

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ

«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ

імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

Інститут енергозбереження та енергоменеджменту

(повна назва інституту, факультету)

Кафедра автоматизації електротехнічних та мехатронних комплексів

(повна назва кафедри)

«На правах рукопису» УДК _____

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

_____ Бойченко С.В.

(підпис) (ініціали, прізвище)

” ”

_____ 2022 р.

МАГІСТЕРСЬКА ДИСЕРТАЦІЯ

на здобуття ступеня магістра

Спеціальність: 141 - Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

Освітня програма: Інжиніринг інтелектуальних електротехнічних та мехатронних комплексів.

на тему: Віброкавітаційний бур для буріння нафтових свердловин за технологічних умов Бугріватівського нафтового родовища

Виконав: Студент 6 курсу, групи ОА_11мп

Івчук Владислав Андрійович

(прізвище, ім'я, по батькові)(підпис)

Науковий керівник: проф., д.т.н., проф.. Шевчук Степан Прокопович

(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

Консультант «Механізація (за рекомендацією наукового керівника)

д.т.н., проф. Сліденко В.М.

Консультант «Електропостачання» (за рекомендацією наукового керівника)

к.т.н., доц. Мейта О.В.

Консультант «Розроблення стартап-проекту» к.т.н., доц. Шевчук Н.А. _____

Рецензент _____

(посада, науковий ступінь, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

(підпис)

Засвідчую, що у цій магістерській дисертації немає запозичень з праць інших авторів без відповідних посилань.

Студент _____ (підпис)

Київ – 2022 року

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

Інститут енергозбереження та енергоменеджменту
(повна назва інституту, факультету)
Кафедра автоматизації електротехнічних та мехатронних комплексів
(повна назва кафедри)

«На правах рукопису» УДК _____

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

_____ С.В. Бойченко

(підпис) (ініціали, прізвище)

” ”

_____ 2022 р.

Магістерська дисертація

на здобуття ступеня магістра

Спеціальність 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

Освітня програма: Інжиніринг інтелектуальних електротехнічних та мехатронних комплексів

З А В Д А Н Н Я

НА МАГІСТЕРСЬКУ ДИСЕРТАЦІЮ СТУДЕНТА

Івчука Владислава Андрійовича

1. Тема дисертації: **Віброкавітаційний бур для буріння нафтових свердловин за технологічних умов Бугріватівського нафтового родовища**

Науковий керівник: проф., д.т.н., проф. Шевчук Степан Прокопович

(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

затверджені наказом по університету від “___” _____ 2022 року №___

2. Строк подання студентом дисертації 14.12. 22

3. Об’єкт дослідження: процеси активації буріння нафтової свердловини

4. Предмет дослідження: процес активації турбінного буріння нафтової свердловини віброкавітаційним буром

5. Перелік питань, які потрібно розробити:

- обґрунтувати застосування і характеристики комплексу механізації та електропостачання при бурінні нафтових свердловин за технологічних умов

Бугріватівського нафтового родовища з розробкою відповідних схем (комплексу механізації – формат А1; комплексу електропостачання родовища – формат А1);

- розробити конструкцію віброкавітаційного бура з деталюванням (2 формати А1);

- обґрунтувати параметри віброкавітаційного бура та встановити основні характеристики функціонування;

- розробити стартап-впровадження результатів дисертаційних досліджень;

- підготувати презентацію дисертації та її документальне оформлення.

6.Перелік ілюстративного матеріалу:

- схеми за розділами: механізації, електропостачання (2 формати А1);

- складальне креслення та деталювання (2 формати А1).

Загальний обсяг креслень - чотири формати А1.

7.Перелік публікацій _____

8. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Найменування розділів	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
			завдання видав	завдання прийняв
1	Механізація	Сліденко В.М., проф..		
2	Електропостачання	Мейта О.В., доц.		
3	Розробка <u>віброкавітаційного бура</u>	Шевчук С.П., проф.		
4.	Встановлення характеристик та обґрунтування параметрів			
5	Стартап	Шевчук Н.Л., доц.		

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів виконання магістерської дисертації	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Механізація	15.11.21	
2	Електропостачання	20.11.21	
3	Розробка <u>віброкавітаційного бура</u>	30.11.21	
4	Встановлення характеристик та обґрунтування параметрів	10.12.21	
5	Стартап	12.12.21	

Студент _____ Івчук В.А.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Науковий керівник роботи_____ **Шевчук С.П.**
(підпис) (прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

Вступ.....	8
1 Механізація	10
1.1 Бугругатівське родовище. Основні відомості.....	10
1.3 використані способи буріння та експлуатації нафтових свердловин.....	11
1.4 Розрахунок запасів нафти у Бугругатівському родовищі.....	13
1.5 Обрахунок запасів газу на Бугругатівському родовищі.....	14
1.6 Розрахунок обсадної колони.....	14
1.7 Визначення осьового навантаження від власної ваги колони.....	14
1.8 Опис технологічного обладнання Бугругатівського родовища.....	14
1.9 Розрахунок бурильних колон.....	14
1.10 Розрахунок електричної лебідки.....	14
Висновки за розділом	16
2 Електропостачання.....	17
2.1 Характеристика умов проектування та перерозподілу електроенергії на підприємстві.....	17
2.2 Розрахунок електроосвітлення.....	20
2.3 Обчислення електричних навантажень з вибором трансформатора	20
2.4 Розрахунок та вибір трансформатора ГПП	20
2.5 Обчислення електромереж підприємства і вибір типу перерізів провідників.....	21
2.6 Розрахунок струмів КЗ.....	22
2.7 Обчислення ел-апаратів та уставки спрацювання.....	24
2.8 Основні енергопоказники Бугругатівського родовища.....	24
2.9 Шляхи Модернізації.....	27
Висновки за розділом	28
3. АНАЛІЗ НАУКОВИХ ПУБЛІКАЦІЙ ЗА ТЕМОЮ МАГІСТЕРСЬКОЇ ДИСЕРТАЦІЇ.....	29

3.1	Аналіз відомих варіантів буріння нафтових свердловин.....	29
3.2	Аналіз кавітаційних процесів.....	33
3.3	Аналіз винаходів та патентних досліджень.....	36
3.4	Відображення інформації за темою в мережі Інтернет.....	42
	Висновки за розділом	44
4.	ДОСЛІДЖЕННЯ ФУНКЦІОНУВАННЯ ВІБРОКАВІТАЦІЙНОГО БУРА	46
4.1.	Конструктивні особливості віброкавітаційного бура.....	46
4.2.	Дослідження та подальший аналіз функціонування кав-го модулю.....	49
4.3	Х-ка збільшення тиску за причиною дроселювання та вплив його на міцність корпусу шарошки.....	51
	Висновки за розділом	55
5.	Розробка стартап проекту впровадження віброкавітаційного бура.....	56
5.1.	Цілі та етапи реалізації стартап-проекту.....	56
5.2.	Роз'яснення актуальності та новизни інноваційної ідеї стартап-проекту .	56
5.3.	Аналіз конкурентного середовища стартап-проекту	57
5.4.	Обґрунтування забезпечення ресурсами проекту	60
5.5.	Основні партнери і види діяльності.....	61
5.6	Обґрунтування стартап-проекту фінансово.....	62
5.9	Цільові групи потенціального споживача.....	63
5.10	Канали збуту.....	64
5.11	Обладнання та технології бізнес-моделі проекту.....	65
	Висновки за розділом	65
	Висновки.....	68
	Список використаної літератури.....	69

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

А – ампер.

В – вольт.

Гн – генрі.

год – годин.

грн – гривні.

Гц - герц.

кВА – кіловольт-ампер.

кВАр – кіловольт-ампер реактивний

кВт – кіловат.

кг – кілограми.

кДж – кілоджоулі.

КЗ – коротке замикання.

Лм – люмен.

м – метри.

мм – міліметри.

МПа – мегапаскаль.

Н – ньютон.

Ом – оми.

рад – радіан.

с – секунд.

т – тони.

тис – тисяч.

хв – хвилини.

шт – штук.

ВСТУП

Об'єкт дослідження – процеси активації буріння нафтової свердловини

Предмет дослідження – процес активації турбінного буріння нафтової свердловини віброкавітаційним буром.

Мета роботи – обґрунтування параметрів віброкавітаційного бура та встановлення основні характеристик його функціонування.

Наукова ідея – підвищення ефективності турбінного буріння реалізується застосуванням кавітаційного модуля вихрової дії.

Задачі

1. Обґрунтувати застосування віброкавітаційного бура в комплексі механізації для турбінного буріння нафтових свердловин за технологічних умов Бугріватівського нафтового родовища.

2. Обґрунтувати комплекс електропостачання, розрахувати основні енергетичні показники та обрати захисну апаратуру.

3. Запропонувати конструкцію віброкавітаційного бура підвищеної продуктивності турбінного буріння.

4. Дослідити процес генерації кавітаційного вихрового потоку та оцінити його вплив на гірський масив.

5. Побудувати графіки залежності зміни тиску та швидкості в залежності від зміни діаметру соплових каналів.

6. Розробити СТАРТАП проект.

Актуальність теми:

Підвищення ефективності турбінного буріння застосуванням віброкавітаційного бура

Наукова новизна отриманих результатів:

- вперше встановлено характеристики впливу вихрового кавітаційного потоку на ефективність турбінного буріння;

- вперше встановлено залежності тиску та швидкості кавітаційного потоку від геометричних параметрів соплової частини бура.

Практичне застосування отриманих результатів:

Розроблений кавітаційний бур відноситься до нафтогазової області.

Метод аналітичних досліджень характерний для математичного моделювання процесів функціонування елементів конструкції гідравліки та мехатроніки.

Прогнозні припущення про розвиток об'єкту дослідження – підвищення ефективності турбінного буріння.

За виконання дії буріння турбобуром, органи, що виконують дію, понижують корисну дію за рахунок шлемів. Це вирішиться за рахунок розробленої конструкції. Завдячуючи реакт. тязі, сопла виконують корисну дію на їх розкручення, чим очищують бурові голівки та також підвищують дію на привибійну зону ділянки пласту.

Актуальною буде задача підвищення продуктивності турбінного буріння.

1 МЕХАНІЗАЦІЯ

1.1 Бугругатівське родовище. Основні відомості

Знаходиться Бугругатівське родовище у південній частині Охтирського району, на Сумщині. Конкретно місце вказане на рисунку 1.1. Поруч знаходяться населені пункти, такі як селище Бугругате Лутище, Гай Мошенка і Хутра [1].



Рисунок 1.1 – Місце розташування Бугругатівського родовища.

Поруч із Бугругатівським родовищем прокладена залізниця [2], натомість найближча залізнична станція – Охтирка. Окрім цього зовсім поруч з родовищем пролягає якісна автомагістраль з асфальтовим покриттям – вона і сполучає родовище з селом Бугругате за містом Охтирка. Автомагістраль поєднана з трасою Охтирка – Полтава.

Район, в якому знаходиться родовище, х-ся сільськогосподарською діяльністю.

Межується Бугругатівське родовище з річкою Хутра; її схили слабовиражені. Береги з низькою посадкою, висотою не вище 0,51 м. Не є

заболоченими. У більш заболочених частин берегів на глибині 8-10 м зустрічаються ґрунтові води, та тільки в низинах балок.

Що стосується географічного розташування, то активна зона родовища знаходиться поруч з річкою Ворскла, навколо території переважно рівнинний рельєф з висотою поверхні в межах 120-165 метрів над рівнем моря.

Для підвален усіх споруд є суглини лісовидні, щільність яких складає $1 - 1,8 \text{ т/м}^3$, а їх коеф. Фільтрації варіюється від 10^{-5} до 10^{-6} см/с . Корозійність в них – середня. Питома ел-провідність ґрунтів на поверхні не постійна і варіюється від 35,3 до 51 Ом $\cdot$ М.

Клімат помірний континентальний, в загальному температура повітря в липні тут досягає $+19,0 \text{ }^\circ\text{C}$, а в січні – найхолодніший порі цього регіону – мінус $7,2 \text{ }^\circ\text{C}$. Середньорічна к-ть опадів в Охтирському районі складає близько 580,6 мм.

Інформація по гео- логічній та –фізичній х-ці родовища (розділ 1.2) винесено в додатки як ДОДАТОК А1.

1.3. Використані способи буріння та експлуатації нафтових свердловин

На Бугругатівському родовищі провели як розвідку, так і розробку. Дослідна експлуатація розвід. свердловин проведена із застосуванням випереджувальних видобувних нафтових свердловин з метою вирішити задачі розвідки.

Буріння виконано методом обертотримим з заданої поверхні. Установки, що використовуються на Бугругатівському родовищі, забезпечують роторний тип буріння свердловин. Для цього буровий ротор обертається (ріжучий орган – долото та передавальний орган – бурильної труби з додатковими приладами, що слугують для калібрації, задля розширень додаткових дій у свердловинах). Генератором утворюється електрична енергія, яка переходить далі у механічну (також може утворюватись двигуном внутрішнього згоряння), яка передається на обертаючий на заданій поверхні ротора, від якого через квадратну трубку і колону, з'єднаних послідовно спец. бурових труб, йде до долота (ріжачого органа). У той же час

промивочна рідина йде по колоні бурових труб від насосу високого тиску. Вона – охолоджуючи долото – проводить руйнування порід та вивільняє її на поверхню.

Існує також додатковий метод, бо ж підземна структура Бугругатівського родовища виконана з порушеннями земної кори на тектонічному рівні. За цим способом застосовується електробур, що знаходиться над ріжучим інструментом та допомагає йому в обертанні. Попри все, відсутня можливість обертатись всій колоні труб для буріння, однак промивка і охолодження в 2х варіантах застосування буріння проводиться аналогічно.

Для того аби була можливість забезпечити високий темп розробки покладів нафти, виконується величезний спектр методів підтримки пластового тиску. Метод заводнення є головним із способів штучного впливу на поклади нафти. Він полягає у вкачуванні теплоносіїв (таких як гаряча вода чи перегріта пара). Ще існують окремо розділені фази цих копалин у 1 пастці. Густина пластової води у будь-яких умовах значно більша за густину нафти; саме тому вода знаходиться у прошарку пласту поближче. Нижче – в таблиці 1.1 – наведено більш детально інформацію про запаси нафти Бугругатівського родовища; стан фонду нафтових свердловин по Бугругатівському родовищу наведений вже у таблиці 1.2.

Таблиця 1.1 – Стан фонду свердловин Бугруватівського нафтового родовища.

