

Пояснювальна записка до дипломного проекту

за темою: : Розроблення генератора резонансних коливань тиску електромеханічного обладнання Бугруватівського нафтового родовища в привідбійній зоні нафтової свердловини

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

НН Інститут енергозбереження та енергоменеджменту —
(повне найменування інституту, факультету)

Кафедра автоматизації електротехнічних та мехатронних комплексів
(повна назва кафедри)

До захисту допущено

Завідувач кафедри

_____ С.В. Бойченко
(підпис) (ініціали, прізвище)

“ _____ ” _____ 2023р.

Дипломний проект
на здобуття ступеня бакалавра

з спеціальності – 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
Освітня програма: Електромеханічні та мехатронні системи енергоємних виробництв
(код та назва напрямку підготовки або спеціальності)

за темою: : Розроблення генератора резонансних коливань тиску
електромеханічного обладнання Бугруватівського нафтового родовища в привідбійній
зоні нафтової свердловини

Виконав: студент 3 курсу, групи ОМ-п01
Галушко Олександр Миколайович
(прізвище, ім'я, по батькові)

_____ (підпис)

Керівник ст. викл. Поліщук Валентина Омелянівна.

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

_____ (підпис)

Консультанти:

Технологічна частина к.т.н., доц. Сліденко В.М.
(назва розділу) (вчені ступінь та звання, прізвище, ініціали)

_____ (підпис)

Електропостачання к.т.н., доц. Мейта О.В.
(назва розділу) (вчені ступінь та звання, прізвище, ініціали)

_____ (підпис)

Охорона праці к.т.н., доц. Мітюк Л.О.
(назва розділу) (вчені ступінь та звання, прізвище, ініціали)

_____ (підпис)

Рецензент доц. Данілін О.В.
(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

_____ (підпис)

Засвідчую, що у цьому дипломному проекті немає запозичень з
праць інших авторів без відповідних посилань.

Студент _____
(підпис)

Київ – 2023 рік

ВІДОМІСТЬ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ

[illegible]

				ОМ-п01.04.2097-с.000 ПЗ		
	ПІБ	Підп.	Дата	Відомість дипломного проекту	Лист	Листів
Розробн.	Галушко				2	1
Керівн.	Поліщук				КПІ ім. Ігоря Сікорського Каф. <u>АЕМК</u> Гр. ОМ-п01	
Консульт.	Мейта.					
Н/контр.						
Зав.каф.	Бойченко					

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

Факультет (інститут) Інститут енергозбереження та енергоменеджменту
(повна назва)

Кафедра Кафедра автоматизації електротехнічних та мехатронних комплексів
(повна назва)

Рівень вищої освіти перший (бакалаврський)

Спеціальність - 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
Освітня програма: Електромеханічні та мехатронні системи енергоємних виробництв

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

С.В. Бойченко

(прізвище ініціали)

(підпис)

“ ” 2023 р.

**З А В Д А Н Н Я
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ СТУДЕНТУ**

Галушко Олександр Миколайович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту: Розроблення генератора резонансних коливань тиску електромеханічного обладнання Бугруватівського нафтового родовища в привідбійній зоні нафтової свердловини

керівник проекту ст. викл. Поліщук Валентина Омелянівна,
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету від “27” травня 2023 року №2097-с

2. Термін подання студентом проекту _____

3. Вихідні дані до проекту Бугріватівського нафтового родовища, $L_1 = 1700$ м, $L_2 = 2500$ м, $L_3 = 1700$ м, $L_4 = 4000$ м,

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік завдань, які потрібно розробити):

а) технологічна частина загальний опис об'єкта, геологічний опис об'єкта, виконання робіт, розрахунок параметрів свердловини;

б) електропостачання характеристика умов проектування та розподіл електроенергії на підприємстві, розрахунок освітлення, розрахунок електричних навантажень, розрахунок електричних мереж, розрахунок струмів КЗ, вибір електричних апаратів, основні енергетичні показники підприємства;

в) спеціальна частина літературний та патентний пошук пристроїв відновлення продуктивності, розрахунок параметрів генератора резонансних коливань.

г) охорона праці мікроклімат робочої зони, шкідливі речовини, вібрація та її дія на організм людини, електрозабезпечення підземних виробок, штучне освітлення, пожежна та техногенна безпека.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень в системі AutoCAD)

Технологічна схема Бугріватівського нафтового родовища (Схема комбінована розташування А1); Схема електропостачання (Схема електрична принципова А1); Складальне креслення генератора резонансних коливань А1; креслення деталей генератора (всього деталювання А1).

6. Консультанти розділів проекту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада Консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
технологічна частина	Доц. к.т.н. Лістовщик В.М.		
електропостачання	Доц. к.т.н. Мейта О.В.		
охорона праці	Доц. Мітюк Л.О.		

7. Дата видачі завдання 05 квітня 2023

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного Проекту	Строк виконання етапів проекту	Примітка
1	Загальний та геологічний описи об'єкта	19.04.23	
2	Виконання робіт та розрахунок параметрів свердловини	21.04.23	
3	Характеристика умов проектування та розподілу електроенергії на Бугріватівському нафтовому родовищі	30.04.23	
4	Розрахунок електричного освітлення	05.05.23	
5	Розрахунок електричних навантажень та вибір трансформаторів	12.05.23	
6	Розрахунок електричних мереж	19.05.23	
7	Розрахунок струмів КЗ	24.05.23	
8	Вибір електричних апаратів та установки їх спрацювання	31.05.23	
9	Літературний пошук та патентний пошук	04.06.23	
10	Математична модель та програма розрахунку параметрів генератора резонансних коливань	06.06.23	
11	Охорона праці	07.06.23	
12	Графічна частина (чотири формати А1)	(15.04... 7.06) 2023	

Студент

_____ Галушко О.М.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник проекту

_____ Поліщук В.О.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Abstract

Explanatory note: 93 pp., 17 fig., 15 table, 27 sources.

The object of research- resonance oscillator

The purpose of the work –

The purpose of the study -

Research methods -

Key words:. oil and gas field, well, oscillation generator,
resonance, colmatants, hydrocarbon production.

					ОМ-п01.04.2097-с.000 ПЗ	Арк.
						3
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ЗМІСТ

Мета.....	6
Завдання.....	6
Вступ.....	6
1. Технологічна частина.....	7
1.1 Характеристика родовища	7
1.2 Геолого-геофізична характеристика родовища.	9
1.3 Способи буріння та експлуатації свердловин.....	12
1.4 Опис комплексу механізації Бугріватівського родовища.....	17
1.5 Перевірка на міцність насосно-компресорних труб	20
Висновки.....	22
2. Електропостачання.....	23
2.1 Характеристика умов проектування та розподілу електроенергії на Бугріватівському нафтовому родовищі	23
2.2 Розрахунок освітлення.....	26
2.2.1 Характеристики освітлення нафтогазових промислів.....	26
2.2.2 Освітлення хімреактивів	27
2.2.3 Освітлення витратного складу хлористого кальцію	28
2.3 Розрахунок електричних навантажень.....	29
2.4 Розрахунок електричних мереж.....	33
2.5 Розрахунок струмів КЗ.....	39
2.5.1 Розрахунок струмів короткого замикання за методом іменованих одиниць	39
2.5.2 Розрахунок струмів короткого замикання мережі 10,0 кВ базисними одиницями.....	40

					ОМ-п01.04.2097-с.000 ПЗ					
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						
Розроб.		Галушко			ЗМІСТ			Літ.	Арк.	Архувів
Перевір.									4	
Реценз.								ІЕЕ ОМ-п01		
Н. Контр.										
Затверд.		Поліщук								

2.6 Вибір електричних апаратів захисту.....	46
2.7 Розрахунок релейного захисту	49
2.8 Розрахунок основних енергопоказників	52
Висновки.....	53
3. Спеціальна частина.....	54
3.1 Аналіз наукових публікацій.....	54
3.2 Патентний пошук.....	56
3.3 Аналіз даних з Інтернет.....	69
3.4 Опис конструкції генератора резонансних коливань.....	70
3.5 Визначення основних параметрів генератора.....	71
3.6 Структура та функції резонатора	74
3.7 Розрахунок основних параметрів резонатора.....	76
3.8 Розрахунок на міцність корпусу резонатора з урахуванням коефіцієнта динамічності.....	80
3.9 Комп'ютерне моделювання	80
Висновки.....	82
4. Охорона праці.....	83
4.1 Характеристика умов праці	83
4.2 Забезпечення охорони праці при видобутку нафти.....	83
4.2.1 Забезпечення охорони праці при ремонті свердловини..	83
4.4 Заходи захисту від небезпек і шкідливих факторів.....	85
4.4.1 Заходи безпеки від ураження електричним струмом.....	85
4.4.2 Основні заходи щодо забезпечення безпеки робіт	86
4.3 Пожежна безпека	86
Висновки.....	88
Висновок.....	88
Література.....	90
Додаток А.....	93
Додаток Б.....	94

ВСТУП

На сьогодні нафтовидобування є одним з найбільших видів промислу людства, і хоч період протягом якого ним займаємось є відносно малим, попит та інтенсивність з якою проводиться видобуток є дуже високими. Такий підхід до розробки родовищ неминуче призвів до появи виснажених свердловин, дебіт в яких понизився через відкладання смол, асфальтенів, парафінів чи інших речовин що створюють перепони нафтовіддачі. Часто характеристика фільтрації привибійної зони, погіршується унаслідок блокуючої дії стовпа води, що залишився на вибої свердловин після їх освоєння або з поточним обводненням пластових систем. Сьогодні потреби в нафтопродуктах та їх витрати сприяли виникненню малodeбітних свердловин, продуктивність яких ще навіть на початковому етапі розробки не була високою. На сьогодні існують декілька методів відновлення та підвищення продуктивності низькодебітних свердловин, вони поділяються на хімічні, теплові та механічні. Заглибний генератор резонансних коливань тиску, який має гідравлічний привод від гідродинамічного генератора типу ГВЗ -108 включає резонансний модуль і має перевагу над іншими установками завдяки можливості резонансного підсилення імпульсів тиску з генерацією гідроударів в зоні перфорації обсадної колони нафтової свердловини.

Мета роботи: розробити конструкцію та визначити основні параметри генератора резонансних коливань тиску за технологічних умов Бугруватівського нафтового родовища.

Завдання

1. Виконати аналіз виробничих умов, технічних характеристик Бугруватівського нафтового родовища та визначити актуальність впровадження генератора резонансних коливань.
2. Розробити проект електропостачання родовища та визначити його основні параметри.
3. Розробити конструкцію генератора резонансних коливань та визначити його динамічні параметри.
4. Визначити умови охорони праці та заходи безпеки при роботі персоналу на родовищі.

