

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

До захисту

Завідувач кафедри  
В.О. Зарудний  
*[Signature]*

## МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА

на тему: Удосконалення кронблоку УКБ6-270 та дослідження його роботи

### Пояснювальна записка

Керівник

*[Signature]*  
Ст. викладач Іщенко В.Р.  
асист. наук, ступінь, ІІІБ

підпис, дата

Виконавець роботи

Щербак Михайло Михайлович  
студент ІІІБ

група 601-МН

*[Signature]*  
підпис, дата

Консультант за 1 розділом

Л.М.В. Савчук В.М.  
*[Signature]*

асист. наук, ступінь, ІІІБ, підпис

Консультант за 2 розділом

Д.Ф.М. Рубень В.М.  
*[Signature]*

асист. наук, ступінь, ІІІБ, підпис

Консультант за 3 розділом

Д.Ф.М. Рубень В.М.  
*[Signature]*

асист. наук, ступінь, ІІІБ, підпис

Консультант за 4 розділом

Д.Ф.М. Рубень В.М.  
*[Signature]*

асист. наук, ступінь, ІІІБ, підпис

Дата захисту 24.01.2025р.

## АНОТАЦІЯ

В магістерській роботі розроблено наступні розділи:

1. У розділі "Вибір і опис технологічного обладнання" проведений розрахунок та вибраний технологічний комплекс для буріння свердловини глибиною 4900 м, проаналізований комплекс механізмів талевої системи бурової установки ПБО-3Д при бурінні свердловин, встановлені переваги та недоліки використовуваних талевих систем.

2. В розділі "Опис технічної пропозиції" проведено обґрунтування доцільності та економічної ефективності введення запропонованих технічних рішень з модернізації талевої системи, запропоновано спуско-підйомний комплекс бурової установки, який дозволяє знизити висоту кошик і, природно, висоту спуско-підйомного комплексу бурової установки, обґрунтовано технічну доцільність, розрахований економічний ефект від впровадження удосконаленої конструкції.

3. В розділі "Дослідно-конструкторська робота" вибрані методи досліджень основних параметрів та типи обладнання для проведення випробувань. Розглянуто питання про оформлення дослідної документації. За результатами проведених досліджень роботи модернізованого кронблока, які були одержані в процесі виконання дослідно-лабораторних робіт, побудовані в SolidWorks тривимірні моделі складових частин.

4. В розділі "Розрахунки працездатності" проведено розрахунки на довговічність, міцність та жорсткість деталей модернізованої конструкції талевої системи.

5. В розділі "Монтаж і експлуатація обладнання" розроблений комплекс робіт з монтажу талевої системи, розраховано чисельний склад бригади з монтажу обладнання талевої системи. Розроблено умови експлуатації та аналіз діючих навантажень на обладнання талевої системи бурової установки, технологія відновлення спрацьованих деталей. 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.

Навчально-науковий інститут нафти і газу  
Кафедра нафтогазової інженерії та технологій

Освітньо-кваліфікаційний рівень: Магістр

Спеціальність: 185 Нафтогазова інженерія та технології

Група: 185-18-01

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри НІІ

*[Підпис]*  
2024 року № 185/24

## ЗАВДАННЯ НА МАГІСТЕРСЬКУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Щербак Михайло Михайлович

Група: 185-18-01

1. Тема роботи: Удосконалення кранблоку УКІА-270 та дослідження його роботи

Керівник роботи: ст. викладач Іщенко Віталій Романович

Група: 185-18-01

підтвержена наказом закладу вищої освіти від "08" 08 2024 року № 185/24

2. Строк подання студентом роботи 20 року

3. Вихідні дані до роботи: Зведена таблиця характеристик обладнання і об'єкту, таблиця характеристик пристроїв для проведення перевірки вартості паливного коксу.

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 Розрахунок 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

Кресло установка ИЕД-3D (схема розширеної об'єкту), Кресло СКБ-6-270 (схема складових частин), Підписання рахунок кранблоку та статистичний аналіз

6. Дата видачі завдання \_\_\_\_\_

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Етапи підготовки	Термін виконання
1	Інформаційно-оглядова частина	14.10-25.10
2	Експериментальна частина	28.10-15.11
3	Теоретична частина (Аналітика. Статистика. Моделювання)	01.07-14.07
4	Впровадження результатів досліджень	09.12-27.12
5	Оформлення та узгодження роботи	30.12-12.01
6	Попередні захисти робіт	13.01-17.01
7	Захист магістерської роботи	20.01-24.01

Студент

 Шербак М.М.  
(прізвище) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

 Лукоко В.О.  
(прізвище та ініціали)

# ЗМІСТ

	<i>к. стор.</i>
Вступ.....	4
1. Вибір та опис технологічного обладнання.....	6
1.1 Розрахунок та вибір основних технологічних обладнань.....	6
1.2 Опис вибраного обладнання.....	14
2. Опис технічної пропозиції.....	22
2.1 Опис модернізованої конструкції обладнання.....	22
2.2 Оцінка економічної ефективності.....	25
3. Дослідно-конструкторська робота.....	39
3.1 Визначення і опис основних параметрів роботи запропонованого технічного рішення, які вимагають проведення науково-дослідних робіт.....	39
3.2 Вибір методів досліджень основних параметрів.....	41
3.3 Обґрунтування і опис конструкції.....	42
3.4 Програма проведення досліджень з обладнанням.....	44
3.5 Аналіз одержаних результатів та експлуатаційних рішень.....	46
4. Розрахунки працездатності.....	51
4.1 Вибір діаметра і типу талевого канату для освіттки талевої системи.....	51
4.2 Перевірочний розрахунок талевого канату на міцність.....	51
4.3 Визначення натягу в струнах талевої системи.....	53
4.4 Розрахунки працездатності осі крон блоку.....	54
4.5 Розрахунки працездатності рами крон блоку.....	56
4.6 Основні принципи системного підходу до вирішення проблеми підвищення працездатності деталей крон блоку.....	58
5. Монтаж і експлуатація обладнання.....	66
5.1 Організаційно-технічні заходи з монтажу обладнання.....	66
5.2 Експлуатація та ремонт обладнання.....	73
5.3 Охорона праці при монтажі та експлуатації обладнання.....	82
Висновки.....	91
Список використаної літератури.....	94

## ВСТУП

**Актуальність теми.** Актуальність роботи обумовлена важливістю забезпечення високої якості процесу проведення спуско-піднімальних операцій, яка суттєво залежить від ефективності налаштувань та надійності роботи агрегатів та пристроїв талевої системи бурової установки. Ефективність функціонування обладнання талевої системи напряму залежить від довговічності та надійності роботи талевого каната, експлуатація його без послаблень ходової вітки і порушень його навівання на барабан бурової лебідки. 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 втоми 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.

В процесі проведення монтажних-демонтажних робіт спуск кронблока доводиться здійснювати через наголовники бурової вежі, що вимагає створення додаткової оснастки, і цим самим збільшуються матеріальні витрати, пов'язані з дублюванням несучих конструкцій кронблока і наголовника бурової вежі, що є суттєвим недоліком використовуваного кронблока. Пропонується модернізація для зниження витрати на проведення спуско-підйомних операцій при проведенні ремонтних робіт кронблока і поліпшення умов монтажних-демонтажних робіт.

**Мета роботи.** Модернізація та дослідження роботи талевої системи.

**Об'єкт дослідження.** Талева система, що оснащена модернізованим обладнанням спуско-підйомного комплексу.

**Предмет дослідження.** Властивості і характеристики талевої системи, що оснащена модернізованим обладнанням спуско-підйомного комплексу.

**Наукова новизна.**

- побудовані в SolidWorks тривимірні моделі складових частин крон блоку талевої системи бурової установки;

- встановлено, що найбільша напруга в процесі прикладання зусилля виникає в серзї кріплення канату допоміжної лебідки.

**Можливі результати, які очікуються при виконанні роботи, їхня новизна та значення.** Застосування запропонованого спуско-підйомного комплексу бурової установки дозволяє знизити висоту козлів і, природно, висоту спуско-підйомного комплексу бурової установки. При цьому знижуються витрати на проведення спуско-підйомних операцій при проведенні ремонтних робіт кронблоку і поліпшуються умови монтажно-демонтажних робіт.

**Апробація роботи.** Основні положення магістерської роботи доповідались та обговорювались на 75-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 53 найменування, додатків. Основна частина магістерської роботи викладена на 93 сторінках комп'ютерного набору і містить 15 рисунків і 13 таблиць. Повний обсяг магістерської роботи становить 98 сторінок.

# І ВИБІР ТА ОПИС ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ

## 1.1 Розрахунок та вибір основного технологічного обладнання

### 1.1.1 Вихідні дані для магістерської роботи

Конструкція свердловини глибиною 4900 м подана на рис. 1.1.

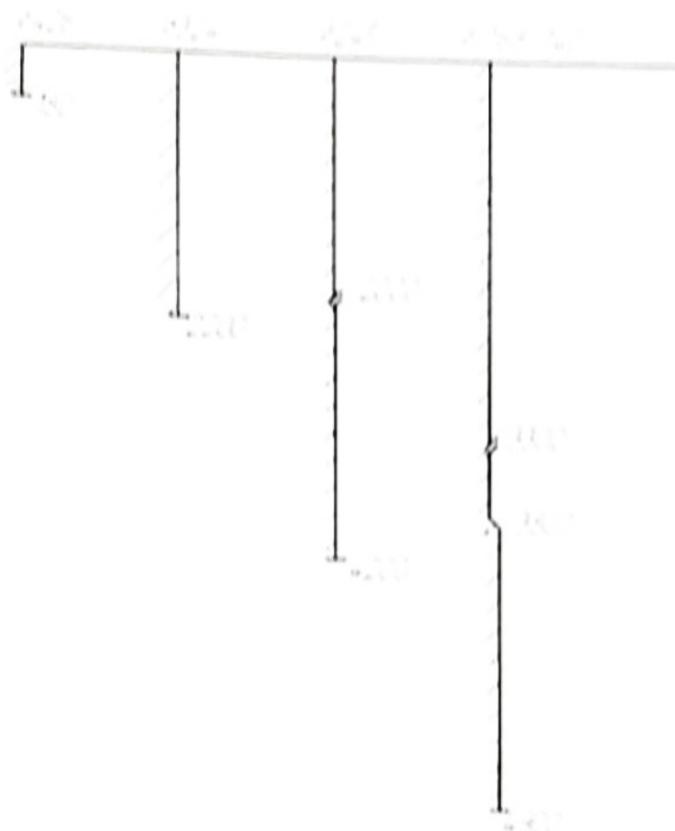


Рисунок 1.1 – Конструкція свердловини

Осьове навантаження на долото в процесі спорудження свердловини складає:

буріння під кондуктор –  $G = 50$  кН;

буріння під проміжну колону  $\phi 324$  мм –  $G = 220$  кН;

буріння під проміжну колону  $\phi 245$  мм –  $G = 200$  кН;

буріння під експлуатаційну колону –  $G = 200$  кН.

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

Проміжна колона  $d = 324$  мм спускається на глибину 2200 м 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  $d = 245$  мм спускається на глибину 4200 м двома секціями із стиковкою на глибині 2000 м 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 4900 м двома секціями із стиковкою на глибині 3300 м і переходом на глибині 3800 м. Цементується колона по всій довжині.

### 1.1.2 Розрахунок діаметрів доліт

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

$$D_{\text{дол}} = D_{\text{н}} + 2\Delta, \quad (1.1)$$

де  $D_{\text{н}}$  – зовнішній діаметр муфти колони обсадних труб [9];

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

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

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

Під проміжну колону  $D_{\text{дол}}^{245} = 270 + 25 = 295$  мм; приймаємо  $D_{\text{дол}}^{245} = 295,3$  мм.

Під експлуатаційну колону  $D_{\text{дол}}^{140} = 156 + 16 = 172$  мм; приймаємо  $D_{\text{дол}}^{140} = 172$  мм.

## 1.1.3 Розрахунок абсолютних і бурових витрат

### 1.1.3.1 Витрати на дошки ОБГ

Довжину ОБГ при бурінні під кожну абсолютну витрату визначають за формулою

$$L_{\text{абс}} = \frac{K \cdot G}{q_{\text{абс}} \cdot \left(1 - \frac{\gamma_{\text{бур}}}{\gamma_{\text{м}}}\right)} \quad (1.2)$$

де  $K$  – коефіцієнт, який урахунок перевищення ваги ОБГ над навантаженням на дошки; приймаємо  $K=1,25$ ;

$G$  – основне навантаження на дошки;

$q_{\text{абс}}$  – вага 1 м л. ОБГ [Н];

$\gamma_{\text{бур}}$  – щільність бурового розчину; приймаємо згідно [14];

$\gamma_{\text{м}}$  – щільність матеріалу труб; приймаємо  $\gamma_{\text{м}}=7850 \text{ кг/м}^3$ .

Під кондуктор:

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

Під проміжну колоду й 324 мм:

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

Під проміжну колоду й 245 мм:

$$L_{\text{абс}}^{\text{пр}} = \frac{1,25 \cdot 200 \cdot 10^3}{1890 \left(1 - \frac{1160}{7850}\right)} = 175 \text{ м}$$

Під експлуатаційну колоду:

$$L_{\text{абс}}^{\text{екс}} = \frac{1,25 \cdot 200 \cdot 10^3}{970 \left(1 - \frac{890}{7850}\right)} = 290 \text{ м}$$

### 1.1.3.2 Визначення довжини бурильного інструменту

Розраховуємо бурильний інструмент при бурінні під експлуатаційну колону.

Для 1-ої секції бурильної колони приймемо бурильну трубу  $\delta$  114мм із товщиною стінки 9 мм групи міцності Е. Визначаємо допустиму глибину бурильних труб за формулою:

$$\ell_{\text{дон}} = \frac{Q^I_{\text{дон}} - \ell_{\text{обт}} \cdot q_{\text{обт}} \left(1 - \frac{j_{\text{с.р.}}}{j_u}\right)}{q^I_{\text{тр}} \left(1 - \frac{j_{\text{с.р.}}}{j_u}\right)} + \ell_{\text{обт}}, \quad (1.3)$$

де  $q^I_{\text{тр}}$  – вага 1 м.п. бурильної труби [9];

$Q^I_{\text{дон}}$  – допустиме розтягуюче навантаження на тілі труби; визначаємо за формулою

$$Q^I_{\text{дон}} = \frac{Q_p}{K}, \quad (1.4)$$

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

$K$  – коефіцієнт запасу міцності; приймемо для роторного буріння  $K=1,4$ .

$$Q^I_{\text{дон}} = \frac{2250}{1,4} = 1607 \text{ кН};$$

$$\ell^I_{\text{дон}} = \frac{1607 \cdot 10^3 - 290 \cdot 970 \left(1 - \frac{1920}{7850}\right)}{277 \cdot \left(1 - \frac{890}{7850}\right)} + 290 = 5818 \text{ м}$$

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

$$\ell^II_{\text{дон}} = \frac{Q^II_{\text{дон}} - Q^I_{\text{дон}}}{q^II_{\text{тр}} \left(1 - \frac{j_{\text{с.р.}}}{j_u}\right)}, \quad (1.5)$$

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

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

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

$$Q^{II}_{доп} = \frac{2500}{1,4} = 1785,7 \text{ кН};$$

$$l^{II}_{доп} = \frac{1785,7 \cdot 10^3 - 1607 \cdot 10^3}{305 \cdot \left(1 - \frac{890}{7850}\right)} = 660 \text{ м}$$

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

$$l^{III}_{доп} = \frac{Q^{III}_{доп} - Q^{II}_{доп}}{q^{III}_{np} \cdot \left(1 - \frac{J_{доп}}{J_n}\right)} \quad (1.7)$$

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

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

$$Q^{III}_{доп} = \frac{Q^{III}_p}{K} \quad (1.8)$$

$$Q^{III}_{доп} = \frac{2750}{1,4} = 1964,3 \text{ кН};$$

$$l^{III}_{доп} = \frac{1964,3 \cdot 10^3 - 1785,7 \cdot 10^3}{360 \cdot \left(1 - \frac{890}{7850}\right)} = 560 \text{ м}$$

Відповідно проведених розрахунків складасмо 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	9Е	360	560
127	9Е	305	660
114	9Е	277	3390
ОБТ-108	-	970	290

Таблиця 1.2 – Робочий інструмент при бурінні під проміжну колону  $\phi$  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	9E	305	635
114	9E	277	3390
ОБТ-197	-	1890	175

Таблиця 1.3 – Робочий інструмент при бурінні під проміжну колону  $\phi$  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	9E	277	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	9E	277	140
ОБТ-203	-	1920	40

### 1.1.3.3 Визначення ваги колони бурильних і обсадних труб

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

$$Q_{\text{с.к.}} = (Q_{\text{б.тр.}} + Q_{\text{обт.}})K; \quad (1.9)$$

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

$Q_{\text{обт.}}$  - вага колони ОБТ;

$K$  – коефіцієнт прихвату; приймемо  $K=1,3$

Під експлуатаційну колону:

$$Q_{\text{с.к.}} = (360 \cdot 560 + 305 \cdot 660 + 277 \cdot 3390 + 970 \cdot 290) \cdot 1,3 = 2110199 \text{ Н} \approx 2110 \text{ кН}$$

Під проміжну колону  $\phi$  245 мм:

$$Q_{\text{св.}}^{\text{св.}} = (305 \cdot 635 + 277 \cdot 3390 + 1890 \cdot 175) \cdot 1,3 = 1902491,5 \text{ Н} \approx 1903 \text{ кН}$$

Під проміжну колону  $\phi$  324 мм:

$$Q_{\text{св.}}^{\text{св.}} = (277 \cdot 2030 + 1920 \cdot 170) \cdot 1,3 = 1155323 \text{ Н} \approx 1156 \text{ кН}$$

Під кондуктор:

$$Q_{\text{св.}}^{\text{св.}} = (277 \cdot 140 + 1920 \cdot 40) \cdot 1,3 = 150254 \text{ Н} \approx 150 \text{ кН}$$

Вагу кожної секції обсадних колон визначасмо згідно з конструкцією свердловини, приймаючи коефіцієнт запасу допустимого навантаження на гаку для обсадної колони  $k = 1,15$ .

Визначасмо вагу кожної секції експлуатаційної колони діаметром 168/140 мм, яка спускається двома секціями:

1-ша секція довжиною 1600 м:

$$Q_{\text{св.}}^{\text{св.}} = (3300 \cdot 277 + 300 \cdot 435 + 400 \cdot 399 + 900 \cdot 336) \cdot 1,15 = 1732590 \text{ Н} \approx 1733 \text{ кН}$$

2-га секція довжиною 3300 м:

$$Q_{\text{св.}}^{\text{св.}} = (1400 \cdot 435 + 900 \cdot 499 + 1000 \cdot 435) \cdot 1,15 = 1717065 \text{ Н} \approx 1717 \text{ кН}$$

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

1-ша секція довжиною 2200 м:

$$Q_{\text{св.}}^{\text{св.}} = (2000 \cdot 277 + 200 \cdot 693 + 670 \cdot 627 + 1330 \cdot 568) \cdot 1,15 = 2148349,5 \text{ Н} \approx 2148 \text{ кН}$$

2-га секція довжиною 2000 м:

$$Q_{\text{св.}}^{\text{св.}} = (1100 \cdot 787 + 900 \cdot 693) \cdot 1,15 = 1712810 \text{ Н} \approx 1713 \text{ кН}$$

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

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

Визначасмо вагу кондуктора діаметром 426мм і довжиною 180м:

$$Q_{\text{св.}}^{\text{св.}} = 180 \cdot 1062 \cdot 1,15 = 219824 \text{ Н} \approx 220 \text{ кН}$$

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 міш.	Глибина спуску, м	Вага колони, кН
1	2	3	4	5	7
1	Бурильний інструмент під кондуктор	114 ОБТ-203	9Е -	140 40	150
2	Бурильний інструмент під проміжну колону $\phi$ 324 мм	114 ОБТ-203	9Е -	2030 170	1156
3	Бурильний інструмент під проміжну колону $\phi$ 245 мм	127 114 ОБТ-197	9Е 9Е -	635 3390 175	1903
4	Бурильний інструмент під експлуатаційну колону	140 127 114 ОБТ-146	9Е 9Е 9Е -	560 660 3390 290	2110
5	Кондуктор	426	12Д	180	220
6	Проміжна колона $\phi$ 324 мм	324	12Д 10Д 12Д	650 1000 550	1967
7	Проміжна колона $\phi$ 245 мм	114 245	9Е 11Д 10К 9Д 9К	2000 200 670 740 590	2148
		245	13,84Р110 11Д	1100 900	
8	Експлуатаційна колона	114	9Е	3300	1733
		168	11Д 10Д	300 400	
		140	10,54Р110	900	
		168	11К	1400	1717
			12Д 11Д	900 1000	

## 1.1.4 Підприємстві, куди за певними параметрами бурової установки

Таким чином, після проведення розрахунків в пункті 1.3, найважливішою характеристикою є період роботи проміжної колонни з діаметром 245 мм. Її вага складає 2148 кг. Згідно цих даних вибираємо бурову установку з двигельним приводом ШДЗ-1Д, яка відповідає розрахункам [3].

