Міністерство освіти і науки України
Національний університет
«Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»

Навчально-науковий інститут нафти і газу
Кафедра нафтогазової інженерії та технологій
Спеціальність 185 Нафтогазова інженерія та технології

До захисту

Завідувач кафедри
в.о. зав.кафедри НГІвГ
_____ С. Совик

МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА

на тему: Дослідження роботи автоматичного бурового ключа із розширеним діапазоном захоплюваних труб

Пояснювальна записка

Керівник
Ст. викладач Похилко К.О.
посада, наук. ступінь, ПІБ
_____
підпис, дата,

Виконавець роботи
Засуха Олександр Михайлович
студент, ПІБ
група 601-МН
_____
підпис, дата

Консультант за 1 розділом
доц. к.т.н. Губенко В.П.
посада, наук. ступінь, ПІБ, підпис

Консультант за 2 розділом
ст. ок. Дмитрієв В.Г.
посада, наук. ступінь, ПІБ, підпис

Консультант за 3 розділом
доц. к.т.н. Губенко В.П.
посада, наук. ступінь, ПІБ, підпис

Консультант за 4 розділом
к.т.н. Совик В.Ю.
посада, наук. ступінь, ПІБ, підпис

Дата захисту 24.01.25р.

Полтава, 2025

АНОТАЦІЯ

Магістерська робота виконана на тему “Дослідження роботи автоматичного бурового ключа із розширеним діапазоном захоплюваних труб ”.

В проекті подана конструкція спуско-підйомного механізму бурових установок, пристроїв для захоплення труб, для утримання труб на усті свердловини та пристроїв згвинчування-розгвинчування труб. Розглянуто недоліки конструкції бурових ключів АКБ-3 та техніко-економічне обґрунтування доцільності створення нової конструкції, що є істотним поліпшення конструкції механізму ключа шляхом модернізації деяких його елементів.

Для досягнення поставленої мети вирішено наступні науково-технічні задачі:

– вибраний комплекс обладнання для буріння свердловини;

– проведений інформаційний огляд відомих конструкцій пристроїв для згвинчування різьбових з’єднань труб;

– проведені розрахунки доцільності впровадження нової техніки з точки зору техніко-економічної ефективності;

– описаний принцип роботи обладнання;

– розраховані основні деталі і вузли механізму на працездатність;

– проведено дослідження роботи автоматичного бурового ключа із розширеним діапазоном захоплюваних труб;

– подано розрахунок економічної доцільності впровадження модернізованих ключів у виробництво.

Розроблено рекомендації з охорони праці, промсанітарії та пожежної безпеки при експлуатації бурового обладнання.

Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»

Навчально-науковий інститут нафти і газу
Кафедра нафтогазової інженерії та технологій
Освітньо-кваліфікаційний рівень: *Магістр*
Спеціальність *185 Нафтогазова інженерія та технології*
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри НГІТ
в.о. декана ІІСС С.СОВРИК
"__" _____20___ року

З А В Д А Н Н Я
НА МАГІСТЕРСЬКУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Засуха Олександр Михайлович
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Дослідження роботи автоматичного бурового ключа із розширеним діапазоном захоплюваних труб

Керівник роботи ст. викладач Похилко Костянтин Олегович
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
затверджена наказом закладу вищої освіти від "29" 08 2024 року №

2. Строк подання студентом роботи 27.12. 2024 року
3. Вихідні дані до роботи Кондуктор d = 426 мм; Проміжна колона d = 324 мм; Проміжна колона d = 245 мм; експлуатаційна колона d = 146/140 мм. Зведена вантажна характеристика обсадних і бурильних колон, Технічна характеристика бурової установки НБО-Д
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

1 Вибір та опис технологічного обладнання: 1.1 Розрахунок та вибір основного технологічного обладнання. 1.2 Опис вибраного технологічного обладнання. 2 Опис технічної пропозиції: 2.1 Опис модернізованої конструкції. 2.2 Оцінка економічної ефективності. 3 Дослідно-конструкторська робота. 4 Розрахунки працездатності. 5 Монтаж і експлуатація обладнання: 5.1 Організаційно-технічні заходи з монтажу обладнання. 5.2 Експлуатація та ремонт обладнання. 5.3 Охорона праці при монтажі та експлуатації обладнання. Висновки. Список використаної літератури. Додатки

5. Перелік графічного матеріалу

Система управління ключем АКБ-3М2 Схема превентера Силові циліндри ключа АКБ-3М2 Загальний вид. Модернізований ключ АКБ-3М. Модернізований ключ АКБ-3М (в розрізах)

6. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Етапи підготовки	Термін виконання
1	Інформаційно-оглядова частина	14.10-03.11
2	Експериментальна частина	04.11-24.11
3	Теоретична частина (Аналітика. Статистика. Моделювання)	25.11-15.12
4	Впровадження результатів досліджень	16.12-05.01
5	Оформлення та узгодження роботи	06.01-12.01
6	Попередні захисти робіт	13.01-17.01
7	Захист магістерської роботи	

Студент _____ Засуха О.М
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____ Похилко К.О.
(підпис) (прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

	Стор.
Вступ	4
1. Вибір та опис технологічного обладнання	6
1.1 Розрахунок та вибір основного технологічного обладнання	6
1.2 Аналіз спуско-підйомного механізму бурових установок	15
1.3 Конструкція бурового ключа АКБ-3М	21
2. Опис технічної пропозиції	25
2.1 Опис модернізованої конструкції автоматичного бурового ключа	25
2.2 Оцінка економічної ефективності	29
3. Дослідно-конструкторська робота	42
3.1 Дослідження зносостійкості замкових різьбових з'єднань при багаторазовому згвинчуванні-розгвинчуванні	42
3.2 Дослідження впливу мастильних матеріалів на тертя і зношування металевих пар в режимі тертя ковзання	45
4. Розрахунки працездатності	50
4.1 Розрахунки моменту затяжки різьбового з'єднання	50
4.2 Підбір горизонтальної планки регульованого моментоміра	52
4.3 Розрахунок редуктора бурового ключа АКБ – 3М2	53
5. Монтаж і експлуатація обладнання	59
5.1 Організація робіт при монтажі комплексу механізмів для виконання спуско-піднімальних операцій	59
5.2 Експлуатація та ремонт обладнання	69
5.3 Охорона праці при монтажі та експлуатації обладнання	70
Висновки	82
Список використаної літератури	84

ВСТУП

Актуальність теми. Важливий етап в бурінні свердловин – спуско-підйомні операції для зміни відпрацьованого долота або турбобура. Підйом чи спуск бурильної колони – складний, трудомісткий процес, що займає при проводці глибоких (3500—6000 м) понад 50 % від загального часу і залежний від числа рейсів долота, які необхідні для досягнення заданої глибини.

Механізація спуско-підйомних операцій по вживаному на бурових установках методу вимагає оснащення цих установок складним і дорогим комплексом механізмів, частину з якого встановлюють на основі і на вишці, а частину – підвішують до талевого блоку. Використовуваний комплекс механізмів значно ускладнює конструкції вежі і основи, а також їх монтаж, особливо вежі.

Кріплення і розкріплення труб здійснюється верхньою і нижньою частинами механічних ключів або двома машинними ключами і пневморозкріплювачем. Час, який витрачається на кріплення або розкріплення бурильного замка, складає 3-5 с, на скручування і розкручування – 15-30 с. Без ремонту ключами можна зробити 100 тис. і більше скручувань та розкручувань. Метою модернізації автоматичного бурового ключа є підвищення надійності роботи ключа за рахунок зменшення кількості перенастроювань при роботі з трубами різного діаметру.

Таким чином, на сьогодні конструкція автоматичного бурового ключа потребує модернізації та дослідження ефективності роботи модернізованого пристрою. Це все ще раз підтверджує актуальність проблеми і необхідність подальших науково-дослідницьких робіт, направлених на удосконалення конструкції автоматичного бурового ключа з метою підвищення техніко-економічних показників пристроїв для скручування бурильних труб.

Мета роботи. Дослідження роботи автоматичного бурового ключа із розширеним діапазоном захоплюваних труб.

Об'єкт дослідження. Процеси зношення замкового з'єднання бурильної колони при багаторазовому згвинчуванні.

Предмет дослідження. Властивості і характеристики модернізованого автоматичного бурового ключа.

Наукова новизна отриманих результатів.

- встановлено потребу збільшення ресурсу замкових з'єднань бурильних труб на основі вдосконалення методів підвищення довговічності різьб при збиранні-розбиранні бурильних колон в процесі спуско-підйомних операцій;

- встановлено, що зі збільшенням питомого навантаження в діапазоні 2,0 ... 5,0 кН знос пари тертя, що працює в середовищі мастила, зростає, а з ростом лінійної швидкості зменшується, причому темп зниження зносу тим більше, чим вище питоме навантаження, що пояснюється, по видимому, ефектом набігає хвилі гідророзклинювання.

Можливі результати, які очікуються при виконанні роботи, їхня новизна та значення. При запровадженні даної конструкції автоматичного бурового ключа очікується скорочення кількості операцій по переналаштуванню ключа і підвищення за рахунок цього продуктивності праці при бурінні свердловин, підвищення надійності роботи ключа.

Апробація роботи. Основні положення магістерської роботи доповідались та обговорювались на 76-й науковій конференції професорів, викладачів, наукових працівників, аспірантів та студентів Національного університету «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка», секція нафтогазова інженерія та технології, м. Полтава, 20.05.2024 р.

Структура й обсяг магістерської роботи.

Магістерська робота складається із вступу, п'яти розділів, загальних висновків, списку використаних літературних джерел, який містить 45 найменувань. Основна частина магістерської роботи викладена на 83 сторінках комп'ютерного набору і містить 15 рисунків і 12 таблиць. Повний обсяг магістерської роботи становить 88 сторінок.

1 ВИБІР ТА ОПИС ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ

1.1 Розрахунок та вибір основного технологічного обладнання

1.1.1 Вихідні дані для магістерської роботи

Конструкція свердловини глибиною 5500 м подана на рис. 1.1.

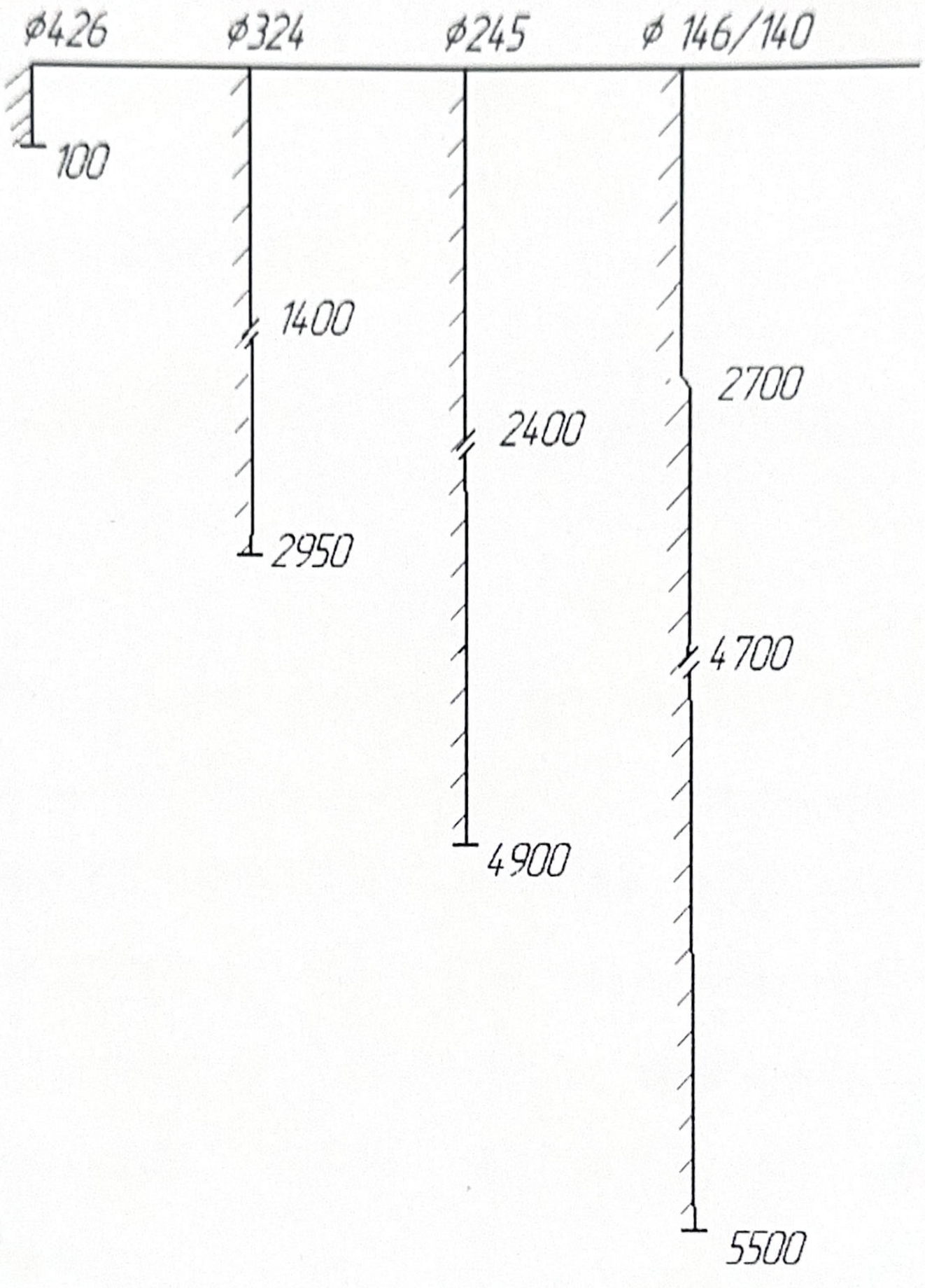


Рисунок 1.1 – Конструкція свердловини

Кондуктор d = 426 мм спускається на глибину 100 м з метою перекриття верхніх нестійких порід, схильних до поглинань і обвалів. Цементується по всій довжині.

Проміжна колона d = 324 мм спускається на глибину 2950 м двома секціями із стиковкою на глибині 1400 м з метою перекриття крейдових і юрських відкладів, де можливі звуження ствола, жолобоутворення і поглинання. Цементується колона по всій довжині.

Проміжна колона d = 245 мм спускається на глибину 4900 м двома секціями із стиковкою на глибині 2400 м з метою перекриття верхніх і середніх карбонатних порід, схильних до обсипань і обвалів. Цементується колона по всій довжині.

Експлуатаційна колона d = 146/140 мм спускається до проектної глибини 5500 м двома секціями із стиковкою на глибині 2700 м і переходом на глибині 4700м. Цементується колона по всій довжині.

1.1.2 Розрахунок діаметрів доліт

Діаметр долота при бурінні під кожну обсадну колону визначаємо за формулою:

$$D_{дол.} = D_{м} + 2\Delta, \qquad (1.1)$$

де $D_{м}$ – зовнішній діаметр муфти колони обсадних труб [6];

2Δ – величина проміжку між муфтою і стінками свердловини [6].

Під кондуктор $D_{дол}^{426} = 451 + 45 = 496$ мм; приймаємо $D_{дол}^{426} = 490$ мм.

Під проміжну колону $D_{дол}^{324} = 351 + 37 = 388$ мм; приймаємо $D_{дол}^{324} = 394$ мм.

Під проміжну колону $D_{дол}^{245} = 270 + 25 = 295$ мм; приймаємо $D_{дол}^{245} = 295$ мм.

Під експлуатаційну колону $D_{дол}^{146} = 166 + 20 = 186$ мм; приймаємо $D_{дол}{}^{146} = 190{,}5$ мм.

1.1.3 Розрахунки обсадних і бурильних колон

1.1.3.1 Визначення довжини ОБТ

Довжину ОБТ при бурінні під кожну обсадну колону визначаємо за формулою

$$\ell_{ОБТ.} = \frac{K \cdot G}{q_{ОБТ.}\left(1 - \frac{j_{б.р.}}{j_{м.}}\right)}, \qquad (1.2)$$

де К – коефіцієнт, який ураховує перевищення ваги ОБТ над навантаженням на долото; приймаємо К=1,25;

G – осьове навантаження на долото; приймаємо згідно ГТН;

$q_{ОБТ}$ – вага 1м.п. ОБТ [6];

$j_{б.р.}$ – питома вага бурового розчину; приймаємо згідно ГТН;

$j_м$ – питома вага матеріалу труб; приймаємо $j_м$=7850кг/м^3.

Під кондуктор:

$$\ell_{ОБТ}^{426} = \frac{1,25 \cdot 55 \cdot 10^3}{1920\left(1 - \frac{1090}{7850}\right)} = 42 \text{ м}$$

Під проміжну колону ǿ 324 мм:

$$\ell_{ОБТ}^{324} = \frac{1,25 \cdot 225 \cdot 10^3}{1920\left(1 - \frac{1150}{7850}\right)} = 172 \text{ м}$$

Під проміжну колону ǿ 245 мм:

$$\ell_{ОБТ}^{245} = \frac{1,25 \cdot 210 \cdot 10^3}{1890\left(1 - \frac{1260}{7850}\right)} = 165 \text{ м}$$

Під експлуатаційну колону:

$$\ell_{ОБТ}^{146} = \frac{1,25 \cdot 190 \cdot 10^3}{970\left(1 - \frac{1700}{7850}\right)} = 315 \text{ м.}$$

1.1.3.2 Визначення довжини бурильного інструменту

Розраховуємо бурильний інструмент при бурінні під експлуатаційну колону.

Для І-ої секції бурильної колони приймаємо бурильну трубу ǿ 114мм із товщиною стінки 9 мм групи міцності К. Визначаємо допустиму глибину бурильних труб за формулою:

$$\ell_{доп} = \frac{Q^{I}_{доп} - \ell_{ОБТ} \cdot q_{ОБТ}\left(1 - \frac{j_{б.р.}}{j_{м}}\right)}{q^{I}_{пр}\left(1 - \frac{j_{б.р.}}{j_{м}}\right)} + \ell_{ОБТ}, \quad (1.3)$$

де $q^{I}_{пр.}$ – вага 1 м.п. бурильної труби [6];

$Q^{I}_{доп.}$ – допустиме розтягуюче навантаження на тілі труби; визначаємо за формулою

$$Q^{I}_{доп} = \frac{Q^{I}_{р}}{K}, \quad (1.4)$$

де $Q_р$ – розтягуюче навантаження, при якому напруження у тілі труби досягає межі текучості [9];

К – коефіцієнт запасу міцності; приймаємо для роторного буріння К=1,4.

$$Q^{I}_{доп} = \frac{2100}{1,4} = 1500\ \text{кН};$$

$$\ell^{I}_{доп} = \frac{1643 \cdot 10^{3} - 315 \cdot 970\left(1 - \frac{1700}{7850}\right)}{277 \cdot \left(1 - \frac{1700}{7850}\right)} + 315 = 6845\ \text{м}$$

Верхню частину колони складаємо із труб діаметром 127 мм із товщиною стінки 9 мм групи міцності К. Визначаємо допустиму довжину 2-ої секції за формулою

$$\ell^{II}_{доп.} = \frac{Q^{II}_{доп.} - Q^{I}_{доп}}{q^{II}_{пр.}\left(1 - \frac{j_{б.р.}}{j_{м.}}\right)}, \quad (1.5)$$

де $q^{II}_{пр.}$ – вага 1 м.п. бурильної труби 2–ої секції;

$Q^{II}_{доп.}$ – допустиме розтягуюче навантаження на тілі труби 2-ої секції.

$$Q^{II}_{доп.} = \frac{Q^{II}_{р}}{K}. \quad (1.6)$$

$$Q^{II}_{доп.} = \frac{2300}{1,4} = 1642,8\ \text{кН};$$

$$\ell^{II}_{доп.} = \frac{1642,8 \cdot 10^{3} - 1500 \cdot 10^{3}}{305 \cdot \left(1 - \frac{1700}{7850}\right)} = 603\ \text{м}$$

Третю секцію бурильних труб складемо із труб діаметром 140 мм із товщиною стінки 9 мм групи міцності К. Допустиму довжину визначаємо аналогічно допустимій довжині 2-ої секції за формулами

$$\ell^{III}_{доп} = \frac{Q^{III}_{доп} - Q^{II}_{доп}}{q^{III}_{пр}\left(1 - \frac{j_{б.р.}}{j_{м}}\right)}; \qquad (1.7)$$

де $q^{III}_{пр.}$ – вага 1 м.п. бурильної труби 3–ї секції;

$Q^{III}_{доп.}$ – допустиме розтягуюче навантаження на тілі труби 3-ї секції

$$Q^{III}_{доп.} = \frac{Q^{III}_{р}}{K}. \qquad (1.8)$$

$$Q^{III}_{доп.} = \frac{2600}{1,4} = 1857,1\,\text{кН};$$

$$\ell^{II}_{доп} = \frac{1857,1\cdot 10^{3} - 1642,8\cdot 10^{3}}{360\cdot\left(1 - \frac{1700}{7850}\right)} = 766\,\text{м}$$

Відповідно проведених розрахунків складаємо таблиці вибору компонування бурильного інструменту.

Таблиця 1.1 – Робочий інструмент при бурінні під експлуатаційну колону

Умовний діаметр бурильної труби, мм	Товщина стінки, мм і група міцності.	Вага 1 м.п., Н	Довжина, м
1	2	3	4
140	9К	360	766
127	9К	305	603
114	9К	277	3816
ОБТ-108	-	970	315

Таблиця 1.2 – Робочий інструмент при бурінні під проміжну колону ǿ 245 мм

Умовний діаметр бурильної труби, мм	Товщина стінки, мм і група міцності.	Вага 1 м.п., Н	Довжина, м
1	2	3	4
140	9К	360	316
127	9К	305	603
114	9К	277	3816
ОБТ-197	-	1890	165

Таблиця 1.3 – Робочий інструмент при бурінні під проміжну колону ø 324 мм

Умовний діаметр бурильної труби, мм	Товщина стінки, мм і група міцності.	Вага 1 м.п., Н	Довжина, м
1	2	3	4
114	9К	277	2778
ОБТ-203	-	1920	172

Таблиця 1.4 – Робочий інструмент при бурінні під кондуктор

Умовний діаметр бурильної труби, мм	Товщина стінки, мм і група міцності.	Вага 1 м.п., Н	Довжина, м
1	2	3	4
114	9К	277	58
ОБТ-203	-	1920	42

1.1.3.3 Визначення ваги колони бурильних і обсадних труб

Вагу бурильного інструмента при бурінні під кожну обсадну колону визначаємо за формулою:

$$Q_{б.к.} = (Q_{б.тр.} + Q_{ОБТ})K; \qquad (1.9)$$

де $Q_{б.тр.}$ - вага колони бурильних труб;

$Q_{ОБТ}$ - вага колони ОБТ;

К – коефіцієнт прихвату; приймаємо К=1,3

Під експлуатаційну колону:

$$Q^{e}_{б.к.} = (360 \cdot 766 + 305 \cdot 603 + 277 \cdot 3816 + 970 \cdot 315) \cdot 1,3 = 2368934,1 \text{ Н} \approx 2369 \text{ кН}$$

Під проміжну колону ø 245 мм:

$$Q^{пр.}_{б.к.} = (360 \cdot 316 + 305 \cdot 603 + 277 \cdot 3816 + 1890 \cdot 165) \cdot 1,3 = 2164327 \text{ Н} \approx 2164 \text{ кН}$$

Під проміжну колону ø 324 мм:

$$Q^{пр}_{б.к.} = (277 \cdot 2778 + 1920 \cdot 172) \cdot 1,3 = 1429669,8 \text{ Н} \approx 1430 \text{ кН}$$

Під кондуктор:

$$Q^{k}_{б.к.} = (277 \cdot 58 + 1920 \cdot 42) \cdot 1,3 = 125717,8 \text{ Н} \approx 126 \text{ кН}$$

Вагу кожної секції обсадних колон визначаємо згідно з конструкцією

свердловини, приймаючи коефіцієнт запасу допустимого навантаження на гаку для обсадної колони $k = 1{,}15$.