Фонд свердловин	Характеристика фонду свердловин	Кількість
Видобувні	Пробурено, в тому числі:	112
	діючі:	75
	з них фонтан	23 (2 в без дії)
	ЕВН	2
	ШГН	52 (5 в без дії)
	газліфт	-
	не діючі:	8
	в освоєнні після буріння	1
	в консервації	1
	переведені під закачку	
	переведені в інші категорії (П'єзометричні)	1
Нагнітальні	переведені з діючих всього, в тому числі:	10
	під закачкою	9
	не діючі:	1
	в консервації	-
Ліквідовані		15

1.4 Обчислення запасів нафти у Бугругатівському родовищі

В обчисленнях, що наведені в Додатку А2, було обчислено запаси нафти на родовищі.

1.5. Обрахунок запасів газу на Бугругатівському родовищі

В обчисленнях, що наведені в Додатку А3, було обчислено запаси газу на родовищі.

1.6 Розрахунок обсадної колони

Обчислення по обсадній колонії проведені з урахуванням максимальних значень надл. зовн. і внут. тиску в стовбурі, а також осьового навантаження і занесені до Додатку А4.

1.7 Розрахунок та визначення осьового навантаження від власної ваги колони

Обчислення з подальшим визначенням осьового навантаження занесено до Додатку А5.

1.8 Опис технологічного обладнання Бугругатівського нафтового родовища

Опис обладнання, а також технічні х-ки «УРАЛМАШ-3Д» винесені у додатки як ДОДАТОК А6

1.9 Розрахунок бурильних колон

Обчислення бурильних колон, а також число зносових відмов, що також обчислені у розділі, винесено у додатки як ДОДАТОК А7.

1.10 Розрахунок електричної лебідки

Оптимальна підйомність вантажів лебідки обрахується:

$$Q = \frac{4 \cdot \sqrt{H} + \theta}{3600} g_{4\Gamma} = \frac{4 \cdot \sqrt{228} + 8}{3600} \cdot 333 \cdot 9,8 = 62 \text{ кН},$$

де H – висота підйому, $\theta = 8 \dots 10 \text{ с}$ – тривалість паузи.

Обчислення ведуться для 1-го скіпу.

Обчислення і вибір підйомного канату.

За глибини < 600m;

$$p = \frac{Q_0}{\frac{\sigma_T \cdot 10^6}{z' \cdot 9 \cdot 10^4} - H_0} = \frac{116000}{\frac{1800 \cdot 10^6}{6.5 \cdot 9 \cdot 10^4} - 242} = 41 \text{ Н/м.}$$

де $Q_0 = Q_C + Q_B = 53 + 63 = 116 \text{ кН}$ – кінцевий вантаж ; σ_T – тимчасовий опір розриву дротів канату, МПа; для вертикальних установок приймається $\sigma_T = 1600 \dots 1800 \text{ МПа}$; $z' = 6.5$ – запас міцності канату, приймається за ПБ;

H_0 – довжина звисання канату:

$$H_0 = h_{зб} + H_{м} + h_{к} = 20 + 190 + 32 = 242 \text{ м.}$$

Обираємо канат **ЛК-РО** з параметрами $d_k = 39,5 \text{ мм}$, погонною вагою 1м каната – $p = 60,80 \text{ Н/м}$, $Q_{з.кат} = 879 \text{ кН}$.

Обраний за варіантами підйомний канат треба перевірити на фактичний запас його міцності формульно:

$$z_{\phi} = \frac{Q_z}{Q_0 + p \cdot H_0} \geq z',$$

де Q_z – сумарне розривне зусилля всіх дротів канату, Н;

p – Н/м – погонна вага вибраного за каталогом канату;

$$z_{\phi} = \frac{879000}{116000 + 60,80 \cdot 242} = 6.72 \geq 6.5.$$

Обчислення та вибір головних розмірів лебідки навивання.

Циліндричні машини. Розрахунковий діаметр лебідки:

$$D_6 = 80 d_k = 19 \cdot 39,5 = 3160 \text{ мм.}$$

Ширина одного барабана лебідки обчислюється по формулі:

$$B = \left(\frac{H + l_p}{\pi \cdot D_B} + n_{TP} \right) \cdot (d_K + \xi) = \left(\frac{228 + 30}{3.14 \cdot 3.5} + 3 \right) \cdot (39.5 + 3) \approx 1125 \text{ мм} \approx 1.125 \text{ м},$$

де $l_p = 30 \dots 40 \text{ м}$ - резервна довжина каната; $n_{TP} = 3$ - витки тертя;

$\xi = 2-3 \text{ мм}$ – щілина між витками.

ВИСНОВКИ

Бугругатівське нафтове родовище пов'язане із групою бранхіантиклінальних складок, що порушені скидами з амплітудою від 30 метрів до 250 метрів. Вони є генетично пов'язані і з рухами блоків у фундаменті, і з переміщенням мас солі. Габарити структур у візейських відкладах варіюються від 4,5 на 3,7 кілометрів до тринадцяти кілометрів на 0,75 кілометрів.

Здійсненими роботами встановлена продуктивність горизонтів на візейському (В14, В16, В17, В18, В20, В21, В22), турнейському (Т1) ярусах нижнього карбону та фаменського (Д9) яруса верхнього девону на глибинах між 3234 та 3984 метрами.

У даному розділі нами було проведено обчислення на міцність вала бура КТДЗ10; в результаті обчислень напруження задовольняє граничні допустимі значення $\sigma_{доп} \leq 110 \text{ МПа}$, також бурильні труби на напруження стиснення $\sigma_{сж} = 7,66 \text{ МПа}$ та розтягнення $\sigma_{р} = 749 \text{ МПа}$, а також обчислення витрат і числа зносових відмов. Отже, для труб це число досягає 1136-ти, для замків – 1137. Для муфт це число дорівнює 4927.

За розрахунком лебідки було обрано канат ЛК_Р0.

2 ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ

2.1 Характеристика умов проєктування та перерозподілу електроенергії на підприємстві

Тер-я Бугругатівського нафтового родовища розташована в Сумській області (рис 1.1), а саме в Охтирському р-ні, в 11-ти кілометрах в напрямку півдня від р-го центру. Найближче від родовища знах-ся села Лутишче, Хутрове, Бугруватее, Гай Мошенка. Бугругатівське нафтове родовище під'єднано до 2х висок-них ліній, а далі – з трансформаторів – напруга понижується до 6кВ. II лінії йдуть до РП; звідси напруга йде окремо на насоси нафти і води. Високовольтні споживачі, зображені на схемі, живляться напругою у шість кілоВольт, низьковольтні ж живляться від чотирьох десятих кілоВольт. Бугругатівське родовище – це доволі габаритне нафтове родовище, бо ж має при собі понад 130 постійних робітників (за офіційними даними на 2014й рік), працює підприємство 7000 годин на рік [8].

Таблиця 2.1 – Споживачі на підприємстві.

Споживачі електроенергії	К-ть споживачів, п	Потужність, кВт	Встановлена потужність, кВт
Лінія 1			
Асинхронний двигун ПЕД 20-103	4	25	100
Електродвигун АОП2-82-4	1	55	55
Електродвигун АОП2-84-4	1	40	40
Всього по лінії 1	6		195
Лінія 2			
Електродвигун АОП2-84-4	2	40	80
Електродвигун ВАО 92 2У2	1	100	100
Всього по лінії 2	3		180
Лінія 3			
Електродвигун ВАО-710	3	315	945
Всього по лінії 3	3		945
Лінія 4			
Електродвигун ВАО710	1	315	315
Елетродвигун ВАО-500	2	250	500
Всього по лінії 4	3		815
Лінія 5			
Електродвигун ВАО92 2у2	1	315	315
Електродвигун АОП2-82-4	2	250	500
Електродвигун АОП2-84-4	2	40	80
Всього по лінії 5	5		290
Лінія 6			
Електродвигун АОП2-82-4	3	55	165
Електродвигун АОП2-84-4	2	40	80
Всього по лінії 6	5		245
Лінія 7			
Електродвигун АОП2-84-4		40	120
Електродвигун АОП2-82-4		55	110
Електродвигун ВАО 92 2у2		100	200
Всього по лінії 7			430

На території Бугругатівського нафтового родовища представлені:

- Асинхронні двигуни типу ПЕД20-103;
- Електродвигуни типу АОП8-82-4;
- Електродвигуни типу ВАО92 2У2;
- Електродвигуни типу ВАО710;
- Електродвигуни типу ВАО500;

Споживачі живляться від семи відведених ліній. ПЛ йдуть через схему до її низу (від трансформаторів) – до КЛ - від шин.

Джерелом живлення Бугруг-го нафт-го родовища являються локальні мережі енергосистем. На саме родовище надходить напруга номіналом в шість кілоВольт.

2.2 Обчислення електроосвітлення

Обчислення електроосвітлення за різними методами винесено в додатки як ДОДАТОК В1.

2.3 Обчислення ел. навантажень з вибором трансформаторів

Електричне навантаження визначається за методом коеф. попиту. Даний спосіб використовується при к-ті ел.-приймачів у групах з не менше 3х. Для цієї нафтової промисловості обладнання, потужність і тип завдань використовуються в таблиці, яку винесено в додатки як додаток В2

Для всіх типів споживачів обчислюємо повну, активну і реактивну потужність. Виконані обчислення занесемо в таблицю 2.2

2.4 Обчислення та вибір трансформатора ГПП

Вузлові точки даної СЕП є шинами розподільного щита[11]. Розрахункове навантаження j-го вузла визначається сумою розрахункових навантажень i-х груп, що

входять до цього вузла, та окремих ЕП, що означає, що їх умовно слід розглядати як групу.

Силові трансформатори для живлення ЕП розташовані на станціях ГПЗ. Вихідними даними для вибору трансформатора підстанції є повна потужність вузла, що живить цей трансформатор.

Тому ми підбираємо такі трансформатори, які задовольняли б цю вимогу. Повна потужність для ГПП обчислюється:

$$S_{\text{р.вузл}} = 0,9 \sqrt{(9\,810\,000)^2 + 4\,661\,281^2} = 3804 \text{ кВА}$$

Для підстанції ГПП для кожної секції шин визначаємо подібні масляні трансформатори класу ТМН 4000-35/6,3 ном. потужністю 4000 кВА, номінальною напругою обмоток ВН та НН 35/6 кВ, оскільки втрати потужності становлять 21,3 кВт, втрати холостого ходу 6,3 кВт, напруга k_z 7,5%, струм х.х. 0,9%.

2.5 Обчислення електромереж підприємства і вибір типу перерізів провідників

Обчислення ел. мережі лежить в аналітичному визначенні та виборі перетину провідника, який би відповідав за допустимим нагрівом за розрахунковим струмом у тривалому режимі роботи, за екон-ю щільністю струм, механічній міцності, допустимим втратам напруги. Необхідно вводити резервне джерело з іншої лінії, яке має витримувати навантаження двох груп у разі виходу з ладу лінії живлення однієї з груп. Станція зарядки DNS і пункти збору ЦЗП розташовані безпосередньо біля станції РП, тому довжина їх лінії становить 200-500 м. Електропроводи споживачів груп 1-2 і 3-4 ведуть «на коло», що замкнено вимикачем. Навантаження рівномірно розподіляється по всій лінії. Підбираємо переріз жил лінії і жил кабелю шляхом нагріву з обчислювальним струмом в нормальному робочому режимі; при цьому порівнюємо обчислюваний струм і-ї лінії з доп-м струмом, для якого ПУЕ рекомендує типові значення перерізів провідників ПЛ і жил кабелю за умов:

$$I_P < I_{доп},$$

де I_P – розрахунковий струм і-ї лінії, А; $I_{доп}$ - довготривало допустимі струми для стандартного діапазону перерізів ліній провідників.

Таблиця 2.4 з обчислювальними даними електромереж, а також 2.5 як уособлення результатів винесено в додатки як додаток В3.

Розраховуємо обчислювальні струми в лініях, струми для окремих поодиноких споживачів (з окремо розрахованим K_P); типові розрахунки проведені нижче і результати занесені до таблиці 2.4

2.6 Перерахунок СТРУМІВ КЗ

Явище кз – це ненавмисне з'єднання частин 2-х чи 3-х фаз, що проводять струм (або ж однієї фази з землею в разі якщо заземлена нейтраль; за причини аварійної ситуації у системах ел.-постачань. Ці обчислення проводяться задля того аби обрати обладнання, перерізи провідників і апаратуру захисту реле.

Обчислювальну схему складають на І-лінійному рисунку в межах бази вихідної. На обчислювальній схемі вказують на головні параметри елементів цієї схеми; для них необхідно обчислити параметри короткого замикання.

Базисні струми на і-му ступені напруг обчислюють через співвідношення:

$$I_{\delta i} = \frac{S_{\delta}}{\sqrt{3} \cdot U_{\delta i}}, \text{ кА}$$

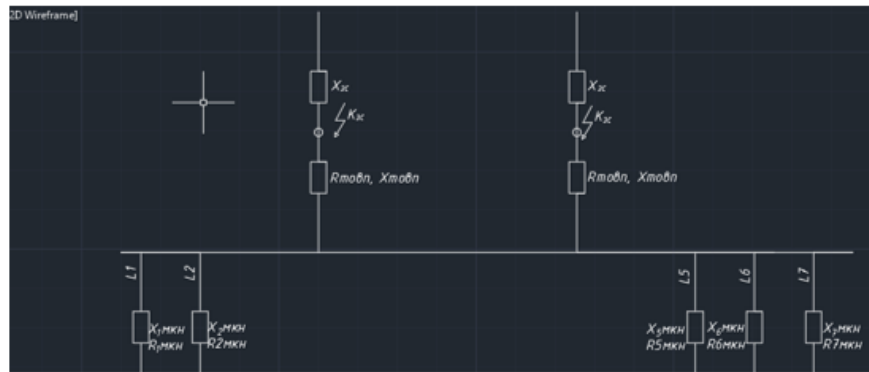


Рисунок 4.1 – Схема заміщення (частина а).

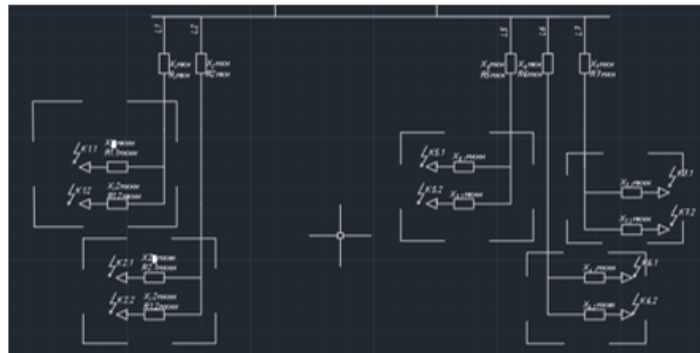


Рисунок 4.2 – Схема заміщення (частина б).

Таблиця 2.5 – Розраховані R і X.