## 1.2 Опис вибраного обладнання

В склад вибраної бурової установки входить кронблок УКБ-6-270. На рис. 1.2 наведена конструкція даного кронблока із співвіднесним розташуванням шківів. На шарнірній рамі 1 в різних опорах 2 і 5 установлені дві секції 4 і 7 шківів. Рама шарнірна з подовжних та поперечних балок, виготовлених з прокату високої якості. Осі в опорах оберігаються від прокручування дюбелями 6. Підійнятний блок 3 використовується для допоміжних робіт. Кожна секція складається з осі 1, на якій установлені шківни 4, що обертаються на підшипниках качення 1. Залежно від навантажувальності кронблока, шківни встановлюються на двох роликових або двоосних підшипниках з конічними роликками. Останні мають загальне зовнішнє кільце і два внутрішніх. Між підшипниками сусідніх шківів на осі є розширні кільця 7, завдяки яким виключається тертя маточин сусідніх шківів, які обертаються з різною частотою. Між зовнішніми кільцями роликонідшипників у маточинах шківів встановлюються розрізні пружинні кільця 3, а на осі – розширні кільця 5 з проточкою в отворах для виходу мастила до підшипників. Через масляночки 11, подовжки 8 і радіальні 6 отвори в осі, мастило подається ручним насосом в порожнину між кільцями 3 і 5 підшипників шківів.

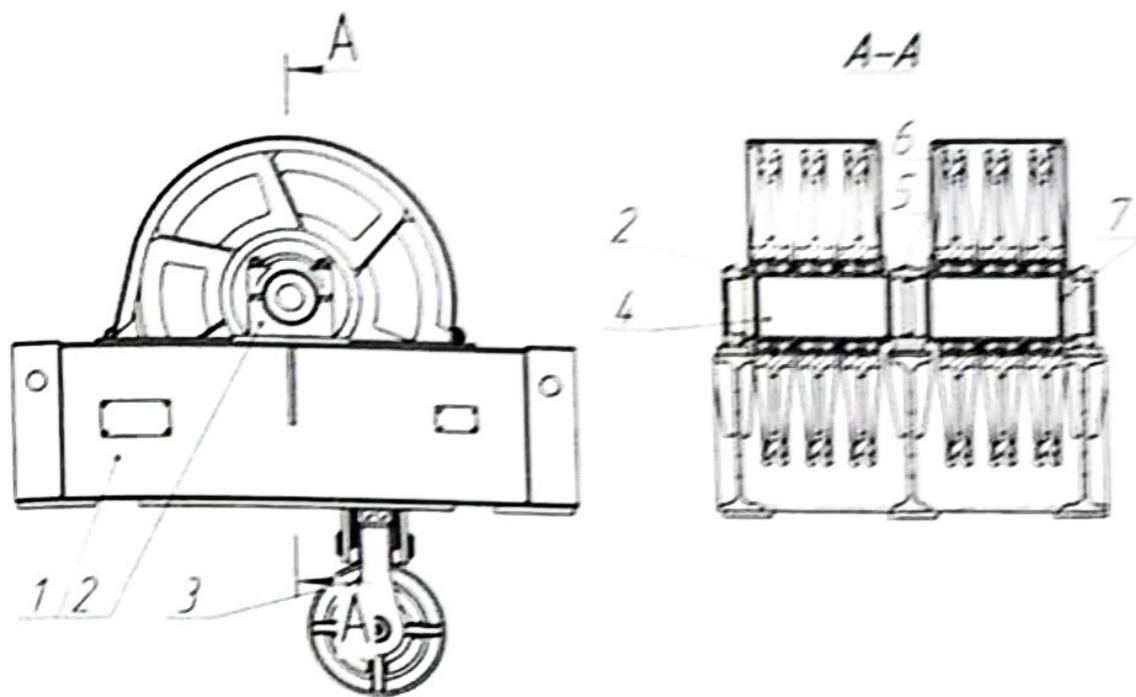


Рисунок 1.2 – Двохсекційний кронблок УКБ-6-270

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

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 кількість 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 канату, 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 кількість 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 сталевих листів. Щоки, що сполучаються траверсою 11 і двома болтовими стяжками 4, утворюють раму талевого блока. Між траверсою й стяжками в щоках є розточування для осей 6 шківів. Вісь кріпиться в щоках двома гайками 12, що запобігають відгвинчуванню стопорною планкою 7. Шківів 9 на осі талевого блока встановлюються на підшипниках кочення 8 подібно шківам кронблока. Для запобігання вискакуванню канату з канавки шківів на стяжках 4 закріплені нижній кожух 3. Із зовнішньої сторони шківів закриваються кожухами 10 з прорізами у верхній частині, призначеними для виходу канату.

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.

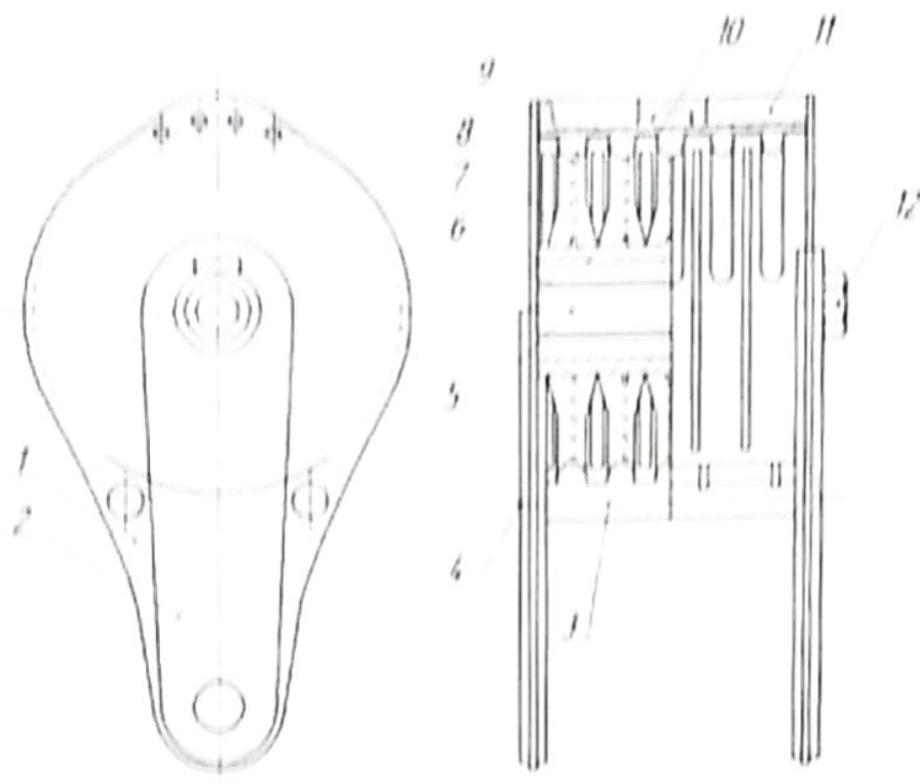


Рисунок 1.3 – Односекційний талевий блок УТБ-5-225

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 свердловини вертлюг приєднується до автоматичного елеватора за допомогою додаткової підвіски.

У вибраній буровій установці використовується трьохрогий гак УК-225, який входить в склад гакблока. 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 зеві 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.

У талевих системах застосовують пристрої для кріплення нерухомої вітки талевого канату (рис. 1.5) 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 канату трьох типів.

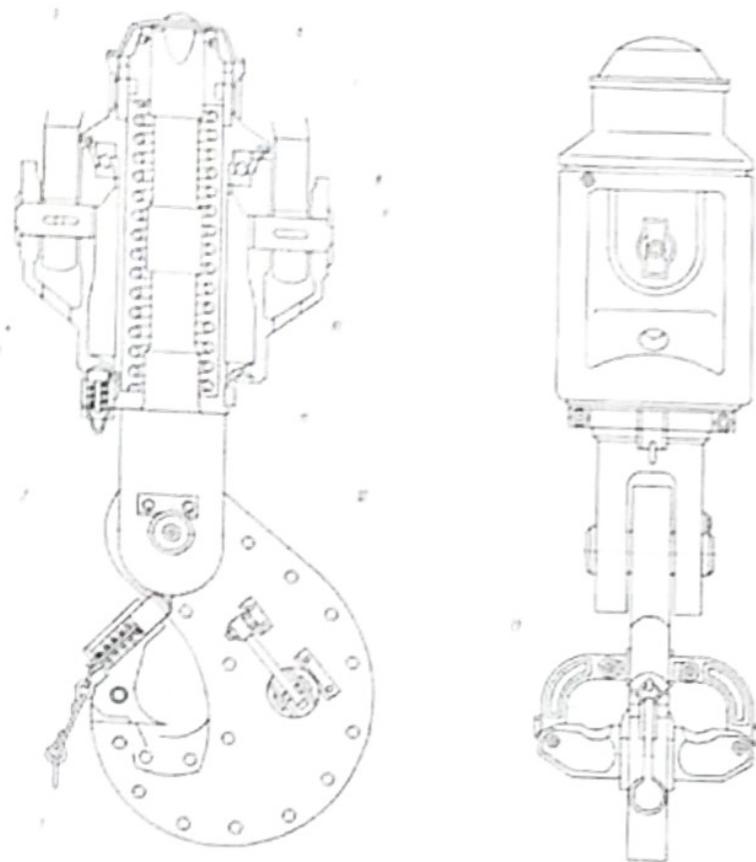


Рисунок 1.4 – Буровий гак УК-225

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 корпусу і з'єднуються з ними за допомогою пальців.

Технічна характеристика пристроїв для кріплення нерухомої струни талевого канату, використовуваних у бурових установках, наведена в табл. 1.6.

Механізми для кріплення нерухомої вітки талевого канату розрізняються за вантажопідйомністю та складаються з канату, 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 канату 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 канату. Планки 12, які закріплені на важелі, втримують витки канату від перехльостування при обертанні барабана.

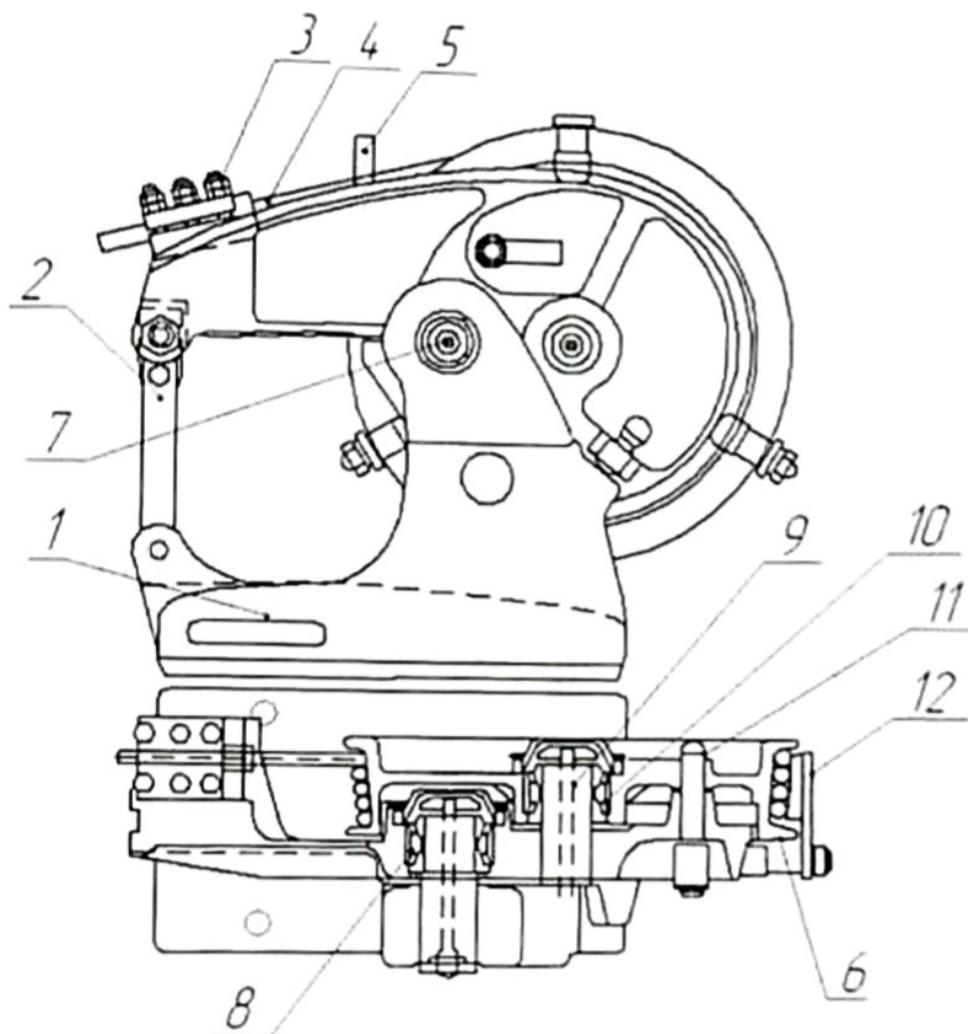


Рисунок 1.5 – Механізм кріплення нерухомої гілки талевого канату

Таблиця 1.6 – Технічні характеристики пристроїв для кріплення нерухомої струни талевого канату

Технічні характеристики	Механізми кріплення нерухомої струни каната по діаметру барабана		
	700	750	900
Діаметр талевого канату, мм	28-32	28-35	38
Максимально допустиме	350	340	520
Число витків на барабані, шт.	4	4	4
Навантаження на датчик ваги, кН	100	100	300

Габаритні розміри:			
довжина	1110	1250	1390
ширина	385	565	500
висота	1060	1250	1285
Маса, кг	620	860	1455

Після зміни й перепускань канату барабан жорстко з'єднується з важелем за допомогою стопорного пальця 11, а вільний кінець канату кріпиться в затискачі 3. Перенесення місця установки датчика ваги з нерухомої струни канату в пристрій для кріплення її дає змогу прискорити зміну й перепуск канату за рахунок усунення операцій, пов'язаних із зняттям та установкою датчика ваги (виконуваних у разі його розташування на нерухомій струні).

#### Висновок до розділу

За найбільшим навантаженням на гаку під час буріння свердловини глибиною 4900 м вибрана бурова установка НБО-3Д, за допомогою якої будемо здійснювати технологічні операції в процесі спорудження даної свердловини. У склад вибраної бурової установки входить кронблок УКБ-6-270. В процесі проведення монтажних-демонтажних робіт спуск кронблока доводиться здійснювати через наголовники бурової вежі, що вимагає створення додаткової оснастки, і цим самим збільшуються матеріальні витрати, пов'язані з дублюванням несучих конструкцій кронблока і наголовника бурової вежі, що є суттєвим недоліком використовуваного кронблока.

В наступних розділах магістерської роботи для усунення даних недоліків розробляється модернізована конструкція кронблока УКБ-6-270.

## 2 ОПИС ТЕХНІЧНОЇ ПРОПОЗИЦІЇ

### 2.1 Опис модернізованої конструкції обладнання

До недоліків кронблока-аналога і конструкції спуско-підйомного комплексу відноситься його недосконалість, яка при проведенні монтажних робіт викликає перекид кронблока, внаслідок чого потрібно створювати запас робочого простору по висоті, а крім того, спуск кронблока доводиться здійснювати в цілому через наголовники бурової вежі, що вимагає створення додаткової оснастки, і цим самим збільшуються матеріальні витрати, пов'язані з дублюванням несучих конструкцій кронблока і наголовника бурової вежі.

В основу модернізації поставлена задача спрощення конструкції спуско-підйомного комплексу бурової установки шляхом введення в конструкцію наголовника нерухомої і рухомої балок та з'єднання останньої з рамою наголовника за допомогою пневмо- або гідроциліндра, що дозволяє також, за рахунок зменшення висоти козел, зменшити висоту всієї бурової вежі в цілому.

Спуско-підйомний комплекс бурової установки (рис. 2.1) з модернізованим кронблоком містить бурову вежу 1, обладнану рамою наголовника 2, яка складається з поздовжніх балок 3 з вертикальними стійками 4, направляючої 5, кронштейнів 6, фіксаторів 7 і поперечних балок 8, до яких прикріплений відкидний щит 9, козлів 10 із закріпленням на них блоком 11. Кронблок 12 складається з осі 13, яка закріплена в вузлах рознімних опор 14, що складаються з опори 15, кришки 16 і болтових з'єднань 17 і встановлених на нерухомій 18 і рухомій 19 балках, і має набір робочих шківів 20, причому нерухома балка 18 прикріплена на поздовжніх балках 3 рами наголовника 2, а рухома балка 19 забезпечена пружинними катковими пристроями 21, що складаються з стаканів 22, пружин 23, обмежувачів 24, вилок 25 зі штоком 26 і катків 27, і пов'язана з рамою наголовника 2 пневмо- або гідроциліндром 28, який з'єднаний з вертикальною стійкою 4 за допомогою кронштейнів 29 і шарнірних з'єднань 30. Для фіксації рухомої балки 19 передбачені фіксатори 31

і 32. Струни 33 талевого каната 34 зв'язують кронблок 12 зі шківками 35 талевого блоку 36. В склад спуско-підйомного комплексу бурової установки також входить бурова лебідка 37, вузол для кріплення мертвого кінця талевого канату 34, механізм кріплення нерухомого кінця 39 талевого каната, веже-лебідкова основа 42, на якій монтується бурова вежа 1.

Спуско-підйомний комплекс бурової установки з модернізованим кронблоком працює наступним чином. Проведення спуско-підйомних операцій здійснюється шляхом передачі буровою лебідкою 37 за допомогою струн 33 талевого каната 34 зворотно-поступального руху талевому блоку 36.

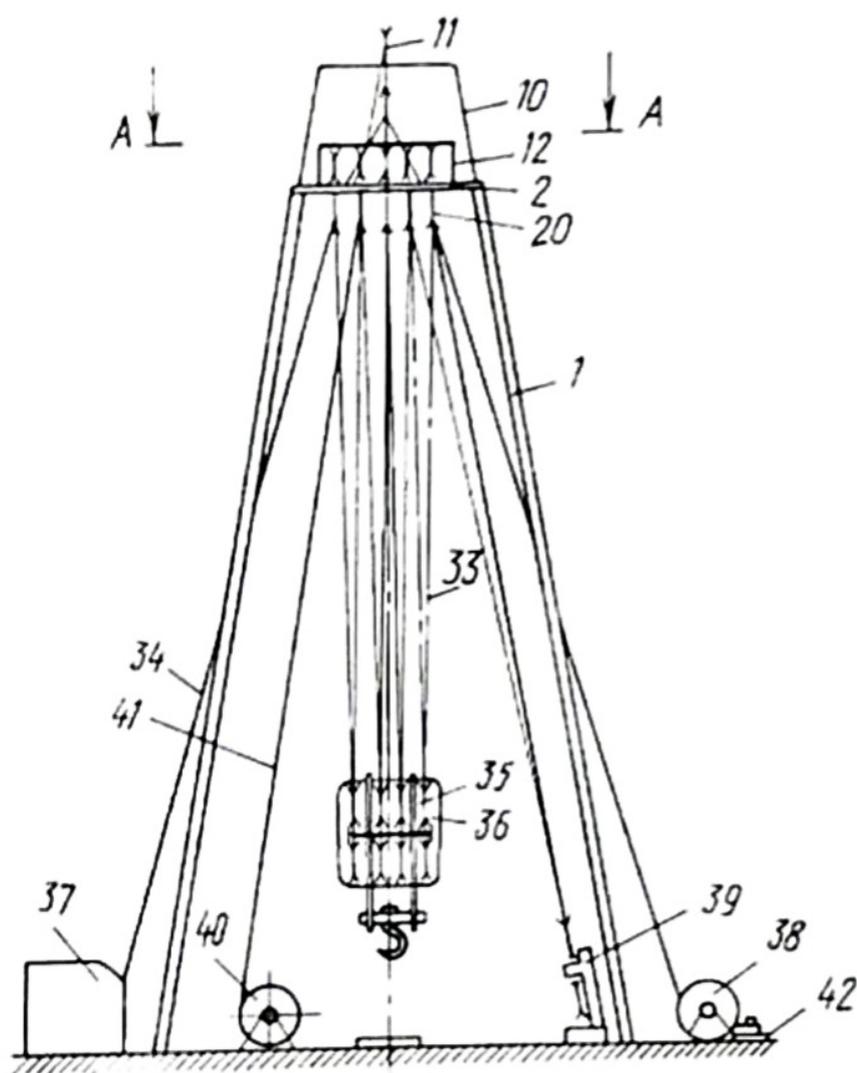
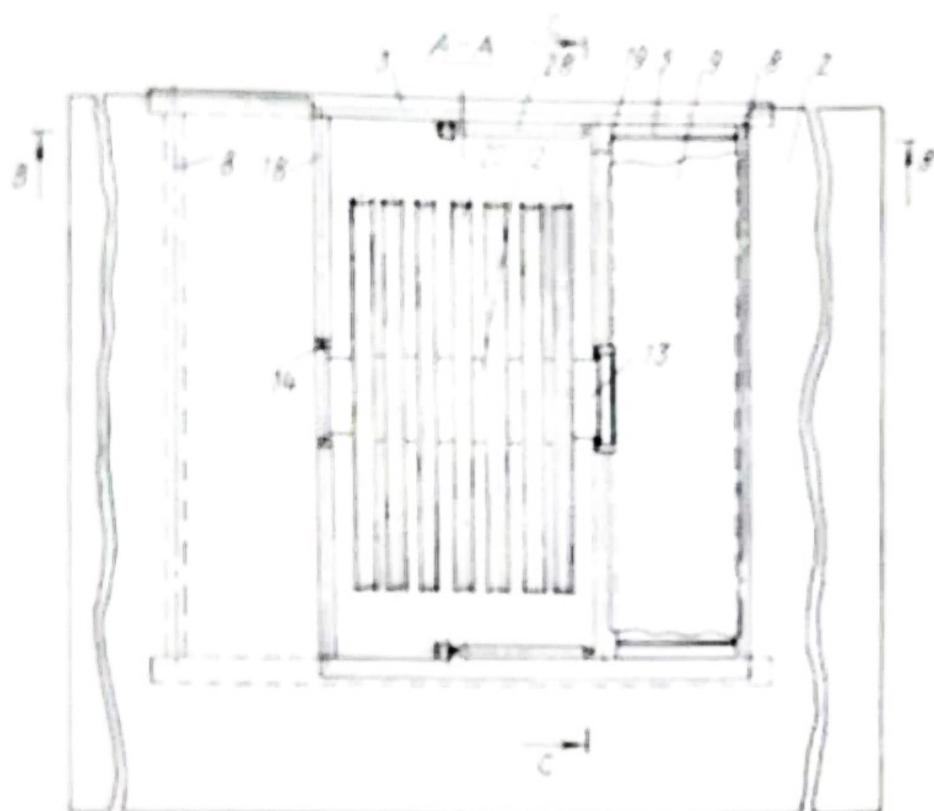
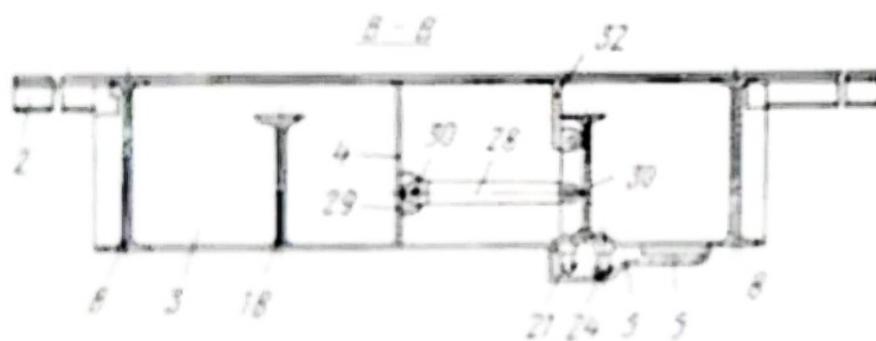


