах будь-якої міцності.

Бурильна машина (рис. 2.10) складається з головки бурильної 6, що забезпечує ударну та обертальну енергію буріння, та з подавального пристрою 9, що створює осьове зусилля на буровий інструмент. Крім цих основних вузлів, до складу бурильної машини входять рукави 1, 2, 3, 7, 10, 16, 17 і прохідники 4, 5, 14, 15, 18 для підведення стисненого повітря до бурильної головки, масла до гід-

роциліндра подачі і води для промивання шпуру, а також скоби 8, сухарі 13 і болти 11 з гайками 12 для кріплення рукавів до рами подавального пристрою та кріплення бурильної головки на подавальному пристрої.

Пневматична бурильна головка призначена для дистанційного буріння шпурів з пульту керування бурильної установки.

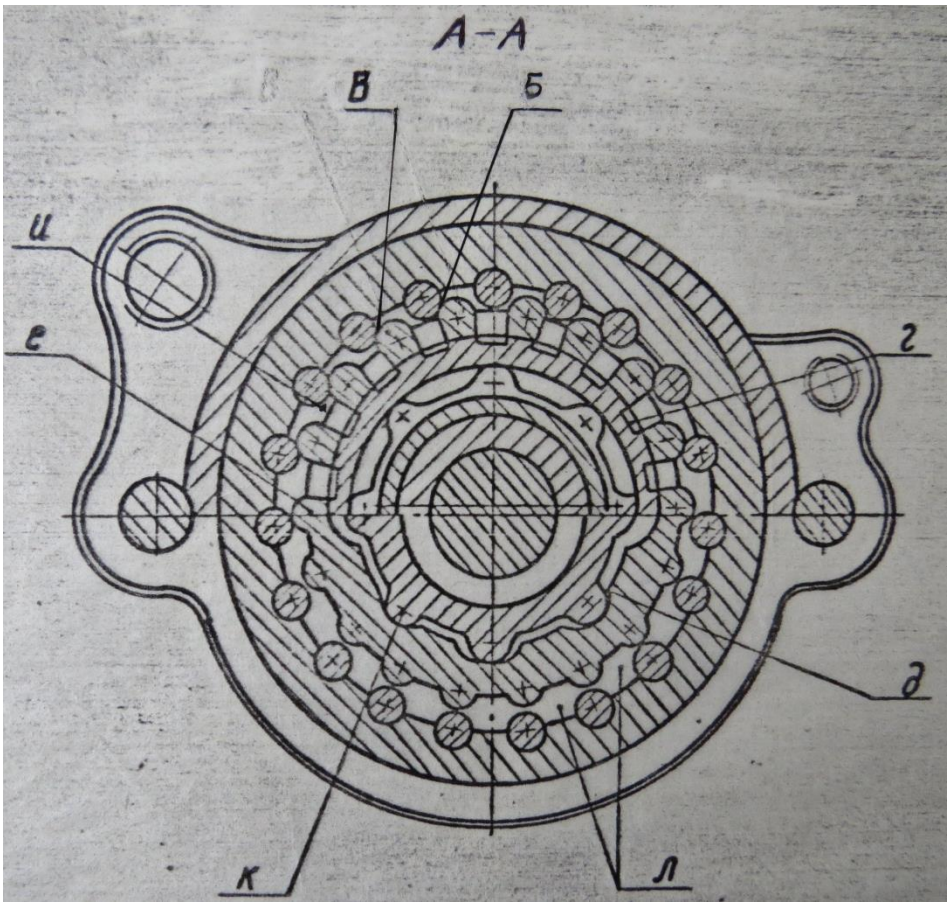
Головка має ударник та обертач з механізмом незалежного обертання бурового інструменту. Конструктивною особливістю головки є наявність в ній гіпоциклоїдного обертача, що поєднує в собі планетарний редуктор і пневмодвигун, який дозволяє при порівняно малих габаритах отримувати значний крутний момент. В табл. 2.3 приведена технічна характеристика бурильної головки.

Таблиця 2.3 – Технічна характеристика бурильної головки

Показники	Значення
Енергія удару, Дж, не менше	220
Частота ударів, $с^{-1}$, не менше	40
Номінальний крутний момент, Н·м, не менше	160
Номінальна частота обертання, $с^{-1}$	2
Загальна потужність, кВт	10,8
Номінальний тиск повітря, МПа	0,5
Витрата повітря, $м^3/с$	0,23
Питома витрата повітря, $м^3/с·кВт$	0,021
Габаритні розміри, мм:	
довжина	780
ширина	285
висота	218
висота до центру штанги	108
Маса, кг	150

Схема бурильної головки представлена на рис. 2.11.

Ударний механізм відповідає за створення та передачу ударних імпульсів буровому інструменту. До його складу входять кришка 1, розподільник 2, запускний пристрій (плунжер 34, пружина 32, кільце 33 та стопор 35), корпус 3, пор-



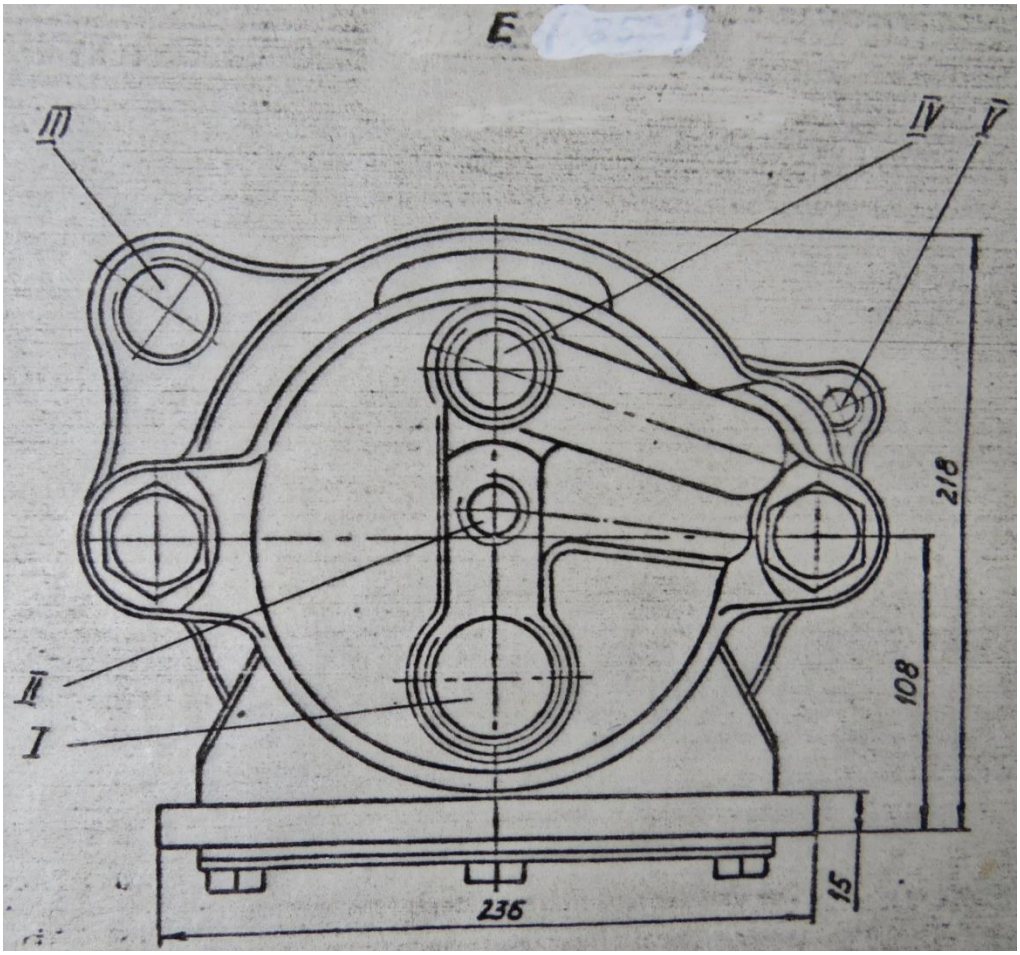


Рисунок 2.11 – Бурильна головка. Продовження

шень 4, втулка 5, кришка 31, прокладка 30, гвинт 29.

Демпфер головки призначений для гасіння відбитих від забою ударних імпульсів з метою підвищення її надійності. Він складається з шайби 24, трубки 25, кільця 26, шайби 28 та п'яти 6.

Обертач служить для створення крутного моменту і передачі його буровому інструменту. До складу пристрою входять кільця 7 і 9, диск 8, статор 10, ротор 12 із запресованим в ньому золотником, опора 13, корпус 14, шпиндель 16, втулка 17 та кришка 15.

Статор виконаний у вигляді шестірні з круговими зубами – роликами 11, що провертаються. Ротор представляє собою шестірню із зовнішніми круговими зубами і вільно розташований у статорі; зуби останнього служать опорою для ротора. Шпиндель має кругові зуби, що вільно входять у кругові западини на внутрішній поверхні ротора.

Водопромивний пристрій відповідає за підведення промивальної рідини на забій з метою промивання шпуру від породного дріб'язку. Пристрій складається з кришки 19, шпонки 18, муфти 20, манжет 21 та кілець 23.

Розглянемо принцип дії бурильної головки.

Стиснене повітря поступає до ударника через кришку 1 і розподільник повітря 2 (див. рис. 2.11). Поршень 4 під дією тиску повітря, що поперемінно подається з обох боків його поршневої частини, здійснює зворотно-поступальний рух в корпусі 3. Опорними поверхнями поршня служать бронзові втулки, розташовані у розподільнику і напрямній втулці 5. У кінці прямого ходу поршень наносить удар по хвостовику 22. Змінення напрямку подачі повітря для переходу з прямого ходу поршя на зворотний і навпаки забезпечується автоматично задньою штоковою частиною поршня, яка взаємодіє своєю поверхнею з каналами бронзової втулки розподільника.

Запірний пристрій призначений для виведення поршня з положення рівноваги під час пуску, коли тиск повітря однаковий в камерах робочого (прямого) та холостого (зворотного) ходів.

Робота обертача відбувається наступним чином. Стиснене повітря по кана-

лу в корпусі потрапляє у кільцеву протоку «*а*» (див. рис. 2.11) і далі по кільцевій проточці «*б*» в диску 8 – у розподільний пристрій, який представляє собою золотник з гвинтовими каналами «*г*» (див. рис. 2.11. Продовження). Вхідні отвори останніх періодично в міру обкатування ротором 12 (див. рис. 2.11) статора 10 сполучаються з з кільцевою проточкою «*б*», а вихідні – через отвори «*и*» між зубами «*е*» ротора поєднуються з робочими порожнинами «*л*» обертача, утвореними зубами ротора і статора. Вхідні отвори каналів «*г*» зміщені відносно їх вихідних отворів на 90°.

Завдяки ексцентричному розташуванню ротора і пов'язаного з ним золотника, а також відносному зміщенню вхідних і вихідних отворів каналів «*г*» золотника, робочі порожнини «*л*» однієї половини обертача будуть наповнені стисненим повітрям, а робочі порожними другої половини – сполучені з атмосферою. Відпрацьоване повітря стиснене повітря скидається через ті є канали «*г*» в золотнику у зворотному порядку у внутрішню порожнину обертача і далі через отвори в кришці по штуцеру в пульт керування і в атмосферу.

Стиснене повітря, що знаходиться в робочих порожнинах однієї половини обертача, впливає на ротор і провертає його навколо точки «*Б*» до моменту, коли точка «*В*» потрапить у положення, аналогічне положенню точки «*Б*» (див. рис. 2.11. Продовження).

Золотник жорстко пов'язаний з ротором (запресований в нього) і переміщується разом з ним, тому наступні цикли роботи повторюються і ротор обкатується по внутрішній поверхні статора. Число зубів ротора на одиницю менше числа зубів статора, внаслідок чого протягом одного оберту ротора навколо осі статора ротор провертається навколо своєї осі лише на один крок по зубах статора. Саме в цьому проявляється редукційна властивість обертача.

Для перетворення планетарного руху ротора в обертовий рух шпинделя відносно осі бурильної головки останній має кругові зуби «*к*» (див. рис. 2.11. Продовження), які вільно входять у кругові западини «*д*» на внутрішній поверхні ротора таким чином, що ротор і шпиндель мають можливість взаємного радіального переміщення під час обкатування ротора по статору. Для зменшення тертя в

момент проковзування зубів ротора відносно зубів статора, останні виконані у вигляді обертових роликів.

З метою механізації операцій згвинчування та розгвинчування бурового поставу обертач виконаний реверсивним. Напрямок його обертання залежить від підведення повітря до передньої або задньої порожнин. Регулювання числа обертів здійснюється шляхом дроселювання стисненого повітря.

Буровий інструмент головки складається з хвостовика, різьбовий кінець якого через муфту сполучається з буровою штангою, на іншому кінця якої закріплена коронка. Хвостовик (рис. 2.12) має спеціальну ліву різьбу. Рекомендується застосовувати бурові штанги діаметром 32 мм і довжиною 3100 мм, муфти з відповідною ріьбою (рис. 2.13) та штирьові трьохпері коронки типу КТШ46 (рис. 2.14).

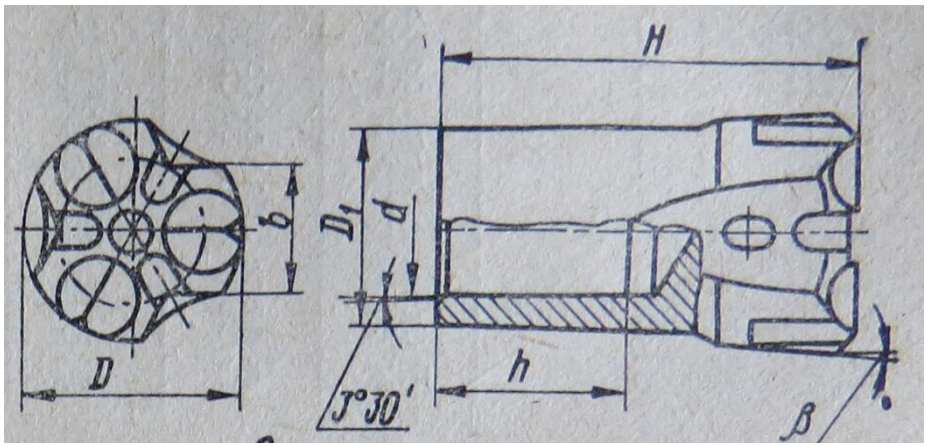


Рисунок 2.14 – Штирьова трьохпера коронка типу КТШ46

В комплекті з кожною бурильною головкою поставляються:

- хвостовики – 15 шт.;

- манжети 1-55х45-2 ДСТУ 14896 для ущільнення хвостовика з муфтою бічного промивання – 20 шт.;

- кільця 075-085-2-2 ДСТУ 18829 – 10 шт.

Штанги і коронки не входять в комплект поставки. Допускається використання штанг, муфт і коронок інших типів, що мають відповідну різьбу.

Канатний подавальний пристрій бурильної машини (рис. 2.15) складається з рами 3, по якій переміщуються полозки 2 із закріпленими на них за допомогою

клинів кінцями канатів 20 і 21. Канат 20 зворотного ходу навивається на барабан 1, а другим кінцем закріпляється на натяжному пристрої кронштейну 4. На барабані крім канату розміщені рукави 1,2,3 (див. рис. 2.10), а сам він жорстко закріплений болтами на гільзі гідроциліндру 15 подачі бурильної головки.На торці гільзи за допомогою осі 16, шайби 17 і шплінта 18 встановлений рухомий люнет 6 та опора 5 з розміщеним на ній блоком для другої робочої гілки канату 21. Останній одним своїм кінцем зафіксований на на полозках клином 19, другим – на натяжному пристрої, жорстко закріпленому в задній частині рами подавального пристрою. Фіксація натягу канатів здійснюється храповим механізмом у складі храповика 26, собачки 27 та упору 28.

Шток гідроциліндру закріплений в задній частині подавального пристрою. При потраплянні робочої рідини в його поршневу порожнину висувається гільза циліндру і переміщує блок разом з люнетом, а бурильна головка при цьому подається вперед. Коли робоча рідина спрямовується в штокову порожнину, гільза втягується, барабан переміщується назад і бурильна головка виконує зворотний хід.

У передній частині подавального пристрою передбачений ще один люнет 9 з упором 22 та кінцевим вимикачем 10. В момент завершення робочого ходу опора 5 насувається на штовхач кінцевого вимикача і примушує його подати сигнал в систему автоматичного керування на реверс подачі головки – виконання зворотного ходу. Упор 22 забезпечує розпір подавального пристрою у поверхню забою.

Полозки, барабан і рухомий люнет 6 закріплені на рамі пристрою за допомогою накладок та регулювальних прокладок для забезпечення зазору між рухомими платформами і рамою пристрою в межах 0,5-1 мм.

2.5 Інструмент і приладдя

Інструмент і приладдя, що поставляються разом з бурильною установкою БУП-2М, перераховані у відомості запасних частин, інструменту і приладдя БУП

-2М.00.000 ЗІП.

В якості приладдя можна згадати пристрій для заливання масла в редуктори – лійку ТБЕ2.00.00.230 та шприц 1-УХЛ1 для заправки прес-масельничок.

Для зниження рівню шуму під час буріння шпурів установка укомплектована протишумною каскою 2МТУ 1-01-0201. Крім того, на установці є універсальна аптечка першої допомоги за ТУ 64-7-51.

2.6 Забезпечення виконання РВ

Як було зауважено вище, у п. 2.1 роботи, бурильна установка розрахована на використання в умовах шахт, небезпечних з точки зору гірничих ударів та раптових викидів вугілля і газів. Тому її конструкція повинна відповідати існуючим для таких умов експлуатації вимогам, тобто виготовлена у виконанні РВ.

Для реалізації цього на установці використовуються вироби, корпусні деталі яких виготовлені з алюмінієвих сплавів. Це насос НШ-32-3-Л, регулятор тиску і клапани пневматичного пульту керування. Фрикційна іскрова безпечність вказаних виробів забезпечується застосуванням захисних кожухів, виготовлених з безпечних матеріалів у відношенні фрикційного іскрення металів (наприклад, зі ст. 3).

Крім того, під час буріння шпурів і свердловин з використанням ріжучих та ударно-обертових робочих органів (коронок) конструкція установки передбачає подачу до коронки промивальної рідини (води), що виключає можливість займання навколишнього метано-повітряного середовища фрикційними іскрами.
В конструкції установки також застосовується блокувальний пристрій ДКР який зупиняє процес буріння у разі раптового припинення подачі води під час буріння і взагалі не дозволяє починати буріння за відсутності води.

В установці зовсім немає електрообладнання, тому забезпечення виконання РВ у цій частині не передбачається.

Протипожежна безпека установки гарантується обов’язковою комплектацією її вогнегасником ОУ-2, закріпленим на стояку.

2.7 Маркування та упаковка виробу

На бічній стінці маслобаку установки прикріплена табличка, виконана за ДСТУ 12971 згідно з вимогами ДСТУ 12969, що містить наступну інформацію:

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

Спосіб нанесення маркування (фотохімічний або інший з клеймуванням змінних даних) повинен забезпечувати чіткість надписів на весь період терміну служби установки.

Транспортне маркування виробу – за ДСТУ 14192. На бічних стінках установки присутні маніпуляцій ні знаки № 9 і № 12, а на шухляді ЗІП – № 11 і № 12. Спосіб нанесення маркування – по трафарету.

Установка упакована згідно з транспортувальним кресленням БУП-2М.00.000 Д2. Категорія упаковки установки – КУ-0 за ДСТУ 23170.

Запасні частини, інструмент та приладдя пакуються у шухляду, виконану зідно з вимогами ДСТУ 10198, тип шухляди ІІІ-1, категорія упаковки КУ-1 за ДСТУ 23170.

Технічна та товаросупроводжувальна документація на установку пакується спочатку у парафінований папір за ДСТУ 9569, а потім в пакет з поліетиленової плівки за ДСТУ 10354 або з двошарового пакувального паперу за ДСТУ 8828 та укладається у шухляду із ЗІП.

В разі розбирання установки на окремі складові частини для транспортування усі місця роз’єднання рукавів мають бути постачені спеціальним маркуванням та транспортними заглушками.

Сама установка, її запасні частини, інструмент та приладдя піддаються консервації згідно з вимогами ДСТУ 9.014: група виробів ІІ-1, варіант тимчасо-

вого захисту ВЗ-3, варіант внутрішньої упаковки ВУ-9, термін захисту без повторної консервації для умов зберігання та транспортування ОЖ2 – 1 рік, комплекту ЗІП – 3 роки.

3 АНАЛІЗ КОНСТРУКТИВНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ УСТАНОВКИ БУП-2М

3.1 Розрахунок експлуатаці йної продуктивності агрегату

Для визначення величини змінної експлуатаційної продуктивності бурильної установки скористаймося формулою, запропонованою в [7]. Вона дає можливість оцінити кількість шпурометрів, що може пробурити установка з урахуванням часу на підготовчо-заключні операції та регламентовані простої за організаційними і технічними причинами:

$$Q_{\text{зм.експл}} = \frac{T-(t_{\text{пз}}+t'_{\text{пз}}+t_{\text{відп}}+t_{\text{підр}})}{\frac{1}{k_o n v}+(t_{\text{ман}}+t_{\text{зв.х}}+t_{\text{к}})}, \text{ м/зміну,}$$

де T – тривалість робочої зміни; хв.; $t_{\text{пз}}$ – час загальних підготовчо-заключних операцій (2,5% від тривалості зміни), хв.; $t'_{\text{пз}}$ – час підготовчо-заключних операцій при бурінні шпурів (9,5% від тривалості зміни), хв.; $t_{\text{відп}}$ – час на відпочинок прохідників (10% від тривалості зміни), хв.; $t_{\text{підр}}$ – час на технологічні перерви на підривні роботи (12% від тривалості зміни), хв.; n – кількість бурильних машин на установці; $k_{\text{о}}$ – коефіцієнт одночасності роботи бурильних машин (для установок з однією бурильною машиною він дорівнює 1, з двома – 0,78, з трьома – 0,73); $t_{\text{ман}}$ – час на маніпулювання, пов'язані з перестановками бурильних машин (дорівнює приблизно 0,25-0,5 хв. на 1 м шпуру); $t_{\text{зв.х}}$ – час зворотного ходу бурильної головки на 1 м шпуру ($t_{\text{зв.х}} = \frac{1}{v_{\text{зв.х}}}$, де $v_{\text{зв.х}}$ – швидкість зворотного ходу – приблизно 20 м/хв.); $t_{\text{к}}$ – час на заміну коронок (0,1 хв. на 1 м шпуру); v - швидкість буріння бурильною машиною, яка залежить від міцності гірничих порід [7]:

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

де A – енергія удару, Дж; n – частота ударів, $с^{-1}$; d – діаметр шпуру, мм; $\sigma_{\text{ст}}$ – межа мійності породи на стискання, МПа ($\sigma_{\text{ст}} = 100f$, де f – коефіцієнт міцності порід за шкалою проф. М.М. Протод'яконова).

3.2 Загальна оцінка технічного рівня бурильної установки

Установка призначена для використання на вугільних підземних видобувних підприємствах, обладнанних компресорними установками, і забезпечує механізацію ручної праці під час буропідривної проходки польових підготовчих виробок в небезпечних з точки зору викидів і гірничих ударів, а також пластових підготовчих виробок, що проходяться в пластах, небезпечних за гірничими ударами і раптовими викидами вугілля і газу. В останньому випадку застосування бурильної установки допускається за умови попереднього здійснення спеціальних протиударних та противикидних заходів (захисту гірничих робіт, гідророзпушення, використання розвантажувальних пазів, дегазації, нагнітання ПАВ, струшувального підривання).

Окрім цього, установка змушена працювати при вологості шахтної атмосфери 100% та температурі порядку 25 ^{o}C, що сприяє високому рівню корозії.

Такі експлуатаційні умови ставлять високі вимоги до якості конструктивного виконання установки. Для підвищення надійності та безпеки використання агрегат зроблений у несамохідному виконанні і може пересуватися гірничими виробками, постаченими рейковими шляхами, за допомогою електровозу, на жорсткій зчіпці.

Аналіз конструкції бурильної установки та досвіду її експлуатації в описаних умовах роботи показав, що її бурильна головка обертально-ударної дії забезпечує якісне буріння шпурів заданих діаметру і глибини. При цьому маніпулятор машини забезпечує наведення бурильної машини і бурового інструменту на точку буріння і надійне утримання їх як в робочому, так і транспортному положеннях, а подавальний пристрій – розміщення і переміщення бурильної головки під час буріння із заданим осьовим зусиллям.

Процес буріння може здійснюватися як в ручному, так і в автоматичному режимі керування. В разі реалізації режиму автоматичного керування після закінчення буріння на повну глибину шпуру ударний механізм бурильної головки відключається разом з подачею промивної води, вмикаються система продувки

шпуру та зворотний хід подачі для повернення бурильної головки у початкове положення.

Установка достатня стійка під час буріння, у межах зони буріння та при пересування у транспортному положенні.

Конструкція установки передбачає можливість спуску її в шахту як у зібраному вигляді, так і в розібраному на основні складові частини – ходовий візок і маніпулятор з бурильною машиною. Для виконання необхідних монтажно-демонтажних операцій (а також проведення заходів технічного обслуговування) вона постачена спеціально обладнаними місцями стропування та потрібним для цього комплектом інструменту і приладдя.

