**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. каф. НГІ ГТ
С. Савчик

# МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА

**на тему:** Дослідження динаміки піднімального комплексу бурової установки

**Пояснювальна записка**

**Керівник**
*д. філософ., доцент Хижняк А.А.*
*посада, наук. ступінь, ПІБ*
*підпис, дата,*

**Виконавець роботи**
*Нізола Денис Едуардович*
*студент, ПІБ*
**група** 602-МН
*підпис, дата*

**Консультант за 1 розділом**
к.т.н. доц. Михайловська О.В
*посада, наук. ступінь, ПІБ, підпис*

**Консультант за 2 розділом**
к.т.н. Савчук В.С.
*посада, наук. ступінь, ПІБ, підпис*

**Консультант за 3 розділом**
к.т.н. Савчук В.С.
*посада, наук. ступінь, ПІБ, підпис*

**Консультант за 4 розділом**
к.т.н., доц. Шестеренко О.М
посада, *наук. ступінь, ПІБ, підпис*

**Дата захисту** 21.01.2025

**Полтава, 2025**

# АНОТАЦІЯ

В магістерській роботі на тему “ Дослідження динаміки піднімального комплексу бурової установки ”:

1. У розділі “Вибір і опис технологічного обладнання” проведений розрахунок та вибраний технологічний комплекс для буріння свердловини глибиною 4930 м, проаналізований комплекс механізмів талевої системи бурової установки НБО-Д при бурінні свердловин, встановлені переваги та недоліки використовуваних гакоблоків.

2. В розділі “Опис технічної пропозиції” проведено обґрунтування доцільності та економічної ефективності введення запропонованих технічних рішень з модернізації гакоблока шляхом упровадження гідроамортизатора, запропоновано його конструкцію, обґрунтовано технічну доцільність, розрахований економічний ефект від впровадження модернізованої конструкції гакоблока.

3. В розділі “Дослідно-конструкторська робота” розглянута структурна схема піднімального комплексу бурової установки із устаткуванням контролю спуско-піднімальних операцій, яка контролює висоту піднімання талевого блока та обмежує його рух в межах допустимих положень; запобігає перенавантаженню талевої системи й талевого каната; фіксує порушення технічних параметрів під час спуско-піднімальних операцій (перевантаження, перебіг талевого блока); запобігає виникненню екстремальних умов при бурінні, проведенні спуско-піднімальних операцій, технічному обслуговуванні та виконанні інших робіт на буровій установці.

4. В розділі “Розрахунки працездатності” проведено розрахунки на довговічність, міцність та жорсткість деталей модернізованої конструкції гакоблока.

5. В розділі “Монтаж і експлуатація обладнання” розроблений комплекс робіт з монтажу талевої системи, розраховано чисельний склад бригади з монтажу обладнання талевої системи. За даними експлуатації описано структуру технологічного процесу ремонту обладнання талевої системи бурової установки, підготовчі роботи перед ремонтом та ремонт гакоблоків. Також описані шкідливі та небезпечні фактори, які зустрічаються під час експлуатації талевих систем, запобіжні пристосування, передбачені в конструкції для безпечної експлуатації талевої системи, техніка безпеки при експлуатації та обслуговуванні обладнання талевої системи.

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. директора інституту
_____ Є. Говдяк
"__" _____ 20___ року

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

Нізола Денис Едуардович
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Дослідження динаміки піднімального комплексу бурової установки

Керівник роботи д. філософ., доцент Хижняк Андрій Анатолійович
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
затверджена наказом закладу вищої освіти від "09" 08 2024 року №818-Ф-а

2. Строк подання студентом роботи 27.12 2024 року
3. Вихідні дані до роботи _____

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

6. Дата видачі завдання 14.10.2024

## 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** _____ Нізола Д.Е.
( підпис ) (прізвище та ініціали)

**Керівник роботи** _____ Хоєцький А.А.
( підпис ) (прізвище та ініціали)

## ЗМІСТ


| | Стор. |
|---|---|
| Вступ | 5 |
| 1. Вибір та опис технологічного обладнання | 8 |
| 1.1 Розрахунок та вибір основного технологічного обладнання | 8 |
| 1.2 Конструкція обладнання талевої системи вибраної бурової установки. | 16 |
| 2. Опис технічної пропозиції | 24 |
| 2.1 Опис модернізованої конструкції гакоблока УТБК-5-225 | 24 |
| 2.2 Оцінка економічної ефективності | 28 |
| 3. Дослідно-конструкторська робота | 38 |
| 3.1 Аналіз робіт з дослідження динаміки бурових установок | 38 |
| 3.2 Опис структурної схеми піднімального комплексу бурової установки із устаткуванням контролю спуско-піднімальних операцій | 42 |
| 3.3 Оцінка зносу талевих канатів і методика їх раціонального відпрацювання | 45 |
| 4. Розрахунки працездатності | 55 |
| 4.1 Вибір діаметра і типу талевого каната для оснастки талевої системи | 55 |
| 4.2 Перевірочний розрахунок талевого каната на міцність | 56 |
| 4.3 Розрахунок ствола гака | 57 |
| 4.4 Розрахунок конструктивних елементів гідро амортизатора | 59 |
| 4.4.1 Розрахунок упорного елемента гідро амортизатора | 59 |
| 4.4.2 Розрахунок поперечного перерізу штока гідро амортизатора | 61 |
| 4.4.3 Розрахунок зварного з'єднання штока і упорного елемента гідроамортизатора | 62 |
| 5. Монтаж і експлуатація обладнання | 65 |
| 5.1 Організаційно-технічні заходи з монтажу обладнання | 65 |
| 5.1.1 Організація робіт з монтажу талевої системи | 65 |
| 5.1.2 Розрахунок чисельного складу бригади з монтажу обладнання талевої системи | 71 |
| 5.2 Експлуатація та ремонт обладнання | 74 |

5.2.1 Структура технологічного процесу ремонту обладнання талевої системи бурової установки..... 74
5.2.2 Підготовчі роботи перед ремонтом гакоблоків..... 75
5.2.3 Ремонт гакоблока..... 76
5.3 Охорона праці при монтажі та експлуатації обладнання..... 78
5.3.1 Характеристика технологічного обладнання щодо небезпечності та шкідливості ..... 78
5.3.2 Запобіжні пристосування, передбачені в конструкції для безпечної експлуатації талевої системи..... 79
5.3.3 Техніки безпеки при експлуатації та обслуговуванні обладнання.... 81
Висновки..... 85
Список використаної літератури ..... 87

# ВСТУП

**Актуальність теми**

Талева система – вантажонесуча частина бурової установки, що представляє собою поліспаст, який складається з кронблока і талевого блока, та огинається сталевим канатом. Талевий блок забезпечений гаком або автоматичним елеватором для підвішування бурильної колони і обсадних труб. Навантаження підвішеного вантажу розподіляється між робочими струнами каната, кількість яких визначається кількістю шківів талевого блока і кронблока. Талева система дозволяє зменшити зусилля в канаті від ваги вантажу, що піднімається. За рахунок цього пропорційно збільшується довжина каната, що намотується на барабан при підйомі вантажу на задану висоту.

Під час буріння талева система бурової установки сприймає періодично змінні навантаження від ваги бурильних і обсадних труб, а також при виникненні затяжок бурового інструменту. При бурінні талева система дає можливість піднімати важкий буровий інструмент за допомогою бурової лебідки.

Робота талевої системи в процесі експлуатації пов'язана з дією на неї циклічних динамічних навантажень. В процесі буріння гакоблок утримує підвішений на штропі вертлюг, що вертикально переміщається, з бурильною колоною, що обертається; сприймає крутний момент, що виникає на опорі вертлюга при обертанні бурильної колони ротором; забезпечує автоматичне запирання центрального рогу після введення в нього штропа вертлюга, коли ведуча труба знаходиться в шурфі при переході від СПО до буріння, або, навпаки, звільнює штроп вертлюга з ведучою трубою, що встановлюються в шурф при переході від буріння до підйому; надійно утримує в зеві гака штроп вертлюга при раптових зупинках в свердловині опускаємої колони. При СПО штропи елеватора приєднуються до бокових рогів гака.

Для виключення поломок бурового гака з гідроамортизатором запропоновано удосконалити його конструкцію в розрізі відокремлення гідроамортизатора від ствола. Це також дасть можливість уніфікувати конструкцію гідроамортизатора для усіх типорозмірів бурових гаків. Приймаючи потребу часу на необхідність використання гаків підвищеної вантажопідіймальності, а також, аналізуючи вітчизняні проектно-виробничі можливості, стає реальною ідея підготовки виготовлення обладнання такого типу на Україні. Це все ще раз підтверджує актуальність проблеми і необхідність подальших науково-дослідницьких робіт, направлених на удосконалення конструкції гакоблока з метою підвищення довговічності його роботи та зменшення довжини пристрою.

**Мета роботи.** Дослідження роботи талевої системи бурової установки НБО-Д.

**Можливі результати, які очікуються при виконанні роботи.** Модернізована конструкція гакоблока забезпечить йому меншу загальну довжину, в склад якого входить модернізований буровий гак.

**Об'єкт дослідження.** Процеси руху гакоблока під час виконання спуско-піднімальних операцій.

**Предмет дослідження.** Властивості і характеристики модернізованого бурового гака з гідроамортизатором.

**Наукова новизна отриманих результатів.**

- встановлено ймовірні ділянки талевого каната, які можуть піддаватися найбільшому зносу залежно від різних умов роботи бурової установки і схеми оснащення талевої системи;

- виконані дослідження, що дозволили на основі застосування методів математичної фізики й теорії пружних коливань розробити залежності для розрахунку динамічних навантажень у ходовій вітці талевого каната, на гаку, буровій вишці, бурильній колоні в період гальмування головним гальмом при спуску колони.

**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 32 найменування. Основна частина магістерської роботи викладена на 86 сторінках комп'ютерного набору і містить 23 рисунки і 7 таблиць. Повний обсяг магістерської роботи становить 89 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 4930 м подана на рис. 1.1.

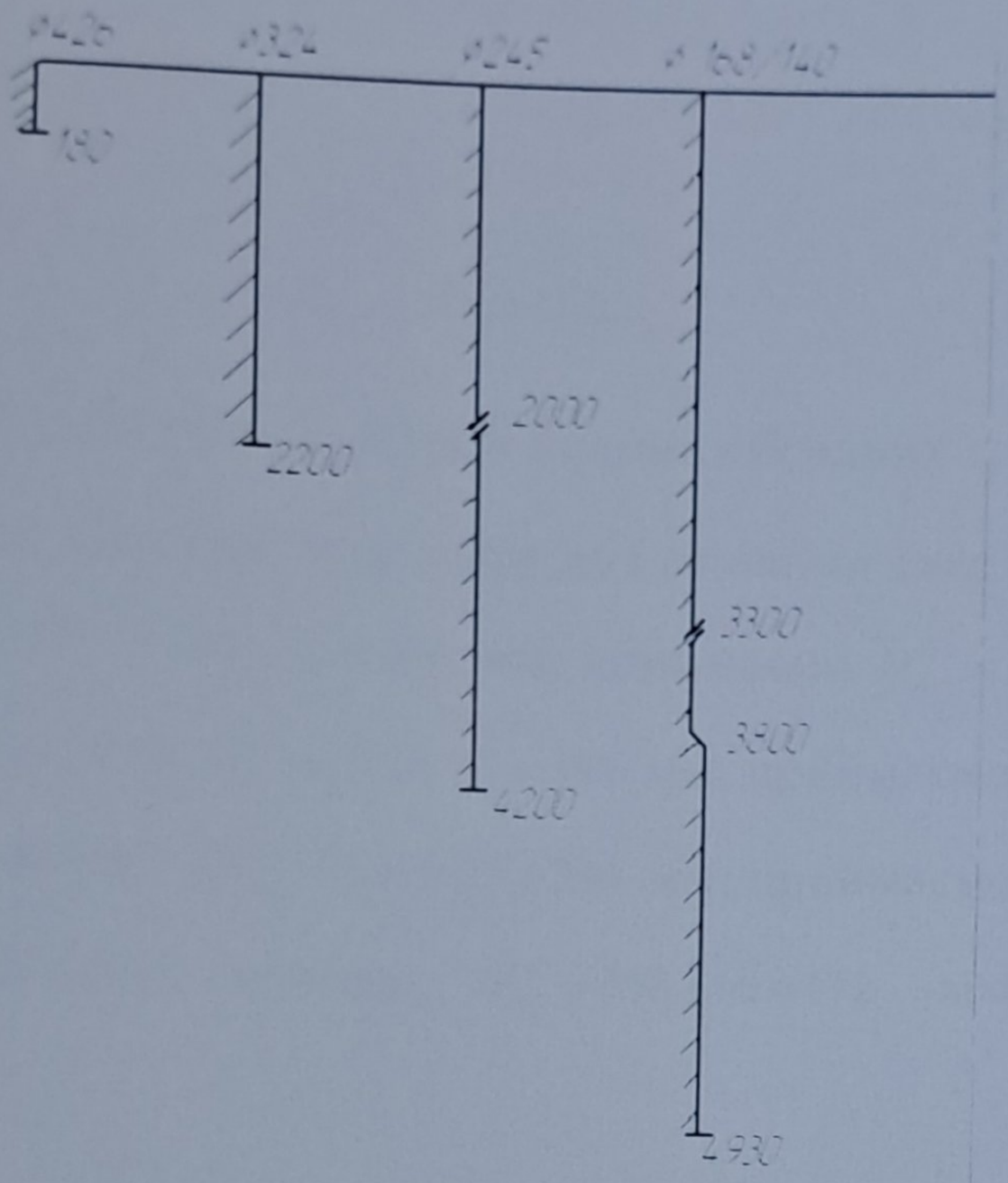



Рисунок 1.1 – Конструкція свердловини

Кондуктор d = 426мм спускається на глибину 180м з метою перекриття верхніх нестійких порід. Цементується по всій довжині.

Проміжна колона d = 324мм спускається на глибину 2200м з метою перекриття відкладів пермі, схильних до поглинань, а також кам'яно-вугільних відкладів, схильних до обсипань і обвалів, ізоляції пластів з нижчим пластовим тиском. Цементується колона по всій довжині.

Проміжна колона d = 245мм спускається на глибину 4200м двома секціями із стиковкою на глибині 2000м з метою перекриття частини

стрийських відкладів з аномально-високим пластовим тиском. Цементується колона по всій довжині.

Експлуатаційна колона d = 168/140 мм спускається до проектної глибини 4930м двома секціями із стиковкою на глибині 3300м і переходом на глибині 3800м. 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 [9];

$2\Delta$ – величина проміжку між муфтою і стінками свердловини [9].

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 $D_{дол}^{140} = 156 + 16 = 172$ мм; приймаємо $D_{дол}^{140} = 172$ 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 [9];

$q_{ОБТ}$ – вага 1м.п. ОБТ [3];

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

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

Під кондуктор:

$$\ell_{ОБТ}^{426} = \frac{1,25 \cdot 50 \cdot 10^3}{1920\left(1 - \frac{1120}{7850}\right)} = 40 \text{ м}$$

Під проміжну колону ǿ 324 мм:

$$\ell_{ОБТ}^{324} = \frac{1,25 \cdot 220 \cdot 10^3}{1920\left(1 - \frac{1160}{7850}\right)} = 170 \text{ м}$$

Під проміжну колону ǿ 245 мм:

$$\ell_{ОБТ}^{245} = \frac{1.25 \cdot 200 \cdot 10^3}{1890\left(1 - \frac{1160}{7850}\right)} = 175 \text{ м}$$

Під експлуатаційну колону:

$$\ell_{ОБТ}^{127} = \frac{1,25 \cdot 200 \cdot 10^3}{970\left(1 - \frac{1900}{7850}\right)} = 310 \text{ м.}$$

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 8 мм групи міцності К. Визначаємо допустиму глибину бурильних труб за формулою:

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

де $q^l_{пр.}$ – вага 1 м.п. бурильної труби [9];

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

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

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.

$$Q^{I}_{доп} = \frac{1850}{1,4} = 1321,4 \text{ кН};$$

$$\ell^{I}_{доп} = \frac{1321,4 \cdot 10^{3} - 310 \cdot 970\left(1 - \frac{1920}{7850}\right)}{254 \cdot \left(1 - \frac{1920}{7850}\right)} + 310 = 6013 \text{ м}$$

Верхню частину колони складаємо із труб діаметром 127 мм із товщиною стінки 8 мм групи міцності К. Визначаємо допустиму довжину 2-ої секції за формулою

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

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.

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

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

$$\ell^{II}_{доп.} = \frac{1500 \cdot 10^{3} - 1321,4 \cdot 10^{3}}{279 \cdot \left(1 - \frac{1920}{7850}\right)} = 847 \text{ м}$$

Третю секцію бурильних труб складемо із труб діаметром 140 мм із

товщиною стінки 8 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

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

$$Q^{III}_{доп} = \frac{2300}{1,4} = 1642,9 \text{ кН};$$

$$\ell^{II}_{доп} = \frac{1642,9 \cdot 10^3 - 1500 \cdot 10^3}{331 \cdot \left(1 - \frac{1920}{7850}\right)} = 572 \text{ м}$$

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 | 8К | 331 | 572 |
| 127 | 8К | 279 | 847 |
| 114 | 8К | 254 | 3201 |
| ОБТ-108 | - | 970 | 310 |

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 |
| 127 | 8К | 279 | 824 |
| 114 | 8К | 254 | 3201 |
| ОБТ-197 | - | 1890 | 175 |

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 | 8К | 254 | 2030 |
| ОБТ-203 | - | 1920 | 170 |

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 | 8К | 254 | 140 |
| ОБТ-203 | - | 1920 | 40 |

### 1.1.3 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:

$$Q^{e}_{б.к.} = (331 \cdot 572 + 279 \cdot 847 + 254 \cdot 3201 + 970 \cdot 310) \cdot 1,3 = 2001218,7 \text{ Н} \approx 2001 \text{ кН}$$

Під проміжну колону ø 245 мм:

$$Q^{пр}_{б.к.} = (279 \cdot 824 + 254 \cdot 3201 + 1890 \cdot 175) \cdot 1.3 = 1785810 \text{ Н} \approx 1786 \text{ кН}$$

Під проміжну колону ø 324 мм:

$$Q^{пр}_{б.к.} = (254 \cdot 2030 + 1920 \cdot 170) \cdot 1,3 = 1094626 \text{ Н} \approx 1095 \text{ кН}$$

Під кондуктор:

$$Q^{к}_{б.к.} = (254 \cdot 140 + 1920 \cdot 40) \cdot 1,3 = 146068 \text{ Н} \approx 147 \text{ кН}$$

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 168/140 мм, яка спускається двома секціями:

1-ша секція довжиною 1630 м:

$$Q'_e = (99 \cdot 279 + 3201 \cdot 254 + 300 \cdot 435 + 400 \cdot 399 + 930 \cdot 336) \cdot 1,15 = 1659743,2\,\text{Н} \approx 1660$$

кН

2-га секція довжиною 3300 м:

$$Q''_e = (1400 \cdot 435 + 900 \cdot 499 + 1000 \cdot 435) \cdot 1,15 = 1717065\,\text{Н} \approx 1717\,\text{кН}$$

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

1-ша секція довжиною 2200 м:

$$Q'_{пр.} = (2000 \cdot 254 + 200 \cdot 693 + 670 \cdot 627 + 1330 \cdot 568) \cdot 1,15 = 2095449,5\,\text{Н} \approx 2095\,\text{кН}$$

2-га секція довжиною 2000 м:

$$Q''_{пр.} = (1100 \cdot 787 + 900 \cdot 693) \cdot 1,15 = 1712810\,\text{Н} \approx 1713\,\text{кН}$$

Визначаємо вагу проміжної колони діаметром 324мм, яка спускається на глибину 2200 м:

$$Q_{пр.} = (650 \cdot 845 + 1000 \cdot 696 + 550 \cdot 845) \cdot 1,15 = 1966500\,\text{Н} \approx 1967\,\text{кН}$$

Визначаємо вагу кондуктора діаметром 426мм і довжиною 180м:

$$Q_к = 180 \cdot 1062 \cdot 1,15 = 219824\,\text{Н} \approx 220\,\text{кН}$$

На основі розрахунку обсадних колон і вибору бурильного інструмента складаємо зведену таблицю ваги всіх колон (табл. 1.5).

Таблиця 1.5 – Зведена вагова характеристика обсадних і бурильних колон

| № п/п | Назва колони | Діаметр труб, мм | Товщина стінки, мм і група міцн. | Глибина спуску, м | Вага секції, кН | Вага колони, кН |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 1 | Бурильний інструмент під експлуатаційну колону | 140<br>127<br>114<br>ОБТ-146 | 8К<br>8К<br>8К<br>- | 572<br>847<br>3201<br>310 | 2001 | 2001 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 2 | Бурильний інструмент під проміжну колону ǿ 245 мм | 127<br>114<br>ОБТ-197 | 8К<br>8К<br>- | 824<br>3201<br>175 | 1786 | 1786 |
| 3 | Бурильний інструмент під проміжну колону ǿ 324 мм | 114<br>ОБТ-203 | 8К<br>- | 2030<br>170 | 1095 | 1095 |
| 4 | Бурильний інструмент під кондуктор | 114<br>ОБТ-203 | 8К<br>- | 140<br>40 | 147 | 147 |
| 5 | Експлуатаційна колона | 127<br>114<br>168<br><br><br>140 | 8К<br>8К<br>11Д<br>10Д<br><br>10,54Р110 | 99<br>3201<br>300<br>400<br><br>930 | Ic. - 602 | 1660 |
| | | 168 | 11К<br>12Д<br>11Д | 1400<br>900<br>1000 | IIc. - 1717 | 1717 |
| 6 | Проміжна колона ǿ 245 мм | 114<br>245 | 8К<br>11Д<br>10К<br>9Д<br>9К | 2000<br>200<br>670<br>740<br>590 | Ic. - 1304 | 2095 |
| | | 245 | 13,84Р110<br>11Д | 1100<br>900 | IIc. - 1713 | 1713 |
| 7 | Проміжна колона ǿ 324 мм | 324 | 12Д<br>10Д<br>12Д | 650<br>1000<br>550 | 1967 | 1967 |
| 8 | Кондуктор | 426 | 12Д | 180 | 220 | 220 |

### 1.1.4 Вибір категорії, класу та основних параметрів бурової установки

Таким чином, після проведення розрахунків в пункті 1.1.3, найважчою колоною є перша секція проміжної колони з діаметром 245 мм. Її вага складає 2095 кН. Згідно цих даних вибираємо бурову установку з дизельним приводом НБО-Д, яка задовольняє розрахункам [3].

## 1.2 Конструкція обладнання талевої системи вибраної бурової установки

Кронблок – це нерухома частина талевої системи, призначена для здійснення спуско-підйомних операцій і підтримки на вазі в процесі буріння бурильної колони, а також для спуску обсадної колони. Кронблок є пристроєм, що направляє канат від підйомного барабана до талевого блока. Кронблок нерухомо закріплений у верхній частині вежі. В склад вибраної бурової установки входить кронблок УКБ-6-270.

На рис. 1.2 наведена конструкція даного кронблока із співвісним розташуванням шківів. На зварній рамі 1 в рознімних опорах 2 і 5 установлені дві секції 4 і 7 шківів. Рама зварена з подовжніх та поперечних балок, виготовлених з прокату високої якості. Осі в опорах оберігаються від прокручування дюбелями 6. Підвісний блок 3 використовується для допоміжних робіт. Кожна секція складається з осі 1, на якій установлені шківи 4, що обертаються на підшипниках кочення 1. Залежно від вантажопідйомності кронблока, шківи встановлюють на двох роликових або здвоєних підшипниках з конічними роликами. Останні мають загальне зовнішнє кільце і два внутрішніх. Між підшипниками сусідніх шківів на осі є кільця розпорів 7, завдяки яким виключається тертя маточин суміжних шківів, які обертаються з різною частотою. Між зовнішніми кільцями роликопідшипників у маточинах шківів установлюються розрізні пружинні кільця 3, а на осі – кільця розпорів 5 з проточкою й отворами для

виходу мастила до підшипників. Через масляночки 11, подовжні 8 і радіальні 6 отвори в осі, мастило подається ручним насосом в порожнину між кільцями 3 і 5 підшипників шківа.