Рисунок 2.1 – Спуско-підйомний комплекс бурової установки з модернізованим кронблоком



a)



b)

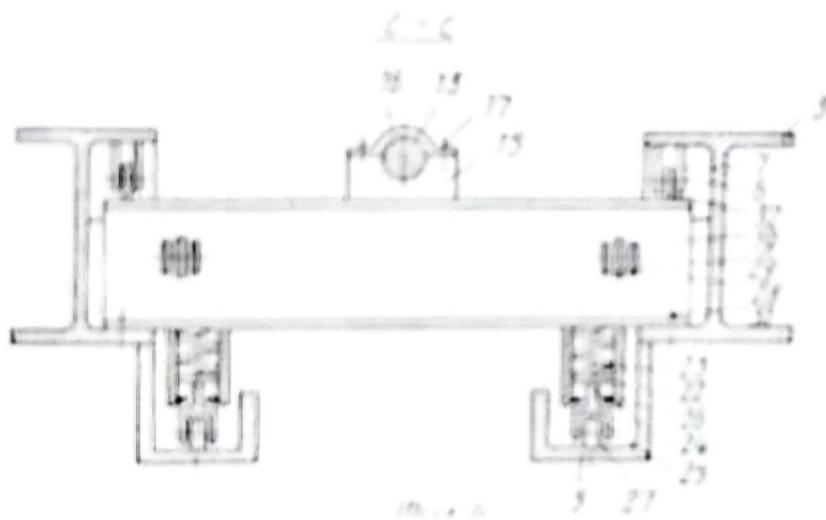


Рисунок 2.2 – Модернізований кранблок в розрізах

При проведенні спуско-підйомних робіт вісь 13 кронблока 12 закріплена в вузлах рознімних опор 14, які встановлені на нерухомій 18 і рухомій 19 балках. Рухома балка 19 закріплена до нижніх полиць поздовжньої балки 3 за допомогою фіксаторів 31. Все навантаження переходить з осі 13 кронблока 12 через балки 18 і 19 на нижні полиці поздовжньої балки 3. При цьому пружини 23 пружних каткових пристроїв 21 знаходяться в стисненому положенні, величина стиснення яких визначена коефіцієнтом 1,2 до ваги кронблока.

При поломці кронблока в ході спуско-підйомних операцій проводять ремонтні роботи. Для проведення робіт по ремонту кронблока 12 необхідно його підвісити на канаті 41 котушкового вала бурової лебідки. Потім знявши кришки 16 і звільнивши болтові з'єднання 17, розкрити вісь 13 кронблока 12. Гідро- або пневмоциліндрами 28 зрушити рухому балку 19 і опустити кронблок 12 для проведення ремонтних робіт вгору.

Застосування запропонованого спуско-підйомного комплексу бурової установки дозволяє знизити висоту козлів і, природно, висоту спуско-підйомного комплексу бурової установки. При цьому знижуються витрати на проведення спуско-підйомних операцій при проведенні ремонтних робіт кронблока і поліпшуються умови монтажно-демонтажних робіт.

## 2.2 Оцінка економічної ефективності

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

$$E = \left[ C_{II} \cdot k_1 \cdot k_2 + \frac{\Delta H - E_n \cdot (K'_2 - K'_1)}{(1/T_2) + E_n} - C_{III} \right] \cdot n, \text{ грн.}, \quad (2.1)$$

де  $C_{II}$  та  $C_{III}$  – балансова вартість базової і модернізованої техніки відповідно, тис. грн.;

$k_1$  – коефіцієнт зростання продуктивності праці за варіантом модернізації;

$k_2$  – коефіцієнт зміни строків служби;

$\Delta H$  – економія експлуатаційних, грн.

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

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

$T_1, T_2$  – строк служби техніки ( $T_1 = 8,8$  років,  $T_2 = 9,2$  років);

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

### 2.2.1 Визначення собівартості та оптової ціни кронблока

Собівартість кронблока визначимо за формулою

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

де  $Ц_{AT}$  – оптова ціна кронблока базової конструкції, грн.; складає 36 660 грн.;

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

$$C_0^a = \frac{36660}{1 + 0.3} = 28200 \text{ грн.}$$

Коригування собівартості аналогічної техніки для розрахунку собівартості нової техніки ведеться за формулою

$$C_n^a = C_0^a \cdot \frac{\delta''}{\delta_n' \cdot \tau_n}, \text{ грн.}, \quad (2.3)$$

де  $\delta_n$  – коефіцієнт зміни собівартості при переході від серійності звітного року до серійності, що відповідає одиниці переведення;

$\delta$  – коефіцієнт зміни собівартості при переході від серійності, що відповідає одиниці приведення до планової серійності випуску нової техніки в розрахунковому році;

$\tau_n$  – коефіцієнт зміни собівартості аналогічної техніки, що відповідає порядковому номеру розрахункового року.

$$C_n^a = 28200 \cdot \frac{0,966}{0,953 \cdot 1} = 28584,7 \text{ грн.}$$

Собівартість модернізованого кронблока визначимо за формулою

$$C_{HT} = C_n^a - B_{вив.}^{ед.} + B_{ввод.}^{ед.}, \text{ грн.}, \quad (2.4)$$

де  $B_{вив.}^{ед.}$  – вартість виведеного обладнання з конструкції аналога після модернізації; у нашому випадку  $B_{вив.}^{ед.} = 409,2$  грн.

$B_{ввод.}^{ед.}$  – вартість додатково введених деталей, грн.

Для виготовлення додатково введених деталей кронблока (штока, пружини і регулювальної гайки) необхідно 15 кг Сталі 40Х, 1 т якої коштує 20700 грн. та 2 кг сталі конструкційної пружинно-ресорної Ст. 60 С2А, 1 т якої коштує 26600 грн. Отже загальна вартість матеріалів складатиме 363,7 грн.

Вихідними даними для розрахунку вартості виготовлення додатково введених деталей (штока, пружини і регулювальної гайки) є:

1) кількість та розряд робітників, що необхідні для виготовлення деталей для модернізації:

- токар (V розряд) – 1 особа;
- токар-фрезерувальник (V розряд) – 1 особа;
- слюсар (IV розряд) – 1 особа.

2) трудомісткість операцій для модернізації ваговоза:

- токарні – 8 н-годин;
- фрезерувальні – 3 н-години;
- слюсарні – 1,5 н-годин.

3) тарифні ставки на оплату праці робітників:

Таблиця 2.1 – Тарифні ставки на оплату праці робітників

Розряд	I	II	III	IV	V	VI
Коефіцієнт	1	1,06	1,224	1,376	1,576	1,865
Годинна тарифна ставка, грн.	19,42	20,59	23,77	26,72	30,61	36,22

4) необхідне обладнання для виготовлення деталей для модернізації вагОВОЗА (табл. 2.2).

Машинний час при виготовленні деталей для модернізації вагОВОЗА:

- токарний верстат  $\phi_1 = 8,0 \text{ маш} - \text{год}$ ;
- фрезерувальний верстат  $\phi_2 = 3,0 \text{ маш} - \text{год}$ ;
- заточний верстат  $\phi_3 = 1,5 \text{ маш} - \text{год}$ .

Визначасмо витрати на основну заробітну плату працівників:

$$C_{\text{осн}} = \sum_{i=1}^n N_i T_i H_i, \quad (2.6)$$

де  $N_i$  – кількість робітників  $i$ -го розряду;

$T_i$  – тарифна ставка робітника  $i$ -го розряду;

$H_i$  – кількість годин робочого часу.

Таблиця 2.2 – Необхідне обладнання для виготовлення деталей для модернізації кронблока

Призначення	Вид обладнання	Модель верстата	Кількість, шт	Потужність, кВт
Основне технологічне обладнання	Токарний	165	1	10
	Фрезерувальний	Ф4-251	1	8,1
Допоміжне технологічне обладнання	Заточний	4АМВС	1	6,5
Всього	–	–	3	24,6

Отже за формулою (2.6):

$$C_{\text{осн}} = 8 \cdot 30,61 \cdot 1 + 3 \cdot 30,61 \cdot 1 + 1,5 \cdot 26,72 \cdot 1 = 246,5 \text{ грн.}$$

Визначасмо витрати на додаткову заробітну плату працівників:

$$C_{\text{дм}} = C_{\text{осн}} \cdot K_{\text{дм}}, \quad (2.7)$$

де  $K_{\text{дм}}$  – коефіцієнт додаткової заробітної плати.

Отже підставивши числові значення в формулу 2.7, отримаємо:

$$C_{\text{дм}} = 246,5 \cdot 0,25 = 61,6 \text{ грн.}$$

Відрахування на соціальне страхування – Єдиний соціальний внесок (22%).

Визначимо витрати на соціальне страхування:

$$C_{\text{всс}} = (C_{\text{осн}} + C_{\text{дм}}) \cdot BCC, \quad (2.8)$$

Підставивши числові значення у формулу (2.8), отримаємо

$$C_{\text{всс}} = (246,5 + 61,6) \cdot 22 / 100 = 67,76 \text{ грн.}$$

Визначасмо кількість необхідної енергії на експлуатацію обладнання:

$$Q_{\text{ест.м}} = \sum_{i=1}^n \Phi_i P_{\text{ест.м}i}, \quad (2.9)$$

де  $P_{\text{ест.м}i}$  – встановлена потужність  $i$ -го виду обладнання.

Підставивши числові значення у формулу (2.9), отримаємо

$$Q_{\text{ест.м}} = 10 \cdot 8 + 8,1 \cdot 3 + 6,5 \cdot 1,5 = 114,05 \text{ кВт / год.}$$

Витрати на енергію при експлуатації обладнання визначасмо за формулою:

$$Z_{\text{ест.м}} = Q_{\text{ест.м}} T_{\text{ест.м}}, \quad (2.10)$$

де  $T_{\text{ест.м}}$  – тариф на технологічну енергію,  $T_{\text{ест.м}} = 2,0218 \text{ грн.}$

Отже,

$$Z_{\text{ест.м}} = 114,05 \cdot 2,0218 = 230,59 \text{ грн.}$$

Визначасмо витрати на утримання обладнання, цехові і загальнозаводські витрати, що визначаються в % від основної заробітної плати:

$$B_{\text{цех}} = 0,27 \cdot C_{\text{осн}}, \quad (2.11)$$

$$B_{\text{зав}} = 0,65 \cdot C_{\text{осн}}. \quad (2.12)$$

Підставивши числові значення у формули 2.11 та 2.12 отримаємо:

$$B_{\text{цех}} = 0,27 \cdot 246,5 = 66,6 \text{ грн.}$$

$$B_{\text{мат}} = 0,65 \cdot 246,5 = 160,2 \text{ грн.}$$

Визначимо виробничу собівартість модернізації кронблока

$$C^{\text{вир}} = C_{\text{мат}} + C_{\text{зарп}} + C_{\text{енд}} + Z_{\text{вир}} + B_{\text{пер}} + B_{\text{мат}} \quad (2.13)$$

Підставивши числові значення у формулу (2.13), отримаємо

$$C^{\text{вир}} = 363,7 + 246,5 + 61,6 + 67,76 + 230,59 + 66,6 + 160,2 = 1196,95 \text{ грн.}$$

Витрати на управління визначасмо у розмірі 7% від виробничої собівартості:

$$C_{\text{упр}} = C^{\text{вир}} \cdot 0,07 \quad (2.14)$$

Підставивши числові значення у формулу (2.14), отримаємо

$$C_{\text{упр}} = 1196,95 \cdot 0,07 = 83,79 \text{ грн.}$$

Визначасмо повну собівартість модернізації кронблока

$$B_{\text{вироб}}^{\text{об}} = C_{\text{вир}} + C_{\text{упр}} \quad (2.15)$$

Отже, повна собівартість модернізації кронблока з урахуванням вартості матеріалів складатиме:

$$B_{\text{вироб}}^{\text{об}} = 1196,95 + 83,79 = 1280,74 \text{ грн.}$$

Собівартість модернізованого обладнання складатиме

$$C_{\text{шт}} = 28584,7 - 409,2 + 1280,74 = 29456,24 \text{ грн.}$$

Оптова ціна кронблока розраховується за формулою

$$Ц_{\text{шт}} = C_{\text{шт}} \cdot (1 + P_c), \text{ грн.} \quad (2.16)$$

$$Ц_{\text{шт}} = 29456,24 \cdot (1 + 0,3) = 38293,11 \text{ грн.}$$

Знайдемо розрахунково-балансову вартість кронблока

$$Ц_{\text{шт(об)}}^{\text{об}} = Ц_{\text{шт(об)}} \cdot k_b, \text{ грн.,} \quad (2.17)$$

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

$$k_b = 1,12.$$

$$Ц_{\text{шт}}^{\text{об}} = 36660 \cdot 1,12 = 41059,2 \text{ грн.};$$

$$Ц_{\text{шт}}^{\text{об}} = 38293,11 \cdot 1,12 = 42888,29 \text{ грн.}$$

### 2.2.2 Розрахунок річного фонду роботи кранблока

$$T_p = \frac{T_\phi}{\frac{1}{k_{zm} \cdot t_{zm}} + D_p} \cdot \text{маш. - год.} \quad (2.18)$$

де  $T_\phi$  – річний фонд робочого часу,  $T_\phi = 365$  днів;

$k_{zm}$  – коефіцієнт змінності роботи кранблока,  $k_{zm} = 3$ ;

$t_{zm}$  – тривалість зміни у машино-годинах (для п'ятиденного робочого тижня  $t_{zm} = 8 \cdot 100$ );

$D_p$  – простої в машино-днях у всіх видах технічного обслуговування та ремонту, що припадають на одну машино-годину роботи.

Простої у всіх видах технічного обслуговування та ремонту визначаються:

$$D_p = \frac{\sum_{i=1}^m (d_{pi} + d_{mi}) \cdot a_i}{T_\phi} \cdot \left[ \frac{\text{маш. - днів}}{\text{маш. - год}} \right] \quad (2.19)$$

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

$d_{pi}$  – тривалість перебування в  $i$ -му ремонті або технічному обслуговуванні;

$d_{mi}$  – тривалість надання у ремонт або технічне обслуговування і повернення назад, при цьому для технічного обслуговування, оскільки воно виконується безпосередньо на місці роботи техніки, величина  $d_{mi}$  приймається рівною нулю; час у днях на доставку для поточного ремонту  $d_{mi} = 0$  днів, у капітальний ремонт і назад приймається  $d_{mi} = 5$  днів;

$a_i$  – кількість  $i$ -х ремонтів або технічних обслуговувань за міжремонтний цикл;

$T_\phi$  – час міжремонтного циклу.

Вихідні дані для розрахунку  $D_p$  занесемо до таблиці 2.3.

Розрахуємо простої в машино-днях у всіх видах технічного обслуговування та ремонту

$$D_r^{II} = \frac{(0,25+0) \cdot 42 + (1+0) \cdot 5 + (3+5) \cdot 1}{4800} = 0,005 \frac{\text{маш.-днів}}{\text{маш.-год}};$$

$$D_r^{III} = \frac{(0,25+0) \cdot 42 + (1+0) \cdot 5 + (3+5) \cdot 1}{5040} = 0,0047 \frac{\text{маш.-днів}}{\text{маш.-год}};$$

Таблиця 2.3 – Технічне обслуговування та ремонт кронблока

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 ГО й ремонту, нормо-год ( $r_i$ )
Для аналогової техніки				
ГО	100	42	0,25	8
ПР	800	5	1	30
КР	4800	1	3	89
Для модернізованої техніки				
ГО	105	42	0,25	8
ПР	840	5	1	30
КР	5040	1	3	89

Знайдемо річний ефективний фонд роботи обладнання до і після модернізації

$$T_r^{II} = \frac{365}{1 + 0,005 \cdot 8,3} = 7820,9 \text{ год};$$

$$T_r^{III} = \frac{365}{1 + 0,0047 \cdot 8,3} = 7871,5 \text{ год}.$$

Коефіцієнт зростання продуктивності праці за варіантом модернізації буде дорівнювати

$$k_1 = \frac{7871,5}{7820,9} = 1,006.$$

### 2.2.3 Визначення економії експлуатаційних витрат

Економію експлуатаційних витрат розраховуємо за формулою:

$$\Delta H = (S_1^{AT} - S_1^{HT}) \cdot T_P^{HT} \cdot [\text{грн}], \quad (2.21)$$

де  $S_1^{AT}, S_1^{HT}$  - вартість 1 маш.-год роботи аналогового та модернізованого кронблока відповідно;

$T_P^M$  - річний фонд роботи модернізованого кронблока.

Визначимо вартість 1 маш.-год роботи кронблока:

$$S_1 = \frac{S}{T_P} \cdot [\text{грн/ маш.-год}], \quad (2.22)$$

де  $S$  - загальні поточні витрати підприємства, пов'язані з експлуатацією кронблока.

Загальні поточні витрати підприємства визначаються за формулою:

$$S = S_{ЗП} + S_{КР} + S_{ТОВ} + S_{ТОМ} \cdot [\text{грн}]. \quad (2.23)$$

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

$S_{КР}$  - витрати на капітальний ремонт кронблока;

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

$S_{ТОМ}$  - витрати на матеріали та запчастини для кронблока.

Витрати на заробітну плату з нарахуваннями розраховуються за формулою:

$$S_{ЗП} = k_{ин} \cdot \lambda \cdot T_P \cdot \sum_{i=1}^B C_{ii} (1+H) \cdot k_{\text{уч}} \cdot \text{грн}, \quad (2.24)$$

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

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

$C_{ii}$  - годинна тарифна ставка робітника  $i$ -го розряду, що входить до складу ланки, приймемо для робітника IV розряду – 26,72 грн;

$H$  - норма нарахувань на заробітну плату,  $H=22\%$

$k_{\text{уч}}$  - коефіцієнт трудової участі; приймемо  $k_{\text{уч}} = 0,3$ .

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

$$k_{нв} = 1 + \frac{H_{нв}}{100}, \quad (2.25)$$

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 10.24, ми отримасмо:

- для аналогового кронблока:

$$S_{нв} = 1,3 \cdot 1,25 \cdot 7820,9 \cdot 26,72 \cdot (1 + 0,22) \cdot 0,3 = 124287,55 \text{ грн.}$$

- для модернізованого кронблока:

$$S_{нв} = 1,3 \cdot 1,25 \cdot 7871,5 \cdot 26,72 \cdot (1 + 0,22) \cdot 0,3 = 125091,67 \text{ грн.}$$

Визначаємо витрати на капітальний ремонт кронблока:

$$S_{кр} = \frac{k_{нв} \cdot A_{кр} \cdot Ц_{АТ(МГ)}}{100} \cdot [\text{грн}], \quad (2.26)$$

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

$A_{кр}$  - норма амортизаційних відрахувань на капітальний ремонт у відсотках від вартості кронблока, приймасмо  $A_{кр} = 5\%$ .