Визначаємо вагу кожної секції експлуатаційної колони діаметром 146/140 мм, яка спускається двома секціями:

1-ша секція довжиною 800 м:

$$Q^{I}_{e.} = (281 \cdot 360 + 603 \cdot 305 + 3816 \cdot 277 + 200 \cdot 328 + 600 \cdot 294) \cdot 1{,}15 = 1821723 \text{ Н} \approx 1822 \text{ кН}$$

2-га секція довжиною 4700 м:

$$Q^{II}_{e.} = (2770 \cdot 393 + 630 \cdot 360 + 700 \cdot 343 + 600 \cdot 328) \cdot 1{,}15 = 2015156{,}5 \text{ Н} \approx 2015 \text{ кН}$$

Визначаємо вагу кожної секції проміжної колони діаметром 245мм, яка спускається двома секціями:

1-ша секція довжиною 2500 м:

$$Q^{I}_{пр.} = (2400 \cdot 277 + 2500 \cdot 550) \cdot 1{,}15 = 2345770 \text{ Н} \approx 2346 \text{ кН}$$

2-га секція довжиною 2400 м:

$$Q^{II}_{пр.} = (1600 \cdot 649 + 800 \cdot 740) \cdot 1{,}15 = 1789860 \text{ Н} \approx 1790 \text{ кН}$$

Визначаємо вагу кожної секції проміжної колони діаметром 324мм, яка спускається двома секціями:

1-ша секція довжиною 1550 м:

$$Q^{I}_{пр.} = (1400 \cdot 277 + 550 \cdot 992 + 500 \cdot 835 + 500 \cdot 757) \cdot 1{,}15 = 1988810 \text{ Н} \approx 1989 \text{ кН}$$

2-га секція довжиною 1400 м:

$$Q^{II}_{пр.} = 1400 \cdot 992 \cdot 1{,}15 = 1597120 \text{ Н} \approx 1597 \text{ кН}$$

Визначаємо вагу кондуктора діаметром 426мм і довжиною 100м:

$$Q_{к.} = 100 \cdot 1350 \cdot 1{,}15 = 155250 \text{ Н} \approx 155 \text{ кН}$$

Таблиця 1.5 – Зведена вагова характеристика обсадних і бурильних колон

№ n/n	Назва колони	Діаметр труб, мм	Товщина стінки, мм і група міцн.	Глибина спуску, м	Вага секції, кН	Вага колони, кН
1	Бурильний інструмент під експлуатаційну колону	140 127 114 ОБТ-146	9К 9К 9К -	766 603 3816 315	358,5 239,1 1374,1 397,3	2369

2	Бурильний інструмент під проміжну колону ǿ 245 мм	140 127 114 ОБТ-197	9К 9К 9К -	316 603 3816 165	147,9 238,6 1372,1 405,4	2164
3	Бурильний інструмент під проміжну колону ǿ 324 мм	114 ОБТ-203	9К -	2778 172	1000,4 429,6	1430
4	Бурильний інструмент під кондуктор	114 ОБТ-203	9К -	58 42	16,1 109,9	126
5	Експлуатаційна колона	140 127 114 140 146 140	9К 9К 9К 8Д 10,54 Р110 11Л 11К 11Д 10Д 9Д 8Д	281 603 3816 200 600 890 1280 600 630 700 600	116,3 211,6 1215,7 75,5 202,9 402,2 578,5 271,2 260,8 276,1 226,2	1822 2015
6	Проміжна колона ǿ 245 мм	114 245 245	9К 12Л 12Е 11,05Р110 12Л	2400 1100 1400 1600 800	764,6 695,8 885,6 1134,2 655,8	2346 1790
7	Проміжна колона ǿ 324 мм	114 324 324	9К 12Е 10К 10Д 9Д 12Е	1400 550 300 200 500 1400	446 627,4 288,1 192 435,5 1597	1989 1597
8	Кондуктор	426	12Д	100	155	155

1.1.4 Вибір класу та основних параметрів бурової установки

При виборі типу бурової установки використовуємо нерівність:

$$G_{max\ б.у.} \geq Q_{max}. \qquad (1.10)$$

$$3200\ кН \geq 2369\ кН$$

Після проведення розрахунків в пункті 1.1.3, найважчою колоною є

бурильний інструмент при бурінні під експлуатаційну колону. Її вага складає 2369 кН. Тому вибираємо бурову установку НБО-Д. Найбільше навантаження 3200 кН, умовна глибина буріння 5500м. Технічна характеристика установки наведена у табл. 1.6.

Таблиця 1.6 – Технічна характеристика бурової установки НБО-Д

№	Параметри	НБО-Д
1	2	3
1	Загальна встановлена потужність приводу лебідки, кВт	993
2	Максимальна вантажопідйомність, т	320
3	Рекомендована глибина буріння, м	5000
4	Максимальна оснастка талевої системи	5*6
5	Максимальний натяг ходової гілки талевого канату, кН	273
6	Діаметр талевого канату, мм	32
7	Вид приводу	Дизельний
8	Тип приводу	груповий
9	Кількість двигунів в приводі :	
	Лебідки	3
	Бурових насосів	3+2
10	Лебідка (шифр)	У2-5-5
11	Потужність на барабані лебідки, кВт	809
12	Буровий насос (шифр)	У8-6МА2
13	Кількість насосів	2
14	Привідна потужність бурового насосу, кВт	585
15	Гідравлічна потужність насосу, кВт	500
16	Максимальна подача при тиску 10 МПа, л/с	51
17	Максимальний тиск при подачі 19,7 л/с, МПа	25
18	Ротор (шифр)	Р-560
19	Діаметр прохідного отвору стола ротора, мм	560
20	Статична вантажопідйомність ротора, т	320
1	2	3
21	Потужність приводу ротору, кВт	368
22	Вертлюг (шифр)	В-250
23	Статична вантажопідйомність вертлюга, т	250
24	Вишка (шифр)	Не поставляється
26	Максимальна вантажопідйомність вишки, т	-
27	Крон блок (шифр)	УКБА-6-270
28	Вантажопідйомність крон блока, т	270

29	Талевий блок	УТБА-5-225
30	Вантажопідйомність талевого блоку, т	225
31	Дизель-генераторні станції	
	число	2
	шифр	ТМЗ-ДЄ-104С3
32	Потужність станції, кВт	2*100=200
33	Компресори	
	З механічним приводом	К-5М
	З індивідуальним електродвигуном	КСЕ-5М
34	Максимальний робочий тиск, МПа	0,8
35	Засоби механізації:	
	Розстановки свічок	-
	Виконування допоміжних операцій :	
	Утримання колони	ПКР-560
	Згвинчування і розгвинчування свічок	АКБ-3М2
	Регулятор подачи долота	-
	Розкріплювання замків	Пневморозкріплювач
36	Вантажопідйомні засоби :	
	Для обслуговування обладнання	Консольно-поворотний кран ручний, вантажопідйомністю 3 т, кран ручний на насосах
	Метод монтажу	Крупноблоковий
	На містках	В об'єм поставки Уралмашзаводу не входить
	Метод транспортування	Транспорт загального призначення, ваговози

1.2 Аналіз спуско-підйомного механізму бурових установок

Важливий етап в бурінні свердловин — спуско-підйомні операції для зміни відпрацьованого долота або турбобура. Підйом чи спуск бурильної колони — складний, трудомісткий процес, що займає при проводці глибоких (3500—6000 м) понад 50 % від загального часу і залежний від числа рейсів долота, які необхідні для досягнення заданої глибини [21].

Механізація спуско-підйомних операцій по вживаному на бурових установках Уралмашзавода методу вимагає оснащення цих установок складним і дорогим комплексом механізмів, частину з якого встановлюють на основі і на вишці, а частину — підвішують до талевого блоку. Використовуваний комплекс механізмів значно ускладнює конструкції вежі і основи, а також їх монтаж, особливо вежі.

1.2.1 Комплекс механізмів АСП-3М2

Для скорочення часу на спуско-підйомні операції і звільнення робітників бурових бригад від важкого ручної праці використовують комплекс механізмів типу АСП для механізації спуско-підйомних операцій. Механізми, що входять в комплекс АСП, встановлюють на рамі кронблока, на металоконструкціях вежі і на основі.

Комплекс механізмів АСП розрахований на роботу з бурильними трубами діаметром 89, 114, 140, 146, 168 мм, а також на роботу з обваженими бурильними трубами, діаметром 146 і 178 мм. Для використання труб діаметром 95 і 108 мм необхідно оснащувати автоматичний елеватор клинами під їх розмір.

Талевий блок в комплекті АСП відрізняється від звичайного тим, що складається з двох секцій шківів, розсунених щодо вертикальної осі і дозволяє пропускати через себе свічу [12].

Комплекс АСП може працювати тільки при оснащенні буровою додатковими механізмами, що не входять безпосередньо в комплекс АСП, але без яких робота механізмів і виконання спуско-підйомних операцій неможливі.

До цих механізмів відносяться:

1) ключ типа АКБ для згвинчування і розгвинчування свічок;

2) ПКР для утримання колони бурильних труб, вбудований в ротор;

3) пневморозкріплювач для розкріплювання замків бурильних труб (свічок);

4) допоміжна лебідка для механізації трудомістких процесів ручних робіт, що є підготовчими при виконанні спуско-підйомних операцій.

1.2.2 Пристрої згвинчування-розгвинчування труб.

Пристрої для скручування призначені для захоплювання труб і бурильних замків одного або кількох розмірів. До них відносяться: механічні ключі, пристосування і механізми для скручування і розкріплення різьбових з'єднань. В процесі буріння використовуються комбіновані колони із труб кількох діаметрів, тому заміна ключа під час спуску або підйому колони не бажана, так як займає багато часу [6].

Кріплення і розкріплення труб здійснюється верхньою і нижньою частинами механічних ключів або двома машинними ключами і пневморозкріплювачем. Час, який витрачається на кріплення або розкріплення бурильного замка, складає 3-5 с, на скручування і розкручування – 15-30 с. Без ремонту ключами можна зробити 100 тис. і більше скручувань та розкручувань.

Механічні і машинні ключі підвішуються в буровій на противагах. Механізовані ключі з автоматичним захватом закріплюються на колоні й виконуються так, щоб їх можна було забирати від осі свердловини для того, щоб не ускладнювати роботу під час буріння свердловини і проведення інших операцій.

Підвісний пневматичний буровий ключ ПБК-1 (рис. 1.2) складається з корпусу, трубозатискного пристрою, здвоєного циліндра затиску труби і пневматичного двигуна обертання. З одного боку корпусу є затвор з двома гладкими роликами, з іншого боку прикріплений здвоєний пневмоциліндр.

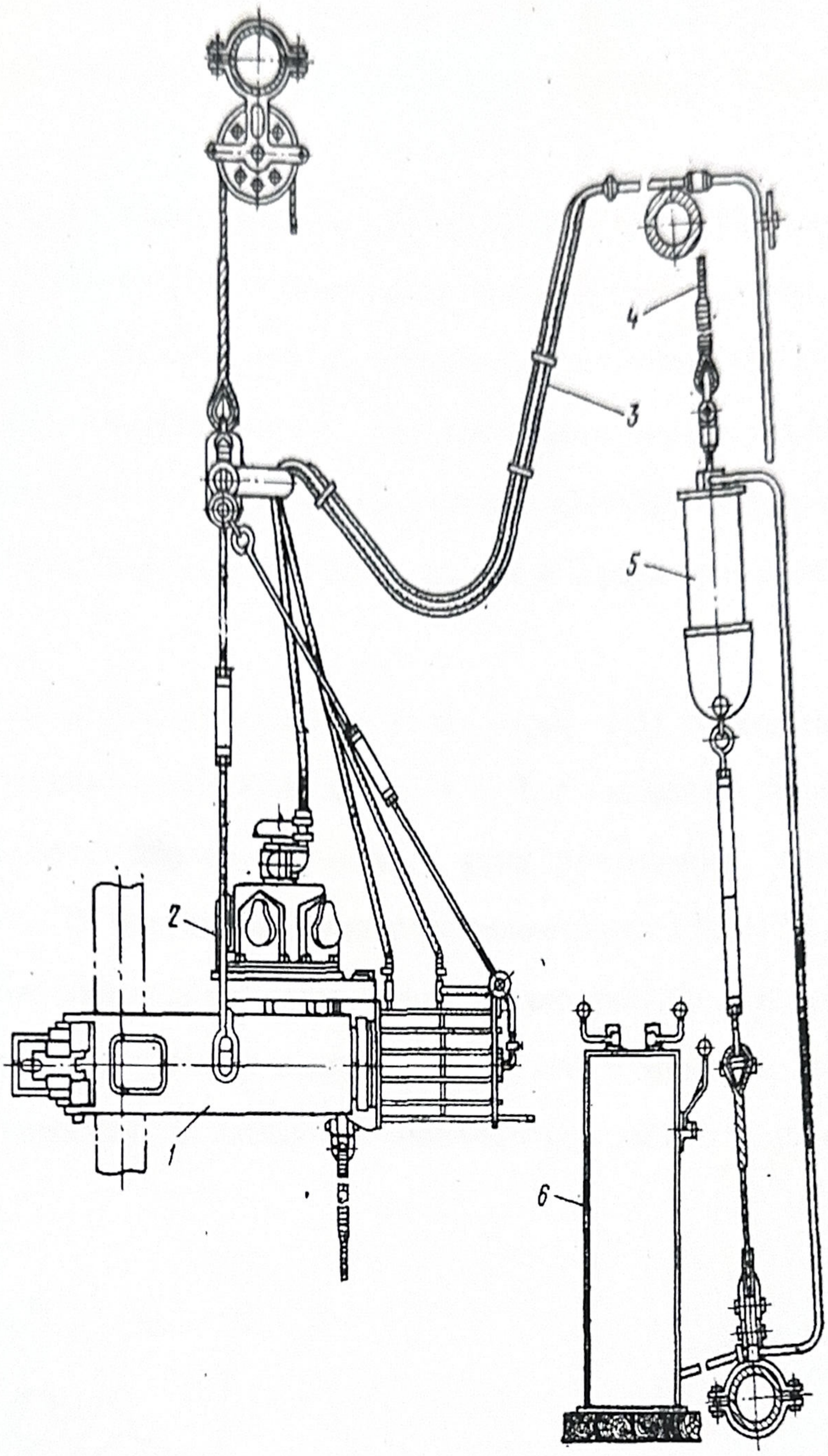


Рисунок 1.2 – Пневматичний підвісний буровий ключ ПБК-1

При закритому на трубі затворі гладкі ролики стосуються замку. Шток з поршнями здвоєного пневмоциліндра під тиском стислого повітря пересуває усередині корпусу редуктор з пневмодвигуном і притискує до труби провідні ролики. Таким чином, труба виявляється затиснутою між гладкими і ведучими роликами. Крутний момент від пневмодвигуна 2 передається редуктору і від нього приводним роликам [6].

Ключ підвішується на канаті 4 через блок до поясу вежі. Ключ опускається і піднімається за допомогою пневмоциліндра 5, який управляється з пульта 6.

У неробочому положенні ключ піднімають вгору, в результаті чого він не займає місця в буровій. Стисле повітря до двигунів подається по шлангах 3.

Ключ ПБК-3 є вдосконаленою модифікацією ключа ПБК-1. На ньому встановлено два пневмодвигуни, які обертають кожий приводний ролик окремо. З метою полегшення обслуговування і ремонту покращений доступ до провідних роликів. Маса ключа ПБК-3 майже в 2 рази зменшена і складає 540 кг.

Універсальний машинний ключ УМК-1 (рис. 1.3) складається із чотирьох шарнірно – з'єднаних між собою щелеп 4, 5, 7, 8 і важеля 6. В комплект ключа входить дві змінних щелепи 8, одна з яких призначена для захвату труб діаметрами 118-178 мм, друга – для труб діаметрами 140-212 мм. Всі щелепи з'єднуються між собою із важелем за допомогою пальців 2. Ключ закривається защіпкою 1, прикріпленою до щелепи 4. В щелепі 7 зроблені дві канавки типу «ластівкового хвоста», в якому встановлюються змінні плашки з насічкою (сухарі УМК).

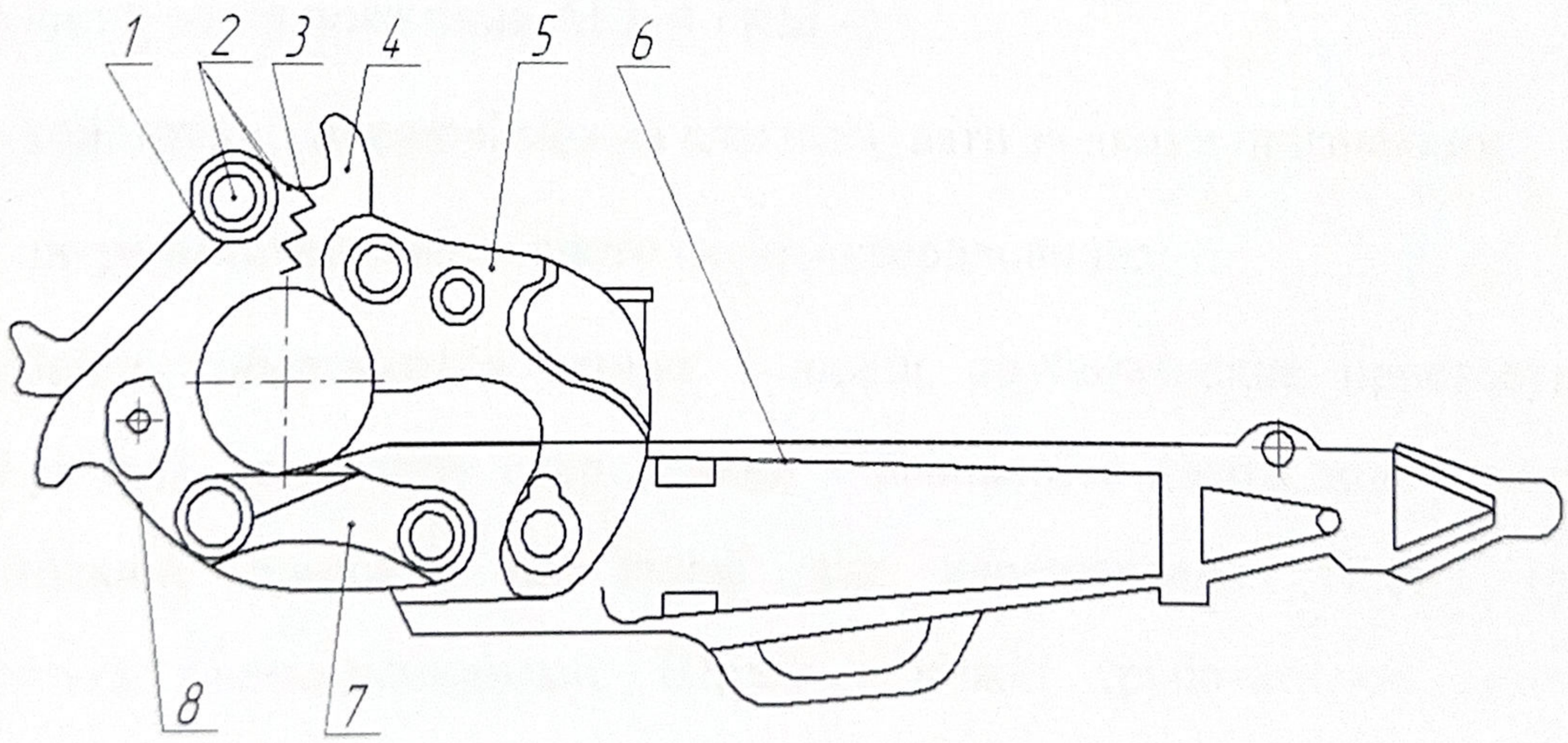


Рисунок 1.3 – Універсальний машинний ключ УМК-1

Сухарі забезпечують достатній момент тертя на початку затягування ключа, коли нормальний тиск щелеп на трубі ще відносно невеликий. При подальшому щелепи обхвачують трубу і здійснюють зусилля, яке попереджує прослизання ключа по поверхні ключа, муфти або труби.

Два машинних ключа УМК-1 підвішені в горизонтальному положенні біля ротора на спеціальних канатах, які перекинуті через блоки, прикріплені до поясів бурової вежі. До других кінців каната підвішують вантажі, які зрівноважують ключі. Завдяки зрівноважувачам ключі перетягуються вертикально в процесі спуско-підйомних операцій на необхідну висоту. Один із ключів ставиться для затримки труби від провертання. Для цього його хвостовик з'єднують з ногою вежі. Ключ надягається на замкову муфту нижньої труби і відводиться в крайнє положення. Другий ключ підвішується з протилежної сторони ротора. Він надягається на замковий ніпель верхньої труби. Хвостовик ключа з'єднаний канатом з штоком пневморозкріплювача бурової лебідки. За один хід пневморозкріплювача ключ провертається на 60-70°. Цей ключ відноситься до ключів дискретної дії [24].

Стаціонарний автоматичний ключ є одним із вузлів, без яких неможливо виконати СПО з допомогою комплексу механізмів АСП. Також існують конструкції ключів покоління АКБ-4 і КБГ-2.

По конструкції ці ключі можна класифікувати за двома признаками:

1) по розміщенню відносного центру свердловини:

- обвідні; обертаються верхнє і нижнє трубозатискне пристосування, переміщуються до центру свердловини і навпаки, а також повертаються в горизонтальній площині на шурф для нарощування. Підвід (відвід) здійснюється пнемоциліндрами. Верхні і нижні трубозатискні механізми виконані у вигляді вилки;

- постійно знаходяться на центрі свердловини; трубозатискні верхні і нижні пристрої замкнуті, колона проходить скрізь них. Блок ключа переміщається по направляючих по вертикалі, в залежності від висоти роз'ємну бурильної

колони. Крім того ключ може обертатися в горизонтальній площині на шурф для нарощування.

2) по способу згвинчування (розгвинчування) замкових з'єднань:

- інерційного типу: верхні трубозатискні пристрої розганяються вхолосту, накопичується енергія в маховику, тоді щелепи зводяться на замок, виконується згвинчування (розгвинчування) з'єднання, наприклад ключ АКБ-3М2 [6];

- безінерційного типу: щелепи верхнього і нижнього трубозатискного пристрою замикаються на замки, вмикається високомоментна передача редуктора ключа, відбувається зривання різьби замкового з'єднання, потім редуктор перемикається на другу швидкість швидкого обертання. До цього типу відносяться ключі типу АКБ-4, КБГ-2.

Ключ буровий автоматичний стаціонарний з гідроприводом КБГ-2 призначений для механізації згвинчування-розгвинчування труб (бурильних, ОБТ, обсадних, НКТ, доліт) з контролем і автоматичним обмеженням обертового моменту, а також для механізації нарощування бурильної колони через додатковий шурф.

Особливістю конструкції ключа КБГ-2 є верхнє і нижнє трубозатискні пристрої замкнутого типу, які завжди знаходяться на центрі свердловини і переміщаються вверх (вниз) по вертикалі і можуть обертатися на шурф при нарощуванні бурильної колони.

1.3 Конструкція бурового ключа АКБ-3М

Ключ АКБ-3М встановлюється на буровій між лебідкою і ротором зі сторони привідного вала на вежо-лебідковому блоці, до якого він кріпиться болтами. Він складається із наступних основних частин (рис. 1.4): блока ключа, каретки з пневматичними циліндрами, стійки, пульта управління.

Блок ключа – основний механізм, який безпосередньо скручує і розкручує труби. Він разом із кареткою змонтований на нерухомій стійці, яка

встановлена біля ротора 5, і представляє собою корпус, на якому встановлені трубо затискні пристрої, понижуючий редуктор і пневматичний двигун із маховиком. Внизу блока є направляючі полози, по яких він переміщається за допомогою двох пневматичних циліндрів подвійної дії: насувається на трубу, встановлену в роторі, або відсувається від неї після її відкручування.

Після встановлення піднятої колони бурильних труб на клини блок ключа за допомогою пневматичних циліндрів переміщується в сторону осі свердловини і заходить на замкове з'єднання скручених труб. Виріз в передній частині трубо затискного пристрою і корпуса ключа полегшує захід блока ключа на замок. Верхнє і нижнє пристосування трубо затискного пристрою затискають одночасно верхню і нижню частини замка. При цьому верхнє пристосування, затиснувши ніпельну частину замка, передає обертання трубам від пневмодвигуна ключа, а нижнє, яке знаходиться на муфті, сприймає реактивний момент і утримує нижню трубу від провертання. Для надійного зчеплення труби із щелепою трубо затискного пристрою в неї встановлюються сухарі із насічкою. Затискні пристрої, як і механізм пересування ключа, працюють від пневматичних циліндрів, які включаються з пульта управління.

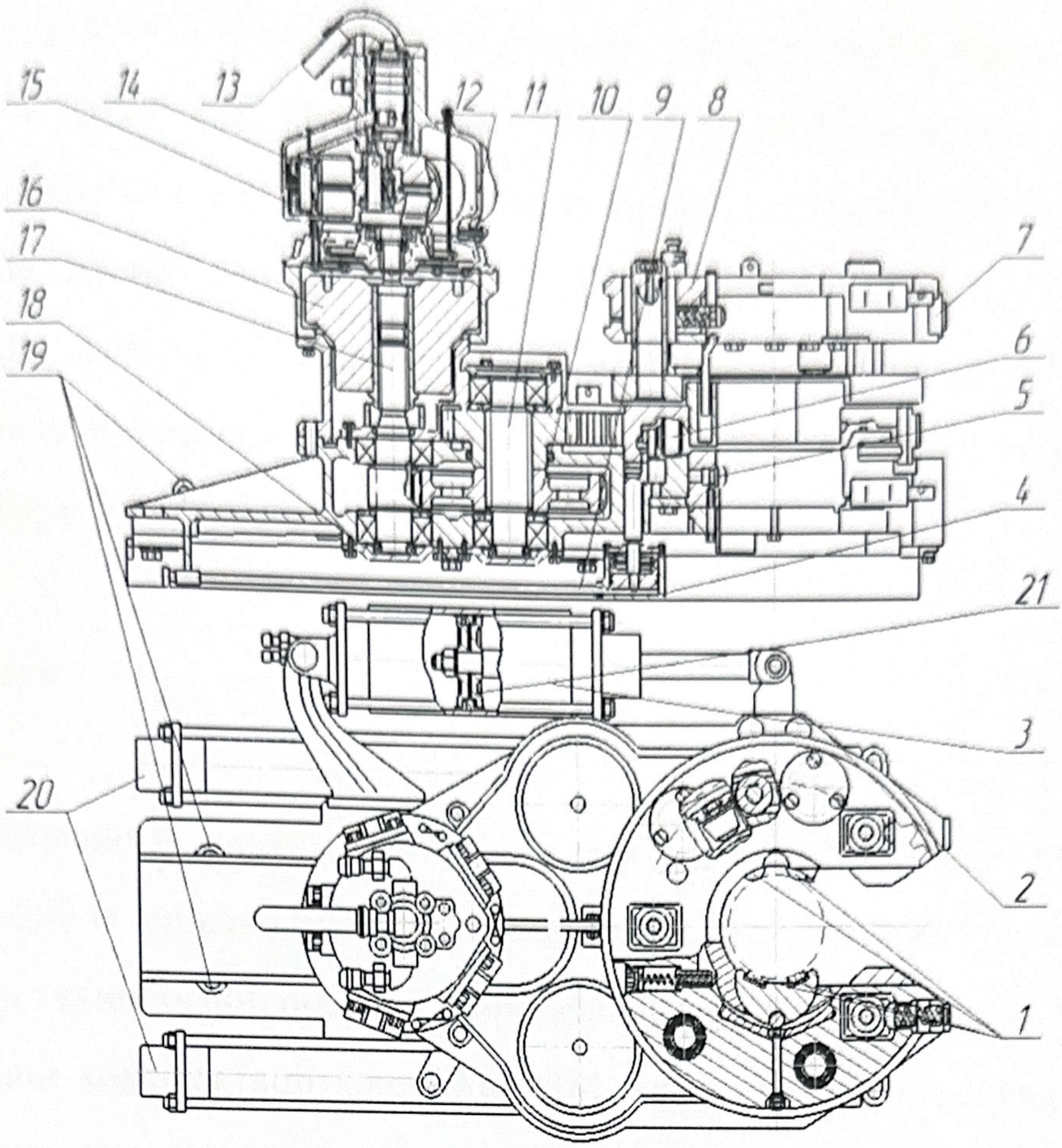


Рисунок 1.4 – Буровий ключ АКБ – 3М:

1 – сухарі; 2 – механізм затискання щелеп; 3 – циліндр; 4 – пневмоциліндр зміщення щелеп; 5 – упор; 6 – упорний ролик щелепо утримувача; 7 – круговий ключ; 8 – верхній корпус трубо затискного пристрою; 9 – трубка підводу (відводу) повітря; 10 – шестерня; 11 – проміжний вал; 12 – корпус пневмодвигуна; 13 – ввідний патрубок пневмодвигуна; 14 – поршень пневмодвигуна; 15 – циліндр пневмодвигуна; 16 – маховик; 17 – ведучий вал; 18 – кришка; 19 – монтажний штроп; 20 – циліндр горизонтального переміщення; 21 – тарілка циліндра затискання щелеп

Після того, як блок ключа встановлений над ротором, а щелепи затискних пристроїв затиснуті на замку, включається пневматичний двигун, який з'єднаний із ведучим валом понижуючого редуктора. Вали цього редуктора розміщені вертикально. На ведучому валу редуктора змонтований маховик з муфтою обмеження крутного моменту. Маховик призначений для підвищення

інерційного крутного моменту пневматичного двигуна, який необхідний при розкріплення труб. Для запобігання поломок окремих деталей ключа від виникаючих великих крутних моментів внаслідок зупинки обертальних мас маховик двигуна має запобіжну муфту. Ключ переміщається за допомогою пневматичних пристроїв. Пневмодвигун розвиває потужність 9,6 кВт при частоті обертів 600 об/хв. і тиск стиснутого повітря на вході 0,5 МПа. Питома витрата повітря 1,1 $м^3$/хв., маса двигуна 100 кг.