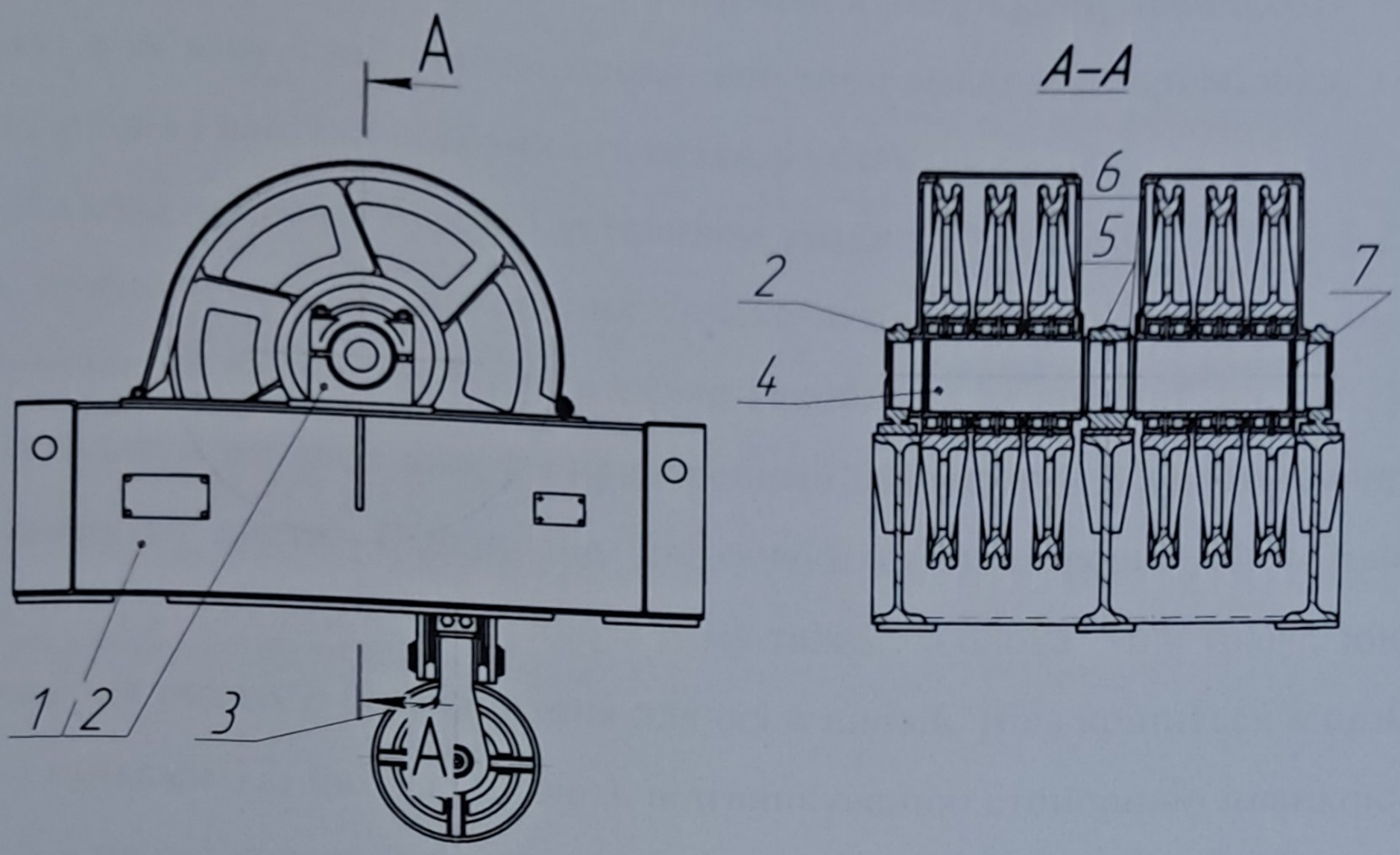



Рисунок 1.2 – Двохсекційний кронблок УКБ-6-270

Секції шківів закриваються кожухами. Для запобігання вискакуванню каната з канавки шківа проміжок між шківами й кожухом не повинен перевищувати 0,15 діаметра каната. При великих проміжках канат може зіскочити та виявитися затягненим між суміжними шківами. В результаті цього частина робочих струн розвантажується, а через перевантаження струн, які залишилися в роботі, може відбутися обрив каната.

Талевий блок – один з основних вузлів поліспастового механізму талевої системи. Талевий блок разом з підвішеним до нього буровим гаком або елеватором належить до рухомої частини талевої системи. Кожний блок містить групу шківів (3-8), які є основними робочими органами поліспастового механізму. Кожен шків монтується на підшипниках кочення на осях, нерухомо закріплених на рамі.

У талевому блоці число шківів на одиницю менше ніж у парному з ним кронблоці. На відміну від кронблока талевий блок не сприймає

навантаження від натягу ходової та нерухомої струн каната, тому вантажопідйомність його менша, ніж кронблока. Маса талевого блока повинна бути достатньою для забезпечення необхідної швидкості його спуску, в зв'язку з чим талеві блоки звичайно масивніші кронблока, хоча число шківів і вантажопідйомність останніх більше.

В склад вибраної бурової установки входить талевий блок УТБ-5-225, який призначений для виконання спуско-підйомних операцій з ручною розстановкою свічок, входить в склад гакоблока, показаний на рис. 1.3. Він складається з двох щок 1 з привареними накладками 2, виготовленими із сталевого листа. Щоки, що сполучаються траверсою 11 і двома болтовими стяжками 4, утворюють раму талевого блока. Між траверсою й стяжками в щоках є розточування для осі 6 шківів. Вісь кріпиться в щоках двома гайками 12, що запобігають відгвинчуванню стопорною планкою 7. Шківи 9 на осі талевого блока встановлюються на підшипниках кочення 8 подібно шківам кронблока. Для запобігання вискакуванню каната з канавки шківів на стяжках 4 закріплений нижній кожух 3. Із зовнішньої сторони шківи закриваються кожухами 10 з прорізами у верхній частині, призначеними для виходу каната.

Кожухи талевого блока виготовляються з листової сталі або литими. Переважно використовуються литі кожухи, що володіють більшою масою, завдяки якій зростає швидкість спуску незавантаженого талевого блока. На нижніх витягнутих кінцях є отвори для осей, що сполучають талевий блок безпосередньо з корпусом гака. Для з'єднання з підвісками вертлюга або з гаками, що мають штропи, талеві блоки забезпечуються сережкою, яка розміщена в отворах кронштейнів, приварених до нижніх кінців щок. Сережка талевого блока заводиться під штроп гака і кріпиться в отворах кронштейнів за допомогою пальців. Підшипники змащуються пружинними маслянками через отвори 5 в осі шківів талевого блока.

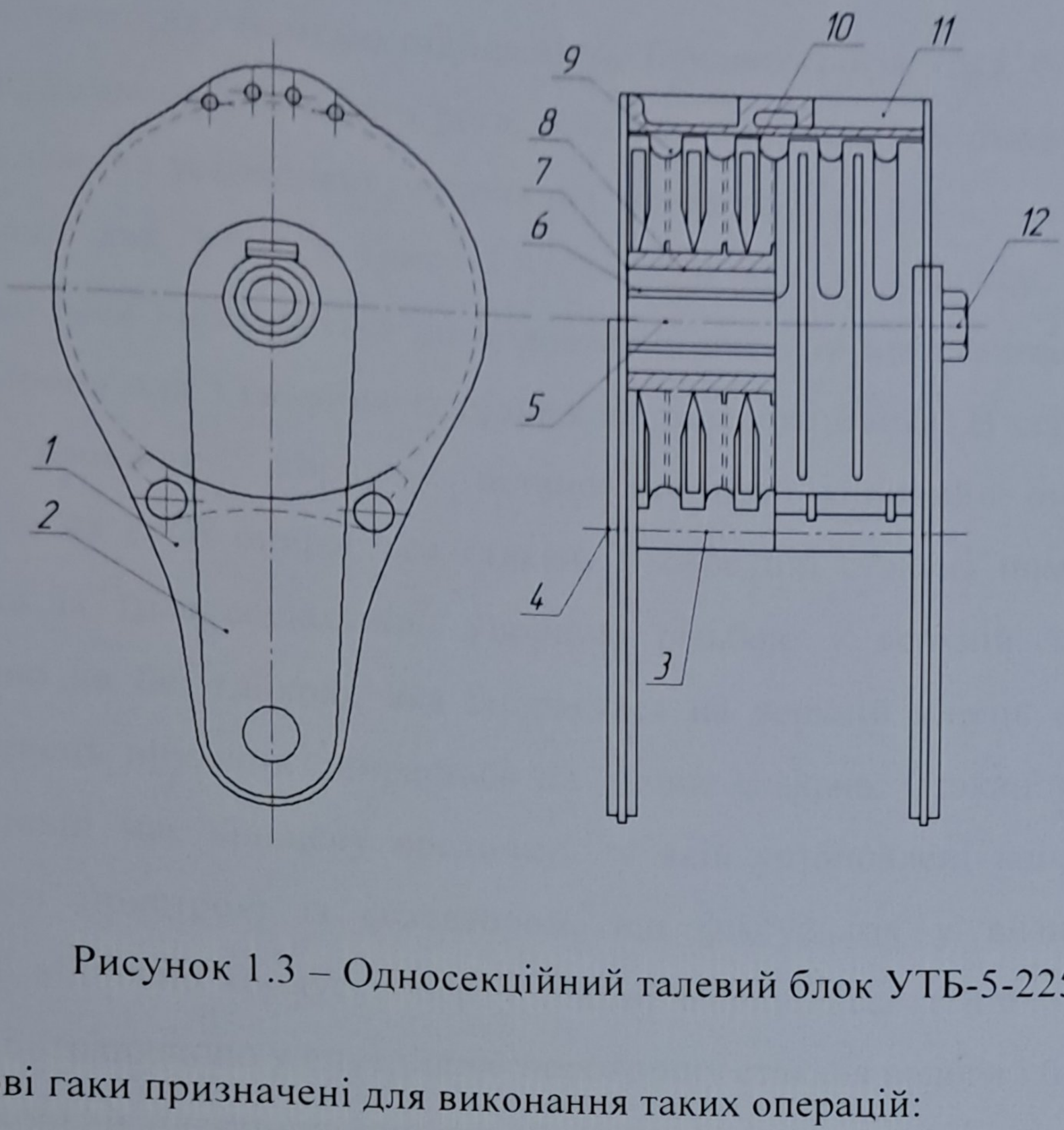



Рисунок 1.3 – Односекційний талевий блок УТБ-5-225

Бурові гаки призначені для виконання таких операцій:

1) підвішування вертлюга і бурильної колони при бурінні свердловини;

2) підвішування за допомогою штропів й елеватора колон бурильних і обсадних труб при СПО;

3) підвішування і переміщення на майданчику бурової важкого обладнання при монтажно-демонтажних роботах та інструменту при бурінні свердловини.

Бурові гаки використовуються при ручній розстановці свічок. При роботі з комплексом АСП бурильна колона при СПО підвішується до автоматичного елеватора, який замінює гак. У процесі буріння свердловин вертлюг приєднується до автоматичного елеватора за допомогою додаткової підвіски.

У вибраній буровій установці використовується трьохрогий гак УК-225, який входить в склад гакоблока. Основний ріг призначений для підвішування вертлюга, а два бокових – для підвішування за допомогою

штропів елеваторів. Вантажопідйомність бокових рогів гака більша від вантажопідйомності основного рога, оскільки вони використовуються при ліквідації аварій і ускладнень, наприклад, прихвату.

Буровий гак УК-225 (рис. 1.4) складається із корпусу, який за допомогою осей підвішується до подовженої частини щок талевого блока або до штропа для з'єднання із підвіскою талевого блока. В середині на кільцеву площадку корпусу встановлюється упорний шариковий підшипник, на який опирається стакан. У середині стакана поміщається ствол гака із трапецеїдальною упорною різьбою у верхній частині й накрученою на неї гайкою, яка спирається на верхній кінець пружини. Нижній кінець пружини спирається на днище стакана. Стакан у нижній частині ззовні має кільцеву проточку, у якій установлені напівхомути штопорного пристрою із фіксатором, що фіксує гак у визначеному положенні відносно корпусу, зверху стакан закривається кришкою, котра запобігає потраплянню у внутрішню порожнину стакана вологи і бруду.

Трьохрогий пластинчастий гак з'єднується із стволом за допомогою осі. Гак виконаний із чотирьох пластин легованої й термообробленої листової сталі високої якості, що з'єднані між собою заклепками із потайними головками. Для запобігання пошкодженням пластин гака і штропа вертлюга в зіві гака закріплена на заклепках захисна подушка із литої сталі. Зів основного рога закривається автоматично при заведенні штропа вертлюга внаслідок повороту підпружиненої защіпки. Пластинчастий гак має розточку, в яку запресована вісь бокових рогів гака для підвішування штропів елеватора. Бокові роги закриваються відкидними скобами.

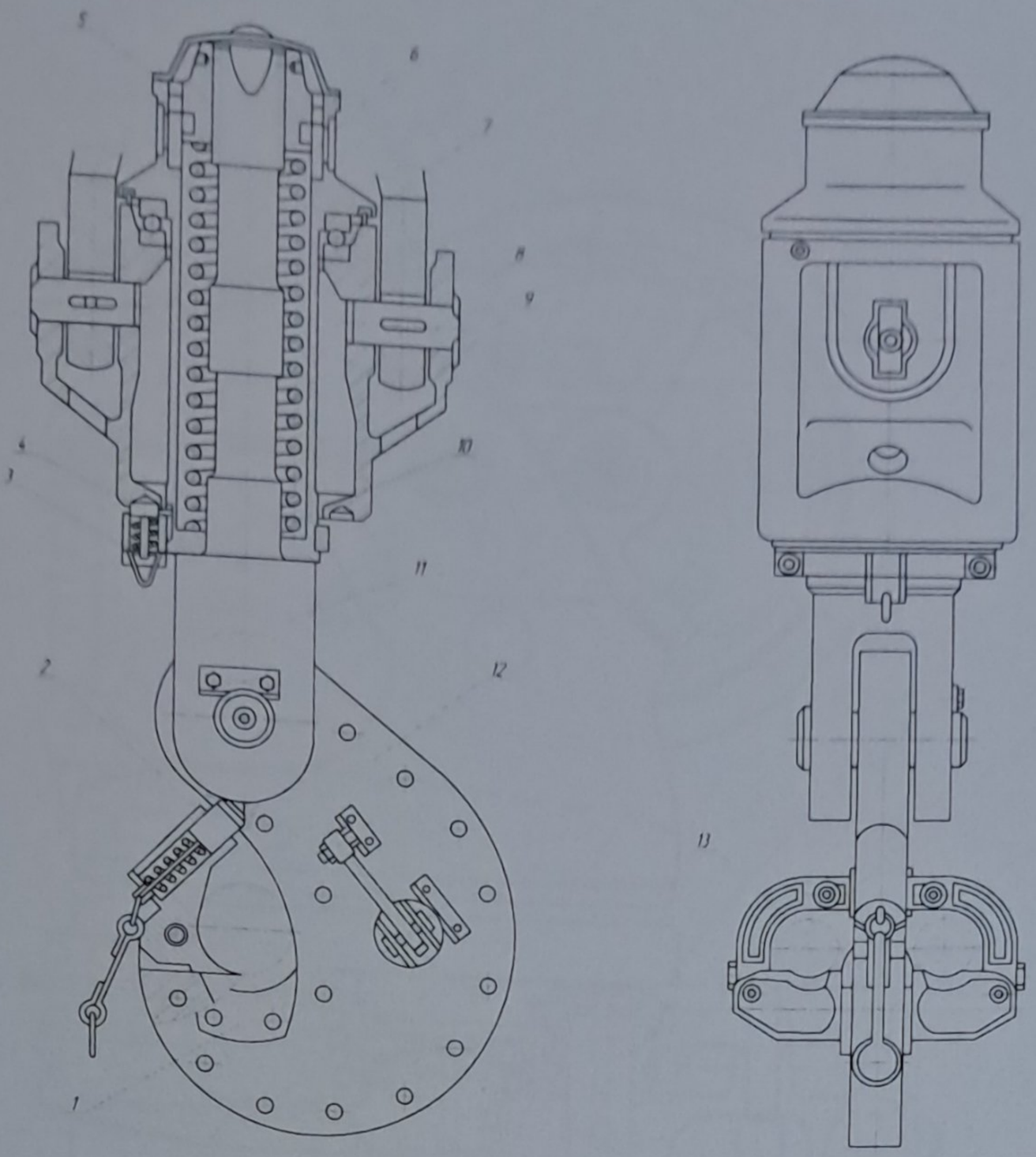


Рисунок 1.4 – Буровий гак УК-225

Гакоблок конструктивно відрізняється від талевого блока і гака тим, що у талевого блока змінена конструкція бокових щок, а у гака відсутній власний штроп. Щоки талевого блока подовжені та посилені додатковими накладками. В нижній частині щоки закінчуються провушинами, які входять у кармани кронштейнів корпуса і з'єднуються з ними за допомогою пальців.

У талевих системах застосовують пристрої для кріплення нерухомої вітки талевого каната декількох типів. Разом з основним призначенням ці пристрої забезпечують зручність і швидкість зміни й перепускання талевого каната. У бурових установках застосовують механізми кріплення нерухомої вітки талевого каната трьох типів.

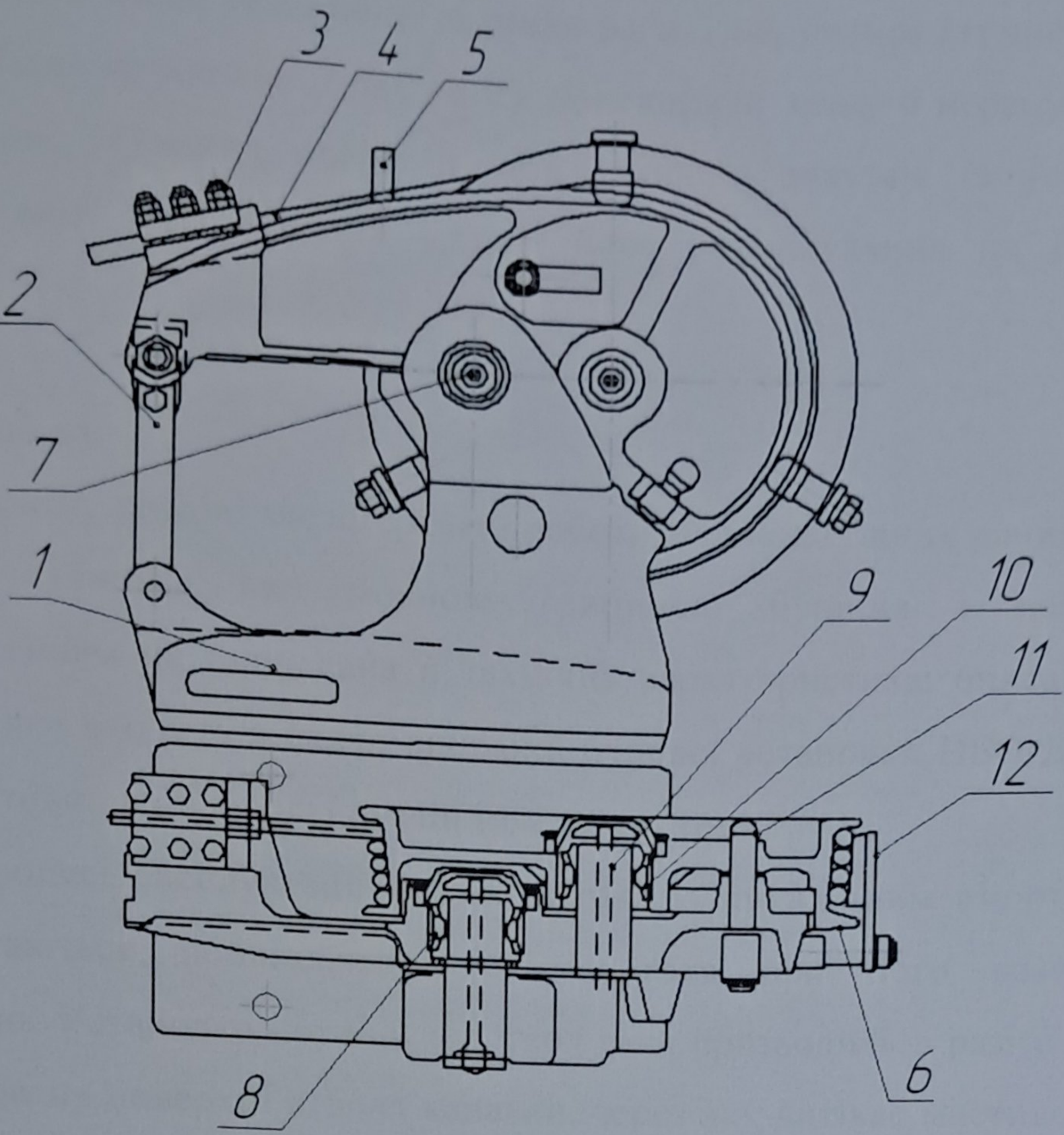



Рисунок 1.5 – Механізм кріплення нерухомої гілки талевого каната

Механізми для кріплення нерухомої вітки талевого каната (рис. 1.5) розрізняються за вантажопідйомністю та складаються з каната, станини 1, на якій знаходиться важіль 4 з віссю 7 і підшипником кочення 8. На важелі встановлені конічний барабан 6 і затискач 3 для кріплення талевого каната 5. Завдяки обертанню конічного барабана в підшипнику 10, розташованому на осі 9, канат без ковзання, легко і швидко переміщається по барабану, що дозволяє скоротити час, потрібний на зміну і перепускання каната. Планки 12, закріплені на важелі, втримують витки каната від перехльостування при обертанні барабана. Після зміни й перепускань каната барабан жорстко з'єднується з важелем за допомогою стопорного пальця 11, а вільний кінець каната кріпиться в затискачем 3.

Перенесення місця установки датчика ваги з нерухомої струни каната в пристрій для кріплення її дає змогу прискорити зміну й перепуск каната за рахунок усунення операцій, пов'язаних із зняттям та установкою датчика ваги (виконуваних у разі його розташування на нерухомій струні).

## Висновки

У даному розділі магістерської роботи згідно вихідних даних вибрана бурова установка за умовною глибиною буріння і найбільшим навантаженням на гаку, дана її технічна характеристика; описана талева система, яка входить в склад вибраної бурової установки НБО-Д; описані конструктивні особливості вузлів талевої системи.

В процесі експлуатації бурового гака із пружинним амортизатором спостерігаються пошкодження ствола гака при його взаємодії із пружиною. Установка пружин на ствол гака призводить в разі її поломки утворенню на поверхні ствола канавки, через яку витікає мастило. Ремонт даного ствола гака потребує токарної обробки поверхні ствола та установки додаткових деталей. Тому є необхідність в покращенні конструкції бурового гака, із впровадженням гідроамортизатора та проведення науково-практичних досліджень модернізованого обладнання.

# 2 ОПИС ТЕХНІЧНОЇ ПРОПОЗИЦІЇ

## 2.1 Опис модернізованої конструкції гакоблока УТБК-5-225

Робота талевої системи в процесі експлуатації пов'язана з дією на неї циклічних динамічних навантажень. В процесі буріння гакоблок утримує підвішений на штропі вертлюг, що вертикально переміщається, з бурильною колоною, що обертається; сприймає крутний момент, що виникає на опорі вертлюга при обертанні бурильної колони ротором; забезпечує автоматичне запирання центрального рогу після введення в нього штропа вертлюга, коли ведуча труба знаходиться в шурфі при переході від СПО до буріння, або, навпаки, звільнює штроп вертлюга з ведучою трубою, що встановлюються в шурф при переході від буріння до підйому; надійно утримує в зеві гака штроп вертлюга при раптових зупинках в свердловині опускаємої колони. При СПО штропи елеватора приєднуються до бокових рогів гака.

У буровому гаку УК-225 використовується пружинний амортизатор (рис. 2.4). Всередині корпуса 9 гака поміщається стакан, який опирається на упорний шариковий підшипник 7, що встановлений на кільцеву площадку корпуса гака. Всередині стакана поміщається ствол 11 гака, який має у верхній частині трапецеїдальну упорну різьбу і накручену на неї гайку 5, що опирається на пружину 6. Пружина, в свою чергу, опирається на днище стакана. При ненавантаженому гаку пружина знаходиться в розтиснутому стані і притискає провушину ствола до стакана. При підвішуванні вантажу пружина стискується і ствол опускається.

В процесі експлуатації бурового гака із пружинним амортизатором спостерігаються пошкодження ствола гака при його взаємодії із пружиною. Крім того, слід замітити, що в даних конструкціях бурових гаків спостерігається залежність конструкції пружин амортизатора від розмірів направляючої. Це вимагає додаткових розрахунків діаметра пружин. Зміна конструкції пружини (діаметр пружини, діаметр дроту та

габаритних розмірів), не є необхідністю, так як пружина амортизатора розраховується на вагу свічки і не залежить від величини основного навантаження на гак. Установка пружин на ствол гака призводить в разі її поломки утворенню на поверхні ствола канавки, через яку витікає мастило. Ремонт даного ствола гака потребує токарної обробки поверхні ствола та установки додаткових деталей.

По даних причинах в світовій практиці при конструюванні бурових гаків прийнято впроваджувати в їх конструкцію гідроамортизатори. Експлуатація гаків з гідроамортизатором свідчить про їх переваги над пружинними амортизаторами. Застосування даного типу гідроамортизаторів значно поліпшила неруйнівність замкових з'єднань [9].