					ОМ-п01.04.2097-с.000 ПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

1.1 Характеристика родовища.

Територія Бугруватівського родовища знаходиться на території Охтирського району Сумської області (рис.1.1), в 10 – 12 км на південь від районного центру. Найближчими населеними пунктами є села Бугрувате, Хухра, Гай–Мошенка, Лутище.

Найближча залізнична станція – Охтирка.

Поряд з КЗП по території родовища проходить автодорога з асфальтовим покриттям, яка зв'язує с. Бугрувате з районним центром – м. Охтирка. В 10 – 12 км на захід від родовища проходить автодорога Охтирка – Котельва – Полтава.

В економічному відношенні Охтирський район характеризується, в основному, як сільськогосподарський.

У фізико–географічному відношенні територія родовища розташована в басейні р. Ворскла. Рельєф місцевості рівнинний, зрідка порізаний балками; абсолютні відмітки – 120 – 160 м над рівнем моря.

Гідрографія представлена р. Хухра з слабовираженими похилими схилами, береги низькі – 0,3 – 0,5 м, слабозаболочені.

Більшість площі родовища зайнята посівами сільськогосподарських культур.

Грунтові води до глибини 10 м відсутні і зустрічаються тільки в низинах балок і заболочених берегів р. Хухри.

Природною основою для підвалин всіх споруд будуть служити суглинки лесовидні щільністю 1,73 – 1,08 т/м³. Коефіцієнт фільтрації суглинків має значення 10⁻⁵ – 10⁻⁶ см/с. Корозійність суглинків – середня. Питомий електроопір ґрунтів змінюється від 35 до 50 Ом

					ОМ-п01.04.2097-с.000 ПЗ					
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						
Розроб.		Галушко			1 Технологічна частина			Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.									7	
Реценз.								НТУУ “КПІ ім. Ігоря Сікорського”, ІЕЕ		
Н. Контр.										
Затверд.		Поліщук								

[illegible]

Рис.1.1 Розташування Бугруватівського родовища

					ОМ-п01.04.2097-с.000 ПЗ	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Клімат району помірно–континентальний з середньомісячною температурою самого теплого місяці – липня – плюс 19,0 °С, самого холодного – січня – мінус 7,2 °С.

Середня річна кількість опадів в районі родовища становить 580 мм.

1.2 Геолого–геофізична характеристика родовища.

Родовище розташоване в Охтирському районі Сумської області на відстані 15 км від м. Охтирка. У тектонічному відношенні воно розміщене в межах Охтирського виступу фундаменту північної прибортової зони центральної частини Дніпровсько–Донецької западини.

Підняття виявлене у 1968 р. після переінтерпретації геолого–геофізичних матеріалів. Будова відкладів нижнього карбону деталізувалася на протязі 1975–1976 рр. сейсморозвідкою МСГТ, а в 1979 р. – тематичними роботами. За результатами цих досліджень виділено Бугруватівський, Західно–Бугруватівський, Великоозерний, Дружбинський пошукові об'єкти. В 1973 р. на площі розпочато пошукове буріння, і через рік при випробуванні свердловини 1 з продуктивних горизонтів В–14, В–18, В–20 (інт. 3234–3576 м) отримані припливи важкої і високов'язкої нафти. На Державний баланс родовище прийняте в 1975 р. Всього пробурено 39 свердловин (одна параметрична, шість пошукових і 32 розвідувальні). Дві з них розкрили породи фундаменту на глибину близько 250 м.

У геологічній будові структури беруть участь надсольові теригенно–карбонатні утворення верхнього девону (задонсько–єлецькі верстви), нижнього (візейський, серпуховський яруси), середнього (башкирський, московський яруси) і верхнього карбону, пермі, нижнього та верхнього тріасу, юри, крейди, палеогену і неогену.

Розробка покладів нафти ускладнюється блоковою геологічною будовою, неоднорідними характеристиками продуктивних пластів, фізико–хімічними властивостями нафти високої та звичайної в'язкості.

					ОМ-п01.04.2097-с.000 ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

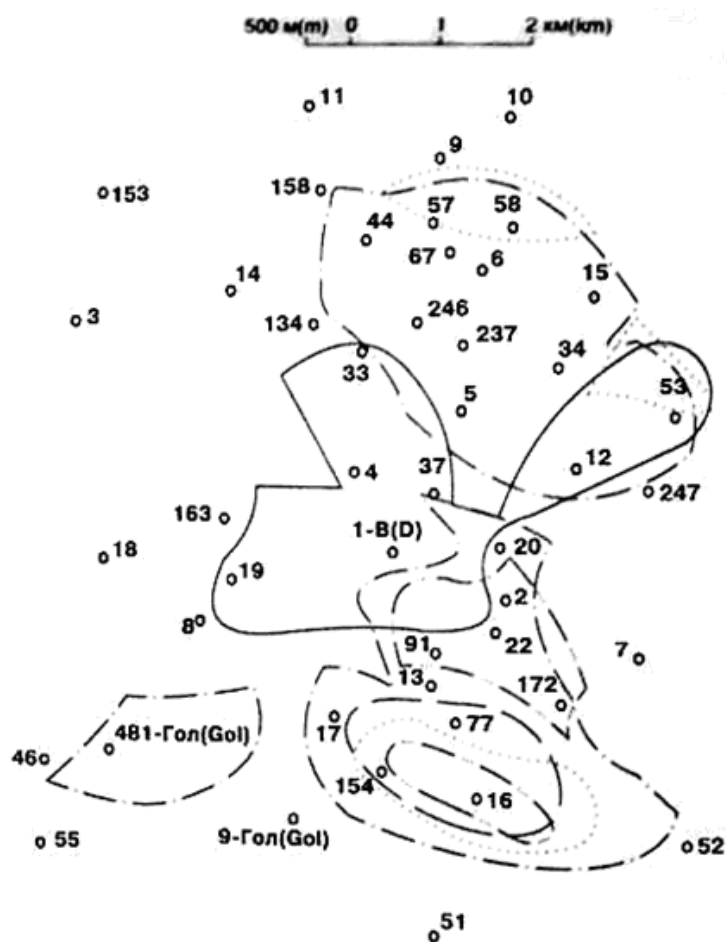
Родовище пов'язане з групою брахіантиклінальних складок, порушених скидами амплітудою від 30 до 250 м. Вони генетично пов'язані як з рухами блоків фундаменту, так і з переміщенням соляних мас. Розміри структур у візейських відкладах змінюються від 4,5×3,7 км до 13×0,75 км.

Характерною особливістю розрізу верхнього візе, в якому знаходяться основні по об'єму запаси нафти Бугруватівського родовища, є багаторазове перешарування морських та субконтинентальних відкладів, що зумовило значну літологічну неоднорідність піщаних порід-колекторів по площі та розрізу. Горизонти верхньовізейського під'ярусу літологічно представлені чергуванням пластів пісковиків, алевролітів з прошарками вапняків та кам'яного вугілля. Породами-колекторами, в яких встановлені поклади нафти, являються пласти пісковиків та алевролітів. Пісковики різнозернисті, переважно кварцеві. Еластичний матеріал окатаний та напівокатаний, цемент глинистий, вапняково-глинистий та гідрослюдистий, плівкового, контактено-порового типу. Вапняки темносірі, глинисті, щільні з великим вмістом мікрофауни, що дозволяє впевнено встановити вік порід, а також виділити мікрофауністичні.. Нижньовізейські відклади за даними мікрофауни в межах Бугруватівської площі не встановлені.

Проведеними роботами встановлена продуктивність горизонтів візейського (В-14, В-16, В-17, В-18, В-20, В-21, В-22), турнейського (Т-1) ярусів нижнього карбону і фаменського (Д-9) ярусу верхнього девону в інтервалі глибин 3234–3984 м. Всі поклади нафтові. Вони пластові склепіння тектонічно екрановані і літологічно обмежені, розміщені в межах Великоозерного, Бугруватівського, Південно-Бугруватівського склепінь і Мартівського блока.

Системою скидів структура розділена на ряд гідродинамічно ізольованих блоків, які в сумі налічують 49 окремих покладів. Колекторами є пісковики.

					ОМ-п01.04.2097-с.000 ПЗ	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



—	B-14 V-14	—	B-20 V-20
- - -	B-16 V-16	- - -	B-21 V-21
- · - · -	B-17 V-17	- · - · -	B-22 V-22
- · - · -	B-18 V-18	·····	T-1 T-1
		- - -	D-9 D-9