Під час конструктивної розробки установки були використані окремі складальні одиниці і деталі (у тому числі гідросистеми) бурильних установок інституту ВНДПІрудмаш УБШ 312, УБШ 501, УБШ 227, що свідчить про достатньо високий рівень уніфікації та стандартизації агрегату.

Бурильна установка відповідає усім вимогам безпеки, у тому числі діючим стандартам цього напрямку, «Правилам безпеки під час розробки родовищ рудних та нерудних корисних копалин підземним способом» [17], «Інструкції з безпечного ведення гірничих робіт на пластах, небезпечних за раптовими викидами вугілля, породи і газів» та «Правилам безпеки у вугільних і сланцевих шахтах».

Конструкція установки передбачає:

- комплектування зчіпним пристроєм, що забезпечує безпечність робіт під час зчеплення і розчеплення установки з електровозом;

- надійную фіксацію маніпулятора і бурильної машини у транспортному положенні;

- додаткове кріплення рукава, що підводить стиснене повітря, для виключення можливості його зриву;

- звуковий сигнал;

- засоби пилопригнічення та блокувальний пристрій, що зупиняє процес буріння у разі припинення подачі води під час буріння, а також не дозволяє починати буріння за відсутності води;

- засоби захисту виробів, корпусні деталі яких виготовлені з алюмінієвих сплавів, від займання навколишнього метано-повітряного середовища фрикційними іскрами.

Конструкція виконана на високому ергономічному рівні. Окрім даних, що були приведені у табл. 2.1, слід згадати також про невисокі шумові характеристики агрегату та рівні віброшвидкості на його рукоятках керування (див табл. відповідно 3.1 і 3.2).

Таблиця 3.1 – Представницька шумова характеристика установки

Середньо-геометричні частоти октавних смуг, Гц	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	16000
Рівні звукового тиску, дБ	115	121	121	123	123	122	121	123	128

Таблиця 3.2 – Рівні віброшвидкості на рукоятках керування

Середньо-геометричні частоти октавних смуг, Гц	2	4	8	16	32	64	125	250	500	1000
Середньоквадратичні значення віброшвидкості, 10^{-2} м/с	-	-	4,6	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3

Проведений аналіз конструкції розглянутої установки та матеріалів, що свідчать про її якість (наприклад, карти технічного рівня [19]), дає можливість впевнено констатувати високий технічний рівень пристрою.

ВИСНОВКИ ПО ЧАСТИНІ І

В першій частині комплексної бакалаврської роботи здійснено аналіз конструктивного виконання бурильної установки БУП-2М розробки інституту ВНДПІрудмаш (м. Кривий Ріг).

Особливістю агрегату є його пристосованість до використання в умовах підземного видобутку корисних копалин, наприклад вугілля, небезпечних з точки зору гірничих ударів та раптових викидів вугілля і газів. Такі експлуатаційні умови ставлять високі вимоги до якості конструктивного виконання установки. Для підвищення надійності та безпеки використання агрегат зроблений у несамохідному виконанні і може пересуватися гірничими виробками, постаченими рейковими шляхами, за допомогою електровозу, на жорсткій зчіпці.

Аналіз конструкції бурильної установки та досвіду її експлуатації показав, що її бурильна головка обертально-ударної дії забезпечує якісне буріння шпурів заданих діаметру і глибини. При цьому маніпулятор машини забезпечує наведення бурильної машини і бурового інструменту на точку буріння і надійне утримання їх як в робочому, так і транспортному положеннях, а подавальний пристрій – розміщення і переміщення бурильної головки під час буріння із заданим осьовим зусиллям.

Розглянута бурильна установка відповідає усім вимогам безпеки та ергономіки. Усе вищесказане свідчить про високий технічний рівень агрегату.

4 ТРАНСПОРТУВАННЯ, ЗБЕРІГАННЯ ТА ВИПРОБУВАННЯ БУРИЛЬНОЇ УСТАНОВКИ

Усі заходи експлуатації бурильної установки БУП-2М, викладені у розділах 4-6 роботи, розроблені згідно з рекомендаціями [16,17,20-24].

4.1 Порядок транспортування виробу

Бурильна установка може транспортуватися від заводу-виготовлювача до підприємства-споживача автомобільним, залізничним або водним (морським чи річковим) транспортом за умови захисту її від механічних ушкоджень.

Правила і порядок перевезення мають бути організовані та виконані в залежності від виду транспорту згідно з нормами і вимогами відповідної транспортної галузі.

В разі перевезення на відкритих платформах установка має бути надійно закріплена згідно з існуючими нормами кріплення вантажів на тому чи іншому виді транспорту.

Вимоги до відстані та швидкості транспортування не ставляться.

Умови транспортування виробу у частині впливу механічних факторів – Л за ДСТУ 23179 (без перевантажень), у частині впливу кліматичних факторів – 9 (ОЖ1) за ДСТУ 15150 (відкритий рухомий склад).

Розташування та закріплення вантажних місць у транспортних засобах повинні забезпечити стійке їх положення протягом усього часу перевезення. Зміщення та удари вантажів не допускаються.

На рис. 4.1 показана схема стропування установки під час її завантаження на транспортні засоби.

Під час підготовки агрегату до транспортування потрібно провести додаткову фіксацію гідроциліндра підйому рукоятки за допомогою розтяжки (дріт діаметром 4 мм у чотири скручені нитки). Один кінець розтяжки слід закріпити на кронштейні колони, а другий – на кронштейні рукоятким і зафіксувати положен-

ня маніпулятора і рукоятки відносно рами шворнями. Знімати розтяжку і шворні до закінчення операції транспортування забороняється.

Спуск установки в шахту може здійснюватися у зібраному вигляді та підвішеному стані під кліттю або у кліті після розбирання машини та окремі складальні частини.

Транспортування установки по шахтним виробкам до забою відбувається за допомогою електровозу.

4.2 Правила зберігання установки

Умови зберігання установки повинні відповідати вимогам 6 (ОЖ2) за ДСТУ 15150 (під навісом).

У разі тривалого зберігання установки повинна бути забезпечена можливість перевірки стану її консервації (не менше, ніж один раз за 6 місяців).

Встановлений термін зберігання установки – не більше 2 років. В разі перевищення вказаного терміну зберігання споживач має провести повторну консервацію виробу власними силами згідно з вимогами ДСТУ 9.014.

4.3 Розрахунок статичної стійкості установки у транспортному положенні

Операції доставки бурильної установки від заводу-виготовлювача до підприємства-споживача, перевезення її в умовах останнього (спуск в шахту, транспортування гірничими виробками до місця роботи) супроводжуються небезпекою втрати стійкості конструкції, що має значні габаритні розміри.

Задачею розрахунку є визначення координат центру мас установки перевірка її поздовжньої і поперечної стійкості в транспортному положенні.

Для знаходження координат центру мас усієї установки потрібно визначити координати центрів мас її окремих складальних частин. Ця операція здійснюється на горизонтальній дільниці шляху для двох випадків:

- для транспортного положення установки під час переміщення її гірничи-

ми виробками – при горизонтальному положенні маніпулятора і бурильної головки (рис. 4.2);

- для випадку завантаження установки на залізничну платформу (див. рис. 4.1).

Положення координат центрів мас відносно осей x, y і z визначаємо за наступними формулами:

$$x_i = \frac{\sum G_i x_i}{\sum G_i}; \quad y = \frac{\sum G_i y_i}{\sum G_i}; \quad z_i = \frac{\sum G_i z_i}{\sum G_i},$$

де G_i – вагові навантаження складальних частин установки; x_i, y_i, z_i – координати точок прикладання вагових навантажнень складальних частин установки.

Отримані координати точок прикладання вагових навантажень приведені в табл. 4.1 і 4.2, під час заповнення яких враховувалися геометричні параметри і показники мас складальних одиниць, що визначаються кресленнями бурильної установки БУП-2М.

4.3.1 Розрахунок поздовжньої стійкості

Оцінимо стійкість установки для трьох можливих випадків її положення:

1. Транспортного.

2. Коли рукоятка максимально висунута на величину 500 мм, а сила упору в забій відсутня.

3. Коли і рукоятка і бурильна головка максимально висунуті, а сила упору в забій відсутня.

Розглянемо можливість перекидання установки відносно т. A (див. рис. 4.2) для першого випадку – транспортного положення.

Величина відновлювального моменту для першого положення становитиме:

$$M_{в1} = G_1(x_1 + L) + G_3(x_3 + L) + G_4(L - x_4) + G_5(L - x_5) + G_6(L - x_6) =$$

$$= 8930(0{,}585 + 0{,}95) + 540(0{,}12 + 0{,}95) + 4410(0{,}95 – 0{,}165) +$$

$$+ 264(0{,}95 – 0{,}27) + 533(0{,}95 – 0{,}49) = 18172 \text{ Н·м},$$

де G_1, G_3, G_4, G_5, G_6, x_1, x_3, x_4 x_5, x_6 – див. табл. 4.1; L = 0,95 м – див. рис.4.2.

Величина перекидного моменту для першого положення:

$$M_{п1} = G_2(x_2 - L) + G_7(x_7 - L) + G_8(x_8 - L) + G_9(x_9 - L) + G_{10}(x_{10} - L) +$$
$$+G_{11}(x_{11} - L) + G_{12}(x_{12} - L) + G_{13}(x_{13} - L) + G_{14}(x_{14} - L) = 1000(1{,}845 – 0{,}95)$$
$$+ 1400(1{,}3 – 0{,}95) + 1853(1{,}53 – 0{,}95) + 264(1{,}985 – 0{,}95) + 400(2{,}675 – 0{,}95) +$$
$$203(2{,}725 – 0{,}95) + 2620(3{,}115 – 0{,}95) + 306(3{,}37 – 0{,}95) + 1165(3{,}37 – 0{,}95) =$$
$$= 13015 \text{ Н·м},$$

де G_2, G_7, G_8, G_9, G_{10}, G_{11}, G_{12}, G_{13}, G_{14}, x_2, x_7, x_8, x_9, x_{10}, x_{11}, x_{12}, x_{13}, x_{14} – див. табл. 4.1.

Коефіцієнт стійкості у цьому положенні:

$$K_{с1} = \frac{M_{в1}}{M_{п1}} = \frac{18172}{13015} = 1{,}4.$$

Для другого положення величина відновлювального моменту дорівнюватиме:

$$M_{в2} = G_4L_4 + G_1(x_1 - a) = 4410·0{,}785 + 8930(0{,}585 – 0{,}25) = 6453 \text{ Н·м},$$

де L_4 = 0,785 м – відстань від центру ваги шасі до точки перекидання; a = 0,25 м – відстань від зміщеної вперед на L = 1200 мм осі y до точки перекидання (т. A).

Величина перекидного моменту для другого положення:

$$M_{п2} = G_2(x_2 + a) + G_3(a - x_3) + G_5(x_5 + a) + G_6(x_6 + a) + G_7(x_7 + a) +$$
$$+ G_8(x_8 + a) + G_9(x_9 + a) + G_{10}(x_{10} + a) + G_{11}(x_{11} + a) + G_{12}(x_{12} + a) +$$
$$+G_{13}(x_{13} + a) + G_{14}(x_{14} + a) = 1000(1{,}845 + 0{,}25) + 540(0{,}25 – 0{,}13) +$$
$$+ 264(0{,}27 + 0{,}25) + 533(0{,}49 + 0{,}25) + 1400(1{,}3 + 0{,}25) + 1853(1{,}53 + 0{,}25) +$$
$$+ 264(1{,}985 + 0{,}25) + 400(2{,}675 + 0{,}25) + 203(2{,}725 +.0{,}25) + 2620(3{,}115 + 0{,}25) +$$
$$+ 306(3{,}37 + 0{,}25) + 1165(3{,}37 + 0{,}25) = 24670 \text{ Н·м},$$

де a = 0,25 м – див. рис. 4.2.

Коефіцієнт стійкості:

$$K_{с2} = \frac{M_{в2}}{M_{п2}} = \frac{6453}{24670} = 0{,}262.$$

Відновлювальний момент для третього положення:

$$M_{в3} = M_{в2} = 6453 \text{ Н·м}.$$

Перекидний момент для третього положення:

$$M_{п3} = G_2(x_2 + a) + G_3(a - x_3) + G_5(x_5 + a) + G_6(x_6 + a) + G_7(x_7 + a) +$$
$$+ G_8(x_8 + a + L) + G_9(x_9 + a) + G_{10}(x_{10} + a) + G_{11}(x_{11} + a) + G_{12}(x_{12} + a) +$$
$$+G_{13}(x_{13} + a) + G_{14}(x_{14} + a) = 1000(1{,}845 + 0{,}25) + 540(0{,}25 – 0{,}13) +$$
$$+ 264(0{,}27 + 0{,}25) + 533(0{,}49 + 0{,}25) + 1400(1{,}3 + 0{,}25) + 1853(1{,}53 + 0{,}25 + 2{,}75)+$$
$$+ 264(1{,}985 + 0{,}25) + 400(2{,}675 + 0{,}25) + 203(2{,}725 +.0{,}25) + 2620(3{,}115 + 0{,}25) +$$
$$+ 306(3{,}37 + 0{,}25) + 1165(3{,}37 + 0{,}25) = 29766 \text{ Н·м},$$

де L = 2,75 м – максимальна відстань, на яку може висуватися робочий орган.

Коефіцієнт стійкості:

$$K_{с3} = \frac{M_{в3}}{M_{п3}} = \frac{6453}{29766} = 0{,}217.$$

4.3.2 Розрахунок поперечної стійкості

Схема для розрахунку поперечної стійкості установки показана на рис. 4.3.

Перекидання установки відбувається відносно осі AA_1, яка проходить посередині головки рейки. Визначимо поперечну стійкість агрегату при повернутому у крайнє ліве положення (α = 25°) маніпуляторі. Бурильна машина з подавальним пристроєм при цьому виставлена паралельно поздовжній осі установки.

Величина відновлювального моменту:

$$M_в = G_1 a + G_4 a + G_5(a - a_3) = 8930 \cdot 0{,}316 + 4410 \cdot 0{,}316 + 264(0{,}316 – 0{,}216) =$$
$$= 4217 \text{ Н·м},$$

де a = 0,5(b + c) = 0,5(0,6 + 0,032) = 0,316 м; b = 0,6 м – ширина рейкової колії; c= = 0,032 м – ширина головки рейки.

Величина перекидного моменту:

$$M \quad = G_2[a_1 + (x_2 + 0{,}15)\sin\alpha] + G_3 a_1 + G_6[a_1 + (x_6 + 0{,}15)\sin\alpha] +$$
$$+G_7[a_1 + (x_7 + 0{,}15)\sin\alpha] + G_8(2{,}2 - a) + G_9[a_1 + (x_9 + 0{,}15)\sin\alpha] +$$
$$G_{10}[(x_{10} + 0{,}15)\sin\alpha - z_{10}\cos\alpha + a_1] + G_{11}[(x_{11} + 0{,}15)\sin\alpha - z_{11}\cos\alpha + a_1]$$
$$+G_{12}(2{,}2 - a) + G_{13}(2{,}2 - a) + G_{14}[(x_{14} + 0{,}15)\sin\alpha + a_1 + G_{14}\cos\alpha] =$$

= 1000[0,54 + (1,845 + 0,15)0,656] + 540·0,054 + 553[0,054 + (0,49 + 0,15)0,656] + + 1400[0,054 + (1,3 + 015)0,656] + 1853(2,2 – 0,316) + 264[0,054 + (1,985 + + 0,15)0,656] + 440[(2,675 + 0,15)0,656 – 0,05·0,755 + 0,054] + 203[(2,725 + + 0,15)0,656 – 0,18·0,755 + 0,054] + 2620(2,2 – 0,316) + 306(2,2 – 0,316) + + 1165[(3,37 + 0,15)0,656 + 0,054 +0,03·0,755] = 16332 Н·м.

Коефіцієнт стійкості:

$$K_{\text{с}} = \frac{M_{\text{в}}}{M_{\text{п}}} = \frac{4217}{16332} = 0{,}26.$$

Тепер визначимо поперечну стійкість установки при повороті маніпулятора у крайнє праве положення (α_1 = 41°); бурильна машина з подавальним пристроєм виставлена паралельно поздовжній осі установки.

$$K_{\text{с}} = \frac{(G_1 + G_4)a + G_3(2a + a_1) + G_5 a_4}{G_2[(x_2 + 0{,}15)\,sin\,\alpha_2 + H_2 - (2a + a_1)] + G_6[(x_6 + 0{,}15)\,sin\,\alpha_2 - (2a + a_1)]}$$

$$\frac{}{+G_7[(x_7 + 0{,}15)\,sin\,\alpha_2 - (2a + a_1)] + G_8[(x_8 + 0{,}15)\,sin\,\alpha_2 + H_2 - (2a + a_1)] +}$$

$$\frac{}{+G_9[(x_9 + 0{,}15)\,sin\,\alpha_2 - (2a + a_1)] + G_{10}[(x_{10} + 0{,}15)\,sin\,\alpha_2 - (2a + a_1)] +}$$

$$\frac{}{+G_{11}[(x_{11} + 0{,}15)\,sin\,\alpha_2 - (2a + a_1)] + G_{12}[(x_{12} + 0{,}15)\,sin\,\alpha_2 + H_2 - (2a + a_1)] +}$$

$$\frac{}{+G_{13}[(x_{13} + 0{,}15)\,sin\,\alpha_2 + H_2 - (2a + a_1)] + G_{14}[(x_{14} + 0{,}15)\,sin\,\alpha_2 - (2a + a_1)] +}$$

= {(8930 + 4410)0,316 + 540(2 · 0,316 + 0,054) + 264 · 0,1} / 1000[(1,845 + + 0,15)0,656 + 0,4 − (2 · 0,316 + 0,054)] + 533[(0,49 + 0,15)0,656 – (2·0,316 + + 0,054)] + 1400[(1,3 + 0,15)0,656 – (2·0,316 + 0,054)] + 1853[(3,115 + 0,15)0,656 + + 0,4 – (2·0,316 + 0,054)] + 203[(2,725 + 0,15)0,656 – (2·0,316 + 0,054)] + 2620· ·[(3,115 + 0,15)0,656 + 0,4 – (2·0,316 + 0,054)] + 306[(3,115 + 0,15)0,656 + 0,4 – – (2·0,316 + 0,054)] + 1165[(3,37 + 0,15)0,656 – (2·0,316 + 0,054)] =

$$= \frac{4612{,}28}{14994{,}49} = 0{,}31.$$

Визначимо максимально можливий кут повороту маніпулятора (проти годинникової стрілки) за умови забезпечення стійкості установки в транспортному

положенні на колії 600 мм. Для стійкості агрегату повинна виконуватися наступна умова:

$$M_{в} = 1{,}4M_{п},$$

тобто:

$$(G_1 + G_4)a + G_5(a - a_3) = 1{,}4G_2[a_1 - H_2 + (x_2 + 0{,}15)\sin\alpha] +$$
$$+1{,}4G_3a_1 + G_6[a_1 - H_2 + (x_6 + 0{,}15)\sin\alpha] + 1{,}4G_7[a_1 + (x_7 + 0{,}15)\sin\alpha] +$$
$$+1{,}4G_8[a_1 - H_2 + (x_8 + 0{,}15)\sin\alpha] + 1{,}4G_9[a_1 + (x_9 + 0{,}15)\sin\alpha] +$$
$$+1{,}4G_{10}[a_1 + (x_{10} + 0{,}15)\sin\alpha] + 1{,}4G_{11}[a_1 + (x_{11} + 0{,}15)\sin\alpha] +$$
$$+1{,}4G_{12}[a_1 - H_2 + (x_{12} + 0{,}15)\sin\alpha] + 1{,}4G_{13}[a_1 - H_2 + (x_{13} + 0{,}15)\sin\alpha] +$$
$$+1{,}4G_{14}[a_1 + (x_{14} + 0{,}15)\sin\alpha].$$

Після проведення математичних перетворень отримаємо:

$$\sin\alpha = \frac{(G_1 + G_4)a + G_5(a - a_3) - 1{,}4(G_2 + G_8 + G_{12} + G_{13})(a_1 - H_2) +}{1{,}4G_2(x_2 + 0{,}15) + 1{,}4G_6(x_6 + 0{,}15) + 1{,}4G_7(x_7 + 0{,}15) +} =$$
$$\frac{+a_1(G_3 + G_6 + G_7 + G_9 + G_{10} + G_{11} + G_{14})}{+1{,}4G_9(x_9 + 0{,}15) + 1{,}4G_{10}(x_{10} + 0{,}15) + 1{,}4G_{11}(x_{11} + 0{,}15) +}$$

$$\overline{+1{,}4G_{14}(x_{14} + 0{,}15) + 1{,}4(x_{12} + 0{,}15)(G_8 + G_{12} + G_{13})}$$

Після підставлення значень матимемо: $\sin\alpha = 0{,}1825$, звідки – $\alpha = 10^{o}30'$.

Нарешті, визначимо максимально можливий кут повороту маніпулятора (за годинниковою стрілкою) за умови забезпечення стійкості установки в транспортному положенні на колії 600 мм. У цьому випадку перекидання буде відбуватися відносно осі BB_1, яка проходить посередині головки другої рейки. Умова стійкості установки буде така:

$$M_{в} = 1{,}4M'_{п}.$$

Тоді маємо:

$$(G_1 + G_4)a + G_5(a - a_3) = 1{,}4G_2[(x_2 + 0{,}15)\sin\alpha' + H_2 - (2a + a_1)] +$$
$$+1{,}4G_6[(x_6 + 0{,}15)\sin\alpha' - (2a + a_1)] + 1{,}4G_7[(x_7 + 0{,}15)\sin\alpha' - (2a + a_1)] +$$
$$+1{,}4G_8[(x_8 + 0{,}15)\sin\alpha' + H_2 - (2a + a_1)] +$$
$$+1{,}4G_9[(x_9 + 0{,}15)\sin\alpha' - (2a + a_1)] + 1{,}4G_{10}[(x_{10} + 0{,}15)\sin\alpha' - (2a + a_1)]$$
$$+1{,}4G_{11}[(x_{11} + 0{,}15)\sin\alpha' - (2a + a_1)] +$$

$$+1{,}4G_{12}[(x_{12}+0{,}15)\,sin\,\alpha' + H_2 - (2a+a_1)] +$$
$$+1{,}4G_{13}[(x_{13}+0{,}15)\,sin\,\alpha' + H_2 - (2a+a_1)] +$$
$$+1{,}4G_{14}[(x_{14}+0{,}15)\,sin\,\alpha' - (2a+a_1)].$$

Після математичних перетворень та підставлення значень отримаємо:

$sin\,\alpha' = 0{,}2910$, звідки – α' = 16°55'.

Відзначимо, що такі кути повороту маніпулятора (α = 10°30' і α' = 16°55') цілком задовольняють умовам безпечного переміщення бурильної установки за-округленнями гірничих виробок.

Проведені розрахунки дозволяють зробити наступні висновки:

- координати центрів мас установки в транспортному положенні, які визначають поздовжню та поперечну стійкість агрегату, знаходяться всередині колісної бази його шасі;

- коефіцієнт статичної стійкості установки в транспортному положенні складає 1,4, що відповідає гранично допустимому коефіцієнту стійкості – 1,15-1,4 [25];

- при максимально висунутих подавальному пристрої та бурильні й головці установка втрачає стійкість, тому в керівництві з експлуатації агрегату має бути вимога, що забороняє висування подавального пристрою і бурильної головки з крайнього заднього положення без закріплення рейкозахватів;

- максимальний кут повороту маніпулятора у горизонтальній площині, при якому установка не втрачає стійкості, складає 10°30' (проти годинникової стрілки) та 16°55' (за годинниковою стрілкою), що відповідає мінімальному внутрішньому радіусу установки ($R_{\min}$ = 9 м) та задовольняє умовам експлуатації ($R_{\min}$ = 15 м).

4.4 Попередні та приймальні випробування виробу

Процес створення нових зразків техніки включає в себе стадії попередніх та приймальних випробувань виробів.

У випадку з розглянутою бурильною установкою попередні випробування

проводяться з метою визначення відповідності дослідного зразка машини технічному завданню та технічній документації та вирішення питання про можливість представлення його на приймальні випробування.

Під час попередніх випробувань, які проводяться в умовах дослідного виробництва заводу-виготовлювача, мають бути перевірені:

- взаємодія та працездатність окремих складальних одиниць та установки в цілому;
- надійність функціонування системи блокування подачі води;
- можливість регулювання зусилля подавального пристрою;
- можливість буріння в ручному та автоматичному режимах;
- якість виготовлення та комплектність поставки виробу;
- зручність обслуговування та ремонту;
- відповідність конструкції вимогам безпеки.

Приймальні випробування проводяться в умовах діючих підземних підприємств з метою:

- визначення відповідності параметрів і показників установки вимогам технічного завдання, стандартів та технічної документації;
- оцінки технічного рівня виробу;
- визначення можливості постановки конструкції на серійне виробництво.

5 ВИКОРИСТАННЯ БУРИЛЬНОЇ УСТАНОВКИ ЗА ПРИЗНАЧЕННЯМ

5.1 Підготовка виробу до роботи

Перед початком робіт установку необхідно ретельно оглянути і підтягнути усі кріпильні з'єднання. У разі наявності витоків з гідрокомунікації їх потрібно негайно усунути, перевірити достатність масла та мастил в усіх вузлах змащення. За необхідності слід долити масло в маслобак, заповнити мастилом вузли та прес-масельнички. Повну заміну масла і мастил потрібно роботи не рідше одного разу на місяць за умови постійної експлуатації установки.

Усі рукоятки керування слід поставити у нейтральні положення.