Елементи мережі	R, Ом	X, Ом
1)Джерело живлення 1	-	0,36
2)Джерело живлення 2	-	0,41
3) Лінія 1	2,18	0,97
4)Лінія 1.1	4,11	3,876
5)Лінія 1.6	3,88	3,41
6)Лінія 2	2,67	0.81
7)Лінія 2.1	1,65	1,27
8)Лінія 2.5	4,34	3,82
9)Лінія 5	2,59	0,79
10)Лінія 5.1	3,88	4,01
11)Лінія 5.5	4	3,12
12)Лінія 6	0,98	0,12
13)Лінія 6.1	4,22	4,41
14)Лінія 6.5	3,77	3,62
15)Лінія 7	1,78	1,02
16)Лінія 7.1	4,17	3,78
17)Лінія 7.7	4,57	3,89

Обчислення R та X:

$$R1 = \frac{1000}{35 \cdot S} \cdot L = 2,18$$

Таблиця 2.6 – Розраховані струми.

Точки Кз	U _{CH} , В	R, Ом	X, Ом	Z, Ом	I _k ⁽³⁾ , кА	I _k ⁽²⁾ , кА	i _y , кА	I _y , кА
K1		0	0,36	0,36				
K2		0	0,41	0,41				
K3	6000	2,18	0,91	2,553	1,35	1,17	2,29	1,4
K4	6000	4,11	3,876	8,164	0,42	0,36	0,71	0,436
K5	6000	3,88	3,41	13,330	0,25	0,22	0,42	0,26
K6	6000	2,67	0,81	4,99	0,69	0,6	1,17	0,71
K7	6000	1,65	1,27	6,942	0,49	0,43	0,83	0,51
K8	6000	4,34	3,82	12,517	0,27	0,23	0,46	0,28
K9	6000	2,59	0,79	2,854	1,21	1,05	2,05	1,25
K10	6000	3,88	4,01	8,306	0,41	0,36	0,69	0,42
K11	6000	4	3,12	13,3	0,26	0,22	0,44	0,27
K12	6000	0,98	0,12	1,14	3,03	2,63	5,14	3,14
K13	6000	4,22	4,41	7,2	0,48	0,42	0,814	0,49
K14	6000	3,77	3,62	12,4	0,27	0,24	0,46	0,28
K15	6000	1,78	1,02	2,3	1,51	1,3	2,56	1,57
K16	6000	4,17	3,78	7,913	0,43	0,37	0,73	0,44
K17	6000	4,57	3,89	12,546	0,27	1,52	0,46	0,28

Обчислюємо сумарні опори результати занесені до таблиці 4.2. Також розраховано діючі значення 3фазного короткого замикання для і-ї точки ланцюга, а також струми двофазного короткого замикання, амплітудні значення ударного струму короткого замикання і діючі значення ударних струмів. Результати скомпоновані у таблицю 2.6.

2.6 Обчислення ел-апаратів та устав. спрацювання

Для того щоб обрати електричні апарати необхідно дотримуватись повної принципової схеми ГПП і, звідси, схемою розподілу електроенергії напругою в 6кВ на території Бугругатівського родовища.

Загальні умови вибору електроапаратів:

- 1) Номінальна напруга апарату має рівнятись чи бути більшою від напруги в мережі $U_{ном.ап} \geq U_M$.

2) Номінальний струм апарату має рівнятись чи бути більшим від робочого (чи розрахункового струму): $I_{ном.ап} \geq I_p$.

3) Миттєві значення струмів динамічних стійкостей апаратів мають дівнятись чи бути більшими від миттєвих значень ударних струмів k_3 для точки схеми, де встановлюється сам а $i_{\partial c} > i_y$.

4) Добутки квадратів струму термостійкості апаратів та їх час дії мають рівнятись чи бути більшими від добутку квадратів діючих значень усталених струмів короткого замикання на приведений час виконання короткого замикання:

$$I_{T.C.}^2 \cdot t_{T.C.} \geq I_{\infty}^2 \cdot t_{np}.$$

5) Вимикачі високих напруг, призначення яких у комутації як струмів навантаження, так і вимкнення струмів короткого замикання, обирають додатково за їх здатністю вимикати струмі чи потужності короткого замикання за умови:

$$I_{ВИМ} \geq I_{к}^{(3)}, S_{ВИМ} \geq S_{к}^{(3)}.$$

Вибрані електроапарати зведені до таблиці 2.7, яку винесено у додатки як додаток В4.

2.7 Основні ен.-показники Бугр-го нафтового родовища

Щорічні витрати активної W_p і реактивної V_p електроенергій за півгодинним максимальним навантаженням T_m , а саме за обчислювальними значеннями P_p та Q_p групи електроспоживачів та щорічній k -ті годин використання максимуму навантаження T_m :

Типові розрахунки для W_p та V_p занесені до таблиці 2.8.

Таблиця 2.8 – Річні витрати активної та реактивної енергії.

№ збірки	P_p , кВт	Q_p , кВАр	W_p , кВт/год	V_p , кВАр/год
Збірка №1	121,6	99,016	851,2	693,112
Збірка №2	173	153,156	1211	1072,092
Збірка №3	945	897,75	6615	6284
Збірка №4	578,45	522,92	4049,15	3660,44
Збірка №5	173	153,156	1211	1072,1
Збірка №6	179,2	159,864	1254,4	1119,05
Збірка №7	261,7	230,834	1831,9	1615,838

Визначення щорічних втрат електричної енергії в трансформаторі.

Щорічні витрати активної ΔW_p , реактивної ΔV_p енергій у трансформаторі обчислюємо окремо, знаючи попередньо втрати ΔP_x потужності та струм холостого ходу $I_{x\%}$ трансформатора (за ΔP_k каталогом) $U_{k\%}$, витрати потужності k_z , напруги k_z , β коефіцієнт навантаження трансформатора, час його роботи за рік та ΔW_p , ΔV_p максимальні витрати. Обчислюємо річні витрати у трансформаторі серії ТС3250/10, ТМ1000/10 та заносимо дані до таблиці 2.9:

Таблиця 2.9 – Річні втрати у трансформаторах

Марка трансформатора	ΔW_{TP} , кВт/год	ΔV_{TP} , кВАр/год
ТС3-250/10	10399	82586
ТС3-250/10	12255	89298
ТМ-1000/10	49800	250395

Далі обчислюємо річні витрати ΔW_L , ΔV_L в лініях за відомими розрахунковими I_{pL} струмом, активним R_L та X_L реактивним опорами ліній. Типові розрахунки заносимо до таблиці 2.9.

Таблиця 2.9 - Річні витрати електроенергії в лініях.

№ лінії	$\Delta W_{\text{л}}$, кВт/год	$\Delta V_{\text{л}}$, кВАр/год
L1	4304	18207
L2	11437	3468
L5	11094	3383
L6	19519	554
L7	53018	9970

Питомі витрати електричної енергії на одну одиницю продукції

Питомі витрати х-ть ступінь раціонального використання електричної енергії і засоби механізації виробничих процесів:

$$\omega = \frac{\sum_1^n W_p}{A_p} = 567$$

Електрична озброєність праці на дільниці

$$E = \frac{\sum_1^n W_p}{N_{\text{СП}}} \cdot N_{\text{д}} \cdot P_{\text{зм}} \cdot t_{\text{зм}} = 0.048 \frac{\text{кВт} \cdot \text{год}}{\text{люд. год.}}$$

Де $N_{\text{СП}}$ – обліковий склад працівників дільниці за зміну; $P_{\text{зм}}$, $N_{\text{д}}$ – кількість робочих змін на добу ті кількість робочих днів протягом року; $t_{\text{зм}}$ – тривалість зміни, год.

2.8 Шляхи Модернізації

Шляхи, якими можна покращити та модернізувати підприємство, описані в додатках як додаток В5.

Важливі з них винесені у висновки.

ВИСНОВКИ

За реалій Буг-го нафт. родовища доцільно використовувати для кожної секції шин трансформатори марки ТМН 4000-35/6.3 номінальною потужністю 4000 кВА. На родовищі використовуються лінії типу АС-16, КРБК (3*25), КРБК (3*70).

Джерелом енергії для Бугругатівського родовища є місцева електрична мережа, родовище живиться напругою 6 кВ.

У випадку з Бугругатівським родовищем можна модернізувати електропроводку, наприклад, збільшити діаметр провідників, що покращить якість напруги і тоді двигуни працюватимуть краще. Мотори також можна замінити на нові, що допоможе збільшити корисний ефект і дозволить працювати з меншою потужністю.

Найкращий варіант – збільшити клас напруг, щоб фактично досягти менших втрат (замінити 6 кВ на 10 кВ). Він буде приблизно однакового розміру, а

ефективність підвищиться. Головний недолік таких радикальних змін – вибір нового пристрою.

Енергозбереження може включати, наприклад, рівень освітленості приміщення шляхом збільшення світлових тонів стін, заміни застарілих джерел світла, енергозберігаючих ламп, заміни старого обладнання та електрообладнання.

З АНАЛІЗ НАУКОВИХ ПУБЛІКАЦІЙ ЗА ТЕМОЮ МАГІСТЕРСЬКОЇ ДИСЕРТАЦІЇ

3.1 Аналіз відомих варіантів буріння нафтових свердловин

У таблиці 3.1 зведені варіанти способів бурити нафтові свердловини, що описуються процесами та можливими способами руйнації гірських порід. Ймовірними характеристиками з класифікації буріння – це варіанти засобів та енергія, що використовується та йде на процес по руйнуванню породи при встановленні стовбура нафтової свердловини.

До першого класа можна відвести метод, який надзвичайно часто використовується в дійсності. Це метод механічного способу буріння нафтових свердловин, за якого використовують механічні процеси руйнації порід. Воно зумовлено діями силового поля, що створюється ударами, вібрацією, обертаннями і осьовими навантаженнями/ вдавлюваннями інструментом у породи. Згідно з тим – за

характером сил, що діють на породу, - можна виділити чотири основні і декілька комбіновані варіанти способів бурити нафтові свердловини [13].

1. За використання ударного/ ударно-поворотного методу буріння нафтових свердловин, руйнація порід відбувається шляхом нанесення по ній потужних ударів інструментом руйнації порід чи виконавчим органом, на якому виставлена сила R_d та швидкість V . Із кожним наступним ударом долото має повернутись на заданий кут без навантажень. За цих умов в нафтовій свердловині проглядається руйнування породи її дробленням чи сколюванням.

2. За використання обертального методу буріння, подальша руйнація порід у нафтовій свердловині йде через обертання інструменту для руйнування порід; його спущено в нафтову свердловину, де він задіяний в роботу з породою з осьовим навантаженням G_o та ріжучою силою F_p (в неї закладено процес зі змикання, роздавлення та сколювання).

3. Обертально-ударний метод використовується при бурінні свердловини з використанням спеціального породоруйнівного інструменту шарошкового типу, при обертанні якого зубці шарошок, які здійснюють перекочення та наносять вдари; як результат – порода нафтової свердловини нищиться.

4. Обертально-ударний варіант виконується завдяки обертанню інструменту. Це відбувається за дією сили F_p , що прикладається, та осьових нагрузок G_o та вдарень, що наносять спец. механізмами з внесеною одиницею частоти. Відбувається утворення процесів зминальних, роздавлювальних, сколювальних та пробурення нафтових свердловин кроком у один метр з інтервалом в три хвилини.

5. Метод вібрації виконується шляхом занурення спец. інструмента для буріння нафтової свердловини. Викликають це змушені високочастотні зворотно-поступальні

повздожні вібрації, динамічні РДі осьові зусилля (з процесами змикання та ущільнення в стінах нафтової свердловини елементів буріння).

6. Варіант буріння нафтових свердловин обертово-вібраційним методом характерний руйнуваннями порід завдяки дії сил F_p за обертанням виконуючого інструменти. Цей інструмент заглиблюється у нафтові свердловини завдяки дії осьового навантаження G_0 і динамічних вібрацій РД. В той же час відбувається процес змикаючих, дроблячих процес порід в час коли бур проходить по нафтовій свердловині.

II клас поєднав у собі кілька груп варіантів буріння. За цими методами порода у свердловині нищиться через дію фіз.полів чи певних речовин в комбінації з різанням [14]

III клас вміщує поєднання I і II класів.

В реальності пробурювання свердловин виконується методами практично завжди I класу [15]. Ознайомитись з порівняльною характеристикою за С.С.Сулашкиними [13, 15] можна в таблиці 3.1:

Таблиця 3.1 – Буріння нафтових свердловин. Характеристики та класифікації за
С. С. Сулакшиним.

Способи буріння		Різновиди способів буріння
Клас	Група	
1. Буріння з застосуванням бурових інструментів	Механічний	Ударний Обертальний Обертально-ударний Вібраційний Вібраційно-обертальний Здавлюванням інструменту
2. Буріння без породоруйнівних інструментів	Гідравлічний	Гідромоніторний Гідроімпульсний Гідроударний
	Термічний	Термодинамічний Термостатичний Термоциклічний
	Вибухоударний	Вибухами твердих речовин Вибухами рідких речовин
	Електричний	Електроіскровий Електроімпульсний
	Фізико-хімічний	Руйнування породи розчиненням Руйнування породи плавленням Руйнування породи спалювання
3. Комбіновані способи буріння	Гідромеханічний	Гідромоніторно-обертовий Гідромоніторно-ерозійний Гідроударно-ерозійний
	Термомеханічний	Термообертовий Обертово-термоелектродуговий Термо-електромагніто-обертовий Термоударний
	Вибухомеханічний	Вибухообертовий

Х-ка машин імпульс-обертового буріння свердловин

Перший раз порівняльні х-ки машин імпульс-обертового буріння свердловин було зведено в роботи [16] в звітах Дніпропетровського Гірничого Університету. За цими працями, подібні машини поділяють на III категорії [17]:

1. Монопараметрична категорія. Це коли 1/3 параметрів режимів буріння змінний: F , n або Q . Приклад – табл.3.2.

2. Біпараметрична категорія. 2/3 змінні попарно: F і n , n і Q або F і Q .

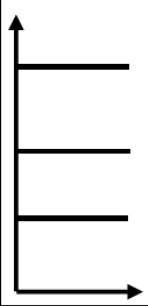
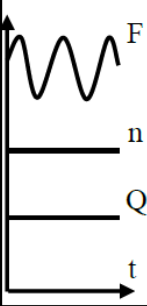
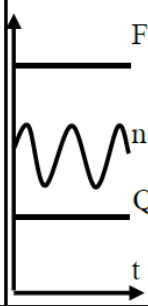
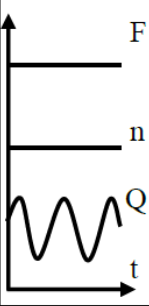
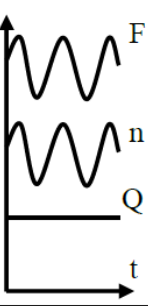
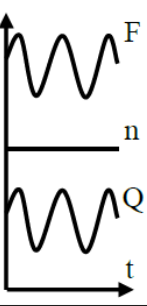
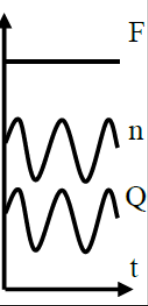
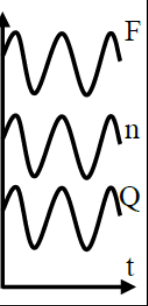
3. Трипараметрична категорія. 3/3 змінні F, n, Q , де:

F - це сила. Вона прикладена робочим органом бурильної машини на породу в нафтовій свердловині.

n - це частота обертання робочого органу у буровій машині.