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

$$k_{нв} = 1 + \frac{H_{нв}}{100}, \quad (2.27)$$

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

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

Підставивши отримані дані у формулу 2.26 визначимо витрати на капітальний ремонт кронблока

$$S_{KP}^A = \frac{1,1 \cdot 5 \cdot 41059,2}{100} = 2956,8 \text{ грн.}$$

$$S_{KP}^M = \frac{1,1 \cdot 5 \cdot 42888,29}{100} = 2358,86 \text{ грн.}$$

Розрахуємо витрати на заробітну плату ремонтних робітників із нарахуваннями:

$$S_{\text{мов}} = \frac{T_p}{T_{\text{ц}}} \cdot k_{\text{ин}} \cdot \lambda \cdot C_p \cdot \sum_{i=1}^n a_{Ti} \cdot r_i \cdot (1 + H), \text{ грн.} \quad (2.28)$$

де  $C_p$  - середня тарифна ставка ремонтного робітника, що обслуговує кронблок, тарифна ставка приймається для робітника IV розряду - 26,72 грн;

$a_i$  - кількість ТО та ПР у ремонтному циклі, приймаємо відповідно до таблиці 2.3:

$r_i$  - трудомісткість ТО і ПР у ремонтному циклі, приймаємо відповідно до таблиці 2.3.

Підставивши всі дані у формулу 2.28 розрахуємо витрати на заробітну плату ремонтних робітників із нарахуваннями:

- для аналогового кронблока:

$$S_{\text{мов}} = \frac{7820,9}{4800} \cdot 1,3 \cdot 1,25 \cdot 26,72 \cdot (42 \cdot 8 + 5 \cdot 30) \cdot (1 + 0,22) = 41947,05 \text{ грн.}$$

- для модернізованого кронблока:

$$S_{\text{мов}} = \frac{7871,5}{5040} \cdot 1,3 \cdot 1,25 \cdot 26,72 \cdot (42 \cdot 8 + 5 \cdot 30) \cdot (1 + 0,22) = 40208,04 \text{ грн.}$$

Визначимо витрати на матеріали і запчастини:

$$S_{\text{мом}} = k_{\text{ин}} \cdot \frac{S_{\text{мов}} \cdot (1 - H)}{k_{\text{ин}}} \cdot k_{\text{сп}} \cdot [\text{грн}]. \quad (2.29)$$

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

Підставивши всі дані у формулу 2.29 розрахуємо витрати на матеріали і запчастини:

- для аналогового кронблока:

$$S_{mat} = 1,1 \cdot \frac{41947,05 \cdot (1 - 0,22)}{1,3} \cdot 1,25 = 34606,32 \text{ грн.}$$

- для модернізованого кронблока:

$$S_{mat} = 1,1 \cdot \frac{40208,04 \cdot (1 - 0,22)}{1,3} \cdot 1,25 = 33171,63 \text{ грн.}$$

Підставивши всі отримані дані у формулу 2.23 визначимо загальні поточні витрати підприємства на експлуатацію кронблока:

- для аналогового кронблока:

$$S = 124287,55 + 2956,8 + 41947,05 + 34606,32 = 203797,72 \text{ грн.}$$

- для модернізованого кронблока:

$$S = 125091,67 + 2358,86 + 40208,04 + 33171,63 = 200830,2 \text{ грн.}$$

Визначимо вартість роботи 1 маш.-год роботи кронблока:

- для аналогового кронблока:

$$S_1 = \frac{203797,72}{7820,9} = 26,06 \text{ грн./ маш. - год.}$$

я модернізованого кронблока:

$$S_1 = \frac{200830,2}{7871,5} = 25,51 \text{ грн./ маш. - год.}$$

Економія експлуатаційних витрат складе:

$$\Delta H = (26,06 - 25,51) \cdot 7871,5 = 4329,33 \text{ грн.}$$

## 2.2.4 Визначення економічної ефективності модернізації кронблока

Знайдемо коефіцієнт зміни строків служби

$$k_2 = \frac{P_{II} + E_n}{P_{III} + E_n}, \quad (2.30)$$

$P_{II}$ ,  $P_{III}$  – частки відрахувань від балансової вартості на повне відновлення базового та нового обладнання, які розраховуються як величини, зворотні термінам служби обладнання, з урахуванням їх морального спрацювання;

$$P_i = 1/T_i \quad (2.31)$$

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

$$P_{II} = 1/8,8 = 0,114;$$

$$P_{III} = 1/9,2 = 0,11.$$

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

$$k_2 = \frac{0,114 + 0,15}{0,11 + 0,15} = 1,015$$

Тоді 
$$E = \left[ 41059,2 \cdot 1,023 \cdot 1 + \frac{4329,33}{0,1 + 0,15} - 42888,29 \right] \cdot 1 = 164326 \text{ грн.}$$

### Висновки

Суть технічного рішення з модернізації кронблока УКБ-6-270 полягає у тому, що порівняно із аналогом у модернізованому обладнанні спуско-підйомного комплексу наголовник бурової вежі додатково містить нерухому і рухому балки, остання з яких забезпечена пружними катковими опорами і з'єднана з рамою наголовника за допомогою пневмо- або гідроциліндра, а рама наголовника забезпечена напрямними пружними катковими опорами, рухома балка має фіксатори.

Постачання наголовника бурової вежі нерухомою і рухомою балками

дозволяє відмовитися від рами кронблока, що спрощує конструкцію, а з'єднання рухомої балки з рамою наголовника за допомогою пневмо- або гідроциліндра дає можливість здійснювати демонтаж і монтаж кронблока без його перекосів, що сприяє зниженню висоти козел і відповідно висоти спуско-підйомного комплексу бурової установки в цілому. Крім того, поліпшуватиметься умови і зменшуватиметься час монтажу кронблока, так як не треба виготовляти додаткові спеціальні підставки оснащення для його підйому і установки, що сприяє скороченню витрат на проведення монтажно-демонтажних робіт. З'єднання рухомої балки з рамою наголовника пневмо- або гідроциліндром дозволить здійснювати переміщення рухомої балки із звільненням простору для проходу кронблока. Постачання рухомої балки пружними катковими пристроями дозволить здійснювати припіднімання опорної частини пересувної балки і безперешкодне її переміщення.

При впровадженні запропонованої модернізації кронблока сумарний економічний ефект складатиме 164 тисячі гривень, це свідчить про доцільність запропонованого вдосконалення.

## 3 ДОСЛІДНО-КОНСТРУКТОРСЬКА РОБОТА

### 3.1 Визначення і опис основних параметрів роботи запропонованого технічного рішення, які вимагають проведення науково-дослідних робіт

Талевий механізм або талева система – вантажонесуча частина бурової установки, що представляє собою полієнаст, який складається з кронблока і талевого блока, що огинаються сталевим канатом. Талевий блок забезпечений гаком або автоматичним елеватором для підвішування бурильної колони і обсадних труб. Навантаження підвішеного вантажу розподіляється між робочими струнами каната, число яких визначається числом 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.

Оснащення талевої системи бурових установок характеризується тим, що обидва кінці талевого каната збігають з кронблока, один з яких кріпиться до барабана бурової лебідки і називається ходовим або тяговим, а другий (нерухомий) – до спеціального пристрою на металевій основі вишкового блоку. При намотуванні каната на барабан талевий блок з гаком підтягується до верхнього кронблока. При спуску талевого блока канат розмотується з барабана, що обертається у зворотному напрямку під дією ваги талевого блока, гака і підвішеної колони труб. Нерухома струна талевого каната використовується для установки спеціальних датчиків, які вимірюють навантаження на гаку.

Робочі струни талевого каната розташовуються між шківками кронблока і талевого блока і на відміну від ходової і нерухомої змінюють свою довжину при підйомі та спуску гака. Бурові лебідки пов'язані з талевим блоком і кронблоком однією ходовою струною, і тому кратність оснащення талевої системи бурових установок дорівнює числу робочих струн каната. Так як другий кінець талевого каната нерухомий і тому неробочий, кратність

оснащення талевої системи бурових установок незалежно від числа шківів талевого блока і кронблока є парним числом, рівним подвоєному числу шківів талевого блока.

Талеві механізми монтується на вишці бурової установки і мають такі характерні особливості:

- талевий блок з гакоблоком розміщуються над гирлом свердловини у вільно підвішеному стані і переміщуються у вертикальному напрямку виключно по осі свердловини;

- висота підйому гака обмежується висотою вишки та безпечністю спуско-підіймальних операцій;

- діаметр шківів та габарити інших вантажонесучих органів вибирають з урахуванням поперечних розмірів бурової вишки;

- з метою контролю діючих навантажень і підтримання у процесі буріння заданого осьового навантаження на долото талеві механізми обладнуються датчиками і контрольно-вимірювальними приладами;

- діючі навантаження і швидкості СПО змінюються в широкому діапазоні в залежності від глибини свердловини та довжини колони труб.

На рис. 3.1 наведено розгорнуту схему талевої системи бурових установок.

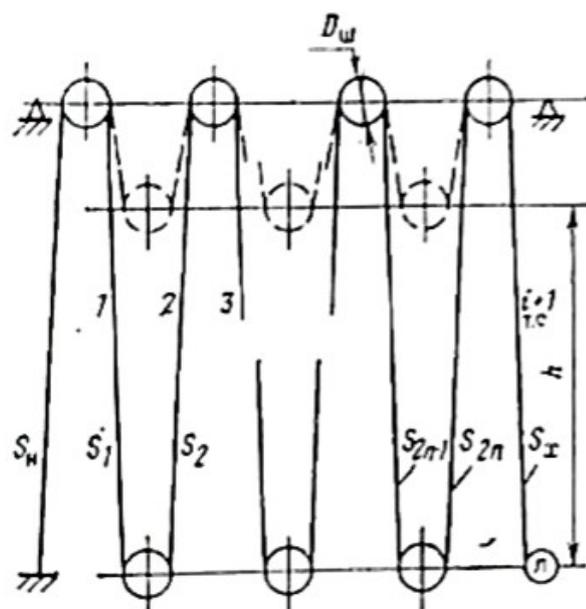


Рисунок 3.1 – Розгорнута схема талевої системи

Кронблочки встановлюють на паголовику бурових вишок. Вони є нерухомою частиною талевого механізму. Конструкції кронблочків залежать від типу вишок, які використовуються, і відрізняються за кількістю шківів, вантажопідіймністю та конструктивною схемою.

Шківні кронблока обертаються на нерухомих осях, які розміщені співвісно або неспіввісно. При неспіввісній схемі вісь шківів, що використовується для ходової струни талевого канату, розміщена перпендикулярно до осей інших шківів. Неспіввісне розміщення шківів обумовлено схемою оснастки талевого механізму, яка забезпечує можливість переміщення талевого блока уздовж свічок при застосуванні комплексу АСП для механізованої розстановки свічок. Кількість шківів і вантажопідіймність кронблочків вибирають в залежності від допустимого навантаження на гаку.

### 3.2 Вибір методів досліджень основних параметрів

Для визначення технічних показників, які визначають ефективність запропонованого в магістерській роботі технічного рішення із модернізації кронблоку УКБ-6-270, використовується вимірювальний метод. Він ґрунтується на інформації, що отримується з використанням технічних вимірювальних засобів. За допомогою вимірювального методу визначаються параметри показників якості, наприклад, маса виробу, розмір виробу, швидкість переміщення труби, сила струму та ін. В нашому випадку ми виміряємо зношення швидкозношуваних вузлів кронблока. Технічні показники визначимо експериментальним методом, що базується на застосуванні технічних засобів і дає можливість найоб'єктивніше оцінити якість продукції. Також використаємо розрахунковий метод, що провадиться на основі використання аналітичних залежностей показників якості продукції. Застосовані методи дозволяють знайти значення технічних показників кронблока шляхом вимірювання та оцінювання.

### 3.3. Обґрунтування і опис конструкції

#### *Типи обладнання для проведення випробувань*

Під час проведення випробувальних заходів на виробництві застосовується наступний перелік обладнання:

- *поворотні стени* (одно-, дво- та трьохвісні). Одновісні стени застосовуються при випробуванні перемикачів напряму руху середовища в трубних замірних установках «Супутник» збо, наприклад, кульових кранів та ін.

- *вібростени*: ВЭДС (Росія), Vibel & Kjeag (Данія) та ін. Призначені для забезпечення безпосереднього перетворення певного виду енергії в енергію вібрації для передавання вібрації об'єктові випробувань. Вібростенд є основною складовою вібраційного випробувального устаткування, яке також включає засоби завдання, керування, підсилення, вимірювання, автоматичного контролю та допоміжних засобів, що забезпечують відтворення вібрації з нормованими характеристиками точності.

Вібростени застосовуються при випробуванні елементів обладнання, котрі під час роботи можуть піддаватись впливу вібраційних навантажень. Перевірки на вібрацію піддаються, наприклад, такі вироби, як манометри тиску та крани, котрі можуть встановлюватися на трубопроводах з певним ступенем вібраційних коливань, привідні елементи вібросит, їх опори, а також й інше обладнання, яке повинне зберігати працездатність при впливі на нього вібраційних коливань.

- *кліматичні лабораторії*, які призначення для проведення випробувань працездатності та дослідження впливу на прилади та системи зовнішніх навколишніх умов, таких як температура, тиск, вологість, сонячна радіація, пил, грибкові утворення, сіль та ін. Серед сучасного кліматичного обладнання виділяються кліматичні камери «Excal» компанії «CLIMATS» (Франція). В камерах цієї компанії вперше в 1987 р. було впроваджено вбудований комп'ютер.

У таких камерах проводяться випробування ущільнень, шпindelів, цапвок, кранів, манометрів, переміщачів та іншого нафтогазопромислового обладнання на працездатність в умовах низьких температур.

– *камери вологості*. Призначені для випробування працездатності та надійності обладнання в умовах підвищеної вологості оточуючого середовища та різних рівнів температур. Така камера може створювати діапазон зовнішніх температур від  $-60^{\circ}\text{C}$  до  $+150^{\circ}\text{C}$ , а також вологості від 30 до 90%.

За допомогою такої камери чи конструкцій похідних від неї проводиться випробування працездатності запірної та регулювальної апаратури, рішечів, манометричного, розподільного нафтогазопромислового обладнання в умовах різних рівнів вологості та зовнішніх температур.

– *стенд для випробування глибинних свердловинних насосів СШ-С-Н-Р-30/16-К-СУЭ*

Гідравлічний стенд *СШ-С-Н-Р-30/16-К-СУЭ* призначений для випробування циліндро-поршневих та плунжерних пар глибинних насосів типу RLA. Використовується в умовах виробничих ділянок ремонтних підприємств нафтогазовидобувного комплексу.

Пристрій приводиться в дію привідним електричним двигуном і виконаний в єдиному модулі. Він містить два гідравлічних контури. Один з них працює на мінеральному мастилі, а інший – на дизельному паливі.

Гідравлічний стенд *СШ-С-Н-Р-30/16-К-СУЭ* має наступні технічні характеристики:

1. Гідравлічний контур мінерального мастила:
  - марка мінерального мастила – Н46;
  - максимальний тиск – 8,5 МПа;
  - номінальний тиск – 7,0 МПа;
  - максимальна витрата рідини – 16  $\text{дм}^3/\text{хв}$ ;
  - ємність гідравлічного баку – 0,1...0,3  $\text{м}^3$ .
2. Гідравлічний контур дизельного палива:
  - марка рідини – дизельне паливо;

максимальний тиск перекачування – 3,0 МПа;  
номінальний пробний тиск – 25 МПа;  
максимальний тиск випробування – 30 МПа;  
максимальна прокачка рідини – 16 дм<sup>3</sup>/хв.

### 3.4 Програма проведення досліджень з обладнанням

Програма і методика випробувань (ПМ) – документ, що містить технічні дані, що підлягають перевірці при випробуванні виробів, а також порядок і методи їх контролю.

Структура документу визначається у «Программа и методика испытаний. Требования к содержанию и оформлению» і відноситься до ЄСКД.

Опис документу

ПМ виконують на формах 9 і 9а, необхідні схеми, таблиці і креслення допускається виконувати на форматах А3 за ГОСТ 2.301, при цьому основний напис і додаткові графи до неї виконують згідно з ГОСТ 2.104 (форма 1а).

Документ може розроблятися як на виріб у цілому, так і на його складові частини.

Зміст ПМ забезпечує об'єктивну оцінку якості виробу.

ПМ в загальному випадку повинна складатися з наступних розділів:

Загальні положення

Загальні вимоги до умов, забезпеченню та проведенню випробувань:

- визначаються вимоги безпеки;
- визначаються показники (характеристики) і точність їх вимірювання;
- наводяться режими випробувань виробу;
- наводяться методи випробувань і (або) вимірювань.

Звітність

Залежно від особливостей виробу та специфіки його випробувань допускається об'єднувати чи виключати окремі розділи, а також включати в неї додаткові розділи.

У процесі використання повинні бути проведені певні заходи з  
визначення результатів проведення використання. Ці заходи повинні  
включати контрольні розрахункові тести прикладу 1.1.4.

## 1.1 Аналіз впереваних результатів та визначення відповідальності для оптимізаційних конструкційних та експлуатаційних рішень.

У даній частині програми SolidWorks можна знайти функцію перевірки  
проектування до кінця бази даних, яка для цього має бути встановлена та  
використана його. Наступний приклад експерименту показує у якій  
сфері.

В процесі проектування рами кранів можна використати функцію для  
оптимізації його конструкції з використанням моделі M.F. та наступного  
експерименту.

- визначення визначення даних планів та інших даних з  
об'єктами експлуатації та інших стандартів

- побудова 3D моделей складових частин проектування відповідно до  
вимогам технологічних елементів моделі прикладу

- складання по вузлах і компонентах

- побудова та оптимізація сіток кінцевих елементів

- розміщення умов, зовнішніх навантажень і зображенням елементів

- запуск вирішальної програми

- аналіз отриманих результатів

- позначення цілей і об'єктів для моделювання

Специфічно до проектування вузла кранів можна побудувати в SolidWorks

Функції моделі складових частин

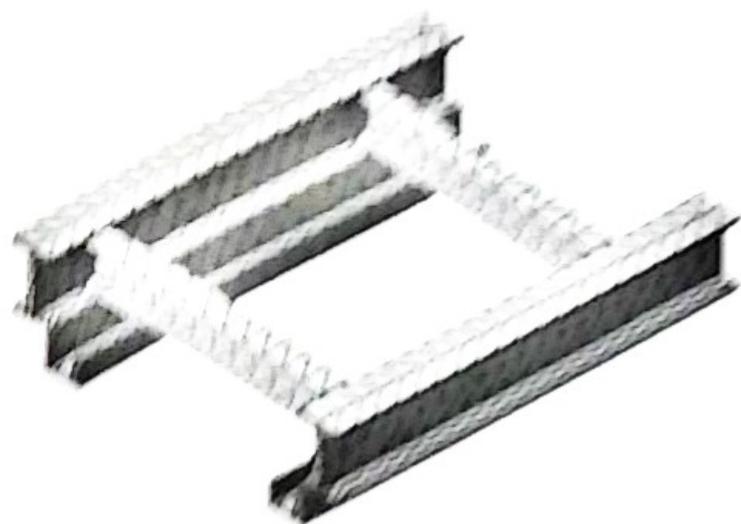


Рисунок 3.2 – Сітка кінцевих елементів для рами криволінійної

Найбільш відповідальним і затратним обчислювальним етапом створення сітки кінцевих елементів, (оскільки підвищення дискретизації об'єкта моделювання (зменшення середньої величини кінцевого елемента) збільшує час повільного розрахунку, зниження дискретизації (збільшення середньої величини кінцевого елемента) може призвести до інтерференції окремих вузлів і елементів, що викличе складнощі в запуску вирівнювальної програми). Саме для уникнення виникнення помилок, пов'язаних з виникненням інтерференції слід скористатися підвищенням дискретизації для дрібних об'єктів і об'єктів, які вкладаються в зіткненні без зазору.



Модель 2000  
 Статичний аналіз (Default)  
 Тип аналізу: Статичний аналіз деформації  
 Тип елементів: Тетра елемента Деформація

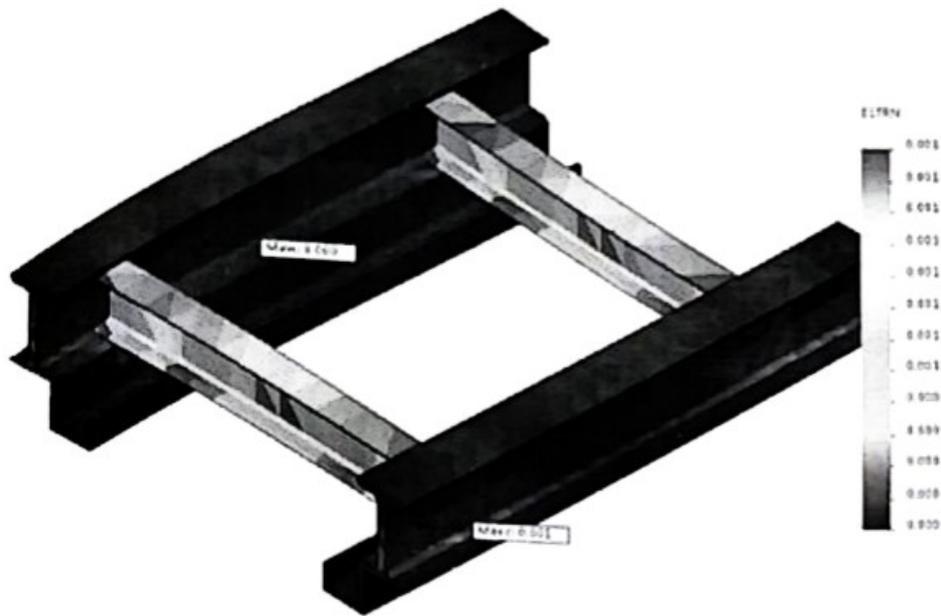


Рисунок 3.5 – Статичний аналіз деформації

Модель 2000  
 Статичний аналіз (Default)  
 Тип аналізу: Статичний аналіз напруження  
 Тип елементів: Тетра елемента Запас міцності  
 Тип матеріалу: Сталь  
 Тип навантаження: Тетра елемента Запас міцності



### 3.6 – Запас міцності рами кранблока

## Висновки

У розділі магістерської роботи було розглянуто обладнання талевої системи бурової установки. Також вибрані методи досліджень основних параметрів та типи обладнання для проведення випробувань. Розглянуто питання про оформлення дослідної документації.