Основну увагу під час підготовки виробу до роботи слід приділити головному її вузлу – бурильній головці. Її потрібно розконсервувати та уважно оглянути з метою виявлення та усунення ушкоджень, можливих під час транспортування або попередньої експлуатації.

Видалення консерваційного мастила здійснюється наступним чином:

- підключити бурильну установку до повітряної та водяної шахтних магістралей;

- залити у бурильну головку через її штуцери гас або уайт-спіріт у кількості 100 г;

- увімкнути бурильну головку в режим холостого ходу на 0,5 хвилини при тиску повітря 0,15-0,2 МПа;

- протерти зовнішні поверхні бурильної головки спочатку обтиральним ганчір'ям, змоченим в уайт-спіріті, а потім насухо.

Після цього потрібно залити в усі штуцери бурильної головки по 20 г масла та здійснити випробування виробу для перевірки:

- відсутності витоків масла, повітря і води у місцях з'єднань;

- подачі води;

- легкості запуску і працездатності обертача та ударника при різних значеннях тиску повітря.

5.2 Порядок переїзду установки між забоями та звільнення колії

Для переїзду установки потрібно виконати наступні операції:

- перемістити стояк у крайнє заднє положення;

- перевести маніпулятор з бурильною машиною у транспортне положення (рис. 5.1) і перевірити фіксацію котків;

- загвинтити гайки рейкозахватів та звільнити головки рейок від захватів; укласти рейкозахвати на полички рами в транспортному положенні;

- приєднати зчіпку установки до транспортного засобу (електровозу, навантажувальної машини) і закріпити з'єднання пальцем 1 (див. рис. 2.3); прибрати башмаки;

- транспортувати установку у новий забій.

Мінімальні розміри гірничих виробок для розміщення та транспортування установки показані на рис. 5.2.

Для звільнення установкою колії слід зробити наступні дії:

- перемістити стояк приблизно на 0,5 м вперед;

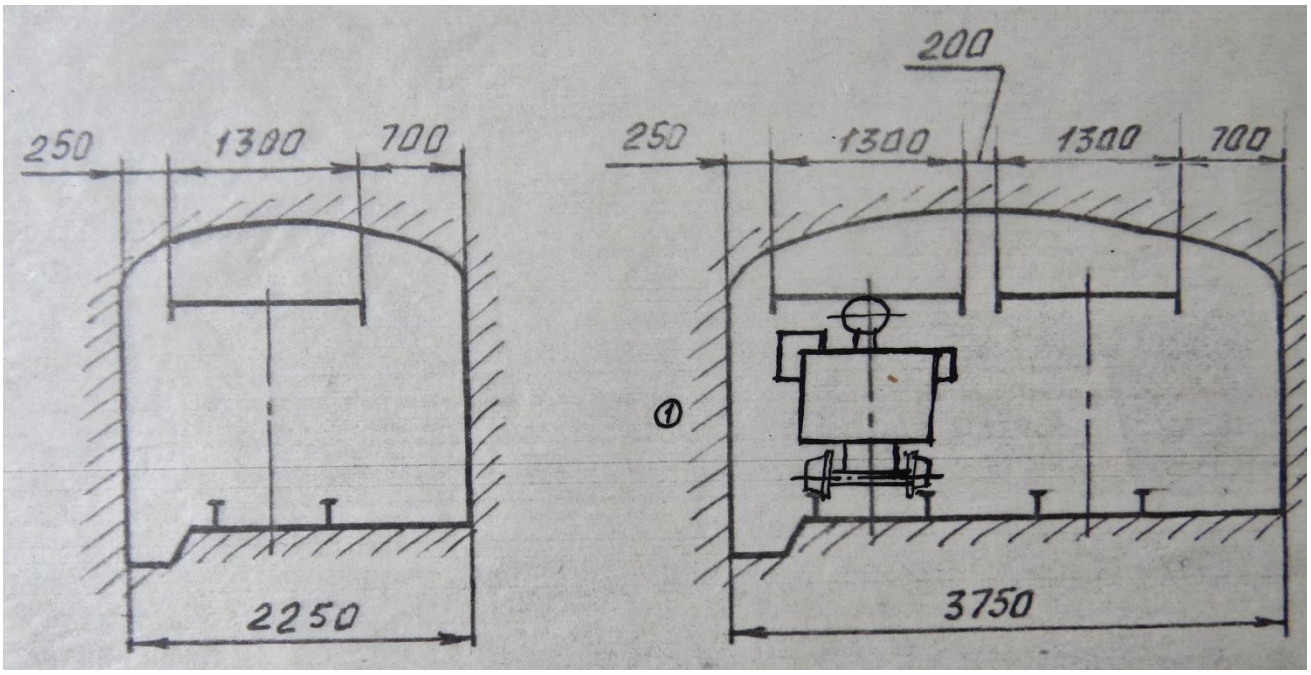
- опустити котки у робоче положення і застопорити фіксаторами;

- опустити рукоятку маніпулятора до упору буфером подавального пристрою в грунт;

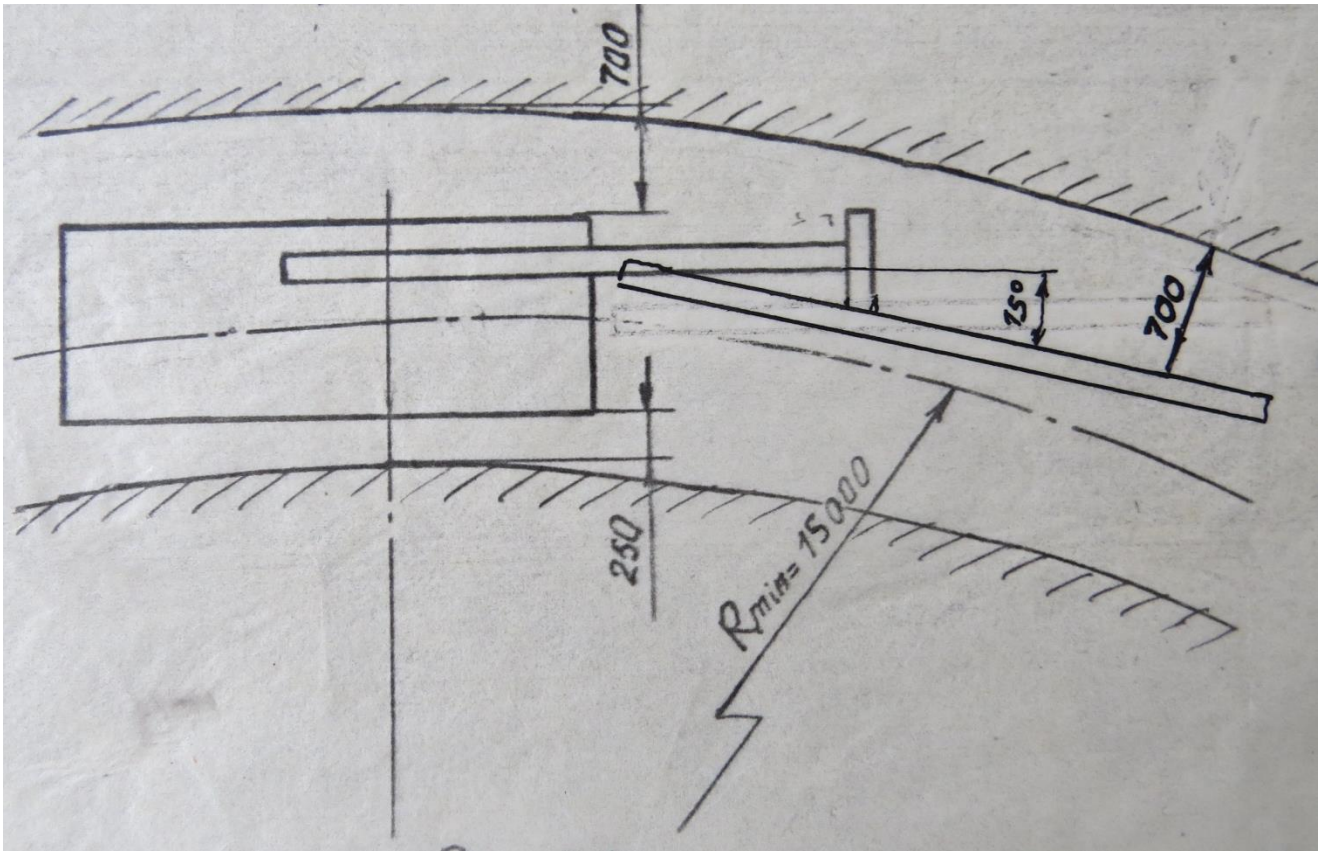
- загвинтити гайки рейкозахватів та звільнити головки рейок від захватів; укласти рейкозахвати на полички рами; прибрати башмаки;

- встановити відрізок рейки довжиною приблизно 3 м впоперек рейкової колії під котки для з'їзду установки;

- продовжувати операцію плавного опускання рукоятки маніпулятора аж до відриву коліс установки від колії. Центр ваги установки при цьому зміститься на лінію котків. Далі машиніст з помічником мають перемістити установку вручну по рейці, встановленій під котки, до стінки виробки, звільнюючи при цьому колію. Процес повертання установки на колію виконується у зворотній послідовності. Роботи потрібно виконувати дуже обережно та уважно, запобігаючи можливому перекиданню агрегату.



а



б

Рисунок 5.2 – Мінімальні розміри гірничих виробок
для розміщення та транспортування установки:
а – на прямолінійних дільницях; *б* – на заокругленнях виробок

5.3 Порядок роботи агрегату під час буріння шпурів

Перед початком буріння шпурів потрібно підготувати забій:

- ретельно обібрати покрівлю виробки і поверхню забою від заколів; за необхідності закріпити виробку;

- розчистити під'їздні шляхи;

- провести освітлення зони буріння за допомогою стаціонарних або переносних засобів згідно з вимогами санітарних норм. Освітлення органів керування установкою та приладів контролю забезпечується індивідуальним світильником оператора;

- забезпечити вентиляцію забою згідно з існуючими нормами;

- підвести стиснене повітря тиском 0,5-0,6 МПа при забрудненості його не вище 10 класу за ДСТУ 17433 з використанням підвідного рукава з умовним проходом не менше 50 мм;

- підвести воду за ДСТУ 2874 для промивання шпурів тиском 0,4-1,6 МПа від шахтної магістралі з використанням підвідного рукава з умовним проходом не менше 20 мм.

Далі потрібно остаточно підготувати установку до процесу буріння, для чого:

- перевірити положення рукояток пультів керування. Вони повинні бути у нейтральних або вимкнених положеннях;

- розправити рукави пневмо- і гідрокомунікацій;

- під'єднати установку до повітряної та водяної магістралей;

- увімкнути регулятор тиску стисненого повітря;

- випробувати установку в холостому режимі роботи: увімкнути маслостанцію, а потім обертач та ударник бурильної машини;

- після випробування вимкнути усі ці механізми;

- у разі виявлення несправностей усунути їх.

Процес оббурювання забою починається з установки башмаків на рейки під задні колеса агрегату та закріплення його на рейковій колії за допомогою ре-

йкозахватів (див. рис. 2.5). Для цього потрібно опустити рейкозахвати у робоче положення, гайку 2 спустити по гвинту 1 (згвинтити) і захватами 8 зафіксувати головку рейки.

Потім можна приступити до налаштування бурильної машини на процес буріння. Усі операції виконуються за допомогою рукояток пультів керування у наступній послідовності:

- увімкнути регулятор тиску;

- увімкнути маслостанцію;

- налаштувати бурильну машину на шпур за допомогою маніпулятора згідно з паспортом оббурювання забою;

- розперти подавальний пристрій за допомогою буфера у поверхню забою гідроциліндром розпору, для чого зсунути стояк вперед;

- увімкнути обертач бурильної машини та клапан «Продувка»;

- увімкнути подачу бурильної машини рукояткою «ПРП Подача»;

- для забурювання шпуру увімкнути клапани «Ударник» і «Промивання». Забурювання здійснювати на малій швидкості подачі, підтримуючі її на такому рівні регулятором;

- після забурювання швидкість подачі можна збільшити до оптимальної;

- в процесі буріння необхідно контролювати величину зусилля подачі за допомогою манометру, встановленого у напірній магістралі, та таблицею рекомендованих показників режимів буріння, яка розміщена на щиті установки. Змінення величини зусилля подачі здійснюється за допомогою регулятора, що керує гідро розподільником подачі, шляхом зменшення або збільшення тиску повітря;

- після закінчення буріння шпуру перевести рукоятку «ПРП Подача» у положення «Реверс», вимкнути ударник та клапан «Промивання»;

- після повернення бурильної машини у крайнє заднє положення перевести рукоятку «ПРП Подача» у положення «Стоп» та вимкнути клапани «Обертач» і «Промивання».

Буріння шпурів можна вести в автоматичному режимі, для чого після увімкнення клапану «Обертач» потрібно увімкнути клапан «ПАК1. Авт». Усі наступ-

ні операції будуть виконуватися автоматично. За необхідності можна втрутитися у процес автоматичного буріння і вручну керувати необхідними рукоятками пультів керування, дотримуючись усіх правил безпеки (послідовності операцій тощо).

Коли шпур пробурюється на повну глибину (довжину ходу подавального пристрою), спрацьовує кінцевий вимикач. Сигнал від нього подає команду через систему автоматичного керування на реверс подачі бурильної машини та відключення клапанів «Ударник» і «Промивання».

Після закінчення зворотного ходу бурильної машини потрібно перевести рукоятку «ПАК1. Авт» у нейтральне положення «Стоп». Потім слід відвести подавальний пристрій назад шляхом переводу рукоятки «Розпір подавального пристрою» у положення «Назад».

Система автоматичного керування установкою також здійснює блокування процесу буріння в залежності від тиску і в разі повної відсутності води для промивання шпуру. Припинення подачі води або зниження її тиску нижче 0,4 МПа викликає подачу системою керування сигналу на відключення клапанів «Ударник» і «Подача». Відновлення процесу буріння у цьому випадку можливо лише після організації нормального водопостачання.

Особлива увага оператора установки під час буріння має бути зосереджена на бурильній головці агрегату. Потрібно пам’ятати, що пуск головки в роботу має відбуватися у наступній послідовності: спочатку слід увімкнути обертач, потім воду та ударник і лише потім починати процес буріння. Зупинка здійснюється так: спочатку перекривають воду, а потім вимикають ударник та обертач.

Максимально можливої продуктивності нова бурильна головка може досягти після припрацювання протягом 10-15 робочих днів.

Для забезпечення безвідмовної роботи бурильної головки потрібно дотримуватися наступних правил роботи:

- бурити шпури при тиску повітря 0,5 МПа. Зниження тиску призводить до різкого падіння продуктивності буріння, а збільшення – до підвищеного зносу деталей та виходу машини з ладу;

- стиснене повітря, що подається в бурильну головку, має бути сухим та очищеним від механічних домішок;

- висока продуктивність буріння може бути досягнута лише за умови створення необхідного зусилля подачі та забезпечення достатнього об'єму промивальної води.

Налаштування бурильної машини на новий шпур здійснюється згідно з паспортом оббурювання забою.

Після повного оббурювання забою установку потрібно перевести у транспортне положення, для чого виконати наступні операції:

- перевірити фіксацію котків у транспортному положенні;

- відвести бурильну машину у крайнє заднє положення;

- опустити подавальний пристрій бурильної машини у нижнє положення а рукоятку маніпулятора розвернути вправо (див. рис. 5.1);

- загвинтити гайки рейкозахватів та звільнити головки рейок від захватів; укласти рейкозахвати на полички рами у транспортне положення;

- від'єднати установку від повітряної та водяної магістралей;

- за допомогою зчіпки приєднати установку до електровоза або іншого транспортного засобу; прибрати башмаки.

Після цього можна перевезти установку у наступний забій.

5.4 Можливі відмови обладнання та способи їх усунення

Під час роботи бурильної установки можуть бути відмови її деталей та вузлів, пов'язані з важкими умовами експлуатації обладнання. Причинами відмов можуть бути також приховані дефекти деталей конструктивного та технологічного походження, а також неправильне використання техніки.

В табл. 5.1 приведені критерії відмов установки, в табл. 5.2 – критерії граничних станів її основних складальних частин, а в табл. 5.3 перераховані найбільш ймовірні відмови, їх можливі причини та рекомендовані способи усунення цих відмов.

Таблиця 5.1 – Критерії відмов обладнання бурильної установки БУП-2М

Найменування вузла установки	Критерії відмов*
1. Бурильна головка	Відсутність змащення Послаблення затягування гайок на стяжних болтах Падіння тиску стисненого повітря Задирки на втулках поршня-ударника
2. Ходова частина	Руйнування підшипників колісних пар
3. Подавальний пристрій	Розрив канату
4. Система автоматичного керування	Відсутність промивальної води Відсутність контакту упору полозків бурильної головки зі штоком кінцевого вимикача

*Можливі під час експлуатації установки дрібні несправності, що усуваються черговим персоналом в процесі профілактичних оглядів та технічного обслуговування, за відмови не рахуються

Таблиця 5.2 – Критерії граничних станів обладнання бурильної установки

Найменування вузла установки	Критерії граничного стану
1. Установка бурильна	Напрацювання ресурсу до капітального ремонту
2. Бурильна головка	Знос деталей, що призводить до порушення енергетичних показників Напрацювання ресурсу до капітального ремонту
3. Подавальний пристрій	Граничний стан рами і люнету Напрацювання ресурсу до капітального ремонту
4. Ходова частина	Вихід з ладу підшипників

Продовження таблиці 5.2	
5. Пневмомотор	Зазор між золотником і золотниковою коробкою більше 0,15 мм Зазор між поршнем і циліндром більше 0,6 мм
6. Гідроциліндри	Витоки масла по штоку гідроциліндра більше 5 крапель за хвилину

5.5 Основні заходи безпеки під час експлуатації установки

До роботи на установці допускаються особи, що пройшли відповідне навчання, склали екзамен на право експлуатації агрегату, отримали посвідчення оператора та пройшли інструктаж з техніки безпеки на робочому місці.

Підприємство-споживач зобов'язано розробити інструкцію з безпечного ведення робіт при використанні бурильної установки в конкретних гірничо-геологічних умовах. Цей документ має розроблятися на основі [17] і видаватися кожному машиністу установки під особистий підпис.

Бурильна установка БУП-2М обслуговується одним машиністом.

Перед спуском в шахту він повинен ознайомитися із записами в журналі прийому-передачі зміни про стан самої установки та виробки, де ведуться бурильні роботи.

Перед початком робіт машиніст повинен оглянути забій, перевірити якість його кріплення, освітленість та вентиляцію. У разі незадовільного стану покрівлі і боків виробки він зобов'язаний, не приступаючи до роботи, негайно викликати відповідальну особу технічного нагляду.

Машиніст має ретельно оглянути установку, перевірити надійність кріплення її складальних частин, рівень масла в маслобаку, стан змащення тертьових частин, надійність з'єднань рукавів та трубопроводів. В разі виявлення несправностей їх потрібно усунути або викликати ремонтний персонал.

Далі машиніст повинен опустити гайки рейкозахватів і загальмувати установку башмаками, підкладеними на рейки під задні колеса агрегату.

Потім необхідно дати попереджувальний сигнал про початок робіт за допомогою сирени. Звуковий сигнал також слід подавати перед вмиканням маслостанції та бурильної головки.

Під час роботи установки слід виконувати усі операції з її керування, дотримуючись черговості вмикання органів керування згідно із вказівками, викладеними вище, в п. 5.3. При цьому потрібно періодично перевіряти стан виробки, слідкувати за освітленістю та вентиляцією, використовувати індивідуальні засоби захисту від шуму (протишумну каску, навушники, антіфони) та пилу (захисні маски і респіратори).

В разі відмови обладнання слід припинити роботу, сповістити осіб технічного нагляду та вжити заходів щодо усунення несправностей.

Під час перерв в роботі протягом зміни, при ремонтах, а також після закінчення робіт потрібно перекрити вентилі подачі стисненого повітря та води до установки.

Наприкінці робочої зміни необхідно очистити бурильну установку від бруду, перевірити кріплення її складальних частин та записати в журналі прийому-передачі зміни обсяг виконаного буріння і виявленні недоліки в роботі агрегату.

ЗАБОРОНЯЄТЬСЯ:

- керувати установкою особам, що не пройшли спеціального навчання та не мають відповідного посвідчення;

- передавати керування установкою іншій особі без дозволу технічного нагляду;

- працювати на установці при проведенні виробок в породних масивах та вугільних пластах, небезпечних з точки зору гірничих ударів та викидів породи і вугілля, без попереднього здійснення в них необхідних противикидних та протиударних заходів;

- працювати без вентиляції та при недостатньому освітленні;

- працювати без індивідуальних засобів захисту від шуму і пилу;

- бурити та здійснювати маніпуляції незакріпленою за допомогою рейкозахватів установкою;

- залишати установку на рейках без установлених під задніми колесами упорних башмаків;

- торкатися обертових та рухомих деталей і механізмів агрегату;

- здійснювати ремонт, очищення, змащення установки під час її роботи;

- здійснювати ремонт, очищення, змащення установки, невідключеної від магістралей стисненого повітря і води;

- здійснювати зварювальні роботи на приєднаних до заповненого маслобаку трубопроводах;

- здійснювати ремонт елементів гідросистеми під тиском;

- залишати місце роботи з установкою, підключеною до магістралей стисненого повітря і води;

- залишати увімкненими двигуни і рукоятки пультів керування в робочих положеннях під час перерв в роботі та після її закінчення;

- використовувати маніпулятор для підйому і пересування вантажів або в якості домкрату;

- змінювати напрямок руху розкріпленого відносно забою подавального пристрою;

- здійснювати буріння непідірваних шпурів і свердловин.

5.6 Розрахунки експлуатаційних параметрів виробу

5.6.1 Розрахунок рейкозахвату

В п. 4.3 роботи були представлені розрахунки поздовжньої та поперечної стікості установки в її транспортном положенні. Стійкість конструкції під час її експлуатації (оббурювання забою) забезпечується за рахунок використання двох спеціальних рейкових захватів, що входять в комплект поставки агрегату. Конструкція цих пристроїв повинна гарантувати надійну фіксацію установки на рейках рейкового шляху.

5.6.1.1 Визначення величин діючих зусиль

Під час буріння бурильна машина установки за допомогою циліндру насування притискається до поверхні забою із зусиллям порядку 20 кН. Зусилля ж подачі бурильної головки на забій в процесі буріння складає 9,81-14,72 кН.

Розглянемо три можливі випадки роботи установки:

1. Підготовка до буріння: рукоятка з бурильною машиною максимально висунуті, сила упору в забій відсутня, маніпулятор розташований паралельно рейковому шляху, а бурильна головка знаходиться у передньому крайньому положенні (рис. 5.3);

2. Підготовка до буріння: подавальний пристрій упирається в поверхню забою своїм буфером; при цьому тиск у гідроциліндрі насування може бути до 15 МПа (аварійна ситуація);

3. Буріння шпурів при крайньому (α = 45°) верхньому положенні бурильної машини. При цьому додатково до вагових навантажень додається реакція від сили подачі бурильної машини на забій, яка дорівнює P = 14,72 кН.

У першому випадку розглядаємо всю систему у вигляді двохопорної балки, на яку діють вагові навантаження. В якості опор балки виступають рейкозахват (опора B) та переднє колесо установки (опора A).

Складаємо рівняння моментів відносно опори A:

$$\sum M_A = -G_1(x_1 - a) + G_2(x_2 + a) + G_3(a - x_3) - G_4(L - x_4 - a) + G_5(x_5 + a) +$$
$$+G_6(x_6 + a) + G_7(x_7 + a) + G_8(x_8 + a + L) + G_9(x_9 + a) + G_{10}(x_{10} + a) +$$
$$+G_{11}(x_{11} + a) + G_{12}(x_{12} + a) + G_{13}(x_{13} + a) + G_{14}(x_{14} + a) - R_B C = 0.$$

Звідси маємо:

$$R_B = \frac{1}{C}[-G_1(x_1 - a) + G_2(x_2 + a) + G_3(a - x_3) - G_4(L - x_4 - a) + G_5(x_5 + a) +$$
$$+G_6(x_6 + a) + G_7(x_7 + a) + G_8(x_8 + a + L) + G_9(x_9 + a) + G_{10}(x_{10} + a) +$$
$$+G_{11}(x_{11} + a) + G_{12}(x_{12} + a) + G_{13}(x_{13} + a) + G_{14}(x_{14} + a)] =$$
$$= \frac{1}{0,6}[-8930(0,585 - 0,260) + 1250(1,845 + 0,260) + 540(0,260 - 0,120) - 4410(1,2 -$$

– 0,165 – 0,260) + 264(0,27 + 0,26) + 533(0,49 + 0,26) + 1400(1,3 + 0,26) +
+ 1853(1,530 + 0,26 + 2,75) + 264(1,985 + 0,26) + 400(2,675 + 0,26) + 203(2,725 +
+ 0,26) + 3060(3,115 + 0,26) + 406(3,37 + 0,26) + 1165(3,37 + 0,26)] = 43210 Н.

У другому випадку зусилля, створюване гідроциліндром, дорівнюватиме:

$$R = \frac{\pi D^2}{4} p = \frac{3{,}14 \cdot 8^2}{4} 150 = 7536 \text{ кг} = 75360 \text{ Н},$$

де D = 80 мм – діаметр гідроциліндру.