Рисунок 1.2 – Схема зіставлення контурів покладів

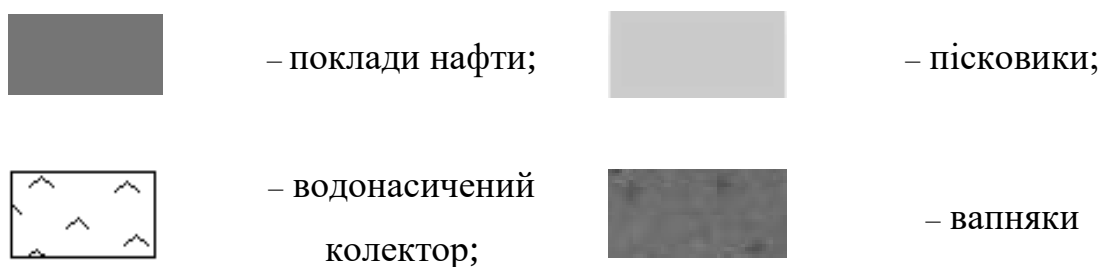
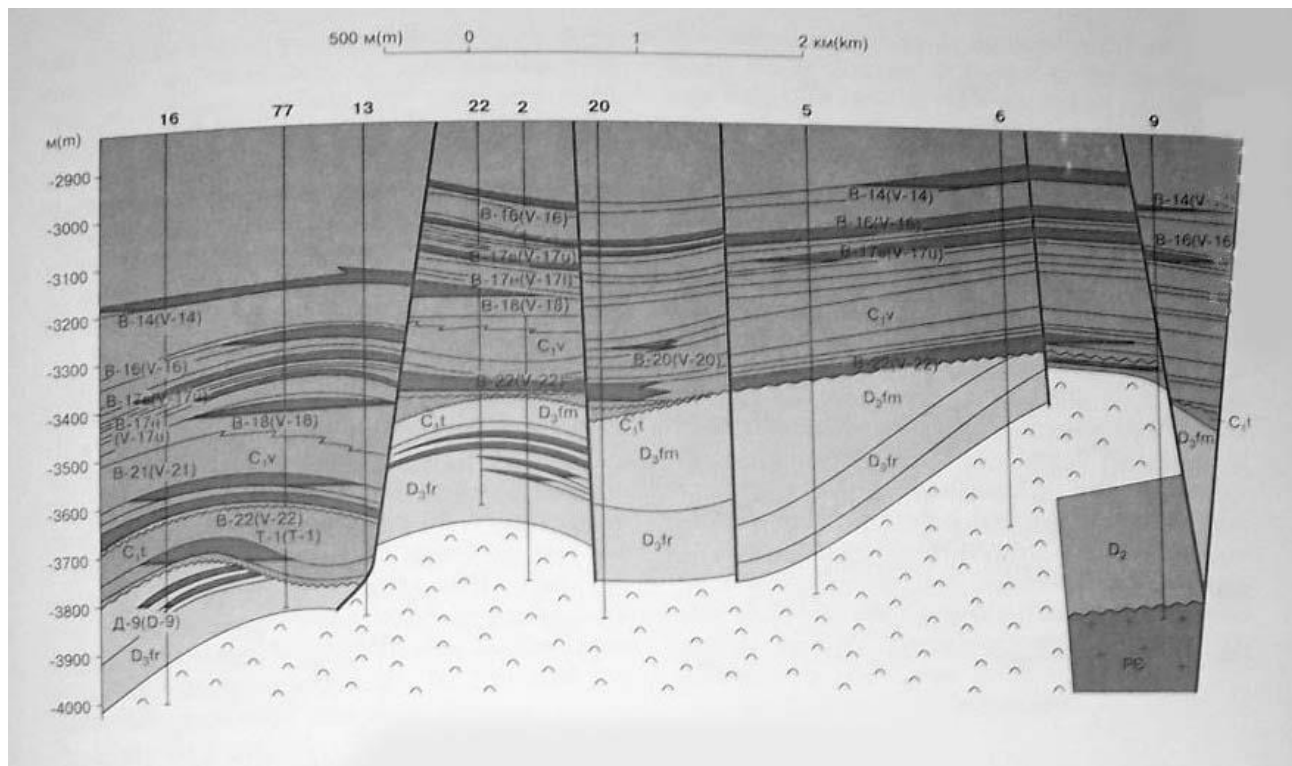


Рисунок 1.3 – Геологічний розріз

1.3 Способи буріння та експлуатації свердловин.

На даному родовищі суміщають розвідку з розробкою. Тут проводять дослідну експлуатацію розвідувальних свердловин та використовують випереджувальні видобувні свердловини для вирішення задач розвідки. Буріння свердловин проводиться обертовим методом з денної поверхні. На родовищі використовують установки, які забезпечують роторний тип буріння свердловини шляхом обертання бурового інструменту (а саме ріжучого органу – долота та передаючого органу – бурільних труб з додатковими пристосуваннями для калібрації, розширення та інших операцій у свердловині). Механічна енергія, отримана з електричної (електроустановки) чи з двигуна внутрішнього згорання (дизель–установки) передається на обертаючий на денній поверхні стіл бурового ротора, з якого через квадратну

					ОМ-п01.04.2097-с.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

трубу та колону послідовно з'єднаних спеціальних бурових труб надходить до ріжучого органу – долота. Паралельно по колоні бурових труб подається промивочна рідина від бурового насосу високого тиску, яка, охолоджуючи долото через його гідромонітори додатково

руйнує породу та виносить її на денну поверхню. Оскільки підземна структура родовища виконана з тектонічними порушеннями земної кори існує додатковий метод буріння в електроустановках за допомогою електробура, який знаходиться безпосередньо над ріжучим інструментом і надає йому обертання. При цьому виключена можливість обертання всієї колони бурильних труб, проте промивка та охолодження в обидвох методах буріння проводиться аналогічно.

Пластовий тиск готової до здачі в експлуатацію свердловин буває різним. З часом експлуатації цей тиск знижується, а тому способів експлуатації свердловин на родовищі є декілька. Пробурені свердловини володіють високим пластовим тиском, і тому можуть фонтанувати, видаючи тим самим корисну копалину (нафта з домішками та високим вмістом розчиненого в ній газу, через що відбувається фонтанування) на поверхню. Далі пластовий тиск знижується до межі, при якій фонтанна експлуатація неможлива, проте запаси нафти родовища ще значні.

У рівних свердловинах, де не було їх викривлення по технології чи раптовому природному тектонічному процесі, подальша експлуатація можлива за рахунок плунжерних глибинних штангових насосів, які встановлюють зануреними у свердловині та приводяться в дію від колони штанг з денної поверхні балансирним штанговим станком.

В районі тектонічних порушень та можливих викривлень ствола свердловини після фонтанної експлуатації подалі переходять на глибинну занурену експлуатацію зануреними електровідцентровими насосами, встановленими разом з електродвигуном у свердловині, енергія до якого подається по гнучкому електричному кабелі від електричного пункту денної поверхні.

					ОМ-п01.04.2097-с.000 ПЗ	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

З метою забезпечення високих темпів розробки покладів нафти, підвищення нафтовіддачі пластів проводиться широка гама методів підтримання пластового тиску. Серед головних способів штучного впливу на поклади нафти найбільше поширення отримали методи заводнення, рідше використовується закачування теплоносіїв – перегрітої пари та гарячої води. Оскільки відомо, що чистої нафти в природних колекторах майже не існує, вона постійно перебуває насичена газом та пластовою водою. Також існують окремо розділені фази цих копалин в одній пастці. В любых умовах густина пластової води набагато більша за густину нафти, і тому вода знаходиться на найнижчому прошарку пастки

					ОМ-п01.04.2097-с.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

Таблиця 1.1 – Запаси нафти Бугруватівського родовища

Блок	Горизонт	Запаси підраховані інститутом УкрДІПРОНДІнафта і прийняті до проектування					
		геологічні		видобувні		коефіцієнт нафтовилучення	
		B+C1	C2	B+C1	C2	B+C1	C2
I, II, III	B-14	196	790	39	158	0.20	0.20
	B-15	288	–	55	–	0.19	–
	B-16	5848	218	1695	41	0.29	0.19
	B-17	2849	–	792	–	0.28	–
	B-18	115	453	34	86	0.30	0.19
	B-20	342	–	120	–	0.35	–
	B-21	378	–	133	–	0.35	–
	B-22	10768	–	3968	–	0.37	–
	T-1	39	537	15	198	0.37	0.37
Разом		20823	1998	6851	483	0.33	0.24
IV, V	B-14	3758	–	815	–	0.22	–
	B-15	–	1327	–	251	–	0.19
	B-16	3871	–	821	–	0.21	–
	B-17	1006	39	300	8	0.30	0.20
	B-18	6364	–	2020	–	0.32	–
	B-20	370	–	122	–	0.33	–
	B-21	544	–	173	–	0.32	–
	B-22	1147	–	562	–	0.49	–
	ФМ-5-6	1610	–	628	–	0.39	–
	ФМ-11-12	520	–	244	–	0.47	–
Разом		19190	1366	5685	259	0.30	0.19
VI, VII	B-14	2817	–	564	–	0.20	–
	B-15	–	100	–	19	–	0.19
	B-16	1956	–	606	–	0.31	–
	B-17	1252	–	432	–	0.34	–
	B-18	1933	–	638	–	0.33	–
	B-21	268	–	53	–	0.20	–
	B-22	3221	–	1558	–	0.48	–
	T-1	446	–	187	–	0.42	–

	Фм–5–6	616	–	246	–	0.40	–
	Фм–11– 12	230	–	80	–	0.35	–
Разом		12739	100	4364	19	0.34	0.19
Разом по родовищу		52752	3464	16900	761	0.32	0.22

Таблиця 1.2 – Стан фонду свердловин Бугруватівського родовища

Фонд свердловин	Характеристика фонду свердловин	Кількість
Видобувні	Пробурено, в тому числі:	111
	діючі:	75
	з них фонтан	22 (2 в бездії)
	ЕВН	2
	ШГН	52 (5 в бездії)
	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 Опис комплексу механізації Бугріватівського родовища

На Бугріватівському нафтогазоконденсатному родовищі при видобутку нафти та підвищенні продуктивності роботи свердловини проведено переведення існуючих фонтанних свердловин на механізований видобуток, а саме застосування генератора резонансних коливань для підвищення дебіту свердловин. Комплекс механізації Мільківського нафтогазоконденсатного родовища наведено на рисунку 1.1.