Для виключення поломок бурового гака з гідроамортизатором запропоновано удосконалити його конструкцію в розрізі відокремлення гідроамортизатора від ствола. Це також дасть можливість уніфікувати конструкцію гідроамортизатора для усіх типорозмірів бурових гаків. Приймаючи потребу часу на необхідність використання гаків підвищеної вантажопідіймальності (до 3200 кН), а також, аналізуючи вітчизняні проектно-виробничі можливості, стає реальною ідея підготовки виготовлення обладнання такого типу на Україні. Підприємства, які спеціалізуються по випуску аналогічного обладнання (бурових гаків, талевих блоків, корпусних елеваторів), в межах України - відсутні. Окремі УБР (та інші державні, приватні структури, що ведуть бурові роботи) закуповують обладнання за кордоном, використовуючи значні валютні кошти, в т.ч. на податки і транспортування (і в подальшому, на запасні частини).

Провівши аналіз існуючих конструкцій бурових гаків, враховуючи їх переваги і недоліки, пропонується в конструкцію гакоблока УТБК-5-225 (рис. 2.1) впровадити модернізований буровий гак УК-225М з гідроамортизатором вантажопідіймальністю 2500 кН.

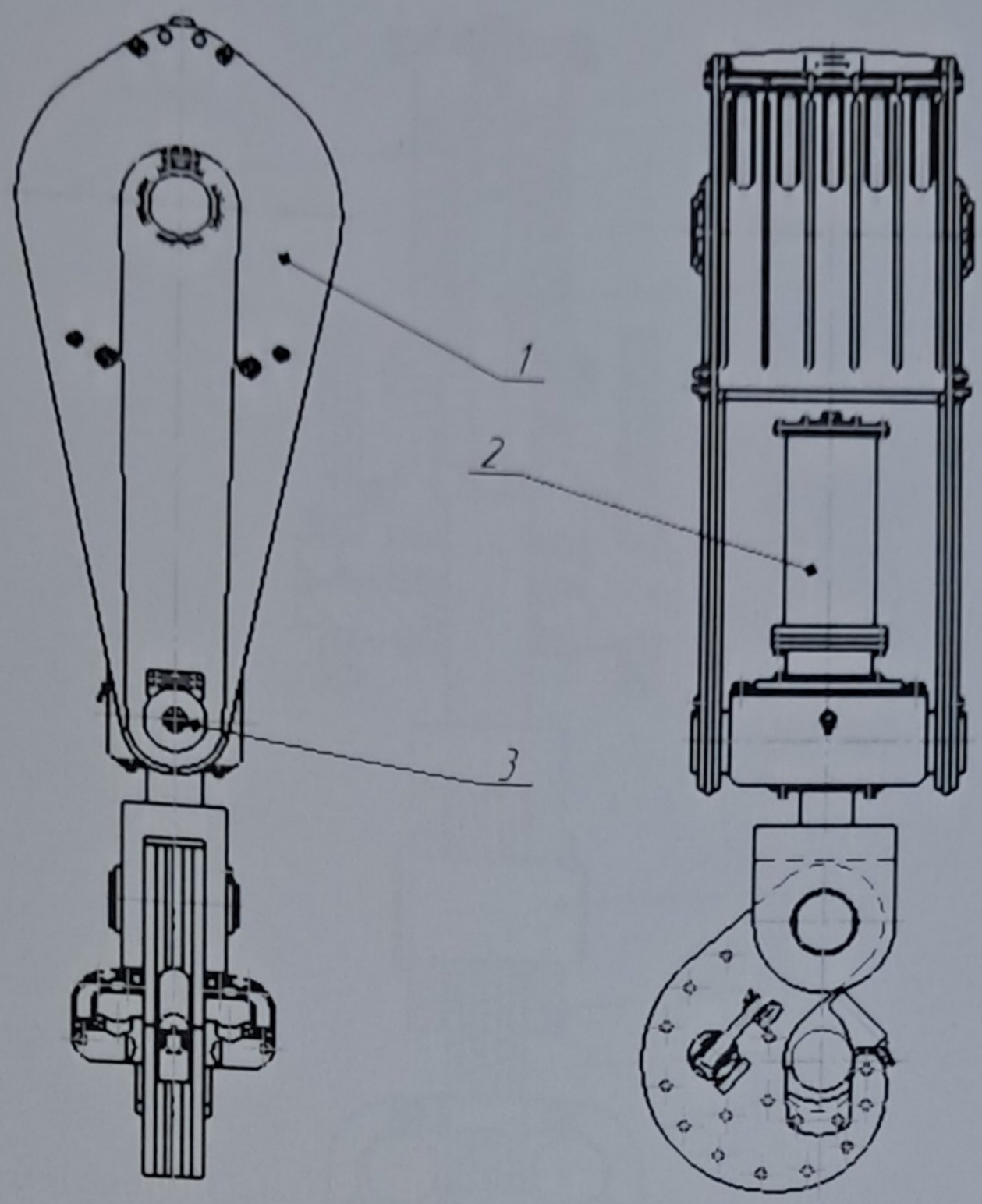



Рисунок 2.1 – Модернізований гакоблок УТБК-5-225:
1 – талевий блок; 2 – модернізований буровий гак; 3 – вісь

Вдосконалення конструкції бурового гака полягає в тому, що пропонується використання вкороченого гідроамортизатора (із зменшеним вертикальним габаритом). Також проводиться заміна кріплення амортизатора до ствола гаку. Кріпильний елемент максимально короткий і замість болтового кріплення нарізана різьба на самому кріпильному елементі. Для забезпечення необхідного ходу ствола з гаком, замість однієї пружини з дроту великого діаметра застосовують дві концентрично розміщені пружини. Така конструкція забезпечить меншу загальну довжину гакоблоку, в склад якого входить модернізований буровий гак.

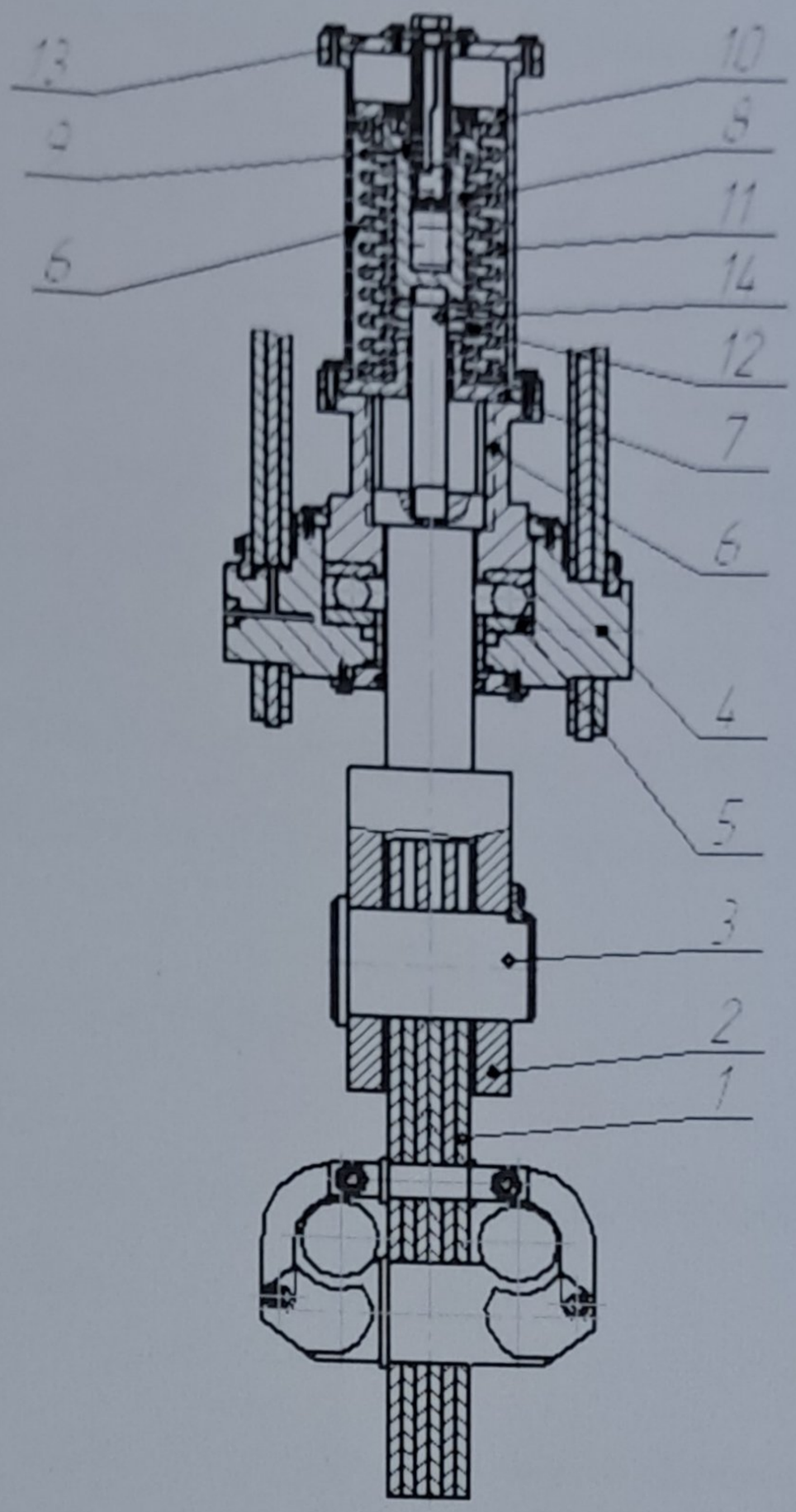



Рисунок 2.2 – Буровий гак УК-225М

До складу гідроамортизатора (рис. 2.2) входить: корпус 6 з опорною кришкою 7, нерухомий циліндричний стакан 8 з гумовими кільцевими ущільненнями 9 (розміщеними на зовнішній поверхні, на якій встановлений рухомий стакан). У внутрішній порожнині нерухомого циліндричного стакана встановлено рухомий поршень. До верхньої частини стакана закріплена кришка 10, яка сприймає зусилля від дії пружини 11. Стакан прикріплений фланцем до ствола, який сприймає навантаження від гака. До складу гака входять чотири пластини товщиною

32 мм і дві пластини товщиною 36 мм, які з'єднані заклепками. Бічні роги складаються з двох осей і обмежувачів.

Модернізований буровий гак працює наступним чином. В навантаженому стані ствол через опорний пояс передає навантаження на упорну частину роз'ємного опорного стакана. З опорної частини стакана основне навантаження передається на упорний підшипник. З упорного підшипника передається безпосередньо за допомогою підвіски на щоки талевого блока. При відокремленні свічки бурильних труб від бурильної колони, пружина (зусилля якої розраховано на вагу свічки бурильних труб) піднімає ствол, який рухається по напрямній роз'ємного упорного стакана.

## 2.2 Оцінка економічної ефективності

Зміни технічного обслуговування та ремонтів бурового гака УК-225 відображені у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Технічне обслуговування та ремонт бурового гака УК-225

| 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 | 300 | 50 | 2 | 70 |
| ПР | 1800 | 9 | 11 | 720 |
| КР | 18000 | 1 | 45 | 3600 |
| | Для модернізованої техніки | | | |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| ТО | 345 | 50 | 2 | 70 |
| ПР | 2070 | 9 | 11 | 720 |
| КР | 20700 | 1 | 45 | 3600 |

Річний фонд роботи бурового гака УК-225 визначаємо за формулою:

$$T_p = \frac{T_ф \cdot k_B}{\frac{1}{t_{зм} \cdot k_{зм}} + Д_p}, [год], \qquad (2.1)$$

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

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

$k_{зм}$ - коефіцієнт змінності роботи бурового гака УК-225, $k_{зм} = 3$;

$k_B$ - коефіцієнт використання, $k_B = 0,75$;

$Д_p$ - простої у всіх видах технічного обслуговування та ремонту.

Простої у всіх видах технічного обслуговування та ремонту визначаються:

$$Д_p = \frac{\sum_{i=1}^{m} (d_{pi} + d_{ni}) \cdot a_i}{T_ц}, \left[\frac{маш.-днів}{маш.-год}\right], \qquad (2.2)$$

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 таблиці 2.1;

$d_{pi}$ - тривалість одного технічного обслуговування та ремонту, приймаємо відповідно до таблиці 2.1;

$T_ц$ - періодичність виконання технічного обслуговування та

ремонтів, приймаємо відповідно до таблиці 2.1;

$d_{ni}$ – 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 $d_{ni} = 0$ днів, у капітальний ремонт і назад приймається $d_{ni} = 20$ днів.

Підставивши дані у формулу 2.2 визначимо простої у всіх видах ТО та ремонту:

- для аналогового бурового гака УК-225:

$$Д_p^{AT} = \frac{(2+0)\cdot 50 + (11+0)\cdot 9 + (45+10)\cdot 1}{18000} = 0,014 \frac{маш.-днів}{маш.-год};$$

- для модернізованого бурового гака УК-225:

$$Д_p = \frac{(2+0)\cdot 50 + (11+0)\cdot 9 + (45+10)\cdot 1}{20700} = 0,012 \frac{маш.-днів}{маш.-год}.$$

Підставивши у формулу 2.1 отримані дані розрахуємо річний фонд роботи бурового гака УК-225:

- для аналогового бурового гака УК-225:

$$T_p = \frac{365\cdot 0,75}{\frac{1}{8\cdot 3} + 0,014} = 4917,7 год;$$

- для модернізованого бурового гака УК-225:

$$T_p = \frac{365\cdot 0,75}{\frac{1}{8\cdot 3} + 0,012} = 5100,9 год.$$

$$\Delta T = T_p^{НТ} - T_p^{AT} = 5100,9 - 4917,7 = 183,2 год$$

Розрахуємо коефіцієнт зростання продуктивності бурового гака УК-225:

$$k_1 = \frac{5100,9}{4917,7} = 1,037.$$

Коефіцієнт зміни строків служби розраховуємо за формулою:

$$k_2 = \frac{P_1 + E_н}{P_2 + E_н}, \qquad (2.3)$$

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;

$$P_1 = 1/6 = 0,167;$$

$$P_2 = 1/6,9 = 0,145.$$

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

$$k_2 = \frac{0,167 + 0,15}{0,145 + 0,15} = 1,075$$

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:

$$\Delta И = (S_1^A - S_1^M) \cdot T_p^M, [грн], \qquad (2.4)$$

де $S_1^A, S_1^M$ - вартість 1 маш.-год роботи аналогового та модернізованого бурового гака УК-225 відповідно;

$T_p^M$ - річний фонд роботи модернізованого бурового гака УК-225.

Визначимо вартість 1 маш.-год роботи бурового гака УК-225:

$$S_1 = \frac{S}{T_p}, [грн/маш.-год], \qquad (2.5)$$

де $S$ - загальні поточні витрати підприємства, пов'язані з експлуатацією бурового гака УК-225.

Загальні поточні витрати підприємства визначаються за формулою:

$$S = S_{ЗП} + S_{АР} + S_{КР} + S_{ТОВ} + S_{ТОМ}, [грн], \tag{2.6}$$

де $S_{ЗП}$ - витрати на заробітну плату з нарахуваннями;

$S_{АР}$ - амортизаційні відрахування на реновацію бурового гака УК-225;

$S_{КР}$ - витрати на капітальний ремонт бурового гака УК-225;

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

$S_{ТОМ}$ - витрати на матеріали та запчастини для бурового гака УК-225.

Витрати на заробітну плату з нарахуваннями розраховуються за формулою:

$$S_{ЗП} = k_{нв} \cdot \lambda \cdot T_р \cdot \sum_{i=1}^{Б} C_{ti}(1+H), грн, \tag{2.7}$$

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

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

$Б$ - число робітників у ланці, приймаємо 1 робітника IV розряду;

$C_{ti}$ - годинна тарифна ставка робітника і-го розряду, що входить до складу ланки. Тарифна ставка приймається для робітника IV розряду $C_р = 24,05$ грн;

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

Коефіцієнт, що враховує витрати на заробітну плату розраховується за формулою:

$$k_{нв} = 1 + \frac{H_{нв}}{100},$$

(2.8)

де $H_{нв}$ - норма накладних витрат по заробітній платі, $H_{нв} = 30\%$.

$$k_{нв} = 1 + \frac{30}{100} = 1,3.$$

Підставивши отримані дані у формулу 2.7 ми отримаємо:

- для аналогового бурового гака УК-225:

$$S_{ЗП} = 1,3 \cdot 1,25 \cdot 4917,7 \cdot 24,05 \cdot (1 + 0,3852) = 155526,4 грн;$$

- для модернізованого бурового гака УК-225:

$$S_{ЗП} = 1,3 \cdot 1,25 \cdot 5100,9 \cdot 24,05 \cdot (1 + 0,3852) = 161320,3 грн;$$

Розрахуємо амортизаційні відрахування (методом зменшення залишкової вартості) на реновацію бурового гака УК-225:

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

(2.9)

де $H_a$ - норма амортизаційних відрахувань.

Норма амортизаційних відрахувань розраховується за формулою:

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

(2.10)

де $n$ - кількість років;

$Ц_л$ - ліквідаційна вартість.

Ліквідаційну вартість розраховуємо за формулою:

$$Ц_л = m \cdot Ц_{1m}, [грн],$$

(2.11)

де $m$ - маса бурового гака УК-225, $m = 2912 кг$;

$Ц_{1m}$ - ціна за один кілограм металобрухту, приймаємо

$Ц_{1m} = 4 грн / кг$;

$$Ц_{л} = 2912 \cdot 4 = 11648 грн.$$

Підставивши отримані дані у формулу 2.10 визначимо норму амортизаційних відрахувань:

$$H_{a}^{AT} = 1 - 6\sqrt{\frac{11648}{120000}} = 0,6.$$

$$H_{a}^{HT} = 1 - 6,9\sqrt{\frac{11648}{120000}} = 0,548.$$

Підставивши отримані дані у формулу 2.9 визначимо амортизаційні відрахування на реновацію бурового гака УК-225:

$$S_{AP}^{A} = 120000 \cdot 0,6 = 72000 грн.$$

$$S_{AP}^{M} = 1200000 \cdot 0,548 = 65760 грн.$$

Визначаємо витрати на капітальний ремонт бурового гака УК-225:

$$S_{KP} = \frac{k_{нп} \cdot A_{кр} \cdot Ц_{AT(MT)}}{100}, [грн], \qquad (2.12)$$

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 гака УК-225, приймаємо $A_{кр} = 5\%$.

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

$$k_{нп} = 1 + \frac{H_{нп}}{100}, \qquad (2.13)$$

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 2.12 визначимо витрати на

капітальний ремонт бурового гака УК-225:

$$S_{KP} = \frac{1,1 \cdot 5 \cdot 120000}{100} = 6600 грн.$$

$$S_{KP} = S^{A}_{KP} = S^{M}_{KP} = 6600 грн.$$

Розрахуємо витрати на заробітну плату ремонтних робітників із нарахуваннями:

$$S_{тов} = \frac{T_{роб}}{T_{ц}} \cdot k_{нв} \cdot \lambda \cdot C_{р} \cdot \sum_{i=1}^{n} a_i r_i \cdot (1 + H), грн, \qquad (2.14)$$

де $C_{р}$ - середня тарифна ставка ремонтного робітника, що обслуговує автомат АПР-2ВБ, тарифна ставка приймається для робітника V розряду - 24,05 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.

Підставивши всі дані у формулу 2.14 розрахуємо витрати на заробітну плату ремонтних робітників із нарахуваннями:

- для аналогового бурового гака УК-225:

$$S_{тов} = \frac{4917,7}{18000} \cdot 1,3 \cdot 1,25 \cdot 14,05 \cdot (50 \cdot 70 + 9 \cdot 720) \cdot (1 + 0,3852) = 86230 грн;$$

- для модернізованого бурового гака УК-225:

$$S_{тов} = \frac{5100,9}{20700} \cdot 1,3 \cdot 1,25 \cdot 14,05 \cdot (50 \cdot 70 + 9 \cdot 720) \cdot (1 + 0,3852) = 77776 грн;$$

Визначимо витрати на матеріали і запчастини:

$$S_{том} = k_{нп} \cdot \frac{S_{тов} \cdot (1 - H)}{k_{нв}} \cdot k_{ер}, [грн], \qquad (2.15)$$

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 2.15 розрахуємо витрати на

матеріали і запчастини:

- для аналогового бурового гака УК-225:

$$S_{том} = 1,1 \cdot \frac{86230 \cdot (1 - 0,3852)}{1,3} \cdot 1,25 = 56073 грн;$$

- для модернізованого бурового гака УК-225:

$$S_{том} = 1,1 \cdot \frac{77776 \cdot (1 - 0,3852)}{1,3} \cdot 1,25 = 50575 грн.$$

Підставивши всі отримані дані у формулу 2.7 визначимо загальні поточні витрати підприємства на експлуатацію бурового гака УК-225:

- для аналогового бурового гака УК-225:

$$S = 155526 + 72000 + 6600 + 86230 + 56073 = 376430 грн;$$

- для модернізованого бурового гака УК-225:

$$S = 161320 + 65760 + 6600 + 77776 + 50575 = 362032 грн.$$

Визначаємо вартість роботи 1 маш.-год роботи бурового гака УК-225:

- для аналогового бурового гака УК-225:

$$S_1 = \frac{376430}{4917,7} = 76,55 грн / маш. - год;$$

- для модернізованого бурового гака УК-225:

$$S_1 = \frac{362032}{5100,9} = 70,97 грн / маш. - год.$$

Економія експлуатаційних витрат складе:

$$\Delta И = (76,55 - 70,97) \cdot 5100,9 = 28463 грн.$$

Тоді економічна ефективність модернізації бурового гака УК-225 складатиме:

$$E = \left[ 120000 \cdot 1,037 \cdot 1,075 + \frac{28463 - 0,15 \cdot 0}{0,145 + 0,15} - 120000 \right] \cdot 1 = 110257 грн.$$

Висновки

Суть технічного рішення з удосконалення конструкції бурового гака полягає в тому, що застосовується вкороченого гідроамортизатора

(із зменшеним вертикальним габаритом). Також проводиться заміна кріплення амортизатора до ствола гаку. Кріпильний елемент максимально короткий і замість болтового кріплення нарізана різьба на самому кріпильному елементі. Для забезпечення необхідного ходу ствола з гаком замість однієї пружини з дроту великого діаметра застосовують дві концентрично розміщені пружини. Така конструкція забезпечить меншу загальну довжину гакоблоку, в склад якого входить модернізований буровий гак.

Збільшення річного ефективного фонду роботи обладнання після модернізації складатиме 183,2 години. Отже, проведене удосконалення гакоблока УТБК-5-225 буде економічно доцільним та забезпечить отримання економічного ефекту в розмірі 110257 грн.

# 3 ДОСЛІДНО-КОНСТРУКТОРСЬКА РОБОТА

## 3.1 Аналіз робіт з дослідження динаміки бурових установок

Великі витрати, пов'язані зі створенням нових бурових установок, і високі вимоги до якості їх виконання підвищують відповідальність у конструкторів, які мають інженерні методи динамічного розрахунку агрегатів і змушені оцінювати діючі навантаження орієнтовно.

Методика визначення динамічних навантажень з використанням експериментальних значень коефіцієнтів динамічності має істотний недолік, тому що рекомендовані їх значення отримані на основі випробувань окремих типів бурових установок і вони не розкривають своєї сутності, не відображають ступеня впливу тих чи інших факторів і параметрів самих установок на величину динамічних навантажень. При проектуванні бурового устаткування обраний коефіцієнт запасу за своїм значенням, зазвичай, перевищує значення коефіцієнта динамічності. Зайва обережність при виборі цього запасу призводить до перевитрати як машинобудівних матеріалів, так й енергетичних ресурсів. При цьому не виключається наявність слабких місць у конструкції агрегатів, що визначають їхню надійність.

Аналіз робіт з дослідження динаміки бурових установок показує, що більшість із них порушують питання динаміки підйому бурильної колони. Однак, як підтверджують результати експериментальних досліджень, найбільші динамічні навантаження при спуско-підйомних операціях виникають у період гальмування колони, що спускається. При спуско-підйомних операціях прискорений і уповільнений рух колони викликає коливальні рухи долота і, як наслідок, коливання гідродинамічного тиску в стволі свердловини, що відбивається на цілісності та стані її стінок, призводить до втомного їх руйнування, до ускладнень процесу буріння, втрати виробництва, що може суттєво позначатися на гідродинамічній

досконалості зв'язку ствола свердловини з продуктивними пластами.

Коливання тиску в стволі свердловини можуть збуджуватися поршневими буровими насосами. Розрахунок та конструювання компенсаторів бурових насосів здійснюються без урахування динамічних явищ, що виникають при їх експлуатації. Невивченість динаміки компенсаторів не дозволяє досягти потрібного ступеня гасіння коливань тиску у всьому діапазоні роботи бурових насосів.