Складаємо рівняння моментів відносно опори A_1:

$$\sum M_{A_1} = G_1(L + a + x_1) + G_2(L + a + x_2) + G_3(L + a - x_3) + G_4(a + x_4) +$$
$$+ G_5(L + a + x_5) + G_6(L + a + x_6) + G_7(L + a + x_7) + G_8(L + a + x_8) +$$
$$+ G_9(L + a + x_9) + G_{10}(L + a + x_{10}) + G_{11}(L + a + x_{11}) + G_{12}(L + a + x_{12}) +$$
$$+ G_{13}(L + a + x_{13}) + G_{14}(L + a + x_{14}) - Rh - R_B C = 0.$$

Після перетворень та підстановки чисельних значень отримуємо:

$$R_B = \frac{-Rh + (L + a)(G_1 + \cdots + G_{14}) + (-G_1 x_1) + G_2 x_2 + (-G_3 x_3) + G_4(a + x_4)}{C}$$
$$\frac{+G_5 x_5 + \cdots G_{14} x_{14}}{C} = 123166 \text{ Н}.$$

У третьому випадку також розглядаємо усю систему як балку на двох опорах – рейкозахваті (т. B) та задньому колесі (т. A).

Складаємо рівняння моментів відносно опори A_1:

$$\sum M_{A_1} = G_1(L + a - x_1) + G_2(L + a + x_2 \cos\alpha) + G_3(L + a - x_3) + G_4(a + x_4) +$$
$$+ G_5(L + a + x_5 \cos\alpha) + G_6(L + a + x_6 \cos\alpha) + G_7(L + a + x_7 \cos\alpha) +$$
$$+ G_8[L + a + x_{12} \cos\alpha - (x_{12} - x_8)] + G_9(L + a + x_9 \cos\alpha) +$$
$$+ G_{10}(L + a + x_{10} \cos\alpha) + G_{11}(L + a + x_{11} \cos\alpha) + G_{12}(L + a + x_{12} \cos\alpha) +$$
$$+ G_{13}[L + a + x_{12} \cos\alpha + (x_{13} - x_{12})] + G_{14}[L + a + x_{12} \cos\alpha + (x_{14} - x_{12})] -$$
$$- RH - R_B(L - C) = 0.$$

Після перетворень та підстановки чисельних значень отримуємо:

$$R_B = \frac{RH + (L+a)(G_1 + \cdots + G_{14}) + G_1x_1 + G_3x_3 - G_4(a + x_4) -}{L - C}$$

$$\frac{- \cos\alpha\,[G_2x_2 + G_5x_5 + \cdots G_{12}x_{12} + G_{13}x_{12} + G_{14}x_{12}] + G_8(x_{12} - x_8) +}{L - C}$$

$$\frac{- G_{13}(x_{13} - x_{12}) - G_{14}(x_{14} - x_{12})}{L - C} = 28963 \text{ Н.}$$

Як видно з представлених розрахунків, в третьому випадку під час аварійної ситуації рейкозахват буде більш навантажений, тому подальший розрахунок силових елементів рейкозахвату будемо вести за другим варіантом навантаження.

5.6.1.2 Розрахунок гвинта

На один рейкозахват буде діяти наступне зусилля:

$$P = 0{,}5P_A = 0{,}5 \cdot 123166 = 61583 \text{ Н.}$$

Перевіряємо різьбу гвинта на міцність. Для цього потрібно знайти величину напруження на зріз [26]:

$$\tau_{\text{зр}} = \frac{P}{\pi d_1 k_{\text{п}} H} = \frac{61583}{3{,}14 \cdot 0{,}033 \cdot 0{,}65 \cdot 0{,}032} = 285 \cdot 10^5 \text{ Па,}$$

де $d_1 = d - 2h_1 = 0{,}04 - 2 \cdot 0{,}0035 = 0{,}033$ м – внутрішній діаметр різьби; $d = 0{,}04$ м – середній діаметр різьби; $h_1 = 0{,}5S + z = 0{,}5 \cdot 0{,}006 + 0{,}0005 = 0{,}0035$ м – глибина різьби; $S = 0{,}006$ м – крок різьби; z = 0,0005 м – зазор; $k_{\text{п}} = 0{,}65$ – коефіцієнт повноти різьби; $H = 0{,}8\text{d} = 0{,}8 \cdot 0{,}04 = 0{,}032$ м – розрахункова висота гайки.

Матеріал гвинта – сталь 40Х ДСТУ 4543, поліпшена – 241…245 НВ, $\sigma_{\text{т}} = 6500 \cdot 10^5$ Па.

Запас міцності за межею текучості на зріз [27]:

$$n_\tau = \frac{0{,}6\sigma_{\text{т}}}{\tau_{\text{зр}}} = \frac{0{,}6 \cdot 6500 \cdot 10^5}{285 \cdot 10^5} = 13{,}7;$$

$$n_\tau = 13{,}7 > [n_\tau] = 3{,}0.$$

Міцність різьби доведена.

Далі перевіряємо шийку гвинта на розривання:

$$\sigma_{\text{р}} = \frac{P}{F} = \frac{61583}{0{,}0008} = 769 \cdot 10^5 \text{ Па},$$

де F – площа перетину шийки гвинта:

$$F = \frac{\pi d_2^2}{4} = \frac{3{,}14 \cdot 0{,}032^2}{4} = 0{,}0008 \text{ м}^2.$$

Запас міцності за межею текучості:

$$n_{\text{т}} = \frac{\sigma_{\text{т}}}{\sigma_{\text{р}}} = \frac{6500 \cdot 10^5}{769 \cdot 10^5} = 8{,}45;$$

$$n_{\text{т}} = 8{,}45 > n_{\text{т}min},$$

де $n_{\text{т}min} = 1{,}2$ - мінімально допустимий запас міцності [25].

Нарешті, перевіряємо вушко гвинта. Напруження в ньому дорівнюватиме:

$$\sigma = \alpha \frac{P}{F} = 4 \frac{61583}{0{,}00092} = 2677 \cdot 10^5 \text{ Па},$$

де $F = bt = 0{,}023 \cdot 0{,}04 = 0{,}00092$ м^2 – площа перетину вушка; $b = 0{,}23$ м, $t = 0{,}04$ м – відповідно висота і ширина перетину; $\alpha = 4$ – коефіцієнт концентрації напружень.

Запас міцності за межею текучості:

$$n_{\text{т}} = \frac{\sigma_{\text{т}}}{\sigma} = \frac{6500 \cdot 10^5}{2677 \cdot 10^5} = 2{,}4;$$

$$n_{\text{т}} = 2{,}4 > n_{\text{т}} = 2.$$

Міцність гвинта доведена.

5.6.1.3 Розрахунок захвату

Величина зусилля, що буде діяти на один захват рейкозахвату:

$$P_1 = 0{,}5P = 0{,}5 \cdot 61583 = 30792 \text{ Н}.$$

Розрахункова схема захвату представлена на рис. 5.4. Для перевірки конструкції на згинання визначимо величину згинального моменту в перетині *А-А*:

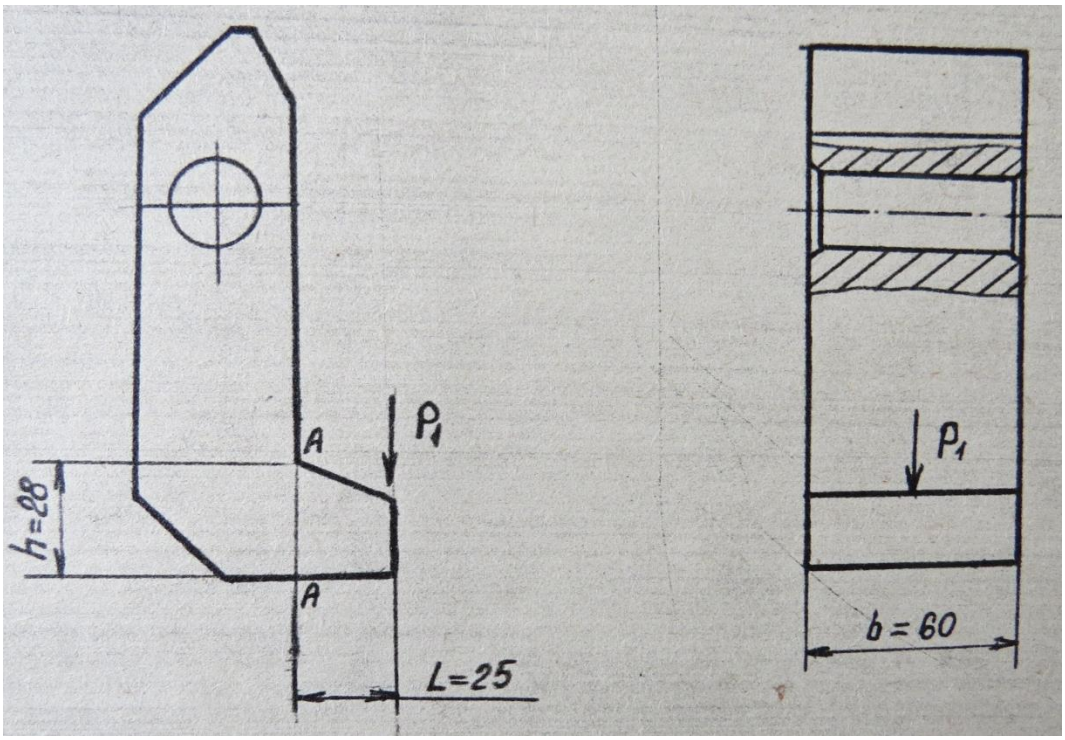


Рисунок 5.4 – Розрахункова схема захвату

$$M_A = P_1 L = 30792 \cdot 0{,}025 = 770 \text{ Н·м}.$$

Момент опору перетину *А-А* становитиме:

$$W_A = \frac{bh^2}{6} = \frac{0{,}06 \cdot 0{,}028^2}{6} = 7{,}84 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3,$$

а площа перетину:

$$F = bh = 0{,}06 \cdot 0{,}028 = 0{,}00168 \text{ м}^2.$$

Напруження в перетині *А-А* захвату:

$$\sigma = \sqrt{\left(\frac{M_A}{W}\right)^2 + \left(\frac{P_1}{F}\right)^2} = \sqrt{\left(\frac{770}{7{,}84 \cdot 10^{-6}}\right)^2 + \left(\frac{30792}{0{,}00168}\right)^2} = 999 \cdot 10^5 \text{ Па}.$$

Матеріал захвату – сталь 40Х ДСТУ 4543, поліпшена – 241…245 НВ, $\sigma_т$ = = $6500 \cdot 10^5$ Па.

Запас міцності:

$$n_т = \frac{\sigma_т}{\sigma} = \frac{6500 \cdot 10^5}{999 \cdot 10^5} = 6{,}5;$$

$$n_т = 6{,}5 > n_{тmin} = 1{,}2.$$

Міцність захвату доведена.

5.6.1.4 Розрахунок осі

Вісь 6-22g11х115.40Х ДСТУ 9650 служить місцем кріплення серги і захвату. Розглядаємо її як балку на двох опорах, що навантажена рівномірно розподіленим навантаженням інтенсивністю (розрахункова схема осі представлена на рис. 5.5):

$$q = \frac{P_1}{b} = \frac{30792}{0{,}060} = 513200 \text{ Н·м.}$$

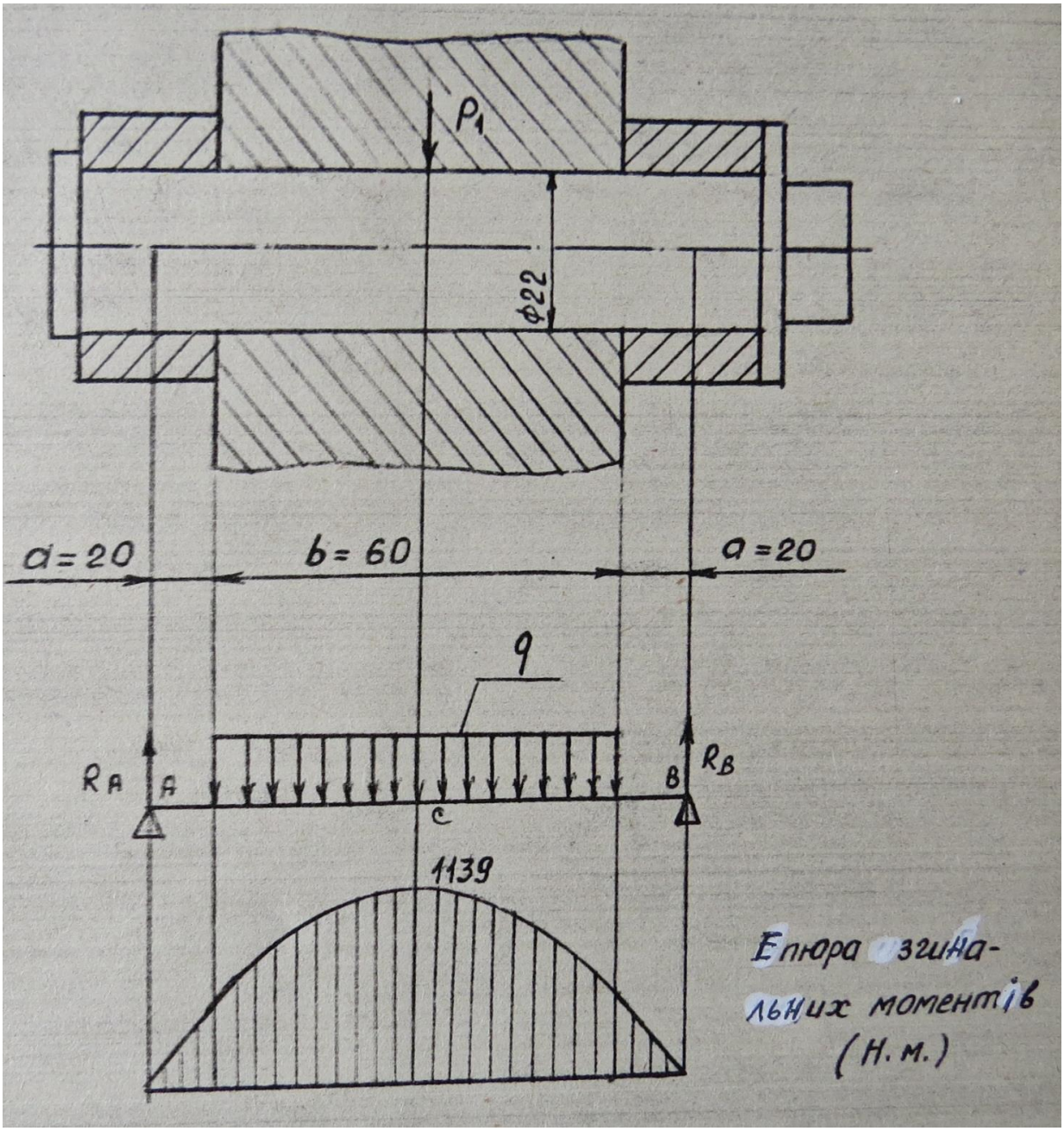


Рисунок 5.5 – Розрахункова схема осі

Визначаємо максимальний згинальний момент у перетині C:

$$M_{c\,max} = \frac{1}{8} q b^2 \cdot 4\left(\frac{a}{b} + 1\right) = \frac{1}{8} \cdot 513200 \cdot 0{,}06^2 \cdot 4\left(\frac{0{,}02}{0{,}06} + 1\right) = 539 \text{ Н·м.}$$

Момент опору перетину осі:

$$W = \frac{\pi d^3}{32} = \frac{3{,}14 \cdot 0.022^3}{32} = 0{,}104 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3.$$

Напруження згинання:

$$\sigma = \frac{M_{c\,max}}{W} = \frac{539}{0{,}104 \cdot 10^{-5}} = 5180 \cdot 10^5 \text{ Па.}$$

Матеріал осі – сталь 40Х ДСТУ 4543, поліпшена – 241…245 НВ, $\sigma_т$ = = $6500 \cdot 10^5$ Па.

Запас міцності за межею текучості:

$$n_т = \frac{\sigma_т}{\sigma} = \frac{6500 \cdot 10^5}{5180 \cdot 10^5} = 1{,}25;$$

$$n_т = 1{,}25 > n_{тmin} = 1{,}2.$$

Міцність осі доведена.

5.6.1.5 Розрахунок серги

На вушко серги передається зусилля:

$$P_2 = 0{,}5 P_1 = 0{,}5 \cdot 30792 = 15396 \text{ Н.}$$

Розрахункова схема серги представлена на рис. 5.6.

Визначаємо напруження у вушку:

$$\sigma = \alpha \frac{P_2}{F} = 4 \frac{15396}{0{,}000171} = 3600 \cdot 10^5 \text{ Па,}$$

де α = 4 – коефіцієнт концентрації напружень, який приймається в залежності від діаметрального зазору δ:

$$\delta = 0{,}7 \frac{D_{max} - D_{min}}{D_{ном}} = 0{,}7 \frac{22{,}13 - 21{,}87}{22} = 0{,}0082 \text{ мм,}$$

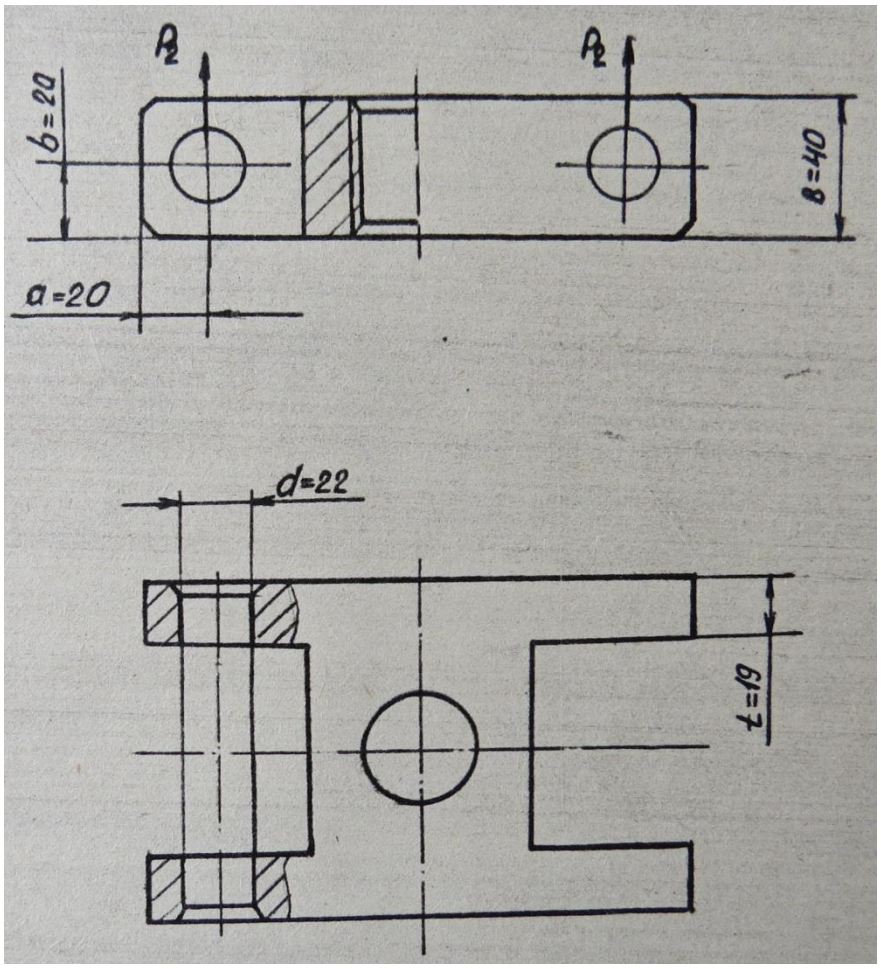


Рисунок 5.6 – Розрахункова схема серги

де D_{max} = 22,13 мм – максимальний діаметр отвору ($22^{+0,13}$); D_{min} = 21,87 – мінімальний діаметр отвору ($22^{-0,13}$); F – площа перетину вушка:

$$F = (b - 0{,}5d)t = (0{,}02 - 0{,}5 \cdot 0{,}022)0{,}019 = 0{,}000171 \text{ м}^2.$$

Значення величин b і t див. на рис. 5.6.

Матеріал серги – сталь 40Х ДСТУ 4543, поліпшена – 241…245 НВ, $\sigma_т$ = = $6500 \cdot 10^5$ Па.

Запас міцності за межею текучості:

$$n_т = \frac{\sigma_т}{\sigma} = \frac{6500 \cdot 10^5}{3600 \cdot 10^5} = 1{,}8;$$

$$n_т = 1{,}8 > n_{тmin} = 1{,}2.$$

Міцність серги доведена.

5.6.2 Обгрунтування раціонального режиму роботи обертача

Обертач бурильної машини установки БУП-2М представляє собою зубчасто-рейкову передачу з гідроприводом, що призначена для обертання машини бурильної на ±180° навколо рукоятки маніпулятора. Проте машина бурильна розташована відносно рукоятки маніпулятора консольно, що створює навантаження в зубчасто-рейковій передачі обертача.

Привод зубчасто-рейкової передачі здійснюється гідроциліндрами з діаметром поршня 125 мм.

Визначимо момент обертача, необхідний для підйому бурильної машини:

$$M = (G_{н} + G_{пп} + G_{бг})h = (406 + 3060 + 1853)0{,}4 = 2128 \text{ Н} \cdot \text{м},$$

де $G_{н}$ = 406 Н – маса напрямної; $G_{пп}$ = 3060 Н – маса подавального пристрою; $G_{бг}$ = 1853 Н – маса бурильної головки разом з полозками; h = 0,4 м – відстань між віссю рукоятки та віссю бурильної головки в горизонтальній площині.

Необхідна величина крутного моменту на шестірні обертача з урахуванням неминучих механічних втрат становитиме:

$$M_{кр} = 1{,}1M = 1{,}1 \cdot 2128 = 2340 \text{ Н·м}.$$

Мінімальний тиск робочої рідини в гідроциліндрі обертача дорівнюватиме:

$$p_{min} = \frac{2M_{кр}}{Fd_1} = \frac{2 \cdot 2340}{0{,}0123 \cdot 0{,}07} = 54 \cdot 10^5,$$

де d_1 = 0,07 м – ділильний діаметр шестірні; F – площа перетину поршню:

$$F = \frac{\pi D^2}{4} = \frac{3{,}14 \cdot 0{,}125^2}{4} = 0{,}0123 \text{ м}^2.$$

Оскільки налаштувальний тиск установки становить 10 МПа ($100 \cdot 10^5$ Па), то обертання бурильної машини відносно осі рукоятки буде забезпечено.

Для обґрунтування графіку режиму роботи обертача в якості його першого ступеня приймемо максимальний крутний момент, створюваний обертачем при тиску 10 МПа:

$$M_{\text{кр}\,max} = \frac{Fd_1P}{2} = \frac{0{,}0123 \cdot 0{,}07 \cdot 100 \cdot 10^5}{2} = 4305 \text{ Н·м.}$$

Час дії цього моменту – T_1 = 10 год.

В якості другого ступеня графіку приймаємо момент, необхідний для обертання бурильної машини – $M_{\text{кр}}$ = 2340 Н·м, час дії якого – T_2 = 740 год.

За приведеними даними будуємо графік режиму роботи обертача (рис. 5.7), в якому:

$$m_1 = \frac{M_{\text{кр}\,max}}{M_{\text{кр}\,max}} = \frac{4305}{4305} = 1;$$

$$t_1 = \frac{T_1}{T} = \frac{10}{750} = 0{,}013;$$

$$m_2 = \frac{M_{\text{кр}}}{M_{\text{кр}\,max}} = \frac{2340}{4305} = 0{,}54;$$

$$t_2 = \frac{T_2}{T} = \frac{740}{750} = 0{,}987,$$

де T = 750 год. – число гордин роботи обертача.