Висновки

За найбільшим навантаженням на гаку під час буріння свердловини глибиною 5500 м вибрана бурова установка НБО-Д, за допомогою якої будемо здійснювати технологічні операції в процесі спорудження даної свердловини.

В базовій комплектації ключ АКБ-3М, який входить до складу вибраної бурової установки, має недоліки, а саме: невеликий хід захватних елементів, що призводить до необхідності використання великої кількості змінних елементів при роботі з трубами різного діаметру. Для усунення виявлених недоліків в наступних розділах магістерської роботи буде проведена модернізація ключа АКБ-3М.

2 ОПИС ТЕХНІЧНОЇ ПРОПОЗИЦІЇ

2.1 Опис модернізованої конструкції автоматичного бурового ключа

Недоліком стаціонарного бурового ключа-аналога є невеликий хід захватних елементів, що призводить до необхідності використання великої кількості змінних елементів при роботі з трубами різного діаметру, а також неможливість створення великого зусилля на затискних елементах без значного збільшення габаритів ключа.

Метою модернізації є розширення діапазону захоплюваних труб і підвищення продуктивності за рахунок зменшення кількості перенастроювань при роботі з трубами різного діаметру.

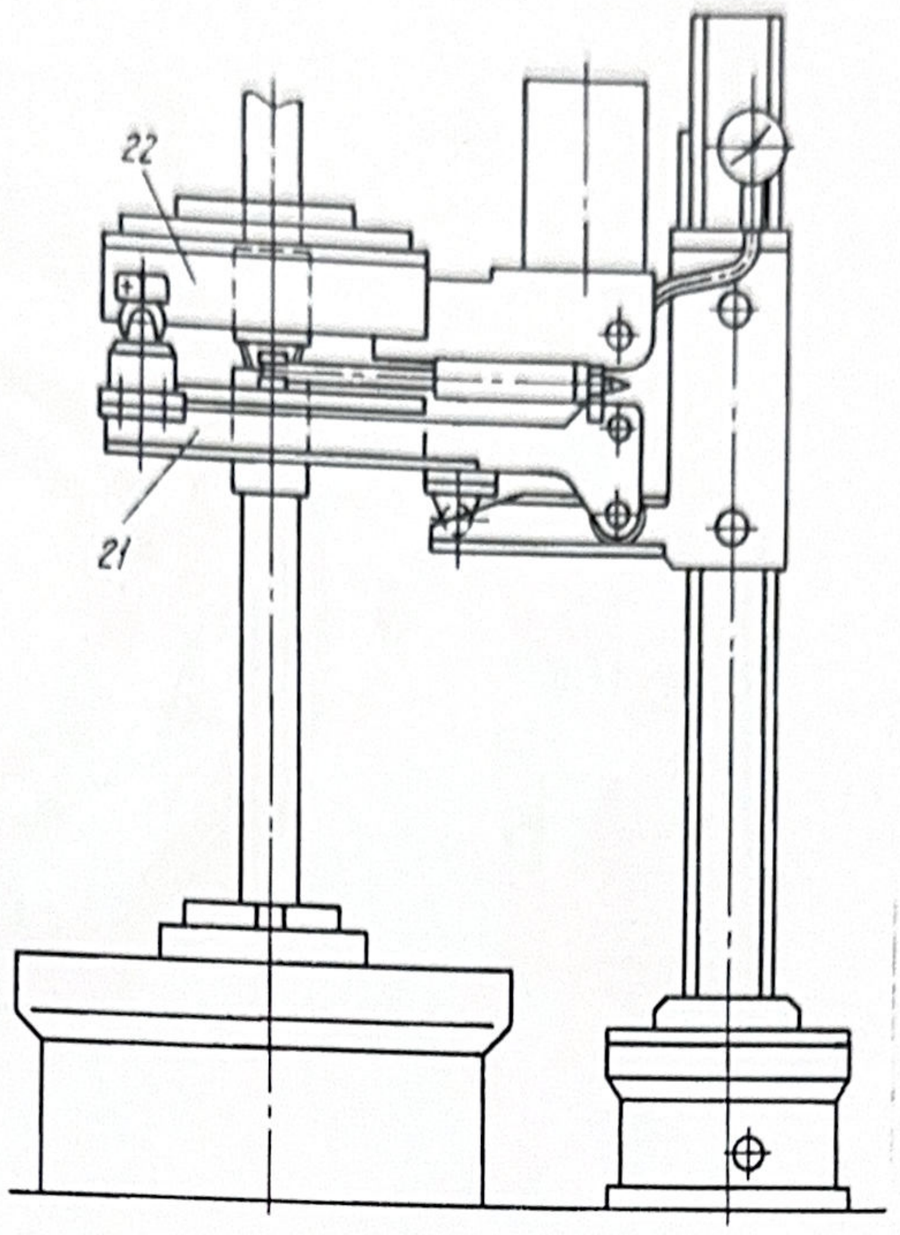
Запропонований модернізований ключ (рис. 2.1, а) може бути застосований в двох варіантах: як стопорний нижній ключ 21, що утримує муфту труби при її скручуванні-розкручування, і як верхній обертач 22. В обох випадках конструкція і принцип роботи затискних механізмів ідентичні.

Буровий приводний ключ, який використовується в якості стопорного (рис. 2.1, б), містить корпус 1 з нерухомо встановленим в ньому зовнішнім силовим кільцем 2. На силовому кільці установлена кришка 3, яку поєднана з приводом у вигляді силових гідроциліндрів 23 (рис. 2.2, б, г). Кришка 3 за допомогою, шліцьового з'єднання 4 з'єднана з внутрішнім кільцем 5. На внутрішньому кільці 5 закріплені осі 6 двоплечих важелів 7.

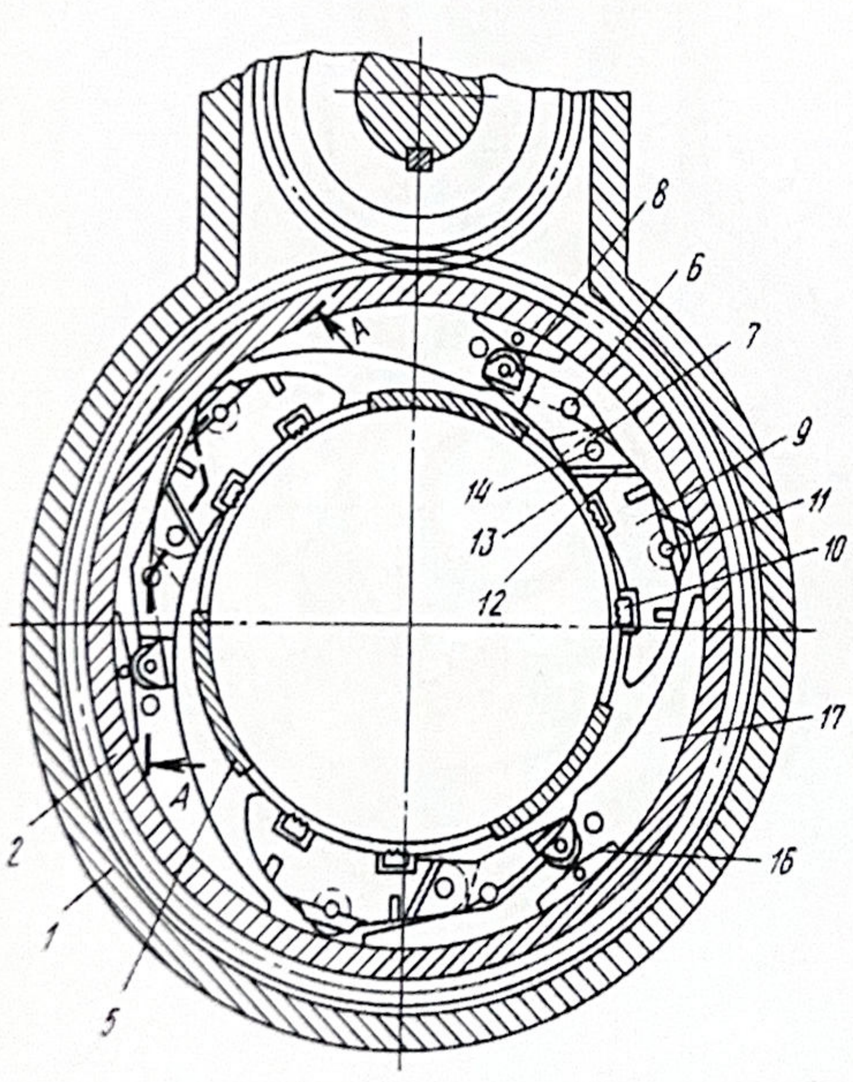
На кожному двохплечому важелі 7 встановлені з одного боку відвідний ролик 8, а з іншого за допомогою шарніра 14 закріплена змінна щелепа 9 з затискними плашками 10 і висувним силовим роликом 11, причому ролик 11 розташований симетрично щодо плашок 2.

Змінні щелепи 9 забезпечені упорами 12, мають можливість взаємодії з аналогічними упорами 13 на двоплечих важелях 7. Для роботи з трубами найменшого для даного типорозміру ключа діапазону діаметрів змінні щелепи за допомогою шарніра 14 жорстко закріплені на двоплечих важелях 7, при

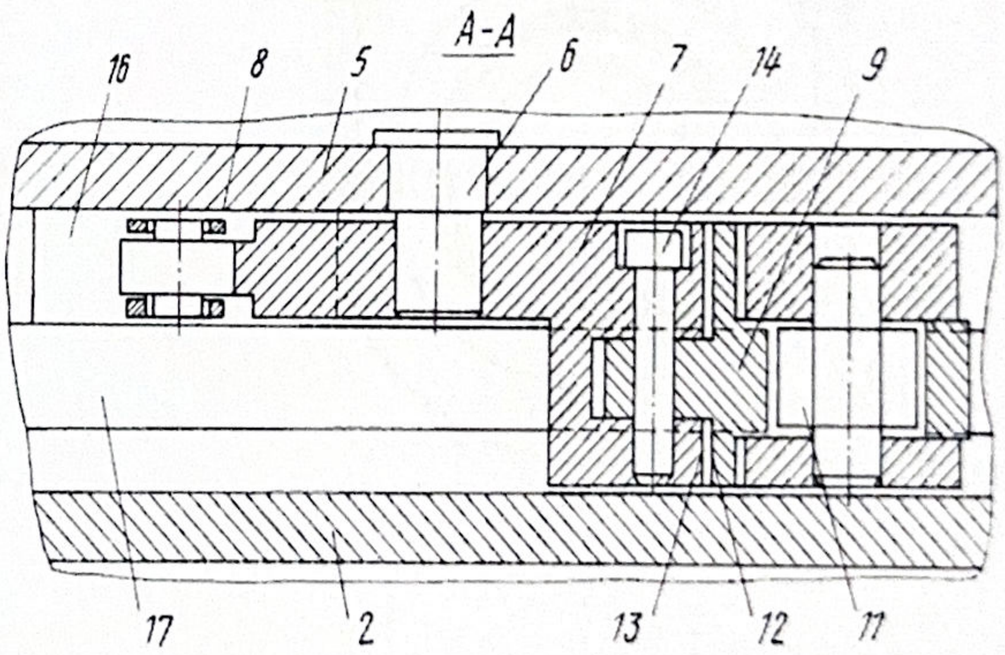
цьому зазор між упорами 12 і 13 відсутній. У цьому діапазоні змінним елементом є затискна плашка 18 (рис. 2.2, в).



а)



б)



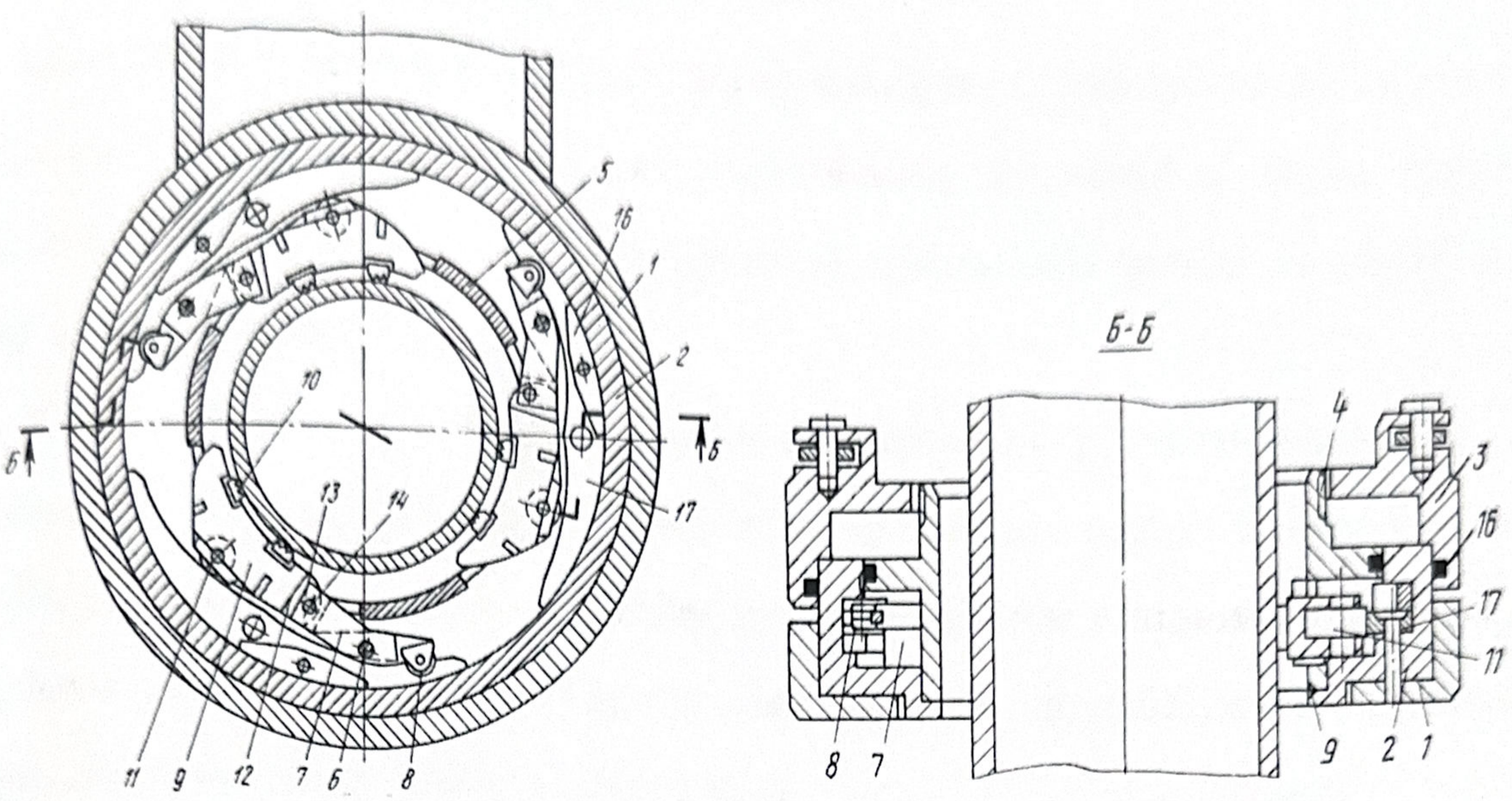
в)

Рисунок 2.1 – Модернізований ключ АКБ-3М:

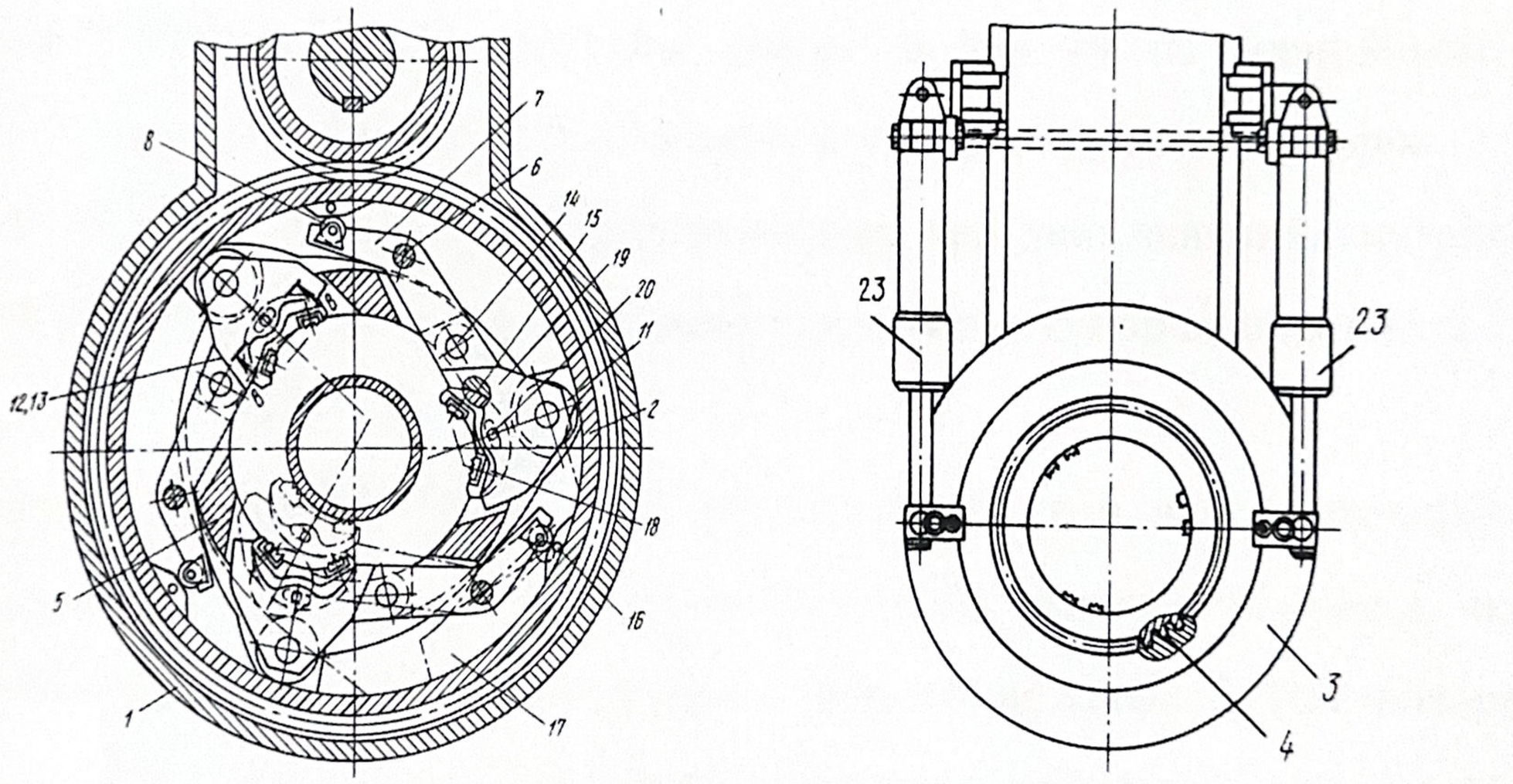
а – загальний вигляд (вигляд збоку); б, в – поздовжній розріз по трубозатискному механізму (положення механізму с розімкнутими щелепами)

Самовстановлення плаваючої обойми 18 по трубі в цьому випадку

забезпечується виконанням на несучій плаваючій обоймі 18 щелепи 19 опорної циліндричної поверхні 15, що контактує з аналогічною поверхнею плашки, яка замкнена замковим елементом 20 з можливістю шарнірного повороту щодо щелепи 19.



а) б)



в) г)

Рисунок 2.2 – Модернізований ключ АКБ-3М (в розрізах):

а, б – поздовжній розріз по трубозатискному механізму (положення захоплення труби); в – поздовжній розріз по трубозатискному механізму із щелепами для мінімального інтервалу діаметрів; г – вигляд на стопорний нижній ключ

Для роботи з трубами найбільшого для даного типорозміру ключа

діапазону діаметрів встановлюються щелепи 9 з жорстким кріпленням плашок 10 (рис. 2.1, б, 2.2, а). При цьому самоустановка по трубі здійснюється за рахунок повороту на шарнірі 14 і зміщення останнього по колу відносно осі трубозахвата разом з внутрішнім кільцем 5.

Відвідні 8 і силові 11 ролики встановлені по відношенню до двуплечих важелів 7 на двох рівнях і мають можливість взаємодії з двома групами кулачків 16 і 17, які жорстко закріплені на відповідних рівнях на внутрішній поверхні зовнішнього кільця 2.

У разі застосування запропонованого ключа як обертача зовнішнє кільце 2 виконано у вигляді шестерні із зовнішнім вінцем для передачі обертання від приводу, а внутрішнє кільце 5 забезпечено фрикційним гальмом щодо корпусу для забезпечення взаємного кутового переміщення, що забезпечує висунення-відведення двоплечих важелів з щелепами.

Крім того, для обмеження повороту внутрішнього кільця 5 щодо зовнішнього кільця 2 при висуненні щелеп 9 або 19 на зовнішньому і внутрішньому кільцях встановлені обмежувачі у вигляді жорстких упорів.

У разі роботи з трубами, діапазон зміни діаметрів яких значний, внутрішнє кільце 5 може бути також виконано змінним, що видно із порівняння рис. 2.1, б і 2.2, в.

Буровий приводний ключ, який використовується в якості стопорного ключа, працює таким чином. Для затискання труби включають привід, який починає повертати кришку 3, а відповідно, і внутрішнє кільце 5. При повороті внутрішнього кільця 5 відвідні ролики 8 скочуються з відвідних кулачків 16, а висувні силові ролики 11 накочуються на висувні кулачки 17, при цьому змінні щелепи 9 або 19 починають висуватися в радіальному напрямку, затискаючи трубу. Зазор між упорами 12 і 13 при щелепах 9 з жорстким кріпленням плашок 10 або можливість повороту плашок 18 в щелепах 19 забезпечують самоустановку плашок по трубі і рівномірне затискання останньої.

При повороті внутрішнього кільця 5 в протилежну сторону висувні кулачки 17 звільняють ролики 11, а відвідні ролики 8 накочуються на кулачки

16; при цьому двуплечі важелі 7 під дією відвідних роликів 8 повертаються навколо осей 6 і відводять змінні щелепи 9 або 19 від труби в початкове положення. Точна установка внутрішнього кільця 5 щодо зовнішнього кільця 2, тобто гарантоване положення щелеп у відведеному положенні забезпечується переставним упором, виконаним на зовнішньому 2 або внутрішньому 5 кільцях.

При використанні запропонованого ключа як обертача труби (рис. 2.1, б) кутове зміщення внутрішнього кільця 5 щодо крутного зовнішнього кільця 2 забезпечується гальмуванням внутрішнього кільця 5 фрикційним гальмом відносно нерухомого корпусу ключа.

2.2 Оцінка економічної ефективності

Згідно з діючою методикою встановлення економічної ефективності впровадження нової техніки в нафтогазовій галузі річний економічний ефект від виробництва і використання нового обладнання, машин, інструментів та інших засобів праці довгострокового використання з покращеними якісними характеристиками визначається за такою формулою

$$E = \left[Ц_{АТ} \cdot k_1 \cdot k_2 + \frac{\Delta И - E_н \cdot (K'_2 - K'_1)}{(1/T_2) + E_н} - Ц_{НТ} \right] \cdot n, \text{ грн.}, \qquad (2.1)$$

де $Ц_{АТ}$ та $Ц_{НТ}$ – балансова вартість базової і модернізованої техніки відповідно, тис. грн.;

k_1 – коефіцієнт зростання продуктивності праці за варіантом модернізації;

k_2 – коефіцієнт зміни строків служби;

$\Delta И$ – економія експлуатаційних, грн.