За результатами проведених досліджень роботи модернізованого кронблока, які були одержані в процесі виконання дослідно-лабораторних робіт, побудовані в SolidWorks тривимірні моделі складових частин. Отримані результати вказують на можливість ефективного використання модернізованого в магістерській роботі кронблока УКБ-6-270 в складі бурової установки в процесі спорудження свердловини глибиною 4900 м.

## 4. РОЗРАХУНКИ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ

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

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

$$P_{x.k.} = \left( \frac{Q_T + P_{об}}{\beta^n - 1} \right) \cdot \beta^n \cdot (\beta - 1) \quad ; \quad (4.1)$$

де  $Q_T$  - максимальне навантаження на гаку;

$P_{об}$  - вага постійно підніманого обладнання (вага талевого блоку УТБ-5-225  $P_1=32$ кН; вага бурового гака УК-225  $P_2=29$  кН [2]); тому

$$P_{об} = 32 + 29 = 61 \text{ кН};$$

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

$n$  - кількість робочих струн талевої системи;  $n=10$

тоді

$$P_{x.k.} = \left( \frac{1977 + 61}{1,03^{10} - 1} \right) \cdot 1,03^{10} \cdot (1,03 - 1) = 214,5 \text{ кН};$$

Визначаємо необхідне розривне зусилля каната  $P_p$ , для чого задаємося коефіцієнтом запасу міцності  $K = 3 - 4$ . Приймаємо  $K = 3,5$ . Тоді

$$P_p = P_{x.k.} \cdot K = 214,5 \cdot 3,5 = 750,75 \text{ кН}$$

Виходячи із значення розривного зусилля, яке складає 750,75 кН за даними табл. III.2 [21], вибираємо канат типа ЛК-РО діаметром  $d_k = 32$  мм з металевим сердечником, який при межі міцності  $\sigma_n = 1960$  МПа має розривне зусилля 789 кН.

### 4.2 Перевірочний розрахунок талевого каната на міцність

Перевірочний розрахунок каната на міцність проводимо за наступною формулою:

$$\sigma_{\text{сум}} = \sigma_r + \sigma_z; \quad (4.2)$$

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

$$\sigma_r = \frac{P_{\text{т}}}{F}; \quad (4.3)$$

де  $F$  — площа поперечного перерізу всіх дротинок в канаті.  
 За даними табл. 38 додатка [21],  $F = 464,99 \text{ мм}^2$ .

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

$\sigma_z$  — напруження при згині.

$$\sigma_z = \frac{3}{8} E_k \frac{\delta}{D}; \quad (4.4)$$

$E_k$  — модуль пружності каната з металевим сердечником,  $E_k = 1,25 \cdot 10^5 \text{ МПа}$ ;  
 $\delta$  — 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 [21], рівний  $\delta = 2,0 \text{ мм}$

$D$  — діаметр канатного шківa або діаметр барабана лебідки. Для розрахунку необхідно брати менший діаметр (як правило, беруть діаметр шківa лебідки).  $D = D_0 = 800 \text{ мм}$

Підставивши всі значення у формулу, визначимо  $\sigma_z$ :

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

Таким чином,

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

Визначаємо коефіцієнт запасу міцності

$$K = \frac{\sigma_{\text{т}}}{\sigma_{\text{сум}}}; \quad (4.5)$$

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

Коефіцієнт запасу міцності для талевих канатів повинен бути не менше 3,

того вибраній тип каната відповідає вимоці.

### 4.3 Визначення натягу в струнах талевої системи

При підйомі колони натяг ходового кінця каната визначається по формулі:

$$P_{x.k.} = \left( \frac{Q_{кр} + P_{об}}{\beta^n - 1} \right) \cdot \beta^n (\beta - 1) \quad (4.6)$$

де  $Q_{кр}$  — максимальне навантаження на гаку,  $Q_{кр} = 1977$  кН;

$P_{об}$  — вага обладнання, що постійно піднімається. Приймемо  $P_{об} = 70$  кН;

$\beta$  — коефіцієнт опору шківів  $\beta = 1,03$ ;

$n$  — кількість робочих струн талевої системи,  $n = 10$ .

$$P_{x.k.} = \left( \frac{1977 + 70}{1,03^{10} - 1} \right) \cdot 1,03^{10} (1,03 - 1) = 239,9 \text{ кН,}$$

Визначаємо натяг нерухомого кінця талевого каната:

$$P_{н.к.} = (Q_{кр} + P_{об}) \cdot \frac{(\beta - 1)}{\beta(\beta^n - 1)} = \left( \frac{1977 + 70}{1,03^{10} - 1} \right) \cdot \frac{1,03 - 1}{1,03} = 173,3 \text{ кН,} \quad (4.7)$$

Визначимо натяг робочих струн:

$$S_1 = P_{x.k.} / \beta = 239,9 \cdot 0,97 = 232,7 \text{ кН,}$$

$$S_2 = S_1 \cdot 0,97 = 232,7 \cdot 0,97 = 225,7 \text{ кН,}$$

$$S_3 = S_2 \cdot 0,97 = 225,7 \cdot 0,97 = 219,0 \text{ кН,}$$

$$S_4 = S_3 \cdot 0,97 = 219,0 \cdot 0,97 = 212,4 \text{ кН,}$$

$$S_5 = S_4 \cdot 0,97 = 212,4 \cdot 0,97 = 206,0 \text{ кН,}$$

$$S_6 = S_5 \cdot 0,97 = 206,0 \cdot 0,97 = 199,8 \text{ кН,}$$

$$S_7 = S_6 \cdot 0,97 = 199,8 \cdot 0,97 = 193,8 \text{ кН,}$$

$$S_8 = S_7 \cdot 0,97 = 193,8 \cdot 0,97 = 188,0 \text{ кН,}$$

$$S_9 = S_8 \cdot 0,97 = 188,0 \cdot 0,97 = 182,4 \text{ кН,}$$

$$S_{10} = S_9 \cdot 0,97 = 182,4 \cdot 0,97 = 176,9 \text{ кН.}$$

Визначимо коефіцієнт корисної дії талевої системи при оснастці 5х4.

Коефіцієнт корисної дії талевої системи можна визначити по наступній

$$\eta_{\text{т.с.}} = \frac{\beta^n - 1}{n \cdot \beta^n (\beta - 1)} = \frac{1,03^{10} - 1}{12 \cdot 1,03^{10} (1,03 - 1)} = 0,85 \quad (4.8)$$

#### 4.4 Розрахунки працездатності осі кронблока

Кронблок має дві трьохблокові секції. Тому розраховувати будемо осі, на яких розташовані трьохблокові секції. Осі кронблока розглядаємо як балки, що лежать на двох опорах (рис. 4.1).

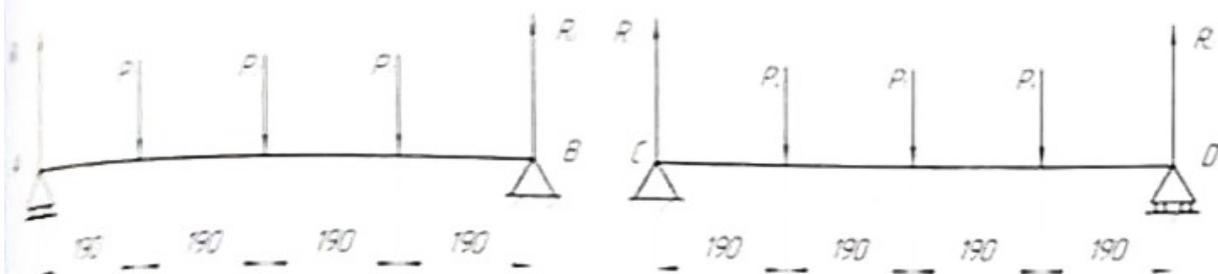


Рисунок 4.1 – Схема розподілу зусиль на осі кронблока

Визначимо зусилля, діючі на осі кронблока.

$$P_1 = P_{\text{в.к.}} + S_1 = 239,3 + 232,7 = 472 \text{ кН,}$$

$$P_2 = S_2 + S_3 = 225,7 + 219 = 444,7 \text{ кН,}$$

$$P_3 = S_4 + S_5 = 212,4 + 206 = 418,4 \text{ кН,}$$

$$P_4 = S_6 + S_7 = 199,8 + 193,8 = 393,6 \text{ кН,}$$

$$P_5 = S_8 + S_9 = 188 + 182,4 = 370,4 \text{ кН,}$$

$$P_6 = P_{\text{в.к.}} + S_{10} = 176,9 + 173,3 = 350,2 \text{ кН,}$$

Таким чином, на ліву вісь діють більші навантаження, тому для розрахунку приймаємо вісь з опорами А і В, так як вона навантажена більше

виправді

у напрямках  $x$  і  $y$  осей. Припускаємо на рис. 4 і, визначимо реакції

реакції  $R_1$  і  $R_2$

беремо суму моментів від сил відносно осей  $A$

$$\sum M_A P_i = 0 \quad (4.10)$$

$$R_2 \cdot 160 - P_1 \cdot 570 - P_2 \cdot 380 - P_3 \cdot 190 = 0$$

відси

$$R_2 = (418,4 \cdot 570 + 444,7 \cdot 380 + 472 \cdot 190) / 160 = 654,7 \text{ кН}$$

беремо суму моментів від сил відносно осей  $B$

$$\sum M_B P_i = 0 \quad (4.11)$$

$$R_1 \cdot 160 - P_1 \cdot 570 - P_2 \cdot 380 - P_3 \cdot 190 = 0$$

відси

$$R_1 = (472 \cdot 570 + 444,7 \cdot 380 + 418,4 \cdot 190) / 160 = 681 \text{ кН}$$

Визначимо внутрішні моменти

внутрішній момент в перетині осей  $A$ :

$$M_A = 0$$

внутрішній момент в перетині дії сили  $P_1$ :

$$M_{01} = R_2 \cdot 190 - 681 \cdot 0,19 = 129,4 \text{ кН}\cdot\text{м}$$

внутрішній момент в перетині дії сили  $P_2$ :

$$M_{02} = R_2 \cdot 0,38 - P_1 \cdot 0,19 - 681 \cdot 0,38 - 472 \cdot 0,19 = 169,1 \text{ кН}\cdot\text{м}$$

внутрішній момент в перетині дії сили  $P_3$ :

$$M_{03} = R_2 \cdot 0,57 - P_1 \cdot 0,38 - P_2 \cdot 0,19 - 681 \cdot 0,57 - 472 \cdot 0,38 - 466,7 \cdot 0,19 = 126,3 \text{ кН}\cdot\text{м}$$

Таким чином, максимальний внутрішній момент виникне в перетині дії сили  $P_2$

$$M_{max} = M_{02} = 169,1 \text{ кН}\cdot\text{м}$$

Визначимо напруження в ступі. Використаємо формулу для розрахунку міцності на вигин

$$\sigma_{xx} = \frac{M_{max}}{W} \quad (4.12)$$

де  $M_{max}$  — максимальний внутрішній момент, Н·м;

$W$  - осьовий момент опору,  $\text{м}^3$ .

$$W = 0,1 \cdot d^3, \quad (4.12)$$

де  $d$  - діаметр осі,  $\text{м}$ ,  $d = 0,22 \text{ м}$ .

$$\sigma_{\text{с}} = \frac{M_{\text{max}}}{0,1d^3} = \frac{169100}{0,1 \cdot 0,22^3} = 158,8 \text{ МПа}$$

Знаходимо коефіцієнт запасу міцності

$$K = \frac{\sigma_{\text{от}}}{\sigma_{\text{с}}} \geq [K_{\sigma}] \quad (4.13)$$

де  $\sigma_{\text{от}}$  - межа витривалості на згин при пульсуючому циклі навантажень

$$\sigma_{\text{от}} = 0,6\sigma_{\text{н}} \quad (4.14)$$

де  $\sigma_{\text{н}}$  - межа міцності. Для сталі 40ХН  $\sigma_{\text{н}} = 882 \text{ МПа}$

$$\sigma_{\text{от}} = 0,6 \cdot 882 = 529,2 \text{ МПа.}$$

$[K_{\sigma}]$  - допустимий коефіцієнт запасу міцності по витривалості.

$$[K_{\sigma}] = 1,8..2,5.$$

$$K = 529,2 / 158,8 = 3,3,$$

$K = 4,8 > [K_{\sigma}] = 1,8..2,5$ , тобто вісь кронблока відповідає умовам міцності.

#### 4.5 Розрахунок працездатності рами кронблока

Беремо суму моментів відносно опори С (рис. 4.1) і визначасмо:

$$R_{\text{с}} = \frac{P_1 \cdot 190 + P_2 \cdot 380 + P_3 \cdot 570}{760} = \frac{393,6 \cdot 190 + 370,4 \cdot 380 + 350,2 \cdot 570}{760} = 546,3 \text{ кН.}$$

$$P = 681 + 546,3 = 1227,3 \text{ кН.}$$

Визначимо максимальний згинаючий момент:

$$M_{\text{с}} = \frac{P}{2} \cdot \frac{2}{2} = \frac{1227,3 \cdot 2}{4} = 613,7 \text{ кН} \cdot \text{м.}$$

Визначасмо напруження згину:

$$\sigma_{\text{с}} = \frac{M_{\text{с}}}{W_{\text{с}}}$$

де  $W_{\text{с}}$  - момент опору відносно осі X.

$$W_x = I_x / 29$$

де  $I_x$  – момент інерції відносно осі X.

$$I_x = I_1 + 2I_2 + 2Fa^2$$

$$F = 1,5 \cdot 13,5 = 20,25 \text{ см}^2$$

$$I_1 = 62870 \text{ см}^4$$

$$I_2 = \frac{bh^3}{12} = \frac{13,5 \cdot 1,5^3}{12} = 3,8 \text{ см}^4$$

$$a = 0,75 + 55/2 = 28,25 \text{ см}$$

$$I_x = 62870 + 2 \cdot 3,8 + 2 \cdot 20,25 \cdot 28,25^2 = 95278 \text{ см}^4$$

$$W_x = 95278 / 29 = 3280 \text{ см}^3 = 3,28 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$$

Отже

$$\sigma_{\text{ст}} = \frac{613,7}{3,28} = 187,1 \text{ МПа}$$

Для сталі Ст3, із якої виготовлено двотаврову балку

$$\sigma_{\text{ст}} = 0,6 \cdot 450 = 270 \text{ МПа}$$

$$K = \frac{\sigma_{\text{ст}}}{\sigma_{\text{ст}}} = \frac{270}{187,1} = 1,44$$

$$K \geq [K_0] \quad 1,65 > 1,44$$

Умова міцності рами кронблока виконується.

#### 4.6 Основні принципи системного підходу до вирішення проблеми підвищення працездатності деталей кронблока

Основоположним принципом та передумовою розробки рекомендацій щодо підвищення працездатності деталей кронблока є системність та комплексний характер дослідження механічних властивостей, що дозволяє логічно упорядкувати складні процеси дослідження на спільній методологічній інформаційній базі системного підходу, в основі якого лежать відомі принципи фізичності, моделювання і цілеспрямованості, що визначає основні операції й процедури системного дослідження (декомпозицію, змістовний аналіз, формалізований опис, моделювання, дослідження і вибір оптимального

варіанту). Виходячи із системного підходу, організація дослідження становить собою ієрархічну структуру таких методологічних рівнів:

- проблемний аналіз, що припускає з'ясування суттєвості проблемної ситуації та актуальності наукового завдання, визначення мети дослідження і загальну постановку задач;

- концептуальний рівень дослідження, що вміщує аналіз системного оточення, виділення з нього технологічного процесу й обґрунтування засобів його вибору, що створюють структурно-операціональний базис концепцій проведення операції вибору;

- операціональний рівень дослідження, що припускає проведення функціонально-морфологічного аналізу, визначення значень механічних властивостей та вибір за концепцією придатності кращих режимів для створення структурно-функціонального базису системного дослідження технологічного процесу на детальному рівні й розробку його математичних моделей;

- детальний рівень дослідження, що вміщує формування структурно-елементарного базису операції вибору оптимальних проектних варіантів, обґрунтування й оцінку пропозицій щодо удосконалення технологічного процесу;

- завершальний етап прийняття рішення щодо вибору оптимальних параметрів технологічного процесу, які дозволять вирішити наукове завдання.

Через недостатню кількість відомостей щодо механізму спрацювання деталей, при побудові математичної моделі обмежимося схематичним представленням об'єкту дослідження у вигляді "чорного ящика", на який впливають такі групи факторів:  $X=(X_1, X_2, X_3...X_d)$  – фактори, що контролюються та можуть цілеспрямовано змінюватися в ході дослідження;  $U=(U_1, U_2, U_3...U_m)$  – фактори, що контролюються, але не можуть цілеспрямовано змінюватися в ході експериментальних досліджень;  $Y=(Y_1, Y_2, Y_3...Y_p)$  – вихідні змінні (критерії оптимізації);  $Z=(Z_1, Z_2, Z_3...Z_n)$  – фактори, що не контролюються і не управляються.

Задача дослідження полягала в обранні значень  $X_i = x_{opt}$ , при яких  
 критерій оптимізації об'єкту  $Y$  досягає би оптимальних величин при  
 фіксованих параметрах  $T_i = const$  і  $Z_i = const$ , тобто в оптимізації функції  
 $Y = f_0(X_1 = x_{opt}, T_1 = const, Z_1 = const)$ , при  $X_{min} \leq X_i \leq X_{max}$ .

Статистичною математичною моделлю об'єкту є функція впливу  
 $Y = f(X_1, X_2, X_3, \dots, X_n, X)$ , представлені якої обмежують поліномом:

$$Y^* = b_0 + \sum_{i=1}^k b_i x_i + \sum_{i=1}^k b_{ii} x_i^2 + \sum_{i=1}^k b_{ij} x_i x_j + \sum_{i=1}^k b_{iii} x_i x_i x_i, \quad (4.15)$$

де  $Y^*$  – розрахункове значення параметру оптимізації;

$b_0, b_1, b_{ii}, b_{ij}, b_{iii}$  – вибіркові коефіцієнти, отримані методами регресійного  
 аналізу за результатами експерименту.

Математичне моделювання проводилося за такими етапами: формалізація  
 задачі, побудова плану експерименту, проведення експерименту та попередній  
 статистичний аналіз його результатів, побудова математичних моделей за  
 результатами експерименту, аналіз якості моделей, проведення розрахункового  
 експерименту з використанням побудованих моделей, формування висновків та  
 рекомендацій.

Спочатку було обрано залежні (критерій оптимізації) та незалежні  
 (фактори) змінні, визначено склад контрольованих некерованих і керованих  
 змінних, рівнів варіювання для керованих і рівнів фіксації для некерованих  
 змінних. Кількість незалежних змінних дорівнювала 6, отже, згідно з  
 рекомендаціями, необхідна кількість дослідів становила 16 варіантів.

План експерименту було згенеровано на основі ЛШ<sub>t</sub>-чисел (математичний  
 апарат яких розробив І. М. Соболев), тому що такі плани мають ряд переваг: при  
 "випаданні" одного з експериментів властивості плану погіршуються в межах,  
 що дозволяють його використовувати; ці плани одночасно є планами пошуку  
 оптимальних умов та дозволяють глибоко аналізувати досліджувану область.

ДП<sub>1</sub>-плани можна використовуватися послідовно – витрати можуть збільшуватися поступово, поєднуючи попередні результати з наступними. План експерименту будували за допомогою ППП ПРІАМ (пакет прикладних програм “Планування, регресія й аналіз моделей”). Отриманий план являє собою матрицю, кожний рядок якої містить кодовані значення (десятиковий дріб в інтервалі від 0 до 1) незалежних змінних для кожного рівня.

Переведення одержаної матриці з кодованих змінних до натуральних здійснювалося за формулою:

$$X_{ij} = X_{\min j} + Q_{ij} \times (X_{\max j} - X_{\min j}), \quad (4.16)$$

де  $X_{ij}$  – натуральне значення  $j$ -го фактору в  $i$ -му досліді;

$Q_{ij}$  – кодоване значення  $j$ -го фактору для  $i$ -го досліді;

$X_{\max j}$  ( $X_{\min j}$ ) – максимальне (мінімальне) значення  $j$ -го фактору.