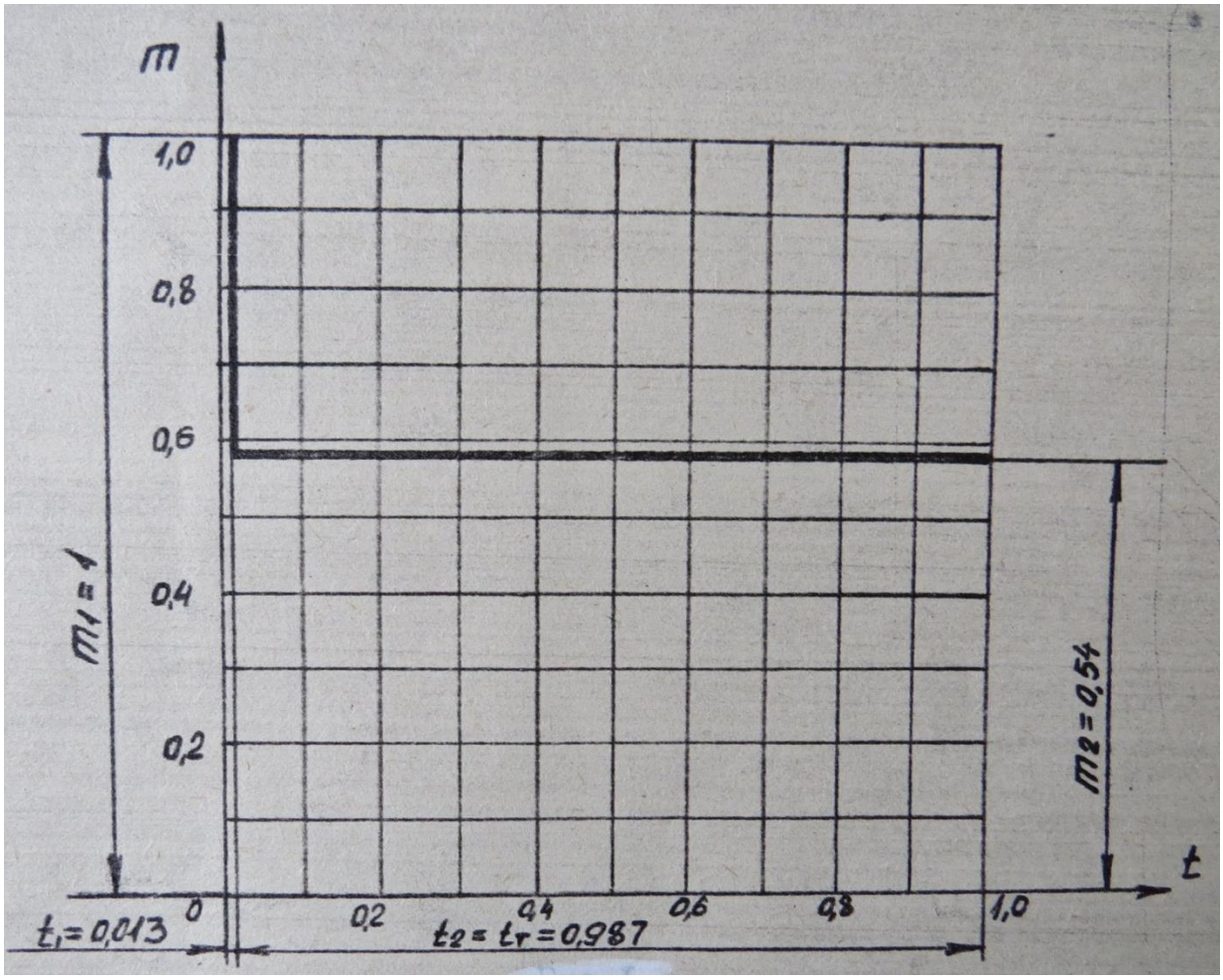


Рисунок 5.7 – Графік режиму роботи обертача

6 ЗАХОДИ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ БУРИЛЬНОЇ УСТАНОВКИ БУП-2М

Технічне обслуговування обладнання бурильної установки полягає у своєчасному виконанні певного комплексу робіт з догляду за механізмами з метою попередження відмов обладнання та підтримки установки у постійній готовності до роботи.

Виконання операцій технічного обслуговування є обов'язковою умовою тривалої та надійної експлуатації установки.

6.1 Види і періодичність технічного обслуговування агрегату

Для технічного обслуговування бурильної установки БУП-2М передбачено проведення наступних заходів:

- контрольного огляду перед виїздом;
- щозмінного технічного обслуговування (ЩО) – через кожні 8 годин роботи;
- щотижневого технічного обслуговування № 1 (ТО-1) – через кожні 40 годин роботи;
- технічного обслуговування № 2 (ТО-2) – через кожні 375 годин роботи;
- технічного обслуговування № 3 (ТО-3) – через кожні 750 годин роботи.

6.2 Порядок технічного обслуговування бурильної установки

Щозмінне технічне обслуговування (ЩО) проводиться, як правило, після роботи.

Під час ЩО здійснюється зовнішній огляд візку з усуненням помічених несправностей, перевіряється робота маніпулятора, бурильної машини та звукової сигналізації.

Переліки робіт технічного обслуговування установки приводяться:

- щозмінного технічного обслуговування (ЩО) – в табл. 6.1;

- щотижневого технічного обслуговування № 1 (ТО-1) – в табл. 6.2;

- технічного обслуговування № 2 (ТО-2) – в табл. 6.3.

Під час проведенні робіт з технічного обслуговування № 3 (ТО-3) потрібно виконати повний обсяг операцій з переліків ТО-1 і ТО-2. У разі сильного зносу бурильної машини і подавального пристрою замінити їх новими.

Під час виконання усіх робіт з технічного обслуговування потрібно дотримуватися чистоти. Слід очищати від бруду заливні горловини та пробки перед їх відгвинчуванням і використовувати для заливання масла чисту лійку. Під час заміни масла слід ретельно промити корпуси баків.

У жодному разі не можна допускати потраплянні бруду в гідросистему.

6.3 Порядок технічного обслуговування бурильної головки

Технічне обслуговування бурильної головки, як найвідповідальнішого вузла бурильної установки, слід проводити згідно із заздалегідь розробленим графіком планово-попереджувальних ремонтів. Забороняється працювати несправною бурильною головкою, адже це може призвести до повного виходу її з ладу. Своєчасне ослуговування та заміна зношених деталей значно збільшують термін служби виробу.

Система планово-попереджувальних ремонтів для бурильної головки установки включає наступні заходи: щозмінний огляд, поточні ремонти, середній ремонт.

Структура ремонтного циклу приймається за такою схемою:

П-П-C_1-П-П-C_2-П-П-C_3-П-П-C_4-П-П-C_1-П-П-C_3-П-П-C_1-П-П-списання,

де П – поточні (малі) ремонти; C_1, C_2, C_3 і C_4 – середні ремонти із заміною деталей та складальних одиниць з термінами служби відповідно 3, 6, 9 і 12 місяців.

Щозмінний огляд та поточні ремонти бурильної головки проводить безпо-

середньо на робочому місці оператор бурильної установки за участі слюсаря-ремонтника.

Середні ремонти здійснюються в майстерніх на спеціальній дільниці, обладнаній стендом для установки та закріплення бурильної головки. Ремонти виконуються спеціально навченими особами.

Щозмінний огляд головки та перевірку надійності затягування її різьбових з'єднань потрібно роботи на початку та в кінці кожної робочої зміни.

Під час огляду бурильник повинен очистити головку від пилу, бруди і бурового шламу, оглянути сполучення рукавів, що підводять повітря, масло і воду.

В разі виявлення в процесі огляду дефектів конструкції бурильник повинен сповістити про це механіка дільниці.

Під час поточних ремонтів окремі вузли головки розбирають з метою визначення зносу деталей та необхідності їх заміни. При цьому також здійснюють очищення пристрою та промивання і змащення усіх оглянутих деталей.

Середні ремонти передбачають повне розбирання бурильної головки з очищенням, промиванням та змащенням деталей, а також заміною зношених.

Розбирання бурильної головки здійснюється у наступній послідовності:

- відгвинтити гайки 38 у задній частині головки (див. рис. 2.11) і зняти стяжні болти 37 разом з кришками 15 і 19, шпонкою 18, муфтою 20 з манжетами 21 і кільцями 23;

- зняти кришку 1 ударника, розподільник 2 у зборі та вилучити поршень 4 з корпусу 3;

- вилучити хвостовик 22 разом зі втулкою 17, шпіндель 13 та ротор 12. Міняти місцями ролики 11 при цьому небажано;

- не роз'єднуючи корпуси 3 і 14, вилучити статор 10, диск 8, втулку 13 та п'яту 6;

- для заміни хвостовика 22, втулки 17 і муфти 20 з манжетами 21 і кільцями 23 достатньо відгвинтити гайки 38 у передній частині головки та зняти кришку 19;

- промити деталі головки гасом або уайт-спірітом у ванні чи механічній

мийці, продути їх стисненим повітрям, оглянути, замірити та визначити придатність їх до подальшої роботи. Допустими вважаються наступні зазори у сполученнях:

- між втулками і шийками поршня (по діаметру) – на більше 0,20-0,25 мм;
- між статором і ротором разом з роликами (торцевий зазор) – не менше 0,01 мм;
- замінити зношені деталі та зібрати бурильну головку у послідовності, зворотній процесу розбирання.

Перед збиранням деталі потрібно вкрити тонким шаром машинного масла.

Під час збирання слід обережно поводитися з деталями для запобігання утворення можливих забоїн та заусенців на гострих крайках.

Потрібно мати на увазі, що нерівномірне затягування стяжних болтів може викликати перекіс і головка не буде працювати. Тому остаточне затягування стяжних болтів потрібно робити при увімкненому обертачі на малих його обертах.

Обкатування зібраної бурильної головки слід проводити при тиску повітря не більше 0,35 МПа.

6.4 Порядок змащення установки

Регулярне змащення вузлів бурильної установки необхідне для нормальної роботи усіх тертьових пар її конструкції.

Змащення здійснюється під час щозмінних оглядів та номерних технічних обслуговувань згідно зі схемою змащення, показаної на рис. 6.1, та картою змащення, приведеною в табл. 6.4.

Змащення обертача і маслостанції здійснюється автоматично від баку автомасельнички через форсунки відповідних клапанів пневматичного пульту, а ударника – через вузол змащення.

Змащення шийок поршня ударного механізму відбувається шляхом підведення масла до кришки 1 (див. рис. 2.11) і через виточки у напрямній втулці та

розподільнику повітря. Там, де поверхня поршня має зазор з циліндром корпуса, змащення не потрібне.

Усе масло має бути чистим – звільненим від домішок.

При низькій температурі навколишнього повітря для запобігання загущення масла в нього рекомендується додавати до 25% гасу або використовувати менш в'язкі масла.

Під час проведення змащувальних робіт слід дотримуватися наступних загальних правил, які дозволяють подовжити термін служби установки:

- використовувати лише рекомендовані масла і мастила (див. табл. 6.1);
- дотримуватися вказаних в ній термінів заміни масел і мастил;
- транспортувати масла і мастила у чистій закритій тарі;
- при повній заміні мастила в механізмі (або під час його розбирання) промити деталі гасом;
- під час будь-якого регулювання механізму потрібно його змастити. Перед цим слід очистити місця змащення (пробки, кришки тощо) і запобігти можливості їх забруднення;
- наповнювати сполучення деталей мастилом аж до появи свіжого мастила із зазорів;
- під час заливання масла слідкувати за його рівнем за допомогою контрольних приладів, рисок масловказівників та щупів.

ВИСНОВКИ ПО ЧАСТИНІ ІІ

В другій частині роботи головна увага приділена питанням раціональної організації процесу експлуатації бурильної установки БУП-2М.

Мова йде про особливості технологічних процесів транспортування та зберігання виробу в періоди між його застосуванням за призначенням, попередніх та приймальних випробувань установки, буріння шпурів під час проходки підземних виробок з використанням раціональних режимів роботи обладнання, технічного обслуговування та ремонту машини.

При цьому розглянуто умови забезпечення статичної стійкості установки як у транспортному положенні, так і під час буріння машини, можливі відмови обладнання та рекомендовані способи їх усунення, основні заходи безпеки в процесі експлуатації, розраховані деякі конструктивні параметри, що забезпечують надійність та довговічність агрегату у важких підземних умовах використання.

Розроблені заходи експлуатації повиння гарантувати тривалу та без відмовну роботу установки з висовими техніко-економічними показниками.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ПО РОБОТІ

У представленій комплексній бакалаврській роботі проведено аналіз конструкції бурильної установки БУП-2М та розроблено заходи її раціональної експлуатації в умовах підземних рудників, у тому числі небезпечних з точки зору гірничих ударів та раптових викидів порід та газів.

Розглянутий агрегат відноситься до гірничого обладнання, надзвичайно широко використовуваного у практиці підземної розробки різноманітних твердих корисних копалин. Він забезпечує високий рівень механізації операцій буріння прохідницьких шпурів у важких експлуатаційних умовах шахт з видобутку руд і вугілля.

Виконаний в роботі аналіз особливостей конструктивного виконання та організації процесу експлуатації бурильної установки підтверджує її високий технічний рівень та надійність.

Подп. и дата

Взам. инв. №

Инв. № дубл.

Подп. и дата

Инв. № подл

					Лист
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-	

Инв № подл | Подп. и дата | Взам. инв. № | Инв. № дубл. | Подп. и дата
Изм. Лист № докум. Подп. Дата

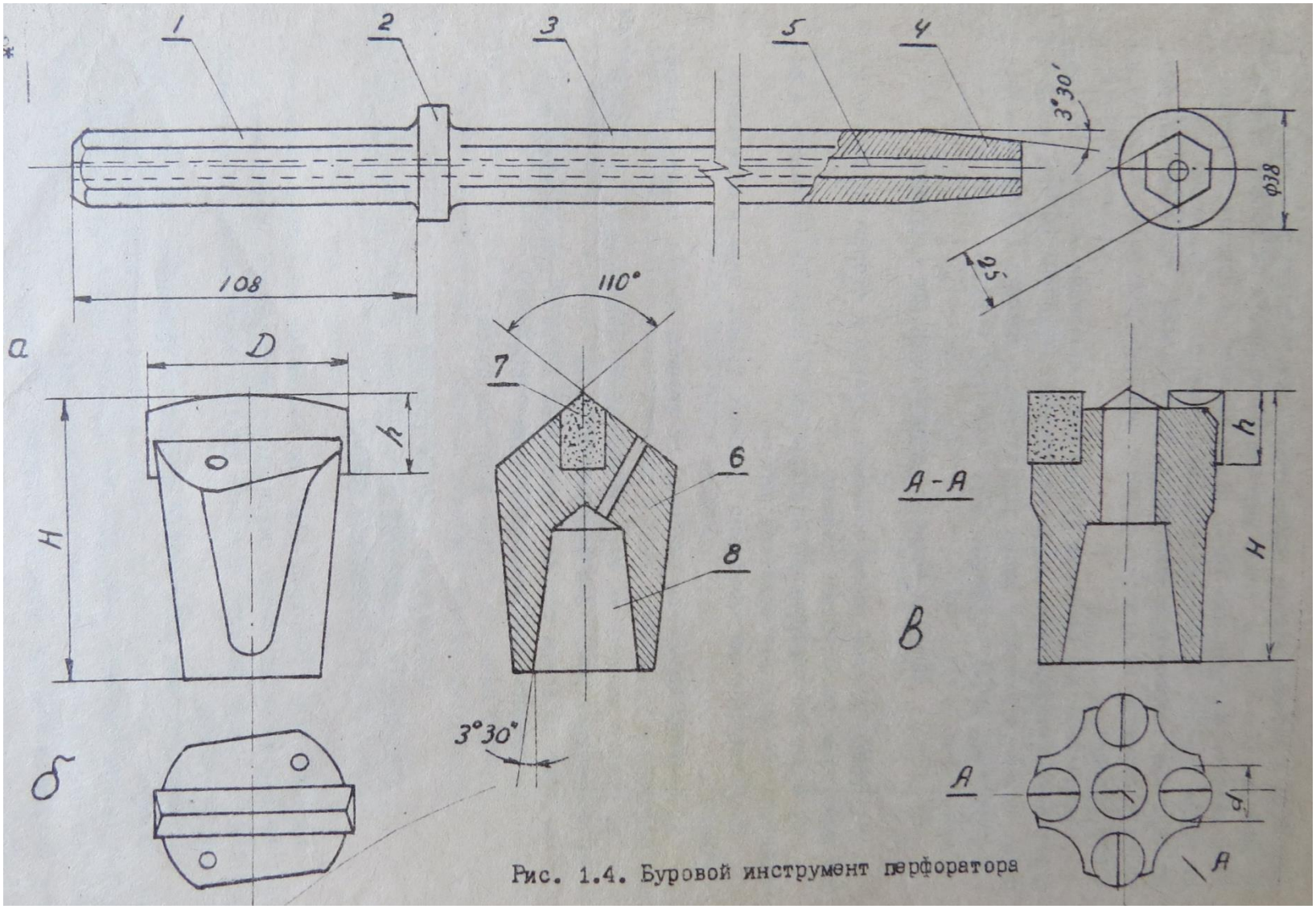


Рисунок 1.5 – Буровий інструмент перфораторів:
а – бур (1 – хвостовик; 2 – бурт; 3 – тіло бура; 4 – конусна головка; 5 – центральний отвір);
б – долотчаста коронка; *в* – хрестова коронка

Лист

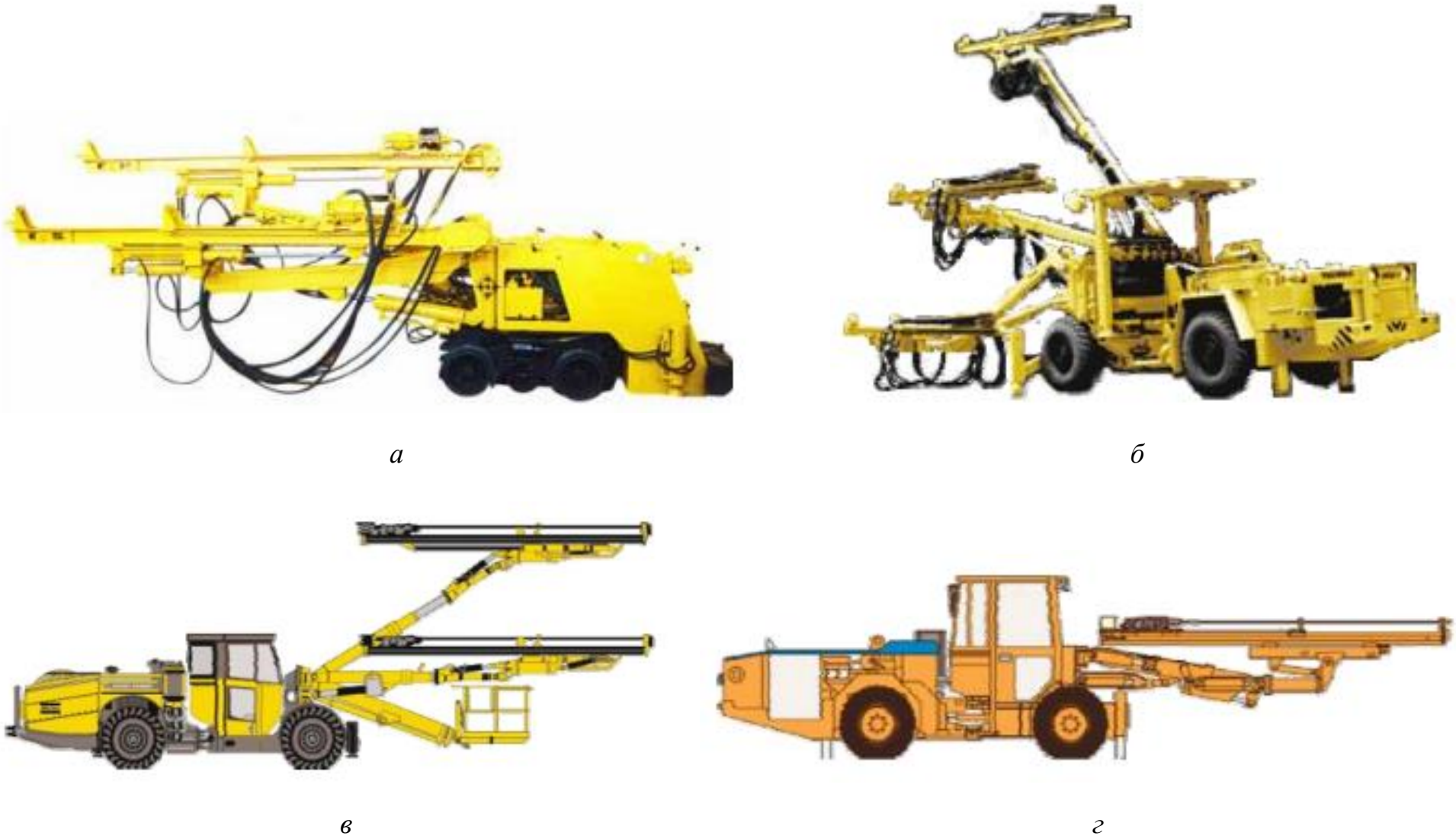


Рисунок 1.7 – Шахтні бурильні установки:
а – УБШ-207; *б* – УБШ-501А; *в* – Boomer L2C (Швеція); *г* – Axera 5-126 XL Cabin (Фінляндія)

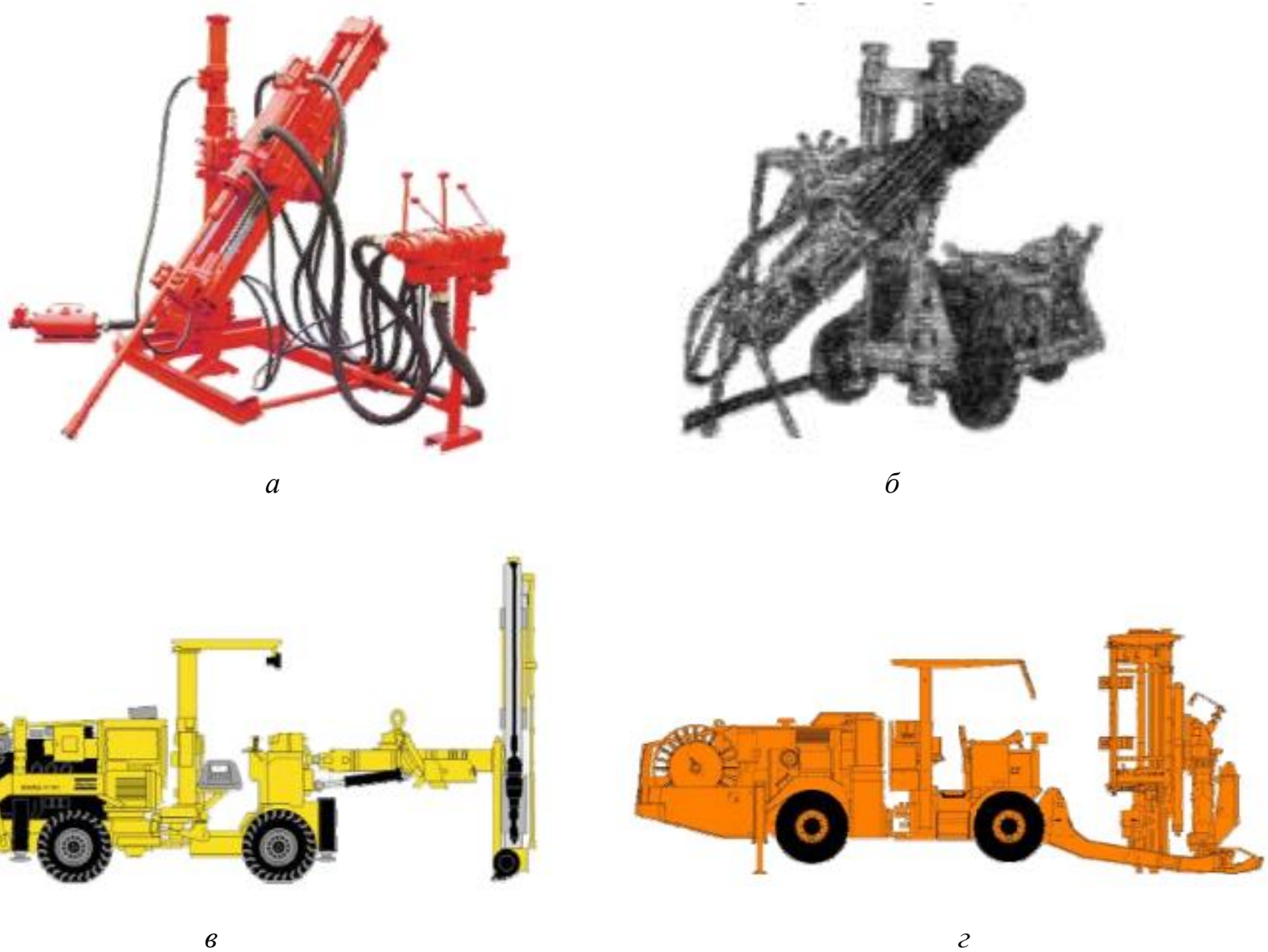


Рисунок 1.8 – Бурильні верстати:
а – БУ-80НБ; *б* – ПБУ-80; *в* – Simba H157 (Швеція); *г* – Solo 7-10F (Фінляндія)

Инв № подл | Подп. и дата | Взам. инв. № | Инв. № дубл. | Подп. и дата
Изм. Лист № докум. Подп. Дата