$E_н$ – єдиний нормативний коефіцієнт економічної ефективності капітальних вкладень ($E_н = 0{,}15$);

K'_1, K'_2 – сукупні капітальні вкладення підприємства, що включають витрати на придбання і доставку додаткового комплектуючого обладнання (в даному випадку сукупні капітальні вкладення рівні 0);

T_1, T_2 – строк служби техніки (T_1 = 5,1 років, T_2 = 6,37 роки);

n – річний обсяг виробництва (впровадження) нового обладнання в натуральних одиницях, приймаємо $n = 1$.

Собівартість бурового ключа-аналога визначимо за формулою

$$C_{AT} = \frac{Ц_{AT}}{1 + P_c}, \; грн., \qquad (2.2)$$

де $Ц_{AT}$ – оптова ціна бурового ключа базової конструкції, грн.; $Ц_{AT}$ = 165000 грн.;

P_c – норматив рентабельності в частках від собівартості (в дипломному проекті приймаємо $P_c = 0,3$).

$$C_0^a = \frac{165000}{1+0,3} = 126923 \text{ грн.}$$

Собівартість модернізованого бурового ключа визначимо за формулою

$$C_{HT} = C_o^a - B_{вив.}^{вд.} + B_{введ.}^{вд.}, \; грн, \qquad (2.4)$$

де $B_{вив.}^{вд.}$ – вартість виведених вузлів та деталей з конструкції аналога після модернізації; у нашому випадку з експлуатації виводяться деталі привідної частини бурового ключа старої конструкції вартістю $B_{вив.}^{вд.} = 30000 грн$.

$B_{введ.}^{вд.}$ – вартість додатково введених деталей, грн.

Собівартість модернізованої бурового ключа становить

$$C_{HT} = 126923 - 30000 + 32980 = 129903 \; грн,$$

Оптова ціна бурового ключа розраховується за формулою

$$Ц_{HT} = C_{HT} \cdot (1 + P_c), \; грн. \qquad (2.5)$$

$$Ц_{HT} = 129903 \cdot (1+0,3) = 168874 грн$$

Знайдемо розрахунково-балансову вартість бурового ключа

$$Ц^б_{HT(AT)} = Ц_{HT(AT)} \cdot k_Б, грн., \qquad (2.6)$$

де $k_Б$ – коефіцієнт переходу від оптової ціни до розрахунково-балансової;

$k_Б = 1,12$.

$$Ц^{б}_{АТ} = 165000 \cdot 1,12 = 184800 \text{ грн};$$

$$Ц^{б}_{НТ} = 168874 \cdot 1,12 = 189139 \text{ грн}.$$

Таблиця 2.1 – Перелік додатково введених деталей в конструкцію бурового ключа

№ п/п	Назва деталі	Маркування	Кількість, шт.	Ціна, грн.
1	Загальний привідний блок ключа	ПБК-1	1	21380
2	Механізм позиціювання	МПК-1	1	6200
3	Механізм подачі мастила на різьбову частину ніпеля труби	МПМ-4	1	5400
Всього витрат на матеріали				32980

Впровадження нової конструкції бурового ключа дасть змогу збільшити міжремонтний період. Зміни технічного обслуговування та ремонтів бурового ключа відображені у таблиці 2.1.

Розрахуємо коефіцієнт зростання продуктивності бурового ключа:

$$k_1 = \frac{T^M_p}{T^A_p}, \qquad (2.7)$$

де T^M_p – річний фонд роботи модернізованої бурового ключа;

T^A_p – річний фонд роботи аналогової бурового ключа.

Річний фонд роботи бурового ключа визначаємо за формулою:

$$T_p = \frac{T_ф \cdot k_в}{\frac{1}{t_{зм} \cdot k_{зм}} + Д_p}, [год], \qquad (2.8)$$

де $T_ф$ – річний фонд робочого часу, $T_Ф = 365д$;

$t_{зм}$ – тривалість зміни, $t_{зм} = 8год$;

$k_{зм}$ – коефіцієнт змінності роботи бурової лебідки, $k_{зм} = 3$;

k_B - коефіцієнт використання календарного часу, $k_B = 0,1$;

$Д_р$ – простої у всіх видах технічного обслуговування та ремонту.

Простої у всіх видах технічного обслуговування та ремонту визначаються:

$$Д_р = \frac{\sum_{i=1}^{m} (d_{pi} + d_{ni}) \cdot a_i}{T_ц}, \left[\frac{маш.-днів}{маш.-год}\right], \quad (2.9)$$

де m – число різновидів технічних обслуговувань та ремонтів протягом міжремонтного циклу, $m = 3$;

a_i – кількість технічних обслуговувань та ремонтів в одному ремонтному циклі, приймаємо відповідно до табл. 3.1;

d_{pi} – тривалість одного технічного обслуговування та ремонту, приймаємо відповідно до табл. 3.1;

$T_ц$ – періодичність виконання технічного обслуговування та ремонтів, приймаємо відповідно до т табл. 3.1;

d_{ni} – тривалість надання у ремонт або технічне обслуговування і повернення назад, при цьому для технічного обслуговування, оскільки воно виконується безпосередньо на місці роботи техніки, величина d_{ni} приймається рівною нулю, час у днях на доставку для поточного ремонту $d_{ni} = 0днів$, у капітальний ремонт і назад приймається $d_{ni} = 10днів$.

Підставивши дані у формулу 2.9 визначимо простої у всіх видах ТО та ремонту:

- для аналогового бурового ключа:

$$Д_р = \frac{(2+0)\cdot 30 + (8+0)\cdot 9 + (11+10)\cdot 1}{1000} = 0,159 \frac{маш.-днів}{маш.-год};$$

- для модернізованого бурового ключа:

$$Д_р = \frac{(2+0)\cdot 40 + (8,5+0)\cdot 9 + (19+10)\cdot 1}{1250} = 0,148 \frac{маш.-днів}{маш.-год}.$$

Таблиця 2.2 – Технічне обслуговування та ремонт бурового ключа

Вид технічного обслуговування, ремонту	Періодичність виконання тех. обслуговування та ремонтів, маш.-год ($T_ц$)	Кількість тех. обслуговувань та ремонтів в одному ремонтному циклі (a_i)	Тривалість одного технічного обслуговування та ремонту, роб.днів (d_{pi})	Трудомісткість виконання одного ТО й ремонту, нормо-год (r_i)
	Для аналогової техніки			
ТО	25	30	2	85
ПР	100	9	8	360
КР	1000	1	17	795
	Для модернізованої техніки			
ТО	25	40	2	65
ПР	125	9	8,5	396
КР	1250	1	19	874

Підставивши у формулу 2.8 отримані дані розрахуємо річний фонд роботи бурового ключа:

- для аналогового бурового ключа:

$$T_р = \frac{365\cdot 0,1}{\frac{1}{8\cdot 3} + 0,159} = 182,5 год;$$

- для модернізованого бурового ключа:

$$T_р = \frac{365\cdot 0,1}{\frac{1}{8\cdot 3} + 0,148} = 192,1 год.$$

Підставивши у формулу 2.7 отримані дані розрахуємо коефіцієнт зростання продуктивності бурового ключа:

$$k_1 = \frac{192,1}{182,5} = 1,05$$

Коефіцієнт зміни строків служби розраховуємо за формулою:

$$k_2 = \frac{P_1 + E_н}{P_2 + E_н}, \qquad (2.10)$$

де P_1, P_2 - частки відрахувань від балансової вартості на повне відновлення аналогового та модернізованого обладнання, розраховуються як величини, зворотні термінам служби обладнання ($P_i = 1/T_i$),

T_1, T_2 – строки служби базового і нового обладнання відповідно;

$$P_1 = 1/5,1 = 0,196;$$

$$P_2 = 1/6,37 = 0,157.$$

$E_н$ – єдиний нормативний коефіцієнт економічної ефективності капітальних вкладень ($E_н = 0,15$).

$$k_2 = \frac{0,196 + 0,15}{0,157 + 0,15} = 1,127$$

Через те, що модернізація не потребує додаткових супутніх капітальних вкладень то $K_2^{/} = K_1^{/}$, тоді $K_2^{/} - K_1^{/} = 0$.

Економію експлуатаційних витрат розраховуємо за формулою:

$$\Delta И = (S_1^A - S_1^M) \cdot T_p^M, [грн], \qquad (2.11)$$

де S_1^A, S_1^M - вартість 1 маш.-год роботи аналогового та модернізованого бурового ключа відповідно;

T_p^M - річний фонд роботи модернізованого бурового ключа.

Визначимо вартість 1 маш.-год роботи бурового ключа:

$$S_1 = \frac{S}{T_p}, [грн/маш.-год], \qquad (2.12)$$

де S - загальні поточні витрати бурового підприємства, пов'язані з експлуатацією бурового ключа.

Загальні поточні витрати бурового підприємства визначаються за

формулою:

$$S = S_{AP} + S_{KP} + S_{TOB} + S_{TOM} + S_{ел.} + S_{м.м.}, [грн]., \quad (2.13)$$

де S_{AP} - амортизаційні відрахування на реновацію бурового ключа;

S_{KP} - витрати на капітальний ремонт бурового ключа;

S_{TOB} - витрати на заробітну плату ремонтним робітникам із нарахуваннями;

S_{TOM} - витрати на матеріали та запчастини для бурового ключа;

$S_{ел.}$ - витрати на силову електроенергію;

$S_{м.м.}$ - витрати на мастильні матеріали.

Розрахуємо амортизаційні відрахування (методом зменшення залишкової вартості) на реновацію бурового ключа:

$$S_{AP} = Ц_{AT(MT)} \cdot H_a, [грн], \quad (2.14)$$

де H_a - норма амортизаційних відрахувань.

Норма амортизаційних відрахувань розраховується за формулою:

$$H_a = 1 - \sqrt[n]{\frac{Ц_л}{Ц_{AT(MT)}}}, \quad (2.15)$$

де n - кількість років;

$Ц_л$ - ліквідаційна вартість.

Ліквідаційну вартість розраховуємо за формулою:

$$Ц_л = m \cdot Ц_{1m}, [грн], \quad (2.16)$$

де m - маса бурового ключа, $m = 2800кг$;

$Ц_{1m}$ - ціна за один кілограм металобрухту, приймаємо $Ц_{1m} = 2грн/кг$;

$$Ц_л = 2800 \cdot 2 = 5600грн.$$

Підставивши отримані дані у формулу 2.16 визначимо норму амортизаційних відрахувань:

$$H_a^{AT} = 1 - 5,1\sqrt{\frac{5600}{165000}} = 0,485.$$

$$H_a^{HT} = 1 - 6,37\sqrt{\frac{5600}{168874}} = 0,414.$$

Підставивши отримані дані у формулу 2.15 визначимо амортизаційні відрахування на реновацію бурового ключа:

$$S_{AP}^{A} = 165000 \cdot 0,485 = 80025 грн.$$

$$S_{AP}^{M} = 168874 \cdot 0,414 = 69913,8 грн.$$

Визначаємо витрати на капітальний ремонт бурового ключа:

$$S_{KP} = \frac{k_{нп} \cdot A_{кр} \cdot Ц_{AT(MT)}}{100}, [грн], \qquad (2.17)$$

де $k_{нп}$ - коефіцієнт, що враховує накладні витрати за всіма видами витрат, окрім заробітної плати;

$A_{кр}$ - норма амортизаційних відрахувань на капітальний ремонт у відсотках від вартості бурового ключа, приймаємо $A^{AT}{}_{кр} = 4\%$; $A^{HT}{}_{кр} = 5\%$.

Коефіцієнт, що враховує накладні витрати за всіма видами витрат, окрім заробітної плати розраховується за формулою:

$$k_{нп} = 1 + \frac{H_{нп}}{100}, \qquad (2.18)$$

де $H_{нп}$ - норма накладних витрат за всіма видами витрат, окрім заробітної плати, $H_{нп} = 10\%$;

$$k_{нп} = 1 + \frac{10}{100} = 1,1.$$

Підставивши отримані дані у формулу 2.18 визначимо витрати на капітальний ремонт бурового ключа:

$$S_{KP}^{A} = \frac{1,1 \cdot 4 \cdot 165000}{100} = 7260 грн.$$

$$S_{KP}^{M} = \frac{1,1 \cdot 5 \cdot 168874}{100} = 9288 грн.$$

Розрахуємо витрати на заробітну плату ремонтних робітників із нарахуваннями:

$$S_{тов} = \frac{T_р}{T_ц} \cdot k_{нв} \cdot \lambda \cdot C_р \cdot \sum_{i=1}^{n} a_i r_i \cdot (1 + H), грн., \qquad (2.19)$$

де $k_{нв}$ - коефіцієнт, що враховує витрати на заробітну плату;

λ - коефіцієнт, що враховує премії, $\lambda = 1,25$;

$C_р$ - середня тарифна ставка ремонтного робітника, що обслуговує бурову лебідку, тарифна ставка приймається для робітника V розряду - 22,40 грн;

a_i - кількість ТО та ПР у ремонтному циклі, приймаємо відповідно до таблиці 2.1;

r_i - трудомісткість ТО і ПР у ремонтному циклі, приймаємо відповідно до таблиці 2.1.

H - норма нарахувань на заробітну плату, $H = 38,52\%$.

Підставивши всі дані у формулу 2.18 розрахуємо витрати на заробітну плату ремонтних робітників із нарахуваннями:

- для аналогового бурового ключа:

$$S_{тов} = \frac{182,5}{1000} \cdot 1,3 \cdot 1,25 \cdot 22,4 \cdot (30 \cdot 85 + 9 \cdot 360) \cdot (1 + 0,3852) = 53278,9 грн;$$

- для модернізованого бурового ключа:

$$S_{тов} = \frac{192,1}{1250} \cdot 1,3 \cdot 1,25 \cdot 22,4 \cdot (40 \cdot 65 + 9 \cdot 396) \cdot (1 + 0,3852) = 47763,2 грн.$$

Визначимо витрати на матеріали і запчастини:

$$S_{том} = k_{нп} \cdot \frac{S_{тов} \cdot (1 - H)}{k_{нв}} \cdot k_{ер}, [грн], \qquad (2.20)$$

де $k_{ер}$ - коефіцієнт переходу від витрат на заробітну плату до витрат на матеріали та запчастини, $k_{ер} = 1,25$.

Підставивши всі дані у формулу 2.20 розрахуємо витрати на матеріали і

запчастини:

- для аналогового бурового ключа:

$$S_{том} = 1,1 \cdot \frac{53278,9 \cdot (1-0,3852)}{1,3} \cdot 1,25 = 34645,6 грн;$$

- для модернізованого бурового ключа:

$$S_{том} = 1,1 \cdot \frac{47763,2 \cdot (1-0,3852)}{1,3} \cdot 1,25 = 31058,9 грн.$$

Витрати на енергію при експлуатації бурового ключа визначаємо за формулою:

$$S_{ел.} = 0,1 \cdot k_{тт} \cdot W_{ел.} \cdot Ц_{ел.} \cdot T_{р.}, \qquad (2.21)$$

де $Ц_{ел.}$ – вартість 10 кВт-год. електроенергії; відповідно до діючих тарифів на електроенергію для підприємств $Ц_{ел.}$=12,4*грн*;

$W_{ел.}$ – годинна витрата електроенергії, кВт/год.

$$W_{ел.} = \sum_{i=1}^{n} N_{вст.i} \cdot k_{c_i}, \qquad (2.22)$$

де $N_{вст.i}$ – встановлена потужність *i*-го виду обладнання; $N_{вст.i}$ = 8 кВт;

n – кількість установлених двигунів; n = 1;

k_{c_i} – коефіцієнт попиту *i*-того електродвигуна; визначається залежно від коефіцієнта використання двигуна за потужністю $k_{дп_i}$ (для наших умов $k_{дп_i} = 0,5$) і коефіцієнта використання двигуна за часом $k_{дч_i}$ (для наших умов $k_{дч_i} = 0,5$). Тому згідно [15, додаток 4] $k_{c_i} = 0,28$.

$$W_{ел.} = 8 \cdot 0,28 \cdot 1 = 7,7 кВт / год$$

Підставивши всі дані у формулу 2.21 розрахуємо витрати на енергію при експлуатації бурового ключа:

- для аналогового бурового ключа:

$$S_{ел.} = 0,1 \cdot 1,1 \cdot 7,7 \cdot 12,4 \cdot 182,5 = 1916,8 грн$$

- для модернізованого бурового ключа:

$$S_{ел.} = 0,1 \cdot 1,1 \cdot 7,7 \cdot 12,4 \cdot 192,1 = 2017,6 грн$$

Витрати на мастильні матеріали для бурового ключа визначаємо за

формулою

$$S_{зм.} = 0,1 \cdot \vartheta \cdot W_{ел} \cdot T_{р.}, \qquad (2.23)$$

де ϑ – вартість мастильних та допоміжних матеріалів на 10 кВт-год. витраченої енергії; приймаємо $\vartheta = 0,3 грн.$

Підставивши всі дані у формулу 2.23, розрахуємо витрати на мастильні матеріали для бурового ключа:

- для аналогового бурового ключа:

$$S_{м.м.} = 0,1 \cdot 0,3 \cdot 7,7 \cdot 182,5 = 67,9 грн$$

- для модернізованого бурового ключа:

$$S_{м.м.} = 0,1 \cdot 0,3 \cdot 7,7 \cdot 192,1 = 75,0 грн$$

Підставивши всі отримані дані у формулу 2.13 визначимо загальні поточні витрати бурового підприємства на експлуатацію бурового ключа:

- для аналогового бурового ключа:

$$S = 80025 + 7260 + 53278,9 + 34645,6 + 1916,8 + 67,9 = 177194,2 грн;$$

- для модернізованого бурового ключа:

$$S = 69913,8 + 9288 + 47763,2 + 31058,9 + 2017,6 + 75 = 160116,5 грн.$$

Усі види витрат заносимо до таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 – Поточні витрати бурового підприємства, пов'язані з експлуатацією бурового ключа

№	Найменування статей витрат	Позначення	Сума витрат, грн	
			Аналогова техніка	Модернізована техніка
1	Амортизаційні відрахування на реновацію техніки	$S_{АР}$	80025	69913,8
2	Витрати на капітальний ремонт	$S_{КР}$	7260	9288
3	Витрати на заробітну плату ремонтним робітникам із нарахуваннями	$S_{тов}$	53278,9	47763,2

4	Витрати на матеріали і запчастини	$S_{том}$	34645,6	31058,9
5	Витрати на енергію	$S_{ел.}$	1916,8	2017,6
6	Витрати на мастильні матеріали	$S_{м.м.}$	67,9	75
7	Разом	S	177194,2	160116,5

Визначаємо вартість роботи 1 маш.-год роботи бурового ключа:

- для аналогового бурового ключа:

$$S_1 = \frac{177194,2}{182,5} = 97,1 грн / маш.-год;$$

- для модернізованого бурового ключа:

$$S_1 = \frac{160116,5}{192,1} = 83,35 грн / маш.-год.$$

Економія експлуатаційних витрат складе:

$$\Delta И = (97,1 - 83,35) \cdot 192,1 = 2641,4 грн.$$

Тоді, економічна ефективність модернізації бурового ключа згідно формули 2.1 складатиме:

$$E = \left[184800 \cdot 1,05 \cdot 1,127 + \frac{2641,4}{0,157 + 0,15} - 189139 \right] \cdot 1 = 38148 грн.$$

Висновки

Суть технічного рішення з модернізації бурового ключа АКБ-3М полягає в тому, що порівняно з аналогом модернізований ключ забезпечений змінними щелепами з опорними висувними силовими роликами, при цьому внутрішнє кільце виконано змінним, шарнірні важелі виконані двоплечими з опорним відвідним роликом на одному з плечей, а на іншому шарнірно встановлена змінна щелепа, зовнішнє кільце виконано з жорстко закріпленими на внутрішній поверхні на двох різних рівнях групами кулачків, встановлених з можливістю взаємодії з відповідними висувними силовими і опорними відвідними роликами, захватні плашки встановлені на змінних щелепах.

Зазначені конструктивні особливості запропонованого бурового ключа дозволяють йому за рахунок великого діапазону діаметрів, які охоплюються

одним типорозміром щелеп, скоротити кількість операцій по переналаштуванню ключа і підвищити за рахунок цього продуктивність праці при бурінні і ремонті свердловин, підвищується також надійність роботи ключа, оскільки зусилля затискання створюються висувним силовим роликом, розташованим навпроти затискних плашок, що не викликає деформації важелів і їх поломки.

Проведена модернізація бурового ключа буде прибутковою і матиме економічний ефект 38148 грн.

Пропонована конструкція автоматичного стаціонарного бурового ключа дає змогу підвищити надійність роботи ключа за рахунок зменшення зносу різьбових з'єднань.

За результатами розрахунків видно, що сукупний економічний ефект від впровадження модернізованого ротора з пневматичними клинами складає 85483 грн. Отже, удосконалення є економічно доцільним.

3 ДОСЛІДНО – КОНСТРУКТОРСЬКА РОБОТА

3.1 Дослідження зносостійкості замкових різьбових з'єднань при багаторазовому згвинчуванні-розгвинчуванні

Дослідження процесів зношування замкових різьбових з'єднань при багаторазовому згвинчуванні-розгвинчуванні проводились на повномасштабному буровому стенді-свердловині. Дослідження полягало в вимірюванні відносної висоти посадки муфти на ніпель при згвинчуванні замка накручуваної бурильної свічки, яка входить в муфту колони бурильних труб, утримуваних на роторі, з деяким просіданням "*H*". Суть методу полягає у визначенні зносу вершин профілю різьби і зменшуванні їх площі по зменшенню величинипросідання "*H*".

Визначення кількісних показників ресурсу замкової різьби виконувалося з урахуванням досліджень В. І. Сьоміна:

$$S_{\Sigma} = \frac{\frac{G}{q \cdot l} + \frac{L}{q \cdot l}}{2} \cdot \frac{L}{q}, \qquad (3.1)$$

де S_{Σ} - загальна кількість згвинчувань при бурінні однієї свердловини;

G - проходка на долото;

L - глибина свердловини;

l - довжина бурильної труби;

g - кількість труб в бурильній свічці.

Середнє число згвинчувань, що припадає на одну свічку:

$$S_{св} = \frac{\frac{S_{\Sigma}}{L}}{q \cdot l} = \frac{L+G}{2G}. \qquad (3.2)$$

У розрахунку на один замок:

$$S_1 = \frac{L+G}{2qG}. \qquad (3.3)$$

Час, який необхідний для згвинчування з'єднання:

$$t = \frac{m}{\omega}, \qquad (3.4)$$

де m - число оборотів повного замкового різьбового з'єднання;

ω - кутова швидкість згвинчування.

Після розрахунку кількісних показників ресурсу замкового різьбового з'єднання обчислювалася інтенсивність зміни критерію H_0, в залежності від конструктивних параметрів замкового різьбового з'єднання, які визначаються з урахуванням методики А. П. Баришнікова:

Кількість витків в зачепленні:

$$n_в = \frac{(0,463 \cdot F_H + 1382)}{2 \cdot \pi \cdot R_p}. \quad (3.5)$$

Довжина різьби по гвинтовий лінії, яка вступила в контакт на певному етапі згвинчування з'єднання:

$$L = \frac{\pi}{2 \cdot P \cdot K\left(d^2 - d_1^2\right)}. \quad (3.6)$$

Тоді на довільному етапі згвинчування маємо:

$$L = \frac{\pi}{2 \cdot P \cdot K}\left[\left(D - 2h + K \cdot P_1 \cdot m\right)^2 - \left(D - Kl\right)^2\right]. \quad (3.7)$$

Сумарна довжина витків різьби:

$$l_{вс} = 0,463 \cdot F_H + 1382. \quad (3.8)$$

Довжина гвинтовий лінії різьби:

$$l_в = 2 \cdot \pi \cdot R_p \cdot n_в. \quad (3.9)$$

Середній радіус різьби:

$$R_C = \frac{\pi}{2 \cdot P \cdot K} \cdot \left(d_{сер}^2 - d_з^2\right). \quad (3.10)$$

Вплив відцентрових сил на величину напрацювання замкових різьбових з'єднань:

$$F = l_{св.} \cdot \cos\alpha \cdot \omega. \quad (3.11)$$

де $\cos\alpha$ - кут прогину нарощуваної свічки.