Однією зі складних аварій, що виникають під час проведення свердловин, є прихоплення бурильної колони. Для ліквідації прихватів застосовуються ударні механізми, що включаються до компонування колони. Застосування таких механізмів пов'язане із збудженням пружних коливань, як у колоні, так і в талевій системі бурової установки. Визначення динамічних навантажень, що виникають, дозволяє прогнозувати умови безпечного ведення робіт з ліквідації прихватів за допомогою ударних механізмів без можливих ускладнень, викликаних порушенням міцності, як бурильної колони, так і елементів спуско-підйомного комплексу, підвищити ефективність їх застосування.

Пружні коливання, що збуджуються в бурових установках, знижують їх технічний ресурс, збільшують непродуктивний час при проведенні свердловин, обсяг ремонтних робіт з відновлення обладнання та рівень вібрації, що викликає відповідні захворювання обслуговуючого персоналу. Тому вивчення закономірностей динамічних явищ та зниження на їх основі рівня динамічного навантаження та вібрації обладнання є актуальною проблемою, що має важливе народногосподарське та соціальне значення. Актуальність цієї проблеми зростає із збільшенням глибини буріння свердловин.

Одним із основних резервів підвищення ефективності ведення бурових робіт є підвищення якості очищення бурового розчину від вибуреної породи, що дозволяє за рахунок збільшення швидкості буріння та проходки на долото скоротити обсяги спуско-підйомних операцій, за

рахунок зниження абразивного зносу насосного обладнання та обладнання нагнітальної лінії скоротити об'єм ремонтних робіт, знизити витрати та відновлення параметрів бурового розчину. При цьому поліпшення технологічного процесу очищення розчину повинне здійснюватися не тільки за рахунок збільшення ступеней очищення та насичення комплексу бурової установки відповідними технічними засобами, та шляхом вдосконалення самих засобів. Розробка конструкції вібросит, що базуються на нових принципах дії, та методики їх динамічного розрахунку дозволить забезпечити проведення робіт з удосконалення технології очищення розчинів та відповідно підвищити ефективність буріння свердловин.

В даний час широкого поширення набули бурові установки, що монтуються на металевих основах, з'єднаних між собою стяжками без застосування віброізолюючих пристроїв. Збуджена вібрація поширюється по металоконструкціях всіх блоків бурової установки, при цьому рівень шуму, що виникає, і віброшвидкості в робочих зонах бурової установки і на робочих місцях досягає або перевищує гранично допустимі норми, що призводить до відповідних захворювань у робітників бурових бригад.

Технічний стан бурових установок визначається нормами розрахунку та проектування, оснащеністю приводу засобами штучної пристосовуваності його характеристики до режимів роботи виконавчих механізмів, системою управління технологічними операціями, регламентацією режимів роботи агрегатів та якістю їх виготовлення, виконанням вимог монтажу обладнання та правил його експлуатації.

Засоби штучної пристосовуваності приводу бурової лебідки в період розгону колони, що піднімається, знижують рівень динамічного навантаження спуско-підйомного механізму. Управління ж гальмівною системою здійснюється бурильником і при спуску колони динамічні навантаження, що виникають, визначаються суб'єктивним фактором і вони за своїм значенням більші, ніж при підйомі. Оснащеність приводу

засобами штучної пристосовуваності, а гальмівної системи засобами керування її роботою визначають віброактивність бурової установки у перехідні періоди дії машинних агрегатів. У розробці наукових основ розрахунку, проектування та підвищення технічного рівня бурового обладнання досягнуто значних успіхів, проте динамічні процеси, що виникають, через недостатню їх вивченість, не знайшли свого належного відображення в проектних рішеннях при створенні бурових установок. Застосовувані методи розрахунку бурової установки засновані на її поданні, як системи абсолютно жорстких тіл, без урахування пружності таких елементів – як бурильна колона, талевий канат, вежа, що володіють значними поздовжніми розмірами і є джерелом виникнення пружних коливань, які позначаються не тільки на їх міцності, а й технічному ресурсі інших вузлів бурової установки та їх вібрації.

У більшості опублікованих робіт недостатньо відображені питання динаміки перехідних періодів руху системи, не вивчені питання динаміки системи після досягнення надмірної гальмівної або рушійної сили свого найбільшого значення. У той час, як характер навантаження бурової установки в перехідні періоди і пружні властивості її елементів можуть створювати несприятливі поєднання, що викликають підвищений знос обладнання або без видимих причин його руйнування.

Як показують експериментальні дані, отримані багатьма дослідниками, найбільші динамічні навантаження виникають при спуску інструменту в період гальмування стрічковим гальмом. Причому під дією цих навантажень канат піддається зносу більшою мірою, ніж при підйомі, так як спуск здійснюється з канатом на барабані і при більш високих швидкостях.

Зазначається, що внаслідок застосовуваної важельно-механічної системи управління стрічковим гальмом лебідки характер зміни гальмівного моменту визначається оператором. В результаті включення гальма і надання уповільнення масам, що рухаються, у системі виникають

динамічні навантаження, величина яких залежить від суб'єктивного фактора бурильника, характеристики гальма та параметрів системи спуско-підйомний механізм – бурильна колона. Цій системі властива особливість, що вона має нескінченну кількість ступенів свободи через наявність пружних елементів – бурильної колони, талевого каната і вишки.

Складність цієї системи дозволяє розробити прийнятні для практичного застосування аналітичні методи визначення динамічних навантажень з урахуванням режимів зміни зовнішніх зусиль, що прикладаються. Тому визначення амплітуди коливання динамічного навантаження – спрощена тримасова динамічна схема спуско-підйомного механізму з приведенням маси бурильної колони методом Релея, а інерційна складова динамічного навантаження отримана з урахуванням її реальної маси.

### 3.2 Опис структурної схеми піднімального комплексу бурової установки із устаткуванням контролю спуско-піднімальних операцій

Система контролю спуско-піднімальних операцій виконує наступні функції:

- проводить безперервний контроль за роботою талевої системи, контролює висоту піднімання талевого блока та обмежує його рух в межах допустимих положень та запобігає перенавантаженню талевої системи й талевого каната;

- здійснює контроль за раціональним використанням гідродинамічного гальма;

- фіксує порушення технічних параметрів під час спуско-піднімальних операцій (перевантаження, перебіг талевого блока);

- відключає відповідні вузли обладнання бурової установки для запобігання екстремальним умовам;

- запобігає виникненню екстремальних умов при бурінні, проведенні спуско-піднімальних операцій, технічному обслуговуванні та виконанні інших робіт на буровій установці.

На рис. 3.1 показана структурна схема піднімального комплексу бурової установки з устаткуванням контролю спуско-піднімальних операцій, за допомогою якої здійснюються описані вище функції.

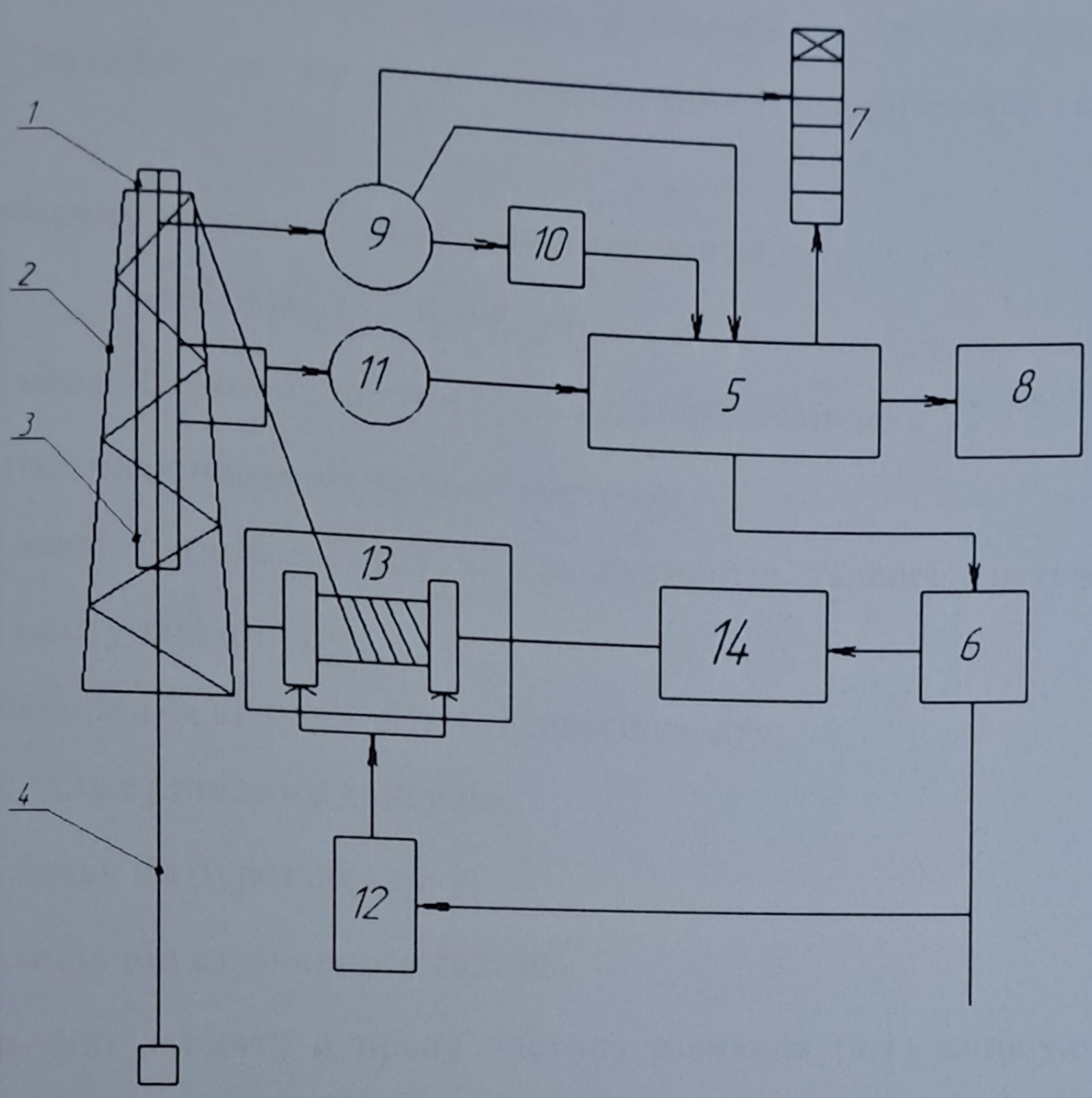



Рисунок 3.1 – Структурна схема піднімального комплексу з устаткуванням контролю спуско-піднімальних операцій:

1 – кронблок; 2 – вітка талевого канату; 3 – талевий блок; 4 – колона труб; 5 – блок керування; 6 – блокуючий засіб; 7, 8 – інформуючі пристрої; 9 – датчик положення талевого блоку; 10 – кінцевий вимикач; 11 – обмежувач навантаження; 12 – виконавчий механізм гальма; 13 – бурова лебідка; 14 – силовий привод

Для усунення можливого удару талевого блоку по кронблоку або по ротору відповідно при підніманні або опусканні потрібно встановити закон руху талевого блока в період спрацювання сигналізатора верхнього і нижнього положень.

Для розв'язання даної задачі система "колона труб – піднімальний комплекс" представлені у вигляді жорсткої моделі, при якій похибка в положенні талевого блока від коливань в талевій системі незначна, що суттєво не впливає на точність спрацювання сигналізаторів крайніх положень.

Рівняння руху механізму піднімання має вигляд:

$$\left(m_n \cdot Z + m_{mk}\right)\bar{S} = F_d - F_{bg} - F_g; \qquad (3.1)$$

де $m_n$ – маса обертових частин піднімального комплексу;

$Z$ – кратність оснащення талевої системи;

$m_{mk}$ – маса бурильної колони та елементів талевої системи, які здійснюють поступальний рух;

$\bar{S}$ – прискорення ведучої вітки талевого канату;

$F_d$ – зусилля привідних двигунів;

$F_{bg}$ – зусилля на буровому гаку;

$F_g$ – зусилля від стрічкового гальма.

Зусилля, що входять в праву частину рівняння (3.1) записуються в функції часу, тобто:

$$F_d = F_{dn} \cdot \left(1 - \frac{t}{t_M}\right); \qquad (3.2)$$

$$F_{bg} = Q \cdot \left(1 + K_1 + K_2\right); \qquad (3.3)$$

$$F_g = \frac{Q_{\max} \cdot \beta}{t_n} \cdot t; \qquad (3.4)$$

де $F_{dn}$ – номінальне зусилля від двигунів;

$t_M$ – час відключення шинно-пневматичної муфти бурової лебідки;

$Q$ – вага вантажу, який піднімається;

$K_1$ – коефіцієнт, який враховує опір руху талевої системи; $K_1 = 0,1...0.2$;

$K_2$ – коефіцієнт, який враховує опір руху бурильної колони: при нормальних умовах $K_2 = 0,04...0,1$; $K_2 = 0,15...0,2$;

$Q_{max}$ – найбільша вага на буровому гаку;

$\beta$ – коефіцієнт запасу гальмування: при спуску $\beta = 1,5...2$, при підніманні $\beta = \frac{2F_{n\max}}{Q_{\max}}$;

$t_n$ – час зростання гальмівного зусилля до сталого;

$t$ – поточні значення часу;

$F_{n\max}$ – найбільше зусилля натягу набігаючої вітки гальмівної стрічки при підніманні.

## 3.3 Оцінка зносу талевих канатів і методика їх раціонального відпрацювання

Специфіка роботи талевих канатів обумовлює основну причину виходу їх з ладу. Під час спуско-піднімальних операцій із бурильною або обсадною колоною при русі талевого блока канат здійснює велику кількість знакозмінних перегинів, знаходиться в постійному контакті з блоками кронблоку і талевого блоку, намотується на бурову лебідку з великою швидкістю, в кілька шарів на барабані лебідки. Умови роботи талевих канатів можна охарактеризувати як важкі. Отже, основна причина виходу талевих канатів з ладу – втомне і механічне зношування. Дані фактори приводять до обриву дротів, зниження несучої здатності каната і вихід з ладу.

Канати в талевій системі зношуються вкрай нерівномірно і виходять з ладу в найбільш навантажених місцях. Місце зношення канату визначається кількома факторами – рухом по шківах під навантаженням, кількістю перегинів за цикл підйому, механічною дією при

багатошаровому навиванні на барабан бурової лебідки і т.д.

На бурових установках застосовуються талеві канати, які поставляються заводами-виробниками в бухтах більшої довжини, ніж потрібно для оснащення талевої системи. Це дозволяє підвищувати технічний ресурс талевого каната на бурових за допомогою перепускання каната на деяку довжину в процесі експлуатації. Суть цього методу полягає в тому, що зношена ділянка талевого канату зміщується в міру зносу в сприятливіші умови, а на її місце по можливості зміщується найменш зношена ділянка.

Найбільша працездатність талевого каната можлива лише за умови оптимальної тактики відпрацювання каната, яка розробляється для конкретних умов буріння свердловин. В процесі буріння свердловини весь канат із бухти витрачається за кілька перепусків згідно з прийнятою схемою. Існує кілька пропонованих схем перепуску [7, 12, 97]. Однак не завжди дані системи дають позитивні результати.

Якщо схема відпрацювання вибрана неправильно, то при перепуску каната, наприклад, на невелику довжину, може виникнути ситуація, коли при черговому перепуску ділянка каната, яка знаходилась у важких умовах роботи і канат близький до критичного зносу, знову виявиться в несприятливому місці. Дана ділянка канату знову буде інтенсивно зношуватися механізмами підйомної системи бурової установки. Внаслідок такої ситуації, в цьому місці канат вийде з ладу. Це приведе до необхідності перепуску значної ділянки канату або замінювати його повністю, незважаючи на те, що він не досяг нормативного напрацювання. Наприклад, розглянемо ділянку каната, яка інтенсивно працювала на шківах, здійснювала велику кількість перегинів. Після короткого перепуску дана ділянка виявилась в зоні перехідного витка з одного шару на інший при його намотуванні на барабан бурової лебідки. В даному випадку до втоми металу дротинок добавляться високі контактні напруги, тому дротинки почнуть інтенсивно руйнуватися.

Враховуючи описані чинники, робимо висновки, що під час вибору довжини перепуску каната необхідно враховувати його роботу в контакті з шківами кронблока, талевого блока та барабана бурової лебідки. Талевий канат в даному випадку доцільно розглядати поділеним на ділянки з різним ступенем впливу чинників зносу з боку кронблока, талевого блока та барабана бурової лебідки.

Здійснимо оцінку зносу талевого каната по заправній довжині при роботі на шківах кронблока, талевого блока та барабана бурової лебідки без урахування навантаження та кількості циклів, яка дозволить визначити для будь-якої ділянки талевого каната кількість перегинів на шківах за цикл підйому. Приймемо наступні параметри: висота бурової вишки – 41 м, відстань між осями кронблока та талевого блока при нижньому положенні талевого блока – 40 м; діаметри шківів кронблока та талевого блока – 900 мм; довжини свічок – 18, 24 і 25 м; довжина тягової гілки – 42 м, точність визначення довжин ділянок – 0,5 м.

Розглянемо фактори, які впливають знос каната в талевій системі.

1. Перегини каната на шківах кронблока та талевого блока при виконанні підйому або спуску талевого блоку. Кількість перегинів по довжині каната в оснащенні при цьому є нерівномірним. Найбільша кількість перегинів, як правило, відбувається на ділянці каната, який намотується на бурову лебідку в кінці підйому свічки. На рис. 3.2 показано розподілення кількості перегинів по довжині каната при підйомі однієї свічки при оснащенні 5х6, висоті вежі 41 м та довжині свічки 24 м.

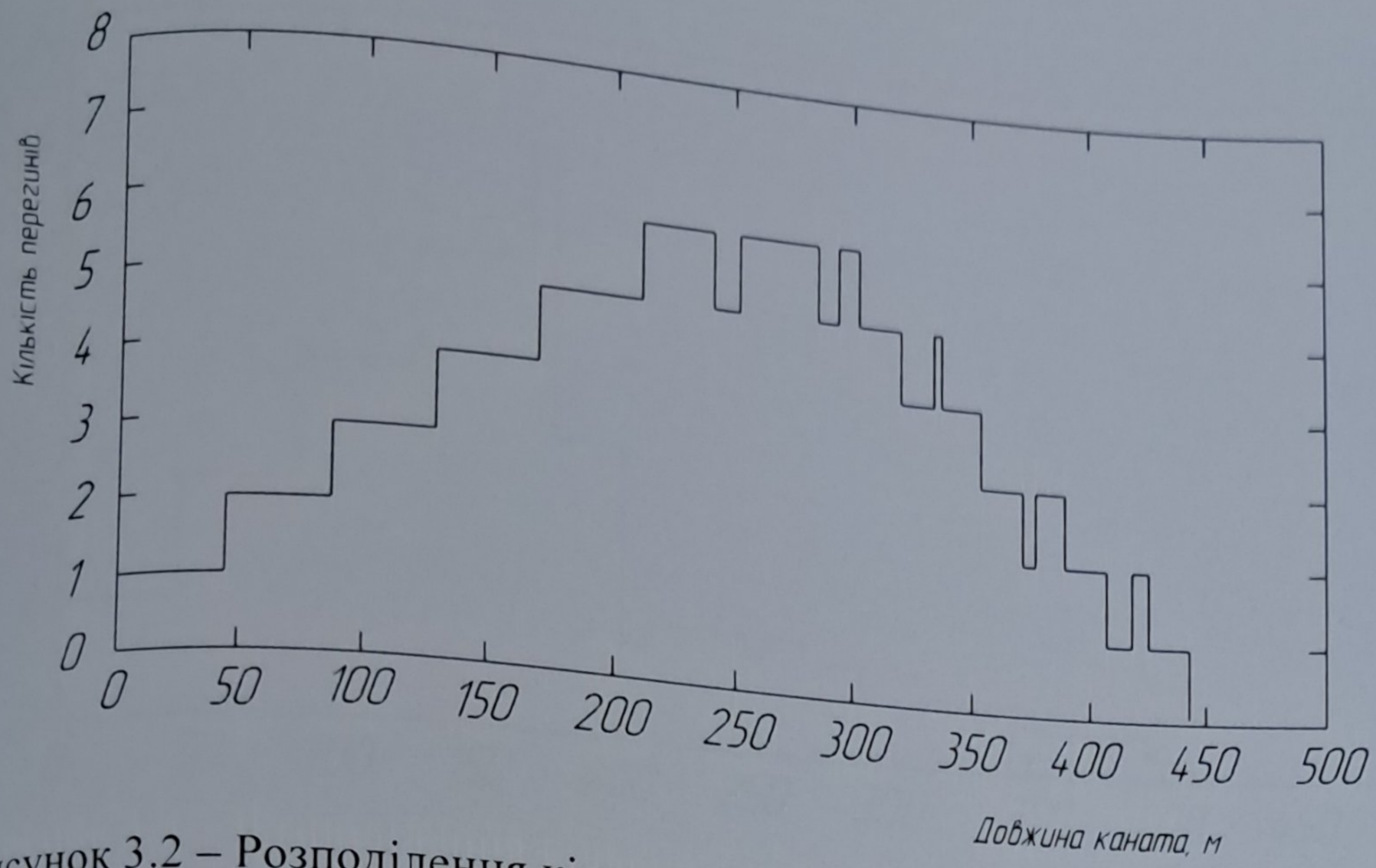



Рисунок 3.2 – Розподілення кількості перегинів по довжині каната при підйомі однієї свічки при оснащенні 5х6 та довжині свічки 24 м.

2. Багатошарове намотування каната на барабан бурової лебідки. Проведені дослідження [102] показали, що при багатошаровому навиванні талевий канат додатково пошкоджується, а тому виходить з ладу набагато швидше, ніж при одношаровому навиванні. Фактор пошкодження каната, який визначається відношенням кількості циклів навивання в один шар до кількості циклів навивання в 2 і більше шарів, залежить від натягу (запасу міцності) талевого каната, і для бурових установок може досягати значення 5...6. Отже згідно досліджень, робимо висновок, що ділянка талевого каната, яка намотується на барабан бурової лебідки, зношується швидше, ніж інші ділянки. На рис. 3.3 показаний характер розподілу перегинів каната за цикл підйому з урахуванням фактора пошкодження талевого каната при багатошаровому навиванні на барабан бурової лебідки, що дорівнює 5 для внутрішніх шарів і 2,5 для зовнішнього шару. На графіку показаний характер розподілу перегинів каната для оснащення кратністю 5х6 і довжині свічки 20 м, тобто при намотуванні на барабан бурової лебідки талевого каната довжиною 200 м.

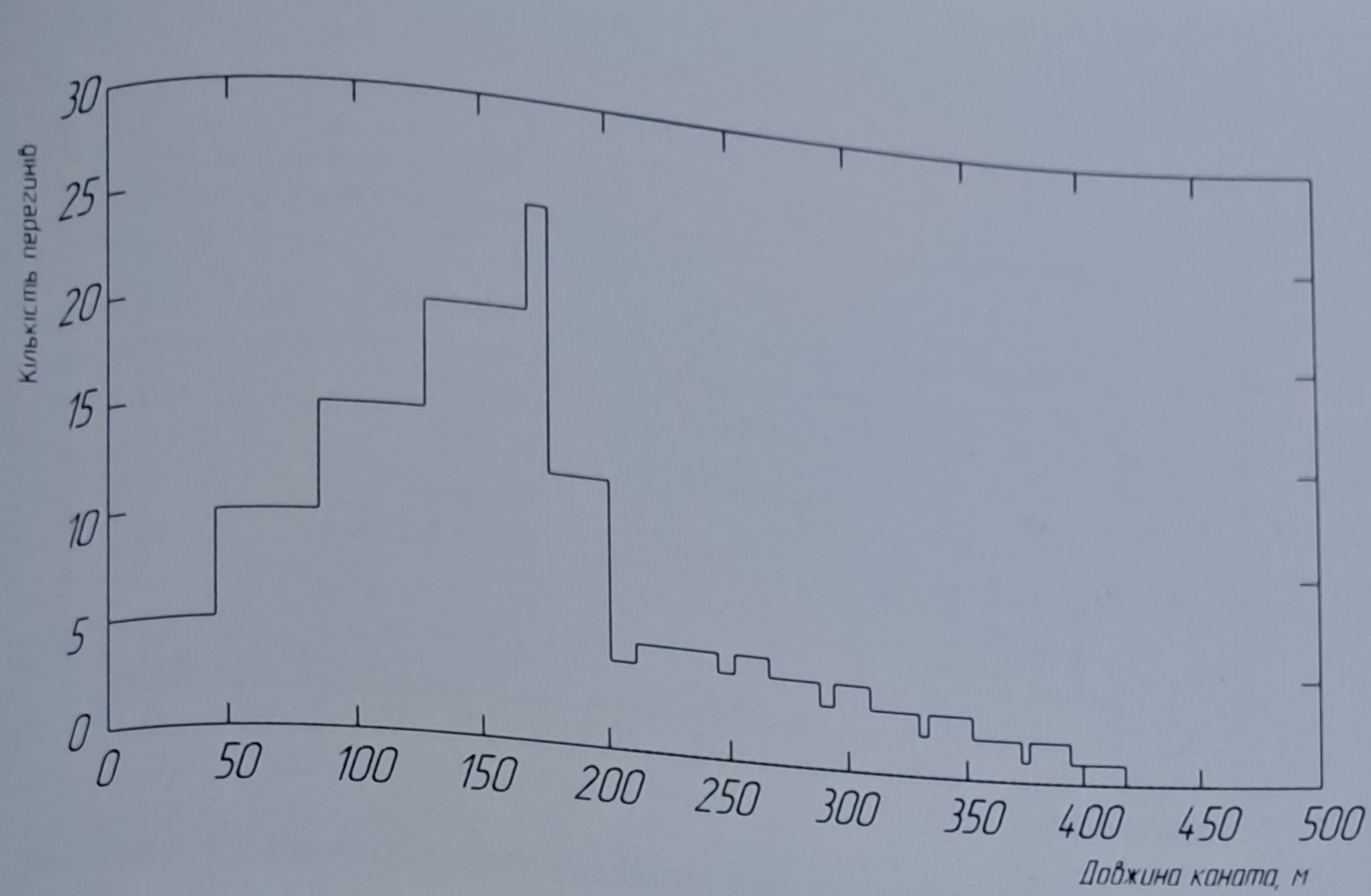



Рисунок 3.3 – Характер зносу талевого каната за цикл підйому з урахуванням фактора пошкодження талевого каната при багатошаровому навиванні на барабан бурової лебідки, при оснащенні 5х6 і довжині свічки 20 м при намотуванні на барабан бурової лебідки талевого каната довжиною 200 м

Значення фактора зносу при багатошаровому навиванні на барабан бурової лебідки, що працює в певних умовах, може не дорівнювати 5, як в розглянутому прикладі. Його значення потрібно уточнювати на основі емпіричних даних. При цьому на характер зносу талевого каната будуть мати вплив й інші фактори.