					ОМ-п01.04.2097-с.000 ПЗ	Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

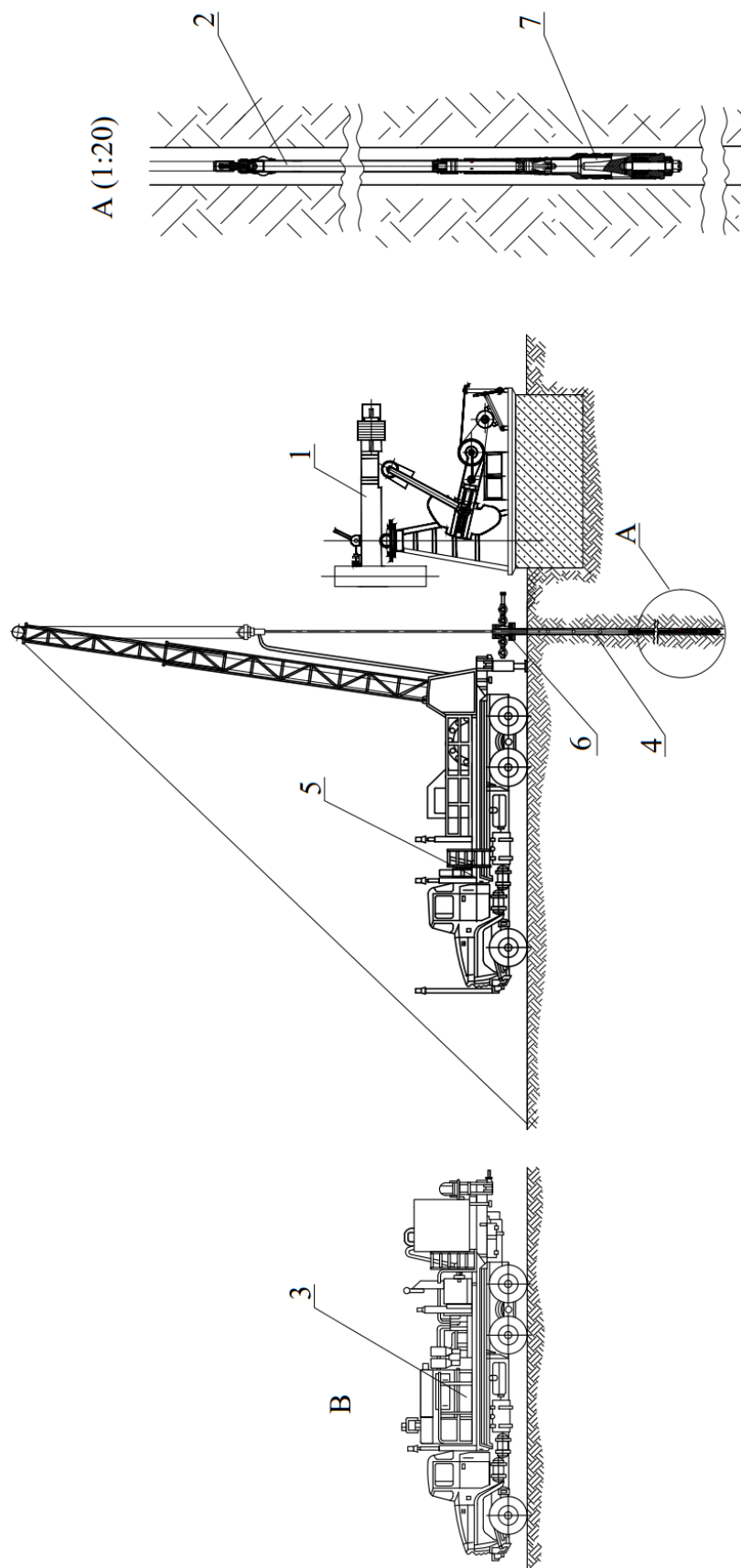


Рисунок 1.1 – Комплекс механізації Бугріватівського нафтогазоконденсатного родовища

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
------	------	----------	--------	------

ОМ-п01.04.2097-с.000 ПЗ

Арк.

18

На Бугріватівському нафтоконденсатному родовищі для експлуатації свердловини застосовується наступний комплекс обладнання:

- 1 Верстат гойдалка
- 2 Хвилевід
- 3 Насос ЦА-320 на шасі автомобіля КрАЗ-25751А
- 4 Труба НКТ
- 5 Підйомний кран на шасі автомобіля КрАЗ-25751А
- 6 Фланцева арматура свердловини
- 7 Резонатор коливач

Для забезпечення надійної експлуатації в розділі 1.7 проведено розрахунок на міцність труб НКТ на міцність.

					ОМ-п01.04.2097-с.000 ПЗ	Арк.
						19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.7 Перевірка на міцність насосно-компресорних труб

Враховуючи умови міцності труб на розрив в небезпечному перерізі, встановлено максимальну глибину спуску колони НКТ діаметром 73 мм.

Труби виконані з сталі, які належать до групи міцності Д.

При розрахунку знехтуємо втратою ваги колони труб в рідині, оскільки рівень рідини в між трубному просторі під час роботи може бути відтіснений до башмака або близько до нього:

Межа текучості сталі групи Д становить:

$$[\sigma]=560\text{МПа}$$

Розтягуючі навантаження, що викликають критичні напруження в небезпечному перерізі розраховано за формулою:

$$G=\frac{\pi}{4}(d_1^2-d_2^2)[\sigma], \quad (1.3)$$

Де $d_1=69,5\text{мм}$ діаметр труби по впадині нарізок в корні першого витка;

$d_2=62\text{мм}$ —внутрішній діаметр труби.

$$G=\frac{3,14}{4}(0,0695^2-0,062^2)\cdot 560\cdot 10^6=4,34\cdot 10^6\text{Н}=434\text{кН}.$$

Граничнодопустимаглибинаспускуоднорозмірноїколони труб, встановлюється за формулою 1.4:

$$L_{\text{доп}}=\frac{G}{k_3\cdot q_{\text{тр}}\cdot g'} \quad (1.4)$$

Де $k_3=1,5$ - коефіцієнт запасу міцності; $g=9,81\text{м/с}^2$;

$q_{\text{тр}}$ -маса одного метра труб із муфтами, кг. Розраховується за формулою:

$$q_{\text{тр}}=q_{\text{тр}}'+\frac{q_{\text{тр}}(m)}{l_{\text{НКТ}}}, \quad (1.5)$$

					ОМ-п01.04.2097-с.000 ПЗ	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де $q_{тр}' = 9,2$ кг – маса одного метра труби;

$q_{тр(м)} = 2,4$ – маса трубної муфти;

$l_{НКТ}$ – довжина однієї НКТ.

$$q_{тр} = 9,2 + \frac{2,4}{10} = 9,44 \text{ кг.}$$

Встановлюємо гранично допустиму глибину спуску:

$$L_{\text{доп}} = \frac{434 \cdot 10^3}{1,5 \cdot 9,44 \cdot 9,8} = 3127 \text{ м}$$

Таким чином, обрані НКТ за умовою міцності, отже необхідна глибина спуску НКТ становить 1700 м.

За умовою навантаження різьбового з'єднання ($G_{3P} = 289 \text{ кН}$)

$$L_{\text{доп}} = \frac{289 \cdot 10^3}{1,5 \cdot 9,44 \cdot 9,8} = 2080 \text{ м}$$

В даному випадку труби НКТ задовольняють умовам безпеки експлуатації свердловин.

Перевірка труб НКТ на допустимий внутрішній тиск здійснюється за формулою Барлоу:

$$P_{\text{доп}} = \frac{2 \cdot [\sigma] \cdot \delta}{d_H}, \quad (1.6)$$

де $\delta = 5,5 \text{ мм}$ – товщина стінки НКТ;

$d_H = 73 \text{ мм}$.

$$P_{\text{доп}} = \frac{2 \cdot 560 \cdot 10^6 \cdot 5,5 \cdot 10^{-3}}{73 \cdot 10^{-3}} = 84,4 \cdot 10^6 \text{ Па.}$$

Оскільки, тиск фактичний складає 52 МПа, то коефіцієнт запасу встановлюється за формулою:

$$K_3 = \frac{P_{\text{доп}}}{P_{\text{фак}}} = \frac{84,4}{52} = 1,62. \quad (1.7)$$

Оскільки коефіцієнту запасу більше за допустимий який приймають 1,5 згідно цього, умову міцності труб НКТ дотримано.

					ОМ-п01.04.2097-с.000 ПЗ	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Висновок

Територія Бугруватівського родовища знаходиться на території Охтирського району Сумської області (рис.1.1), в 10 – 12 км на південь від районного центру. Найближчими населеними пунктами є села Бугрувате, Хухра, Гай–Мошенка, Лутище .

Родовище пов'язане з групою брахіантиклінальних складок, порушених скидами амплітудою від 30 до 250 м. Вони генетично пов'язані як з рухами блоків фундаменту, так і з переміщенням соляних мас. Розміри структур у візейських відкладах змінюються від $4,5 \times 3,7$ км до $13 \times 0,75$ км.

Розробка покладів нафти ускладнюється блоковою геологічною будовою, неоднорідними характеристиками продуктивних пластів, фізико–хімічними властивостями нафти високої та звичайної в'язкості.

Проведеними роботами встановлена продуктивність горизонтів візейського (В–14, В–16, В–17, В–18, В–20, В–21, В–22), турнейського (Т–1) ярусів нижнього карбону і фаменського (Д–9) ярусу верхнього девону в інтервалі глибин 3234 – 3984 м. Всі поклади нафтові. Вони пластові склепіння, тектонічно екрановані і літологічно обмежені, розміщені в межах Великоозерного, Бугруватівського, Південно–Бугруватівського склепінь і Мартівського блока.

Системою скидів структура розділена на ряд гідродинамічно ізольованих блоків, які в сумі налічують 49 окремих покладів. Колекторами є пісковики.

Допустима глибина спуску НКТ діаметром 73 мм зі сталі класу міцності Д складає за умов текучості 3124 м, а за умов зрушуючого навантаження різьбового з'єднання 2080 м. Це менше потрібні величини спуску НТ(1700м).

Допустимий внутрішній тиск в трубах НКТ складає 84,4МПа, який забезпечує коефіцієнт запасу 1,62.

					ОМ-п01.04.2097-с.000 ПЗ	Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2. ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ

2.1 Характеристика підприємства

Територія Бугруватівського родовища знаходиться на території Охтирського району Сумської області (рис.1.1), в 10 – 12 км на південь від районного центру.

До I-ої категорії належать електродвигуни насосів (КНС) ВАО-450, двигуни качалок АСП-51-4, перерва для яких припустима до 10 хв.

До III-ої категорії належать зарядні пристрої, насоси хімреактивів, обладнання вентиляції, пересувний крани, світильники, прожектори та освітлювальні пристрої, перерва в живленні допускається від 30 хв і більше для усунення пошкоджень обслуговуючим персоналом.

Основні характеристики споживачів наведено в таблиці 2.1

					ОМ-п01.04.2097-с.000 ПЗ						
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							
Розроб.		Галушко			2 Електропостачання			Літ.	Арк.	Акрушів	
Перевір.										23	
Реценз.								НТУУ "КПІ ім. Ігоря Сікорського", ІЕЕ			
Н. Контр.											
Затверд.		Мейта									

Таблиця 2.1 – Споживачі електроенергії Бугріватівського нафтогазоконденсатного родовища

Приймачі електроенергії	Кількість	Встановл. потужність, кВт	Коефіцієнт			
			Кп	η_n	$\cos\varphi_n$	$\operatorname{tg}\varphi_n$
1	2	3	4	5	6	7
Магістральна ЛЕП №1. Електроприймачі 10 кВ						
Розподільча комірka КТПСК-25 №1 - №3						
Двигун качалки АСП-51-4	2	7,5	0,75	0,88	0,83	0,672
КТПСК-25						
Магістральна ЛЕП №2. Електроприймачі 10 кВ						
Щит РП №2						
Електриодвигун STD-500-2	4	500	0,75	0,94	0,82	0,698
Електриодвигун STD-250-2	2	250		0,94	0,82	0,698
Щит Щ1 (Витратний склад хлористого кальцію і КГЦ)						
Насос	1	77	0,65	0,93	0,81	0,724
Насос	1	66		0,92	0,79	0,776
Зарядний пристрій	1	15		0,9	0,7	1,02
Вентиляція	1	2,2		0,9	0,79	0,776
Освітлення	1	4		0,8	0,8	0,75
Щит Щ2 (Склад хімреактивів)						
Насос	1	50,2	0,65	0,88	0,86	0,593
Насос	1	37,2		0,9	0,84	0,646
Вентиляція	1	0,3		0,75	0,8	0,75
Освітлення	1	3,5		0,8	0,8	0,75
Щит Щ3 (Витратний склад емульгатора ЕС-2)						
Насос	3	40	0,65	0,92	0,84	0,646

Продовження таблиці 2.1 – Споживачі електроенергії Бугріватівського
нафтогазоконденсатного родовища

Магістральна ЛЕП №3. Електроприймачі 10 кВ						
Щит РП №3						
Двигун ВАО-250	4	250	0,75	0,94	0,82	0,698
Електроприймачі 0,4 кВ						
Щит Щ4 (Витратний склад емульгатора)						
Технологічне обладнання ідальні		144,5	0,65	0,8	0,85	0,62
Вентиляція		18,8		0,78	0,8	0,75
Обладнання КВП		10		0,8	0,7	1,02
Щит Щ5 (Каналізаційна насосна станція)						
Насос	2	3,2	0,65	0,92	0,85	0,62
Насос	2	8		0,88	0,86	0,593
Разом для каналізаційної насосної станції						
Щит Щ6 (Площадка для зберігання НКТ)						
Електропід-йомник		6	0,65	0,87	0,81	0,724
Кран		5		0,88	0,78	0,802
Освітлення		0,5		0,8	0,8	0,75
Магістральна ЛЕП №4. Електроприймачі 10 кВ						
КТПСК-25 №4-7						
Двигун АСП-51-4	3	7,5	0,75	0,88	0,72	0,9638
КТПСК-25	3					

2.2 Розрахунок електричного освітлення

2.2.1 Розрахунок прожекторного освітлення будівельного майданчика

Прожекторне освітлення Бугріватівського нафтогазоконденсатного родовища виконано згідно основних норм ПТЕ.