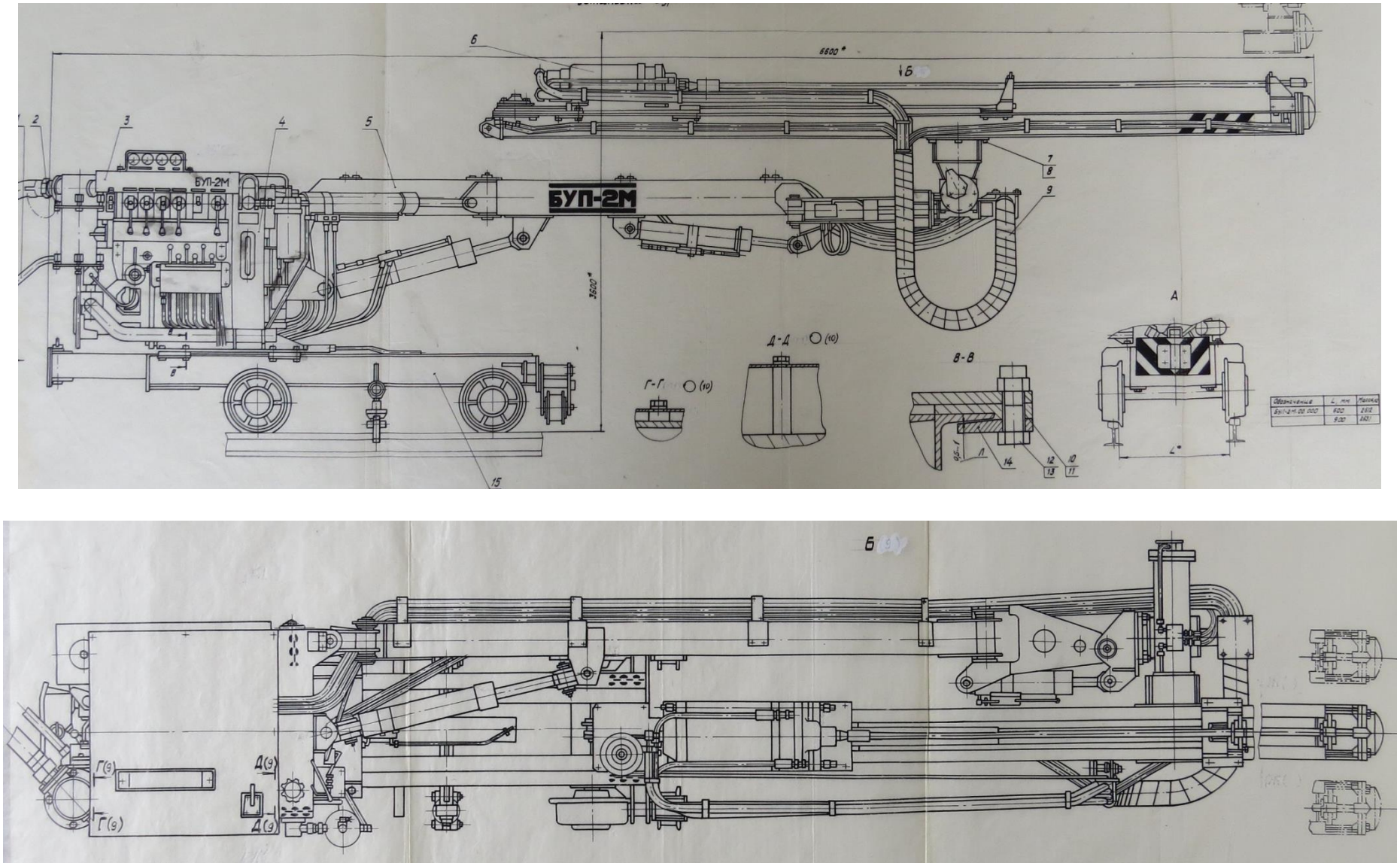


Рисунок 2.1 – Схема бурильної установки БУП-2М:
1, 2 – повітряні рукави; 3 – щит; 4 – стояк; 5 – маніпулятор; 6 – бурильна машина;
7, 12 – болти; 8, 13 – гайки; 9 – комунікація; 10, 11 – прокладки; 14 – накладка; 15 – шасі

Лист

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

Изм. Лист № докум. Подп. Дата

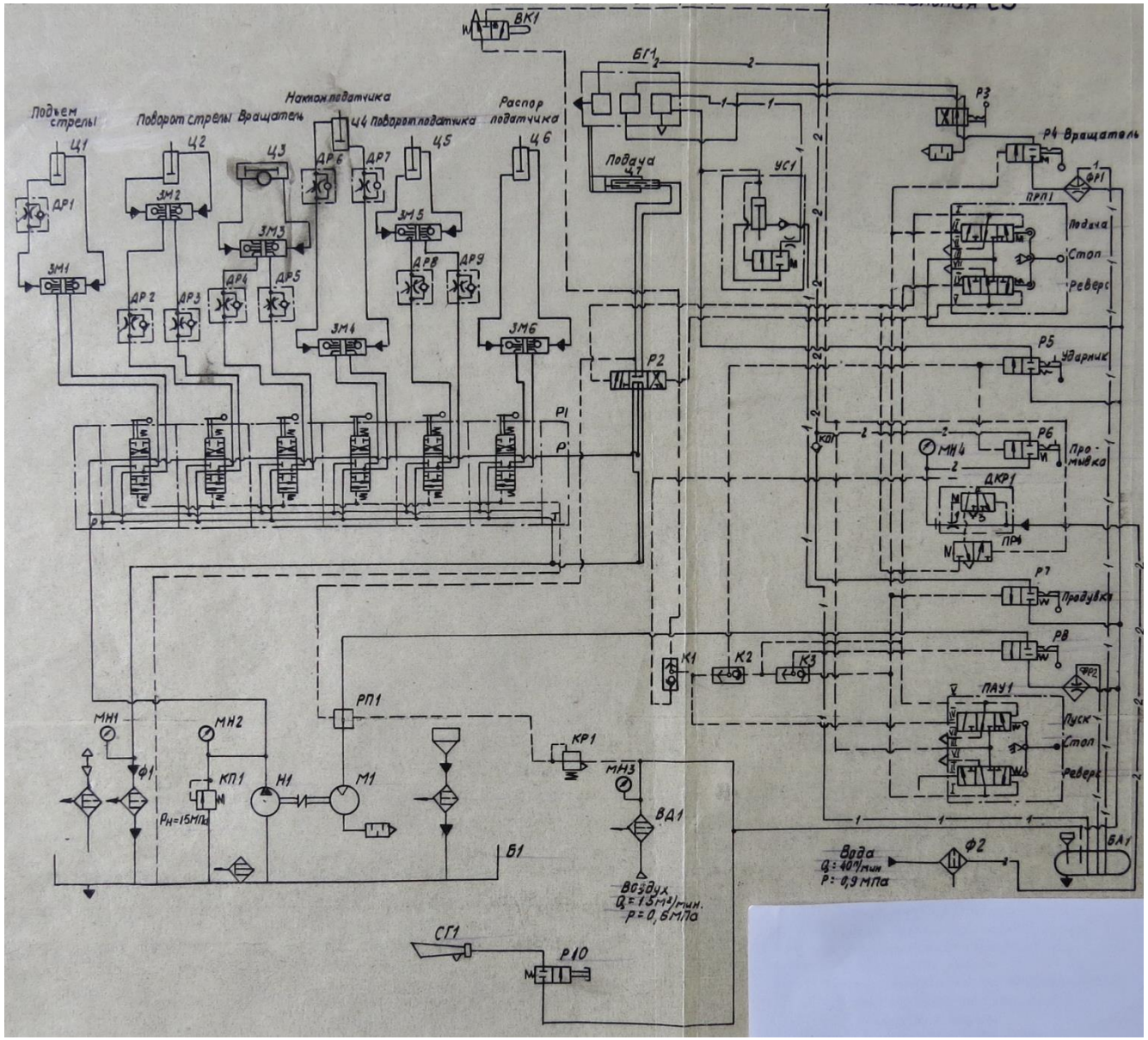


Рисунок 2.2 – Схема пневмогідравлічна принципова (перелік апаратури приведений в табл. 2.2)

Лист

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

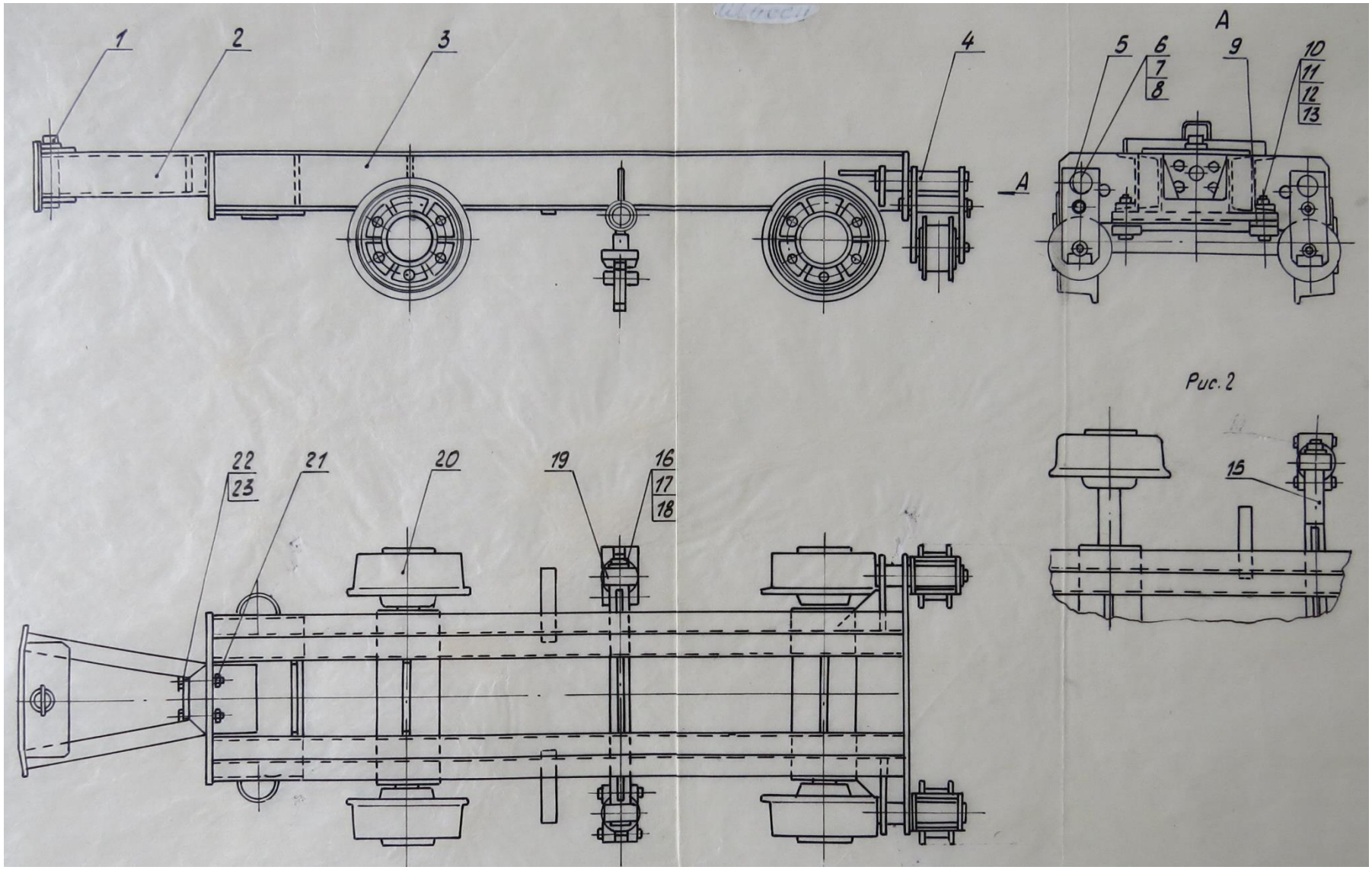


Рисунок 2.3 – Шасі:
1 – палець; 2 – зчіпка; 3 – рама; 4 – коток; 5, 7, 10, 13, 17, 23 – шайби; 6, 11, 22 – болти; 8 – дріт;
9 – прокладка; 12, 21 – гайки; 15 – втулка; 16 – вісь; 19 – рейкозахват; 18 – шплінт; 20 – колісна пара

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

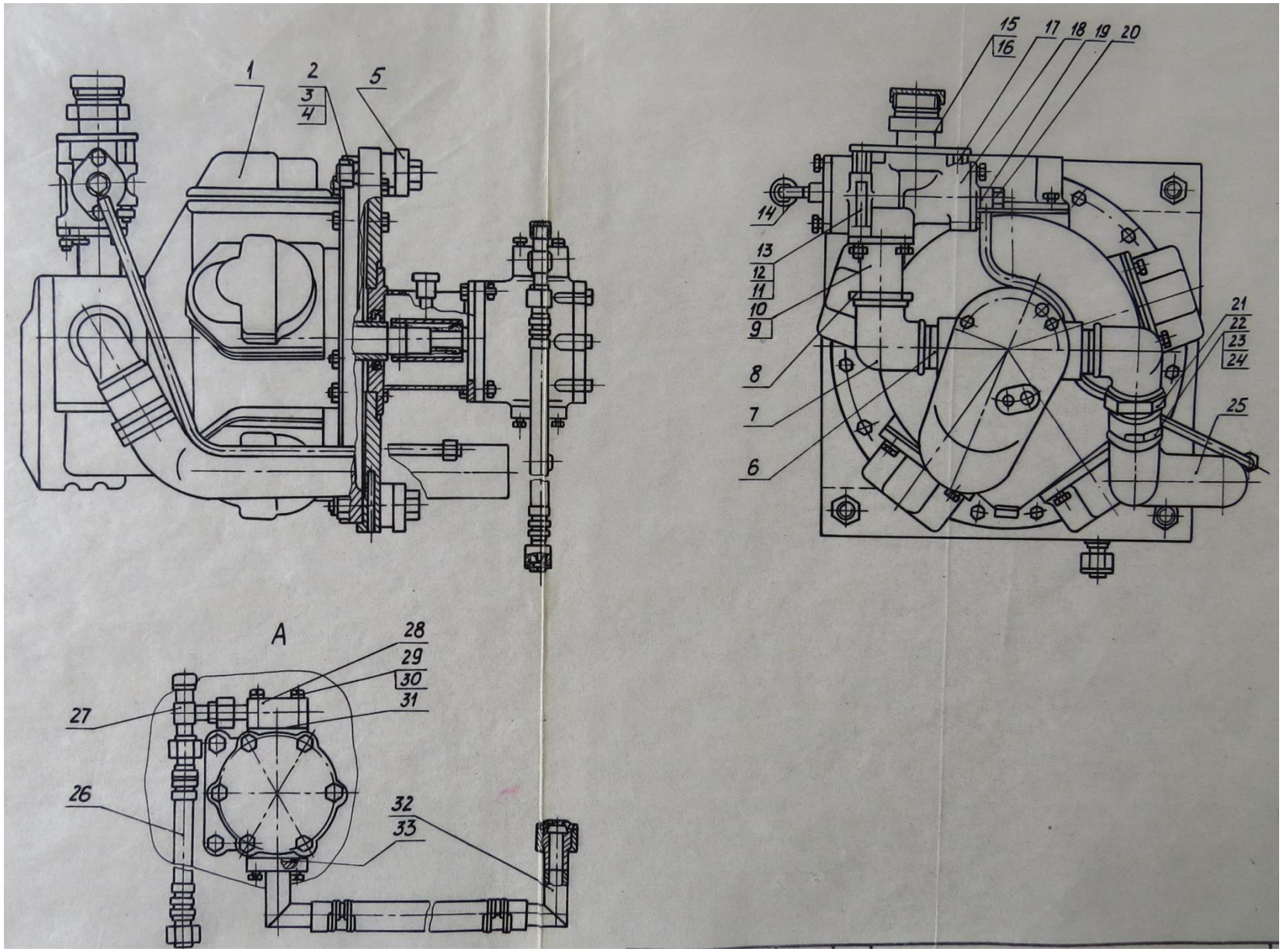


Рисунок 2.7 – Маслостанція бурильної установки

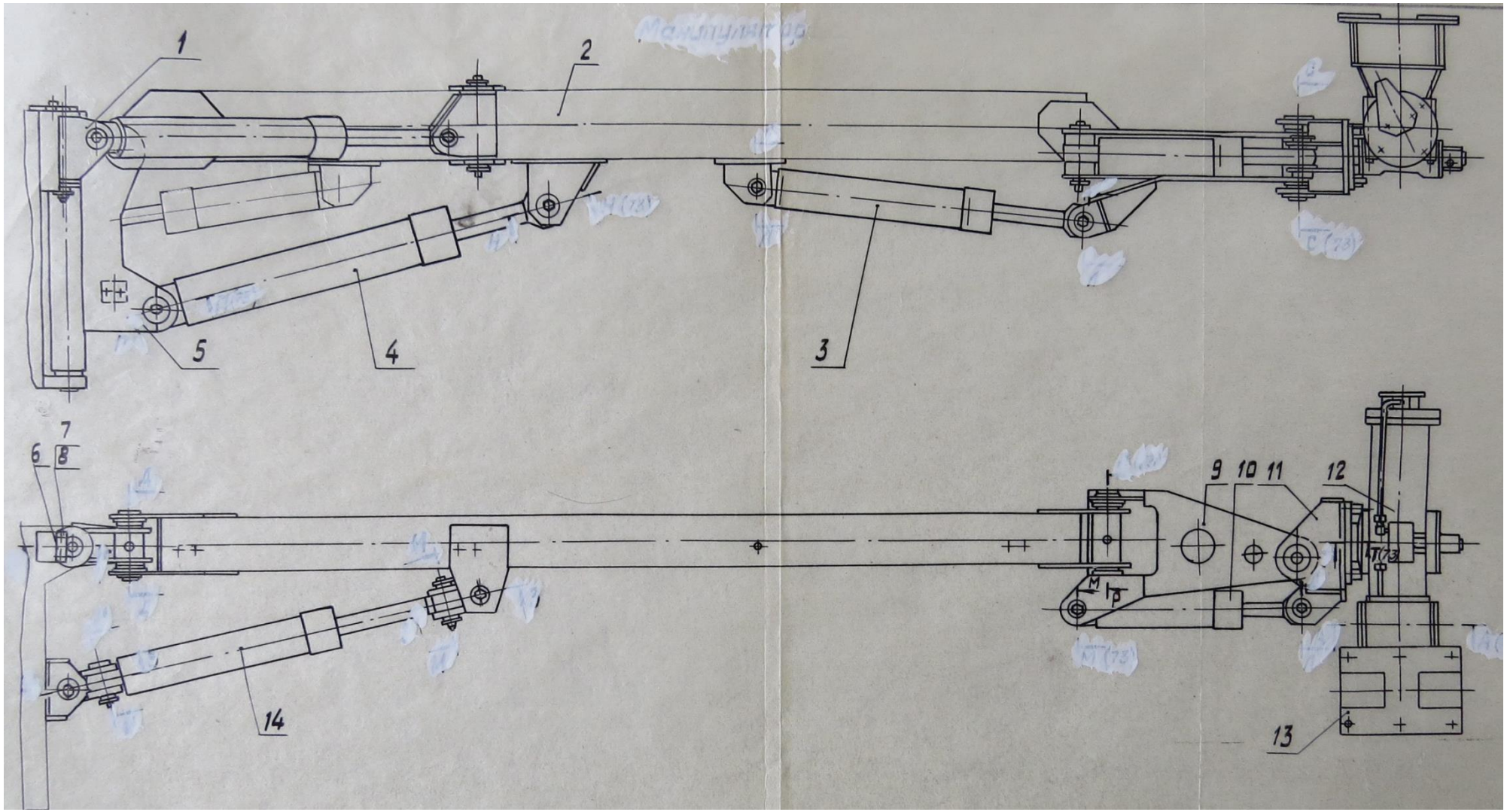


Рисунок 2.8 – Маніпулятор:
1 – вилка; 2 – рукоятка; 3, 4, 10 і 14 – гідроциліндри відповідно вертикального повороту кронштейну, підйому рукоятки, горизонтального повороту кронштейну кріплення обертача та горизонтального повороту кронштейну;
5 – колона; 6 - тримач осі; 7 – болт; 8 – шайба; 9, 11 – кронштейни; 12 – обертач; 13 – напрямна

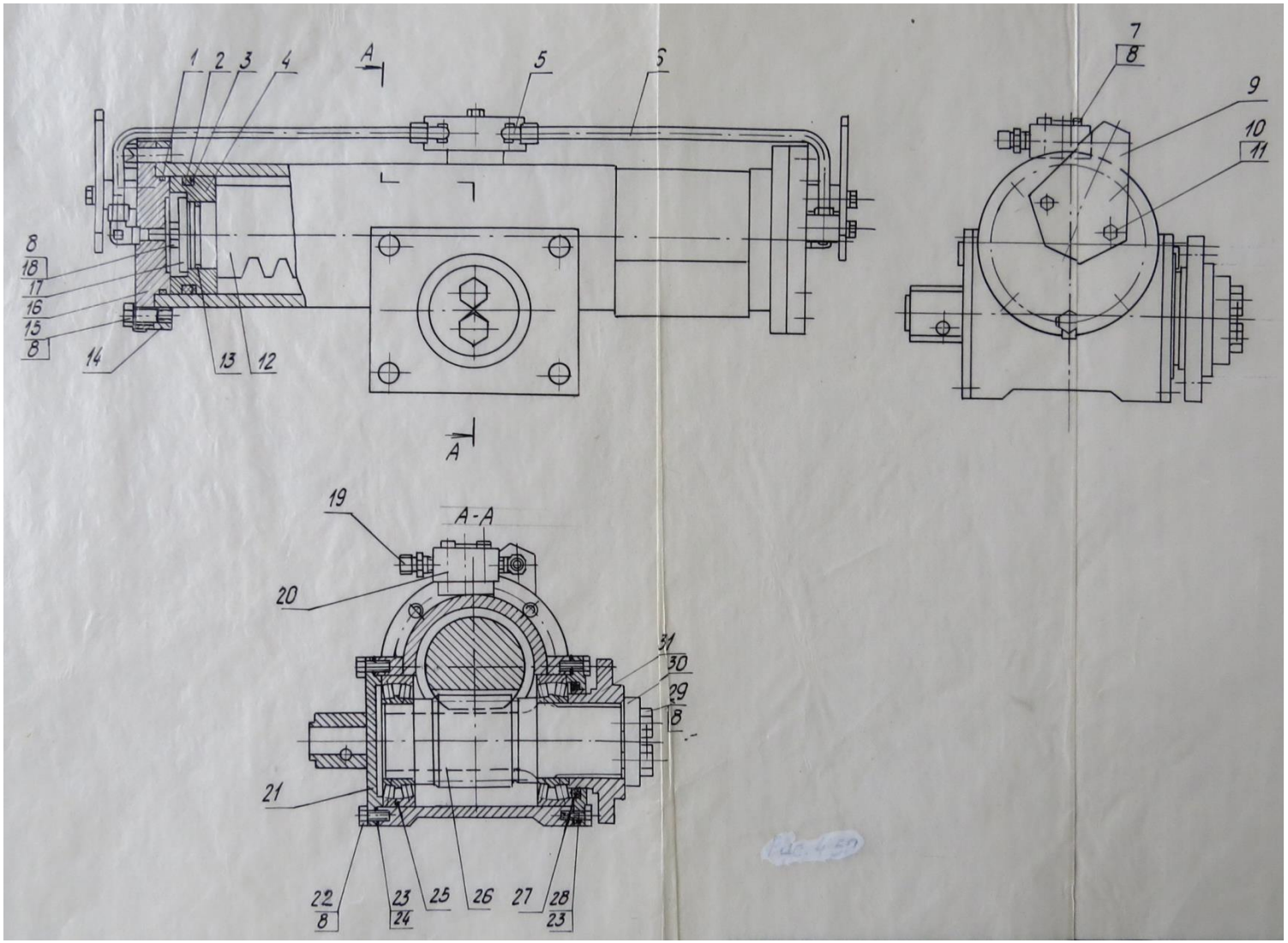


Рисунок 2.9 – Обертач:
1, 3 – кільця; 2, 13, 27 – манжети; 4 – поршень; 5 – кутник; 6 – трубопровід; 7, 10, 15, 18, 22, 29 – болти; 8 – дріт; 9, 31 – фланці; 11 – кронштейн; 12 – шток; 13 – 14 – корпус; 16, 21, 28 – кришки; 17, 30 – шайби; 19 – прохідник; 20 – гідрозамок; 23, 24 - ущільнення; 25 – підшипник; 26 – вал-шестірня

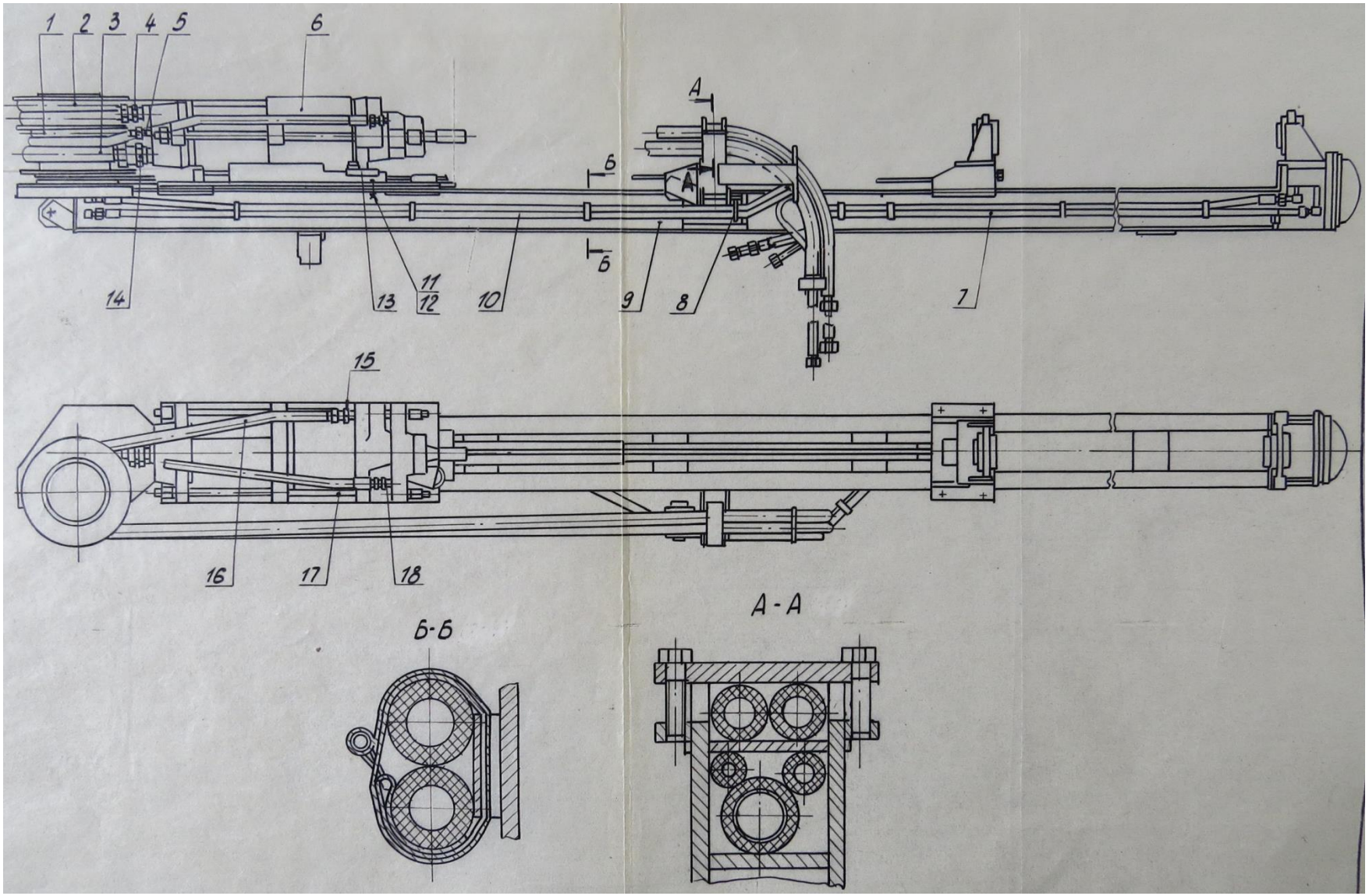


Рисунок 2.10 – Машина бурильна:
1, 2, 3, 7, 10, 16, 17 – рукави; 4, 5, 14, 15, 18 – прохідники; 6 – головка бурильна; 8 – скоба;
9 – подавальний пристрій; 11 – болт; 12 – гайка; 13 – сухар