3. Натяг і швидкість руху талевого каната по шківах. Ділянки, які сприймають більший натяг при перерозподілі зусиль в струнах і рухаються по шківах з більшою швидкістю, та піддаються зносу більше, ніж інші. Ці ділянки відповідають тій частині талевого каната, яка проходить через останній шків, ходову вітку і навивається на барабан бурової лебідки (рис. 3.4).

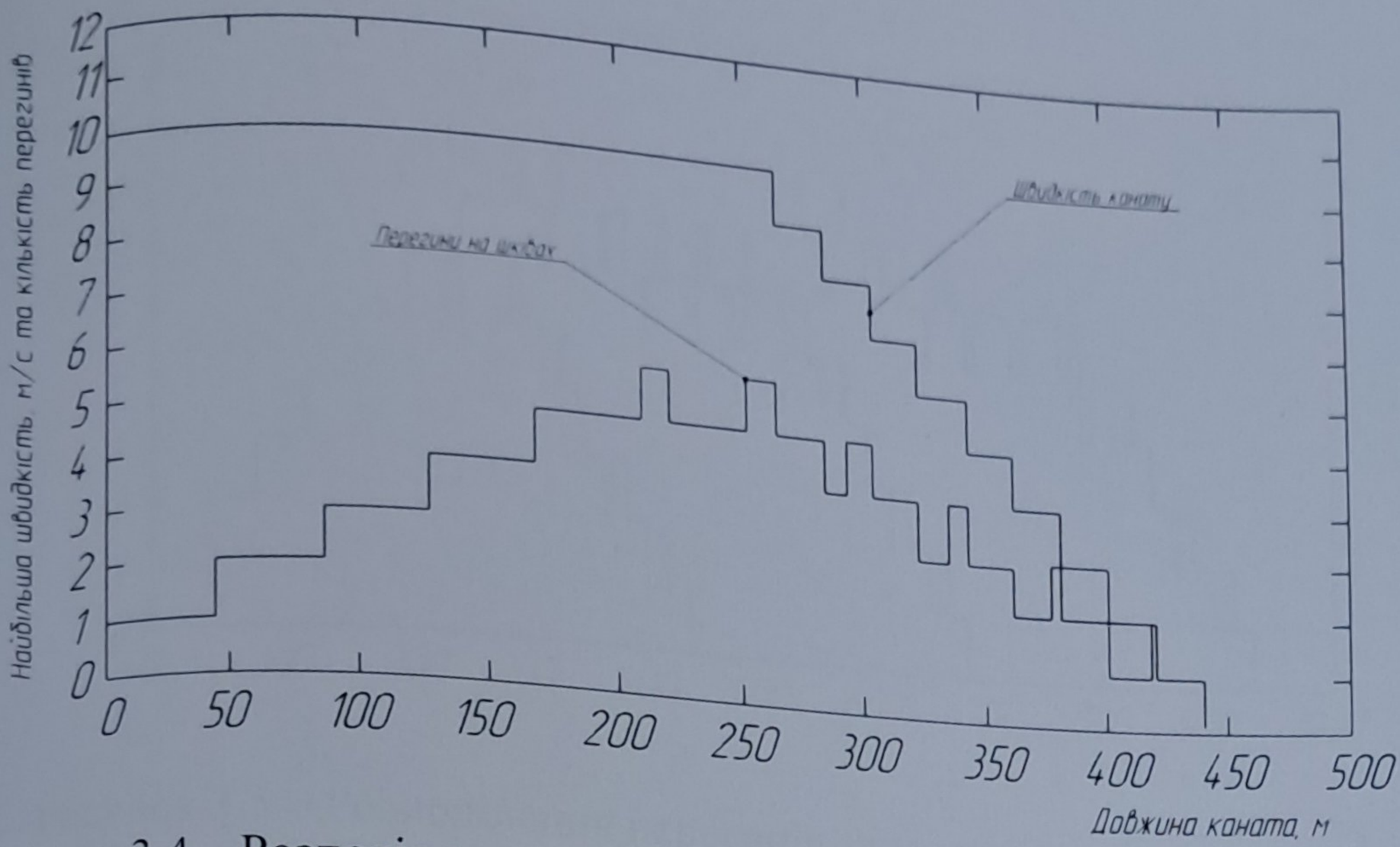



Рисунок 3.4 – Розподіл максимальних швидкостей по ділянках талевого каната із різною кількістю перегинів

Проведений аналіз отриманих результатів вказує на те, що при врахуванні кількості перегинів каната під час роботи талевого каната як основного критерію зносу, а також інших факторів зносу, найоптимальнішою довжиною перепуску вважаємо довжину талевого каната, що приблизно дорівнює намотуваному канату на барабан бурової лебідки при стандартних спуско-підйомних операціях. У даному випадку черговому перепуску з роботи виключається ділянка, яка піддавалась впливу всіх факторів зносу. На рис. 3.5 показано розподіл перегинів під час оснащення 5х6, довжини свічки 24 м за один підйом свічки по довжині талевого каната без перепуску, при одному і при двох перепусках на 240 м.

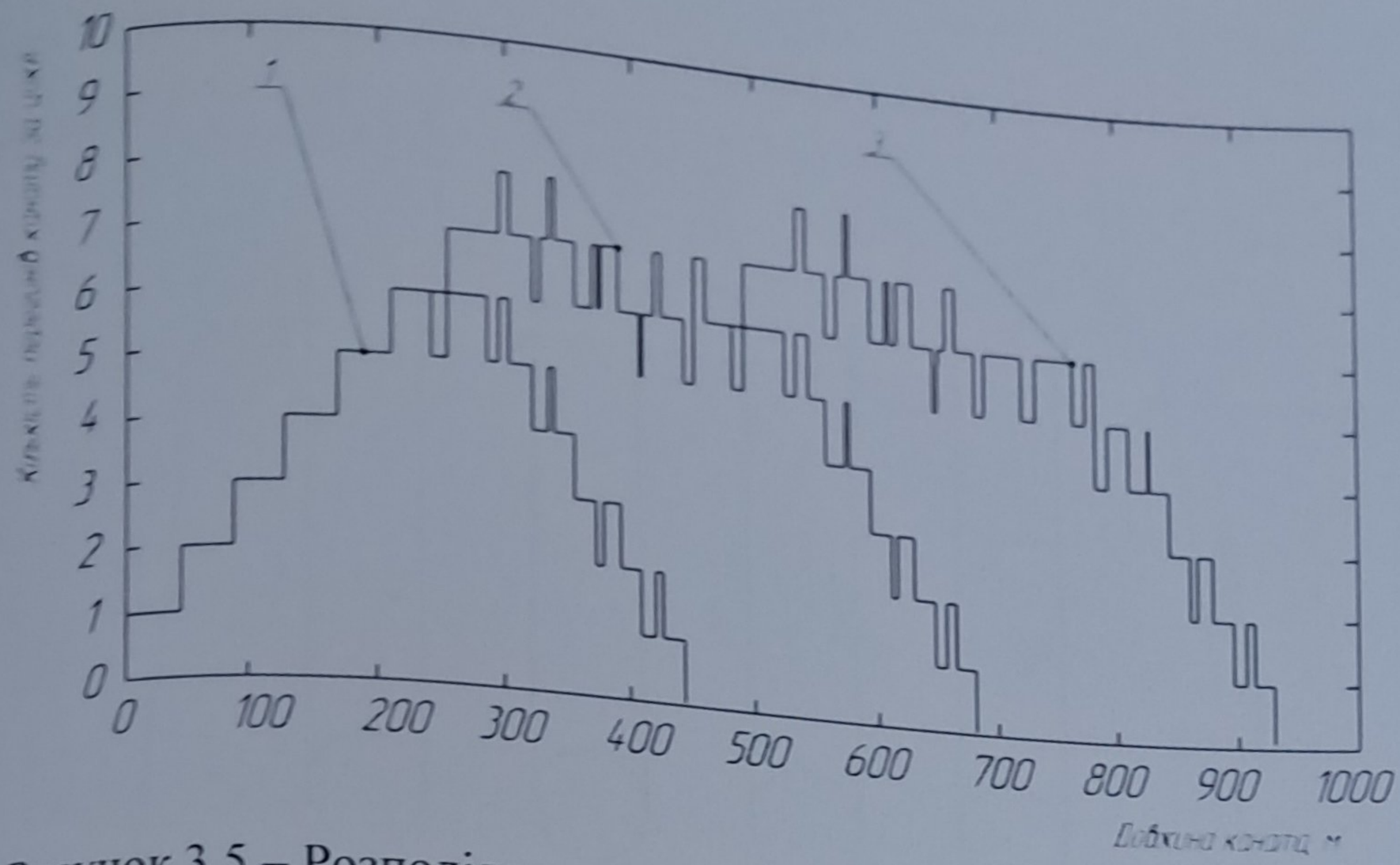



Рисунок 3.5 – Розподілення перегинів талевого каната по довжині при перепуску 240 м для оснащення 5х6 при довжині свічки 24 м: по довжині талевого каната 1 – без перепуску; 2 – при одному перепуску; 3 – при двох перепусках

Такий розподіл перегинів по довжині каната буде справедливим за наступних умов:

- приблизно однакова кількість циклів підйому між перепусками талевого каната;

- напрацювання каната і довжина перепуску, яка дорівнює довжині каната, що намотується на барабан бурової лебідки.

Як показує практика, зношення дротинок і їх обриви відбуваються в характерних ділянках, положення яких по довжині може істотно відрізнятися, враховуючи різні умови експлуатації. Тому важливим є постійне спостереження за станом талевого каната по всій його довжині.

Отже, найбільше піддаються зносу ділянки талевого каната в тих місцях, де діє найбільша кількість факторів зносу і їх ступінь максимальна. Це, наприклад, ділянка, яка здійснює найбільшу кількість перегинів за цикл підйому, при цьому вона намотується на барабан лебідки і сприймає динамічні навантаження при розгоні / гальмуванні лебідки. На рис. 3.6-3.9

показані найймовірніші місця виходу каната з ладу при різних умовах його експлуатації.

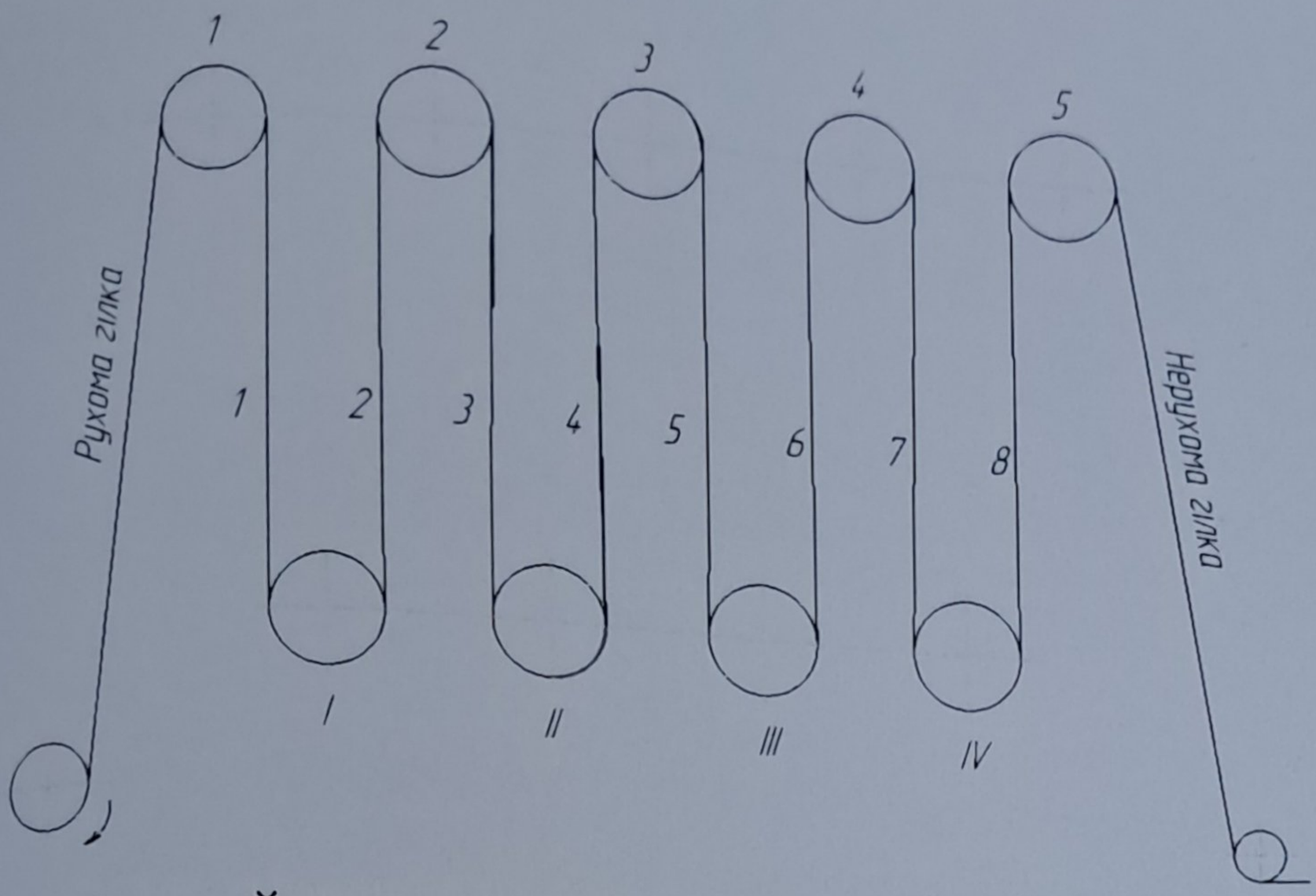



Рисунок 3.6 – Ймовірні ділянки виходу з ладу талевого каната при оснащенні 4х5, висоті бурової вежі 41 м та довжині свічки 18 м

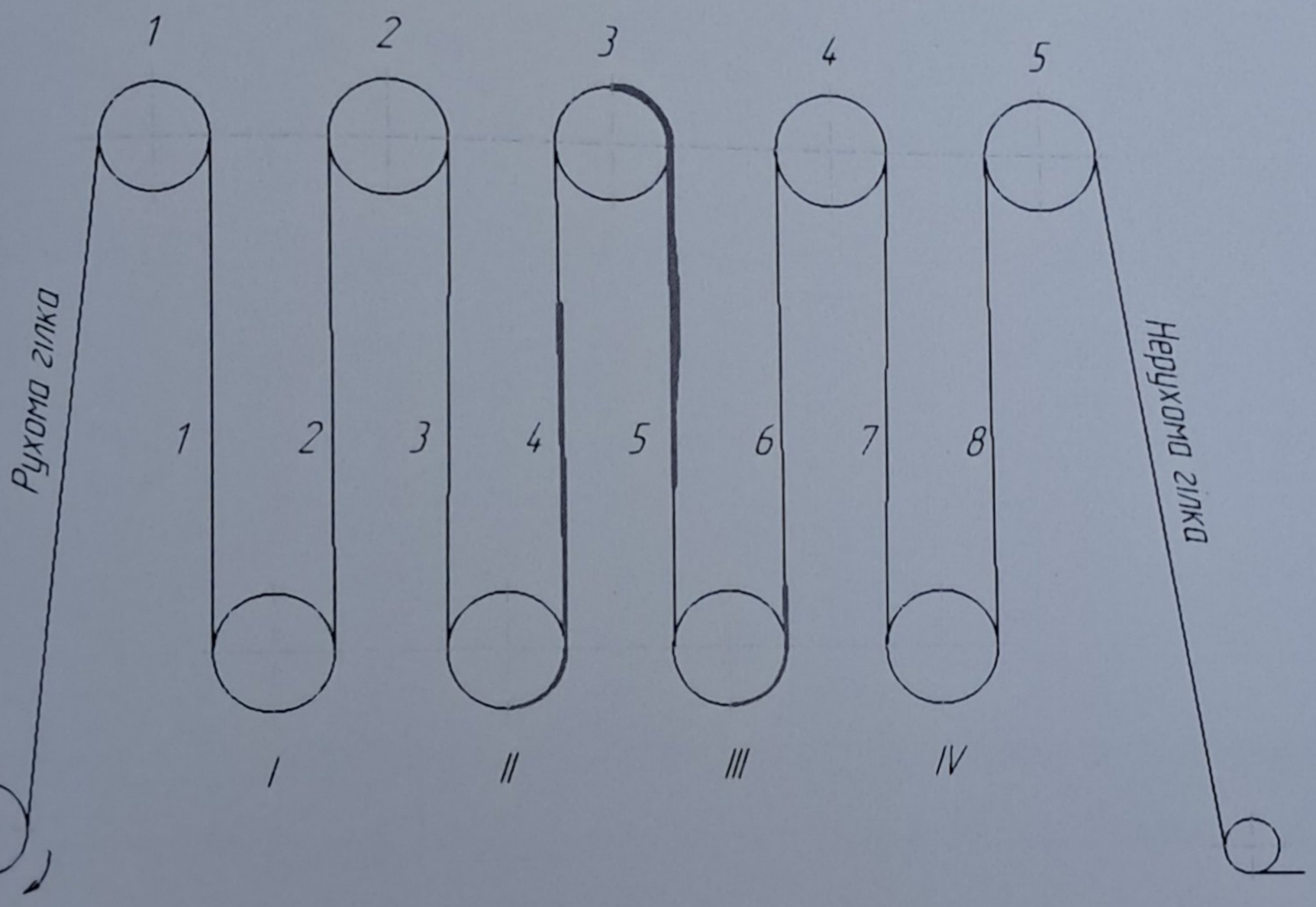



Рисунок 3.7 – Ймовірні ділянки виходу з ладу талевого каната при оснащенні 4х5, висоті бурової вежі 41 м та довжині свічки 24 м

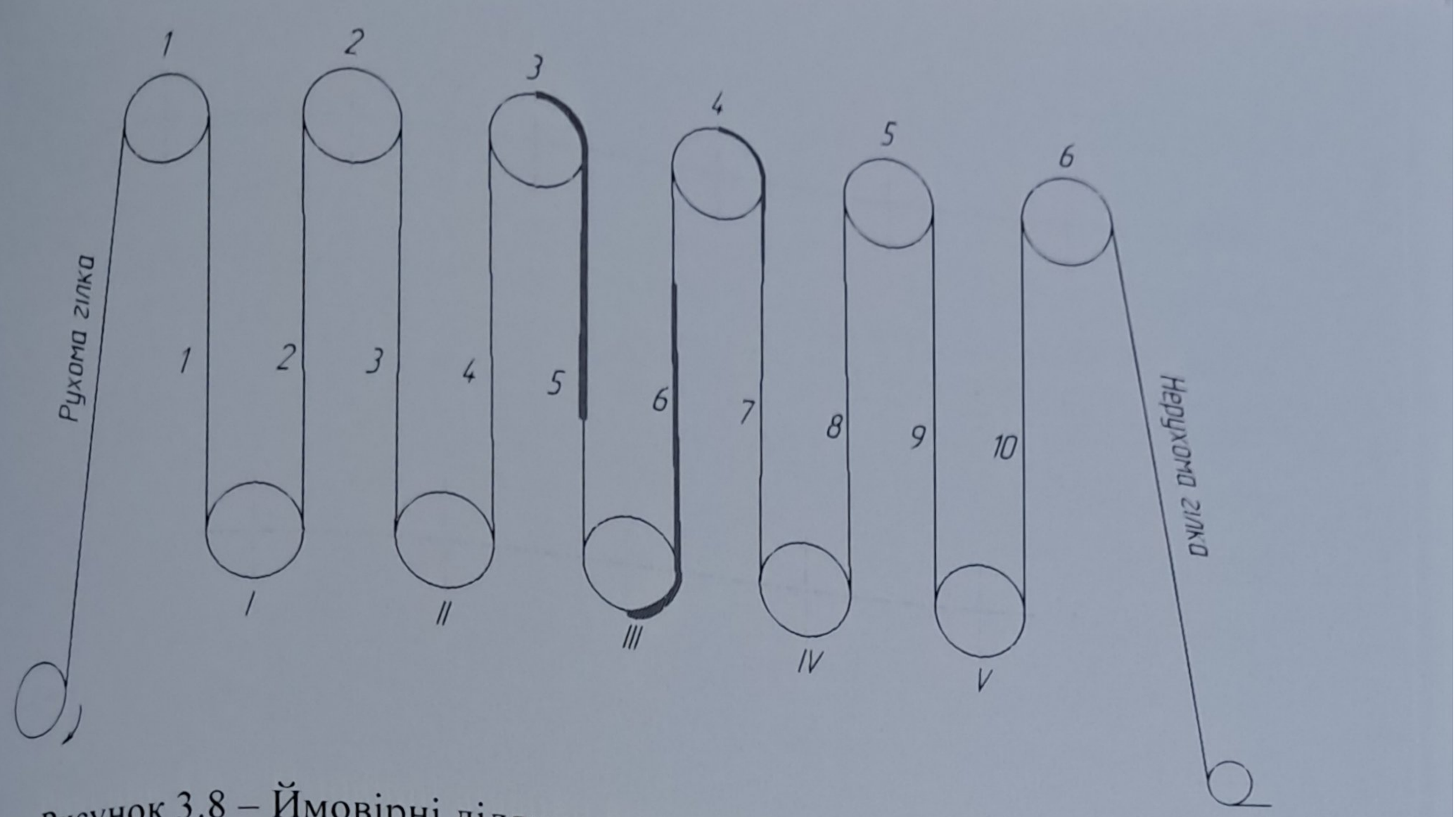



Рисунок 3.8 – Ймовірні ділянки виходу з ладу талевого каната при оснащенні 5х6, висоті бурової вежі 41 м та довжині свічки 24 м

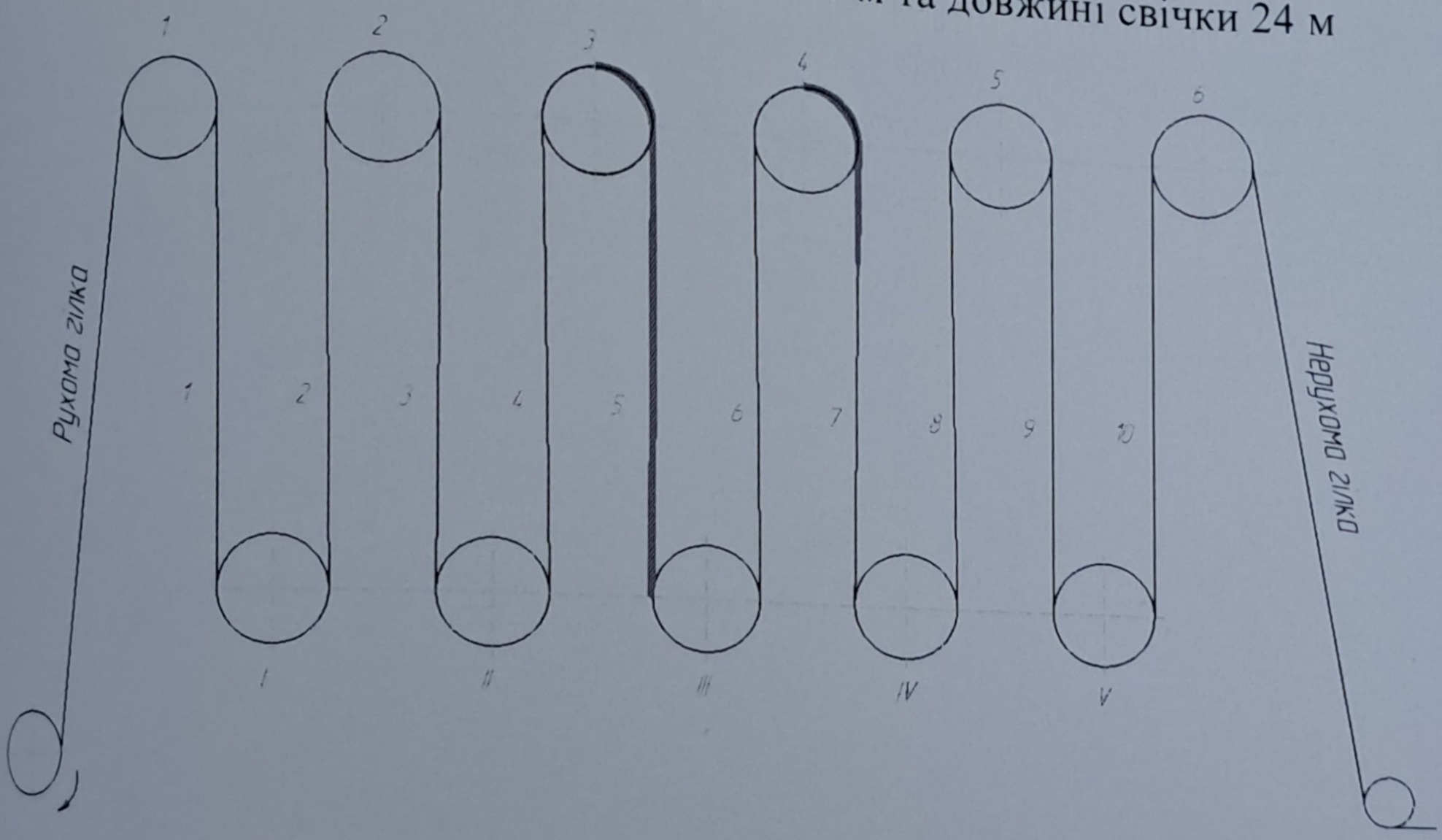



Рисунок 3.9 – Ймовірні ділянки виходу з ладу талевого каната при оснащенні 5х6, висоті бурової вежі 41 м та довжині свічки 25 м

Таким чином, залежно від різних умов роботи бурової установки і схеми оснащення талевої системи найбільшому зносу можуть піддаватися певні ділянки каната, на які слід звертати особливу увагу при візуальному контролі в процесі експлуатації талевого каната.