Q - це частоти імпульсів. Вона діє на породу нафтових свердловин.

Таблиця 3.2 - Х-ка параметрів обертово-імпульсного буріння свердловин.

Стаціонарна	Імпульсна						
	монопараметрична			біпараметрична			Трипараметрична
$F = const$	$F = var$	$F = cons$	$F = cons$	$F = var$	$F = var$	$F = cons$	$F = var$
$n = const$	$n = const$	$n = var$	$n = cons$	$n = var$	$n = cons$	$n = var$	$n = var$
$Q = const$	$Q = const$	$Q = cons$	$Q = var$	$Q = cons$	$Q = var$	$Q = var$	$Q = var$
							
Обертальне буріння	Ударно-обертальне буріння						

Випробування бурових обертово-вібраційних колонкових снарядів категорії ВКС_1 провели на території криворізького басейна . Цей снаряд використовує наступні коливання бурової колони:

- Власні;
- Мимовільні.

ВКС_1 збільшує вібрації, в наслідок чого зростає і швидкість, з якою відбувається процес, на 0,25-0,3 від початкової. Що не менш важливо, зменшується навантаженість на колону [18].

За використання ВКС_1 крутильні коливання здійснюються завдяки:

- Неоднорідності мех. власт. порід в нафтовій свердловині;
- Залишкові деформації у породі.

Передаючи крутильний момент від обертової частини до рійнівної інструмента, сам інструмент здійснює певні пульсивні рухи. Обертова частина в той час рухається з незмінною кутовою швидкістю. В наслідок того у різців міняється їх характер дії; реактивний момент сил опорів здійснює крутильну деформацію ланки пружності зі збільшенням одиниці потенційної енергії. Ріжуча кромка сковзить з певною одиницею кутової швидкості, яка більша за кутову швидкість обертової частини. Зростають сили опору – як зменшуються швидкості [19].

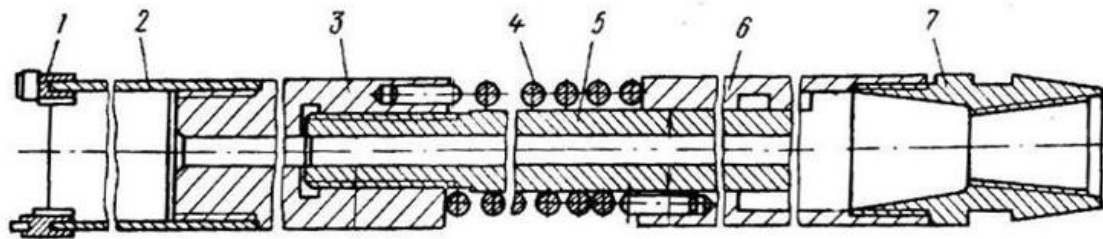


Рисунок 3.1 – Вібро-обертовий колонковий снаряд ВРС-1: 1 – різці;
2 – колонковий снаряд; 3 – обважнювач; 4 – робочі пружини; 5 – стержні;
6 – циліндр; 7 – перехідник.

3.2 Аналіз кавітаційних процесів

Кавітаційний процес х-ся створенням бульок та/чи порожнин в рідкому середовищі, з яких утворюється величезна купа енергії [19]. Звільнення енергії х-ся потужними шумами та гідравлічними ударами. Кавітаційні бульки складають розріджені пари в собі. Явище кавітації супроводжують місцеві зниження тисків. Це відбувається завдяки збільшенню швидкості рідини (як приклад може слугувати винт

на задній частині корабля – у цьому випадку відбувається гідравлічна (гідродинамічна) кавітація; також поширеним явищем є акустична кавітація) [20].

Бульки кавітації, про які говорилося вище, рухаються з рідиною в бік областей з більшими в рази тисками. Там вони вибухають, в наслідок чого – що логічно – створюється потужна ударна хвиля.

Найчастіше кавітація існує там, це є рухомі деталі (в нафтовій промисловості зустрічається коло лопастей турбін нафтової свердловини).

Аби протидіяти кавітаційному явищу, проєктуючи машину треба обов'язково врахувати дані:

1. Матеріали, що прямо контактують з потоком рідини і мають першопочергову змогу протидіяти руйнуванню від ударів від хлопків бульок, мають перевірятись на кавітаційну стійкість. Мірою її є число, що обчислюється співвідношенням втрати кг/м^3 до одиниці часу.

2. Місцевим формуванням порожнин та заглибин х-ся кавітаційні руйнування.

3. Зношуванням за умов здвигів твердого тіла разом з рідиною, коли в той самий час булька газу вибухає коло поверхні та утворє локальний сильний хлопок високої температури х-ся кавітаційне зношування. Його опис: через удар поверхня оболонки установки видозмінюється, на ній формується наклеп та утворюються лінії зсуву. При повторенні хлопків матеріали стають слабшими, на окремих частинах формууються тріщини [21].

Кавітаційні потоки характеризуються кількістю кавітації визначається за формулою:

$$X = \frac{2(P-P_s)}{\rho V^2} \quad (3.1)$$

де P – гідростатичний тиск нахлинюючого потоку, Па;

P_s – тиск насиченого пару рідини при заданій температурі навколишнього середовища, Па;

ρ – густина середовища, кг/м³;

V – швидкість потоку на вході в систему, м/с;

Обчислення кавітації йде разом із отриманням лімітованої $V=V_c$, в цей час тиск потоку дорівнює тиску, за яким відбувається пароутворення. Ця швидкість дорівнює лімітованому значення критерію кавітації.

Виникнення кавітації супроводжується досягненням потоком граничної швидкості $V=V_c$, коли тиск в потоці стає рівним до тиску пароутворення (насиченого пару). Цієї швидкості відповідає граничне значення критерію кавітації.

За X (його величиною) можна розділити 4 різних види потоку:

- 1) Предкавітаційна $X > 1$;
- 2) Кавітаційна фаза, X приблизно дорівнює одиниці;
- 3) Плівкова фаза. Проявляється наочно, $X < 1$;
- 4) Суперкавітаційна, X набагато менше від одиниці.

Кавітометр вимірює рівень кавітації.

Важливою одиницею також можна вважати частоту кавітації (а саме коливань тиску), вона є показником інерційного опору у збірці труб за насадкою Venturі та тим, як піддаються їх зони кавітації.

За суперкавітаційним режимом, який описаний вище, частота, за якої утворюються нові каверни, варіюється – 10...100кГц. Як тиск знижується, то і к-ть бульок збільшується. За протіканні потоку рідини, межі дещо менші 10...30кГц. Це число доволі часто залежне від значень швидкості та протисків, тому у зливних каналах воно може становити всього-навсього 8...12кГц

3.3 Аналіз винаходів та патентних досліджень

Існуючий прилад [22] існує в межах сфери буріння нафтових свердловин, безпосередньо він бурить вертикальні, горизонтальні і похилі нафтові свердловини (вібро-обертальним методом); 1 – наддолотний перехідник (з'єднано знизу з долотом 7, а вже з ним з'єднано втулку 9, а зверху рухомим з'єднанням з провідником 8), 2 – патрубок всередині наддолотного перехідника (в ньому робочий потік струминного насоса поступає на робочу посадку 13 через дірку 15), 3 – пробійний шар, 4 – обмежувач осьового переміщення (зібраний з верхньої частини А та нижньої частини Б. Вони утворюють кулеподібну порожнину, а в ній вже розміщена сфера Б. Для того аби уникнути наростання к-ті шлама в зазорі кулеподібної порожнини, її сполучено з тунелем долота та тунелем для того аби подавати промивочні рідини. Розкрита сторона розвернута до пробійної сфери вібратора), 5 – шар (розміщений в кулеподібній порожнечі обмежувача ос-х переміщень. Він має змогу обертатись через хлопки пробійної кулі вібратора 3), 6 - канали для проходження рідин, 10 – перехідник, який об'єднується з перехідником 11 та бур-ю колоною 12.

Елементи струминного насоса: 14 – дифузор; 16 – приймальна камера, 17 – канали (між ними і струминним насосом стоїть уловлювач механічної, магнітної пилуки, утвореної в свердловині).

Робота приладу:

В патрубку всередині наддолотного перехідника проходить поділення потоку (він йде від бурового насоса), його більша частина йде далі до вибою по 2 через 3 і 7, але через 17 йде в 16. Те, що рідина може пересуватись 17 можливо завдяки розрідженню, що створено в 16 при роботі насоса.

По завершенню розподілу потоків в 2 мала його частина через 15 йде на 13, а потім через 19 доходить до 20. В 16 потік, який виходить з 13, об'єднується з потіком, що прийшов з 7 по 17. В час коли потік, що йде з вибою нафтової свердловини в 18, рухається, також йде процес по очищенню розчину від залишків тих чи інших металів.

Коли потік виходить через ¹⁹ в ²⁰ починається Принний поділ, за яким потік частково утворює підйомний потік, а частково по ²¹ йде назад на вибій свердловини; через ¹⁷ надходить в ¹⁶. Завдяки рідині, що рухається, яка надходить з ², ³ виконує бічні та повздожні коливання; вони вимагають змінний режим роботи струм-го насоса.

Зміна витрат потоку рідини в насадках ⁷ в каналах ¹⁷ та ²¹ утворює пульсуючий режим промивання завдяки гідровтрат в голівці ⁷. Рухливе з'єднання ¹² робить можливим стисний контакт ⁷ та породи. Воно вplotну торкається вибою через тиск (що утворюється через гідровтрати). Те, що з'єднання рухоме, робить можливим передачу динамічного зусилля на ⁷, зберігши тісну дію шарошок з породою.

Дія сферичного вібратора виконується з пробійним контактом ⁵ з пробійним шаром ³. Так – як результат – виконується постійне (періодами) углове зміщення ⁵ в кулеподібній пустоті ⁴. Обертання ⁵ періодами дає можливість зберегти ефективність дії кулеподібного вібратора.

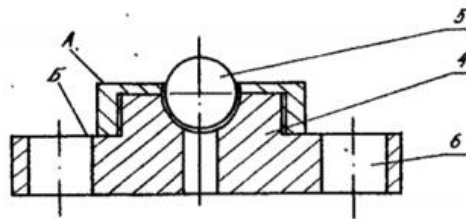
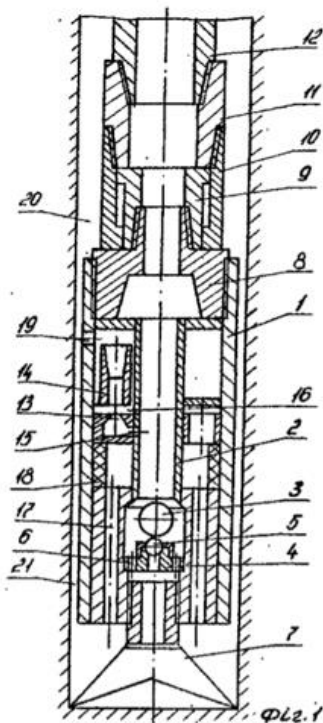


Рисунок 3.2 – Пристрій для буріння горизонтальних свердловин.

Описаний прилад [23] відноситься до сфери буріння нафтового свердловин глибокого закладання. Його доцільно використовувати в нафтопромисловості як вібробур. Рисунок 3.3 показує вид вібробура, де: 1 – корпус (на його нижній частині знаходиться виступ 2), 3 – вал бура (подовжено завдяки шестигранному валу 4), 5 – ковадло, 6 – ударник з шестигранним отвором, 7 – пружина, 8 – різьба.

Робота приладу описана далі: запустивши вібробур, 4 розпочинає обертання, а 6 отжимається 2 корпусу 1, б'є по 5, відтягується назад завдяки 7, при обертанні 4 виступ на 1 назад відтягує 6. Потім б'є по ковалдо – а далі знову і знову йде повторення циклу.

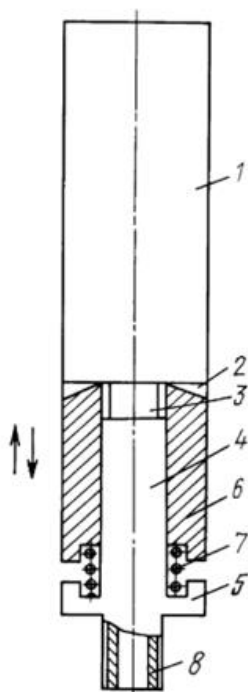


Рисунок 3.3 – Пристрій для буріння горизонтальних свердловин вібраційно-обертовим способом.

Розглянутий прилад [24] є частиною сфери нафтопромисловості (а саме буріння нафт.свердловин глибокого закладання). Його цілком можна використовувати як інструмент для забою для імпульсивного впливу на долото. Склад вібратора: 1 – корпус (всередині установили калібровану втулку 9, а всередині неї на осі 11 звисає маятник 10. Його верхня кінцівка виглядає як лопать), 2 – верхній переводник, 3 – штока (пов'язаний з ніпелем 5 через шпонку 4; у верхній своїй частині встановлене ковалдо 6; також на цій частині встановлено ударник 7, що кріплений пружиною 8),

Робота пристрою описана нижче: відновивши циркуляцію, промивна рідина починає дію на лопать. Коли маятник виведено з рівноваги, той розгойдується в різні боки. Коли той у позиції спокою, то він перекриває ¹³, але в той же час виконується гідравлічний бах, тому 7 б'є по 6. Саме так і створюються навантаження на долото. Дію на нього посилено вібраційним впливом, а там і підвищено корисну дію по руйнуванню. Як результат, збільшується вона в порівнянні з обертовим бурінням.

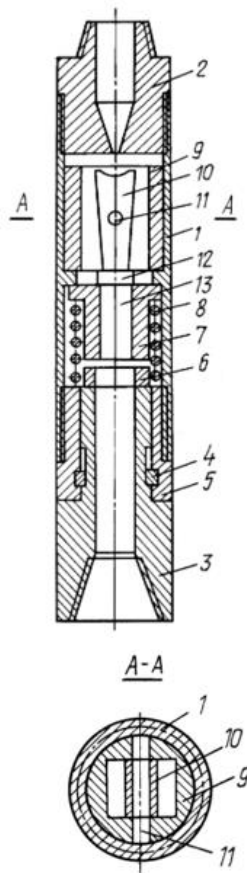


Рисунок 3.4 – Вібратор для буріння свердловин.