Інтенсивність зміни критерію H_0 від маси свічки:

$$K_H = \frac{H_0}{m_{св}}, \quad (3.12)$$

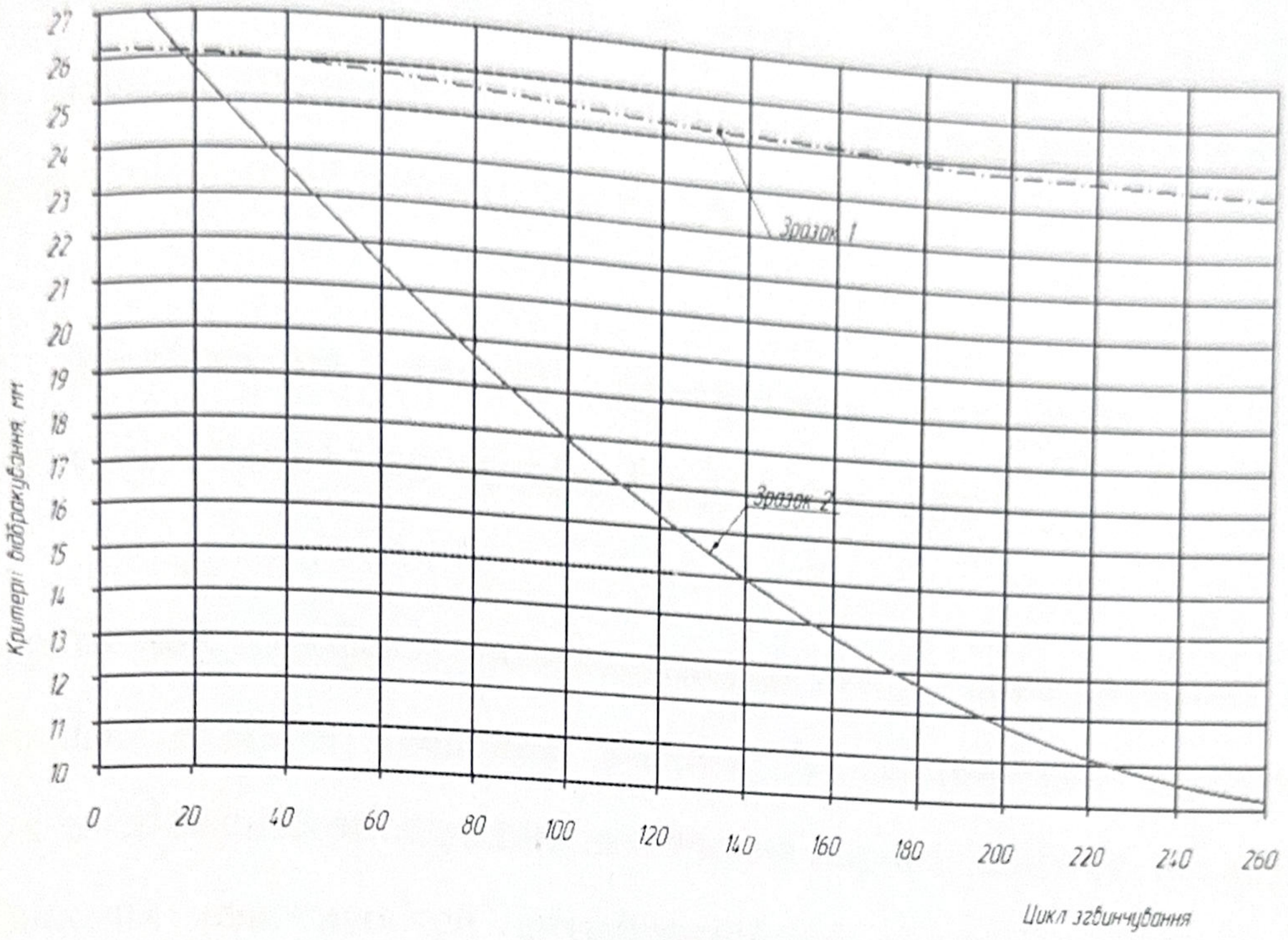
де H_0 - розрахункове значення критерію працездатності для нової замкової різьби:

$$H_0 = \frac{2 \cdot h_p}{K}, \quad (3.13)$$

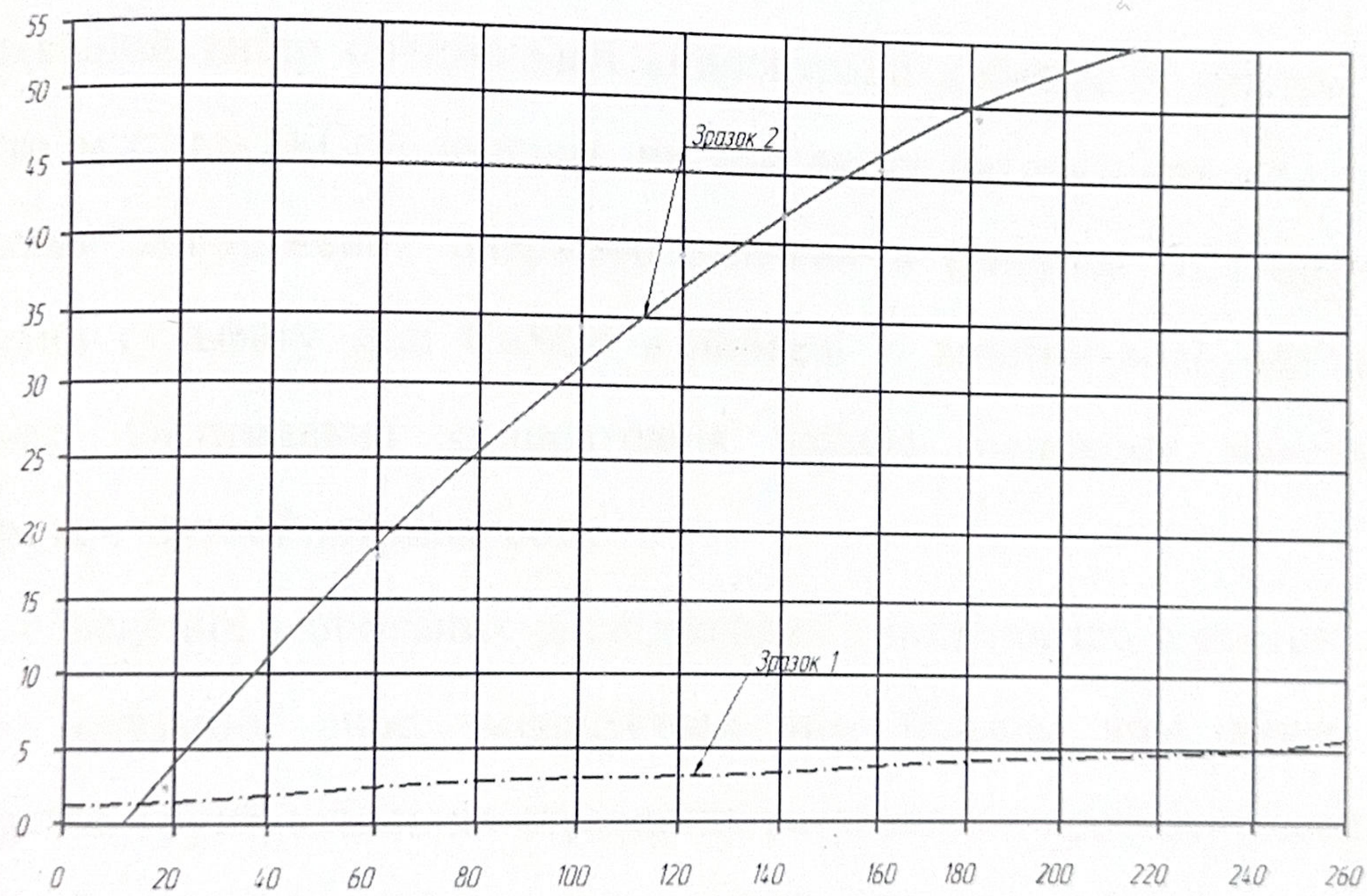
де $m_{св}$ - маса нарощуваної свічки.

Тоді ступінь зносу різьби визначається з виразу:

$$C_H = \frac{H_0 - H}{H_0} \cdot 100\% . \qquad (3.14)$$



а)



б)

Рисунок 3.1 – Результати стендових досліджень:

а – зміна відносної висоти посадки муфти на ніпель; б – визначення критерію працездатності різьби

Стендові випробування по визначенню відносної висоти посадки муфти на ніпель (рисунок 3.1, а) і значення критерію працездатності різьби (рисунок 3.1, б) від числа циклів згвинчування-розгвинчування проводилися з мастилами УСсА (Зразок 1) і NCS-30ECF (Зразок 2).

Таким чином з проведених випробувань видно, що на зносостійкість великий вплив має склад мастила, як видно мастило NCS-30ECF показує набагато кращі результати в порівнянні з широко використовуваним у вітчизняній промисловості мастилом УСсА.

3.2 Дослідження впливу мастильних матеріалів на тертя і зношування металевих пар в режимі тертя ковзання

Теоретична суть ефекту автокомпенсації зносу у досліджуваних мастилах і середовищах шляхом введення добавки із вмістом міді ґрунтується на методиках дослідження зношування металевих пар в залежності від мастильних і протизносних властивостей антифрикційних складів з різними фізико-хімічними властивостями.

Зроблений вибір оптимальної концентрації добавки із вмістом міді до графітного мастила УСсА впливає на контактну витривалість пар тертя. За результатами дослідження одержано залежність (рисунок 3.2) оптимальної концентрації сульфату міді $CuSO_4$ в добавці із вмістом міді, яка дорівнює 0,24% мас. Оптимальна концентрація $CuSO_4$ відповідає максимальним значенням контактної витривалості.

У проведених і описаних дослідженнях доведено, що з ростом лінійної швидкості ковзання знос зменшується тим більше, чим вище питоме навантаження. Ґрунтуючись на отриманих результатах, проведені дослідження зношування при лінійній швидкості v = 0,18 м/с в середовищі графітомісних мастил з включенням добавки із вмістом міді.

Випробування проводилися з наступними складами: 1 – базове мастило (УСсА); 2 – базове мастило з 0,24% добавки із вмістом міді; 4 – мастило РУС-1;

5 – мастило NCS-30ECF.

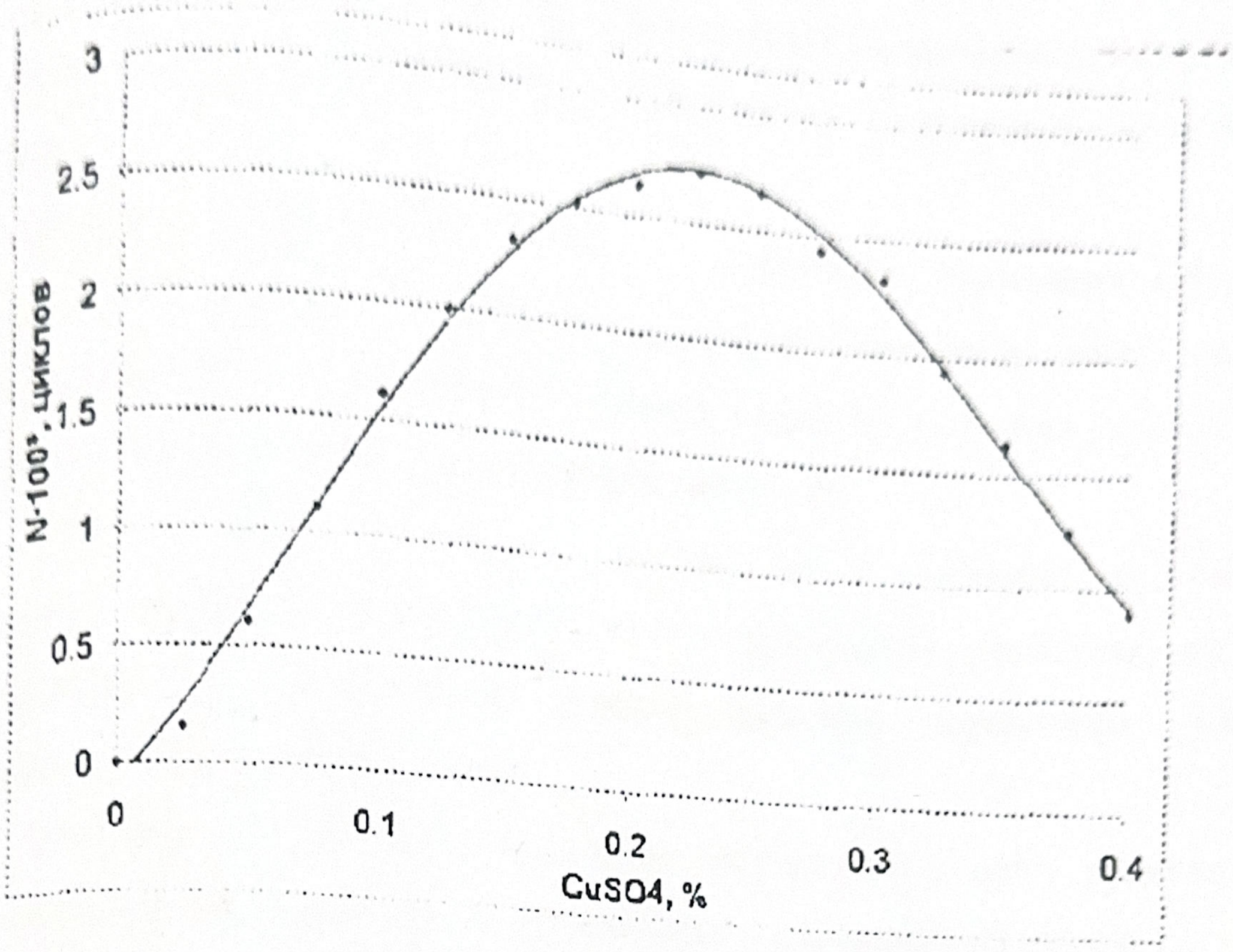


Рисунок 3.2 – Оптимальна концентрація добавки із вмістом міді в мастилі

Як видно з результатів дослідження мастило, яке містить добавку цілком конкурентне при високих навантаженнях, а вартість на порядок менше як вітчизняних так і зарубіжних мастил.

На наступному етапі проводилася оцінки характеру зношування від присутності технологічних розчинів різної густини. В якості добавки до мастила застосовувалися вода і реальні глинисті розчини, які містять КМЦ, КССБ, NaCI, NaOH, сульфанол, густиною від 1050 до 1800 кг/м^3. Розчин обважнений за існуючою технологією. Величина pH досліджуваних промивних рідин коливалася в діапазоні 6,0 ... 10.

Для оцінки мастильних і протизносних властивостей промивних рідин в режимі ковзання використовувалася машина тертя, що дозволяє реалізувати значні контактні напруги.

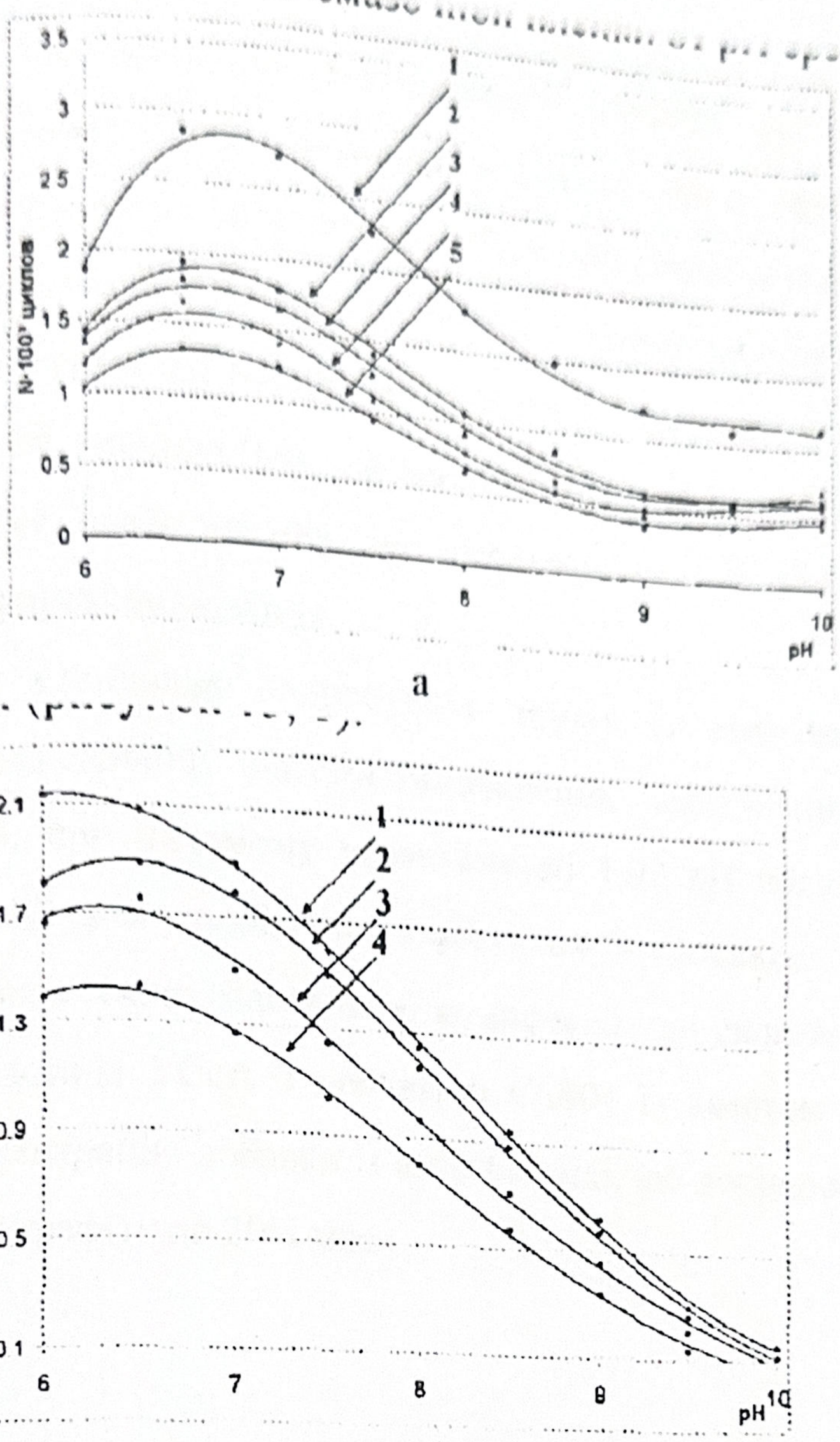
У випробуваннях досліджувалося графітне мастило УСсА з додаванням в нього розчинів густиною 1050…1800 кг/м^3 і pH = 6,0 ... 10.

На основі теорії контактної взаємодії твердих тіл, проведений розрахунок діапазонів контурних тисків, при яких спостерігаються пружний ненасичений, пружно-пластичний, пластичний ненасичений і пластичний насичений контакти.

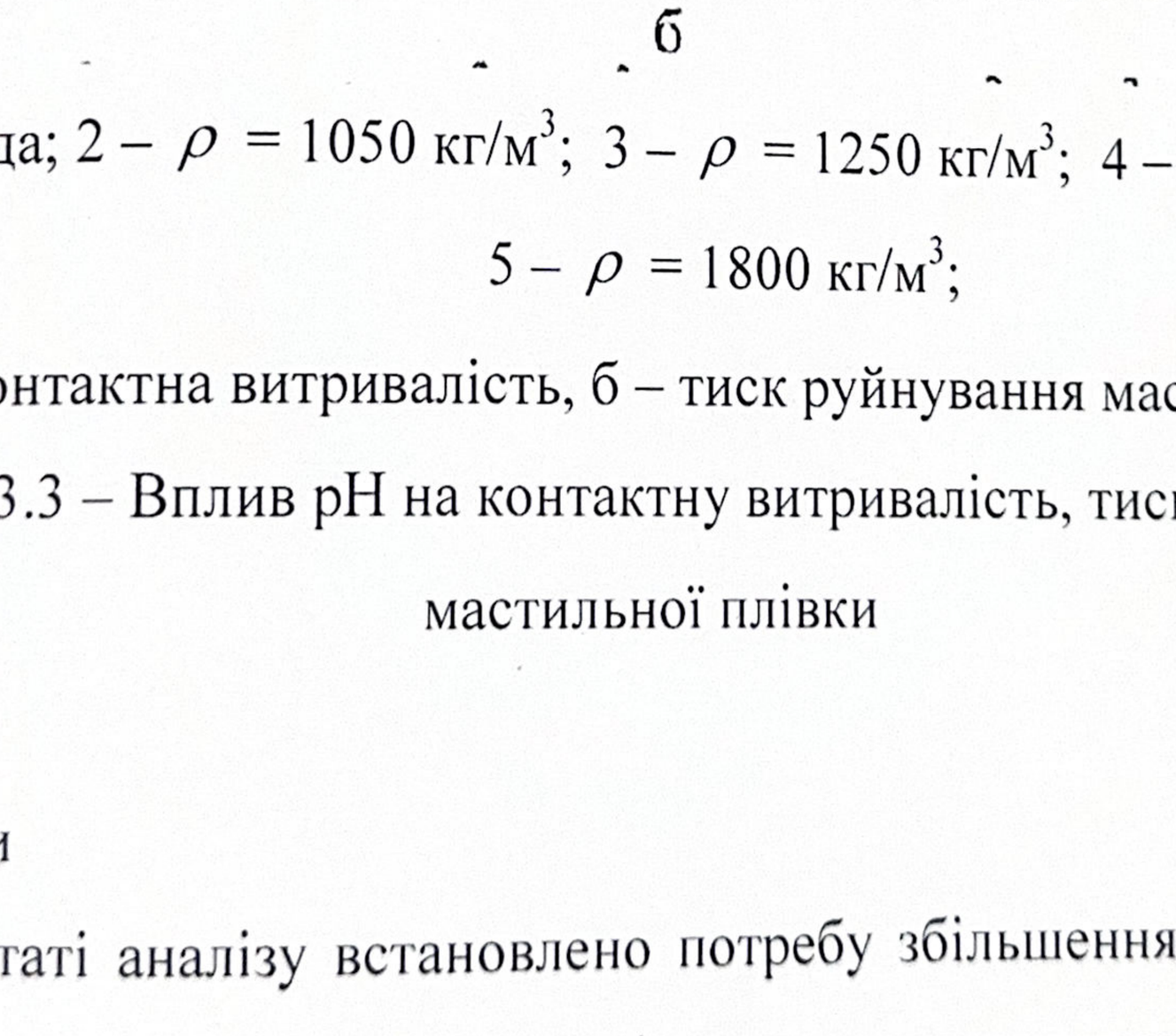
Результати випробувань мастила з присутністю промивних рідин в режимі тертя ковзання представлені у вигляді залежності числа циклів навантаження (N) до втомного руйнування (рисунок 3.3, а) і тиску руйнування мастильної плівки від pH середовища (рисунок 3.3, б).

Аналіз отриманої залежності показав, що в порівнюваних умовах параметри контактної витривалості і тиску руйнування мастильної плівки зменшуються з підвищенням густини робочого середовища, тобто інтенсивність зносу збільшується.

Виявлено, що максимум контактної витривалості і тиску руйнування мастильної плівки досягається в нейтральному середовищі при pH = 6,3 ... 6,7, стрімко знижуючись приблизно в 3 рази до мінімуму при pH = 8 ... 8,5.



а



б

1 – вода; 2 – ρ = 1050 кг/м^3; 3 – ρ = 1250 кг/м^3; 4 – ρ = 1600 кг/м^3;

5 – ρ = 1800 кг/м^3;

а – контактна витривалість, б – тиск руйнування мастильної плівки

Рисунок 3.3 – Вплив pH на контактну витривалість, тиск руйнування мастильної плівки

Висновки

В результаті аналізу встановлено потребу збільшення ресурсу замкових з'єднань бурильних труб на основі вдосконалення методів підвищення довговічності різьб при збиранні-розбиранні бурильних колон в процесі спуско-

підйомних операцій.

Виявлено, що швидкість згвинчування впливає на замкове різьбове з'єднання по різному: знос рухомого елемента пари тертя ніпель-муфта зменшується, а нерухомого зростає при збільшенні швидкості ковзання.

Встановлено, що зі збільшенням питомого навантаження в діапазоні 2,0 ... 5,0 кН знос пари тертя, що працює в середовищі мастила, зростає, а з ростом лінійної швидкості зменшується, причому темп зниження зносу тим більше, чим вище питоме навантаження, що пояснюється, по видимому, ефектом набігає хвилі гідророзклинювання.

Результати стендових випробувань замків із замковою різьбою, які працювали в середовищі багатокомпонентних мастильних матеріалів з добавкою CuS04, при питомому навантаженні 1,02 кН показали збільшення зносостійкості в 1,7 рази у порівнянні з мастилом без добавки.

Запропоновано склад мастильної композиції, що складається з графітної (до 20% мас) мастила УСсА з добавкою CuS04 із вмістом міді. Визначено оптимальну концентрацію добавки із вмістом міді, що дорівнює 0,24% від маси мастил з вмістом графіту до 20% мас.

4. РОЗРАХУНКИ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ

4.1 Розрахунки моменту затяжки різьбового з'єднання

На рис. 4.1 зображено схему бурильної труби [5]:

D = 178мм; D_1 =164мм; d = 140мм; d_1 = 118мм.