## Висновки

У розділі магістерської роботи було розглянута структурна схема піднімального комплексу бурової установки із устаткуванням контролю спуско-піднімальних операцій, яка контролює висоту піднімання талевого блока та обмежує його рух в межах допустимих положень; запобігає перенавантаженню талевої системи й талевого каната; фіксує порушення технічних параметрів під час спуско-піднімальних операцій (перевантаження, перебіг талевого блока); запобігає виникненню екстремальних умов при бурінні, проведенні спуско-піднімальних операцій, технічному обслуговуванні та виконанні інших робіт на буровій установці.

При аналізі зносу талевого канату під час експлуатації встановлено, що залежно від різних умов роботи бурової установки і схеми оснащення талевої системи найбільшому зносу піддаються певні ділянки каната, на які слід звертати особливу увагу при візуальному контролі в процесі експлуатації талевого каната.

# 4. РОЗРАХУНКИ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ

## 4.1 Вибір діаметра і типу талевого каната для оснастки талевої системи

Згідно проведених розрахунків в п. 1.3 максимальне навантаження на гаку складає $Q_{max} = 2095$ кН. Оснастка талевої системи 5х6.

Розглянемо піднімання колони. При підніманні колони найбільший натяг несе ходовий кінець каната, найменший – нерухомий. Натяг ходового кінця канату визначається по формулі:

$$P_{х.к.} = \left( \frac{Q_г + Pоб}{\beta^п - 1} \right) \cdot \beta^п \cdot (\beta - 1) \quad (4.1)$$

;

де $Q_г$ - максимальне навантаження на гаку;

$P_{об}$ - вага постійно підніманого обладнання (вага талевого блоку УТБ-5-225 $P_1$=32кН; вага бурового гака УК-225М $P_2$=29 кН [1]); тому

$$P_{об}=32+29=61 \text{ кН};$$

β - коефіцієнт опору шківа; $\beta = 1,03$;

п - кількість робочих струн талевої системи; п=10

тоді

$$P_{х.к} = \left( \frac{2095 + 61}{1,03^{10} - 1} \right) \cdot 1,03^{10} \cdot (1,03 - 1) = 214,5 кН;$$

Визначаємо необхідне розривне зусилля каната $P_р$, для чого задаємося коефіцієнтом запасу міцності К = 3 - 4. Приймаємо К = 3,4. Тоді

$$P_р = P_{х.к.} \cdot K = 214,5*3,5 = 750,75 \text{ кН}$$

Виходячи із значення розривного зусилля, яке складає 750,75 кН за даними табл. III.2 [2], вибираємо канат типа ЛК-РО діаметром $d_к$ = 32 мм з металевим сердечником, який при межі міцності $\sigma_в$ = 1960 МПа має розривне зусилля 789 кН.

## 4.2 Перевірочний розрахунок талевого каната на міцність

Перевірочний розрахунок каната на міцність проводимо за наступною формулою:

$$\sigma_{сум} = \sigma_p + \sigma_{зг}; \tag{4.2}$$

де $\sigma_{сум}$ — сумарні напруження, які виникають в канаті;

$\sigma_p$ — напруження при розтязі

$$\sigma_p = \frac{P_{x.к.}}{F}; \tag{4.3}$$

де F — площа поперечного перерізу всіх дротинок в канаті.

За даними табл. 38 додатка [8], F = 464,99 мм$^2$.

$$\sigma_p = \frac{214,5 \cdot 10^3}{464,99} = 461,3(МПа)$$

$\sigma_{зг}$ — напруження при згині.

$$\sigma_{зг} = \frac{3}{8} E_к \frac{\delta}{D}; \tag{4.4}$$

де $E_к$ - модуль пружності каната з металевим сердечником, $E_к = 1,25 \cdot 10^5$ МПа;

$\delta$ — діаметр дротинок в канаті.

Вибраний тип каната складається з дротинок різного діаметра.

Для розрахунку береться діаметр зовнішнього шару пасма, який, за даними табл. 38 додатка [8], рівний $\delta$ = 2,0 мм

D – діаметр канатного шківа або діаметр барабана лебідки. Для розрахунку необхідно брати менший діаметр (як правило, беруть діаметр барабана лебідки). D= $D_б$ = 800 мм

Підставивши всі значення у формулу, визначимо $\sigma_{зг}$:

$$\sigma_{зг} = \frac{3}{8} \cdot 1,25 \cdot 10^5 \cdot \frac{2,0}{800} = 117,2 \ (МПа)$$

Таким чином,

$$\sigma_{сум} = 461,3 + 117,2 = 578,5 \ (МПа)$$

Визначаємо коефіцієнт запасу міцності

$$K = \frac{\sigma_{-1}}{\sigma_{max}}; \qquad (4.5)$$

$$K = \frac{1960}{578,5} = 3,4$$

Коефіцієнт запасу міцності для талевих канатів повинен бути не менше 3, тобто вибраний тип каната відповідає вимогі.

## 4.3 Розрахунок ствола гака

Матеріал ствола гака сталь 34ХНІМ за ГОСТ4543-89 з наступними механічними властивостями: $\sigma_в$=800 МПа, $\sigma_т$=600 МПа, $\sigma_{-1}$=400 МПа.

Розрахунок ствола гака проведемо на статичну міцність.

Розрахункова схема ствола безрізьбового гака приведена на рисунку 4.1.

Переріз А-А сприймає навантаження розтягу від навантаження на гаку $Q_г=P_{доп}$=2095 кН, відповідно напруження розтягу рівне

$$\sigma_р = \frac{Q_г}{F} = \frac{2095 \cdot 10^3}{0,0227} = 88,1 \text{ МПа}, \qquad (4.6)$$

де F - площа поперечного перерізу, м$^2$

$$F = \frac{\pi \cdot d^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 0,17^2}{4} = 0,0227 \text{ м}^2. \qquad (4.7)$$

Коефіцієнт запасу міцності в перерізі визначається за формулою

$$n = \frac{\sigma_т}{\sigma_р} = \frac{600}{88,1} = 6,8. \qquad (4.8)$$

Переріз Б-Б. З креслення бурового гака визначаємо розміри: діаметр отвору $d_1$=200 мм, відстань від центра отвору до зовнішнього радіуса вушка вилки D/2=250 мм, товщина вушка b=70 мм, ширина вилки B=500 мм (див. рис. 4.1).

Напруження розтягу визначається за формулою

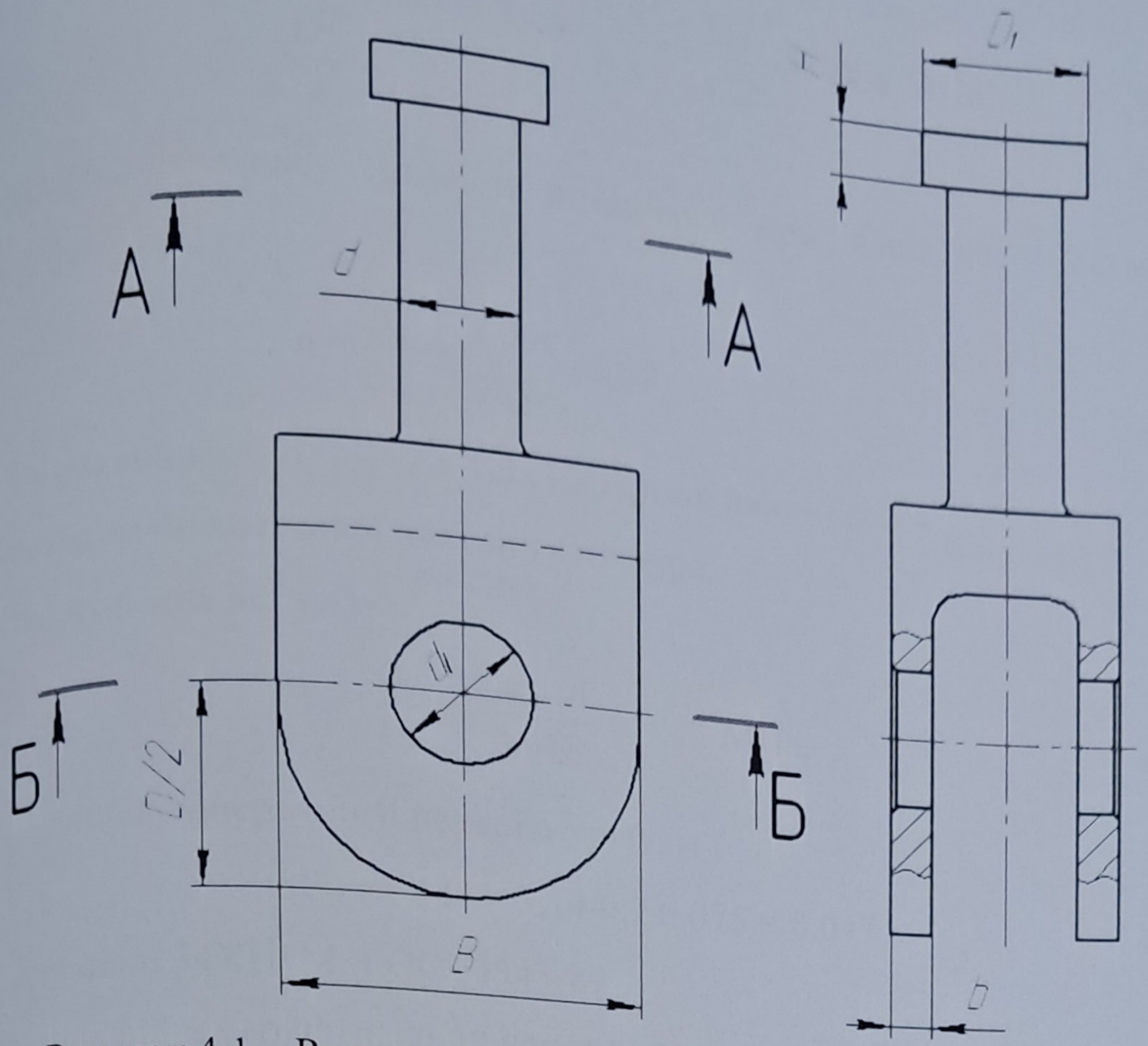



Рисунок 4.1 – Розрахункова схема ствола безрізьбового гака

$$\sigma_p = \frac{Q_p}{2(B-d_1)b} = \frac{2095\cdot 10^3}{2(0,5-0,2)0,07} = 247,6 \text{ МПа}. \qquad (4.9)$$

Коефіцієнт запасу міцності в перерізі при розтягу визначиться за формулою

$$n_1 = \frac{\sigma_т}{\sigma_p} = \frac{600}{247,6} = 2,42. \qquad (4.10)$$

Інтенсивність тиску в провушинах визначається за формулою

$$P = \frac{Q_p}{2d_1b} = \frac{2095\cdot 10^3}{2\cdot 0,2\cdot 0,07} = 71,4 \text{ МПа}. \qquad (4.11)$$

Напруження згину в перерізі

$$\sigma_{зг}=P\frac{\frac{D^2}{4}+\frac{d_1^2}{4}}{\frac{D^2}{4}-\frac{d_1^2}{4}}=71.4\cdot\frac{0,5^2+0,2^2}{0,5^2-0,2^2}=98,6\ \text{МПа}. \qquad (4.12)$$

Коефіцієнт запасу міцності в перерізі при згині визначається за формулою

$$n_2=\frac{\sigma_т}{\sigma_{зг}}=\frac{600}{98,6}=6,08. \qquad (4.13)$$

Умова міцності n>[n]=2 в усіх перерізах виконується.

Розрахунок хвостової частини стовбура.

Напруження від зрізу

$$\tau_{зр}=\frac{Q_р}{F_{зр}}=\frac{2095\cdot10^3}{0,047}=42,5\ \text{МПа}, \qquad (4.14)$$

де $F_{зр}$ - площа поперечного перерізу зрізу, м$^2$

$$F_{зр}=\pi\cdot d\cdot H=3,14\cdot0,2\cdot0,075=0,047\ \text{м}^2. \qquad (4.15)$$

Для сталі 34ХН1М ГОСТ4543-89

$$\tau_{-1}=0,27\cdot\sigma_в=0,27\cdot800=216\ \text{МПа}. \qquad (4.16)$$

Величину допустимого коефіцієнта запасу міцності на опір пластичним деформаціям приймаємо [n]=1,5 [8].

Запас міцності в перерізі при зрізі визначиться за формулою

$$n=\frac{\tau_{-1}}{\tau_{зр}}=\frac{216}{42,5}=5,08. \qquad (4.17)$$

Умова міцності n=5,08>[n]=1,5 виконується.

## 4.4 Розрахунок конструктивних елементів гідроамортизатора

### 4.4.1 Розрахунок упорного елемента гідроамортизатора

Матеріал упорного елемента гідроамортизатора – сталь 30 ХГСА.

Упорний елемент гідроамортизатора працює під дією стисненої пружини, на яку діють навантаження від ваги бурильної свічки і ваги елеватора з

штропами. Вантажопідйомність пружини на початку робочого ходу $P_{поч}$ = 37000 Н, а при вибраному ході пружини $P_{кін}$ = 100000 Н. Для розрахунку упорного елемента гідроамортизатора використаємо розрахункову схему на рисунку 4.2.

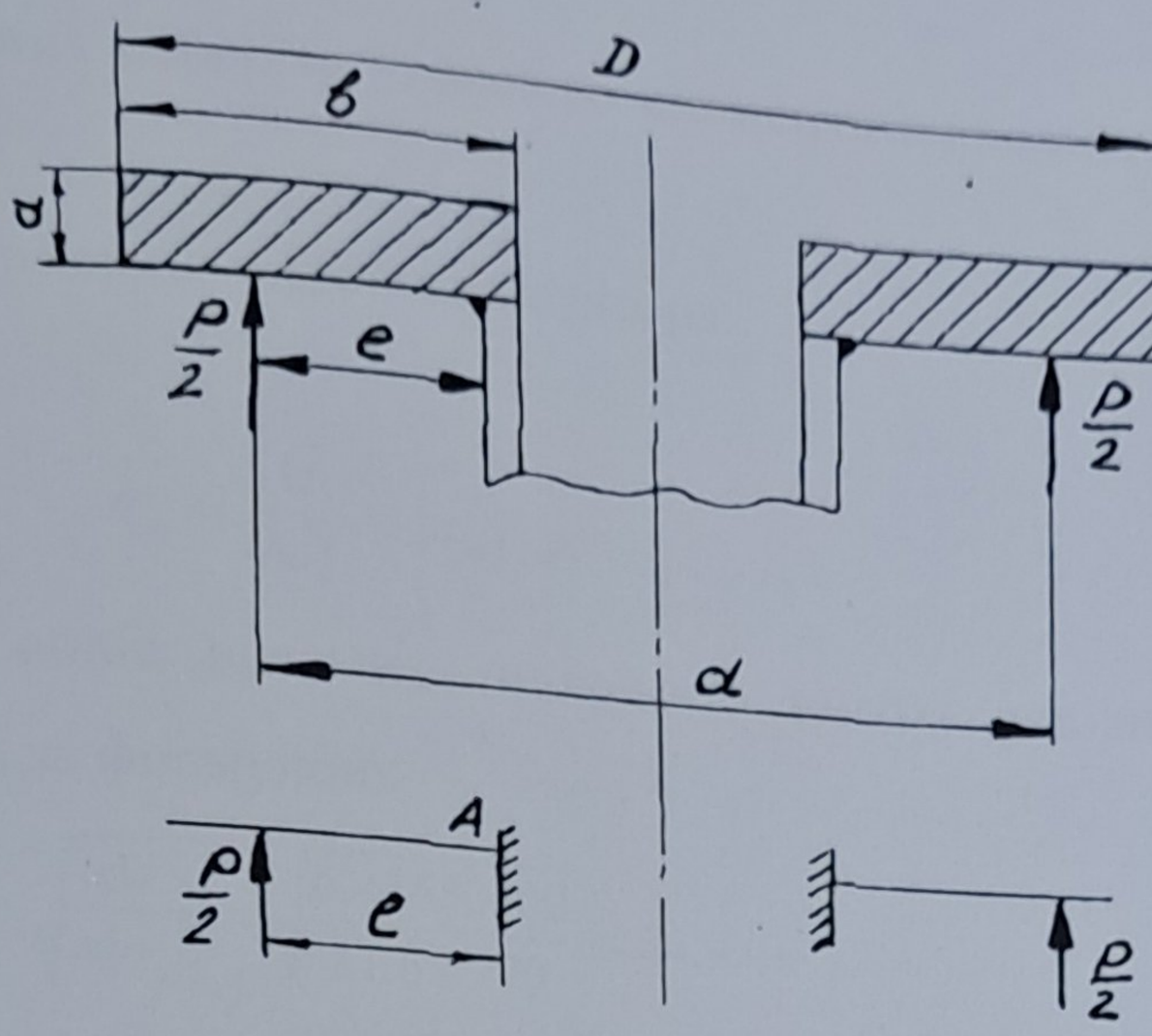



Рисунок 4.2 – Розрахункова схема упорного елемента гідроамортизатора

Визначимо висоту упорного елемента гідроамортизатора.

Розрахунок упорного елемента гідроамортизатора проводимо з умови, коли на поршень в нижньому положенні діє максимальна сила $P_{кін}$ стиснення пружини, що дорівнює 100000 Н від ваги бурильної свічки і ваги елеватора з штропами. Від дії цієї сили в упорному елементі гідроамортизатора виникають напруження згину, що визначаються за формулою:

$$\sigma_{зг} = \frac{M_{зг}}{W} < [\sigma_{зг}]; \qquad (4.18)$$

де $M_{зг}$ – момент згину відносно точки А (рис. 4.2).

Момент згину відносно точки А знаходимо за формулою:

$$M_{зг} = \frac{P}{2} l = \frac{P_{кін}}{2} l = \frac{100000}{2} \times 73 = 3650000 Нмм; \qquad (4.19)$$

де $l$ – плече згину, $l = 73мм$;

$W$ – момент опору перерізу упорного елемента гідроамортизатора;

Момент опору перерізу упорного елемента гідроамортизатора знаходимо формулою:

$$W = \frac{ba^2}{6}\ ; \tag{4.20}$$

де $b$ – довжина перерізу упорного елемента гідроамортизатора, $b = 116мм$;

$a$ – висота поршня гідроамортизатора.

Звідси:

$$\sigma_{зг} = \frac{6M_{зг}}{ba^2} < [\sigma_{зг}]\ ; \tag{4.21}$$

Враховуючи вище вказане, знаходимо висоту упорного елемента гідроамортизатора за формулою:

$$a = \sqrt{\frac{6M_{зг}}{b[\sigma_{зг}]}} = \sqrt{\frac{6 \times 3650000}{11,6 \times 270}} = 26,4мм\ ; \tag{4.22}$$

де $[\sigma_{зг}] = 270МПа$ – допустиме напруження згину при знакозмінних навантажен-нях для сталі 30 ХГСА з виконанням термічної обробки [6]. Приймаємо висоту упорного елемента гідроамортизатора $a = 30мм$.

### 4.4.2 Розрахунок поперечного перерізу штока гідроамортизатора

В якості штока гідроамортизатора використовуємо трубу бурильну В 89х7 Д, на яку діє сила розтягу від ваги бурильної свічки і ваги елеватора з штропами, що дорівнює $P_{кіп} = 100000$ Н. Для розрахунку поперечного перерізу штока гідроамортизатора використовуємо трубу діаметром $Д_1$. Поперечний переріз штока гідроамортизатора показано на рисунку 4.3.

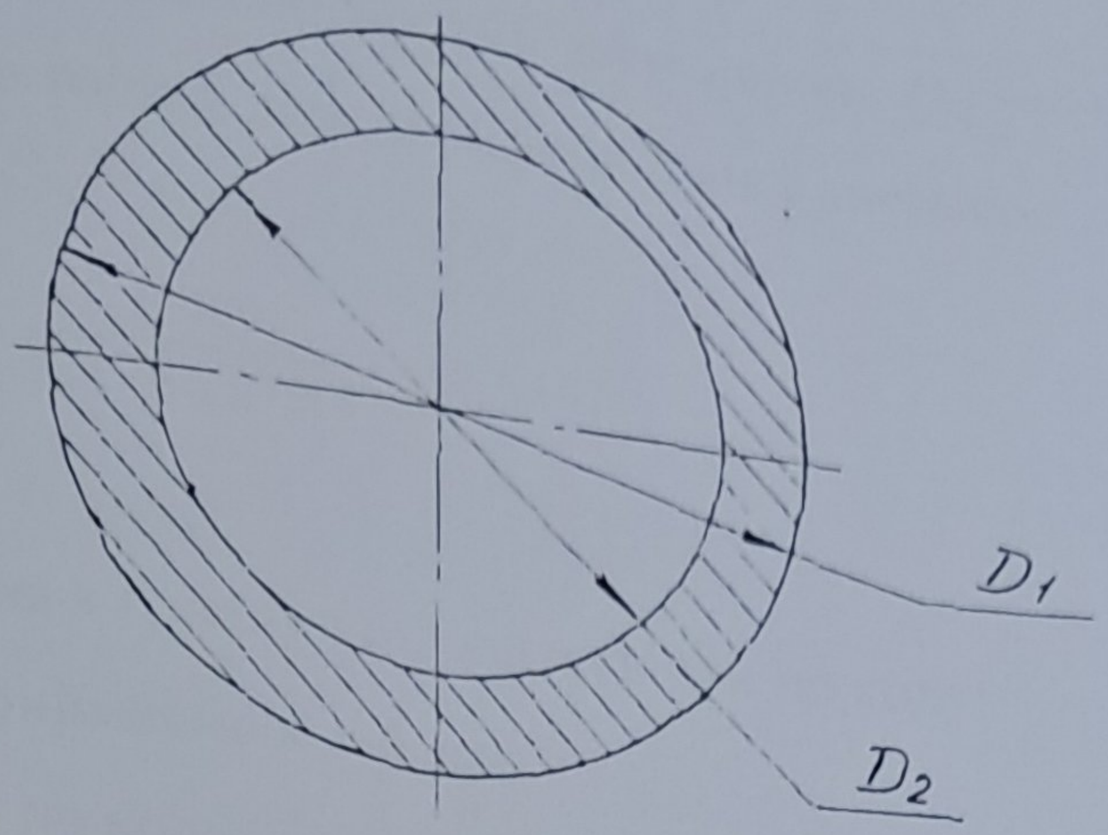



Рисунок 4.3 – Поперечний переріз штока гідроамортизатора

Визначимо напруження розтягу за формулою:

$$\sigma_p = \frac{P_{кш}}{F} < [\sigma_p]; \tag{4.23}$$

де $F$ – площа поперечного перерізу штока гідро амортизатора

де $D_1 = 89\ мм$ – зовнішній діаметр штока гідроамортизатора,

$D_2 = 75\ мм$ – внутрішній діаметр штока гідроамортизатора

$$F = F_1 - F_2 = \frac{\pi D_1^2}{4} - \frac{\pi D_2^2}{4} = \frac{\pi}{4}\left(D_1^2 - D_2^2\right) = \frac{3{,}14}{4}\left(89^2 - 75^2\right) = 1802 мм^2; \tag{4.24}$$

Тоді, напруження розтягу:

$$\sigma_p = \frac{P_{кш}}{F} = \frac{100000}{1802} = 55{,}4 МПа; \tag{4.25}$$

що явно нижче допустимих.