Инв № подл | Подп. и дата | Взам. инв. № | Инв. № дубл. | Подп. и дата
Изм. Лист № докум. Подп. Дата

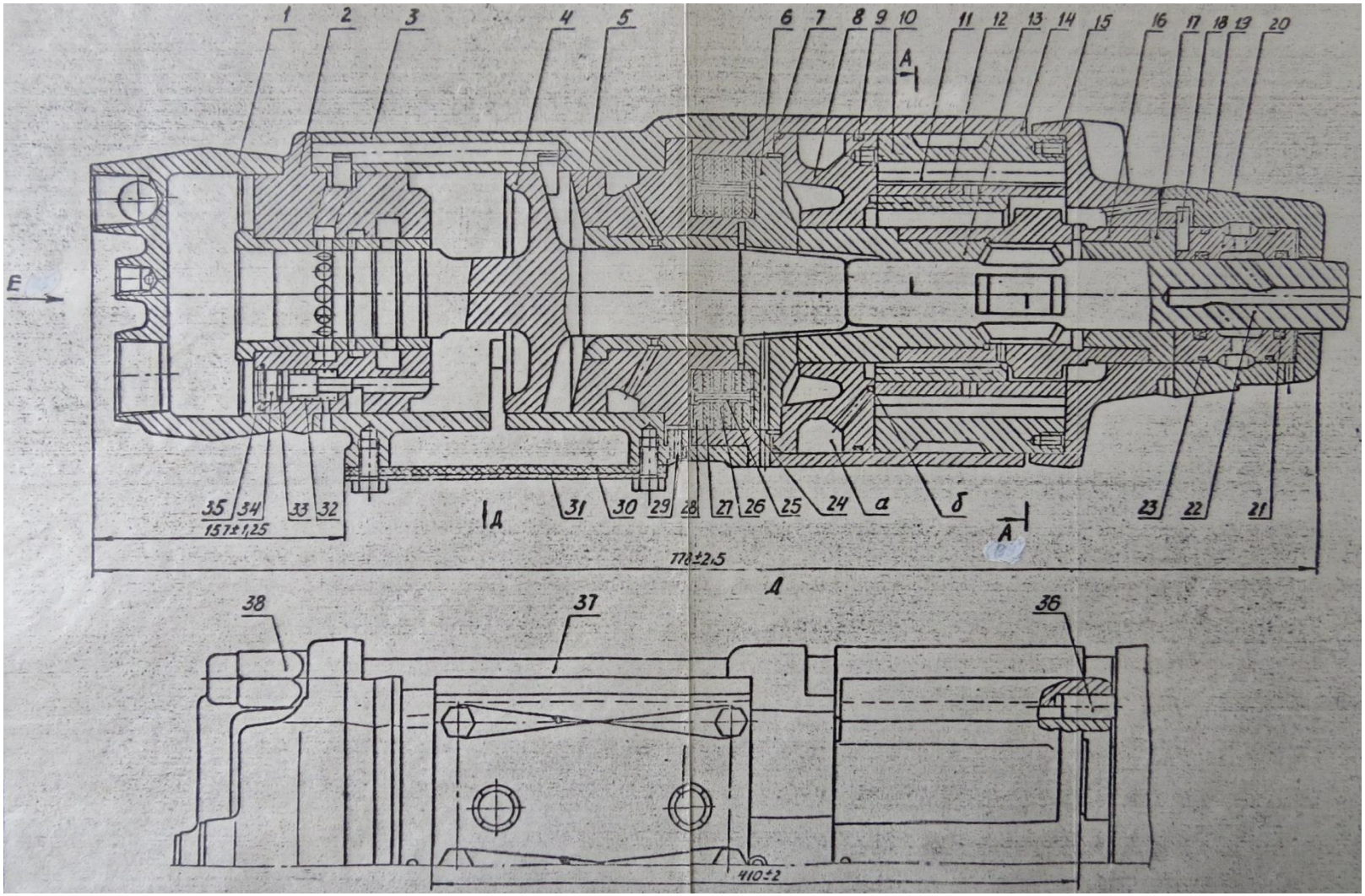


Рисунок 2.11 – Бурильна головка:
1 – кришка; 2 – розподільник повітря; 3, 14 – корпуси; 4 – поршень; 5 – втулка; 6 – п’ята; 7, 9, 23, 26, 27, 33– кільця; 8 – диск; 10 – статор; 11 – ролик; 12 – ротор; 13 – опора; 15, 19, 31, 37 – кришки; 16 – шпиндель; 17 – втулка; 18 – шпонка; 20 – муфта; 21 – манжета; 22 – хвостовик; 24, 28 – шайби; 25 – трубка; 29 – гвинт; 30 – прокладка; 32 – пружина; 34 – плунжер; 35, 36 – стопори

Лист

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

Изм. Лист № докум. Подп. Дата

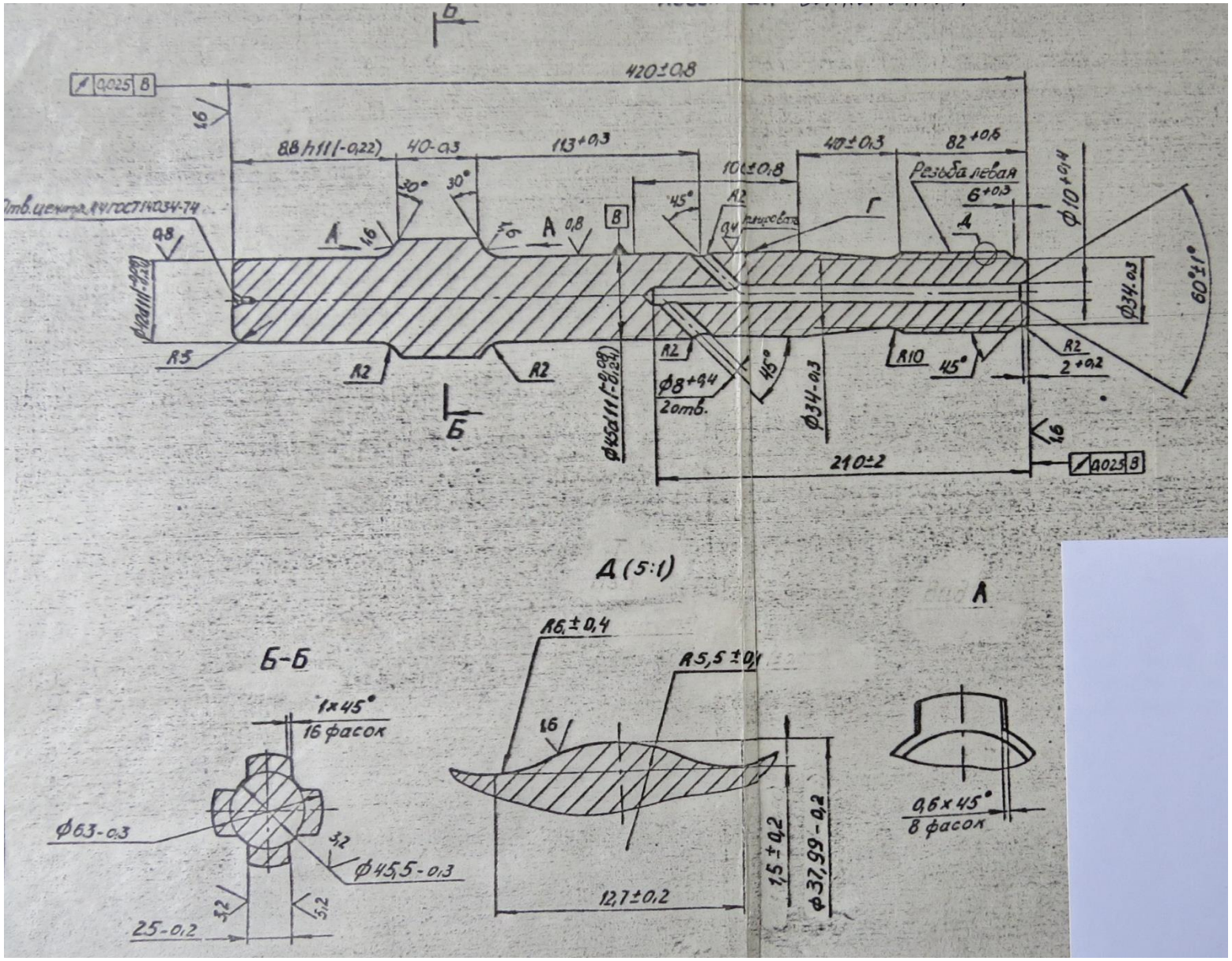


Рисунок 2.12 – Хвостовик

Лист

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

Изм. Лист № докум. Подп. Дата

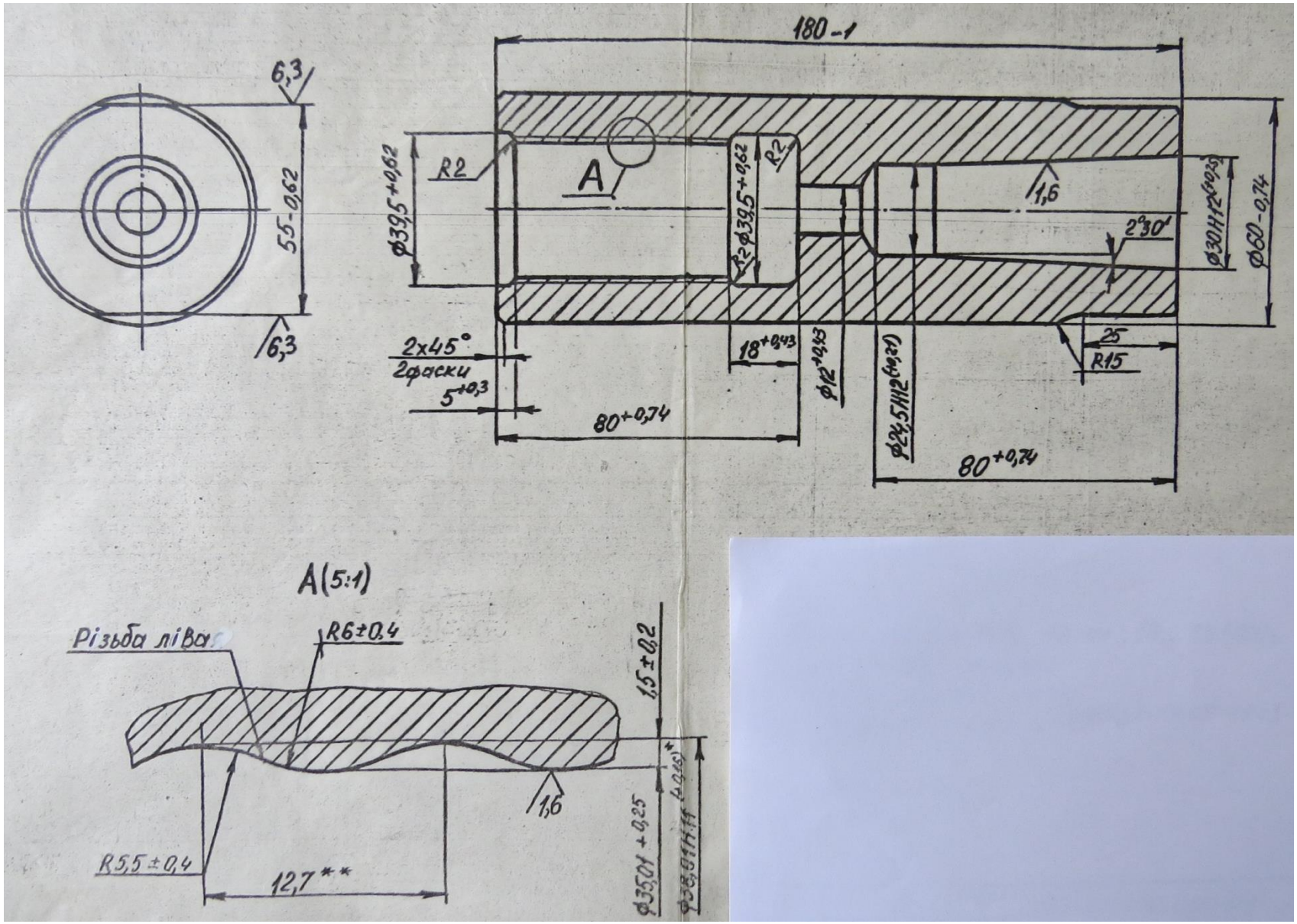


Рисунок 2.13 – Муфта

Лист

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

Изм. Лист № докум. Подп. Дата

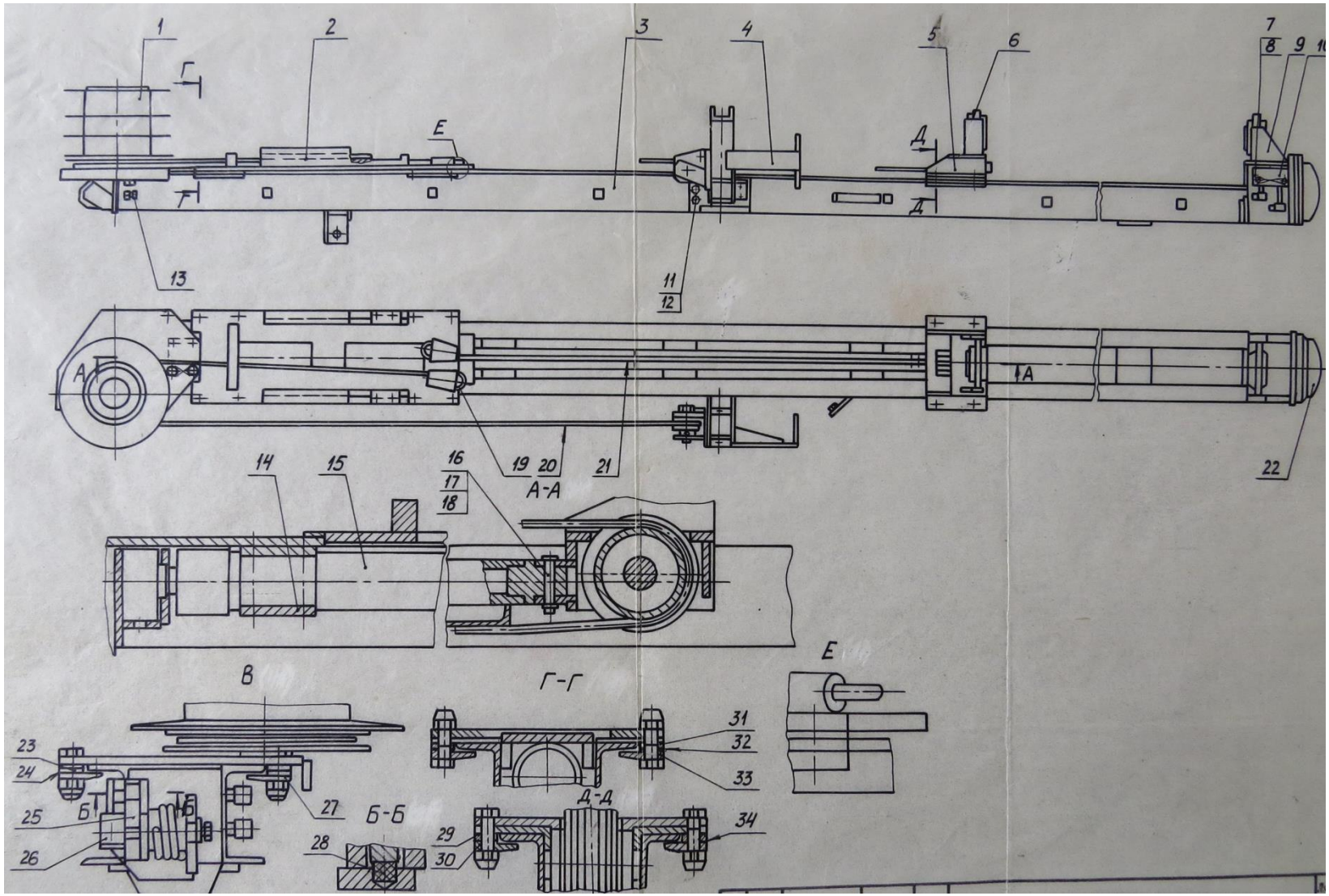


Рисунок 2.15 – Подавальний пристрій:
1 – барабан; 2 – полозки; 3 – рама; 4 – кронштейн; 5 – опора; 6, 9 – люнети; 7, 13 – болти; 8 – дріт; 10 – вимикач; 11, 12 – штифти; 14 – втулка; 15 – гідроциліндр подачі бурильної головки; 16 – вісь; 17 – шайба; 18 – шплінт; 19 – клин; 20, 21 – канати; 22 – упор; 23, 24, 29, 31, 32, 34 – прокладки; 25 – корпус; 26 – храповик; 27 – собачка; 28 – упор; 30, 33 – накладки