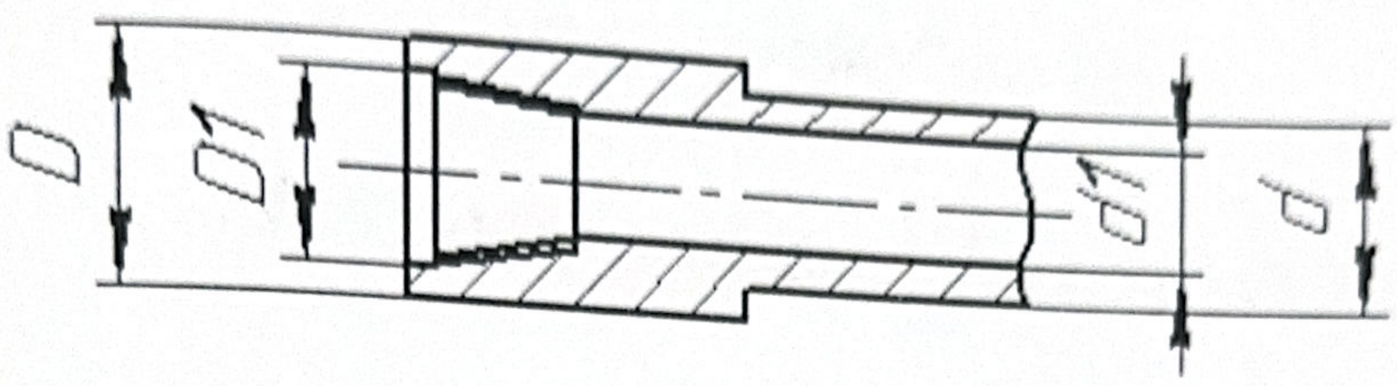


Рисунок 4.1 – Схема бурильної труби, використовуваної при роботі із буровим ключем АКБ-3М2

Довжина напівхвилі для нижнього кінця колони:

$$L=\frac{10}{\omega}\sqrt[4]{\frac{0,2\cdot\omega^2\cdot I}{0,4}}, \qquad (4.1)$$

$$L=\frac{10}{12,56}\sqrt[4]{\frac{0,2\cdot 12,56^2\cdot 934}{0,4}}=13,1\,\text{мм}$$

де ω – кутова швидкість стола ротора

$$\omega=\frac{\pi\cdot n}{30}, \qquad (4.2)$$

$$\omega=\frac{3,14\cdot 120}{30}=12,56\,\text{рад/с}$$

де n – частота обертання стола ротора

I – момент інерції труби

$$I=\frac{\pi\cdot(d^4-d1^4)}{64}, \qquad (4.3)$$

$$I=\frac{3,14\cdot(14^4-11,8^4)}{64}=934\,\text{мм}^4$$

Момент тертя в різьбовій частині:

$$Mp = a, \frac{d_{cep}}{2} tg(\varphi p), \qquad (4.4)$$

де: р – кут тертя;

t – косфіцієнт тертя для пари сталь-сталь;

β – половина кута при вершині;

$a_з$ – осьове зусилля затяжки

$$Mp = 787576 \frac{142,011}{2} tg(0^0 49' + 13^0 50') = 14618 \text{ Нм}$$

$$a_з = 0,75\pi(Д^2 - Д_1^2)(100\frac{Д \cdot t}{L^2} + 2p), \qquad (4.5)$$

$$a_з = 0,75 \cdot 3.14(17,8^2 - 16.4.^2)(100\frac{17,8}{13.1^2} + 2 \cdot 50) = 787576 \text{ Н}$$

де р – тиск перекачуваної рідини;

$d_{сер}$ – середній діаметр різьби З-147

$$\text{tg}\,\varphi_1 = \frac{S}{\pi \cdot d_{CEP}}, \qquad (4.6)$$

$$\varphi_1 = \frac{6.35}{3,14 \cdot 142,011} = 0,01424$$

φ – кут підйому верху різьби; $\varphi = 0^0 49^i$;

Момент тертя в торці різьбової частини:

$$M_m = a_з t \frac{d_{сер}}{2}, \qquad (4.7)$$

$$M_m = 787576 \cdot 0,2 \frac{142.011}{2} = 11184,45 \text{ Нм}$$

Момент затяжки:

$$M_з = M_р + M_т, \qquad (4.8)$$

$$M_з = 14618+11184=25802 \text{Нм}$$

На основі поданої методики отримані розрахункові моменти затяжки типових розмірів бурильних труб (табл. 4.1)

Таблиця 4.1 – Значення моментів затяжки

Тип труби	Момент затяжки, Нм
Ø140х11	25802
Ø127х10	17768
Ø114х10	13264

4.2 Підбір горизонтальної планки регульованого моментоміра

На рис. 4.2 схематично зображено планку моментоміра

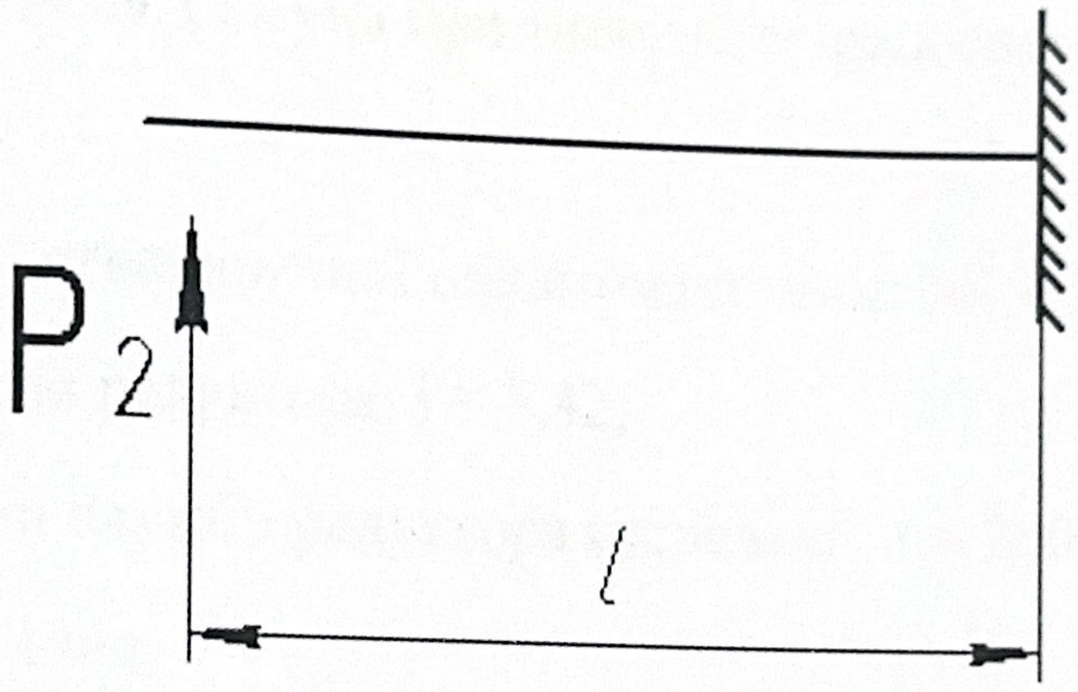


Рисунок 4.2 – Планка моментоміра

На перепускному клапані стоїть пружина 1 класу №372 ГОСТ13766-88.

P_2 – сила пружини при максимальній деформації;

P_2=12,26 кг =122,6 Н;

l – плече планки = 200 мм.

Визначимо момент в точці А

$$M_A = P \cdot l \qquad (4.9)$$

$$M_A = 122{,}6 \cdot 200 = 24520 \text{ Н} \cdot \text{мм}$$

Приймемо за основний розмір товщину полоси S= 4 мм.

$[G_{зг}]$ = 250МПа – допустиме напруження для сталі СТ 44.

Знайдемо площу полоси

$$F = \frac{M_A}{G_{sp}} \tag{4.10}$$

$$F = \frac{24520}{250 \cdot 106} = 98{,}08 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2$$

$$F = b \cdot S \tag{4.11}$$

b – ширина пластини; b = 25 мм,

По сортаменту вибираємо гарячекатану полосу 4х25 мм ГОСТ 103-96 [11].

4.3 Розрахунок редуктора бурового ключа АКБ – 3М2

Вихідні дані для розрахунку

1. Швидкість обертання двигуна при тиску повітря в системі р = 0,8 МПа; n_1 = 1333 об/хв.
2. Крутний момент, створюваний пневмодвигуном; $M_1 = 252$ Н·м;
3. Передаточне число редуктора; i = 5,42;
4. Проектний термін служби редуктора (передачі); t = 20000 год;
4. Робота – трьохзмінна;
6. Режим роботи – важкий.

Внаслідок невисокої швидкості роботи, приймаємо:

- для шестерні – сталь 40Х, покращену до міцності 270 НВ;
- для колеса – сталь 40Х, нормалізовану до міцності 235 НВ.

Приймаємо базове число циклів:

- для шестерні $N_ш = 21{,}6 \cdot 10^6$
- для колеса $N_к = 15{,}55 \cdot 10^6$ [4].

Сумарне число циклів за 20000 годин роботи:

- для шестерні

$$N_{e1} = 572{,}4 \cdot \omega_1 \cdot t \tag{4.12}$$

де ω_1 – кутова швидкість

$$\omega_1 = \frac{\pi \cdot n_1}{30} \qquad (4.13)$$

t – тривалість роботи

$$\omega_1 = \frac{3{,}14 \cdot 1333}{30} = 139{,}5 \text{ рад/с}$$

$$N_{e1} = 572.4 \cdot 139{,}5 \cdot 2 \cdot 10^4 = 16 \cdot 10^8$$

- для колеса:

$$N_{e2} = \frac{N_{e1}}{i} \qquad (4.14)$$

$$N_{e2} = \frac{16 \cdot 10^8}{5.42} = 2.95 \cdot 10^8$$

Визначимо коефіцієнт довговічності для колеса:

$$\text{К} = \sqrt[6]{\frac{N_k}{N_{e2}}} \qquad (4.15)$$

де N_k ,N_{c2} – базове і сумарне число циклів відповідно.

$$\text{К} = \sqrt[6]{\frac{14{,}55 \cdot 10^6}{2{,}95 \cdot 10^8}} = 1{,}22$$

Визначимо межу контактної витривалості для колеса:

$$\sigma_{н2} = 2 \cdot HB + 70 \qquad (4.16)$$

$$\sigma_{н2} = 2 \cdot 235 + 70 = 540 \text{ МПа}$$

Визначаємо допустимі контактні напруження:

$$[\sigma_{н2}] = \sigma_{н2} \cdot \frac{K_2}{S_H} \qquad (4.17)$$

де $S_н$ – коефіцієнт безпеки $S_н = 1{,}1$

$$[\sigma_{н2}] = 540 \cdot \frac{1{,}2}{1{,}1} = 589 \text{ МПа}$$

Розрахуємо допустимі напруження при згині шестерні і колеса:

$$\sigma_F^0 = 1{,}8HB \qquad (4.18)$$

$$\sigma_{F2}^0 = 1{,}8 \cdot 235 = 423 \text{ МПа}$$

$$\text{K}_{F1} = 1;\ \text{K}_{F2} = 1;\ \ \text{S}_F = 2;$$

$$[\sigma_{H1}] = \frac{486 \cdot 1}{2} = 243 \text{ МПа}$$

$$[\sigma_{H2}] = \frac{423 \cdot 1}{2} = 211{,}5 \text{ МПа}$$

Визначаємо розрахункові коефіцієнти:

- коефіцієнт ширини вінця зубчатого колеса [24] $\psi bd = 0{,}5$ – для симетричного розташування коліс;

- коефіцієнт нерівномірності навантаження

$$K_{H\beta} = 1.06 \qquad (\text{HB}<350)$$

$$K_{F\beta} = 1.08 \qquad (\text{HB}<350)$$

Визначимо міжосьову відстань:

$$a_w = k_a \cdot (i+1) \cdot \sqrt[3]{\frac{M_1 \cdot K_{H\beta}}{\psi bd \cdot i \cdot [\sigma_H]^2}} \qquad (4.19)$$

де K_a – коефіцієнт тертя для пари сталь-сталь; $K_a = 4950$

$$a_w = 4950 \cdot (5{,}42+1) \cdot \sqrt[3]{\frac{252 \cdot 1{,}06}{0{,}5 \cdot 5{,}42 \cdot ([589 \cdot 10^6])^2}} = 0{,}210 \text{ м}$$

приймаємо $a_w = 231$ мм.

Порахуємо модуль зачеплення

$$m = (0.01 \div 0.02) a_w \qquad (4.20)$$

$$m = (0.01 \div 0.02) \cdot 231 = 2.3 \div 4.6 \text{ мм}$$

приймаємо m = 6 мм.

Сумарна кількість зубів:

$$Z_\Sigma = 2\frac{a_W}{m} \qquad (4.21)$$

$$Z_\Sigma = 2\frac{231}{6} = 77 \text{ шт.}$$

Кількість зубів на шестерні:

$$Z_1 = \frac{Z_\Sigma}{i+1} \qquad (4.22)$$

$$Z_1 = \frac{77}{5.42+1} = 11{,}99 \text{ шт.}$$

Приймаємо, що кількість зубів шестерні $Z_1 = 12$ шт.

Кількість зубів колеса:

$$Z_2 = Z_\Sigma - Z_1 \qquad (4.23)$$

$$Z_2 = 77 - 12 = 65 \text{ шт.}$$

фактичне передаточне число буде дорівнювати:

$$i = \frac{65}{12} = 5{,}42$$

Визначаємо геометричні розміри зубчатих коліс:

- ділильні діаметри:

$$d_1 = z_1 \cdot m \qquad (4.24)$$

$$d_2 = z_2 \cdot m \qquad (4.25)$$

$$d_1 = 12 \cdot 6 = 72 \text{ мм}$$

$$d_2 = 65 \cdot 6 = 390 \text{ мм}$$

- діаметри вершин зубів:

$$d_{a1} = d_1 + 2 \cdot m \qquad (4.26)$$

$$d_{a2} = d_2 + 2 \cdot m \qquad (4.27)$$

$$d_{a1} = 72 + 2 \cdot 6 = 84 \text{ мм}$$

$$d_{a2} = 390 + 2 \cdot 6 = 402 \text{ мм}$$

- діаметри впадин зубів:

$$d_{f1} = d_1 - 2{,}5m \qquad (4.28)$$

$$d_{f2} = d_2 - 2{,}5m \qquad (4.29)$$

$$d_{f1} = 72 - 2{,}5 \cdot 6 = 57 \text{ мм}$$

$$d_{f2} = 390 - 2{,}5 \cdot 6 = 375 \text{ мм}$$

- ширина вінця колеса:

$$b_2 = 0{,}5a_w \qquad (4.30)$$

$$b_2 = 0{,}5 \cdot 231 = 115 \text{ мм}$$

- ширина вінця шестерні:

$$b_1 = b_2 + 4 \tag{4.31}$$

$$b_1 = 115 + 4 = 119 \text{ мм}$$

визначимо колову швидкість:

$$\upsilon = \frac{\omega_1 \cdot d_1}{2} \tag{4.32}$$

$$\upsilon = \frac{139{,}5 \cdot 72 \cdot 10^{-3}}{2} = 5{,}02 \text{ м/с.}$$

Згідно вимогам класу точності виготовлення зубчатих коліс – назначаємо восьмий клас точності виготовлення.

Визначимо колову силу:

$$F_1 = \frac{2 \cdot M_1}{d_1} \tag{4.33}$$

$$F_1 = \frac{2 \cdot 252}{72 \cdot 10^{-3}} = 7000 \text{ Н}$$

Уточнюємо деякі коефіцієнти: $K_{H\upsilon} = 1{,}2$

$$K_{F\upsilon} = 2 \cdot K_{H\upsilon} - 1 \tag{4.34}$$

$$K_{F\upsilon} = 2 \cdot 1{,}2 - 1 = 1{,}4$$

Розрахуємо фактичне значення контактних напружень:

$$\sigma_H = 436 \cdot 10^3 \sqrt{\frac{F_1}{d_1 \cdot b_2} \cdot \frac{i+1}{i} \cdot K_{H\upsilon} \cdot K_{f\upsilon}} \le [\sigma_H] \tag{4.35}$$

$$\sigma_H = 436 \cdot 10^3 \sqrt{\frac{7000}{72 \cdot 10^{-3} \cdot 115 \cdot 10^{-3}} \cdot \frac{5{,}42+1}{5{,}42} \cdot 1{,}2 \cdot 1{,}4} = 566 \text{ МПа}$$

$$\sigma_H \le [\sigma_H]$$

Недовантаження складає:

$$\frac{589 - 566}{589} \cdot 100\% = 3{,}9\%$$

Такі недовантаження допускаються (для даного типу редукторів недовантаження може бути в межах до 8%) [24].

Коефіцієнти форми зубів складатимуть:

$$Y_{F1} = 4{,}26 \text{ при } z = 12$$

$$Y_{F2} = 3{,}62 \text{ при } z = 65$$

Зрівноваження характеристик міцності колеса і шестерні:

$$[\sigma_{F1}] / Y_{F1} = 243 / 4{,}26 = 57 \text{ МПа}$$

$$[\sigma_{F1}] / Y_{F1} = 211{,}5 / 3{,}62 = 58{,}4 \text{ МПа}$$

З розрахунку можна зробити висновок, що менш міцними є зуби шестерні.

Визначимо розрахункові напруження згину в основі ніжки зуба шестерні:

$$\sigma_{F1} = \frac{Y_{F1} \cdot F_1 \cdot K_{H\upsilon} \cdot K_{F\upsilon}}{b \cdot m} \qquad (4.36)$$

$$\sigma_{F1} = \frac{4{,}26 \cdot 7000 \cdot 1{,}2 \cdot 1{,}4}{115 \cdot 6} = 72{,}6 \text{ МПа}$$

$$\sigma_{F1} \le [\sigma_{F1}]$$

Напруження згину в основі ніжки зуба шестерні в шість разів менші, ніж допустимі напруження згину. Це вказує на те, що зуби не зламаються.

Висновки

Проведені розрахунки в даному розділі магістерської роботи підтверджують ефективність технічного рішення з модернізації автоматичного бурового ключа, т. як отримані коефіцієнти запасу міцності більші допустимих.

5. МОНТАЖ І ЕКСПЛУАТАЦІЯ ОБЛАДНАННЯ

5.1 Організація робіт при монтажі комплексу механізмів для виконання спуско-піднімальних операцій

В комплекті обладнання для автоматизації спуско-піднімальних операцій АСП-3 спочатку збирається щоглова вежа в горизонтальному положенні і встановлюються: кронблок, підкронблочна площадка, козли, амортизатори направляючих канатів центратора. На підкронблочній рамі монтується верхній шків механізму підйому свічок. Потім встановлюються рухомий центратор на направляючих канатах, бокові балкони, МРС, МЗС, кріпиться кінець канату МПС до стріли механізму захвату свічки, встановлюються магазини для свічок. Після підйому вежі у вертикальне положення монтуються: пневмоциліндри МПС, підсвічники, пульти керування механізмами АСП-3. Дозатор і змащувальна камера механізму змащення свічок встановлюються на підсвічнику, а пульт керування – поряд із пультом механізму підйому свічок.

Після закінчення монтажу всіх механізмів АСП-3 вони з'єднуються повітряними лініями, потім проводиться наладка і регулювання.

Нижче зупинимось на більш детальнішому описі порядку монтажу основних механізмів АСП-3.

Механізм розстановки свічок монтується після збирання вежі до її підйому. Для цього зібрана в горизонтальному положенні вежа припіднімається і установлюється в похилому положенні на необхідну висоту на козлах. Монтувати механізм можна і без підйому вежі. В цьому випадку під місцями установки балкона риється котлован шириною 3м і глибиною 2м. При монтажі МРС в першу чергу збирається і кріпиться до вежі балкон. Для цього він в горизонтальному положенні під вежею розміщується на брусах і в направляючі швелери встановлюється візок зі стрілою, яку переводять в крайнє ліве положення. Потім механізм провертається на 90^0 так, щоб стріла була напрямлена вгору. За допомогою крана балкон механізму з'єднується з

провушинами нижніх поясів бокових секцій балкона, які встановлені на вежі, і кріпиться до них болтами. Після цього встановлюються перила балкона і з'єднуються з його каркасом.

Монтаж електрообладнання і кінцеве регулювання МРС виконується після підйому вежі у вертикальне положення. В процесі наладки і регулювання опробуються наступні елементи роботи механізму:

- включення приводів візка та стріли і чіткість їх зупинки у всіх положеннях;

- правильність і чіткість роботи покажчиків положення стріли і візка на пульті керування;

- свободу переміщення до упорів стріли і візка із одного крайнього положення в інше. Зазор між верхнім роликом візка і полкою швелера по всій довжині повинен бути в межах 5мм, а повністю вибраний в одну сторону зазор між стрілою і катками – в межах від 2мм до 5мм на всьому шляху ходу стріли;

- чіткість роботи блокувального реле, яке повинно забезпечити висування стріли не більше 1,5м при середньому положенні візка і підйомі талевого блока вище 15м від ротора.

Натяг ланцюгів на стрілі регулюється так, щоб провисання їх було не більше 20мм.

Механізм захвату свічок можна монтувати у вертикальному або горизонтальному положенні вежі після установки рухомої стріли МРС і МПС. Перед монтажем перевіряється наявність мастила в деталях тертя і кріплення всіх вузлів механізму. Після цього за допомогою крана (або монтажного каната при піднятій вежі) механізми піднімаються, суміщаються отвори щоки нерухомої частини із щоками стріли МРС і з'єднуються болтом.

Для з'єднання рухомої частини МЗС із МПС на підкронблочній рамі встановлюється поворотний ролик, а на позі вежі біля балкона – подвійний ролик. Канат підвіски з'єднується із провушиною тяги рухомої частини механізму, перекидається через поворотний і обвідний ролики і кріпиться до регулюючої рейки механізму підйому свічки.

з'єднується з тягою механізму захвата, а другий через поворотний і направляючий ролики – до регулюючої рейки штока верхнього циліндра.

Пульт управління розміщується на площадці перед підсвічниками із таким розрахунком, щоб знизу через дзеркало на пульті можна було спостерігати за роботою МЗС і МРС. Із пультом управління блок циліндрів з'єднується гнучкими шлангами. Всі трубопроводи прокладаються в захищеному місці з нахилом $2\text{-}3^0$ в сторону загальної пневмолінії.

Після кінцевого монтажу вузлів управління і повітропроводів перевіряється робота механізмів, при цьому звертається увага на співвісність каната із блоками циліндрів, роботу запобіжної защіпки блокуючого циліндра і герметичність вузлів пневмоупрвління.

Підсвічник складається із лівої та правої опор, на які зверху встановлені ферми із прокату, що сприймають навантаження від свічок, і батарей для обігріву замків труб. Батареї обладнані зовнішніми огородженнями, які запобігають випаданню свічок і внутрішніми перегородками, які розмежовують площу опори на секції із метою правильної установки свічок в ряд. Кожна секція закривається дверкою при заповненні її свічками. Із передньої сторони до зовнішніх огорож кріпляться кронштейни для направлення руху свічки при переносі її від центра свердловини на підсвічник або із підсвічника до центра свердловини. Із задньої сторони встановлені амортизатор для гасіння удару свічки в підсвічник і направлення її в одну із секцій опори.

При монтажі підсвічника його опори встановлюються на передбачених для них балках основи вежевого блока. Відстань між двома опорами повинна складати 1254мм, а до центра свічки – 2550мм. До балок опори кріпляться болтами. На встановлені опори монтується амортизатор, до батарей підводиться паропровід. На правій опорі встановлюється площадка із драбиною для пульту управління МПС і МРС.

Після монтажу підсвічника перевіряється легкість обертання всіх

шарнірних з'єднань, робота запірних пристроїв, дверей, створок і амортизатора. Зазор низу дверок від опорних площадок повинен бути не менше 3мм.

Рухомий центратор складається із зваренного корпуса, в центральній частині якого знаходиться воронка і головка, що мають повздовжній виріз для проходження бурильної труби. В передній частині вирізу в корпусі вмонтовані два поворотних кулачки, які мають можливість провертатись в середині корпуса, і відкривати прохід для свічки при натисканні на них знизу конусним наголовником МЗС. Після проходження свічки кулачки під дією пружин, які вмонтовані в середині корпуса, закриваються і утримують верхній кінець свічки від падіння. На кінцях корпуса центратора є кронштейни, всередині яких вмонтовано по чотири ролики для пересування по напрямних канатах, знизу до кожного кронштейна прикріплений тримач конуса із гумовими кільцями. При опусканні центратора кільця садяться на конусні упори підвіски, які розміщені у нижній частині направляючих канатів.

Монтується центратор під час збирання вежі до її підйому. Перед монтажем перевіряється легкість обертання роликів на кронштейнах, наявність мастила на осях і пальцях та кріплення деталей. На підкронблочній рамі встановлені два амортизатори і до їх штоків приєднані напрямні канати. До щогли вежі на відстані 19,6м від кронблока шарнірно в одній площині встановлені кронштейни підвіски центратора. Зверху кожний кронштейн страхується канатом за пояс магазина, а знизу закріплюється тягами до елементів вежі, якими регулюється кронштейн. Після цього нижні кінці напрямних канатів кріпляться до кронштейнів через запобіжні ланки. На канати за допомогою крана встановлюється центратор і заводяться в конусні опори підвіски.

Після підйому вежі натягуються напрямні канати гайками пружинного амортизатора і перевіряється рух центратора по канатах шляхом підйому і опускання талевого блоку. Центратор повинен повністю сідати на конусні

опори підвіски без перекосу. При підніманні й опусканні центратора розтруб талевого блока повинен повністю входити у воронку центратора, а нижні лощини центратора повинні опиратися на гумові амортизатори блока.

При транспортуванні вежі у вертикальному положенні для запобігання розкачування центратор кріпиться канатами до вежі.

Магазин для свічок складається із двох секцій – правої та лівої, кожна із яких складається із пальців та має вигляд звареної із труб гребінки.

Монтується магазин до підйому вежі. Кожна секція магазина кріпиться до вежі напівхомутами і кронштейнами. Місце установки магазина визначається по нижній площині центратора, відстань від якої до осі магазина повинна бути 100мм. Висота установки залежить від типу використовуваної вежі. Відстань між крайніми пальцями двох секцій магазина повинна складати 350мм. Пальці магазина страхуються канатом, який пропускається в отвори пальців і основної труби, та кріпиться до вежі.

Ключ АКБ-3М2 встановлюється біля ротора в вишко-лебідковому блоці. Для монтажу ключа заздалегідь укладають спеціальну плиту, яку жорстко з'єднують з підроторними балками; ключ можна встановлювати як між буровою лебідкою і ротором, так і перед ротором з правого боку.

При установці ключа між лебідкою і ротором в основному його розташовують під кутом 24° щодо осьової лінії ключа і осі ротора, паралельної роторному щиту [21].

Встановити на плиту підроторних балок тумбу і колону ключа з кареткою і надійно прикріпити тумбу до плити сімома болтами М36. Болти повинні законтрити від саморозгвинчування пружинними шайбами або іншим способом.

Встановити каретку по висоті щодо ротора залежно від конструкції клинів елеватора. Колону в тумбі зафіксувати гладким валом 7, а каретку відносно колони — чекою 10.

Встановити на каретку блок ключа і з'єднати його з 2-ма підвісками штоків пневматичних циліндрів підведення ключа.

Підняття каретки з колоною і тумбою, а також блоку ключа при монтажі і демонтажі проводиться за допомогою стропов з крюками, що протягуються в отвори скоб, приварених в головних і хвостових частинах каретки і корпусу ключа. Схема строповки вказаних вузлів показана на рисунку 5.3

Встановити пульт управління [1]. При цьому необхідно дотримувати наступний порядок:

а) надійно закріпити корпус пульта до підлоги бурової;

б) в цілях видалення окалини, стружки, бруду і т.п. очистити ввідний рукав пульта 0,38 мм;

в) за допомогою накидної гайки, що знаходиться на рукаві, під'єднати ввідний рукав 0,38 мм пульта до повітропроводу із зовнішнім різьбленням 2";

г) відкрити крани у ресівера і вхідний кран пульта, по черзі продути кожен рукав пульта управління шляхом відкриття відповідного клапана крана пульта;

д) закрити вхідний кран і перевірити, чи знаходяться рукоятки пульта в нейтральному положенні і чи застопорені вони від довільного включення;

е) під'єднати рукави пульта до пневматичних циліндрів і пневмомотора згідно схеми.