Розміри території Бугріватівського нафтогазоконденсатного родовища становлять 260 x 380 м, відповідно територія становить 98 800 м².

Згідно основних нормативних вимог освітленість повинно забезпечуватись при будь-яких умовах праці та погодних, кліматичних змінах, тому освітленість території становить 10 Лк.

Для освітлення території встановлено прожектор типу ПМЗ-35, параметри наступні: потужністю 500 Вт при напрузі живлення 220В, світловий потік $10 \cdot 10^3$ Лм, кут розсіювання становить 35°, сталі коефіцієнти для прожектора $m=0,035$; $n=0,0009$.

Світловий потік, який необхідний для повної освітленості E_n території розраховано за формулою (2.1):

$$\sum \Phi = E_n \cdot Z \cdot S \cdot K_3 \cdot K_n; \quad (2.1)$$

$$\sum \Phi = 10 \cdot 1,2 \cdot 98800 \cdot 1,6 \cdot 1,5 = 2845440,0 \text{ лм};$$

де $Z=1.2 - 1.3$ — коефіцієнт, що враховує нерівномірність освітлення;

S — площа освітлюваної поверхні;

$K_3=1.2 - 1.6$ — коефіцієнт запасу;

$K_n=1.2 - 1.5$ — коефіцієнт, враховуючий втрати світла в залежності від конфігурації освітлюваної площадки.

Число прожекторів для освітлення площадки розраховано за формулою (2.5):

$$N_{np} = \frac{\sum \Phi}{\Phi_{л \cdot h_{np}}}; \quad (2.2)$$

					ОМ-п01.04.2097-с.000 ПЗ	Арк.
						26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$N_{\text{пр}} = \frac{2845440,0}{10 \cdot 10^3 \cdot 0,95} = 299,52 = 300 \text{ шт};$$

де $\Phi_{\text{л}}$ — світловий потік прожектора;

$h_{\text{пр}} = 0,95$ - ккд прожектора.

Для запобігання засліплюючої дії, висоту встановлення прожекторів розраховано за формулою (2.3):

$$h \geq \sqrt{\frac{I_{\text{max}}}{300}}; \quad (2.3)$$

$$h \geq \sqrt{\frac{226547,7}{300}} = 27,48 = 28 \text{ м};$$

де I_{max} — максимальна сила світла прожектора.

$$I_{\text{max}} = \frac{\Phi_{\text{max л}}}{4 \cdot \pi} = \frac{2845440,0}{4 \cdot 3,14} = 299,52 = 226547,7;$$

Відстань між прожекторними мачтами становить $(6-8) \cdot h = 168$ метрів.

Оптимальний кут нахилів прожекторів (за якому пляма, обмежене кривою з заданою освітленістю має найбільшу площу) встановлено згідно формули:

$$Q_{\text{min}} = \arcsin \sqrt{m + n \cdot E_0^{2/3}}; \quad (2.4)$$

$$Q_{\text{min}} = \arcsin \sqrt{0,035 + 0,0009 \cdot 208^{2/3}} = 15^\circ;$$

де m, n - постійні коефіцієнти кутів розсіювання для данного прожектора,
 $E_0 = K_3 \cdot E_{\text{п}} \cdot h^2 = 1,3 \cdot 10 \cdot 28^2 = 10192,0 \text{ лм/м}^2$; — коли освітлювання
 площадка перекривається плямою одного прожектора.

2.2.2 Освітлення хімреактивів

Освітлення хімреактивів за напругою становить 220 В передбачено лампи розжарювання.

Розрахунок освітлення хімреактивів розміром 56 (д) × 20 (ш) × 3 (в) м проведено методом коефіцієнтів використання.

					ОМ-п01.04.2097-с.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

Метод, що ґрунтується на визначенні світлового потоку, що потрапляє на освітлювану ділянку.

Нормована освітленість складає 30 лк. Для освітлення встановлено лампи розжарювання Б220-60 потужність становить 60 Вт, напруга - 220 В, ккд світильника - 75%, коефіцієнт потужності $\cos=1$; світловий потік для приміщення хімреактивів - 710 лм.

Кількість ламп за умови забезпечення мінімальної освітленості розраховано за формулою (2.5):

$$N = \frac{E_{\min} \cdot K_3 \cdot S \cdot Z}{\Phi_{\text{л}} \cdot h}; \quad (2.5)$$

$$N = \frac{30 \cdot 1,3 \cdot 56 \cdot 20 \cdot 1,3}{310 \cdot 3} = 58,33 = 60;$$

Прийнято для освітлення приміщення хімреактивів 60 ламп розжарювання.

2.2.3 Освітлення витратного складу хлористого кальцію

Освітлення складу здійснено за методом питомої потужності. Кількість світильників встановлено за формулою:

$$N = P_{\text{ит}} \cdot \frac{S}{P_{\text{л}}}; \quad (2.6)$$

де $P_{\text{ит}} = \frac{E_{\text{н}} \cdot K_3}{\eta}$; - питома потужність. $P_{\text{ит}} = \frac{20 \cdot 1,5}{0,9} = 33,3 \text{ Вт} / \text{м}^2$;

$E_{\text{н}} = 20 \text{ лк}$ – нормована освітленість.

$K_3=1.2 - 1.6$ — коефіцієнт запасу;

$\eta = 0,9$ – ккд світильника.

$P_{\text{л}} = 60 \text{ Вт}$ – потужність лампи Б220-230-60-Е7

$S = 15 \times 10 = 150 \text{ м}^2$ – освітлювальна площа.

Кількість світильників, які необхідні для освітлення ділянки:

$$N = 33,3 \cdot \frac{150}{60} = 83 \text{ шт.}$$

					ОМ-п01.04.2097-с.000 ПЗ	Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.3 Розрахунок електричних навантажень

Показники електричних навантажень встановлено за допомогою метода коефіцієнта попиту, який базується на вхідних параметрах та номінальних потужностей груп електроприймачів.

Розрахункове навантаження, що об'єднано єдиним технологічним процесом і місцем розташування встановлено методом коефіцієнта попиту:

1. Розрахунок активної потужності проведено згідно формули:

$$P_{Pi} = K_{Pi} \cdot \Sigma P_{НОМi} = K_{Pi} \cdot P_{ГРi}, \text{ кВт}; \quad (2.7)$$

2. Розрахунок реактивної потужності проведено згідно формули:

$$Q_{Pi} = P_{Pi} \cdot \operatorname{tg} \phi = P_{Pi} \cdot \sqrt{\frac{1 - \cos^2 \phi}{\cos^2 \phi}}, \text{ кВАР}; \quad (2.8)$$

3. Розрахунок повної потужності проведено згідно формули:

$$S_{Pi} = \sqrt{(P_{Pi})^2 + (Q_{Pi})^2} = \frac{P_{Pi}}{\cos \phi_{СЗВ}}, \text{ кВ} \cdot \text{А}; \quad (2.9)$$

Розрахункові струми в кабельних лініях встановлено за формулою:

$$I_{Pi} = \frac{P_{Pi}}{\sqrt{3} \cdot U_{НОМ} \cdot \cos \phi_{Pi}} = \frac{S_{Pi}}{\sqrt{3} \cdot U_{НОМ}}; \quad (2.10)$$

1. Для прикладу проведено розрахунок параметрів двигуна насосу ВАО-250:

$$P_{Pi} = K_{Pi} \cdot P_{ГРi} = 0,75 \cdot 250,0 = 187,5 \text{ кВт};$$

$$Q_{Pi} = P_{Pi} \cdot \sqrt{\frac{1 - \cos^2 \phi}{\cos^2 \phi}} = 187,5 \cdot \sqrt{\frac{1 - 0,82^2}{0,82^2}} = 130,87 \text{ кВАР};$$

$$S_{Pi} = \sqrt{(P_{Pi})^2 + (Q_{Pi})^2} = \sqrt{187,5^2 + 130,87^2} = 228,65 \text{ кВА};$$

$$I_{Pi} = \frac{P_{Pi}}{\sqrt{3} \cdot U_{НОМ} \cdot \cos \phi} = \frac{187,5}{\sqrt{3} \cdot 10,0 \cdot 0,82} = 13,2 \text{ А};$$

2. Розрахунок параметрів двигуна насосу складу хімреактивів:

$$P_{Pi} = K_{Pi} \cdot P_{ГPi} = 0,88 \cdot 50,2 = 44,17 \text{ кВт};$$

$$Q_{Pi} = P_{Pi} \cdot \sqrt{\frac{1 - \cos^2 \varphi}{\cos^2 \varphi}} = 44,17 \cdot \sqrt{\frac{1 - 0,86^2}{0,86^2}} = 26,20 \text{ кВАр};$$

$$S_{Pi} = \sqrt{(P_{Pi})^2 + (Q_{Pi})^2} = \sqrt{44,17^2 + 26,20^2} = 51,35 \text{ кВА};$$

$$I_{Pi} = \frac{P_{Pi}}{\sqrt{3} \cdot U_{ном} \cdot \cos \varphi} = \frac{44,17}{\sqrt{3} \cdot 0,4 \cdot 0,86} = 74,13 \text{ А};$$