У відповідності до згенерованої робочої матриці безпосередньо проводився експеримент та попередній аналіз його результатів: результати повторних дослідів, проведених у номінально однакових умовах, перевіряли на статистичну відтворюваність за  $G$  - критерієм Кохрена :

$$G = \frac{S_{\max}^2}{\sum_{i=1}^n S_i^2}, \quad (4.17)$$

де  $S_{\max}^2$  – максимальна з дисперсій;

$S_i^2$  – дисперсії, що розраховані в кожному експерименті за повторним

(дублюючим) дослідом за формулою:  $S_i^2 = \frac{\sum_{n=1}^n (Y_n - Y_i)^2}{n-1}$ , ( $n$  – кількість паралельних (дублюючих) дослідів;  $Y_n$  – значення відгуку в  $i$ -му експерименті при  $j$ -му повторенні;  $Y_i$  – середнє значення відгуку за повторними дослідями в  $i$ -му експерименті).

Отримані результати порівнювали з табличними, і якщо  $G_{\text{пр}} < G_{\text{табл}}$ , то гіпотеза про однорідність приймалася і дисперсія відтворюваності розраховувалася за формулою:  $S_{\text{відтворюваності}}^2 = \frac{\sum \sum (Y_i - \bar{Y})^2}{(n-1)N}$ .

Перед початком побудови моделі за допомогою  $F$ -критерію Фішера перевіряли належність до однієї генеральної сукупності дисперсії відносно загального середнього та дисперсії відтворюваності:

$F^{\text{пр}} = \frac{S_{\text{відтворюваності}}}{S^2} < F^{\text{табл}}$ , де  $S^2 = \frac{\sum (\bar{Y}_i - \bar{Y})^2}{N-1}$ , де  $\bar{Y}$  – загальне середнє (середнє всіх середніх за стовпцем).

Далі, за результатами експериментальних даних будували лінійну за параметрами регресійну модель (4.15): з початкової безлічі регресорів, що включають всі головні ефекти і всі взаємодії заданих типів, обирали деяку кількість, яка повинна включати пошукову структуру моделі, та за допомогою процедури покрокового регресійного аналізу визначали кінцеву структуру моделі. Розрахунок коефіцієнтів математичної моделі проводили за формулами:

$$b_0 = \frac{\sum Y_i}{n}; \quad b_1 = \frac{\sum Y_i X_{1i}}{n}; \quad b_2 = \frac{\sum X_{2i} X_{1i} Y_i}{n}. \quad (4.18...4.20)$$

Перевірку значущості коефіцієнтів регресії виконували за критерієм Стюдента: знаходили дисперсію похибки визначення коефіцієнту  $b_i$ ,  $S_{b_i}^2 = \frac{1}{N-n} S_{\text{відтворюваності}}^2$  (де  $N$  – кількість дослідів;  $n$  – кількість паралельних (дублюваних) дослідів;  $S_{\text{відтворюваності}}^2$  – дисперсія відтворюваності; далі визначали відношення абсолютного значення коефіцієнту регресії  $b_i$  до середнього квадратичного відхилення похибки його визначення:  $t_{\text{пр}} = \frac{|b_i|}{S_{b_i}}$ ) та табличне

критерію критерію  $F_{max}$ . При величому члені ступеня свободи  $f = n - 1$  та  
 обраному рівні значущості  $\alpha = 0,05$ . Якщо  $F_{calc} > F_{max}$ , то коефіцієнт  $b$ , вказаний  
 вище, при  $F_{calc} < F_{max}$ , коефіцієнт не належить до рівняння регресії.

Для прийняття рішення щодо адекватності використання моделі для  
 практичних цілей перевіряли її адекватність, інформативність та стійкість.

Адекватність перевіряли з використанням критерію Фішера.  
 Розраховували дисперсію адекватності  $S_{ad}^2 = \frac{n}{n-1} \sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_i)^2$  (де  $Y_i$  - значення  
 факторів відгуків, що розраховані для  $i$ -го досвіду за моделлю,  $Y_i$  - кількість  
 вступних коефіцієнтів у рівнянні регресії), обчислювали значення  $F$ -критерію  
 Фішера  $F_{calc} = \frac{S_{ad}^2}{S^2}$  та порівнювали його з табличним  $F_{max}$  (при визначенні  
 ступеня свободи чисельника  $f_1 = n - 1$ , знаменника  $f_2 = N(n - 1)$  й рівні  
 значущості  $\alpha = 0,05$ ). Якщо  $F_{calc} \leq F_{max}$ , то з обраною довірчою ймовірністю  
 можна сказати, що модель адекватно описує процес, що досліджувався.

Інформативність моделі оцінювали за величиною множинної  
 коефіцієнта кореляції  $R$  (коефіцієнту кореляції між експериментальними  
 значеннями відгуків й значеннями відгуків, що розраховані за моделлю),  
 величина якого для активного експерименту повинна бути не менше

0,94...0,97). Величину  $R^2$  обчислювали за формулою:  $R^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_i)^2}{\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2}$ .

Додатковою умовою є перевірка значимості коефіцієнту множинної  
 кореляції за критерієм Фішера:  $F_b = \frac{N_b}{N_b - 1} = F_{\alpha(f_b, f_{max})}$ , де  $N_b$ ,  $f_{max}$  - ступені свободи  
 для дисперсії, що пояснюється моделлю, та випадкової дисперсії відповідно.

За умови виконання даної нерівності, модель із заданим рівнем  
 значимості є інформативною. Для кількісної оцінки рівня інформативності  
 моделі також використовували критерій Бокса-Вена. Хороша модель повинна  
 мати параметр  $\gamma$  (значення  $\gamma$  відповідається з певного рівняння

...  $\frac{1}{1+z_i^2}$  ...

Для перевірки гіпотези рівності коефіцієнтів регресії ...  
 Сформулюємо нульову гіпотезу  $H_0$  та альтернативну гіпотезу  $H_1$ .  
 Для перевірки  $H_0$  використовуємо статистичну функцію  $F$ .  
 Якщо  $F > F_{\alpha}$ , то відхиляємо  $H_0$ .  
 Якщо  $F \leq F_{\alpha}$ , то не відхиляємо  $H_0$ .

$$F = \frac{MSB}{MSW} = \frac{SSB / (k-1)}{SSW / (n-k)}$$

Висновки щодо рівності коефіцієнтів регресії ...  
 Якщо  $F > F_{\alpha}$ , то відхиляємо  $H_0$ .  
 Якщо  $F \leq F_{\alpha}$ , то не відхиляємо  $H_0$ .

$$W = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left( \sum_{j=1}^k \mu_j \frac{y_i^j}{z_i} \right)^2 \quad (6.21)$$

- $n$  - кількість параметрів (об'єктів), що міняються експериментом;
- $m$  - кількість експериментів;
- $k$  - кількість об'єктів (параметрів), при якихий вимірюють експеримент.

Статистичну значущість вибіркового значення коефіцієнту регресії ...  
 перевіряли за допомогою  $F$ -критерію (критерію Фішера) в ситуації ...  
 величезні ( $n = 1$ ), яку брали з таблиці. Наближене значення  $F_{\alpha}$  ...  
 величини дорівнює  $m(n-1)W$ . При виконанні умови  $m(n-1)W > F_{\alpha}$  ...  
 при відсутності рангової залежності між значеннями параметрів ...  
 експерименту відкидається.

При оптимізації використовували метод випадкового пошуку на основі

ЛП<sub>r</sub> - рівномірно розподілених випадкових точок, тому що даний метод дозволяє знайти глобальний екстремум, а не локальний, як усі інші; із зростаючим числом ітерацій метод сходиться, що не гарантовано в інших; ефективність методу не залежить від форми поверхні відгуку; ефективність випадкового пошуку істотно залежить від "рівномірності" розподілу випадкових точок у багатовимірному одиничному кубі (у фактичному просторі), а найкращими для зондування цього простору серед відомих зараз рівномірно розподілених послідовностей є ЛП<sub>r</sub>-послідовності.

Оптимальну точку у факторному просторі знаходили за методикою. Узагальненій критерій оптимізації  $y_{r,max}$  розраховували за формулою:

$$y_{r,max} = \sqrt{\sum_{j=1}^m [1 - D_{jr}]^2 \cdot W_j^2}, \quad (4.22)$$

де  $y_{r,max}$  - значення узагальненої цільової функції для  $r$ -го досліду експерименту, яка у випадку пошуку оптимальних умов прагне до 0 ( $y_{r,max} \rightarrow 0$ ) і є оцінкою близькості цієї точки до гіпотетичного оптимального значення, що дорівнює 1;

$W_j$  - вага  $j$ -го критерію оптимізації;

$m$  - кількість критеріїв оптимізації;

$D_{jr}$  - зведене до інтервалу 0...1 значення  $j$ -го критерію оптимізації у  $r$ -му досліді експерименту; коли метою  $j$ -го критерію оптимізації є МІНІМУМ обчислюють за формулою  $D_{jr} = 1 + \frac{y_{j,max} - y_{jr}}{y_{j,max} - y_{j,min}}$ , де  $y_{j,max}$  і  $y_{j,min}$  - відповідно максимальне та мінімальне значення  $j$ -го критерію оптимізації серед  $N$  дослідів (пробних точок).

Точка факторного простору, якій відповідало найменше значення узагальненого критерію оптимізації (якому відповідає максимальне значення  $y_{r,opt}$  ( $y_{r,opt} = 1 - y_{r,max}$ )), була оптимальною, а відповідний рядок з матриці натуральних значень - рядком з оптимальними значеннями параметрів. Для

...найкращої точки використовували функцію ПППІ ПРІАМ  
"Багатопараметрична оптимізація". Навколо найкращої отриманої точки  
...перевірочний експеримент (3...4 досліди).

### Висновки

Проведені розрахунки в даному розділі магістерської роботи  
...підтверджують ефективність технічного рішення з модернізації кронблока, т. як  
...отримані коефіцієнти запасу міцності більші допустимих. Розроблені основні  
...принципи системного підходу до вирішення проблеми підвищення  
...надійності деталей кронблока з використанням методики математичного  
...модельювання дозволяють провести експериментальні дослідження кронблока.

## 5. МОНТАЖ І ЕКСПЛУАТАЦІЯ ОБЛАДНАННЯ

### 5.1 Організаційно-технічні заходи з монтажу обладнання

#### 5.1.1 Підготовчі роботи перед монтажем обладнання

Монтажним роботам бурової установки НБО-3Д, яка вибрана для спорудження проєктованої свердловини глибиною 4900 м, передують наступні підготовчі роботи. Земельна ділянка під бурову (будівельний майданчик) відведена в установленому порядку організації-будівельникові (Полтавському відділенню бурових робіт).

Із поверхні будівельного майданчика зрізають родючий шар і переміщують його за межі будівельного майданчика для складування й наступного (після демонтажу бурової) використання з метою відновлення (рекультивациї) земель. Для цієї мети використовують бульдозери. Ями під опори електропередач і привішкові споруди бурять буровою машиною, яка обладнана на шасі автомобіля. Траншеї, котловани і ями під фундаменти риють екскаваторами.

Потім проводяться наступні роботи [35]:

- будівництво під'їзного шляху, передбаченого проєктом;
- обваловка від стічних вод;
- лінія енергозабезпечення;
- підземні комунікації (водопровід, фундаменти під обладнання);
- до початку монтажу повинні бути закінчені наступні підготовчі роботи:

- 1) планування площадки;
- 2) визначені межі земельної ділянки;
- 3) територія земельної ділянки очищена від кущів;
- 4) на магістральних дорогах встановлені дорожні знаки, які вказують

напрямок руху до бурової.

- розбивку майданчика для бурової установки необхідно проводити таким чином, щоб схил місцевості забезпечував рух стічних вод в сторону шламового амбару, а також з урахуванням рози вітрів. Напрямок факельних

підій вибирається в сторону від прилеглих комунікацій (доріг, ЛЕП та ін.) і виключених пунктів.

На підготовленій будівельній площадці вибирають напрямок прийомних котлів, приступають до розбивання і утворення фундаментів і їх спорудженню [2]. Для монтажу бурового обладнання використовуємо фундаменти із готових міцкобетонних блоків, які можна використовувати багаторазово. Для таких фундаментів риємо котлован, у який насипаємо піщану подушку і на неї укладаємо відповідні фундаментні блоки. Для витягування блоків за допомогою крана вони мають спеціальні петлі із пруткового заліза.

### 5.1.2 Монтаж обладнання

При монтажі бурової установки НБО-3Д спочатку збирається баштова вежа ВБ-53х320 за допомогою підйомника методом "зверху-вниз", коли спочатку збирається верхня секція, а в останню чергу – нижня.

При монтажі веж баштового типу кронблок піднімається разом із вежею. На вежі кронблок повинен бути вивірений за рівнем, відцентрований і прикріплений до підкронблокових балок болтами або хомутами, які встановлюються по кутах рами.

Перед оснащенням талевої системи талевий блок піднімається на основу вежі за допомогою крана, укладається перед ротором і знімаються захисні кожухи. При оснащенні талевий канат підвішується (заправляється) у визначеній послідовності на шківні талевого блока і кронблока.

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 нерухомої вітки каната вибирається із таким розрахунком, щоб при опущеному на підлозі бурової талевому блоці на барабані лебідки залишилось 8-10 витків.

Із метою усунення вібрації і її шкідливих наслідків на ходовій вітці каната

встановлюється стабілізатор-заспокоювач, який є ефективним засобом для зменшення навівання каната на барабан бурової лебідки.

Стабілізатор 8 (рис. 5.1) пристосований для навівання талевого каната кріпиться в такій послідовності. До першого пояса вежі над підлогою бурової кріпляться блоки для вантажних тросів 3 і 9, а на третьому поясі над підлогою бурової підвішений блок 6 для монтажного троса. Довжина монтажного троса вибирається із таким розрахунком, щоб можна було б опустити стабілізатор для огляду й ремонту. Підвішений блок розміщується в середній площі 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 800-700 мм вище від рівня вантажних блоків і монтажний трос кріпиться до нижнього пояса вежі на підлозі бурової. До кінців вантажних тросів, що пропущені через підлогу бурової, кріпляться противаги 1, завдяки інерції яких зменшуються коливання ходової вітки каната і забезпечується правильне навівання каната на барабан. Робочий хід противаг повинен бути більшим від довжини барабана лебідки.

При аварійному гальмуванні бурової лебідки можливо утоплення ходової частини талевого каната у внутрішні шари навивки при розмотуванні талевого каната з барабана бурової лебідки при послабленні рухомої вітки талевого каната. Для розмотування послабленої ділянки талевого каната з барабана лебідки на ходову вітку талевого каната, що примикає до барабану, встановлюють затискач, корпус якого з'єднують з канатом додаткової лебідки, а корпус додаткової лебідки з'єднують із станиною бурової лебідки, далі додатковою лебідкою здійснюють підйом талевого блоку.

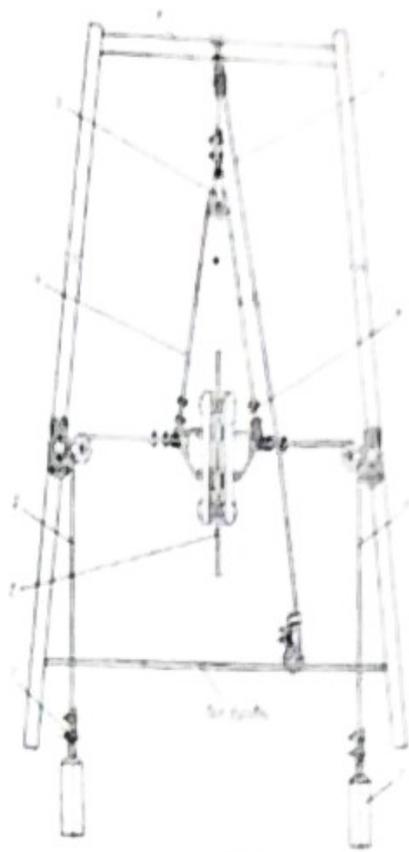


Рис. 5.1 – Схема монтажу стабілізатора талевого каната:

- 1 – протитваги; 2 – ходова вітка каната; 3, 9 – вантажні троси; 4 – підвісний трос;  
5, 6 – ролики; 7 – монтажний трос; 8 – стабілізатор

### 5.1.3 Підготовчі роботи перед експлуатацією обладнання

За допомогою бурових лебідок і талевої системи проводяться спуско-піднімальні операції, які є найбільш трудомісткими і небезпечними роботами при спорудженні свердловини. Тому незначні неполадки обладнання талевої системи можуть бути причинами серйозних аварій. Безпечна й безаварійна робота обладнання може бути забезпечена тільки за умови організації правильного та вчасного нагляду за ним і грамотної його експлуатації.

Перед пуском кронблока в експлуатацію необхідно провести технічний огляд і перевірку технічного стану обсягом, який указаний у таблиці із перевіркою стану зварних швів рами. Всі помічені неполадки повинні бути усунені.

Таблиця 3.1. Перелік параметрів перевірки технічного стану ерибачка  
 АББ 3/М

Маса (перевіряти) Маса: не менше ніж назначена	Технічні параметри Нормативні параметри повинні бути вказані в технічній ДІА ДІМ 3/М
Діаметр обертових частин	Швидкість обертання в обох напрямках без навантаження і навантаження, при цьому з'являється певний пух перевищує
Температура обертуючих частин ерибачка	Не більше ніж 70 °С
Швидкість прискорення обертуючих частин	Розриваний профіль не більше ніж і шкряпаві частини в продовжж 5-10 мм
Швидкість прискорення обертуючих частин	Усі частини і частини повинні бути встановлені, зашліфтовані та шліфувати
Швидкість прискорення обертуючих частин	Розриваний профіль не більше ніж 0,5 мм. Максимальний шкряпаві частини без переточки 3-4 мм, після переточки до 2 мм на сторону.

Перед пуском ерибачка в експлуатацію необхідно перевірити:

- дієвість провертання шкряпаві частин та ерибачка;
- дієвість підключення бокових кожухів і відсутність у них пошкоджень;
- дієвість обертання ерибачка в обох напрямках;
- дієвість підключення та шліфування зашліфувача ерибачка;
- наявність кріплення гайок і болтів від самовідкручування;
- наявність підшипників шкряпаві частин та підшипників ерибачка.

Всі виявлені несправності повинні бути усунуті до пуску обладнання талової  
 машини в роботу.

#### 5.1.4 Розрахунок чисельності монтажної бригади

Кількість основних робітників для монтажу бурової установки  
 визначають за професіями, виходячи з трудомісткості річної програми по  
 видах робіт [16, 29]:

$$n = \frac{\sum T}{T_{\text{ч}} \cdot z \cdot k} \quad (5.1)$$

$\sum T$  - сумарна трудомісткість річної програми монтажу бурової установки НБО-ЗД;

$F_{Д.Р.}$  - дійсний фонд часу одного робітника, год.

$k$  - коефіцієнт використання робочого часу робітника.

Дійсний фонд часу одного робітника розраховуємо, виходячи з нормативного фонду часу, за формулою [29]:

$$F_{Д.Р.} = F_{Д.Р.}^{норм} - (0,12 \cdot F_{Д.Р.}^{норм}), \quad (5.2)$$

де  $F_{Д.Р.}^{норм}$  - нормативний дійсний фонд часу одного робітника, год.;

0,12 - витрати часу при 24-денній відсутності, які складають 12%.

Нормативний дійсний фонд часу одного робітника визначимо за формулою

$$F_{Д.Р.}^{норм} = (D_k - D_n - D_{сн} - D_{свн}) * 40/5 + D_{свн} * 7, \quad (5.3)$$

де  $D_k$  - кількість календарних днів у році,  $D_k = 365$  днів;

$D_n$  - кількість вихідних днів у році,  $D_n = 104$  дні;

$D_{сн}$  - кількість святкових днів у році,  $D_{сн} = 10$  днів;

$D_{свн}$  - кількість передсвяткових днів у році,  $D_{свн} = 8$  днів;

$D_r$  - кількість робочих годин у тижні;  $D_r = 40$  год.;

$D_{дн}$  - кількість робочих днів в тиждень;  $D_{дн} = 5$  год.;

$T_{св}$  - кількість робочих годин у передсвяткові дні;  $T_{св} = 8$  год.

$$F_{Д.Р.}^{норм} = (365 - 104 - 10 - 8) * 40 / 5 + 8 * 7 = 2000 \text{ год.}$$

Тоді  $F_{Д.Р.} = 2000 - (0,12 * 2000) = 1760 \text{ год.}$

Для визначення трудомісткості виконання монтажу бурової установки НБО-ЗД використовуємо норми часу на її крупноблоковий монтаж [39], розроблені нормативно-аналітичним центром Національної акціонерної компанії "Нафтогаз України" згідно таблиці 5.2.