Для зручності монтажу накидні гайки на кінцях рукавів мають нумерацію, відповідну нумерації місць під'єднання до ключа.

Рукави, що йдуть від пульта управління до ключа, повинні прокладатися по підлозі бурової і закриватися захисними кожухами (дерев'яними або металевими); вихлопні рукави пульта для зменшення шуму повинні проходити під підлогу бурової.

Для забезпечення нормальної роботи ключа необхідно, щоб сумарний об'єм ресіверів, встановлених на буровій, був не меншого 2 м3.

У разі потреби зміни висоти установки ключа піднімання і опускання блоку ключа проводять за допомогою стропов і талевої систем. У момент

натяжки виймають вал, стопоривши колону в тумбі, а потім по установці на новій висоті знову вставляють вал, який потім зашплінтовують. По установці ключа у напрямі центру ротора каретка фіксується від проворота навколо колони чекою, вставленою в отвори провушин каретки і фланця колони [1].

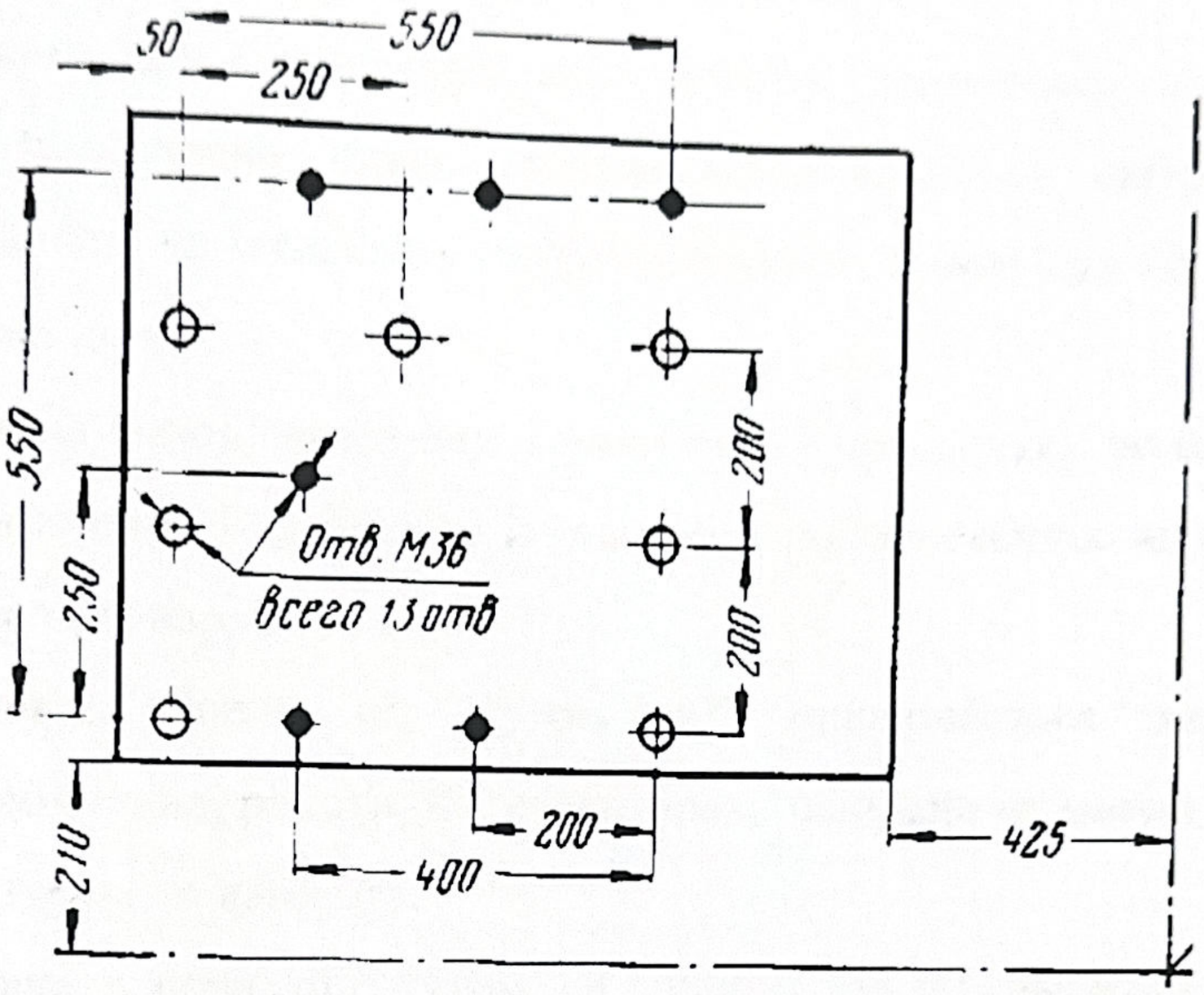


Рисунок 5.1 – Плита для монтажу ключа

Конструкція опори ключа розрахована на установку ключа з різного роду основами бурової і використовуваним буровим устаткуванням (роторами, клинами, лебідками). Установка ключа на буровій в плані і по висоті проводиться, відповідно до монтажних схем.

Основним варіантом установки ключа в плані є розташування ключа під кутом 24° (кутом між віссю ключа і осьовою лінією, що проходить через центр ротора паралельно роторному щиту). Цей варіант, забезпечує установку опорної плити колони на одному рівні відносно ротора, дає можливість проводити різну установку самого ключа по висоті і його роботу при посадці бурильної колони на клини будь-якого типу, а також при посадці бурильної колони на елеватор.

При установці обсадних труб по висоті для згвинчення буровим ключем існують два варіанти.

Перший варіант: при спуску перших труб, коли унаслідок малої ваги клини не утримують колону труб від провороту, труба встановлюється так, щоб нижні щелепи затискали нижню трубу під муфтою.

Другий варіант: при спуску труб, коли колона утримується клинами від провороту при замкнутому роторі, муфта встановлюється проти нижніх щелеп. Нижні щелепи не затискають муфту і служать тільки для центрування ключа| відносно колони.

Якщо муфта на колоні навернена герметично і при спуску не потрібне її дотягування, згвинчення і кріплення із участю в роботі нижніх щелеп треба проводити по другому варіанту.

При установці ключа під кутом 40° виключається можливість перестановки ключа для роботи на елеваторах, оскільки в цьому випадку заважає кожух роторного ланцюга.

Для установки ключа під кутом 24° клини ПКЗ-3 вмонтовуються в поверненому на кут 16° положенні, для чого необхідно дещо змінити приварювання опорних деталей (щік) клинів до ротора.

При монтажі ключа на буровій під кутом 24° з метою його використання в роботі при посадці колони бурильних труб на елеватор необхідно врахувати наступне:

схема установки ключа розрахована на роботу з бурильними трубами діаметром 5" і 6" (що в основному мають замки ЗШ), у яких загальна довжина циліндрової частини замку в зборі (у згвинченому стані) не повинна бути менше 535 мм. При цьому установка елеватора повинна проводитися в зоні положень, що допускаються.

схема установки ключа розрахована на роботу з бурильними трубами діаметром 6" і 5" з тими ж замками, але у яких загальна довжина циліндрової частини (у згвинченому, стані) не меншого 575 мм для бурильних труб діаметром 6" і не меншого 535 мм для бурильних труб діаметром 5".

При цій установці ключ проходить над елеватором незалежно від його розташування на роторі. Для роботи ключем за цією схемою потрібно верхню частину елеватора наростити. Елеваторами з надставками можна працювати при установці ключа що дає можливість працювати з коротшими замками, тобто замок може бути коротше 535 мм на висоту надставки.

Кількість основних робітників розраховують по професіях, виходячи з трудомісткості річної програми по видах робіт

$$R = \frac{\sum T}{F_{Д.р} \times k}, \tag{5.1}$$

де

$\sum T$ - сумарна трудомісткість річної програми по даному виду робіт, год;

$F_{Д.р.}$ — дійсний фонд часу одного робітника, год;

k — коефіцієнт виконання норм.

Отже, за даними:

- дійсний фонд часу одного робітника становить 1820 годин;
- сумарна трудомісткість річної програми по даному виду робіт становить 9100 годин [1].

Тоді сумарна трудомісткість річної програми по даному виду робіт:

$$R = \frac{9100}{1820} = 5 \text{ чол.}$$

Чисельно-кваліфікаційний склад бригади по проведенню монтажу АКБ - 3М2 представлено в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 – Чисельно-кваліфікаційний склад бригади

Найменування	Розряд	Чисельність
1.Бурильник	6	1
2.Помічник бурильника	5	2
3.Пусконаладник	4	1
4.Зварник	6	1

5.2 Експлуатація та ремонт обладнання

Виділяють п'ять основних видів руйнування деталей:

1) деформацію і зломи (крихкий злом, в'язкий злом, остаточна деформація, втомлюваний злом, контактні втомлювані пошкодження);

2) механічний знос (стирання металевих пар, абразивний знос);

3) ерозійно-кавітаційні пошкодження;

4) корозійні пошкодження (атмосферна корозія, корозія в електролітах, газова корозія);

5) корозійно-механічні пошкодження (корозійна втомленість, корозійне розтріскування, корозія при терті).

Деформація і зломи виникають при значному збільшенні напруження в матеріалі деталі, що перевищує межу текучості або межу міцності. Деформація матеріалу супроводжується зміною форми і розмірів деталі.

Механічний знос проявляється в результаті взаємодії пар, що труться. Розрізняють знос металевих пар при терті кочення або сковзання і абразивний знос.

По характеру змащення розрізняють три основних види тертя:

1) рідинне тертя – поверхні тіл, що труться, відокремлені один від одного шаром мастила;

2) тертя при неповному змащенні – поверхні, що труться, частково дотикаються своїми виступами (поділяється на три підвиди: напіврідинне тертя, напівсухе тертя, граничне або молекулярне тертя);

3) сухе тертя – тертя металевих поверхонь без мастила.

Найменший знос відмічається при рідинному терті. В багатьох сучасних машинах здійснити рідинне тертя не вдається і в цих умовах відбуваються процеси сухого і граничного тертя. Оскільки ці два види тертя обумовлені взаємодією нерівностей поверхонь пар тертя. Характер шорсткості здійснює вплив на інтенсивність зносу матеріалу. Дуже гладкі поверхні схильні до

виникнення вузлів зчеплення, викликаних молекулярними силами. В результаті для забезпечення максимальної зносостійкості необхідно вибрати оптимальну шорсткість поверхні, при який коефіцієнт тертя буде найменшим.

Абразивний знос проявляється в рухомих спряженнях у результаті дряпаючої і ріжучої дії твердих абразивних частинок.

Ерозійно-кавітаційні пошкодження деталей машин виникають при дії на метал потоків рідини або газу, забруднених механічними домішками, які рухаються з великою швидкістю. На ділянках, де тиск рідини падає нижче тиску насичених парів, виникають бульбашки пари і повітря. Зникаючи з великою швидкістю в зоні підвищеного тиску, вони викликають гідравлічні удари об поверхню металу і його руйнування. Із збільшенням твердості поверхні інтенсивність руйнування різко знижується.

Корозія металів і сплавів являє собою процес їх руйнування в результаті хімічної і електрохімічної дії зовнішнього середовища.

Корозійно-механічні пошкодження виникають під впливом корозії і механічних факторів (напружень, деформацій, тертя та ін.). Наприклад, корозійна втомленість являє собою процес руйнування металів при одночасній дії корозійного середовища і циклічних напружень.

5.3 Охорона праці при монтажі та експлуатації обладнання

Спуско-підйомні операції (СПО) є однією з основних операцій технологічного процесу проходки свердловини. Вони призначені для виконання наступних завдань:

- спуск-підйом породоруйнівного інструменту унаслідок його зносу або зміни властивостей порід, діаметру стовбура, а також після закінчення процесу буріння свердловини;

- підйом проб керна, шламу, флюїда пласта; кріплення свердловини обсадними трубами;

- спуск-підйом інструменту при ліквідації аварій;

- проведення спеціальних робіт в свердловині (тампонаж, виклик притоки);

- проведення досліджень в стовбурі (каротаж, дослідження пласта).

На рисунку 5.2 показана схема найбільш традиційного спуско-підйомного комплексу, який використовується в сучасних бурових установках.

Основна небезпека при виконанні СПО – це обрив талевого канату, який приведе до польоту бурильного інструменту і гакоблоку з елеватором. Тому важливе значення має правильний вибір оснастки талевої системи, а також типу і діаметра талевого канату залежно від максимального натягу ходової вітки канату.

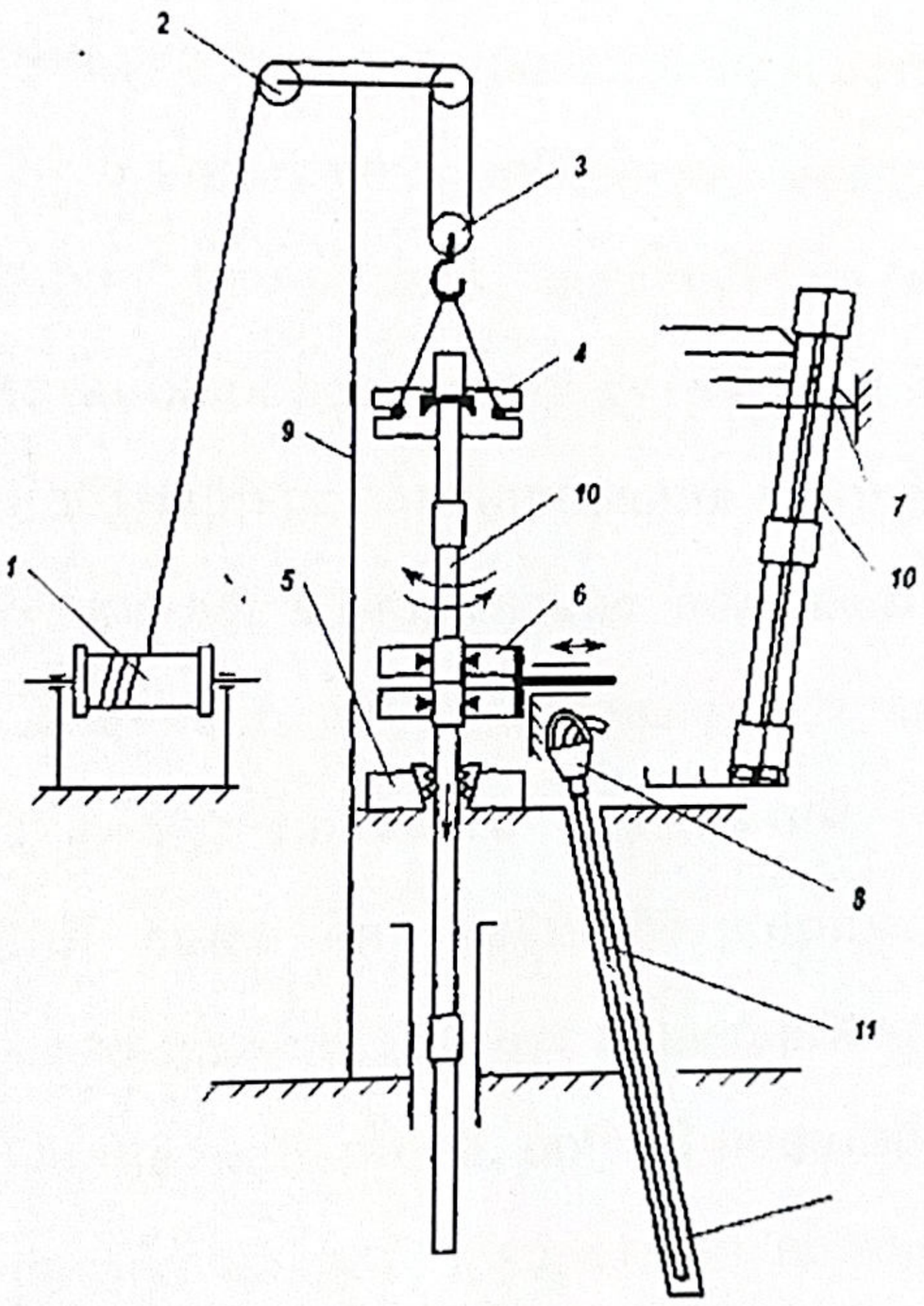


Рисунок 5.2 – Схема традиційного спуско-підйомного комплексу бурової установки:

1 - бурова лебідка; 2 - кронблок; 3 - талевий блок; 4 - елеватор; 5 - клинове захоплення; 6 - буровий ключ; 7 - свічка приймача; 8 - вертлюг; 9 - щогла (вежа); 10 - свічка бурильних труб; 11 - ведуча труба; 12 – шурф.

Обрив талевого канату також можливий при ударі талевого блоку у

кронблок при його русі вгору. В даному випадку необхідно встановлювати обмежувач підйому талевого блока під кронблок і правильно підключити його в систему пневмоуправління.

Під час експлуатації талевий канат зношується нерівномірно. Частина його, яка в процесі СПО намотується на барабан, зношується найбільш інтенсивно, тому при відпрацюванні талевим канатом ресурсу роботи, встановленої програмою перепуску, необхідно старанно оглянути стан ведучої струни канату. Критеріями зносу можуть служити зменшення його діаметру на 10%, обривання 10% дротинок на довжині однлгл кроку витка пасма, обривання або вспучування одного пасма. В цьому випадку необхідно провести перепуск канату і до відпрацювання ним встановленого ресурсу.

При роботі з АКБ виникають небезпечні моменти через недотримання правильної установки вкладишів щелепи ключа (при згвинчуванні вкладиші повинні встановлюватися під кутом 7°, а при розгвинчуванні - 9°). В результаті відбувається заклинювання ключа з бурильною трубою. При установці зіву ключа в нормальне положення часто відвести ключ буває неможливо. Для звільнення «плаваючого корпусу» з вкладишами доводиться піднімати або опускати бурильний інструмент. При таких операціях можливий зрив «плаваючого корпусу» або зрив ключа з каретки, унаслідок чого може відбутися нещасний випадок.

При монтажі ключа на буровій, робочі повинні дотримувати запобіжні засоби. На ряду бурових, колону з кареткою встановлюють за допомогою петлі каната, нижній кінець якого обхвачує каретку, а верхній накидають на підйомний крюк.

При цьому створюються небезпечні моменти, пов'язані з перевалюванням незакріпленої каретки з колоною з одного боку на інший. Вирівнювання її в горизонтальному положенні ведуть уручну. При несподіваному звалюванні її убік можливий нещасний випадок.

При установці блоку ключа на каретку також виникають небезпечні моменти, оскільки піднімають блок ключа за допомогою каната,

перекинутого через підйомний гак. Регулюють горизонтальність блоку ключа для установки полозів в П-подібні канавки каретки за допомогою лому. При цьому може відбутися нещасний випадок від удару ломом, що зірвався.

В місці установки ключа на буровій заздалегідь вмонтовують спеціальну плиту, яка повинна бути жорстко сполучена з підроторними балками. При установці ключа під кутом 24° (кутом між осьовою лінією ключа і осьовою лінією, що проходить через центр ротора паралельно роторному щиту) забезпечується установка опорної плити колони на одному рівні щодо ротора, що дає можливість встановлювати ключ на різну висоту і забезпечує його роботу при посадці бурильної колони на клини або елеватор.

Управління ключем АКБ здійснюється з пульта управління, він повинен бути встановлений на місці, з якого бурильник може вільно бачити ключ, пневмоклини і підсвічник. При недотриманні цієї умови можливі нещасні випадки, також на пульті керування ключем повинна бути встановлення спеціальна за горожа для запобігання випадкового на тиснення на рукоятки керування роботою ключа.

Слід зазначити, що при роботі ключем АКБ існує небезпечна зона першого роду між ключем, що знаходиться в нейтральному положенні, і бурильною свічкою.

Знаходження робочих в цій зоні небезпечно навіть якщо ключ АКБ не підводиться, оскільки не виключена можливість випадкового включення рукоятки на пульті управління. Розміри небезпечної зони строго обмежені.

Незахищеність «плаваючого корпусу» ключа АКБ також приводить до нещасних випадків.

При спуско-підйомних операціях згідно наявній технологічній схемі помічник бурильника 3-го розряду знаходиться на столі ротора, що підноситься над робочим майданчиком. Він приймає свічку, що знімається з свічника, і направляє ніпель замку в муфту свічки, що вже зкручена. При

цьому можливе травмування робочого, якщо він оступиться при підйомі на ротор (особливо в зимових умовах) або впаде із столу при прийомі свічки з свічника [16].

Для усунення цих небезпечних моментів доцільно «втопити» ротор. «Втоплювання» ротора при спуско-підйомних операціях без використання пневмоклинів, вбудованих в ротор, недоцільно, зважаючи на те що при операції спуску і підйому інструменту при «втопленому» роторі доведеться працювати в незручному положенні (часто нагинатися), що сильно стомлює робочих. При використанні ж пневматичного клинового захвату, вбудованого в ротор, при «втопленому» роторі робочим немає необхідності підніматися на стіл ротора для напряму ніпеля замку свічки в муфту вже спущеної свічки і ухвалення свічки, знятої з підсвічника. Це, крім прискорення робіт, виключає можливість травмування робочих. Крім того, при супроводі свічки на свічник руху робочих не будуть обмежені, оскільки вони переміщатимуться по робочому майданчику і столу ротора, що знаходиться на одному рівні. Таке розташування столу ротора також полегшує установку клинів на ротор.

Важливим є і питання вибору місця установки на робочому майданчику бурової пульта управління ключем АКБ. Іноді пульт управління ключем АКБ встановлюють біля поста бурильника, який Повністю керує ключем АКБ. Це значно збільшує ступінь завантаженості бурильника, що погіршує умови його праці. Іноді ж бурильник лише частково керує ключем АКБ (наприклад, підведенням ключа). В основному управляє ключем помічник бурильника 4-го розряду.

Причому і в цьому випадку пульт управління ключем АКБ встановлюють біля поста бурильника, оскільки бурильник не має права залишати гальмо лебідки [17].

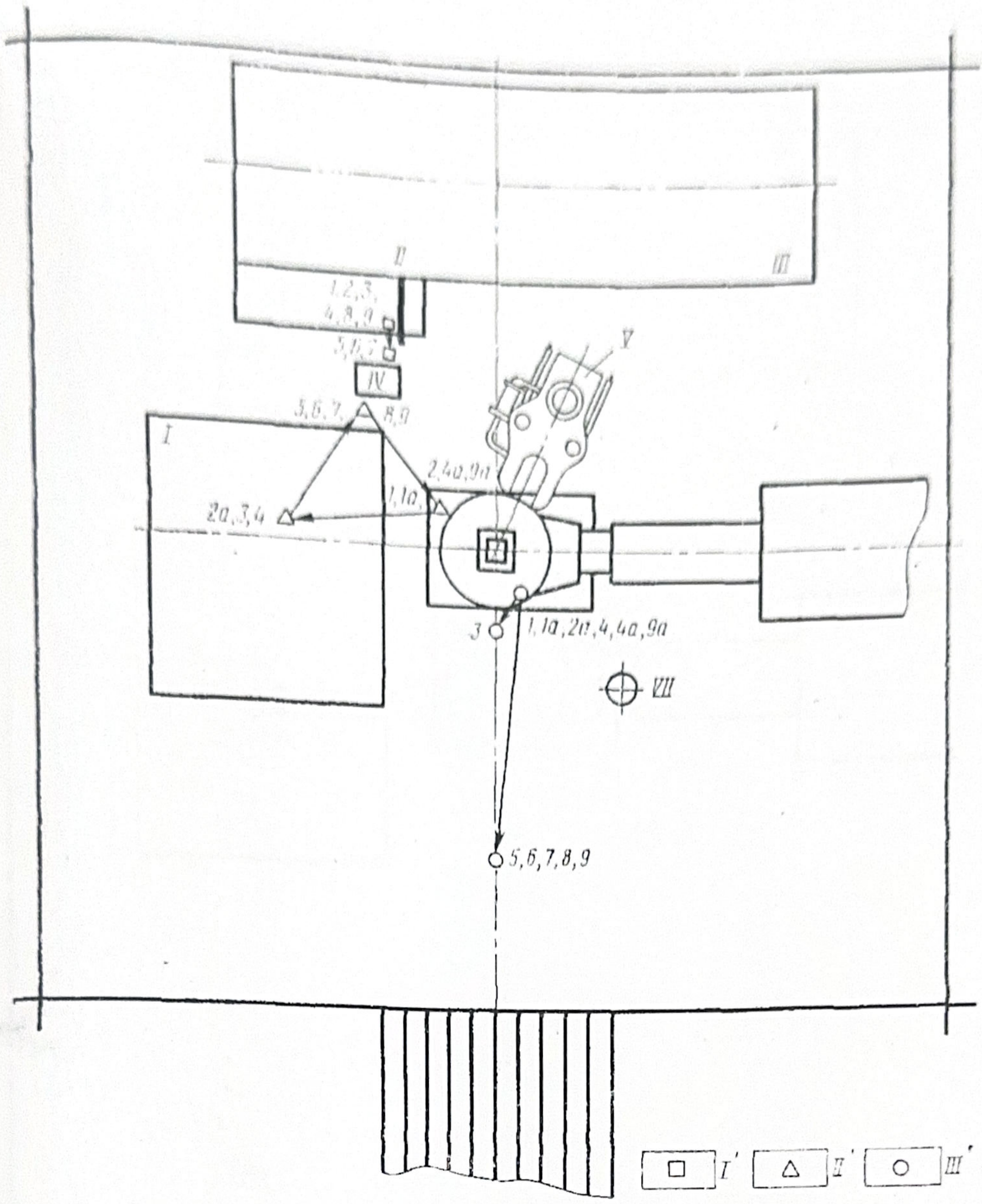


Рисунок 5.3 – Схема розстановки і переміщення при спуску колони

1 — звільнення елеватора від заклиненої свічки; 2 — підйом порожнього елеватора; 3 — надягання елеватора на свічку верховим робочим; 4 — підйом свічки з підсвічника і посадка її в муфту; 5 — підведення ключа АКБ; 6 — згвинчування свічок ключем АКБ; 7 — відведення ключа АКБ; 8 — звільнення свічки від клинів; 9 — спуск свічки в свердловину і посадка її в клини; а — послідовність переміщення і виконання окремих робіт елементів операції помічниками бурильника;

I — свічник; II — важіль гальма лебідки; III — лебідка; IV— пульт АКБ-3; V — ключ АКБ-3; VI — ротор; VII— шурф; /' — бурильник; //'— помічник бурильника 4-го розряду; ///' — помічник бурильника 3-го розряду.