Наступний прилад [25] належить до того ж типу техніки та сфери застосування. Нижче описаний склад, де: 1 – корпус (зі штоком 2 всередині; він кріпиться ніпелем 3 і шпонкою 4. В каналі 7 (має відводи 8, вони повертають потік назад, а закінчуються вони соплом 9 встановлюється сідло 5, на нього посаджена сфера 6), 10 – поршні (з хвостовичками 12; зверху мають на собі конфузори 13 і дифузори знизу 15, сопло 20), 18 – ущільнення аби рідина не перетікала, 19 – каналчик для відводу шлаків, 16 та 17 – поєднувальна різьба.

Далі буде описано дію приладу: той кріпиться над долотом/знизу інструмента для буріння. При поновленні рідинообігу, 6 розпочинає коливатись через прорив струменя під сферу, постійно (з періодами) закривається 7, що сприяє створенню гідроударів. 10 здійснюють дин.навантаження. Воно збільшується через роботу

струм.насосів, які вбудовано. Коли промивні рідини протікають під 20, утворюється рорзеження - 14 смокче рідину з каверн Б. Тоді під 10 відбувається розреження і росте перепад тиску.

Дин.навантаження теж збільшується через зміну вектора, за яким тече рідина в 8. Рідина 9 теж накопичує шлами, які зібрані в зоні руйнування порід.

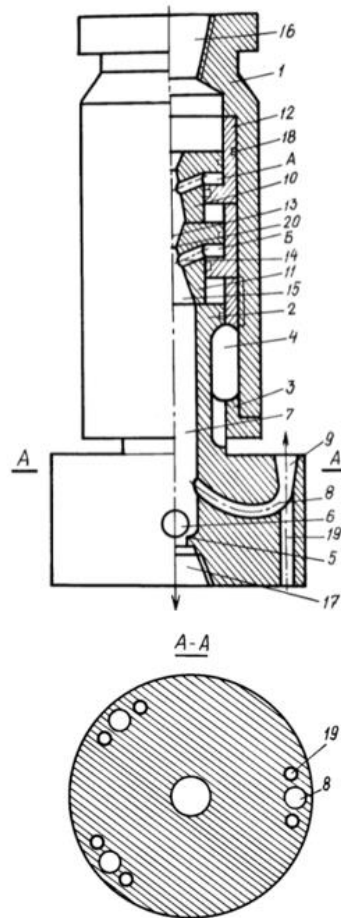


Рисунок 3.5 – Пристрій для вібраційного буріння свердловин.

Наступний прилад [26] належить до того ж типу техніки та сфери засосування та зображений нижче – на рисунку 3.6. Відомий склад приладу, де: 1 – корпус, 2 – порожнина (має еліптичний вигляд), 3 (з'єднано з 7 завдяки каналу 9) і 4 (каналом 10) – то повздовжні канали по типу дифузора, 5 – опорний корпус зі сферою 6 (вона ділить 2 на камери 7 та 8), 11 – обмежувачі на стінці камери.

Далі описаний принцип дії наведеного прилада. Завдяки 12 він поєднаний із трубами для буріння/ валом турбобура. З долотом поєднаний через різьби (конічні). За

спроби прокачати промивальну рідину у 7 і 8 з'являється перемінний тиск; в 9 і 10 - підвищений. Він змінний при різних позиціях сфери, коли рідина протікає крізь 3 і 4. Коли 3 перекрито, тиск в 4 збільшується через гідровтрати в частині, де дифузор звужується. Тоді ж в 9 він зменшується, утворюється коли рідина тече крізь зменшені в діаметрі перетини у 8 між сферою 6 та перегородкою каверни. Результат: утворена потужна пульсація промивочних струменів збільшених частот і ускладнюється дія на призабійну зону нафтового пласта – тоді пришвидшується процес, а корисна дія збільшується.

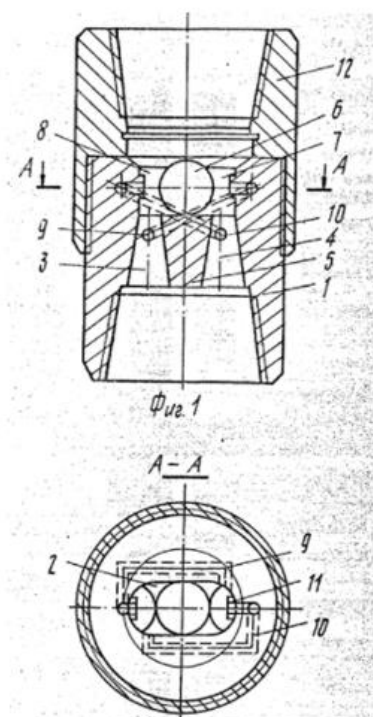


Рисунок 3.6 – Наддолотний пульсатор бурильної машини.

3.4 Відображення інформації за темою в мережі Інтернет

Відштовхуючись від даних [27], вітчизняна група “Індом-Плюс ЛТД” у 2006-му році розпочала розробку бурів, що використовують в роботі явище кавітації – для гірських чи видобувальних нафтогазових компаній, як, наприклад, «Нафтогаз України», ВАТ «Укрнафта».

Розглянуте обладнання зображено на рис.3.7; воно складається з даних частин: 1 – корпус, 2 – твердосплавні вставки, 3 – хвостик (у ньому створено канал 4 для того аби перепустити промив.рідину. Сама частина має зовн.циліндрову поверхню 11 з діаметральними пазами 12), 5 – ГВКТВ, 6 – переходник, 7 – призмоподібні шпоночки, 8 – накидна гайка, 9 – втулка, що регулює підпірний тиск рідини проходячої крізьГВКТВ;10 – пружна шайба (з'єднаний різьбленням з 6 І-м отвором 13. Кавітаційний різець, що служить задля обертового буріння свердловин, діє за вказаним нижче описом: він йде на свердловину до контакту 2 з вибоєм, зусилля притискання рівняється до 4.0 кН. Наступним чином через бурильну штангу 18 йде промивальний струмінь (з тиском 15.0 МПа). Струмінь проходить через 5, який має канал входу маленького діаметра 2,8 мм, а канал = 3,3см. Там швидко падає тиск рідин для промивання, а тоді як вона потрапляє до дифузора 5 (під нахилом 30°).

Утворюється розрєження у рідині; як результат – всюди коло домішок створюються комірки каверн-бульок, що всередині складаються з парів рідин та розчинених газів; звідти бульки надходять в наступнодифузорний циліндроподібний 5. Там вони набирають небачених габаритів, виходячи з каналу вже вибухають та викидають суміші парів/газів тиском у 105 МПа і з частотою. Досягнувши такого тиску, суміш парів і газів діє на торець 3, який із 1 рухаються у напрямі буріння призмоподібними шпонками.

Разом із тим як подається промивочна рідина, 7 та 3 прикладають до об.момент.

Твердосплавні вставки 2 діючи осьовим зусиллям 18, і об.моментів, прикладених до них, і вібрового навантаження, спричиненого дією пар-газ. Суміші на 3 єдиномоментно руйнують гірський пласт і опускаються все нижче і нижче в нафтову свердловину. Тиск промивочної води чи іншої рідини входячи в 5 тримається під контролем пускової апаратури, а виходячи тримається під контролем засувки.

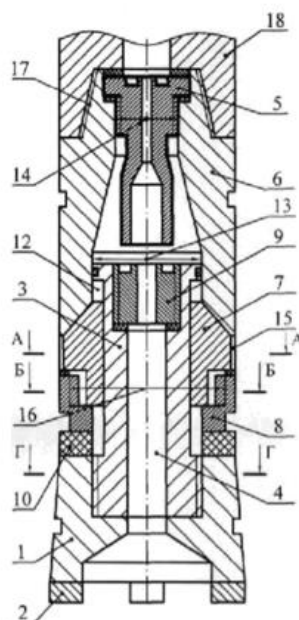


Рисунок 3.7 – Наддолотний пульсатор бурильної машини.

За тією інформацією, що надається [28], сьогодні на Вітчизняному ринку в сфері буріння нафтових свердловин в пріоритеті тип бурильних установок ББУ_110_01, які сконструйовані з електроприводом, та ББУ_110_02 (з дизельприводом). Розробляються вони теж на вітчизняному ринку компанією «Геомаш». Їх головні параметри та х-ки зведено у таблицю 3.3 нижче:

Таблиця 3.3 – Технічні характеристики бурильної установки ББУ-110-01.

Параметр	Характеристика
1. Найменування	ББУ-110-01
2. Ход частини	10,0 – 30,0 м
3. Частота обертання бурового механізму	1500 – 5000 об/хв.
4. Крутний момент механізму	120 – 250 кН м
5. Швидкість руху буру в свердловині	0,8 – 1,2 м/с
6. Довжина бурильної колони	10,0 -30,0 м
7. Потужність приводу	160 кВт

ВИСНОВКИ

Виконано вивчення реальних прикладів методів пробурювання та технологій пробурювання, якими користуються сьогодні, а також роботу на пробійну ділянку пластів. Розроблено віброк-й бур з його модернізацією за рахунок доданих у конструкцію сопел, трубки Venturri, а також дифузору. Головною відмінністю у унікальності корпусу та роботи виконаної в роботі машини є її сопла – вони завдяки реактивній тязі виконують роботу з розкручення та очищують виконавчі органи, які тут являються шарошками. Також ці сопла збільшують роботу на вибій свердловини (в цей час по трубах протікає промивочна рідина, та в свій час розкручує турбіну. Намиті ґрунти разом із промивочною рідиною підіймається на поверхню.

Виконавчі органи нищать породу, яка далі підіймається наверх з промивочним розчином; зверху ті потрапляють у трубопровід.

За допомогою мови програмування C++ програму. Вона розраховує M_p в залежності від умов.

4. ДОСЛІДЖЕННЯ ФУНКЦІОНУВАННЯ ВІБРОКАВІТАЦІЙНОГО БУРА

4.1 Конструктивні особливості віброкавітаційного бура

Основна ціль проведених робіт полягає у тому щоб провести розробку віброкавітаційного бура, покращивши конструкцію тим, що встановлено сопла, насадку Venturri та дифузор.

Виконаний бур та його конструкція наведені на рисунку 3.8. Там же наведені встановлені елементи.

Головна особливість в конструкції виконаного віброк-го бура полягає у тому, що сопла (вони встановлюються безпосередньо в бурі) завдяку реактивній тязі виконують дію на розкручення, чим очищують бурові голівки (виконавчі органи), підвищують дію на привибуїну зону ділянки пласту. При виконанні дії буріння по трубах йде розчин, що приводить в рух турбіну. Шарошки на кінці конструкції крутяться і нищать пласт, намиваючи землю (вона підіймається разом з рідиною в місці між основою системи та й землею).

Особливістю тут є насадка Venturri, що знаходиться всередині бурової машини; приплюсовуючи до роботи реактивний момент, явище кавітації закручується, внаслідок чого корисна дія збільшується.

Центральною ціллю є обчислення підходящих пар-ів і техн.характеристик виконаного в роботі віброк-го бура, провівши математичні обчислення та змодельовавши ЕОМ разом з написанням чіткої структури програм.

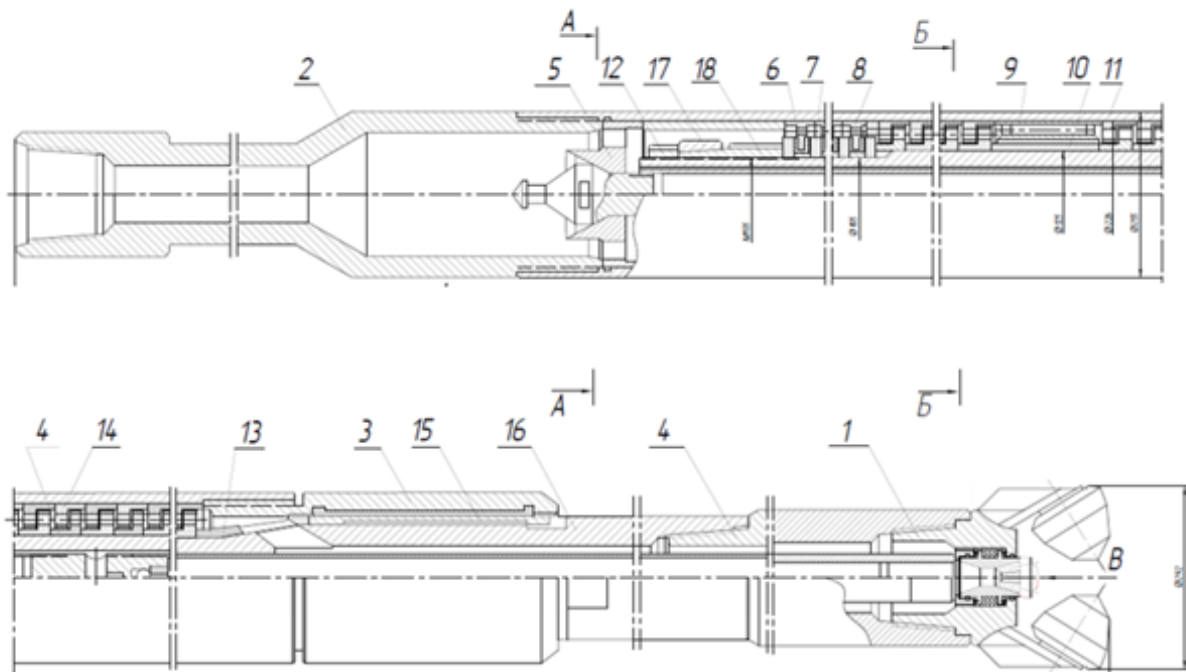


Рисунок 4.1 - Віброкавітаційний бур, де:

1 – Бурильне долото з обертовими шарошками. 2 – Трубка вентурі. 3 –
Перехідник. 4 – Фіксатор бурильного долота. 5 – Дифузор. 6 – Кільце п'яти. 7
– Диск п'яти. 8 – Підп'ятник. 9 – Сопло. 10 – Ущільнювач. 11 – Колона. 12 –
Контргайка. 13 – Упор. 14 – Втулка. 15 – Проміжна труба. 16 – Труба. 17 –
Кільце. 18 – Патрон.

Визначення реактивного моменту кручення в середовищі програмування C++

Коли долото обертається, виконується подача рідини через весь бур, і, звичайно, мають місце віброколивання. Разом із ними утворюються віброколивання; разом із ними утворюються реактивні моменти і саме тут з'являється згаданий раніше

ефект кручення кавітації. Разом з ним вибійний процес набирає потужності. Ці закономірності можна пояснити формульно:

$$M_p = \frac{\frac{pN}{60} \cdot I_p \cdot (1+\eta)}{2 \cdot \pi \cdot \mu} = \frac{\frac{pN}{60} \cdot \frac{\pi \cdot D^4}{32} (1-a^4) \cdot (1+\eta)}{2 \cdot \pi \cdot \mu} \quad (4.1)$$

де $p = 2$ – кількість обертальних шарошків бур-ї машини.