Таблиця 5.2 – Норми часу на монтаж бурової установки НБО-3Д

№ п/п	Зміст робіт	Норма часу, год
1	2	3
1	Підготовчі роботи	2066,96
2	Монтаж вишково-лебідкового блоку	488,0
3	Монтаж приводного блоку	145,8
4	Монтаж насосного блоку	143,5
5	Монтаж блоку приготування глинистого розчину	83,0
6	Монтаж зовнішньої частини ПВО	123,01
7	Монтаж маніфольда циркуляційної системи	303,89
8	Монтаж доливної ємності	41,3
9	Монтаж водяної ємності	10,6
10	Монтаж блоку рідких хімреагентів	19,54
11	Монтаж блоку допоміжного обладнання	27,4
12	Монтаж приймального моста	83,6
13	Монтаж енергообладнання	28,6
14	Установка запасних ємностей	24,0
15	Монтаж пневмосистеми	42,1
16	Монтаж трубопроводів	182,71
17	Електромонтажні роботи	825,08
18	Заключні роботи	71,95
	Всього:	4740,14

Монтаж бурової установки НБО-3Д проводиться на протязі приблизно 1-го місяця, тоді дійсний фонд часу одного робітника буде дорівнювати

$$F_{др} = 1760 : 12 = 146,6 \text{ год.}$$

Тоді кількість основних робітників по даному виду робіт буде рівна:

$$R = \frac{4740,14}{146,6} = 32 \text{ чол.}$$

Отже, для проведення монтажних робіт бурової установки НБО-3Д необхідно 32 робітники.

Таблиця 5.3 – Склад бригади при виконанні монтажних робіт бурової установки НБО-3Д

Професії робітників	Розряд	Кількісний склад
Бригадир	VI	1
Вишкоомонтажник	VI	2
Вишкоомонтажник	V	6
Вишкоомонтажник	IV	4
Вишкоомонтажник	III	5
Вишкоомонтажник	II	2
Вишкоомонтажник-зварювальник	VI	2
Вишкоомонтажник-зварювальник	IV	4
Вишкоомонтажник-електромонтер	V	3
Вишкоомонтажник-електромонтер	IV	3
Разом		32

## 5.2 Експлуатація та ремонт обладнання

### 5.2.1 План – графік планово – попереджувальних ремонтів

Система ППР передбачає чітке планування термінів і обсягів усіх робіт з обслуговування і ремонту. Базуючи на затвердженій структурі і періодичності ремонтних робіт для кожного виду устаткування й інтенсивності його використання, служба головного механіка підприємства складає річний у помісячному розрізі план–графік обслуговування і ремонту машин, або частіше

середньорічний план ремонту й оперативні графіки технічного обслуговування.

Виконувана при періодичному обслуговуванні ревізія машин використовується для нагромадження даних до наступного ремонту – дані ревізії ретельно заносяться в експлуатаційний журнал машини і є базою для складання дефектної відомості на ремонт машини. Базуючи на даних експлуатаційних журналів, можна передбачати обсяг майбутнього ремонту і підготуватися до нього багато раніше розбирання і дефектовки машини. Оскільки система ППР передбачає при чіткому виконанні термінів ремонту обсяг виконуваних робіт у залежності від фактичного стану машин, значення ревізії і дефектної відомості очевидне.

План-графік ремонту обладнання, що підлягає контролеві, що складається окремо, повинний бути ув'язаний з основним планом.

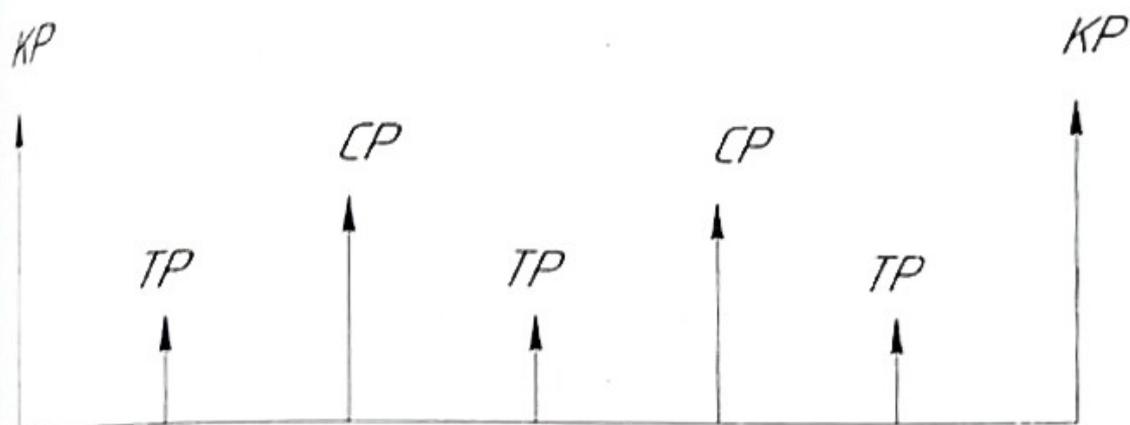


Рис. 5.2 – Структура ремонтного циклу:

KP – капітальний ремонт; CP – середній ремонт; TP – текучий ремонт

При складанні плану важливо витримати встановлені міжремонтні періоди і забезпечити досить рівномірне помісячне завантаження ремонтної бази і бригад поточного ремонту машин. Для цього роботи кожного місяця розподіляються в одиницях складності ремонту, що дуже зручно для оцінки загальної трудомісткості плану.

При складанні плану-графіка ремонту всього обладнання підприємства можливості до маневрування завантаженням незрівнянно більше, допускається зміна термінів ремонту в межах 10–15% у залежності від стану машини. Крім

... рівності...  
... для...  
... план...

... план...  
... матеріалів...  
... цін...

... план...  
... фондів...  
... працівників...  
... витрати...

... план...  
... очевидні...  
... практиці...  
... резервів...  
... мінімуму...

### 5.2.2 Типовий приклад результату

Фізична доступність (ресурс) машин залежить від часу...  
... параметрів...  
... параметру...

Для виконання ремонту деталей за допомогою цього способу необхідно мати відповідні умови та обладнання.

Для виконання ремонту деталей за допомогою цього способу необхідно мати відповідні умови та обладнання.

- 1. Організація ремонту деталей за допомогою цього способу.
- 2. планування робіт з ремонту.
- 3. технічну підготовку.
- 4. використання спеціальних засобів ремонту.
- 5. документація.
- 6. способи ремонту деталей.

### 1. Спосіб додаткових ремонтних деталей

Цей спосіб полягає у використанні додаткових ремонтних деталей замість основних. Більшості деталей на машині заміщують основні деталі, перебіваючи нових деталей. Замість основних деталей використовують ремонтні деталі, які виготовляють за допомогою спеціальних засобів. Ремонтні деталі повинні бути не менше 2...2,5 мм.

Недолки способу: використання спеціальних засобів.

### 2. Спосіб заміни деталей

Частина деталей, що зазнали пошкодження, заміщують за допомогою інших способів.

### 3. Ремонт деталей за допомогою тиску

Полягає у відновленні пошкоджених деталей за допомогою пластичним деформуванням за допомогою спеціальних засобів. Цей спосіб ремонту деталей тиском потрібний, щоб відновити деталі.

- 1) повинен бути запас матеріалу на зварюванні деталей, що зазнали пошкодження.
- 2) наявність достатньої пластичності деталей.
- 3) механічні властивості відновлених деталей повинні бути не менше за ремонтних деталей.
- 4) об'єкти механічної і термічної обробки повинні бути відповідними.

... не ремонту тиском не ремонтується і не ремонтується складні деталі.  
... в холодному стані.

- Вибір ремонту тиском:
- збільшення – застосовується для збільшення зовнішніх розмірів, для зменшення деталей, зменшення внутрішніх розмірів за рахунок зношення їх внутрішньої поверхні;
- зменшення – застосовується для збільшення зовнішнього розміру деталей при зношенні їх внутрішньої поверхні;
- збільшення – використовується для зменшення розміру внутрішньої поверхні деталей за рахунок зменшення розміру її зовнішньої поверхні;
- зменшення – застосовується для збільшення довжини деталі за рахунок її зношення на невеликій ділянці;
- збільшення – застосовується на виправлення методом статичних сил деталей на пресах.

Переваги ремонту деталей тиском: високі показники, відсутність потреби в витраті металу, висока якість відновлення.

Недоліки: обмежена номенклатура, необхідність в окремих випадках попереднього термічного обробітку.

Ремонт деталей зварюванням і наплавленням.

Зварюванням називається процес утворення нероз'ємного з'єднання деталей або їхніх окремих частин унаслідок міжатомної взаємодії або дії сил молекулярного зчеплення. Зварюванням з'єднують метали і неметалічні матеріали, наприклад, скло, пластмаси й ін. При зварюванні металів, за допомогою холодного зварювання, роблять місцеве нагрівання частин, що відбуваються, до переходу їхній у пластичне (зварювання тиском) або в розплавлений стан (зварювання плавленням).

На ремонтних підприємствах нафтової і газової промисловості для ремонту сталевих деталей в основному застосовують ручну електродугову і ручне газове зварювання. Для деталей з чавуна звичайно використовують

...чне газове зварювання і рідше електродугову з нагріванням усієї деталі, з місцевим нагріванням і без підігріву. Для ремонту деталей з кольорових металів застосовують ручне газове або аргонодугове зварювання.

Устаткування, використовуване при ремонті деталей зварюванням, таке ж, як і при зварюванні нових деталей.

Зварюванням з'єднують окремі частини деталей, заварюють тріщини, раковини й усувають інші дефекти.

Наплавлення — процес нанесення розплавленого металу необхідного складу на поверхню деталі, нагріту до температури плавлення. При напавленні нанесений шар металу міцно з'єднується з основним металом внаслідок утворення металевого зв'язку.

Наплавлення застосовують для відновлення розмірів деталі і додання заданих властивостей її поверхні шляхом правильного вибору хімічного складу і структури наплавленого металу.

Наплавлення є різновидом зварювання. Однак наплавочні процеси відрізняються від зварювальних. При напавленні зварювальний процес використовується для нарощування на основний метал шаруючи металу або сплаву з властивостями, що іноді відрізняються від властивостей основного металу.

У зв'язку з цим до процесу напавлення пред'являються наступні основні вимоги:

1) для забезпечення заданих фізико-механічних властивостей у наплавленому шарі процес напавлення не повинний змінювати вихідного хімічного складу і структури металу, що наноситься, тобто при напавленні частка основного металу наплавленого в шарі повинна бути мінімальною;

2) для збереження міцності деталі, що ремонтується процес напавлення не повинний змінювати її вихідного хімічного складу, структури і напруженого стану;

3) наплавлений шар повинний мати досить високу міцність зчленення з основним металом.

Маса наплавленого металу значайно незначна стосовно маси основного металу, тому що в деталі зношується, як правило, невеликий шар, якому необхідно відновити або створити більш зносостійкий шар. Процес наплавлення відрізняється високою економічністю.

Наплавлення є розповсюдженим способом ремонту деталей бурового і газонафтопромислового обладнання, таких як вали, зубчасті колеса, муфти, шпінделі, клапани і штоки бурових насосів і інші деталі.

### 5. Ремонт пайкою.

Пайкою називається процес утворення нерот'ємного з'єднання нагрітих поверхонь металу, що знаходяться у твердому стані, за допомогою розплавлених сплавів (припоїв), що мають меншу температуру плавлення в порівнянні з температурою плавлення основного металу. Розплавлений припій вливається в зазор між поверхнями, що з'єднуються, і міцно з'єднує їх після остигання.

У якості припоїв використовуються метали і сплави, що володіють здатністю добре змочувати поверхні, що з'єднуються. Пайка поділяється на низькотемпературну, при якій нагрівши в місці контакту матеріалів, що з'єднуються, і припоє не перевищує  $450\text{ }^{\circ}\text{C}$ , і високотемпературну. Для низькотемпературної пайки широко застосовуються олов'янисто-свинцеві припої марок ПОС-30, ПОС-40, ПОС-50, ПОС-61 і інші з температурою плавлення  $220 - 280\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Ці припої використовують для невідновідальних з'єднань, що працюють при невисоких температурах. Межа міцності на розтягання таких з'єднань дорівнює  $2,8 - 3,2\text{ кгс/мм}^2$ .

Процес пайки містить у собі підготовку поверхонь, що з'єднуються, їх прогрівають до температури, близької до температури плавлення припоє, розплавлюють і наносять рідкий припій на поверхні, що з'єднуються, і заповнюють їм робочий шов.

Пайкові з'єднання застосовують для ремонту деталей, що мають механічні пошкодження, і найчастіше для усунення тріщин.

### 6. Ремонт деталей полімерними покриттями.

Спосіб ремонту деталей полімерними покриттями полягає в нанесенні на зношену поверхню деталі.

Існують різні методи нанесення полімерів на поверхні деталей машин. Вибір методу нанесення визначається природою полімерного матеріалу, його вихідним станом при нанесенні, товщиною покриття, габаритними розмірами і формою деталі.

При нанесенні покриття з розплавів полімерів звичайно застосовують метод пресування і лиття під тиском.

Пресування здійснюється на гідравлічних або механічних пресах. Для пресування звичайно використовуються преспорошки з термореактивних полімерів, тобто таких полімерів, що при затвердінні переходять у неплавке і крихке стани.

Основні параметри процесу пресування — температура, тиск і час витримки. При підвищенні температури збільшується плинність полімеру і прискорюється протікання процесу формування покриття. Час витримки деталі під тиском залежить від швидкості нагрівання деталі, швидкості переходу полімеру у твердий і неплавкий стан і форми деталі. Режими пресування звичайно встановлюють дослідним шляхом.

#### Ремонт деталей із застосуванням клейових з'єднань.

Склеювання металів засноване на здатності деяких неметалічних матеріалів утворювати досить міцні зв'язки з металом. Клеї для металів звичайно готують на основі термореактивних або термопластичних полімерів, що після затвердіння мають досить високу механічну міцність і гарним зчепленням з металами.

Клеї на основі термореактивних полімерів дозволяють одержувати міцні і теплостійкі з'єднання. Стосовно теплового впливу вони є необоротними системами. Клеї цієї групи застосовують у силових металоконструкціях.

Клеї на основі термопластичних полімерів мають меншу міцність і більш низькою теплостійкістю. З підвищенням температури подібний клейовий шар розм'якшується і склеєні поверхні роз'єднуються. Застосовують них для

клеєвих конструкцій, що працюють при невисоких температурах.

Клеї можуть бути однокомпонентними і багатоконпонентними. Однокомпонентні клеї готують на хімічному підприємстві і поставляють в готовому вигляді, багатоконпонентні — готують перед вжитком.

Фізико-механічні властивості клейових з'єднань металів істотно залежать від якості технології склеювання.

Основними операціями процесу склеювання є:

- 1) підготовка металевих поверхонь до склеювання;
- 2) готування клейового складу;
- 3) нанесення клею на поверхню (спосіб нанесення клею, його кількість і швидкість підсушування нанесеного клею перед з'єднанням поверхонь);
- 4) затвердіння клейового шару (тривалість витримки, температура і тиск у процесі затвердіння).

З механічних методів знайшли застосування:

- 1) очищення ручними інструментами (шкребками, абразивним колом, металевими щітками, абразивною шкуркою);
- 2) піскоструминна, дробоструминна і гідропіскоструминна обробки;
- 3) очищення дисковими дротовими щітками.

### 5.2.3 Умови експлуатації та аналіз діючих навантажень

Після монтажу системи необхідно перевірити надійність кріплення всіх з'єднань; упевнившись в тому, що всі шківи вільно обертаються; перевірити наявність мастила; встановити захисні кожухи. Для захисту шківів, що обертаються і виключення зіскакування каната на рамі шарнірно укріплюють кожухи. З метою зменшення габаритних розмірів талевих блоків незалежно від вантажопідйомності виконують двохопорними. На корпусі талевого блоку повинно бути вказана його допустима вантажопідйомність. Конструкція талевого блоку повинна забезпечувати рівномірне розподілення навантаження на підвішені до нього штрипи. Зазори між кожухом і ребордами шківів

...блоку повинні бути не більше 0,25 діаметра каната. Для забезпечення безпеки талевого блоку з гаком або автоматичним елеватором при розміщенні без навантаження центр його тяжіння повинен бути розташований над осі канатних шківів.

В процесі роботи:

- 1) слідкувати за температурою нагріву підшипника;
- 2) при зношенні канавок шківів необхідно замінити, а при нерівномірному зносі переставити на  $180^{\circ}$ ;
- 3) при зношуванні талевого каната необхідно його перепустити.

### 5.3 Охорона праці при монтажі та експлуатації обладнання

#### 5.3.1 Аналіз шкідливих і небезпечних факторів, які виникають в процесі експлуатації обладнання

В даному розділі розглядаються потенційні шкідливі та небезпечні фактори талевої системи та розглядаються технічні і організаційні заходи по їх усуневенню.

Талева система служить для передавання тягового зусилля з барабана лебідки на піднімальний гак, на якому піднімається вантаж, і призначена для зменшення тягового зусилля на рухомому кінці каната, що намотується на барабан лебідки.

За допомогою талевої системи здійснюється підйом колони на довжину лебідки, підтримання свічок при згвинченні з колоною під час спуску.

Основні причини нещасних випадків при експлуатації обладнання доступні:

- відсутність огорожень рухомих частин бурового встаткування, їхня несправність або ж невідповідність умовам роботи;
- недоліки в змісті робочого місця;
- падіння з висоти різних предметів, залишених на площадках вежі

- неакрієними, а також деталей вежі й обшивання бурової;
- відсутність або несправність контрольно-вимірювальних приладів для спостереження за параметрами виробничого процесу;
- порушення вимог технології буріння;
- застосування небезпечних прийомів праці.

Для експлуатації талеві системи характерні механічні види небезпеки, пов'язані з підіймальними операціями вантажопідіймальними кранами та підіймальними і машинами, які спричиняються у випадку падіння вантажу, перекидання вежі, падіння талевого блоку. Причинами подібних небезпек є недостатня стійкість вежі, перевантаження, нерівномірна швидкість руху вантажу, невідповідні вантажозахоплювальні пристрої, недостатня конструктивна міцність складових частин, деталей, невідповідні умови для експлуатації.

Небезпеку являє наявність небезпечної зони вантажопідійомного обладнання, якою є простір, у якому працівники піддаються ризику щодо свого здоров'я або безпеки внаслідок переміщення вантажозахоплювального органа пристрою з вантажем чи без нього або внаслідок падіння вантажу під час його переміщення краном з урахуванням горизонтальної проекції на землю проекції переміщення найбільшого зовнішнього габариту вантажу та відстані падіння вантажу.

Шум при роботі обладнання значно перевищує допустимий рівень і пов'язаний з конструктивними особливостями обладнання та його потужністю, що може призвести до погіршення слуху, тривалої втоми, стресу, перешкоди в комунікаціях, погіршенню сприймання акустичних сигналів.

Вібрація, яка виникає при експлуатації талеві системи в зоні проведення робіт, також має високі рівні і може призвести до розладу судинної, нервової системи, порушення кровообігу, хвороби суглобів.

До небезпек організаційного характеру при експлуатації талеві системи можна віднести несподіваний пуск, перевищення швидкості обладнання,

аварії персоналу, поломки під час роботи, падіння предметів, поступальний рух обладнання, несправність системи керування, несприятливі природні фактори (вітер, сніг, ожеледиця, зледеніння), а також недостатній рівень підготовки з техніки безпеки для персоналу.

Таким чином, розглянувши талеву систему та проаналізувавши найбільш характерні види небезпек при її експлуатації, можна вважати дане обладнання дуже небезпечним для життя працівників.

### 5.3.2 Технічні рішення і пропозиції по забезпеченню безпеки експлуатації обладнання

Бурова установка повинна бути укомплектована:

- обмежувачем висоти підйому талевого блоку;
- обмежувачем допустимого навантаження на гаку;
- пристроями, що блокують, по відключенню привода бурових насосів при перевищенні тиску в нагнітальному трубопроводі на 10-15% вище максимального робочого тиску насосів для відповідної циліндрової втулки;
- станцією (приладами) контролю параметрів буріння (тип станції встановлюється замовником);
- прийомним мостом із горизонтальною ділянкою довжиною не менш 14 м, шириною – не менш 2 м і стелажамі. Забороняється укладання труб на стелажах у штабелі висотою більше 1,25 м;
- механізмами для приготування, обробки, обваження, очищення, дегазації й перемішування розчину, збору шламу і відпрацьованої рідини при бурінні;
- пристроєм для осушки повітря, подаваного в пневмосистему керування бурової установки;
- заспокоювачем ходового кінця талевого каната;
- системами обігріву робочих місць;
- пристроями, що блокують, по попередженню включення ротора

- пристосуванням (поясом) для А-подібних щогл і веж з відкритою середньою гранию, що запобігають падіння встановлюваних (установлених) на підлощі свіч;
- системою запасних і смностей, обладнаних рівнемірами й автоматичною сигналізацією рівня рідини в них;
- градуйованою мірною ємністю для контрольованого доливання в свердловини, оснащеною рівнеміром.

### 5.3.3 Техніка безпеки при експлуатації та обслуговуванні обладнання

Бурове устаткування повинно відповідати вимогам державних стандартів та інших Правил безпеки. Вимоги безпеки, що не ввійшли до складу державних стандартів, устаткуванню і технічним пристроям, установлюються технічними умовами і нормативними технічними документами Держгірпромнагляду України.

Технічні характеристики устаткування, що входить до складу бурової установки повинні відповідати класові цих установок і умовам їхньої експлуатації. Порядок придбання й комплектації бурового устаткування повинний відповідати установленим вимогам.

Вибір бурової установки в рамках робочого проекту на будівництво свердловини повинний робитися з таким розрахунком, щоб сума статичних і динамічних навантажень при спуску (підйомі) найбільш важких бурильних або обсадних колон, а також при ліквідації аварій (прихватів) не перевищувала величину параметра допустимого навантаження на гаку вибраної бурової установки. Як правило, навантаження на гаку від максимальної розрахункової маси бурильної колони і найбільшої розрахункової маси обсадних колон не повинні перевищувати відповідно 0,6 і 0,9 навантаження, що допускається, на гаку. Вибір, повинний робитися по більшому із зазначених навантажень. Вибір бурових установок повинний робитися з урахуванням

...заданих критеріїв і нормативів.