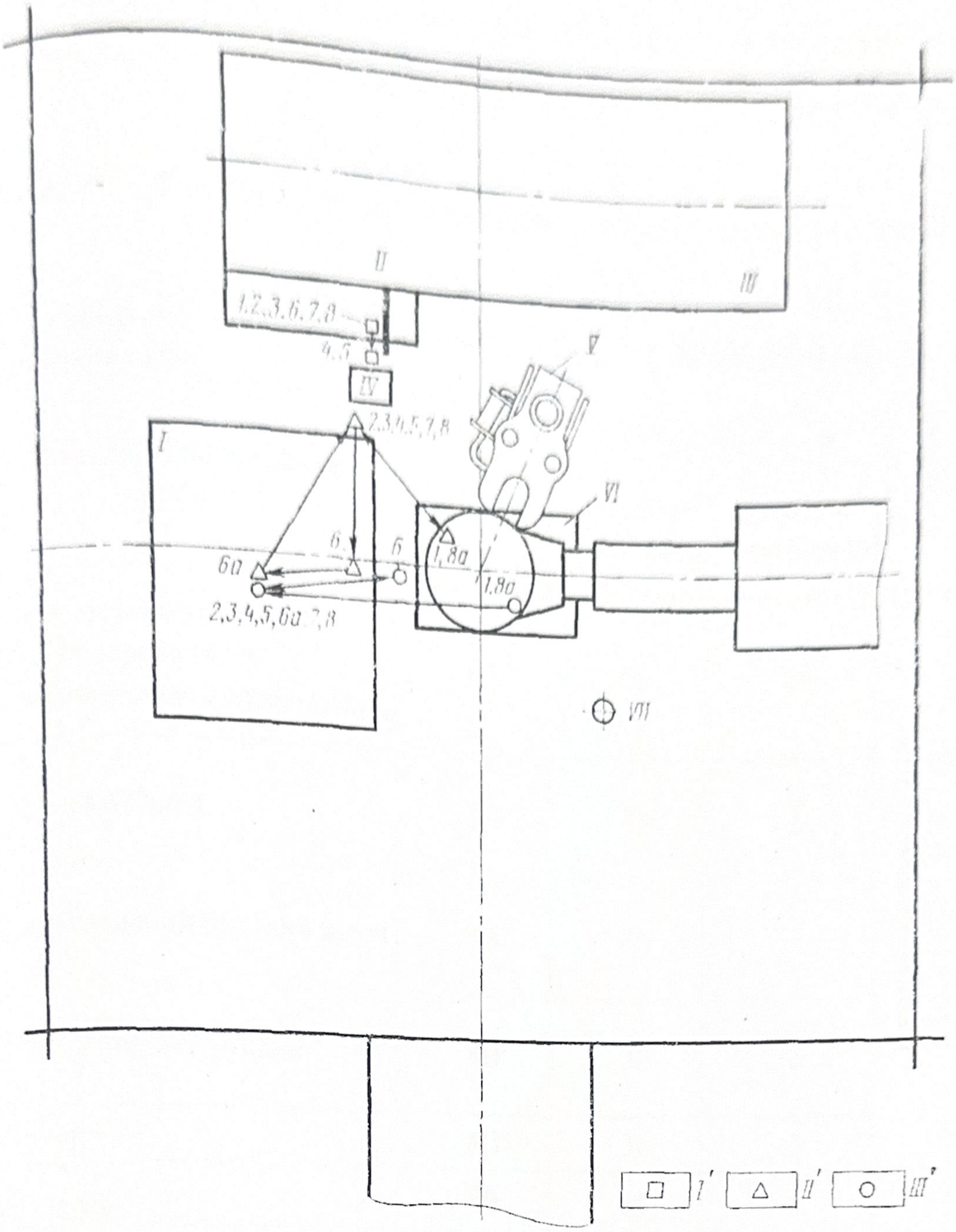


Рисунок 5.4 – Схема розстановки і переміщення робітників при підйомі колони

1— надягання елеватора на свічку, заклинену в роторі клинами; 2 — підйом свічки з свердловини; 3 — посадка свічки на клини і підведення ключа АКБ; 4 — розгвинчування свічок ключем АКБ; 5 — відведення ключа АКБ; 6 — установка свічки на підсвічник; 7 — зняття елеватора з свічки верхнім робочим; 8 — спуск порожнього елеватора; а — послідовність переміщення і виконання окремих робіт елементів операції помічниками бурильника; I — підсвічник; II — важіль гальма лебідки; III — лебідка; IV — пульт АКБ; V - ключ АКБ; VI — ротор; VII — шурф; /' — бурильник; //' — помічник бурильника 4-го розряду; ///' — помічник бурильника 3-го розряду.

Для випадку, коли ротор «втоплений», при спуску інструменту можна рекомендувати схему розстановки і переміщення виконавців, представлену на рис. 5.3.

В таблиці 5.2 наведені норми освітлення для вежо-лебідкового блоку [23, 24].

Таблиця 5.2 – Норми освітленості і орієнтовне розміщення світильників на робочому місці

Назва приміщення або вид роботи	Розряд і підрозряд зорової роботи	Освітленість, лк		Тип світильників
		загальне освітлення	аварійне освітлення	
Вежо-лебідковий блок: - пульт керування з вимірювальною апаратурою	8А	30	10	Вибухо-непроникний ВЗГ – 100М, ВЗГ-200
- бурова лебідка	8В	30	5	
- автоматичний буровий ключ	8А	30	7	
- важіль гальма лебідки	8В	30	5	
- ротор	8В	30	5	
- свічник	8В	30	5	

Пуск в експлуатацію ключа після закінчення монтажу і випробування механізму в роботі вирішується спеціальною комісією за участю представника гірничотехнічної інспекції.

До самостійного управління допускаються лише робітники, бурові бригади, що пройшли відповідний інструктаж по керуванню механізмами і по техніці безпеки, а також після перевірки їх практичних навиків під час роботи. Інструктаж і перевірка навиків робочих проводиться комісією, контори буріння, що призначається директором.

робітники, що пройшли інструктаж, але не мають ще достатньо практичних навиків роботи, допускаються до роботи (стажування) на посту управління ключем у присутності бурового майстра, механіка або майстра-інструктора.

Для забезпечення безпеки робітників при роботі з автоматичним буровим ключем необхідно дотримуватись наступних вимог:

а) спускати і піднімати колону труб тільки при повністю відведеному ключі;

б) підводити ключ до бурильної колони тільки після її посадки на клини або елеватор і відсутність робочих в зоні дії ключа;

в) перемикати фіксатори, міняти щелепи і упори ключа тільки при нейтральному положенні рукояток і перекритої пневмосистеми;

г) не обертати трубозатискний пристрій, якщо піднята свічка знаходиться під натягом (за рахунок пружини крюка або від натягнення талевої системи);

д) після виконання операції згвинчування — розгвинчування ставити рукоятки управління в нейтральне положення і фіксувати їх (стопорити);

е) після закінчення робіт перекрити головний кран пневматичної лінії, встановити рукоятки пульта управління в нейтральне положення і застопорити їх.

Забороняється:

а) проводити включення в роботу будь-якого механізму ключа, якщо біля нього знаходиться людина;

б) під час роботи кому-небудь з робочих підходити близько до працюючих механізмів ключа;

в) проводити які-небудь підправлення «на ходу» в працюючому механізмі;

г) проводити роботи у разі виявлення несправності в механічних частинах ключа;

д) працювати при несправному запобіжному клапані в пневматичній

лінії і тиску в пневмомережі вище 0,98 МПа;

є) працювати при несправній пневматичній мережі;

ж) проводити спуск колони в свердловину при неповністю відведеному ключі;

з) підводити ключ до бурильної колони до моменту її остаточної посадки на клини або елеватор;

і) підводити ключ до бурильної колони у момент установки свічки (труби) в колону. Підведення ключа до труби проводяться після установки свічки і відходу робочого на безпечну відстань, поза сферою дії ключа;

к) проводити підведення-відведення, а також обертання трубозатискного пристрою і включення допоміжного циліндра нижніх щелеп, якщо хто-небудь з робочих знаходиться в безпосередній близькості до деталей, що обертаються;

л) обертання трубозатискного пристрою, якщо піднята свічка знаходиться під натягом (за рахунок пружини гака або від натягнення).

Під час експлуатації всі механізми повинні бути закриті захисними кожухами. В процесі експлуатації ключа необхідно стежити за станом місць кріплення як окремих вузлів, так і ключа з цілому разом з колоною. Всі роботи, пов'язані з ремонтом, зміною робочих органів ключа, регулюванням, усуненням несправностей в механічних частинах, в пневмолінії і в пневмообладнанні, повинні проводитися тільки за наступних умов:

а) обидві верхні рукоятки пульта повинні знаходитися в

нейтральному (вертикально-вимкненому) положенні після попереднього їх нахилу по прорізу копіра і застопорені шляхом входження передньої потовщеної частини рукоятки під дією пружини в центральний отвір копіра.

При нейтральному положенні верхніх рукояток стисле повітря, що залишилося, в пневмолінії за пультом і в пневмообладнанні ключа буде випущене в атмосферу;

б) нижня (червона) рукоятка пульта повинна бути повернена в

горизонтальне положення і вийнята із замку, тобто вхідний кран закритий.

При тривалих перервах в роботі з ключем проводиться додаткове перекриття подачі стислого повітря до пневмосистеми пульта ключа шляхом перекриття другого крана, розташованого біля ресівера, з вивішуванням відповідного попереджувального плаката.

При зміні вахт повинна проводитися здача всього устаткування ключа, про що проводити відповідні відмітки в буровому журналі.

Обертання трубозатискного пристрою ключа і включення допоміжного циліндра нижніх щелеп дозволяється проводити тільки коли верхні і нижні щелепи повністю обхватять замок (трубу), тобто коли верхній і нижній упори притиснуті до замку.

Перемикання фіксаторів (верхніх і нижніх), зміну щелеп, упорів і дугоподібних пружин дозволяється проводити тільки при нейтральному положенні верхніх рукояток і вийнятою нижньою рукояткою пульта. Підведення колони бурильних труб дозволяється проводити тільки після повного підведення ключа від центру свердловини.

Після виконання кожної операції оператор повинен стежити за тим, щоб обидві рукоятки пульта управління автоматично повертались в нейтральне (вимкнене) положення і стопорились в центральному отворі копіра під дією своїх пружин.

Після закінчення роботи ключем повинна бути знята з пульта нижня рукоятка, тобто перекритий вхідний кран пневматичної лінії. Рукоятки пульта управління повинні знаходитися в нейтральному (вимкненому) положенні і застопорені в цьому положенні верхньою потовщеною частиною рукоятки.

З метою виявлення пультів, технічний стан яких не задовольняє вимогам безпечної роботи, проводити ревізію кожного пульта не рідше за один раз протягом трьох місяців його роботи.

Висновки

В даному розділі магістерської роботи розроблений комплекс робіт з проведення монтажу механізмів для виконання спуско-піднімальних операцій та підготовчі роботи перед експлуатацією обладнання. Описано роботи, які здійснюються в процесі експлуатації автоматичних бурових ключів, роботи при їх поточному, середньому та капітальному ремонтах. У розділі також проаналізовані потенційні небезпеки при монтажі, експлуатації та ремонті комплексу механізмів для виконання спуско-піднімальних операцій, методи і засоби для забезпечення нормальних умов його експлуатації.

ВИСНОВКИ

1. У розділі "Вибір та опис технологічного обладнання" за найбільшим навантаженням на гаку під час буріння свердловини глибиною 5500 м вибрана бурова установка НБО-Д. В базовій комплектації ключ АКБ-3М, який входить до складу вибраної бурової установки, має недоліки, а саме: невеликий хід захватних елементів, що призводить до необхідності використання великої кількості змінних елементів при роботі з трубами різного діаметру. Для усунення виявлених недоліків в наступних розділах бакалаврської роботи буде проведена модернізація ключа АКБ-3М.

2. В розділі "Опис технічної пропозиції" запропоновано вдосконалення конструкції АКБ-3М, обґрунтовано її технічну доцільність. Суть технічного рішення з модернізації бурового ключа АКБ-3М полягає в тому, що порівняно з аналогом модернізований ключ забезпечений змінними щелепами з опорними висувними силовими роликами, при цьому внутрішнє кільце виконано змінним, шарнірні важелі виконані двоплечими з опорним відвідним роликом на одному з плечей, а на іншому шарнірно встановлена змінна щелепа, зовнішнє кільце виконано з жорстко закріпленими на внутрішній поверхні на двох різних рівнях групами кулачків, встановлених з можливістю взаємодії з відповідними висувними силовими і опорними відвідними роликами. Зазначені конструктивні особливості запропонованого бурового ключа дозволяють йому за рахунок великого діапазону діаметрів, які охоплюються одним типорозміром щелеп, скоротити кількість операцій по переналаштуванню ключа і підвищити за рахунок цього продуктивність праці при бурінні і ремонті свердловин, підвищується також надійність роботи ключа, оскільки зусилля затискання створюються висувним силовим роликом, розташованим навпроти затискних плашок, що не викликає деформації важелів і їх поломки. Проведена модернізація бурового ключа буде прибутковою і матиме економічний ефект 38148 грн.

3. В розділі "Дослідно-конструкторська робота" в результаті аналізу встановлено потребу збільшення ресурсу замкових з'єднань бурильних труб на основі вдосконалення методів підвищення довговічності різьб при збиранні-розбиранні бурильних колон в процесі спуско-підйомних операцій. Виявлено, що швидкість згвинчування впливає на замкове різьбове з'єднання по різному: знос рухомого елемента пари тертя ніпель-муфта зменшується, а нерухомого зростає при збільшенні швидкості ковзання. Встановлено, що зі збільшенням питомого навантаження в діапазоні 2,0 ... 5,0 кН знос пари тертя, що працює в середовищі мастила, зростає. Результати стендових випробувань замків із замковою різьбою, які працювали в середовищі багатокомпонентних мастильних матеріалів з добавкою CuS04, при питомому навантаженні 1,02 кН показали збільшення зносостійкості в 1,7 рази у порівнянні з мастилом без добавки. Запропоновано склад мастильної композиції, що складається з графітної (до 20% мас) мастила УСсА з добавкою CuS04 із вмістом міді. Визначено оптимальну концентрацію добавки із вмістом міді, що дорівнює 0,24% від маси мастил з вмістом графіту до 20% мас.

4. В розділі "Розрахунки працездатності" проведені розрахунки моменту затяжки різьбового з'єднання; підбір горизонтальної планки регульованого моментоміра; розрахунок редуктора бурового ключа АКБ – 3М2. Проведені розрахунки вказують на можливість ефективного використання технічного рішення з модернізації автоматичного бурового ключа АКБ – 3М2.

5. В розділі "Монтаж і експлуатація обладнання" розроблений комплекс робіт з проведення монтажу механізмів для виконання спуско-піднімальних операцій та підготовчі роботи перед експлуатацією обладнання. Описано роботи, які здійснюються в процесі експлуатації автоматичних бурових ключів, роботи при їх поточному, середньому та капітальному ремонтах. У розділі також проаналізовані потенційні небезпеки при монтажі, експлуатації та ремонті комплексу механізмів для виконання спуско-піднімальних операцій, методи і засоби для забезпечення нормальних умов його експлуатації.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Бедрій Я.І. Охорона праці: Навчальний посібник / Я.І. Бедрій та ін. – Львів: ПТВФ «Афіша», 1997. – 258с.

2. Бойко В. С. Довідник з нафтогазової справи / Бойко В.С., Кондрат Р.М., Яремійчук Р.С. – Львів: Світ, 1996. – 620 с.

3. Бойко В. С. Розробка та експлуатація нафтових родовищ / Бойко В.С.– Київ: Міжнародна економічна фундація, 2008. – 488 с.

4. Вольченко О.І. Деформація гальмівної стрічки і розподіл сил у контакті "стрічка- гальмівна накладка" стрічково-колодкового гальма / О.І. Вольченко, Я.Б. Сторож // Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ. - 2004. - №3(12) - С. 40 - 46.

5. Вольченко Д.О. Експериментальні дослідження багаторядних стрічково-колодкових гальм бурових лебідок / Д.О. Вольченко, Д.Ю. Журавльов, А.В. Лещишин // Науковий вісник ІФНТУНГ - 2008. - №1(17) - С. 68 - 75.

6. Вольченко Д.О. Особливості навантаження гальмівної стрічки багаторядного стрічково-колодкових гальма / Д.О. Вольченко, О.Ю. Журавльов, Д.Ю. Журавльов // Науковий вісник ІФНТУНГ - 2010. - №2(25) - С. 51 - 55.

7. Вольченко А.И. Аналитический метод определения деформаций тормозной ленты в различных типах фрикционных узлов ленточно-колодочных тормозов / А.И. Вольченко, Н.А. Вольченко, В.В. Дячук, Д.Ю. Журавлёв // Сб. докладов международного конгресса [''Механика и трибология транспортных систем 2003"]. – Ростов-на-Дону, 2003. – Т.1 – С. 215-218.

8. Вольченко О.І. Аналітичне визначення деформації гальмівної стрічки стрічково-колодкового гальма. / О.І. Вольченко, О.Ю. Журавльов, Д.Ю. Журавльов // Матеріали III міжнародної науково-практичної конференції "Динаміка наукових досліджень – 2004" – 2004. – Т.61. – С. 14-15.

9. Войтенко В.С. Технологія і техніка буріння: узагальнююча довідникова книга. – Львів: Центр Європи, 2012. – 708 с.

10. Гандзюк М.П. Основи охорони праці – Київ: Основа, 2000. – 318 с.

11. Гнип М.М. Підвищення довговічності фрикційних вузлів у нафтогазовій галузі / М.М. Гнип, Л.І. Криштопа, С.І. Криштопа // Прикарпатський вісник НТШ. Число. – 2017. - № 1(37). – С. 267 – 275.

12. Дурняк Б.Г. Основи проектування цифрових логічних пристроїв: Навчальний посібник / Б.Г. Дурняк, І.Т. Стрепко, Г.Н. Тітов, Я.В. Тимошенко. – Львів: Видавництво Української академії друкарства, 2006. -- 212 с.

13. Економіка підприємства: Навчальний посібник / Я.С. Витвицький, У.Я. Витвицька, М.О. Данилюк, А.О. Устенко, І.І. Цигилик. За ред. Я.С. Витвицького – Івано-Франківськ: ІМЕ, 2002. – 318 с.

14. Жидецький В. Ц. Практикум з охорони праці: навчальний посібник / Жидецький В. Ц., Джигирей В. С., Сторожук В. М. – Львів: Афіша, 2000. – 352 с.

15. Журавльов Д.Ю. Аналіз теплопотоків шківа стрічково-колодкового гальма бурової лебідки / Д.Ю. Журавльов, О.Ю. Журавльов, Т.В. Яців, М.М. Лях // Науковий вісник ІФНТУНГ - 2011. - №1(27) - С. 49 - 52.

16. Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища». Закон від 25.06.1991 № 1264 – XII.

17. Злобін Ю. А. Основи екології. Підручник – К. Лібра;1998 – 246 с.

18. Івасенко, В. М. Метрологічне забезпечення газоаналітичних вимірювань / В.М. Івасенко, А.В. Жужа // Гиротехнології, навігація, керування рухом і конструювання аварійно-космічної техніки: IX міжн. наук.-тех. конф., 17-18 квітня 2013 р.: тези доп. – Київ, 2013. – С.425 - 428.

19. Ісаєв І. А. Види негативного впливу на навколишнє середовище та заходи з охорони навколишнього середовища при будівництві (бурінні) нафтогазоконденсатних свердловин // Молодий вчений. – 2014. – №10. – С. 112-116.

20. Копей Б.В. Розрахунок, монтаж і експлуатація бурового обладнання. ІФДТУНГ, 2001 – 224 с.

21. Костриба І.В. Основи конструювання нафтогазового обладнання: Навч. Посібник. – Івано-Франківськ: Факел, 2007 – 256 с.

22. Коцкулич Я.С. Закінчування свердловин : підручник для студентів вищ. навч. закладів проф. спрямування "Буріння" / Я.С. Коцкулич, О.В. Тищенко. – К.: Інтерпрес ЛТД, 2004. – 366 с.

23. Крижанівський Є.І. Мобільні установки для буріння, ремонту і обслуговування свердловин. / Є.І. Крижанівський, Ю.В. Міронов, Л.І. Романишин. – Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2003. – 209 с.

24. Мартинців М.П. Розрахунок основних елементів підвісних канатних лісотранспортнних установок. Монографія. — К.: Ясмина, 1996. - 175 с.

25. Мислюк М.А. Буріння свердловин: довідник : в 5 т. / М.А. Мислюк, І.А. Рибчич, Р.С. Яремійчук. – Київ: Інтерпрес ЛТД, 2002. Т. 2: Промивання свердловин. Відробка доліт – 2002. – 303 с.

26. Мислюк М.А. Буріння свердловин: довідник : в 5 т. / М.А. Мислюк, І.А. Рибчич, Р.С. Яремійчук. – Київ: Інтерпрес ЛТД, 2002. Т. 3: Вертикальне та скероване буріння – 2004. – 294 с.

27. Ніколаєнко А.М. Мікропроцесорні та програмні засоби автоматизації: навчальний посібник / А.М. Ніколаєнко, Н.О. Міняйло. – Запоріжжя, ЗДІА, 2011. – 444 с.

28. НПАОП 11.1-1.01-08. Правила безпеки в нафтогазодобувній промисловості України.

29. Організація і планування операційної діяльності нафтогазових підприємств: Навч. посіб. / Я. С. Витвицький, І. В. Андрійчук, О. І. Лесюк, У. Я. Витвицька, В. М. Чарковський. За ред. М. О. Данилюк. – Івано-Франківськ, 2009. – 364 с.

30. Основи цивільного захисту: навчальний посібник / В. О. Васійчук, В. Є. Гончарук, С. І. Качан та ін. – Львів : Вид-во Львівської політехніки, 2010. – 384 с.

31. Охорона праці в нафтогазовій галузі: Навчальний посібник / За редакцією Г.М. Лисяного – Івано-Франківськ: Симфонія форте, 2015. – 304 с.

32. Писаренко Г.С. Опір матеріалів / Г.С. Писаренко, О.Л. Квітка, Е.С. Уманський. - К.: Вища школа, 2004. - 655 с.

33. Пістун І. П та ін. Охорона праці (Законодавство. Організація роботи): навчальний посібник / Пістун І. П., Березовецька О. Г., Трунова І. О. – Львів: Тріада плюс, 2010. – 648 с.

34. Проектування бурового і нафтогазопромислового обладнання: навчальний посібник / В.С. Білецький, В.Г. Вітрик, А.М. Матвієнко та ін. // Полтава, ПолтНТУ, 2015. – 196 с.

35. Пушкар, М.С. Проектування систем автоматизації: навч. посібник / М.С. Пушкар, С.М. Проценко – Д.: Національний гірничий університет, 2013. – 268 с.

36. Семенцов Г.Н. Автоматизація процессу буріння свердловин. Навчальний посібник / Г.Н. Семенцов. – Івано-Франківськ: ІФДТУНГ, 1999. – 300 с.

37. Типовий проект безпечної організації вишкомонтажних робіт при монтажі, демонтажі бурової установки БУ-6500 ДГ. Загальні вимоги. – Чернігів, 2002. – 30 с.

38. Токаренко В.М Технологія автодорожнього машинобудування і ремонт машин. Курсове проектування: – Навчальний посібник. – К: Вища шк., 1992 –127 с.

39. Ткачов В.В. Технічні засоби автоматизації / В.В. Ткачов, В.П. Чернишев, М.М. Одновол. – Д.: Національний гірничий університет, 2008. – 174 с.

40. Туз Ю.М. Вимірювання акустичного ваємного зв'язку між п'єзоелектричними елементами в ультразвукових фазованих решітках / Ю.М. Туз, А.П. Красковський, І.В. Богачов // Науково-технічний журнал "Методи та прилади контролю якості". – Івано-Франківськ. – 2009. – № 23. – С. 8 – 12.

41. Удовицький О.М. Установка для експериментальних досліджень роботи приводів канатних лісотранспортних систем// Науковий вісник: Збірник наук.-технічних праць. - Львів: Престиж Інформ. – 1999, вип. 9.3 – С. 45-48.

42. Цивільна оборона / В.М. Шоботов: Навчальний посібник. – К.: Центр навч. л-ри, 2004. – 436 с.

43. Шаруда В.Г. Практикум з теорії автоматичного управління / В.Г. Шаруда. – Д.: Національний гірничий університет, 2002. – 414 с.

44. Харченко Є.В., Левринець В.М. Розрахунок гальмівних режимів робота підіймальної системи бурових установок// Динаміка, міцність та проектування машин і приладів: Вісник ДУ "Львівська політехніка" № 396 – Львів: Вид-во ДУЛП, 2000. – С. 98 - 103.

45. Харченко Є.В., Левринець В.М. Розрахунок нестаціонарних поперечних коливань бурових вишок// Оптимізація виробничих процесів і технічний контроль у машинобудуванні і приладобудуванні: Вісник НУ "Львівська політехніка" № 412 – Львів: Вид-во НУЛП, 2000. – С. 101 - 104.