### 4.4.3 Розрахунок зварного з'єднання штока і упорного елемента гідроамортизатора

Зварне з'єднання використовується в місцях з'єднання штока і поршня гідроамортизатора, а також корпусу та опорної плити, що виконуються вручну електродами Э 50. Згідно розрахункової схеми, як показано на рисунку 4.4, більш навантаженим є зварне з'єднання штока і поршня гідроамортизатора, використовується тавровий вид з'єднань, де

максимальне напруження виникає від дії ваги свічки $Q_{св} = 10000\ кг \approx 100000\ Н$, що має місце в точках верхніх кінців швів і дорівнює:

$$\tau = \frac{P}{0,7kl} = \frac{50000}{0,7 \times 6 \times 279,5} = 42,6 МПа; \qquad (4.26)$$

де $P$ – сила, що діє на з'єднання від ваги свічки по колу;

$к$ – катет шва. Приймаємо $к = 6\ мм$;

$l$ – довжина шва по колу.

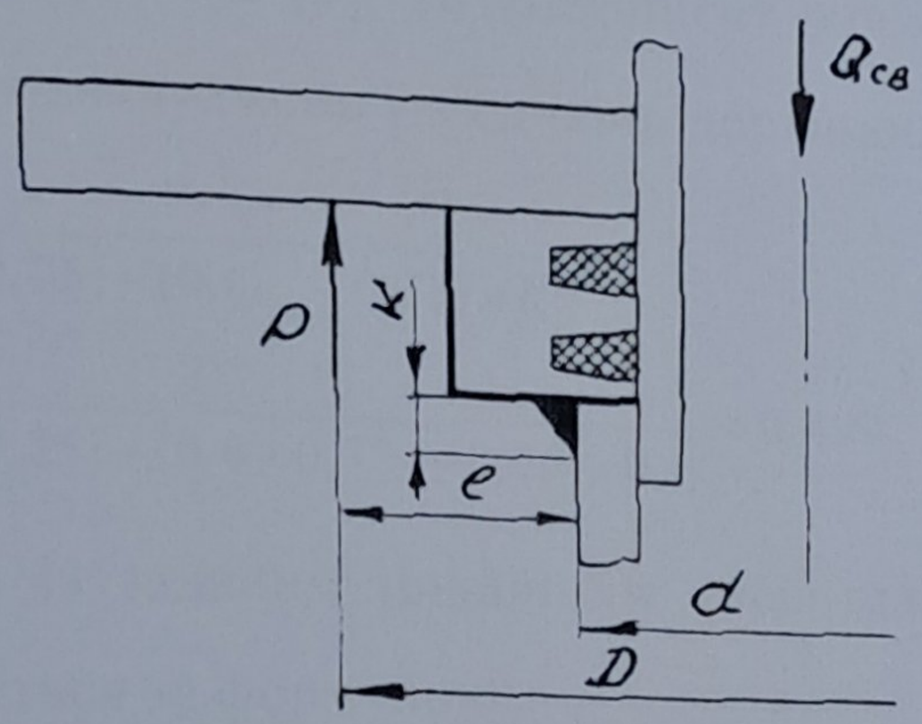



Рисунок 4.4 – Розрахункова схема зварного з'єднання

Сила, що діє на з'єднання від ваги свічки по колу розраховується за формулою:

$$P = \frac{Q_{св}}{2} = \frac{100000}{2} = 50000 Н; \qquad (4.27)$$

Довжина шва по колу розраховується за формулою:

$$l = 2\pi R = 2\pi \frac{d}{2} = 3,14 \times 89 = 279,5 мм; \qquad (4.28)$$

Момент в з'єднанні буде дорівнювати:

$$M = Pl = 50000 \times 73 = 3650000 Нмм; \qquad (4.29)$$

Напруження зрізу від дії моменту розраховується за формулою:

$$\tau_M = \frac{M}{W_0} = \frac{6M}{0,7kl^2} = \frac{6 \times 3650000}{0,7 \times 6 \times 279,5^2} = 66,7 МПа \ ; \quad (4.30)$$

у верхніх та нижніх точках кожного шва максимальне напруження:

$$\tau_{max} = \sqrt{\tau^2 + \tau_M^2} = \sqrt{42,6^2 + 66,7^2} = 79,14 МПа \ ; \quad (4.31)$$

Згідно [8] допустиме напруження для зварних швів при розтягу

$$[\tau'] = 0,9[\sigma_p] = 0,9 \times 220,0 = 198 МПа \ ; \quad (4.32)$$

де $[\sigma_p] = 220 мПа$ - допустиме напруження розтягу при знакозмінних навантаженнях для сталі 30 ХГСА.

Якщо $R = 0,1$ і $\kappa_e = 3,2$ [8], то коефіцієнт зниження допустимих напружень для змінних навантажень у з'єднанні дорівнює:

$$\gamma = \frac{1}{[(0,6\kappa_e + 0,25) - (0,6\kappa_e - 0,25) \times R]} = \frac{1}{[(0,6 \times 3,2 + 0,25) - (0,6 \times 0,32 - 0,25) \times 0,1]} = 0,499 \ ; \quad (4.33)$$

Для зварних швів із заданим циклічним навантаженням допустиме напруження розраховується за формулою:

$$[\tau_R'] = \gamma [\tau'] = 0,499 \times 198 = 98,8 МПа \ ; \quad (4.34)$$

Так. як

$$\tau_{max} = 79,14 МПа < [\tau_R'] = 98,8 МПа \ ; \quad (4.35)$$

то міцність з'єднання достатня.

Висновки

У даному розділі магістерської роботи зроблено вибір діаметра і типу талевого каната для оснастки талевої системи, перевірочний розрахунок талевого каната на міцність, розрахований ствол бурового гака, розраховані конструктивні елементи гідроамортизатора. Проведені розрахунки підтверджують ефективність технічного рішення з модернізації бурового гака, т. як отримані умови міцності перевірених деталей в межах допустимих.

# 5. МОНТАЖ І ЕКСПЛУАТАЦІЯ ОБЛАДНАННЯ

## 5.1 Організаційно-технічні заходи з монтажу обладнання

### 5.1.1 Організація робіт з монтажу талевої системи

Монтаж талевої системи з гакоблоком здійснюють в процесі спорудження свердловини, а також при заміні комплектуючих талевої системи. До складу талевої системи входять кронблок, тальблок, гак (гакоблок), вертлюг, елеватор, пристрій для кріплення мертвого кінця талевого канату і пристрій для навивки талевого канату. Монтаж обладнання талевої системи розпочинають із установки на кронблочний майданчик кронблока після цього монтують пристрій для навивки талевого канату, кладуть на підлогу основи гакоблок.

Кронблок монтують на крон блочну площадку в зібраному виді. Перед установкою кронблока на вежу перевіряють легкість провертання блоків, легкість відкидання кожухів і відсутність в них вигинів та вм'ятин, надійність кріплень усіх з'єднань, наявність шплінтів, контргайок, гвинтів, наявність змащувальних матеріалів у усіх підшипниках. На вежі кронблок вивіряють по рівноміру, відцентрований і закріпляють до підкронблочних балок. Кріплення кронблока до підкронблочних балок здійснюють за допомогою хомутів із прутка діаметром 33 мм. Так як розміри підкронблочних балок у кожних веж можуть бути різні, розміри хомутів визначають при монтажі. В деяких випадках рама кронблока може закріплюватися до підкронблочних балок за допомогою болтових з'єднань. Для підйому кронблока у верхній частині вежі передбачені козли, до яких підвішується монтажний блок. При монтажі кронблока талевий канат перепускають через монтажний блок, один кінець якого закріплюють до основи кронблока, а другий до бурової лебідки.

Пристрій для навивки талевого канату (рис. 5.1) складається із

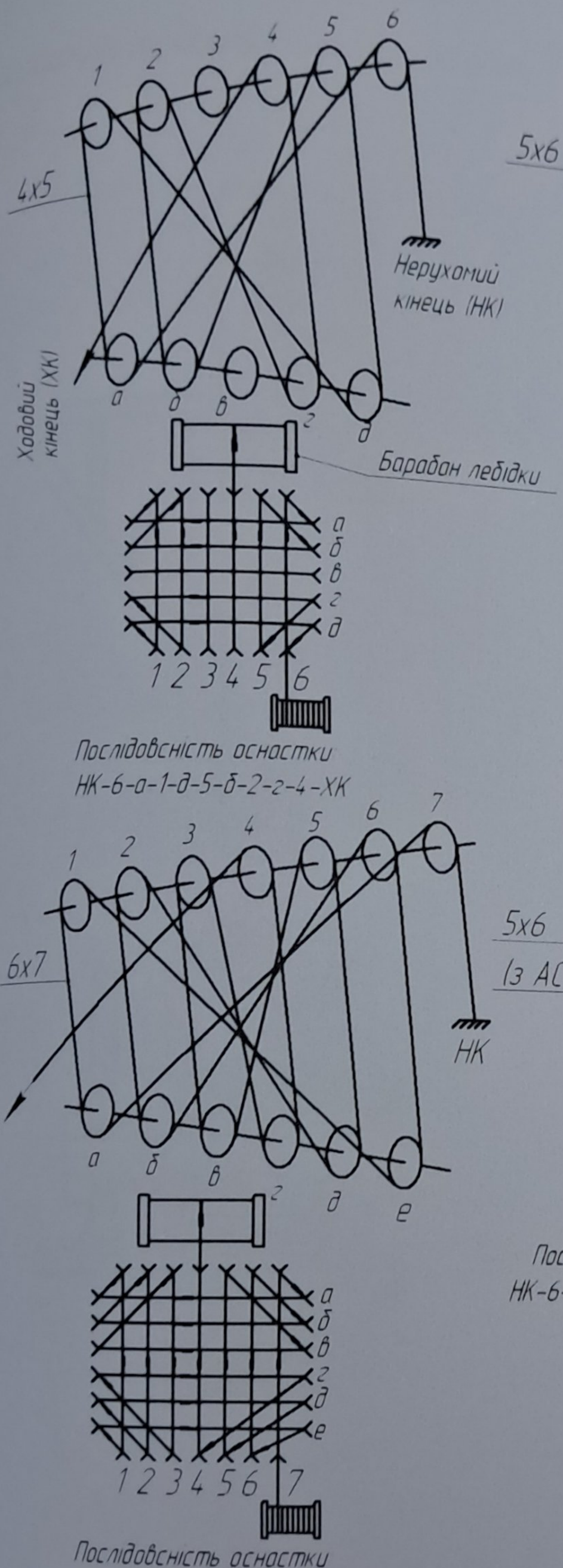
стабілізатора 8,через який пропускають, роликів 5 і 6, системи тросів 5 і 6. Застосування системи тросів 3, 4 і 7 передбачає удержання стабілізатора на необхідній висоті. Довжину монтажного троса 7 визначають з умови опускання стабілізатора на підлогу основи. Це робиться для того щоб можна було здійснити огляд і ремонт стабілізатора. До монтажного троса 3 і 7 за допомогою каната 9 підвішені противаги 1. Установка противаг 1 дозволяє упорядкувати навивку талевого канату на барабан лебідки.

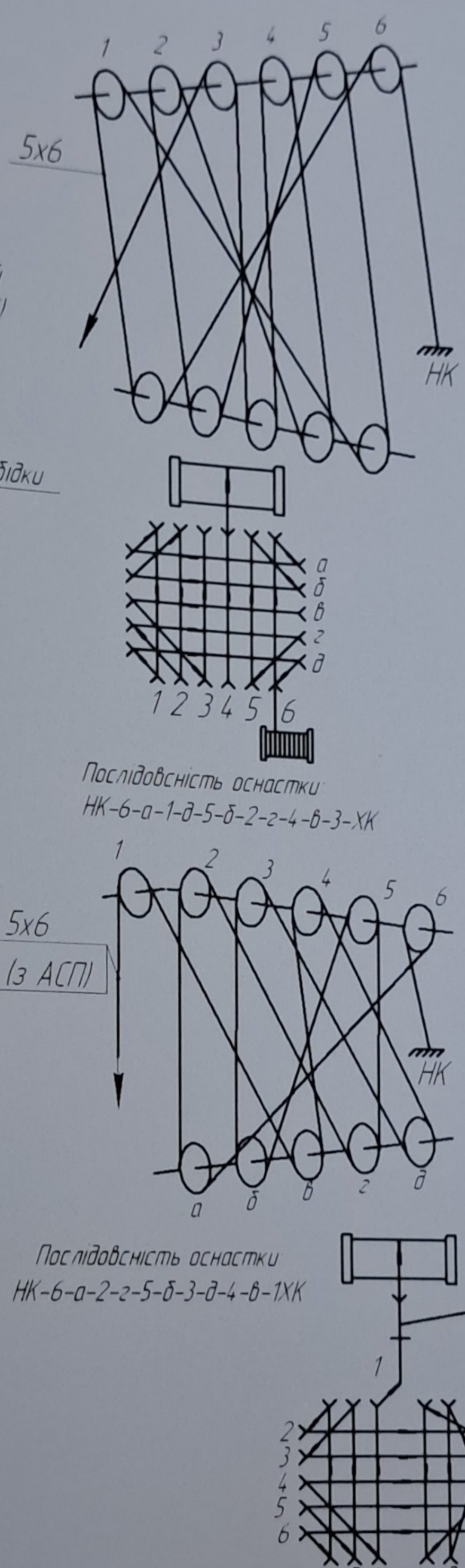
По закінченні робіт по установці кронблока і пристрою для навивки талевого канату приступають до монтажу оснастки талевої системи. Під оснасткою талевої системи розуміють укладку талевого канату в заданій послідовності на шківи кронблока і гакоблока. Послідовність укладки талевого канату на шківи кронблока і гакоблока визначається схемою оснастки. На даний час існує декілька типів оснастки. Основними типами оснастки є паралельна і хрестова.

При хрестовій оснастці осі кронблока і гакоблока розміщуються у просторі під кутом $90^0$. Найбільш ходовою є хрестова оснастка, при якій рухома струна талевого канату розміщується на середньому шківі кронблока. Така установка рухомої струни талевого канату забезпечує рівномірну і щільну навивку талевого канату на барабан бурової лебідки.

При паралельній оснастці осі кронблока і гакоблока розміщуються у просторі паралельно. Рухома струна талевого канату при паралельній оснастці установлюється на одному із крайніх шківів кронблока. Це в деякій мірі погіршує намотку талевого канату із-за порівняно великої різниці кутів відхилення талевого канату від площини обертання рухомого шківа при крайніх положеннях талевого канату на барабані бурової лебідки. Як показує досвід експлуатації талевої системи, при хрестовій оснастці значно менше має місце розкачування ненавантаженого гакоблока при виконанні спуско – підіймальних операцій. При цьому зменшується момент від сил пружності талевого канату і не відбувається його закручування. Монтаж талевої системи

виконує 4 вишкомонтажника, які мають допуск на роботи на висоті, під керівництвом бригадира.









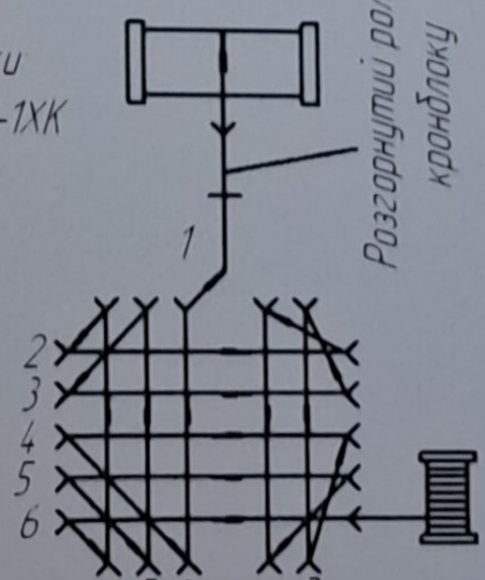




Рисунок 5.1 – Схема перехресної оснастки талевої системи

Оснащення талевої системи баштових веж проводиться після їх збирання у вертикальному положенні й установки кронблока. При оснащенні талевий канат підвішується (заправляється) у визначеній послідовності на шківи талевого блока і кронблока.

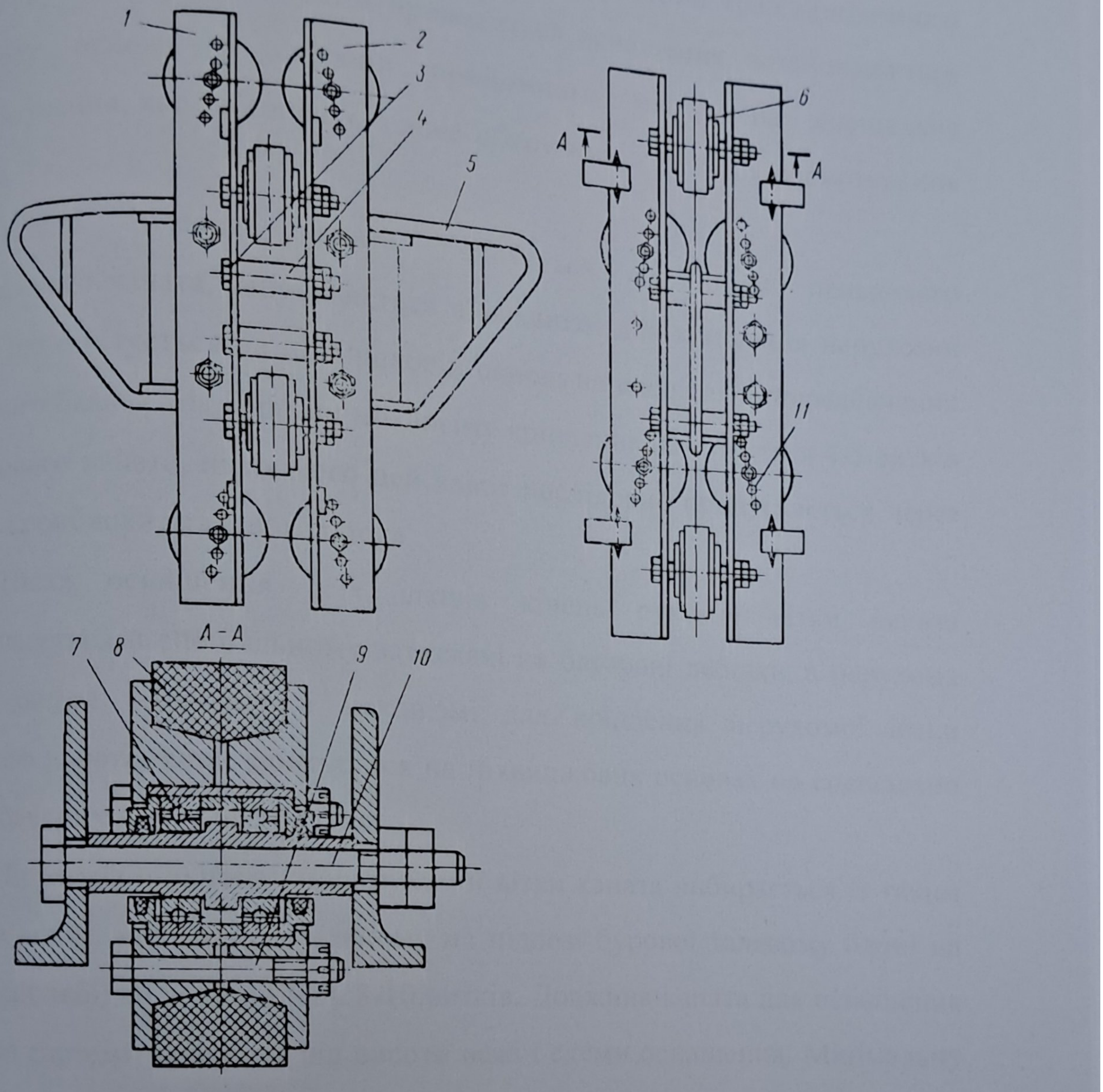



Рисунок 5.2 – Стабілізатор-заспокоювач талевого каната:
1, 2 – кутники; 3, 9 – болти; 4 – втулка; 5 – консоль; 6 – ролик;
7 – радіальний шарикопідшипник; 8 – бандаж; 10 – вісь роликів

Перед оснащенням талевої системи перевіряється кріплення кронблока до підкронблокової рами, талевий блок укладається в центрі основи вежі із таким розрахунком, щоб шківи його вільно оберталися. При оснащенні щоглових веж у горизонтальному положенні талевий блок укладається попереду основи вежі на горизонтальний трап прийомного містка. Бухта із канатом, яким проводиться оснащення, встановлюється попереду основи зі сторони прийомного містка на спеціальне пристосування, яке забезпечує вільне обертання бухти для розмотування каната.

Кінець талевого каната з'єднується з кінцем пенькового допоміжного каната, заправляється в механізм для кріплення нерухомої вітки, що монтується на підвишковій основі на спеціально передбачених для нього балках. На барабан механізму кріплення намотується 4-5 витків пенькового каната, після чого цей канат послідовно пропускається через шківи кронблока і талевого блока.

Після оснащення всіх шківів кінець рухомої вітки каната закріплюється в спеціальному затискачі на барабані лебідки, а нерухома вітка каната кріпиться в механізмі для кріплення нерухомої вітки талевого каната, який монтується на підвишкових основах на спеціально передбачених для цього балках.

Довжина вільного кінця рухомої вітки каната вибирається із таким розрахунком, щоб при опущеному на підлозі бурової талевому блоці на барабані лебідки залишилось 8-10 витків. Довжина каната для оснащення талевої системи залежить від висоти вежі і схеми оснащення. Мінімальну довжину каната можна визначити за формулою:

$$L=H\cdot n+l_{х.в.}+l_{н.в.}+l_{б.}+l_{ш.}, \qquad (5.1)$$

де H – висота вежі від підлоги бурової до осі кронблока, м;

n – кількість робочих струн талевої системи;

$l_{х.в}$ – довжина ходової вітки каната;

$l_{н.в.}$ – довжина нерухомої вітки каната;

$l_{б.}$ – довжина навитого на барабан лебідки каната при пущеному на підлогу талевому блоці:

$$l_{б.}=(8\text{-}10)\cdot\pi\cdot D, \tag{5.2}$$

де D – діаметр бочки барабана лебідки, м;

$l_{ш.}$ – довжина каната на шківах талевого блока і кронблока, м:

$$l_{ш}=1{,}57\cdot k\cdot d, \tag{5.3}$$

де k – кількість шківів талевого блока і кронблока, м;

d – діаметр шківів по канавках, м.

З метою усунення вібрації та її шкідливих наслідків на ходовій вітці ната встановлюється стабілізатор-заспокоювач (рисунок 5.2). Він є ективним засобом для поліпшення навивання канату на барабан урової лебідки.

Стабілізатор 8 пристосування для навивання талевого каната онтується в такій послідовності (рисунок 5.2). До першого пояса вежі над підлогою бурової кріпляться блоки для вантажних тросів 3 і 9, а на ретьому поясі над підлогою бурової підвісний блок 6 для монтажного роса. Довжина монтажного троса вибирається із таким розрахунком, щоб можна було опустити стабілізатор для огляду й ремонту. Підвісний блок розміщується в середній площині барабана лебідки.

На блоки перекидаються вантажні троси без противаг і монтажний трос 7 з блоком та підвісним тросом 4. Стабілізатор піднімається вище від барабана лебідки і надівається на талевий канат 2. З кронштейнами стабілізатора з'єднуються підвіски й вантажні троси, після чого стабілізатор піднімається на 500-700 мм вище від рівня вантажних блоків і монтажний трос кріпиться до нижнього пояса вежі на підлозі бурової. До кінців вантажних тросів, які пропущені через підлогу бурової, кріпляться противаги 1, завдяки інерції яких поглинаються коливання ходової вітки каната та забезпечується правильне навивання каната на барабан. Робочий хід противаг повинен бути більшим від довжини барабана лебідки.

$k$ --- коефіцієнт виконання норм;

$F_n$ - дійсний річний фонд часу.