Результати розрахунків споживачів занесено до таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Розрахунок електричних навантажень

Приймачі електроенергії	Кількість	Встановл. потужність, кВт	Коефіцієнт				Розрахункова потужність			
			Кп	η_n	$\cos\varphi_n$	$tg\varphi_n$	$P_p, \text{кВт}$	$Q_p, \text{кВАр}$	$S_p, \text{кВА}$	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
КТПСК-25 №1-№3										
Двигун качалки АСП-51-4	2	7,5	0,75	0,88	0,83	0,672	5,625	3,78	6,77	
КТПСК-25	3									
Щит РП 10,0 кВ №2										
Електриодвигун STD-500-2	4	500	0,75	0,94	0,82	0,698	375	181,9	416,8	
Електриодвигун STD-250-2	2	250	0,75	0,94	0,82	0,698	187,5	130,87	228,65	
Щит Щ1 (Витратний склад хлористого кальцію і КГЦ)										
Насос	1	77	89,1	0,65	0,93	0,81	0,724	50,0	36,20	61,73
Насос	1	66	78,38		0,92	0,79	0,776	42,9	33,3	54,3
Зарядний пристрій	1	15	30,92		0,9	0,7	1,02	9,75	9,94	13,92
Вентиляція	1	2,2	2,61		0,9	0,79	0,776	1,43	1,1	1,8
Освітлення	1	4			0,8	0,8	0,75	2,6	1,95	3,25
Щит Щ2 (Склад хімреактивів)										
Насос	1	50,2	0,88	0,88	0,86	0,593	44,17	26,20	51,35	
Насос	1	37,2	0,65	0,9	0,84	0,646	24,18	15,61	28,78	
Вентиляція	1	0,3		0,75	0,8	0,75	0,195	0,146	0,24	
Освітлення	1	3,5		0,8	0,8	0,75	2,275	1,7	2,84	
Щит Щ3 (Витратний склад емульгатора)										
Насос	3	40	0,65	0,92	0,84	0,646	26,0	16,8	30,95	

Приймачі електроенергії	Кількість	Встановл. потужність, кВт	Коефіцієнт				Розрахункова потужність			
			Кп	η_n	$\cos\varphi_n$	$tg\varphi_n$	$P_p, \text{кВт}$	$Q_p, \text{кВАр}$	$S_p, \text{кВА}$	
1	2	4	4	5	6	7	8	9	10	
Магістральна ЛЕП №3. Електроприймачі 6 кВ										
Щит РП 10,0 кВ №3										
Двигун ВАО-250	4	250	0,75	0,94	0,82	0,698	187,5	130,87	228,65	
Електроприймачі 0,4 кВ										
Щит Щ4 (Витратний склад емульгатора ЕС-2)										
Технологічне обладнання ідальні	1	144,5	0,65	0,8	0,85	0,62	93,92	58,2	110,5	
Вентиляція	1			18,8	0,78	0,8	0,75	12,22	9,165	15,275
Обладнання КВП	1			10	0,8	0,7	1,02	6,5	6,63	9,28
Щит Щ5 (Каналізаційна насосна станція)										
Насос	2	3,2	0,65	0,92	0,85	0,62	2,08	1,289	2,44	
Насос	2	8		0,88	0,86	0,593	5,2	3,08	6,04	
Щит Щ6 (Площадка для зберігання НКТ)										
Електропідйомник	1	6	0,65	0,87	0,81	0,724	3,9	2,82	4,11	
Кран	1	5		0,88	0,78	0,802	3,25	2,6	4,16	
Освітлення	1	0,5		0,8	0,8	0,75	0,325	0,243	0,4	
Магістральна ЛЕП №4. Електроприймачі 6 кВ										
КТПСК-25 №4-7										
Двигун АСП-51-4	3	7,5	0,75	0,88	0,72	0,9638	5,625	3,78	6,77	
КТПСК-25	3									
Σ							2313,3	1188,7		

Розрахунок та підбір трансформаторів

1. Розрахунок трансформаторів для розподільчої комірки КТПСК-25 №1

$$\Sigma S_{\text{тр}} = K_{\text{вик}} \cdot (S_{\text{сп-1}} + \dots + S_{\text{сп-i}})$$

$$\Sigma S_{\text{тр1}} = 0,8 \cdot (6,77 + 6,77) = 10,83 \text{ кВА};$$

$$\Sigma S_{\text{тр1}} = 25 \text{ кВА} \geq 10,83 \text{ кВА};$$

Обираємо трансформатор КТПСК 25 кВА, 10/0,4 кВ

2. Для розподільчої комірки КТПСК-25 №2

$$\Sigma S_{\text{тр2}} = 25 \text{ кВА} \geq 10,83 \text{ кВА};$$

Обираємо трансформатор КТПСК 25 кВА, 10/0,4 кВ

					ОМ-п01.04.2097-с.000 ПЗ				Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					31

3. Для розподільчої комірки КТПСК-25 №3

$$\Sigma S_{\text{тр}3} = 25 \text{ кВА} \geq 10,83 \text{ кВА};$$

Обираємо трансформатор КТПСК 25 кВА, 10/0,4 кВ

4. Для розподільчої комірки КТПСК-25 №4

$$\Sigma S_{\text{тр}4} = 25 \text{ кВА} \geq 10,83 \text{ кВА};$$

Обираємо трансформатор КТПСК 25 кВА, 10/0,4 кВ

5. Для розподільчої комірки КТПСК-25 №5

$$\Sigma S_{\text{тр}5} = 25 \text{ кВА} \geq 10,83 \text{ кВА};$$

Обираємо трансформатор КТПСК 25 кВА, 10/0,4 кВ

6. Для розподільчої комірки КТПСК-25 №6

$$\Sigma S_{\text{тр}6} = 25 \text{ кВА} \geq 10,83 \text{ кВА};$$

Обираємо трансформатор КТПСК 25 кВА, 10/0,4 кВ

7. Для розподільчої комірки КТПСК-25 №7

$$\Sigma S_{\text{тр}7} = 25 \text{ кВА} \geq 5,42 \text{ кВА};$$

Обираємо трансформатор КТПСК 25 кВА, 10/0,4 кВ

8. Для щита ЩСУ-1

$$\Sigma S_{\text{тр}89} = 400 \text{ кВА} \geq 248,85 \text{ кВА};$$

Обираємо трансформатор ТМН 400 кВА, 10/0,4 кВ

9. Для щита ЩСУ-2

$$\Sigma S_{\text{тр}10-11} = 160 \text{ кВА} \geq 128,54 \text{ кВА};$$

Обираємо трансформатор ТМН 160 кВА, 10/0,4 кВ

10. Для щита ЗРУ-10 кВ

$$\Sigma S_{\text{тр}10-11} = 4000 \text{ кВА} \geq 3036,0 \text{ кВА};$$

Обираємо трансформатор ТМН 4000 кВА 35,0/10,0 кВ.

					ОМ-п01.04.2097-с.000 ПЗ	Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.4 Розрахунок електричних мереж та вибір кабелів

Розрахунок електричних мереж полягає в встановленні та виборі кабельних ліній з відповідним маркуванням, кількістю струмоведучих жил та їх перерізів, що визначаються за параметрами:

- за допустимими нагріваними розрахунковими струмами в довготривалих режимах роботи;
- за економічною густиною струму;

Встановлено перерізи кабельних ліній електроприймачів за розрахунковими струмами та допустимими нагріваними в нормальному режимі роботи.

Розрахункові струми n -ої лінії порівняно з допустимими струмами, що стандартизовані ПУЕ з відповідними перерізами жил кабелів, за умовою:

$$I_{p-n} < I_{\text{доп}},$$

де I_{p-n} - розрахункові струми n -их ліній, А;

$I_{\text{доп}}$ - тривало-допустимі струми стандартних рядів перерізів провідників кабельних ліній.

Вибір економічних перерізів провідників кабельних ліній, що стандартизовані ПУЕ, розраховано за економічною густиною струму, враховуючи матеріал жил кабелю, їх кількості та матеріалу ізоляції.

Величина економічних перерізів встановлюється розрахунковими струмами n -их ліній за економічною густиною струму і приймається згідно стандартизованих рядів перерізів кабелів ПУЕ за формулою (2.11):

$$S_{EK} = I_P / j_{EK}, \text{ мм}^2 \quad (2.11)$$

де I_P – розрахункові струми кабельних ліній, А ;

$j_{EK} = 2,5$ – економічна густина струму, А/ мм² для кабелів з мідними жилами з гумовою та ПВХ ізоляцією.

$j_{EK} = 1,3$ – економічна густина струму, А/ мм² для кабелів з алюмінієвими жилами з гумовою та ПВХ ізоляцією.

Для прикладу проведено розрахунок для качалки АСП-51-4:

					ОМ-п01.04.2097-с.000 ПЗ	Арк.
						33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$S_{EK} = I_p / j_{EK} = 9,78 / 2,5 = 3,91 \text{ А / мм}^2$ Обираємо кабель марки ВБбШВнг перерізом 5х4, результат занесено до таблиці 2.3

Вибір перерізу кабелів за механічною міцністю

Згідно ПУЕ, пункт 1.3.3 (Вибір кабелів за нагрівом та економічною густиною струму) – *“Для мідних провідників перерізом до 6 мм, а для алюмінієвих провідників до 10 мм струм приймається як для установок з тривалим режимом роботи”*

Отже, $I_{роз.} = I_{нагр.}$ Дані занесено в таблицю 3.1

Переріз проводів обирають за даними мінімально допустимих перерізів за механічною міцністю згідно ПУЕ, пункт 2.4 та 2.5 – *“Для алюмінієвих та мідних кабелів при $U_n=6-10 \text{ кВ}$, мінімальний переріз провідників повинен становити не менше 35 мм²”*

Проведено розрахунок допустимих втрат напруг, що спостерігаються при живленні споживачів електричною енергією.

Втрата напруги в n-ій лінії визначено за формулою (2.12):

$$dU = \sqrt{3} \cdot I_p \cdot L \cdot \cos \varphi \cdot \frac{1}{\gamma \cdot F}, \quad B \quad (2.12)$$

Де I_p – розрахунковий струми, А.

F - площа перерізу кабелю.

R_{Li} та X_{Li} - активний та реактивний опори ліній, Ом:

$$R_{Li} = r_{0i} \cdot L_i = \frac{1000}{\gamma \cdot S_i} \cdot L_i \quad (2.13)$$

$$X_{Li} = x_0 \cdot L_i \quad (2.14)$$

L_i – довжина лінії, м;

$x_0 = 0,08 \text{ Ом/км}$ – реактивний опір кабельної лінії;

r_0 - активний опір лінії довжиною, Ом.