Лист

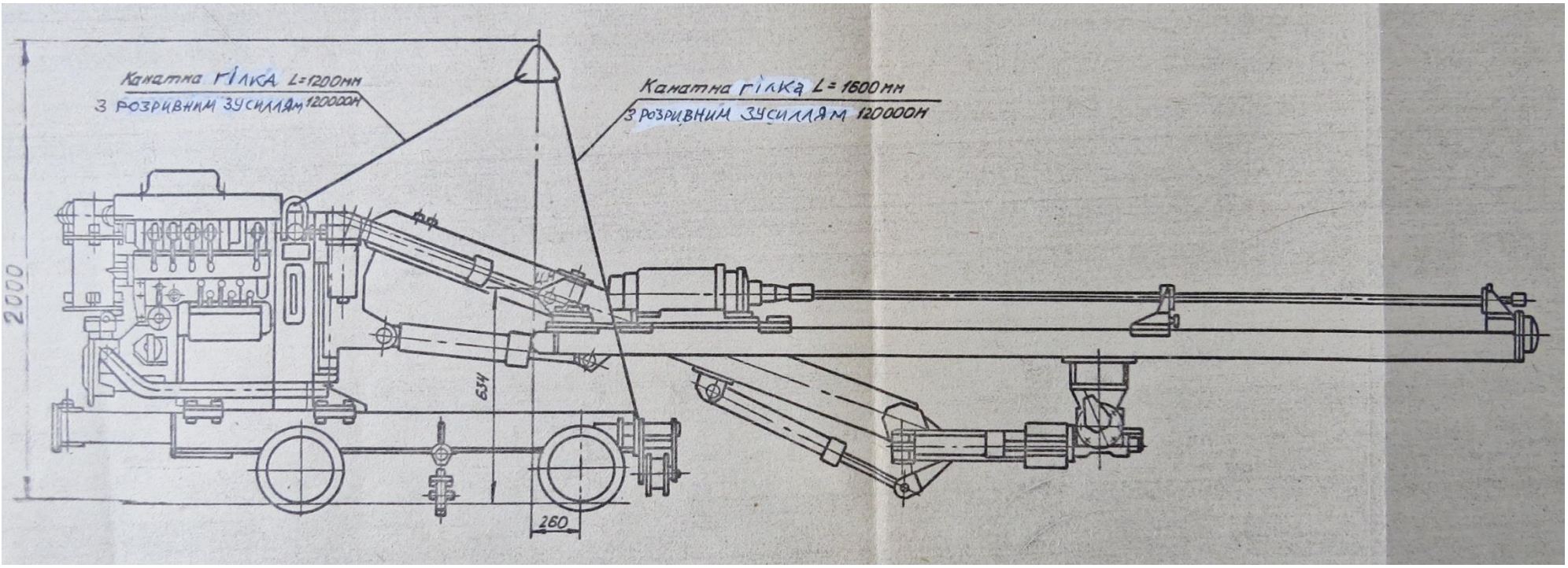


Рисунок 4.1 – Схема стропування бурильної установки

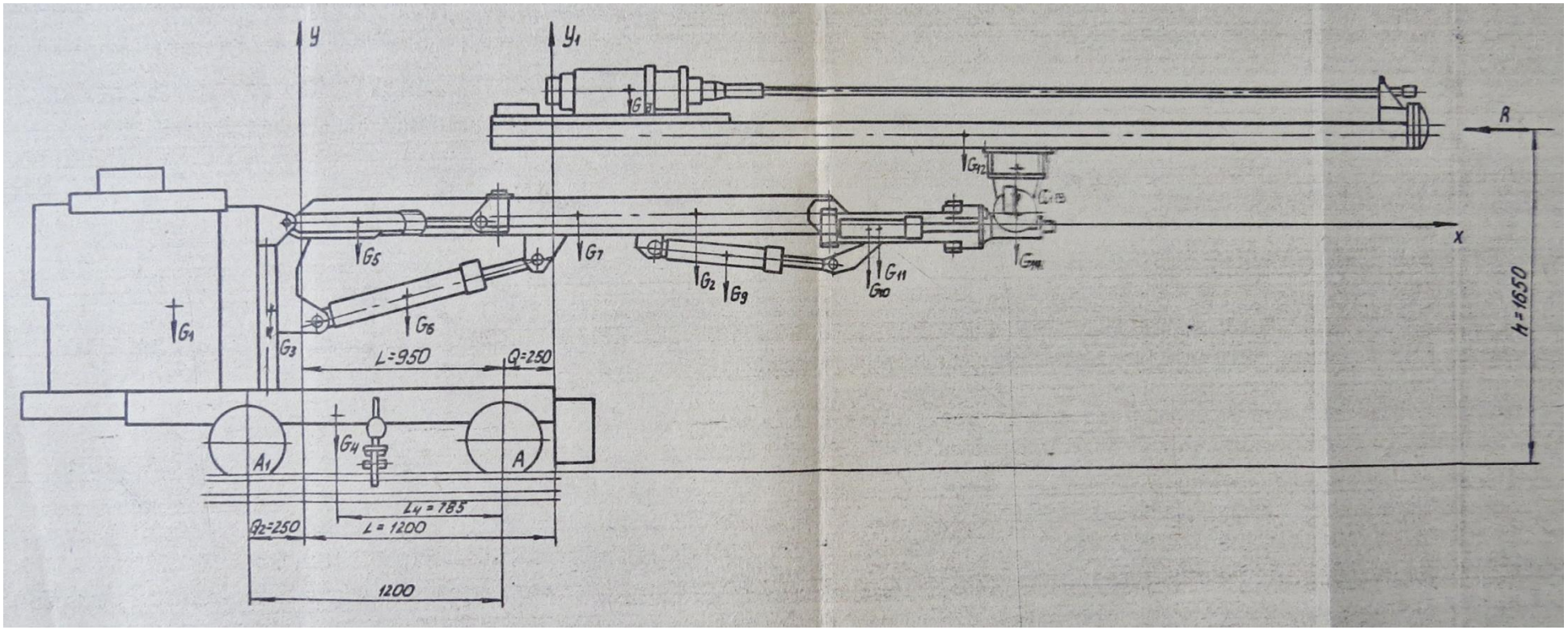


Рисунок 4.2 – Схема для розрахунку поздовжньої стійкості бурильної установки

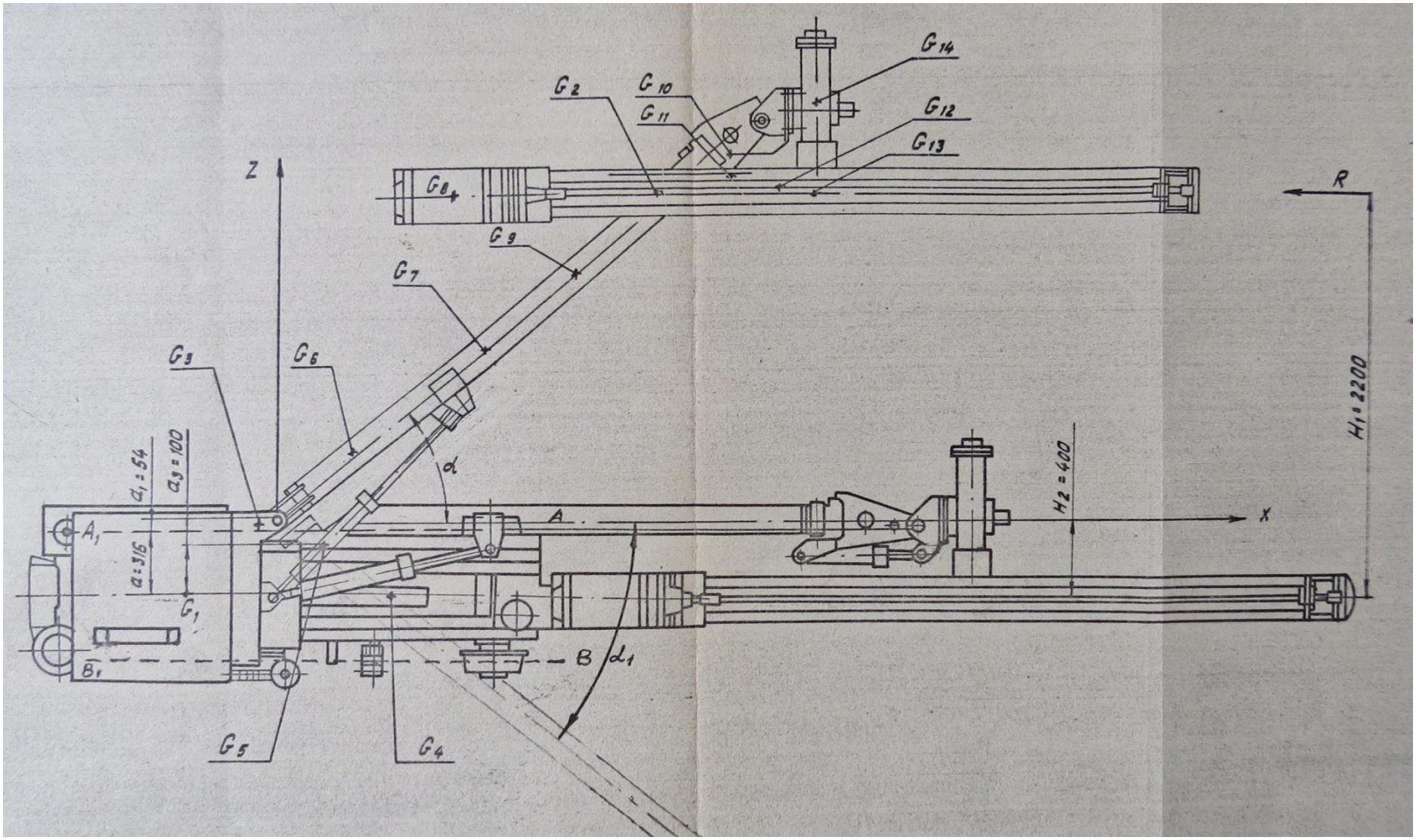


Рисунок 4.3 – Схема для розрахунку поперечної стійкості бурильної установки

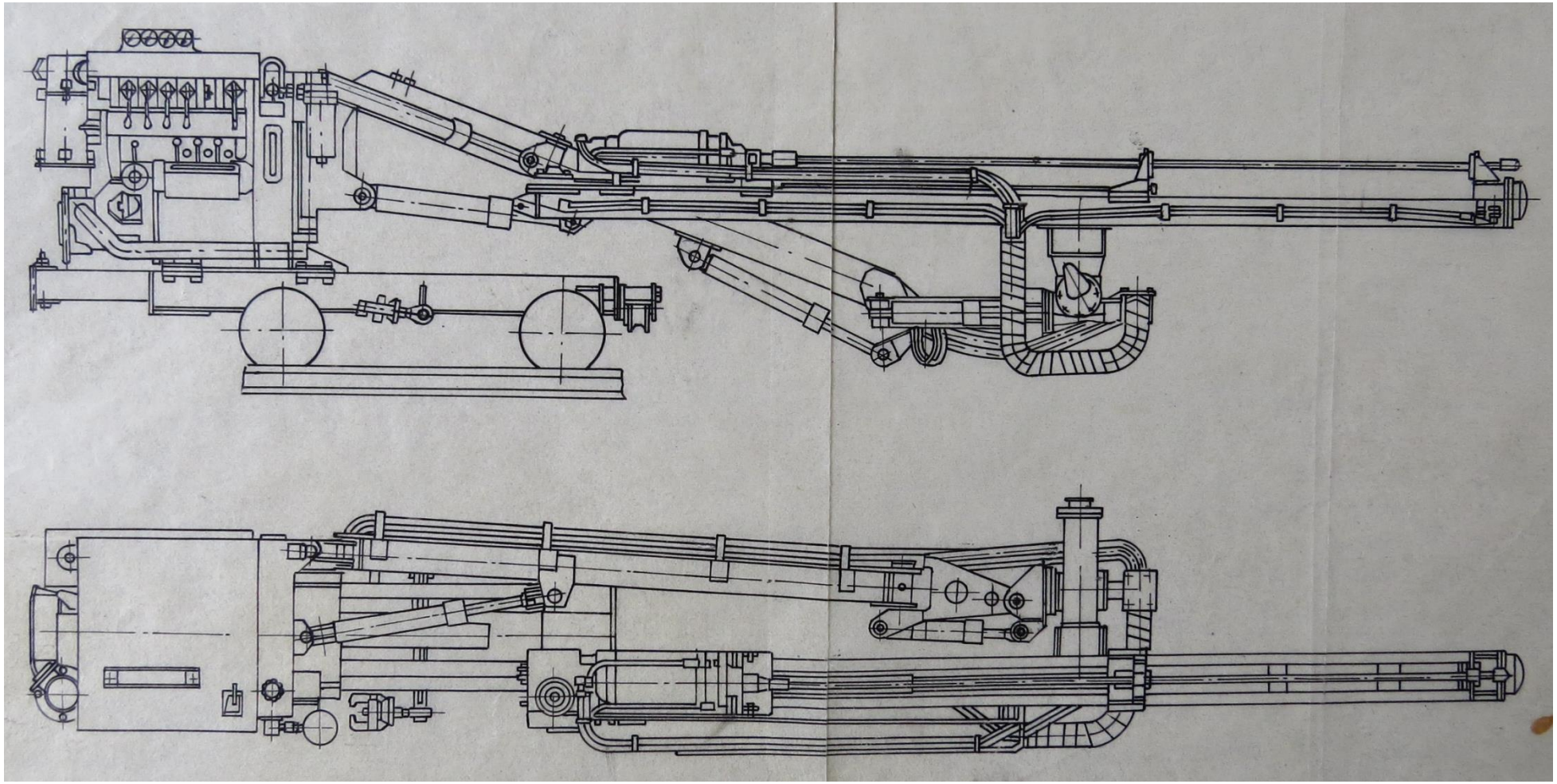


Рисунок 5.1 – Транспортне положення бурильної установки

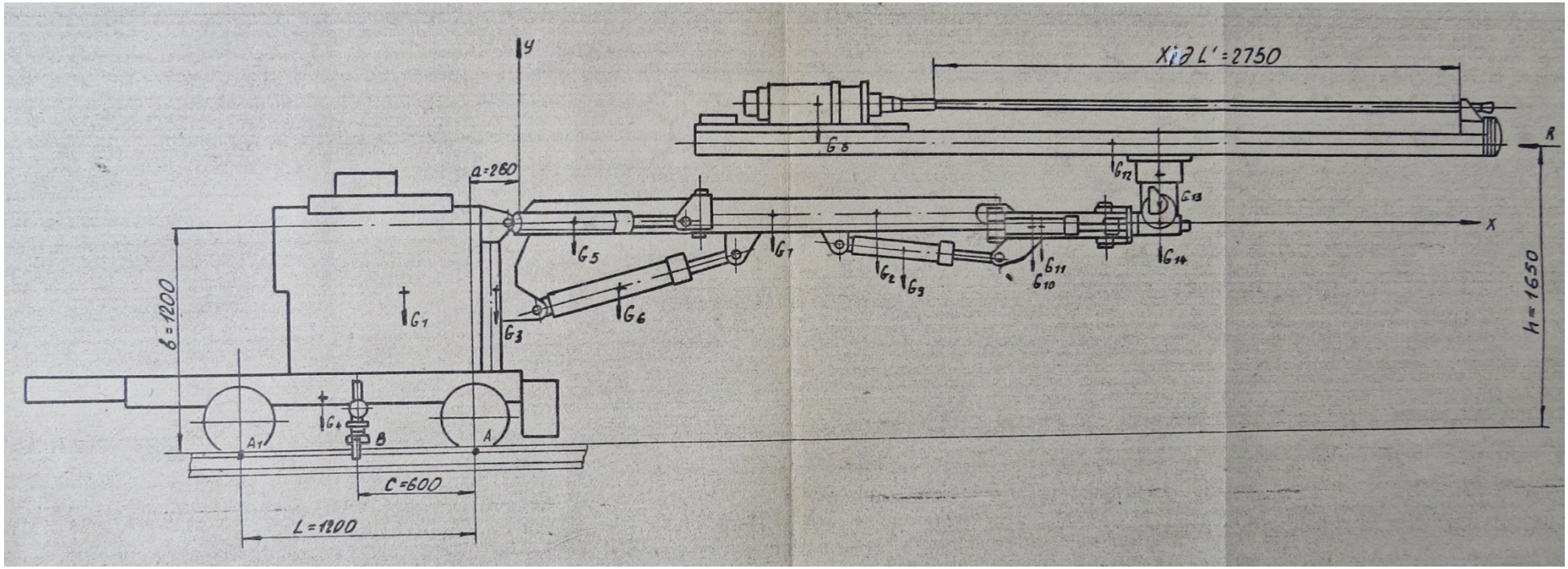


Рисунок 5.3 – Схема до розрахунку зусиль для фіксації бурильної установки за допомогою рейкозахватів

Таблиця 5.3 – Можливі несправності бурильної установки та рекомендовані способи їх усунення

Найменування несправності, її зовнішній прояв та додаткові ознаки	Ймовірна причина несправності	Рекомендований спосіб усунення
Витоки масла з місць з’єднань трубопроводів	Слабке затягування різьби Зминання кульової поверхні ніпелю	Підтягнути гайки Замінити ніпель
Витоки масла з-під штоків гідроциліндрів	Знос манжет ущільнень штоків	Замінити манжети
Насос не дає тиску	Див. паспорт насосу НШ 32-Л-2	
Намірне спінення робочої рідини	Те саме	
Надмірний нагрів робочої рідини	Часте спрацьовування запобіжного клапану	Відрегулювати клапан і не допускати, щоб у крайніх положеннях штоків гідроциліндрів тривалий час були увімкнені рукоятки керування
Самостійне опускання робочого обладнання під дією власної ваги при нейтральному положенні рукояток керування	Знос ущільнень гідрозамків	Замінити ущільнення гідрозамків
Мимовільне вимикання важелів керування	Підвищений тиск на зливу	Перевірити зливну магістраль та очистити фільтри на ній
Недостатні зусилля та швидкості переміщення штоків гідроциліндрів	Див. паспорт насосу НШ 32-Л-2 Розрегульований запобіжний клапан Засмічений дросель	 Відрегулювати запобіжний клапан Промити дросель

Таблиця 6.1 – Перелік робіт щоденного технічного обслуговування (ЩО) бурильної установки БУП-2М

№№	Зміст робіт та методи їх виконання	Технічні вимоги	Прилади, інструмент, пристосування і матеріали для проведенні робіт
1	Видалити бруд з установки		Ганчірря, скребок
2	Перевірити рівень масла у маслобаку, автомасельничці та станції маслонасосної	Масло долити до верхніх рисок масловказівників	Лійка з набору пристосувань
3	Переконатися у відсутності звисання та перегинів рукавів	Перегини рукавів не допускаються	
4	Перевірити відсутність витоків масла	Витоки масла не допускаються Замінити ушкоджені рукави, підтягнути з’єднання трубопроводів і рукавів	Інструмент з комплекту ЗІП
5	Перевірити справність сигналу	Очистити пристрій від бруду	
6	Перевірити затягування стяжних болтів, кріплення гідроциліндрів, полозків тощо	Підтягнути та законтрити послаблені кріпильні з’єднання	Інструмент з комплекту ЗІП
7	Змастити напрямні поверхні тертя у подавальному пристрої, а також штоки гідроциліндрів	Мастило наносити у кількості, необхідній для роботи протягом зміни	

Таблиця 6.2 – Перелік робіт щотижневого технічного обслуговування № 1 (ТО-1) бурильної установки БУП-2М

№№	Зміст робіт та методи їх виконання	Технічні вимоги	Прилади, інструмент, пристосування і матеріали для проведенні робіт
1	Виконати усі роботи з ЩО		
2	Змастити шарніри маніпуляторів, котків та рейкозахватів		
3	Очистити або замінити усі фільтроелементи	Зняти тиск у гідросистемі перед очищенням фільтроелементів	

Таблиця 6.3 – Перелік робіт технічного обслуговування № 2 (ТО-2) бурильної установки БУП-2М

№№	Зміст робіт та методи їх виконання	Технічні вимоги	Прилади, інструмент, пристосування і матеріали для проведенні робіт
1	Виконати усі роботи з ТО-1		
2	Замінити мастило в картері маслонасосної станції		

Продовження табл. 6.3

3	Замінити масло в маслобаку та в авто масельничці	Зняти тиск у гідросистемі, рівень контролювати за рисками контрольного скла	Лійка з комплекту ЗІП
4	Перевірити та відрегулювати зазори між поверхнями тертя полозків, люнету та рамою подавального пристрою шляхом видалення регулювальних прокладок або заміни зношених деталей	Встановити зазор 0,5-1,0 мм	Необхідні деталі та ключі з комплекту ЗІП
5	Перевірити знос деталей кріплення подавального пристрою та втулок люнету. Замінити зношені деталі новими		Необхідні деталі та ключі з комплекту ЗІП

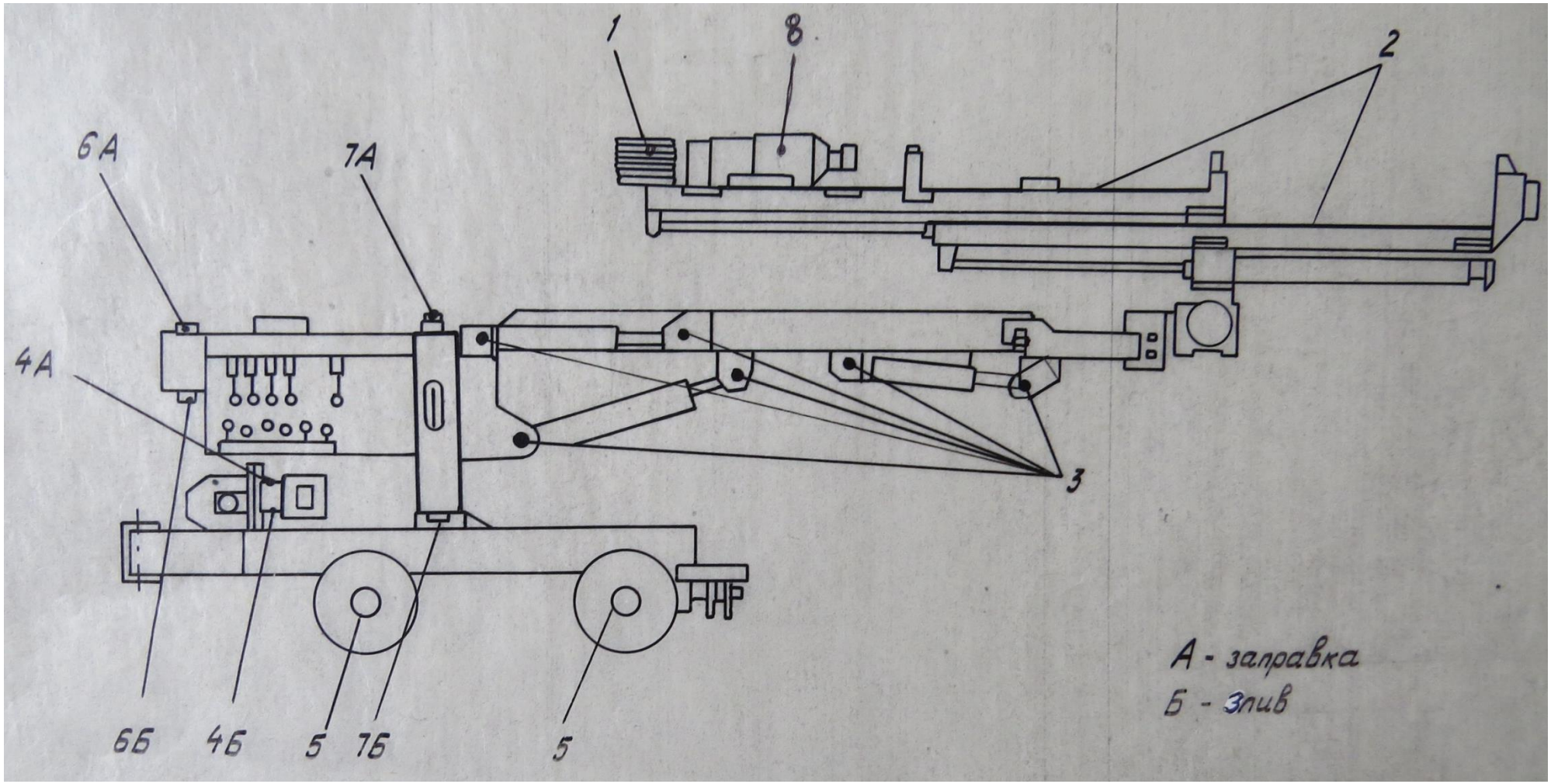


Рисунок 6.1 – Схема змащення бурильної установки БУП-2М:
1 – підшипники блоку барабана подавального пристрою; 2 – напрямні поверхі тертя рами подавального пристрою; 3 – осі шарнірів маніпулятора; 4 – картер станції маслонасосної; 5 – букси колісних пар; 6 – бак автомасельнички; 7 – маслобак гідросистеми навісного обладнання; 8 – бурильна головка

Таблиця 6.4 – Карта змащення бурильної установки БУП-2М

Найменування та позначення складальної одиниці	Найменування та марка матеріалу			Маса (об'єм) заправки	Норма витрати на рік	Періодичність заміни (поповнення), спосіб нанесення	№ поз. на схемі змащення
	Основний	Дублюючий	Резервний				
Маслобак гідросистеми навісного обладнання БУП-2М.02.500	Масло І-50 ДСТУ 20799	Масло І-40А ДСТУ 20799	Масло І-30А ДСТУ 20799	16 кг	76 кг	ТО-2, злити масло, промити, залити лійкою	7
Бак автомасельнички БУП-2М.02.300	Масло І-68СХ ТУ 38.101775	Те саме	Масло турбінне 22 або 30 ДСТУ 32 Масло веретенне АУ ОСТ 38.01412	1 $дм^3$	1500 $дм^3$	ЩО, долити лійкою	6
Картер станції маслонасосної БУП-2М.02.200	Масло І-30А ДСТУ 20799	Масло І-20А ДСТУ 20799	-	1,2 кг	2,4 кг	ТО-3, злити масло, промити, залити лійкою	4

Продовження таблиці 6.4

Напрямні поверхі тертя рами подавального пристрою 227.05.170	Літол-24 ДСТУ 21150	Літол-24рк ДСТУ 21150	Солідол Ж ДСТУ 1033	2,1 кг	3150 кг	ЩО, лопаткою	2
Осі шарнірів маніпулятора БУП-2М.04.000	Те саме	Те саме	Те саме	0,5 кг	2,5 кг	ТО-1, шприцом через прес-масельничку	3
Підшипники блоку барабану подавального пристрою 227.05.030	Те саме	Те саме	Те саме	0,1 кг	0,2 кг	ТО-3, набивкою під час розбирання	1
Букси колісних пар ЗУВГ.1.3.10.03.000	Те саме	Те саме	Те саме	0,05 кг	0,2 кг	ТО-2, набивкою	5

Примітка: для змащення бурильної головки в якості основного матеріалу використовувати Масло індустріальне І-68СХ ТУ 38.101775, а в якості дублюючого (резервного) – Масло індустріальне І-30А ДСТУ 20799

Таблиця 4.1 – Визначення координат точок прикладання вагових навантажень бурильної установки БУП-2М

Найменування деталей та складальних одиниць	Позначення ваги, G_i	Вага, Н	Координата, м			Момент, Н·м		
			x_i	y_i	z_i	$G_i x_i$	$G_i y_i$	$G_i z_i$
Стояк (з маслобаком і без колони)	G_1	8930	- 0,585	- 0,360	- 0,370	- 5224, 05	- 3214, 80	-3304,00
Комунікації	G_2	1000	1,845	0,050	0	1845,00	50,00	0
Колона	G_3	540	- 0,120	- 0,350	0	- 64,80	- 189,00	0
Шасі	G_4	4410	0,165	- 0,880	- 0,370	727,65	- 3880,80	- 1631,7
Гідроциліндр	G_5	264	0,270	0,020	- 0,310	71,28	5,28	- 81,84
Гідроциліндр	G_6	533	0,490	- 0,320	0	261,17	- 170,56	0
Рукоятка маніпулятора	G_7	1400	1,300	0,040	0	1820,00	56,00	0
Бурильна головка та полозки	G_8	1853	1,530	0,630	- 0,400	2835,09	1167,39	- 741,20
Гідроциліндр	G_9	264	1,985	- 0,140	0	524,04	- 36,96	0
Кронштейн	G_{10}	400	2,675	- 0,015	- 0,050	1070,00	- 6,00	- 20,00
Гідроциліндр	G_{11}	203	2,725	- 0,015	- 0,180	533,18	- 3,05	- 36,54
Рама з гідроциліндром подачі, люнетом та натяжним пристроєм	G_{12}	2620	3,115	0,425	- 0,400	8161,30	113,50	-1048,00
Напрямна	G_{13}	306	3,370	0,260	- 0,400	1031,22	79,56	- 122,40
Обертач	G_{14}	1165	3,370	0,060	0,030	3926,05	69,90	34,95

$\sum G_i = 23888$ Н; $\sum G_i x_i = 17537{,}13$ Н·м; $\sum G_i y_i = -4959{,}54$ Н·м; $\sum G_i z_i = -6950{,}73$ Н·м;

$$x_i = \frac{\sum G_i x_i}{\sum G_i} = \frac{17537{,}13}{23888} = 0{,}734 \text{ м}; \quad y = \frac{\sum G_i y_i}{\sum G_i} = \frac{-4959{,}54}{23888} = -0{,}208 \text{ м}; \quad z_i = \frac{\sum G_i z_i}{\sum G_i} = \frac{-6950{,}73}{23888} = -0{,}291 \text{ м}.$$

Таблиця 4.2 – Визначення координат точок прикладання вагових навантажень установки в транспортному положенні

Найменування деталей та складальних одиниць	Позначення ваги, G_i	Вага, Н	Координата, м			Момент, Н·м		
			x_i	y_i	z_i	$G_i x_i$	$G_i y_i$	$G_i z_i$
Стояк (з маслобаком і без колони)	G_1	8930	- 0,585	- 0,360	- 0,370	- 5224, 05	- 3214, 80	-3304,00
Комунікації	G_2	1000	1,734	0,631	0	1733,70	581,00	0
Колона	G_3	540	- 0,120	- 0,350	0	- 64,80	- 189,00	0
Шасі	G_4	4410	0,165	- 0,880	- 0,370	727,65	- 3880,80	-1631,70
Гідроциліндр	G_5	264	0,254	- 0,072	- 0,310	66,98	- 19,00	- 81,84
Гідроциліндр	G_6	633	0,461	- 0,487	0	245,71	- 259,57	0
Рукоятка маніпулятора	G_7	1400	1,222	- 0,405	0	1710,80	- 567,00	0
Бурильна головка та полозки	G_8	1853	1,374	- 0,26	- 0,400	2546,00	- 481,78	- 741,20
Гідроциліндр	G_9	264	1,865	- 0,819	0	492,36	- 216,22	0
Кронштейн	G_{10}	400	2,52	- 0,904	- 0,050	1008,00	- 361,60	- 20,00
Гідроциліндр	G_{11}	203	2,57	- 0,904	- 0,180	521,71	- 183,51	- 36,54
Рама з гідроциліндром подачі, люнетом та натяжним пристроєм	G_{12}	2620	2,96	- 0,464	- 0,400	7755,20	- 1215,68	-1048,00
Напрямна	G_{13}	306	3,214	- 0,629	- 0,400	983,48	- 192,47	- 122,40
Обертач	G_{14}	1165	-	-	0,030	3740,30	- 965,78	34,95

$\sum G_i = 23888$ Н; $\sum G_i x_i = 16247{,}04$ Н·м; $\sum G_i y_i =$ - 12328,21 Н·м; $\sum G_i z_i =$ - 6950,73 Н·м;

$x_i = \frac{\sum G_i x_i}{\sum G_i} = \frac{16247{,}04}{23888} = 0{,}680$ м; $y = \frac{\sum G_i y_i}{\sum G_i} = \frac{-12328{,}21}{23888} =$ - 0,516 м; $z_i = \frac{\sum G_i z_i}{\sum G_i} = \frac{-6950{,}73}{23888} =$ - 0,291 м.

Подп. и дата

Взам. инв. №

Инв. № дубл.

Подп. и дата

Инв. № подл

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-

XXX-XXX-XXXX

Лист регистрации изменений

Изм	новых				Всего листов (страниц) в	№ документа	Входящий номер сопроводительного документа и дата	Подпись	Дата
	измененных	замененных	новых	изъятых					

Подп. и дата

Взам. инв. №

Инв. № дубл.

Подп. и дата

Инв. № подл

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-	ХХХ-ХХХ-ХХХХ	Лист