Дійсний річний фонд часу на одного працівника в середньому находимо за формулою

$$F_n = [(365 - ВД - СД)8 - GGL)]zK_p \qquad (5.5)$$

де ВД – кількість вихідних днів, ВД = 105;

СД – кількість святкових днів, СД = 9;

GGL – кількість передсвяткових часів, GGL = 4x8 =32;

z = 1 – кількість змін роботи вишкомонтажної бригади;

$К_р$ - коефіцієнт, який враховує час перебазування вишкомонтажної бригади. Приймаємо для середніх умов використання бурових станків $К_р$ = 0,86;

Підставивши дані в формулу 5.5 одержимо дані річного фонду часу на одного працівника в середньому

$$F_n = [(365 - 105 - 9)8 - 4x8] * 1 * 0,86 = 1800 \text{ год.}$$

Дійсний річний фонд часу з врахуванням професій та змінності приведено у таблиці 5.1.

Сумарну трудоємність річної програми по даному виду робіт $\sum T$ можна визначити за формулою

$$\sum T = Tn \qquad (5.6)$$

де $T$ - трудоємність монтажу обладнання талевої системи на одній буровій установці.

$n$ - кількість плануємих до спорудження бурових установок.

Трудоємність монтажу обладнання талевої системи приймаємо згідно даних довідника "Норми часу на монтаж бурового і нафтопромислового устаткування" НАК "Нафтогаз України, де поданий технічний опис обладнання, трудомісткість виконання робіт з монтажу даних Укрбургазу

$$T = 32,3 \text{ люд-год .}$$

Кількість планує́мих до монтажу та переоснастки обладнання талевої системи розраховуємо за формулою

$$n = \frac{F_r}{t} \qquad (5.7)$$

де $t$ - кількість планових днів для монтажу обладнання талевої системи.;

$F_r$ - дійсний річний фонд робочих днів, який дорівнює 247 днів.

Кількість планових днів для монтажу обладнання талевої системи $t$ згідно даних Укрбургазу становить 1 робочий день. Відповідно формулі 5.6 кількість планує́мих до монтажу комплектів обладнання талевої системи буде дорівнювати

$$n = \frac{247}{1} = 247$$

Відповідно формулі 5.7 сумарна трудоємність річної програми по даному виду робіт буде дорівнювати

$$\sum T = 32{,}3 \text{ x}247 = 7978{,}1 \text{ люд-год.}$$

Відповідно формулі 5.3 кількість робітників вишкомонтажного цеху $C_p$ для монтажу одного комплекту обладнання талевої системи буде дорівнювати

$$C_p = \frac{7978{,}1}{1800 \cdot 1{,}2} = 4{,}43 \quad \text{робітники}$$

Приймаємо кількість бригади вишко монтажників – 5 робітників. Визначаємо склад комплексної вишкомонтажної бригади для монтажу обладнання талевої системи. Ці дані заносимо в таблицю 5.1.

Таблиця 5.1 – Склад комплексної вишкомонтажної бригади для монтажу обладнання талевої системи

| Найменування спеціальності | Розряд | Кількість працюючих |
|---|---|---|
| Вишкомонтажник | 5 | 2 |
| Вишкомонтажник | 4 | 1 |
| Вишкомонтажник | 3 | 1 |
| Електрозварник | 5 | 1 |
| Всього | | 5 |

## 5.2 Експлуатація та ремонт обладнання

### 5.2.1 Структура технологічного процесу ремонту обладнання талевої системи бурової установки

Технологічний процес ремонту обладнання талевої системи СПК передбачає комплекс технологічних і допоміжних операцій по відновленню її працездатності.

В структуру технологічного процесу ремонту обладнання робіт входять роботи: приймання в ремонт; миття і очистка; розбирання на окремі вузли і деталі; сортування деталей; ремонт деталей; збирання обладнання в цілому; обкатки і випробовування обладнання; фарбування; передача обладнання.

Технологічного процес проведення капітального ремонту обладнання може здійснюватися агрегатним або індивідуальним методами.

При агрегатному методі ремонту ремонт проводиться окремими вузлами. При цьому методі проводиться взаємозаміна дефектних вузлів на відремонтовані.

В разі індивідуального методу ремонту усі складальні одиниці обладнання маркують і після ремонту встановлюють на те ж обладнання. При ремонті обладнання талевої системи індивідуальному методу підлягає гакоблок, так як в його складі мало є складальних одиниць, ремонт яких можна здійснювати шляхом заміни.

В процесі експлуатації не всі деталі одержують певний вид навантажень та пошкоджень. В основному деталі підйомних гаків класифікуються по циклу навантажень, характеру сприйняття навантажень, спрацюванню поверхневих канавок шківів, появу люфтів в підшипниках шківів, вм'ятин корпусних деталей, а також по наявності скритих дефектів. Тому при здійснені ПР та в процесі ремонту необхідно знати на які деталі підйомних гаків треба звертати особливу увагу. На основі цього на виробничому і ремонтному підприємствах необхідно мати узагальнені дані про відпрацювання деталей. Такі дані можна мати шляхом узагальнення виходу із ладу деталей в процесі експлуатації. Для цього здійснюють класифікація деталей по виду ремонту. При цьому визначають які деталі повинні проходити тільки перевірку стану, які деталі потребують заміні по мірі зношення, а які повинні підлягати ремонту.

### 5.2.2 Підготовчі роботи перед ремонтом гакоблоків

На капітальний ремонт приймаються гакоблоки, які відпрацювали встановлений міжремонтний цикл або аварійні по яких складені двосторонні або затверджені ремонтним підприємством односторонні акти.

Гакоблоки, які поставляються для ремонту повинні бути;

- очищені від бруду:
- в комплектності згідно з робочими кресленнями заводу-виробника.

Допускається відсутність 10 % деталей для кріплення.

При здачі гакоблоків в ремонт замовник повинен надати ремонтному

підприємству паспорт з записом, який пояснює необхідність ремонту з відміткою дати відправки.

Приймання гакоблоків в ремонт здійснює ВТК ремонтного підприємства шляхом зовнішнього огляду та звірки наявності деталей та вузлів.

Дані огляду оформляються актом.

Гакоблоки, які надходять на ремонт, повинні зберігатись під накриттям, а при відсутності накриття не спеціально обладнаній площадці.

Для відновлення деталей та вузлів гакоблока використовується обладнання ремонтного підприємства. Розбирання повинне здійснюватися на вільній площадці, яка забезпечена підйомними механізмами вантажопідйомністю до 1000 кН, стендом для зняття шківів, підпірним кутником, стелажем та необхідним слюсарним інструмент.

Місце підготовки до дефектації повинне мати ванну та машину для миття любого типу, яка забезпечить якісну промивку.

Розбирання гакоблоків повинно здійснюватися за розробленим „Технологічним процесом розбирання, збирання, регулювання та випробування гакоблоків".

Промивання складових частин та нероз'ємних з'єднань виконується згідно „Інструкції по підготовці деталей до дефектуванню".

Очищення поверхонь складових частин гакоблоків від корозії здійснюється механічним способом.

Залишки фарбованого покриття на деталях видаляється механічним способом (шліфувальною машинкою, терпугом, шкуркою) з послідуючим промиванням обезжиреною рідиною.

### 5.2.3 Ремонт гакоблока

При роботі гакоблока під дією динамічних навантажень зношуються посадочні поверхні вал - шків, стовбур гака, канатні шківи, деталі заскочки

зіва. У процесі буріння і при спуско-підіймальних операціях стовбур гакоблока сприймає статичні, динамічні і вібраційні навантаження, що підвищують напругу в тілі, що призводить до зниження його міцності.

При ремонті талевого блоку проводять наступні види робіт: заміну роликопідшипників, пальців серги, кріпильних і інших деталей; ремонт і реставрацію осі блоків, канатних блоків, стовбур гака, щитів огородження. Заміна роликопідшипників канатних блоків викликається неприпустимим люфтом або їх поломкою. Гранично припустимий люфт роликопідшипників повинен бути в межах 0,3—0,4 мм. Підшипники, у яких радіальний зазор перевищує 0,5 мм, підлягають заміні. Перед установкою нових підшипників необхідно перевірити розмір отвору в маточині канатного блоку, що у з'єднанні з фактичним розміром зовнішнього діаметра верхнього кільця підшипника повинний гарантувати зборку з натягом 0,035 мм. Перед установкою підшипника канатний блок попередньо підігрівають до 100—160 °С.

Як правило, найбільше швидко зношуються канатні блоки, що працюють з боку каната, що йде на барабан лебідки. Тому при зборці блоків доцільно зробити їх взаємозаміну. Граничний знос поверхні шківів по профілю канавки не може бути більш ніж 5 мм (замір проводиться по висоті бурту шаблоном).

Для підвищення працездатності зношені поверхні шківів та стовбура гака усувають металізацією посадочних поверхонь з послідуючою проточкою. Можна також використати метод ремонтних розмірів, коли отвори канатних шківів розточують на великий діаметр, що потребує виготовлення втулки підшипника. Іноді знос компенсується методом додаткових деталей, тобто в отвір стакана вставляють гільзи, а потім розточують їх під посадочних розмір стакана.

Особлива увага при ремонті талевого блоку треба звернути на щоки гакоблока. У процесі експлуатації відзначаються випадки обриву щік талевих блоків внаслідок ослаблення посадки пальця в з'єднанні щоки з щитком, а

також появи тріщин у зварених з'єднаннях. Тому вал і щоки необхідно провірити на наявність дефектів методами неруйнівного контролю. При наявності тріщин, як у щоках, так і в зварених з'єднаннях, щоки необхідно замінити новими.

## 5.3 Охорона праці при монтажі та експлуатації обладнання

### 5.3.1 Характеристика технологічного обладнання щодо небезпечності та шкідливості

Більшість виробничих процесів в бурінні проходять на відкритому повітрі, часто при несприятливих кліматичних умовах.

Третя частина нещасних випадків в бурінні припадає на СПО, причому більше 40 % з них пов'язані з бурильним інструментом. Велика питома вага нещасних випадків пояснюється використанням несправних інструментів і пристроїв, неправильних прийомів праці, а також недостатнім використанням засобів та інструментів призначених для полегшення умов праці та безпечного проведення робіт.

Обладнання СПК має небезпечний характер експлуатації. В процесі експлуатації кронблока, гакоблока, талевої системи мають місце обрив талевого канату, обрив гака та спадання штропів з гаку.

Обрив талевого канату має місце при значних вібраціях в процесі буріння свердловин, а також при СПО. Навантаження на піднімальну систему при спуску колон іноді можуть бути небезпечніше, ніж при підйомі. Наприклад, вага обсадних колон, що спускаються, може бути значно більше ваги бурильних колон, що піднімаються, або різке гальмування бурильних колон, що спускаються з великою швидкістю, може викликати значні динамічні зусилля. Це зумовлено тим, що у бурових установках навантаження на гак створюється бурильною колоною, зануреною в буровий розчин. Відносна щільність розчину

може бути різної (від 0,8 до 2,5); крім того, колона рухається практично завжди в скривленій свердловині. Через тертя колони об стінки свердловини навантаження на піднімальну систему може то збільшуватися, то зменшуватися в залежності від напрямку руху колони; при спуску сили тертя зменшують навантаження на гаку, а при підйомі збільшують.

Внаслідок осідання вибуреної породи, обвалів стінок свердловини або намотування на долото сальників можливі затягування або повний прихват колони, для ліквідації якого необхідні зусилля, що перевищують вагу самої колони.

В разі перевищення навантаження на величину до 25 %, то можливе руйнування талевого канату. При значному перевищенні навантаження (до 50%) руйнування ймовірно, і, починаючи з визначеного критичного навантаження, рівної несучої здатності конструкції, воно неминуче.

Обладнання талевої системи не має в собі шкідливих речовин. До шкідливих речовин можна віднести мастильні матеріали, які можуть попадати на підлогу, а потім у відстійні амбари.

### 5.3.2 Запобіжні пристосування, передбачені в конструкції для безпечної експлуатації талевої системи

В магістерській роботі для безпечної експлуатації талевої системи бурової установки передбачено її оснащення наступними системами безпеки:

а) обмежувачем висоти підйому талевого блоку;

б) блокуючими пристроями включення бурової лебідки при знятих задніх щитах огородження;

в) автозатягувачем квадрату в шурф;

г) блокуючим пристроєм з відключення ротора при піднятих клинах ПКР;

д) заспокоювачем ходового кінця талевого каната.

Для попередження підйому талевого блоку вище гранично допустимої висоти і удару його в крон блок в проекті передбачений обмежувач підйому талевого блока під кронблок. Він монтується на нижній частині вежі. Трос одним кінцем кріпиться до поясу бурової вежі на відстані 4 – 6 м від кронблока, протягується між струнами талевого каната до протилежної сторони або до другої щогли вежі і через поворотний ролик опускається уздовж полотна або щогли вежі вниз. Цей кінець троса приєднується до траверси кранів, які кріпляться в задній частині бурової лебідки за допомогою шплінта. При цьому рукоятки кранів повинні бути в піднятому положенні, один кран відкритий, а другий — закритий. Крани до системи пневматичного управління бурової установки підключаються наступним чином. До кожного крана повітря по трубопроводах підводиться з центральної магістралі, при цьому трубопровід під'єднується до штуцерів введення повітря. Від одного крана, який закритий при піднятій траверсі, повітропровід підключається до гальмівного циліндра барабанного валу лебідки для його гальмування при відкритті крана. Щоб уникнути різкого гальмування на повітропроводі ставиться дросельна шайба. Від другого крана, який знаходиться у відкритому положенні, повітропровід сполучається з чотирьохклапанним краном керування муфтами підйомного валу лебідки. Чотирьохклапанний кран встановлюється на пульті управління бурильника.

При підйомі талевого блоку вище встановленого троса висмикується шплінт із траверси, вантаж опускається вниз і включає кран. Повітря із крана кінцевого вимикача поступає в клапан-прискорювач, який перекриває повітря для живлення крана управління муфтою барабанного вала, і повітря із муфти через клапан-прискорювач виходить в атмосферу. При спрацюванні крана кінцевого вимикача повітря одночасно поступає в клапан-прискорювач і через

перемикаючий клапан – в гальмівний циліндр бурової лебідки. Проходить одночасне відключення шинно-пневматичної муфти приводу барабана лебідки і його гальмування.

Кінцевий вимикач обмежувача для зручності обслуговування повинен бути встановлений в добре доступному місці і так, щоб виключалась можливість передачі на нього вібрації від роботи механізмів та інструмента. Кінцевий вимикач потрібно надійно кріпити до гальмівної площадки. В зоні падіння траверси не повинно бути ніяких предметів, вузлів і деталей іншого обладнання.

Для забезпечення нормальної роботи обмежувача необхідно виключити можливість дотику стального тросика з елементами конструкції бурової вежі та іншим обладнанням, так як у випадку защемлення тросика обмежувач може не спрацювати.

Під час експлуатації обмежувача не можна допускати накопичення конденсату в пневмосистемі і двохходовому крані. Конденсат в умовах низьких температур може утворити льодяну пробку, яка перекриє прохідний отвір і у випадку включення кінцевого вимикача виключить можливість спрацювання обмежувача. Перед початком спуско-підйомних операцій необхідно перевірити справність роботи кінцевого вимикача.

З метою усунення вібрації та її шкідливих наслідків на ходовій вітці каната передбачено встановлення стабілізатора-заспокоювача, який є ефективним засобом для поліпшення навивання канату на барабан бурової лебідки.

### 5.3.3 Техніка безпеки при експлуатації та обслуговуванні обладнання

Для створення умов безпечної й безаварійної експлуатації талевої системи необхідно забезпечити правильний і вчасний нагляд за нею. Під час експлуатації талевий канат зношується нерівномірно. Та частина

каната, яка в процесі СПО намотується на барабан, найінтенсивніше, тому після відпрацювання канатом ресурсу роботи необхідно старанно оглянути стан ходової струни каната.

Критеріями зносу каната є:

– на кроці звивки каната діаметром до 20 мм кількість обірваних дротинок становить більше 5 %, а каната діаметром більше ніж 20 мм – більше ніж 10 % від кількості всіх дротинок у канаті;

– одне із пасм удавлене внаслідок руйнування серцевини каната;

– канат витягнутий або сплюснутий і його найменший діаметр становить 75 % і менше від початкового;

– на канаті є скрутка;

– знос (або корозія) більше ніж 40 % початкового діаметра дротинок.

У цих випадках повинен бути зроблений перепуск каната і до відпрацювання ним встановленого радіуса.

Новий канат необхідно зберігати на барабані в приміщенні або під навісом так, щоб на нього не потрапляла волога. Поржавілі канати або канати із нещільністю звивки пасм, порваними дротинками та іншими дефектами до експлуатації не допускаються. Для огляду бочку із канатом встановлюють на козли й обертають барабани за стрілкою, як указано на бочці. При перемотуванні каната недопустиме утворення перекруток. Відрізають канат спеціальною канаторізкою.

Талевий канат повинен мати двократний запас міцності порівняно з максимально можливим навантаженням на гаку, а при СПО – трьохкратний, найкращим є чотири-, п'ятикратний запас. Діаметр каната повинен відповідати діаметру жолоба шківів талевого блока і кронблока. Використовувати в талевих системах канати з діаметром більше від розрахункового не можна, внаслідок небезпеки його защемлення в жолобах шківів та швидкого зносу. Допускається використання канатів діаметром менше від розрахункового на 10 %.

у процесі буріння твердих порід виникають поздовжні коливання в бурильних трубах, які передаються через ведучу трубу, вертлюг і талеву систему нерухомому кінцю талевого каната. Внаслідок цього виникає явище втомності металу дротинок тієї частини каната, яка знаходиться на останньому шківі кронблока й барабані механізму кріплення нерухомого кінця талевого каната. За таких умов також можливий обрив каната, незважаючи на його невеликий знос. При цьому канат також необхідно періодично перепускати.

Перед спусканням обсадних колон талева система має бути оглянута особливо старанно. Всі дефекти необхідно усунути і провести перепускання каната. При спусканні дуже важких обсадних колон бажано використовувати спеціальні більш жорсткі та міцні канати того ж діаметра, що й талевий. Витрата каната на 1 м проходки коливається в широкому діапазоні (від 0,7 до 5 кг і більше). Зношення талевого каната при бурінні свердловин залежить від величини проведення роботи, якості та конструкції каната, правильної й раціональної його експлуатації.

Для попередження підйому талевого блоку вище гранично допустимої висоти і удару його в крон блок в проекті передбачений обмежувач підйому талевого блока під кронблок. Для створення умов безпечної і безаварійної його експлуатації необхідно виконувати наступні вимоги з монтажу та обслуговування.

Кінцевий вимикач обмежувача для зручності обслуговування повинен бути встановлений в добре доступному місці і так, щоб виключалась можливість передачі на нього вібрації від роботи механізмів та інструмента. Кінцевий вимикач потрібно надійно кріпити до гальмівної площадки. В зоні падіння траверси не повинно бути ніяких предметів, вузлів і деталей іншого обладнання.

Під час експлуатації обмежувача не можна допускати накопичення конденсату в пневмосистемі і двохходовому крані. Конденсат в умовах низьких температур може утворити льодяну

пробку, яка перекриє прохідний отвір і у випадку включення кінцевого вимикача виключить можливість спрацювання обмежувача. Перед початком спуско-підйомних операцій необхідно перевірити справність роботи кінцевого вимикача.

Висновки

В даному розділі магістерської роботи розроблений комплекс робіт з монтажу талевої системи, розраховано чисельний склад бригади з монтажу обладнання талевої системи. Згідно норм часу на монтажно-демонтажні роботи обладнання талевої системи рекомендований склад бригади по монтажу обладнання – 5 робітників. Склад бригади при виконанні монтажних робіт обладнання талевої системи подано в таблиці.

За даними експлуатації описано структуру технологічного процесу ремонту обладнання талевої системи бурової установки, підготовчі роботи перед ремонтом та ремонт гакоблоків. Також описані шкідливі та небезпечні фактори, які зустрічаються під час експлуатації талевих систем, запобіжні пристосування, передбачені в конструкції для безпечної експлуатації талевої системи, техніка безпеки при експлуатації та обслуговуванні обладнання талевої системи.

# ВИСНОВКИ

1. У розділі "Вибір та опис технологічного обладнання" проведений розрахунок та вибраний технологічний комплекс для буріння свердловини глибиною 4930 м.; описана талева система, яка входить в склад бурової установки НБО-Д; описані конструктивні особливості вузлів талевої системи. В процесі експлуатації бурового гака із пружинним амортизатором спостерігаються пошкодження ствола гака при його взаємодії із пружиною. Установка пружин на ствол гака призводить в разі її поломки утворенню на поверхні ствола канавки, через яку витікає мастило. Тому є необхідність в покращенні конструкції бурового гака із впровадженням гідроамортизатора та проведення науково-практичних досліджень модернізованого обладнання.

2. В розділі "Опис технічної пропозиції" обґрунтована доцільність та економічна ефективність введення запропонованих технічних рішень з модернізації гакоблока, обґрунтовано її технічну доцільність. Суть технічного рішення з удосконалення конструкції бурового гака полягає в тому, що застосовується вкороченого гідроамортизатора (із зменшеним вертикальним габаритом). Також проводиться заміна кріплення амортизатора до ствола гаку. Кріпильний елемент максимально короткий і замість болтового кріплення нарізана різьба на самому кріпильному елементі. Для забезпечення необхідного ходу ствола з гаком замість однієї пружини з дроту великого діаметра застосовують дві концентрично розміщені пружини. Така конструкція забезпечить меншу загальну довжину гакоблоку, в склад якого входить модернізований буровий гак. Збільшення річного ефективного фонду роботи обладнання після модернізації складатиме 183,2 години. Отже, проведене удосконалення гакоблока УТБК-5-225 буде економічно доцільним та забезпечить отримання економічного ефекту в розмірі 110257 грн.

3. В розділі "Дослідно-конструкторська робота" розглянута структурна схема піднімального комплексу бурової установки із застаткуванням контролю спуско-піднімальних операцій, яка контролює висоту піднімання талевого блока та обмежує його рух в межах допустимих положень; запобігає перенавантаженню талевої системи й талевого каната; фіксує порушення технічних параметрів під час спуско-піднімальних операцій (перевантаження, перебіг талевого блока); запобігає виникненню екстремальних умов при бурінні, проведенні спуско-піднімальних операцій, технічному обслуговуванні та виконанні інших робіт на буровій установці. При аналізі зносу талевого канату під час експлуатації встановлено, що залежно від різних умов роботи бурової установки і схеми оснащення талевої системи найбільшому зносу піддаються певні ділянки каната, на які слід звертати особливу увагу при візуальному контролі в процесі експлуатації талевого каната.

4. В розділі "Розрахунки працездатності" зроблено вибір діаметра і типу талевого каната для оснастки талевої системи, перевірочний розрахунок талевого каната на міцність, розрахований ствол бурового гака, розраховані конструктивні елементи гідроамортизатора. Проведені розрахунки підтверджують ефективність технічного рішення з модернізації бурового гака, т. як отримані умови міцності перевірених деталей в межах допустимих.

5. В розділі "Монтаж і експлуатація обладнання" розроблений комплекс робіт з монтажу талевої системи, розраховано чисельний склад бригади з монтажу обладнання талевої системи, який згідно норм часу на монтажно-демонтажні роботи складає 5 робітників. За даними експлуатації описано структуру технологічного процесу ремонту обладнання талевої системи бурової установки, підготовчі роботи перед ремонтом та ремонт гакоблоків, шкідливі та небезпечні фактори, які зустрічаються під час експлуатації талевих систем, запобіжні пристосування, передбачені в конструкції для безпечної експлуатації талевої системи, техніка безпеки при експлуатації талевої системи.

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

5. ДБН А.2.2-3-2004 Проектування. Склад, порядок розроблення, погодження та затвердження проектної документації для будівництва.

6. 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.

7. Doyle J. F. A wavelet deconvolution method for impact force identification // Experimental Mechanics. 1997, V.37, №4. P. 403-408.

8. 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: IME, 2002. – 318 с.

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

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

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

12. 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.

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

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

15. 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.

16. 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.

17. Міронов Ю.В. Аналіз ємності резервуарів циркуляційних систем / Ю.В. Міронов, *Ю.В. Данильчук*, К.К Лє // Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ. 2014. № 1(50) – С. 151 – 160.

18. 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.

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

20. НПАОП 11.2-1.18-82 Єдині технічні правила ведення робіт при будівництві свердловин на нафтових, газових і газоконденсатних родовищах.

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

22. 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.

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

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

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

26. 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.

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

28. Поджаренко В.О. Опрацювання результатів вимірювань на основі концепції невизначеності: навч. посіб. / В.О. Поджаренко, О.М. Василевський, В.Ю. Кучерук. – Вінниця: ВНТУ, 2008. – 128 с.

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

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

31. Типовий проект безпечної організації вишкомонтажних робіт при монтажі, демонтажі бурової установки БУ 5000 ДГУ. Загальні вимоги. – Чернігів, 2002. – 30 с.

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