N – Зовнішнє зусилля яке прикладається до породи.

$I_p = 0,0341$ – коефіцієнт осьового моменту.

$\mu = 0,0135$ – коефіцієнт кавітаційного потоку

$n = 25 - 50$ – циклічність вібрацій віброкавітаційного бурової машини.

На базі 4.1 прописано програму в програмному середовищі C++; вона має встановити результуючий крутний реакт. момент (від зовн.зусилля та кавітації).

Головний екран програми із введеними вихідними та вихідними даними обчислень зображено нижче, на рисунку 4.1.

Робота програму полягає в наступному:

1. Натиснувши на клавішу, що відповідає за введення вхідних даних, вони виведуться у відповідному віконці.

2. Якщо натиснути на клавішу, що відповідає за розробку, інтерфейс обробить надані йому дані, після чого обчислить за наведеною формулою

1. При натисканні кнопки “Вивести вхідні дані”, в полі вхідних даних виводяться дані необхідні для розрахунку.

2. При натисканні кнопки “Розробка”, програмою здійснюється обробка вхідних даних, та здійснюється розрахунок за формулою 4.1.

3. У віконці 2 буде виписано списком зовнішні зусилля N , у віконці 3 фінальні обчислення M_p .

4. Маючи на руках обчислення, програма покаже нам графік $M_p = f(N)$. Він вказує на логіку змін M_p від навантаження за умов явища кавітації при пробурюванні нафтової свердловини.

Написаний код винесено як додаток в додатку D1.

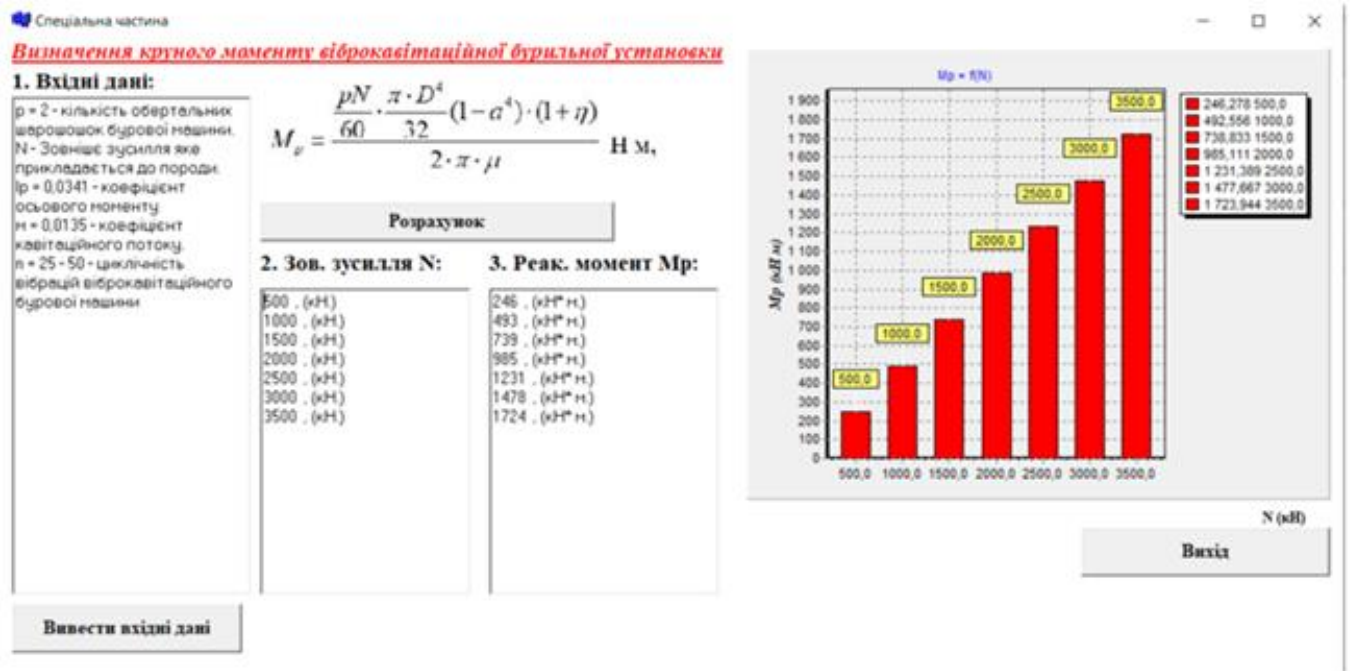


Рисунок 4.2 – Комп'ютерне моделювання на ЕОМ.

4.2 Дослідження та подальший аналіз функціонування кав-го модулю

На рис.4.3 (нижче) вказано конструктивну схему долота з інтегруванням у його роботу кав-го модулю:

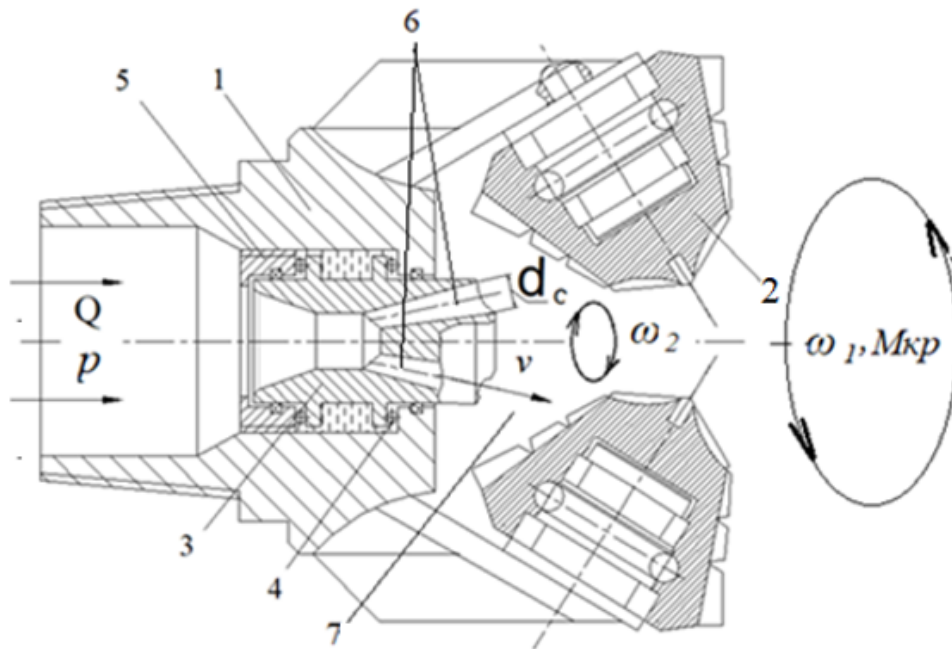


Рисунок. 4.3 – Конструктивна схема долота з кавітаційним модулем, де:

1 – корпус долота; 2 – шарошки; 3 – кавітаційний модуль; 4 – підшипникові опори; 5 – регулювальна гайка; 6 – отвори (4 отв. під кутом α - в вертикальній площині і під кутом β - в горизонтальній площині; кут α дозволяє реалізувати направлення потоку зі швидкістю v через отвори 6 на шарошку 2, що призводить до явища прямих гідроударів і імпульсне періодичне підвищення тиску в зоні 7 підвищення тиску з частотою, яка відповідає різниці частот $\omega_1 - \omega_2$; кут β дозволяє згенерувати вихровий потік та, з виникненням реактивних моментів – забезпечити обертання кавітаційного модуля з кутовою швидкістю ω_2 протилежну за напрямком ω_1 .

Як результат до роботи ел-тів, що відображені на рис.4.3, утв-ся процес, який у комплексі дає приріст тиску через гідравлічного удару та зменшення тиску через завихрювання струменю; воно й веде за собою коливання тиску перед виконавчими органами, нагнітаючи ефект нищення порід. Якщо ж ми врахуємо те, як сконфігуровані 6, як патрубки Venturri – наводить на утворення явища кавітації, а це – в свою чергу – теж примножує ефект-ть нищення порід та сприяє тому, що органи, виконуючі дію на пробурювання, чистяться від шлемів. Те, що струмінь

прокачується з числом витрат Q крізь δ , має результат у збільшенні тиску до них з ефектом дросел-ння, що з'являється.

Тож, варто вивчити x -ки для 3-х центральних процесів:

- Збільшення тиску до отворів за причиною дрос-ння;
- Зміна міцності від впливів тисків;
- Збільшення тисків за причиною прямих гідро-ударів струменя по

виконавчим органам.

4.3 X-ка збільшення тиску за причиною дроселювання та вплив його на міцність корпусу шарошки.

На рис. 4.4. зображено обчислювальну схему частини долота задля подальшого обчислення тиску дрос-ння та обчислення корпусу на міцність за ймовірного нищення товщини стіночки по її різниці в діаметрах:

$$d_1 = 154 \text{ мм та } d_2 = 116 \text{ мм.}$$

Враховуємо, що чисто витрати промивальної рідини крізь δ

(за $d_{\text{вхідної частини отвору}} = 5 \text{ мм}$ в границях $0 \leq Q \leq 600 \text{ л/хв}$; додана площа 4-х отворів:

$$S = 4 \cdot \frac{\pi \cdot d_{\delta}^2}{4} = 7,854 \cdot 10^{-5} \text{ м}^2.$$

Тиск дрос-ння обчислюється, виходячи із залежності [16]:

$$p(Q) = \frac{Q^2 \cdot \rho}{2 \cdot \mu^2 \cdot S^2},$$

де μ - коефіцієнт витрат, $\mu = 0,62$; ρ – густина бурового розчину, $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$.

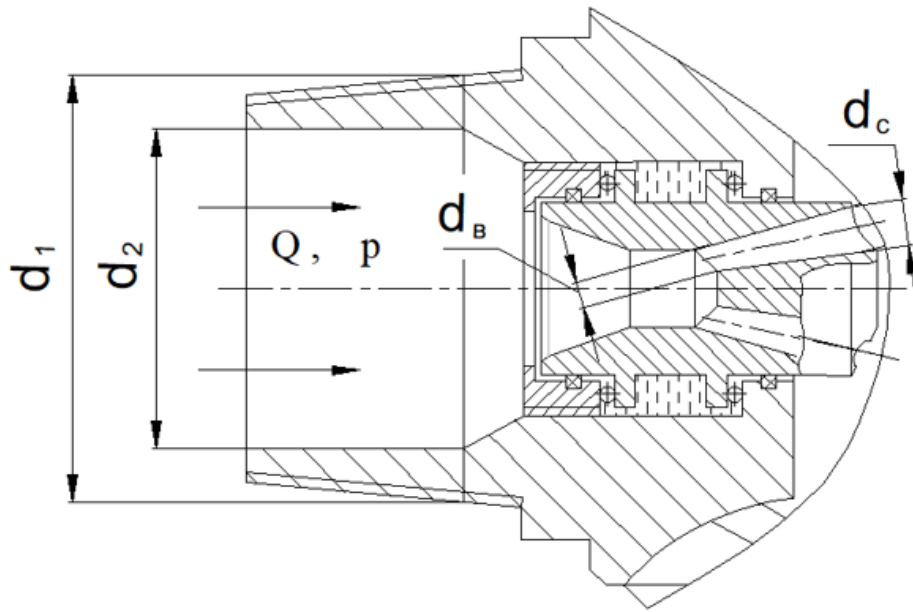


Рисунок 4.4 – Розрахункова схема частини долота для визначення тиску дроселювання та міцності корпусу.

Міцність гідровузлового корпусу обчислюється, виходячи від залежності [28], враховуючи змінності витрат:

$$\sigma = p(Q) \cdot \frac{d_1^2 + d_2^2}{d_1^2 - d_2^2},$$

де d_1, d_2 – діаметри (рис. 4.4).

На рис. 4.5 зображено графіки, на яких наведено залежність p дрос-ня і σ від Q :

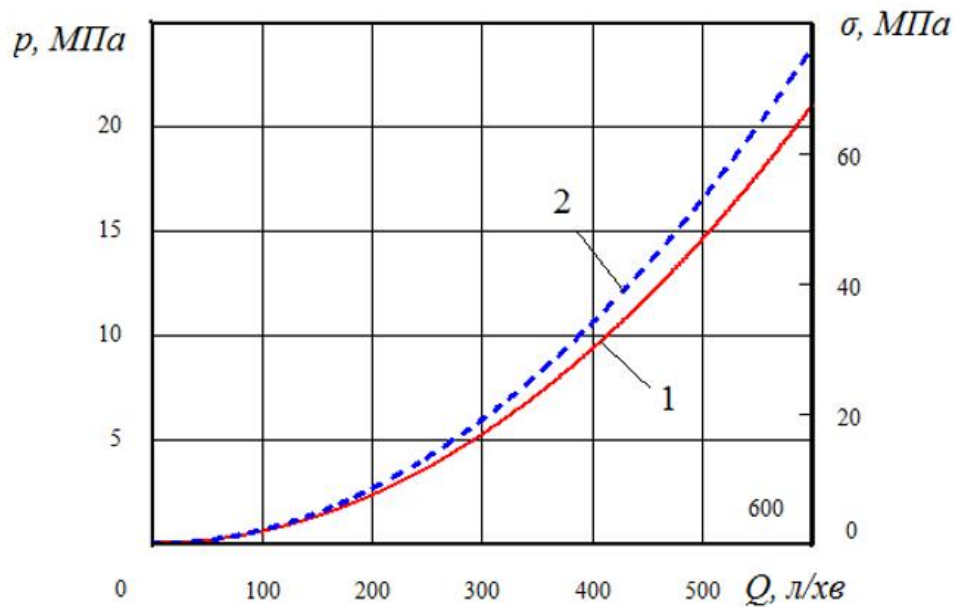


Рисунок 4.5 – Графіки залежностей: 1 – тиску дроселювання $p(Q)$;

2 – міцності корпусу долота від витрат рідини $\sigma(Q)$

Швидкість струменя виходячи з усіх отворів дорівнює:

$$v_{\sigma} = Q / 4 \cdot S_{\sigma},$$

де S_{σ} – площа одного вихідного отвору діаметром $d_c = 12$ мм.

А отже:

$$S_{\sigma} = \pi \cdot d_c^2 / 4 = 1,131 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2;$$

$$v_{\sigma}(Q) = \frac{Q}{4 \cdot S_{\sigma}}.$$

За різкого зупинення току рідини в момент подачі на виконавчий орган, тиск прямого гідрав. вдарення, розраховуючи його формульно за Жуковським, розраховується:

$$p_{гв}(Q) = \rho \cdot c \cdot v_{гв}(Q);$$

де c – швидкість звуку в буровому розчині, приймається $c = 1449$ м/с.

На рис. 4.6 зображено залежність p гідродару від Q .