Розраховано за формулою:

$$r_0 = 1000/(\gamma S), \quad (2.15)$$

де S – переріз проводу жили КЛ, мм²;

					ОМ-п01.04.2097-с.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

γ - питомий опір матеріалу провідника: для алюмінію $\gamma=32$ м/(Ом*мм²), для міді $\gamma=53$ м/(Ом*мм²).

Для двигуна качалки АСП-51-4

$$dU = \sqrt{3} \cdot 0,83 \cdot 9,78 \cdot 50 \cdot \frac{1}{52 \cdot 4} = 3,5 \text{ В};$$

Для високовольтних електроприймачів (понад 1 кВ) – у відсотках.

Для кабельних мереж допустимі втрати напруги 6...35 кВ - 5% в нормальному і 10% в післяаварійному режимах;

Розрахунок падіння напруги для двигуна ВАО-250

$$\Delta U_{\text{л\%}} = \frac{PR + QX}{10 \cdot U_H^2} = \frac{187,5 \cdot 0,1 + 130,87 \cdot 0,13}{10 \cdot 10^2} \% = 3,57\%$$

де R , X - активний та індуктивний опори проводу чи жил кабеля, Ом;

P , Q - активне і реактивне навантаження мережі відповідно, кВт, квар.

					ОМ-п01.04.2097-с.000 ПЗ	Арк.
						35
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.3 – Розрахунок кабельних мереж за нагрівом та економічною густиною струму

№	Споживач електроенергії	Лінія	Довжина лінії $L_{ли}, м$	$u_{ном},$ кВ	$I_{роз}, А$	$I_{нагрів},$ А	$I_{доп}, А$	$S_{ек}$ мм ²	$S_{меха}$ н, мм ²	$S_{станд},$ мм ²	$dU,$ В	ПеррМарка кабелю
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	10
Комірка КТПСК-25 №1												
1.	Двигун качалки АСП-51-4	L1,L2	L1,L2 = 50, 50	0,4	9,78	9,78	16	3,91	4	4	3,5	ВБ6ШВнг 5х4
Комірка КТПСК-25 №2												
2.	Двигун качалки АСП-51-4	L3,L4	L3,L4 = 55, 55	0,4	9,78	9,78	16	3,91	4	4	3,63	ВБ6ШВнг 5х4
Комірка КТПСК-25 №3												
3.	Двигун качалки АСП-51-4	L5,L6	L5,L6 = 60, 60	0,4	9,78	9,78	16	3,91	4	4	3,9	ВБ6ШВнг 5х4
Комірка КТПСК-25 №4												
4.	Двигун качалки АСП-51-4	L7,L8	L7,L8 = 65, 65	0,4	9,78	9,78	16	3,91	4	4	4,0	ВБ6ШВнг 5х4
Комірка КТПСК-25 №5												
5.	Двигун качалки АСП-51-4	L8,L9	L8,L9 = 70, 70	0,4	9,78	9,78	16	3,91	4	4	4,2	ВБ6ШВнг 5х4
Комірка КТПСК-25 №6												
6.	Двигун качалки АСП-51-4	L10,L11	L10,L11 = 75, 75	0,4	9,78	9,78	16	3,91	4	4	4,5	ВБ6ШВнг 5х4
Комірка КТПСК-25 №7												
7.	Двигун качалки АСП-51-4	L12	L12 = 80	0,4	9,78	9,78	16	3,91	4	4	4,85	ВБ6ШВнг 5х4
Щит Щ1 (Витратний склад хлористого кальцію і КГЦ)												
8.	Насос Н-1	L13	80	0,4	89,1	89,1	125	35,64	50	50	4,08	ВБ6ШВнг 5х50
9.	Насос Н-2	L14	65	0,4	78,38	78,38	85	31,35	35	35	3,7	ВБ6ШВнг 5х35
10.	Зарядний пристрій	L15	70	0,4	30,92	30,92	35	12,36	16	16	3,15	ВБ6ШВнг 5х16
11.	Вентиляція	L16	80	0,4	2,61	2,61	12	1,04	2,5	2,5	2,16	ВБ6ШВнг 5х2,5

Таблиця 2.3 – Розрахунок кабельних мереж за нагрівом та економічною густиною струму

№	Споживач електроенергії	Лінія	Довжина лінії $L_{ли}$, м	$U_{ном}$, кВ	$I_{роз}$, А	$I_{нагр}$, А	$I_{доп}$, А	$S_{ек}$ мм ²	$S_{меха}$ н, мм ²	$S_{станд}$, мм ²	dU , В	Марка кабелю
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
12.	Освітлення	L17	150	0,22	2,6	2,6	12	1,04	2,5	2,5	3,0	ВБ6ШВнг 3х2,5
Щит Щ2 (Склад хімреактивів)												
13.	Насос Н-3	L18	30	0,4	79,7	79,7	85	31,85	35	35	1,98	ВБ6ШВнг 5х35
14.	Насос Н-4	L19	30	0,4	38,77	38,77	55	15,45	25	25	1,38	ВБ6ШВнг 5х25
15.	Вентиляція	L20	30	0,4	0,375	0,375	12	0,15	2,5	2,5	1,11	ВБ6ШВнг 5х2,5
16.	Освітлення	L21	120	0,22	10,9	10,9	25	4,3	6	6	2,04	ВБ6ШВнг 3х6
Щит Щ3 (Витратний склад емульгатора ЕС-2)												
17.	Насоси Н-5, Н-6, Н-7	L22, L23, L24	50, 50, 50	0,4	44,67	44,67	55	17,87	25	25	2,5	ВБ6ШВнг 5х25
Щит Щ4 (Лабораторно-побутовий корпус)												
18.	Технологічне обладнання їдальні	L25	45	0,4	159,5	159,5	180	63,8	70	70	2,88	ВБ6ШВнг 5х70
19.	Вентиляція	L26	45	0,4	22	22	30	8,8	10	10	2,61	ВБ6ШВнг 5х10
20.	Обладнання КВП	L27	40	0,4	13,4	13,4	25	5,36	6	6	2,08	ВБ6ШВнг 5х6
Щит Щ5 (Каналізаційна насосна станція)												
21.	Насос Н-8, Н-9	L28, L29	35, 35	0,4	3,53	3,53	12	1,47	2,5	2,5	1,47	ВБ6ШВнг 5х2,5
22.	Насос Н-10, Н-11	L30, L31	40, 40	0,4	8,72	8,72	16	3,4	4	4	2,6	ВБ6ШВнг 5х4
Щит Щ6 (Площадка для зберігання НКТ)												
23.	Електропідйомник	L32	60	0,4	6,95	6,95	16	2,76	4	4	1,62	ВБ6ШВнг 5х4
24.	Кран	L33	60	0,4	6,01	6,01	16	2,4	4	4	1,62	ВБ6ШВнг 5х4
25.	Освітлення	L34	60	0,22	1,84	1,84	12	0,73	2,5	2,5	1,56	ВБ6ШВнг 3х2,5
26.	Комірки КТПСК-25 №1-№7	L35-L41	30, 30, 30, 30, 30, 30, 30	0,4	25,79	25,79	35	10,36	16	16	1,26	ВБ6ШВнг 5х16
27.	Щит Щ1	L42, L43	50, 50	0,4	203,2	203,2	335	156,3	185	185	1,45	ВБ6ШВнг 5х185
28.	Щит Щ2	L44, L45	70, 70	0,4	129,5	129,5	160	51,8	70	70	3,5	ВБ6ШВнг 5х70

Арк.

37

ОМ-п01.04.2097-с.000 ПЗ

Таблиця 2.3 – Розрахунок кабельних мереж за нагрівом та економічною густиною струму

№	Споживач електроенергії	Лінія	Довжина лінії L_{ni} , м	$u_{ном}$, кВ	$I_{роз}$, А	$I_{нагр}$, А	$I_{доп}$, А	$S_{ек}$ мм ²	$S_{меха}$ н, мм ²	$S_{станд}$, мм ²	dU , В	Марка кабелю
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
29.	Щит Щ3	L46, L47	100, 100	0,4	134	134	160	53,6	70	70	4,51	ВБбШВнг 5х70
30.	Щит Щ4	L48, L49	200, 200	0,4	194,7	194,7	250	77,88	95	95	4,92	ВБбШВнг 5х95
31.	Щит Щ5	L50, L51	150, 150	0,4	25,4	25,4	35	10,19	16	16	4,59	ВБбШВнг 5х16
32.	Щит Щ6	L52	50	0,4	14,8	14,8	25	5,92	6	6	3,28	ВБбШВнг 5х6
33.	Щит ЩСУ1	L53, L53	40, 40	0,4	466,7	466,7	500	180,68	185	185	2,68	ВБбШВнг 5х185
34.	Щит ЩСУ2	L54,L56	40, 40	0,4	234,9	234,9	250	93,96	95	95	2,63	ВБбШВнг 5х95

ОМ-п01.04.2097-с.000 ПЗ

Таблиця 3.2 – Розрахунок кабельних мереж за нагрівом та економічною густиною струму. Мережі 10,0 кВ

№	Споживач електроенергії	Лінія	Довжина лінії L_{ni} , м	$u_{ном}$, кВ	$I_{роз}$, А	$I_{нагр}$, А	$I_{доп}$, А	$S_{ек}$ мм ²	$S_{меха}$ н, мм ²	$S_{станд}$, мм ²	dU , %	Марка кабелю
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1.	Трансформатор Т1-Т7	L57-L63	20, 20, 20, 20, 20, 20, 20	10,0	1,4	1,4	65	35	35	35	0,4	АС 3х35
2.	Трансформатор Т8-Т9	L64, L65	30, 30	10,0	23,1	23,1	65	17,8	35	35	0,14	АС 3х35
3.	Трансформатор Т10-Т11	L66, L67	30, 30	10,0	9,23	9,23	65	7,1	35	35	0,3	АС 3х35
4.	Трансформатор Т12-Т13	L68, L69	30, 30	10,0	23,9	23,9	65	17,6	35	35	1,7	АС 3х35
5.	Двигун ВАО-450	L70-L72	40, 40, 40	10,0	13,2	13,2	25	5,28	10	10	3,57	СВШв 3х10
6.	Двигун ВАО-450	L73-L79	50, 50, 50, 50, 50, 50, 50	10,0	13,2	13,2	25	5,28	10	10	3,57	СВШв 3х10
7.	РП-10,0 кВ №1	L80	5200	10,0	4,33	4,33	75	50	50	50	2,24	АС 3х50
8.	РП-10,0 кВ №2	L81, L82	1600, 1600	10,0	111,1	111,1	125	85,61	95	95	0,98	АС-3х95
9.	РП-10,0 кВ №3	L83, L84	200, 200	10,0	61,77	61,77	75	47,52	50	50	1,23	АС 3х50
10.	РП-10,0 кВ №4	L85	460	10,0	5,77	5,77	75	50	50	50	0,27	АС 3х50

2.5 Розрахунок струмів КЗ

2.5.1 Розрахунок струмів короткого замикання за методом іменованих одиниць

Для розрахунків струмів короткого замикання складено схему заміщення на підставі схеми електропостачання

Порядок розрахунку наступний:

Згідно ПУЕ в мережах до 1000 В прийнято середню номінальна напруга ступеня короткого замикання 400 - 1200 В.