Бурові установки для буріння свердловин глибиною понад 4000 м за згодою замовника оснащуються автоматами спуско-підйомних операцій.

Бурові установки повинні оснащуватися верхнім приводом при:

- бурінні свердловин із глибини більше 4500 м;
- розкритті пластів з очікуваним вмістом у пластовому флюїді сірководню понад 6 (об'ємний) відсотків;
- наборі кута з радіусом кривизни менш 30 м у похило-направлених свердловинах;

- бурінні горизонтальної ділянки ствола свердловини довжиною більш 300 м у свердловинах глибиною по вертикалі більш 3000 м.

Освітленість бурових установок світильниками повинна забезпечувати

освітленість:

- ротора - 100 лк;
- шляхи руху талевого блоку - 30 лк;
- приміщення вишкового і насосного блоків - 75 лк;
- превенторної установки - 75 лк;
- сход, маршів, сходів, прийомного моста - 10 лк.

Верхній силовий привод повинен бути сполучений із засобами механізації спуско-підйомних операцій. Керування виконавчими механізмами з приводом силового блоку повинне здійснюватися з пульта керування, розташованого компактно з пультами керування іншим устаткуванням бурової установки (лебідкою, автоматичним ключем і ін.). Елементи верхнього привода (направляючої балки, модуль виконавчих механізмів і т.д.) не повинні створювати перешкод для ведення інших технологічних операцій.

Вантажопідйомність верхнього привода повинна відповідати вантажопідйомності бурової установки. Конструкція верхнього привода повинна передбачати наявність системи проти фонтанної арматури, датчиків положення виконавчих механізмів, швидкості обертання стовбурної частини й моменту обертання. Система проти фонтанної арматури повинна включати не

двох убудованих кульових засувок. Одна із засувок повинна бути керувана дистанційним керуванням з пульта. Робочий тиск кульових засувок повинний бути не менш гранично припустимого тиску інших елементів нагнітального трубопроводу бурової установки, а їхній прохідний переріз повинний відповідати прохідному перерізу стволової частини.

У процесі роботи повинні контролюватися:

- швидкість обертання бурильної колони;
- величина крутного моменту при згвинчуванні і бурінні;
- положення елементів трубного маніпулятора;
- положення системи протифонтаної арматури.

Для створення безпечних умов експлуатації насосної групи насоси і приміщення слід тримати в чистоті і порядку.

Бурові насоси працюють у будь-який час доби, тому насосне приміщення повинне бути освітлено.

Крім того, від різких поштовхів потоку бурового розчину, прокачаного насосом, стрілки коливаються за інерцією, перевіряються, внаслідок чого показується тиск більший, ніж фактичне. Щоб виключити знос манометрів з цих причин, застосовують запобіжники до манометрів.

При використуванні даного запобіжника ступінь компенсації коливань стрілки манометра регулюється глибиною угвинчування голки. Ступінь компенсації рекомендується регулювати так, щоб стрілка вібувала в межах свого розподілу манометра. В цьому випадку спостерігаючий за свідченнями манометра буде упевнений в роботі запобіжника і правильності свідчення тиску, що розвивається насосом.

При регулюванні ступеня компенсації коливань стрілки манометра не повинно вивинчувати голку більш, ніж на десять оборотів, щоб голка не вщовкнулась тиском рідини усередині запобіжника.

Залежно від протитиску (наприклад, при помилковому закритті пускової арматури) поршневий насос може створити тиск в нагнітальній лінії вище за його номінальний тиск, що приведе до розриву комунікації і можливого

випадків нещасних випадків. Щоб уникнути цього на нагнітальній лінії встановлюють запобіжний пристрій. Цей пристрій незалежно від його типу слід встановлювати за компенсаторами насоса, але до прохідної засувки, тобто в зоні гладженого потоку рідини.

Найпростішим є запобіжний пристрій пластинчастого типу. При виборі пластины для установки її на нагнітальному трубопроводі слід звернути увагу на тиск, вказаний на цій пластині. Він повинен бути на 25% менше тиску, відповідного позначеному в паспорті насоса при роботі його на встановлених циліндричних втулках.

При розриві пластины весь потік прокачуваної насосом рідини під великим тиском скидається через нагнітальну лінію.

Пневмокомпенсатор складається з балона, вкеля, перфорованої труби, підстави блоку пневмокомпенсатора, фланця, шпильки, прокладки ущільнювача, нагнітального трійника, кільця ущільнювача, вентилля, захисного ковпачка, шланга високого тиску і запобіжного пристрою.

При тиску на нагнітальній лінії насоса більшому, ніж тиск газу, що знаходиться всередині, промивальна рідина віджимає вкель від перфорованої труби і пневмокомпенсатор працює як повітряний ковпак. Забороняється експлуатація бурових насосів при тиску в компенсаторах нижче встановленого паспортом.

Нагнітальна лінія бурового насоса, щоб уникнути розриву від вібрації, викликаною пульсацією перекачуваної рідини, повинна бути надійно закріплена. На нагнітальних лініях бурових насосів встановлюються засувки, що відключають насоси від загальної нагнітальної лінії, якщо насос не експлуатується або ремонтується.

Щоб уникнути неугожденості дій помічник бурильника повинен пускати насос тільки по команді бурильника, заздалегідь оповістивши про це сигналом. Відключати привід насоса слід тільки в діелектричних рукавичках, знаходячись в зоні встановленої підстави.

Пускові засувки кульового типу встановлюються поблизу приймальної

При виході струменя із засувки можливе попадання бризок на обличчя або очі робочого, що може привести до неприємного відчуття, опіку або слязистої оболонки очей. Щоб уникнути цього слід застосовувати засувки з дистанційним управлінням.

Щоб уникнути розриву запобіжної пластини або трубопроводу поступово закривати пускову засувку, одночасно стежачи за показниками манометра, щоб тиск в напірній лінії підіймався поступово. Якщо буровий зв'язався на гирлі свердловини (встановилася циркуляція), пускову засувку слід закрити повністю.

В процесі експлуатації бурового насоса унаслідок абразивної дії піску, що знаходиться в буровому розчині, найбільш швидко зносяться його циліндрові штиби, поршні, штоки, клапани і сідла, що приводить до порушення нормального режиму роботи насоса і до зниження подачі бурового розчину до гирла свердловини. При цьому потрібно перевірити стан поверхні штока, а також прокладок.

Слід звернути увагу на наявність і справність показників положення засувки: «відкрито — закрито». При закритій засувці показник виходить в крайньому нижньому положенні; крайнє верхнє положення показника свідчить про повне відкриття засувки. Не можна під час зупинки насосів без необхідності (ремонті і т. д.) закривати засувки на нагнітальній лінії, оскільки згодом насос може бути пущений в хід при закритій засувці, що може викликати розриви насосів або їх обв'язування.

Необхідно також переконатися в тому, що на шлангу при нагнітанні бурового розчину не спостерігається спучувань, пошкоджень поблизу організованих наконечників і інших дефектів.

Зношені або роз'єднані штоки повинні бути видалені з насоса, оскільки вони виключають можливість створення надійного ущільнення. Підтискати ущільнення сальника штока під час роботи насоса неприпустимо, оскільки рука ущільнювача може бути притиснута до сальника. При ослабленні прокладок циліндрова втулка може виштовхнути з насоса. Подача насоса знижується,

при зниженні рівня рідини в місткостях через прийом насоса вмоктуватиметься повітря. Тому під час роботи насоса необхідно стежити за рівнем рідини в приймальних місткостях і не допускати зниження рівня до приймальної сітки вмоктуючих патрубків насоса; слід періодично оглядати і прослуховувати насос під час його роботи.

При огляді і прослуховуванні необхідно стежити за роботою клапанів і поршнів (недопустимий стукіт клапанів і поршнів); станом сальників штоків, сальників клапанів і за іншими з'єднаннями гідравлічної системи; щільним з'єднанням оглядових люків масляної ванни і камер крейцкопфів; щільним з'єднанням клапанних коробок до станини насоса; безперервним обмиванням штоків.

### Висновки

В даному розділі магістерської роботи розроблений комплекс робіт з підготовки до проведення монтажних робіт з обладнанням бурової установки НБО-3Д, яка вибрана для спорудження свердловини глибиною 4900 м, особливості проведення монтажу обладнання талевої системи, підготовчі роботи перед експлуатацією обладнання. Розрахована кількість робітників бригади для монтажу бурової установки. Згідно норм часу на монтажні роботи при спорудженні свердловини рекомендований склад бригади по монтажу обладнання – 32 робітники. Склад бригади при виконанні монтажних робіт бурової установки НБО-3Д подано в таблиці.

Розроблено умови експлуатації та аналіз діючих навантажень на обладнання талевої системи бурової установки, технологія відновлення зношених деталей. При аналізі особливостей роботи обладнання визначені основні небезпечні та шкідливі фактори, що діють на працюючих в процесі експлуатації талеві системи та розглянуті технічні засоби, що передбачаються для зменшення або усунення дії шкідливих і небезпечних виробничих факторів. Розроблені заходи з техніки безпеки при експлуатації та обслуговуванні обладнання, а також заходи з пожежної безпеки.

## ВИСНОВКИ

В магістерській роботі розроблені наступні розділи:

1. У розділі "Вибір та опис технологічного обладнання" за найбільшим навантаженням на гаку під час буріння свердловини глибиною 4900 м вибрана бурова установка НБО-3Д, за допомогою якої здійснюються технологічні операції в процесі спорудження даної свердловини. Висока якість процесу проведення спуско-піднімальних операцій суттєво залежить від ефективності налаштувань та надійності роботи агрегатів та пристроїв талевої системи бурової установки. В процесі проведення монтажно-демонтажних робіт спуск кронблока доводиться здійснювати через наголовники бурової вежі, що вимагає створення додаткової оснастки, і цим самим збільшуються матеріальні витрати, пов'язані з дублюванням несучих конструкцій кронблока і наголовника бурової вежі, що є суттєвим недоліком використовуваного кронблока.

2. В розділі "Опис технічної пропозиції" обгрунтована доцільність та економічна ефективність введення запропонованих технічних рішень з модернізації талевої системи. Суть технічного рішення з модернізації кронблока УКБ-6-270 полягає у тому, що порівняно із аналогом у модернізованому обладнанні спуско-підйомного комплексу наголовник бурової вежі додатково містить нерухому і рухому балки, остання з яких забезпечена пружними катковими опорами і з'єднана з рамою наголовника за допомогою пневмо- або гідроциліндра, а рама наголовника забезпечена напрямними пружними катковими опорами, рухома балка має фіксатори. Постачання наголовника бурової вежі нерухомою і рухомою балками дозволяє відмовитися від рами кронблока, що спрощує конструкцію, а з'єднання рухомої балки з рамою наголовника за допомогою пневмо- або гідроциліндра дає можливість здійснювати демонтаж і монтаж кронблока без його перекосів, що сприяє зниженню висоти козел і відповідно висоти спуско-підйомного комплексу бурової установки в цілому. Крім того, поліпшуються умови і зменшується час монтажу кронблока, так як не треба виготовляти додаткові спеціальні підставки



демонтажні роботи при спорудженні свердловини рекомендований склад бригади по монтажу обладнання - 32 робітники. Розроблено умови експлуатації та аналіз діючих навантажень на обладнання талеві системи бурової установки, технологія відновлення спрацьованих деталей. При аналізі особливостей роботи обладнання визначені основні небезпечні та шкідливі фактори, що діють на працівників в процесі експлуатації талеві системи та розглянуті технічні засоби, що передбачаються для зменшення або усунення дії шкідливих і небезпечних виробничих факторів. Розроблені заходи з техніки безпеки при експлуатації та обслуговуванні обладнання, а також заходи з пожежної безпеки.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Бедрій Я.І. Охорона праці: Навчальний посібник / Я.І. Бедрій та ін. – Львів: ІІНФ «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. Бушук Б.Г., Розенфельд І.М., Бубликова Н.Г., Коцаба В.І., Чепіль І.І. Нові регламенти з експлуатації бурильних і насосно-компресорних труб. *Нафтова і газова промисловість*. 2005. № 1. – С. 29 - 30.
5. Войтенко В.С. Технологія і техніка буріння: узагальнююча довідникова книга. – Львів: Центр Європи, 2012. – 708 с.
6. Вольченко Д.О. Особливості навантаження гальмівної стрічки багаторядного стрічково-колодкових гальма / Д.О. Вольченко, О.Ю. Журавльов, Д.Ю. Журавльов // Науковий вісник ІФНТУНГ - 2010. - №2(25) - С. 51 - 55.
7. Вольченко О.І. Аналітичне визначення деформації гальмівної стрічки стрічково-колодкового гальма. / О.І. Вольченко, О.Ю. Журавльов, Д.Ю. Журавльов // Матеріали III міжнародної науково-практичної конференції "Динаміка наукових досліджень – 2004" – 2004. – Т.61. – С. 14-15.
8. Vaisberg O., Vincke O., Perrin G. etc. Fatigue of drillstring: state of the art. *Oil & Gas Science and Technology*. 2002. № 1 (Vol. 57). P. 7 - 37.
9. Гандзюк М.П. Основи охорони праці – Київ: Основа, 2000. – 318 с.
10. Гнин М.М. Підвищення довговічності фрикційних вузлів у нафтогазовій галузі / М.М. Гнин, Л.І. Криштопа, С.І. Криштопа // Прикарпатський вісник НГШ. Число. – 2017. - № 1(37). – С. 267 – 275.
11. Дейнега Р., Артım В., Рачкевич Р. та ін. Урахування корозійного чинника при розрахунку довговічності деталей машин. *Вісник Тернопільського державного технічного університету* 2009. № 4. – С. 12 - 18.

12. Економіка підприємства: Навчальний посібник / Я.С. Витвицький, У.Я. Витвицька, М.О. Данилюк, А.О. Устенко, І.І. Цигилик. За ред. Я.С. Витвицького – Івано-Франківськ: ІМЕ, 2002. – 318 с.
13. Жидецький В.Ц. Практикум з охорони праці: навчальний посібник / Жидецький В. Ц., Джигирей В. С., Сторожук В. М. – Львів: Афіша, 2000. – 352 с.
14. Журавльов Д.Ю. Аналіз теплотоків шківа стрічково-колодкового гальма бурової лебідки / Д.Ю. Журавльов, О.Ю. Журавльов, Т.В. Яців, М.М. Дяк // Науковий вісник ІФНТУНГ - 2011. - №1(27) - С. 49 - 52.
15. Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища». Закон від 25.06.1991 № 1264 – XII.
16. Злобін Ю. А. Основи екології. Підручник – К. Лібра; 1998 – 246 с.
17. Івасів В.М., Рачкевич Р.В., Юрич А.Р., Юрич Л.Р. Використання пружних елементів для реалізації параметрів проектного профілю свердловини. Вісник Національного технічного університету «ХПІ». 2013. № 37 (116) – С. 112-116.
18. Івасів В.М., Артим В.І., Гладун В.В., Дейнега Р.О. Модель багаточиклового корозійно-втомного пошкодження деталей машин. *Механіка витома металів: Праці колоквиуму*. Тернопіль, 2006. – С. 198 - 203.
19. Іщенко І. І. Оцінка економічної ефективності виробництва і затрат: Навч. посіб. / Іщенко І. І., Терещенко С. П. – К.: Вища шк., 1991. – 173 с.
20. 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.
21. Карпаш О.М. Методи та засоби забезпечення робоздатності трубних колон: автореф. дис. ... докт. техн. наук. Івано-Франківськ, 1996. – 47 с.
22. Копей В.Б. Підвищення ресурсу штангової колони при видобутку парафіністих нафт: дис. ... канд. техн. наук: 05.05.12 / Івано-Франківськ, 2004.

23. Колей Б.В. Розрахунок, монтаж і експлуатація бурового обладнання. *ЮДТУНГ*, 2001 – 224 с.
24. Колей Б.В. Науково-технологічні методи комплексного підвищення ресурсу деталей нафтогазового обладнання: дис. ... д-ра техн. наук: 05.15.07 / Івано-Франківськ, 1996.
25. Костриба І.В. Основи конструювання нафтогазового обладнання: Навч. посібник. – Івано-Франківськ: Факел, 2007 – 256 с.
26. Коцкулич Я.С. Закінчування свердловин: підручник для студентів виш. навч. закладів проф. спрямування "Буріння" / Я.С. Коцкулич, О.В. Ішченко. – К.: Інтерпрес ЛТД, 2004. – 366 с.
27. Крижанівський Є.І. Мобільні установки для буріння, ремонту і обслуговування свердловин. / Є.І. Крижанівський, Ю.В. Міронов, Д.І. Романишин. – Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2003. – 209 с.
28. Крижанівський Є.І. Івасів В.М., Рачкевич Р.В. та ін. Втомна довговічність різьбових з'єднань насосно-компресорних труб в криволінійних ділянках свердловин. *Науковий вісник Національного гірничого університету* 2005, № 5. – С. 14 - 21.
29. Мартинців М.П. Розрахунок основних елементів підвісних канатних ліфто-транспортних установок. Монографія. — К.: Ясмина, 1996. - 175 с.
30. Мислюк М.А. Буріння свердловин: довідник : в 5 т. / М.А. Мислюк, І.А. Рибнич, Р.С. Яремійчук. – Київ: Інтерпрес ЛТД, 2002. Т. 2: Промивання свердловин. Відробка доліт – 2002. – 303 с.
31. Мислюк М.А. Буріння свердловин: довідник : в 5 т. / М.А. Мислюк, І.А. Рибнич, Р.С. Яремійчук. – Київ: Інтерпрес ЛТД, 2002. Т. 3: Вертикальне та скриване буріння – 2004. – 294 с.
32. Mitchell R.F. The effect of friction on initial buckling of tubing and flowlines. *SPE Drilling & Completion*. 2007. № 22 (2). – P. 112 - 118.
33. Miller T.J., Su T., Dussan E.B., Pabon J., Wicks N., Bertoldi K., Reis R.M. Buckling-induced lock-up of a slender rod injected into a horizontal cylinder. *International Journal of Solids and Structures*. 2015, vol. 72. – P. 153 - 164.

34. Мочернюк Д.Ю. Моделювання фізичних процесів на основі висначальних рівнянь / Д.Ю. Мочернюк – Нафтова і газова промисловість – 2001. – №3. – С. 12 – 14.

35. Ніколасенко А.М. Мікропроцесорні та програмні засоби автоматизації: навчальний посібник / А.М. Ніколасенко, Н.О. Міняйло. – Запоріжжя, ЗДА, 2011. – 444 с.

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

37. 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.

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

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

40. Пентюк Б.М. Основи патентознавства та інтелектуальної власності: навчальний посібник / Б.М. Пентюк, І.І. Назаренко, М.М. Вірник. – Вінниця: ВНТУ, 2007. – 195 с.

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

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

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

44. Поджаренко В.О. Опрацювання результатів вимірювань на основі концепції невизначеності: навч. посіб. / В.О. Поджаренко, О.М. Василевський, В.Ю. Кучерук. – Вінниця: ВІГТУ, 2008. – 128 с.
45. Савула С.Ф., Колодій В.Т., Харченко С.В. та ін. Оцінка впливу коливань колони насосно-компресорних труб на умови роботи різьових з'єднань. *Науковий вісник Національного Технічного Університету Нафти і Газу*: 2004. № 2 (8). – С. 116 - 125.
46. Світлицький В.М. Машини та обладнання для видобування нафти і газу: Довідковий посібник. В.М. Світлицький, С.В. Кривуля, А.М. Матвієнко, В.І. Коцаба – Харків. – КП "Міська друкарня", 2014. – 352 с.
47. Свердан П.Л. Вища математика. Математичний аналіз і теорія ймовірностей: Підручник. Київ, 2008. 450 с.
48. Типовий проект безпечної організації вишкономонтажних робіт при монтажі, демонтажі бурової установки НБО-ЗД. Загальні вимоги. – Чернігів, 2002. – 30 с.
49. Токаренко В.М. Технологія автодорожнього машинобудування і ремонт машин. Курсове проектування: – Навчальний посібник. – К: Вища шк., 1992 – 127 с.
50. Цивільна оборона / В.М. Шоботов: Навчальний посібник. – К.: Центр навч. л-ри, 2004. – 436 с.
51. Шкіца Л.Є. Забезпечення надійності труб при бурінні та експлуатації свердловин: автореф. дис. ... канд. техн. наук. Івано-Франківськ, 1996. – 24 с.
52. Харченко Є.В., Левринець В.М. Розрахунок гальмівних режимів робота підіймальної системи бурових установок// *Динаміка, міцність та проектування машин і приладів: Вісник ДУ "Львівська політехніка" № 396* – Львів: Вид-во ДУЛП, 2000. – С. 98 - 103.
53. Харченко Є.В., Левринець В.М. Розрахунок нестационарних поперечних коливань бурових вишок// *Оптимізація виробничих процесів і технічний контроль у машинобудуванні і приладобудуванні: Вісник ІУ "Львівська політехніка" № 412* – Львів: Вид-во ІУЛП, 2000. – С. 101 - 104.