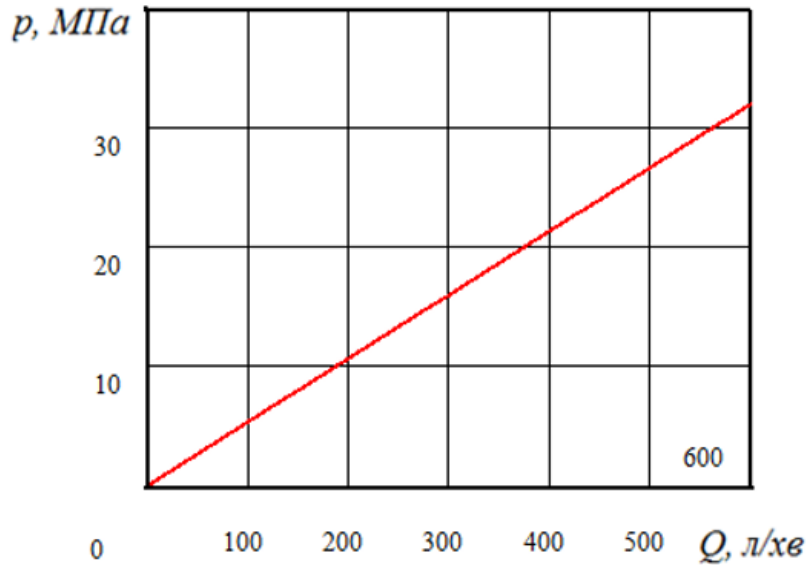


Рисунок 4.6 –Графік залежності тиску гідродару від витрати рідини.

Тож тах числа обчислених п-ів:

тиск дроселювання $p_{max} = p(600) = 21,1$ МПа;

напруження в корпусі $\sigma_{max} = \sigma(600) = 76,4$ МПа, що менше допустимого значення $[\sigma] = 120$ МПа, для гідравлічних елементів [16] ;

швидкість витоку з кожного отвору $v_{гв max} = v_{гв}(600) = 22,1$ м/с;

тиск гідродару $p_{гв max} = p_{гв}(600) = 32,033$ МПа.

ВИСНОВКИ

1. Запропонована конструктивна схема та зроблена конструкція модернізованого віброкавітаційного бура та встановлені його конструктивні і силові параметри.
2. Розроблена програма мовою C++, яка дозволяє в інтерактивному режимі, при зміні основних конструктивних параметрів, розрахувати крутний момент віробура, з урахуванням режиму кавітації.
3. Досліджені характеристики кавітаційного модулю та встановлені залежності тиску дроселювання, напруження в корпусі, тиску гідроудару від витрати бурового розчину.
4. Встановлені максимальні значення параметрів: тиску дроселювання до 21,1 МПа; напруження в корпусі до 76,4 МПа, що менше допустимого значення 120 МПа для гідравлічних елементів; швидкості витоку з кожного отвору модуля до 22,1 м/с; тиску гідроудару до 32,033 МПа.

5 РОЗРОБКА СТАРТАП-ПРОЄКТУ ВПРОВАДЖЕННЯ ВІБРОКАВІТАЦІЙНОГО БУРА

5.1 Цілі та етапи реалізації стартап-проєкту

Починати розробку стартап-проєкту доцільно з обґрунтування цілей всіх етапів по його реалізації (табл. 5.1)[29].

Таблиця 5.1 – Етапи реалізації стартап-проєкту та їх цілі.

Етапи реалізації	Цілі
Початковий етап стартап-проєкту	Дослідження потреб та запитів споживачів, суперечностей та технологічних недосконалостей діючих продуктів-аналогів конкурентного середовища
Етап обґрунтування актуальності та новизни інноваційної ідеї	Задоволення нових потреб споживачів, подолання певних суперечностей поточних технологічних процесів, вдосконалення діючих технологій та устаткування тощо
Етап аналізу конкурентного середовища	Виявлення можливих конкурентів-виробників, які виготовляють схоже обладнання або пропонують схожі технології та здійснення порівняльного аналізу техніко-економічних переваг та недоліків реалізації пропонованої ідеї
Етап обґрунтування ресурсного забезпечення проєкту	Визначення необхідних матеріальних, трудових, капітальних ресурсів, ключових процесів, технології, обладнання та реалізації проєкту в часі і просторі
Етап фінансового забезпечення реалізації проєкту	Обґрунтування собівартості та ціни реалізації інноваційної ідеї
Інвестиційний етап реалізації стартап-проєкту	Пошук потенційних інвесторів фінансування стартап-проєкту
Маркетинговий етап реалізації проєкту	Обґрунтування каналів збуту продукту стартап-проєкту, залучення потенційних споживачів, формування необхідних сегментів ринку

5.2 Роз'яснення актуальності та новизни інноваційної ідеї стартап-проєкту

Описування майбутньої ідеї передбачає необхідність окреслити її, описати

актуальність для впровадження рішення певних нюансів та суперечливих аспектів в її роботі. Варто обрисувати центральні переваги змодельованого обладнання та вигоду перед його використанням [30]. Готові обриси додано до таблиці 5.2:

Таблиця 5.2 – Стартап-проект, його новизна й актуальність.

Зміст ідеї	Напрямки застосування	Переваги та вигоди споживача
Розробка віброкавітаційного бура	Нафтова промисловість	Використання пристрою надає можливість моментальної очистки бурових головок та підвищує дію на привібійну зону нафтового пласта.
	Наукова діяльність	Віброкавітаційний бур дає можливість модифікувати існуючу комплектацію.

5.3 Аналіз конкурентного середовища стартап-проекту

Працюючи зі свердловиною, робочі елементи бура забруднюються, що – в свою чергу – зменшує продуктивність при роботі з нею.

Пара сопол, які встановлені у конструкцію бура, ведуть дію розкручення і цим очищують шарошки. Бурові головки підвищують дію на вибійну зону пластів; окремо по трубі до виконавчого органу надходить розчин, який розкручує турбіну та намирає ґрунт, який пізніше виходить на поверхню.

Головною метою розробки є покращення бурової установки, встановивши Трубку Вентурі та використавши кавітаційний ефект[31].

Таблиця 5.3 – Переваги ідейної складової проєкту.

№ п/п	Техніко-економічні характеристики ідеї	Удосконалений віброкавітаційний бур	Турбобур
1	Обсяги виконаних робіт	Розроблений бур дозволяє проводити безперебійний вплив на свердловину.	Необхідний час за відсутності додаткового впливу на пласт через різність будови.
2	Ресурс часу для виконання робіт	Можливість безперервної роботи за рахунок встановленої трубки вентури, а також можливості намівання грунтів	Необхідна періодична очистка виконавчих органів.

В той же час нам необхідно зробити SWOT_аналіз – в ході реалізації стартап-проєкту – для вивчення потенційних погроз реалізації та реальний амбіцій у реалізації. Також таким чином ми вияснємо сильні і слабкі сторони роботи. Цей аналіз допомагає впорядкувати формування будь-якої бізнес ідеї.

Таблиця 5.4 – Фактори проведення SWOT_аналізу.

Фактори	Оцінка середовища		Оцінка підприємства	
	Можливості	Загрози	Сильні сторони	Слабкі сторони
1.Залежні від діяльності підприємств а: 1.1. Сервісні центри 1.2.Конструкторські бюро	Можливість наряду співпрацювати з компаніями для сумісного вивчення і швидкого покращення технологій. Можливість конкурувати за рахунок унікальності технологій.	Можливість ускладнення співпраці через незнання технологій. Можливості закупки гіршого за якістю обладнання за рахунок нехтування порад компаній. Недостатня фінансова база та виробництво з високими витратами.	Можливість постачання комплектуючих, можливість заявити про свій продукт на світовому рівні.	Складність широкого розповсюдження за рахунок новизни технології. Високі темпи інфляції. Загальне сповільнення темпу зростання ринку. Накладення обмежень з постачання обладнання.
2.Незалежні від діяльності підприємств а: 2.1.Нафтові підприємств а 2.2. Буд компанії	Вихід на нові ринки. Розширення виробництва для задоволення потреб споживачів.	Конкуренція на ринку продажів обладнання при конкурентах, які можуть адаптувати нову технологію, обходячи корисну модель.	Можливість постачання обладнання, розробляти та покращувати вже існуючу ідею.	З часом використання технологія буде здешевлюватись, тому з часом потрібно буде покращувати технічні характеристики пристрою.

Пропрацьовані результати варто занести до відповідної матриці SWOT_аналізу (табл. 5.5).

Таблиця 5 – SWOT_аналіз у вигляді матриці.

S (strength) – Сильні сторони	W (weaknesses) – Слабкі сторони
1. Можливість постачання комплектуючих; 2. Можливість заявити про свій продукт на світовому ринку.	1. Складність широкого розповсюдження за рахунок новизни технології; 2. Високі темпи інфляції; 3. Загальне сповільнення темпів зростання ринку; 4. Накладення обмежень з постачання обладнання.
O (opportunities) – Можливості	T (threats) – Загрози
1. Можливість наряду співпрацювати з компаніями і сумісними зусиллями вивчати технології. 2. Швидке покращення технологій. 3. Можливість конкурувати за рахунок унікальності технологій.	1.Можливість ускладнення співпраці через незнання певних технологій. 2.Можливості закупок гіршого за якістю обладнання за рахунок нехтування порад компанії. 3.Недостатня фінансова база. 4.Виробництво з високим рівнем втрат.

5.4 Обґрунтування забезпечення ресурсами проєкту

У подальшому плануються використання матеріальних й капітальних ресурсів у масовому виробництві, а також заплановано перехід на інтелектуальний ресурс (зادля постійного покращення продукту на виході)[32].

Таблиця 5.6 з обґрунтованими кап-вкладеннями по реалізації проєкту винесена в додатки як додаток С1.

5.5 Основні партнери і види діяльності

Таблиця 7 - Центральні види діяльності.

Назва діяльності	Опис діяльності	Результат діяльності
1	2	3
Виробництво	Перші партії плануються до випуску на дочірніх підприємствах заводу «Криворіжгірмаш»	Пристрої виготовлені та приведені в робочий стан
Реалізація	Планується реалізувати першу партію пристроїв в перший місяць. Далі - більш масове виробництво.	Пристрої реалізовані та введені в експлуатацію.
Управління	Планується правильно розподілити обов'язки між керівними посадами та раціонального використання ресурсів.	Результатом повинно стати утворення нової фірми з юридичними повноваженнями
Збут	Перепродаж обладнання через засоби інтернет, налагодження зворотного зв'язку, рекламування продукції. Продаж у спеціалізованих магазинах.	Контракти з партнерами на постачання продукції
Сервіс	Планується відкриття сервісного центру з адаптацією персоналу до нової технології	Відкриття регіонального сервісного центру з подальшим надання ліцензії іншим сервісним центрам схожого напрямку

Програмне забезпечення	Планується використання ліцензійного програмного забезпечення CAD. Відкриття власного сайту з описом продукції.	Стабільна робота сайту та розробка інновацій в програмному середовищі.
Оренда	Планується оренда приміщення під офіс та оренда приміщення під сервісний центр	Офіс орендований та введений в експлуатацію. Сервісний центр обладнаний для <u>икорстання</u>

5.6 Обґрунтування стартап-проекту фінансово

Таблиця 8 - Витрати по економічним елементам.

Виробнича собівартість продукції	Прямі матеріальні затрати: • витрати сировини й матеріалів за винятком повернених відходів; • витрати купівельних напівфабрикатів та комплектуючих виробів; • витрати палива й енергії; • витрати будівельних матеріалів; • витрати запасних частин; • витрати матеріалів сільськогосподарського призначення; • інші матеріальні витрати;
	Прямі затрати на оплату праці: • заробітна плата за ставками і тарифами; • премії, заохочення, компенсаційні виплати, оплата відпусток; • оплата іншого невідпрацьованого часу; • інші витрати на оплату праці.
	Соціальні відрахування до Пенсійного фонду – 22% по заробітній платі.
	Амортизація основних фондів та нематеріальних активів для власного виробничого призначення: • амортизація основних засобів та необоротних нематеріальних активів; • амортизація інших необоротних матеріальних активів;
	Інші прямі витрати: • витрати на дослідження та розробки • вартість робіт, послуг сторонніх підприємств та комунальних послуг; • вартість оренди, повернення кредитів та їх обслуговування; • втрати від браку з технологічних причин. • собівартість реалізованих виробничих запасів; • сума безнадійної дебіторської заборгованості; • втрати від операційної курсової різниці; • визнані штрафи, пеня, неустойка; • інші витрати операційної діяльності

Список пр-х мат.витрат

Таблиця 5.9 винесено як додаток С2.

В-ти на фонд оплати праці

ФОП це – сума заробітної платні працівникам на підприємстві та соціальних відрахувань до пенсійного фонду[33][34].

Таблиця від 5.10 до по 5.20 включно – разом з описом витрат – винесено в додатки як додаток С4

5.9 Цільові групи потенціального споживача

Таблиця 21 - Вибір цільової групи потенційного споживача.

№ п/п	Опис цільової групи потенційних клієнтів	Орієнтовний попит в межах цільової групи (сегменту)	Інтенсивність конкуренції в сегменті	Простота входу у сегмент
1	Обладнання	В даному пристрої використовується покращене обладнання за рахунок модернізації пристрою.	Можливості для цінової конкуренції за рахунок зниження ціни на пристрої	В даному сегменті вхід на ринок можна здійснювати за рахунок модернізації пристрою, що є вагомою причиною для покупки, реалізації товару
2	Технології	На даний час існують аналоги, але в них використовується технологія відмінна від технології в пристрої.	Конкуренція виникає за рахунок загрози входу на <u>на</u> ринок нових суперників.	Прихильність покупців до існуючих торгових марок ускладнює вхід в сегмент ринку
3	Продукти особливого споживчого попиту	На даний момент відсутні унікальні модифікації пристрою, покупець віддаватиме перевагу існуючих торговим маркам	Конкуренцію в даному сегменті ділять одразу декілька торгових марок, використовуючи унікальність	Складнощі входу в сегмент ринку, на даному етапі стартап-проекту відсутня можливість модифікації, в витратах розрахована можливість під модифікацію існуючої моделі

Вибраний раніше сегмент передбачає розроблену нами базову стратегію розвитку (табл. 5.22):

Таблиця 22 – Базова стратегія розвитку.

Обрана альтернатива розвитку проекту	Стратегія охоплення ринку	Ключові конкурентні позиції відповідно до обраної стратегії	Базова стратегія розвитку*
Ринкові можливості посилення	Диференційована стратегія відтворює бажання фірми-виробника задовольнити потреби значної ринкової частки й орієнтується на значний ринковий потенціал.	Унікальність технології, якісне обладнання, відмінне сервісне обслуговування	Стратегія диференціації, за рахунок розробки унікального пристрою

5.10 Канали збуту

Канал збуту — це уособлення фірм/ людей, що виконують функції посередника що стосується фіз.переміщення одиниці товару і перебирають на себе/сприяють тому аби передати право на власність на певні товари по дорозі їх просування від виробника до кінцевого їх споживача.

Таблиця 23 – Обрис систем каналів збуту товару.

Специфіка закупівельної поведінки цільових клієнтів	Функції збуту, які має виконувати постачальник товару	Оптимальна система збуту
Оптова закупка західними компаніями по роботі у нафтовидобутку.	Налагодження і підтримка зв'язків з потенційними покупцями. Організація зберігання товарних запасів. Організація планомірного завезення товарів з регіонів виробництва в район споживання. Періодично коректувати асортимент й поквартальні строки поставки. Скорочувати строки подання специфікацій	Перепродаж обладнання через засоби мережі інтернет, налагодження зворотного зв'язку, рекламування продукції

5.11 Обладнання та технології бізнес-моделі проєкту

Розроблення стартап-проєкту - це створення бізнес-моделі того, як ми будемо комерціалізовувати наукотехнічні розробки. Утворення конкурентно-спроможної бізнес-моделі є діючим інструментом для того аби вирішити встановлені в роботі задачі і представляє собою структуру центральних елементів бізнес-проєкту і є кладязем іннов-них ідей та новітніх підходів, що мають місце бути застосованими в нетиповому поєднанні елементів-компонентів.

Таблиця 5.24 зі структурою бізнес моделі готового обладнання винесено в додатки як додаток С4.

ВИСНОВКИ

За проведеним у даному розділі аналізом, запропонований в роботі продукт є креативним (новим) на ринку, який – як і всі аналоги – має певні переваги та недоліки. До переваг можна віднести функції, що стали можливими завдяки конструкції бура, а також відносно позитивні економічні показники (включно з відносно невеликою собівартістю). При коректному підході, даний продукт легко інтегрується у вже існуючі підприємства. З недоліків – відсутність розуміння роботи інженерами (що призводить до сповільнення введення в масову експлуатацію), відсутність швидких темпів просування реклами та бренду продукту. Також – із розрахованих в розділі показників – варто зазначити збільшення вартості зовнішніх витрат у порівнянні з попередніми роками, що пов'язано в тому числі зі збільшенням ціни на послуги.

З огляду на ситуацію в цілому, проєкт має змогу виходу на рівень великих підприємств, що займаються видобутком нафти, тому розвиток ідеї є доцільним та перспективним.

Таблиця 25 - Узагальнюючі техніко-економічні показники.

Показники	Значення
Річний випуск продукції, од.	50
Капіталовкладення, тис. грн.	10976
Собівартість продукції, тис. грн.	120,342
Ціна продукту, грн	454,892
Прибуток, тис. грн.	22744600
Рентабельність, %	215
Коефіцієнт економічної ефективності	1.12
Період повернення капіталовкладень, років	10

ВИСНОВКИ ПО МАГІСТЕРСЬКІЙ ДИСЕРТАЦІЇ

У розділі механізації нами було проведено обчислення на міцність вала бура КТДЗ10; за розрахунком лебідки було обрано канат ЛК_Р0. Було вивчено геологічну за геофізичну х-ку родовища, що розглядається.

За реалій Буг-го нафт. родовища доцільно використовувати для кожної секції шин трансформатори марки ТМН 4000-35/6.3 номінальною потужністю 4000 кВА. На родовищі використовуються лінії типу АС-16, КРБК (3*25), КРБК (3*70).

У випадку з Бугр-м родовищем можна модернізувати електропроводку, наприклад, збільшити діаметр провідників, що покращить якість напруги і тоді двигуни працюватимуть краще. Мотори також можна замінити на нові, що допоможе збільшити корисний ефект і дозволить працювати з меншою потужністю.

Найкращий варіант – збільшити клас напруг, щоб фактично досягти менших втрат (замінити 6 кВ на 10 кВ). Він буде приблизно однакового розміру, а ефективність підвищиться. Головний недолік таких радикальних змін – вибір нового пристрою.

Енергозбереження може включати, наприклад, рівень освітленості приміщення шляхом збільшення світлових тонів стін, заміни застарілих джерел світла, енергозберігаючих ламп, заміни старого обладнання та електрообладнання.

В даній роботі удосконалено конструкцію віброкавітаційного бура шляхом встановлення сопел, трубки Вентурі та дифузору. Внаслідок цього – завдяки інтеграції явища кавітації в процес буріння – посилено дію бура.

Було визначено корпус бура на міцність; доведено, що запас міцності знаходиться в допустимих межах. Досліджені характеристики кавітаційного модулю та встановлені залежності тиску дроселювання, напруження в корпусі, тиску гідроудару від витрати бурового розчину.

Встановлені максимальні значення параметрів: тиску дроселювання до 21,1 МПа; напруження в корпусі до 76,4 МПа, що менше допустимого значення 120 МПа

для гідравлічних елементів; швидкості витоку з кожного отвору модуля до 22,1 м/с; тиску гідроудару до 32,033 МПа.

В роботі в цілому були проведені розрахунки електричних показників Бугругатівського родовища, механічних показників оснащення, обґрунтовано параметри бура та встановлено основні х-ки його функціонування, а також проведено вивчення стартап-проєкту, де ми вияснили, що ідея реалізації даної розробки є перспективною.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Гірничий енциклопедичний словник : у 3 т. / за ред. В. С. Білецького. — Д. : Східний видавничий дім, 2004. — Т. 3. — 752 с. — ISBN 966-7804-78-X.
2. Методичні вказівки до курсового та дипломного проектування «Електрообладнання та електропостачання шахт», Рябенко І. С., Погрібний В. В. - Київ: НТУУ «КПІ», 2009 р.
3. Методичні вказівки до дипломного та курсового проектування «Електрообладнання та електропостачання дільниць міського підземного будівництва», Рябенко І. С. – Київ: НТУУ «КПІ», 1999.
4. Електрообладнання та електропостачання машин і установок гірничого виробництва (електронний ресурс): методичні вказівки до виконання лабораторних робіт для студентів напряму підготовки 6.050702 «Електромеханіка», НТУУ «КПІ»; Рябенко І. С. Електронні текстові данні – К.: НТУУ «КПІ», 2014. – 116 с.:<http://ela.kpi.ua/handle/123456789/7571>
6. Мельников Н.В. Справочник инженера и техника по открытым горным работам. Москва, 1961.
7. Туренко О.М. Розрахункові робота з курсу «Технологія відкритих гірничих робіт». Київ, 1995.
8. Гірничий енциклопедичний словник : у 3 т. / за ред. В. С. Білецького. — Д. : Східний видавничий дім, 2004. — Т. 3. — 752 с. — ISBN 966-7804-78-X.
9. Методичні вказівки до курсового та дипломного проектування «Електрообладнання та електропостачання шахт», Рябенко І. С., Погрібний В. В. - Київ: НТУУ «КПІ», 2009 р.

10. Методичні вказівки до дипломного та курсового проектування «Електрообладнання та електропостачання дільниць міського підземного будівництва», Рябенко І. С. – Київ: НТУУ «КПІ», 1999.

11. Електрообладнання та електропостачання машин і установок гірничого виробництва (електронний ресурс): методичні вказівки до виконання лабораторних робіт для студентів напряму підготовки 6.050702 «Електромеханіка», НТУУ «КПІ»; Рябенко І. С. Електронні текстові данні – К.: НТУУ «КПІ», 2014. – 116 с.:<http://ela.kpi.ua/handle/123456789/7571>

12. Мельников Н.В. Справочник инженера и техника по открытым горным работам. Москва, 1961.

13. Гірничий енциклопедичний словник : у 3 т. / за ред. В. С. Білецького. — Д. : Східний видавничий дім, 2004. — Т. 3. — 752 с. — ISBN 966-7804-78-X.

14. Методичні вказівки до курсового та дипломного проектування «Електрообладнання та електропостачання шахт», Рябенко І. С., Погрібний В. В. - Київ: НТУУ «КПІ», 2009 р.

15. Расчеты в бурении: справ. пособие / Р.А. Ганджумян, А.Г. Калинин, Н.И. Сердюк; под ред. А.Г. Калинина. – Москва: РГГУ, 2007. – 668 с.

16. Ганджумян Р.А. Практические расчеты в разведочном бурении / Р.А. Ганджумян. – Москва: Недра, 1986. – 253 с.

17. Коровяка Є. А., Хоменко В. Л., Харченко М.О. – Буріння свердловин м. Дніпро, 2021 р. – 15 с.

18. Кожевников А.А. Імпульсні технології буріння свердловин // Тези доп. междунар конф. «Механіка гірських порід при бурінні». – Горний, – 1992. – С. 40–45.

19. Восдвиженський В.І., Сидоренко А.К., Скорняков А.Л. Сучасні способи буріння свердловин. – М.: Недра, 1978. – 346 с.

20. Войтович А.Ф., Світалка П.І., Виноградов Г.В. Про можливості підвищення ефективності відпрацювання алмазних доліт в процесі буріння свердловин на нафту і газ / Тез. докл.V междунар. конф. «Породо і металообробний інструмент – техніка і технології його виготовлення і застосування». Київ, 2002. – С. 72–75.

21. Федоткин И. М., Гулий И.С. Кавітація, кавітаційна техніка та технологія, їх використання в промисловості (теорія, розрахунки та конструкції кавітаційних апаратів). Ч.1. - К.: Поліграфкнига, 1997. - 940 с.

22. Ред. В. С. Білецького. — Д.: Східний видавничий дім, 2004. — Т. 3. — 752 с. — ISBN 966-7804-78-X.

23. Пат. 251800 UA, МПК E21B10/18 Присрій для буріння свердловин [Текст] /Паневник О.В., Яремійчук Р.С.: № 97031449; заявл. 27.03.1997; опубл. 30.10.1998.

24. Пат. 2239040 C1 RU, МПК E22B10/12 Пристрій для буріння горизонтальних свердловин вібраційно-обертовим способом [Текст] / Габрахимов М.С., Хузина Л.Б.: № 9334568; заявл. 10.05.2005; опубл. 21.06.2006.

25. Пат. 2258791 C1 RU, МПК E21B10/18 Вібратор для буріння свердловин [Текст] / Габрахимов М.С., Хузина Л.Б.: № 9334568; заявл. 20.03.2004; опубл. 20.08.2005.

26. Пат. 2254591 A1 RU, МПК E21B10/13 Пристрій для вібраційного буріння свердловин[Текст] / Габрахимов М.С., Хузина Л.Б.: № 9334568; заявл. 20.03.2004; опубл. 20.08.2005.

27. Пат. 1754872 A1 SU, МПК E21B10/13 Пристрій для вібраційного буріння свердловин[Текст] / Габрахимов М.С., Хузина Л.Б.: № 9334568; заявл. 20.03.2004; опубл. 20.08.2005.

28. Коваль П.В. Гидравлика и гидропривод горных машин: Учебник для вузов по специальности "Горные машины и комплексы". -М.:Машиностроение, 1979. -319 с.

29. Стартап-проект. Рекомендації до виконання розділу магістерської дисертації «Розроблення стартап-проекту» [Електронний ресурс]: навчальний посібник для студентів спеціальностей: 101 «Екологія», 141 «Електроенергетика, електротехніка та

електромеханіка», 144 «Теплотехніка», спеціалізацій: «Інженерна екологія та ресурсозбереження», «Інжиніринг електротехнічних комплексів», «Електромеханічні та мехатронні системи енергоємних виробництв», «Системи електропостачання», «Енергетичний менеджмент та енергоефективність» «Енергетичний менеджмент та інжиніринг» / П. В. Круш, Н. А. Шевчук, О. І. Андрусь ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні тестові дані (1 файл: 127 КБ). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 50 с. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/27914>

30. Startup-project: Recommendations for the elaboration of the Master's thesis section «Startup Project Elaboration» [Electronic resource] : teach. edition for studio specialties 101 «Ecology», 141 «Power, electrical engineering and electromechanics», 144 «Thermal engineering» specializations «Engineering Ecology and Resource saving», «Engineering of Automated Electrotechnical Complexes», «Electromechanical and Mechatronic Systems of Power-intensive Industries», «Power Supply Systems», «Energy Management and Energy Efficiency», «Energy Management and Engineering» / P. Krush, N. Shevchuk, O. Andrus ; Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute. – Electronic test data (1 file: 109 Kb). – Kyiv : Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute, 2019. – 50 p. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/27938>

31. Шевчук Н.А. Розробка та впровадження стартап проекту на прикладі геосинтетичного модуля-опалубки / Шевчук Н.А., Вапнічна В.В. // Сучасні проблеми економіки і підприємництво [Текст]: Збірник наукових праць. – Вип. 23. – К.: ІВЦ Видавництво «Політехніка», 2019 С.32-40. [file:///C:/Users/user/Downloads/165788-384771-1-PB%20\(6\).pdf](file:///C:/Users/user/Downloads/165788-384771-1-PB%20(6).pdf)

32. Шевчук Н.А., Зайченко С.В., Кривда О.В. Впровадження та реалізація стартап проекту геомехатронного комплексу Сучасні проблеми економіки і підприємництво [Текст]: Збірник наукових праць. – Вип. 21. – К.: ІВЦ Видавництво «Політехніка», 2018 С. 94-101. <http://sb-keip.kpi.ua/article/viewFile/130546/132655>

33. Шевчук Н.А. Впровадження та реалізація стартапів в гірництві / Шевчук Н.А. / Міжнародна науково-технічна конференція, присвячена 120 – річчю КПІ

«ПРОБЛЕМИ ГЕОІНЖЕНЕРІЇ ТА ПІДЗЕМНОЇ УРБАНІСТИКИ», м. Київ, 17-18 травня 2018 р.– К.: НТУУ «КПІ», 2018. – С. 89-90.

34. Шевчук Н.А. Економіка і організація виробництва: Рекомендації до виконання розрахункової роботи:[Електронний ресурс]: навч. посібник для студ. спеціальностей: 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» спеціалізацій: «Інжиніринг електротехнічних комплексів»,«Електромеханічні та мехатронні системи енергоємних виробництв»/ Н.А. Шевчук, С.О. Тульчинська/КПІ ім. Ігоря Сікорського.– Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019.–60 с.

35. Шевчук Н.А., Тульчинська С.О., Вовк О.О., Темченко О.А. Успішний розвиток стартап-школи в системі інноваційного простору закладу вищої освіти. Агросвіт. 2021. № 19. С.16-22.

36. Shevchuk N. Development of a business model for the evaluation of an Eco-industrial park. III Міжнародна науково-практична конференція «БІЗНЕС, ІННОВАЦІЇ, МЕНЕДЖМЕНТ: ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ», м. Київ, 8 грудня 2022 р.– К.: НТУУ «КПІ», 2022.