Струм КЗ⁽³⁾ розраховано за формулою:

$$I_{\kappa}^{(3)} = U_{\text{с.н}} / \sqrt{3Z} = U_{\text{с.н}} / \sqrt{3 \sqrt{(\sum R)^2 + (\sum X)^2}} \quad (2.16)$$

Струми 2-х фазного короткого замикання:

$$I_{\text{ki}}^{(2)} = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot I_{\text{ki}}^{(3)}, \text{кА} \quad (2.17)$$

Амплітудне значення ударного струму короткого замикання:

$$i_y = \sqrt{2} \cdot k_y \cdot I_{\text{ki}}^{(3)}, \text{кА} \quad (2.18)$$

де k_y – ударний коефіцієнт при короткому замиканні – 1,8.

Діюче значення ударного струму:

$$I_y = I_{\text{k}}^{(3)} \cdot q, \text{кА} \quad (2.19)$$

де $q = \sqrt{1 + 2(k_y - 1)^2}$. Значення k_y прийнято: 1,8; $q=1,52$.

Опір елементів системи електропостачання :

$$X = x_0 \cdot L_i \quad (2.20)$$

$$R = r_0 \cdot L_i = \frac{1000}{S_{\text{ек}} \cdot \gamma} \cdot L_i \quad (2.21)$$

					ОМ-п01.04.2097-с.000 ПЗ	Арк.
						39
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для прикладу проведено розрахунок для двигуна качалки АСП-51-4 (КТПСК-25 №1), точки K1, K2:

1. Струм 3-х фазного короткого замикання

$$I_{\kappa}^{(3)} = U_{\text{с.н}} / \sqrt{3}Z = U_{\text{с.н}} / \sqrt{3} \sqrt{(\sum R)^2 + (\sum X)^2}$$

$$I_{\kappa}^{(3)} = \frac{400}{\sqrt{3} \cdot 0,241} = 962,1 \text{ A} = 0,962 \text{ кА};$$

$$X = x_o \cdot L = 0,08 \frac{\text{Ом}}{\text{км}} \cdot 0,05 \text{ км} = 0,004 \text{ Ом};$$

$$R = r_o \cdot L = \frac{1}{4 \text{ мм}^2 \cdot 52 \frac{\text{М}}{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}} \cdot 50 \text{ м} = 0,24 \text{ Ом};$$

$$Z = \sqrt{0,24^2 + 0,004^2} = 0,241 \text{ Ом};$$

2. Струм 2-х фазного короткого замикання

$$I_{\kappa}^{(2)} = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot 0,962 \text{ кА} = 0,83 \text{ кА};$$

3. Амплітудне значення ударного струму короткого замикання

$$i_y = \sqrt{2} \cdot 1,8 \cdot 0,962 \text{ кА} = 2,44 \text{ кА};$$

4. Діюче значення ударного струму:

$$I_y = 0,962 \text{ кА} \cdot 1,52 = 1,46 \text{ кА};$$

Результати струмів КЗ занесено до таблиці 2.4

2.5.2 Розрахунок струмів короткого замикання Розрахунок струмів короткого замикання мережі 10,0 кВ базисними одиницями

Порядок розрахунку наступний:

- а) Прийнято за базисну потужність величина $S_6 = S_{\text{роз}} = 800 \text{ кВА}$;
- б) За базисну напругу прийнято напругу трансформатора і-х ступінів схеми електропостачання: перша ступінь $U_1 - U_6 = 10,0 \text{ кВ}$;
- в) Визначаються базисні струми в елементах схеми на і-х ступінях напруги виходячи з умови:

					ОМ-п01.04.2097-с.000 ПЗ	Арк.
						40
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$I_{6i} = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U_{6i}} ; \quad (2.22)$$

$$I^{(3)} = \frac{I_{6i}}{Z_{6i}} ; \quad (2.23)$$

г) Розрахунок базисних опорів

$$R = r_o \cdot L \cdot \frac{S_{6i}}{U_{6i}^2} = \frac{1000}{S_{ек} \cdot y} \cdot L \cdot \frac{S_{6i}}{U_{6i}^2} \text{ в. б. о} ; \quad (2.24)$$

$$X = x_o \cdot L \cdot \frac{S_{6i}}{U_{6i}^2} \text{ в. б. о} ; \quad (2.25)$$

$$Z = \sqrt{R^2 + X^2} \text{ в. б. о} \quad (2.26)$$

Струми 2-х фазного короткого замикання:

$$I_{ki}^{(2)} = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot I_{ki}^{(3)}, \text{кА} \quad (2.27)$$

Амплітудне значення ударного струму короткого замикання:

$$i_y = \sqrt{2} \cdot k_y \cdot I_{ki}^{(3)}, \text{кА} \quad (2.28)$$

де k_y – ударний коефіцієнт при короткому замиканні – 1,8.

Діюче значення ударного струму:

$$I_y = I_k^{(3)} \cdot q, \text{кА} \quad (2.29)$$

де $q = \sqrt{1 + 2(k_y - 1)^2}$. Значення k_y прийнято: 1,8; $q=1,52$.

Для прикладу проведено розрахунок для двигуна ВАО-450, точки K75 – K81:

Базисний струм короткого замикання

$$I_{6i} = \frac{800 \text{ кВА}}{\sqrt{3} \cdot 10,0 \text{ кВ}} = 46,18 \text{ А} ;$$

Струм 3-х фазного короткого замикання

$$I_{к}^{(3)} = \frac{46,18}{\sqrt{3} \cdot 0,094} = 283,63 \text{ А} = 0,283 \text{ кА} ;$$

$$X = x_o \cdot L = 0,08 \frac{1}{\text{км}} \cdot 0,05 \text{ км} \frac{800 \cdot 10^3}{(10 \cdot 10^3)^2} = 0,004 \text{ в. б. о} ;$$

$$R = r_o \cdot L = \frac{1}{10 \text{ мм}^2 \cdot 52 \frac{\text{М}}{\text{мм}^2}} \cdot 50 \text{ м} \frac{800 \cdot 10^3}{(10 \cdot 10^3)^2} = 0,096 \text{ в. б. о} ;$$

					ОМ-п01.04.2097-с.000 ПЗ	Арк.
						41
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$Z = \sqrt{0,096^2 \cdot 0,004^2} = 0,096 \text{ Ом} ;$$

Струм 2-х фазного короткого замикання

$$I_{\text{к}}^{(2)} = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot 0,283 \text{ кА} = 0,245 \text{ кА} ;$$

Амплітудне значення ударного струму короткого замикання

$$i_y = \sqrt{2} \cdot 1,8 \cdot 0,283 \text{ кА} = 0,72 \text{ кА} ;$$

Діюче значення ударного струму:

$$I_y = 0,283 \text{ кА} \cdot 1,52 = 0,43 \text{ кА} ;$$

Результати струмів КЗ занесено до таблиці 5.2

Розрахунок параметрів для силового трансформатора типу КТПСК 25-10/0,4 потужністю 25 кВА, на напругу 10/0,4. (Точка К59-К65):

$$Z_{T^*} = U_{k\%} = 0,028 \text{ Ом}$$

Базисний струм короткого замикання

$$I_{\text{бі}} = \frac{800 \text{ кВА}}{\sqrt{3} \cdot 10,0 \text{ кВ}} = 46,18 \text{ А} ;$$

Струм 3-х фазного короткого замикання

$$I_{\text{к}}^{(3)} = \frac{46,18}{\sqrt{3} \cdot 0,028} = 952,21 \text{ А} = 0,952 \text{ кА} ;$$

Струм 2-х фазного короткого замикання

$$I_{\text{к}}^{(2)} = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot 0,952 \text{ кА} = 0,824 \text{ кА} ;$$

Амплітудне значення ударного струму короткого замикання

$$i_y = \sqrt{2} \cdot 1,8 \cdot 0,952 \text{ кА} = 2,42 \text{ кА} ;$$

Діюче значення ударного струму:

$$I_y = 0,952 \text{ кА} \cdot 1,52 = 1,44 \text{ кА} ;$$

Результати струмів КЗ занесено до таблиці 5.2

					ОМ-п01.04.2097-с.000 ПЗ	Арк.
						42
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.4 – Розрахунок параметрів КЗ

Місце перевірки	Точки	$U, \text{кВ}$	$\Sigma X, \text{Ом}$	$\Sigma R, \text{Ом}$	$\Sigma Z, \text{Ом}$	$I_{\text{к}}^{(3)}, \text{кА}$	$I_{\text{к}}^{(2)}, \text{кА}$	$i_{\text{y}}, \text{кА}$	$I_{\text{yк}}, \text{кА}$
Двигун качалки АСП-51-4 (КТПСК-25 №1)	K1, K2	0,4	0,004	0,24	0,241	0,962	0,83	2,44	1,46
Двигун качалки АСП-51-4 (КТПСК-25 №2)	K3, K4	0,4	0,0044	0,26	0,261	0,884	0,766	2,25	1,34
Двигун качалки АСП-51-4 (КТПСК-25 №3)	K5, K6	0,4	0,0048	0,288	0,289	0,8	0,69	2,03	1,216
Двигун качалки АСП-51-4 (КТПСК-25 №4)	K7, K8	0,4	0,0048	0,288	0,289	0,8	0,69	2,03	1,216
Двигун качалки АСП-51-4 (КТПСК-25 №5)	K9, K10	0,4	0,0056	0,336	0,337	0,685	0,593	1,74	1,04
Двигун качалки АСП-51-4 (КТПСК-25 №6)	K11, K12	0,4	0,006	0,36	0,361	0,64	0,55	1,63	0,97
Двигун качалки АСП-51-4 (КТПСК-25 №7)	K13	0,4	0,0064	0,384	0,385	0,6	0,52	1,52	0,912
Насос Н-1	K14	0,4	0,0064	0,03	0,031	7,44	6,45	18,9	11,3
Насос Н-2	K15	0,4	0,0052	0,035	0,036	6,42	5,55	16,34	9,75
Зарядний пристрій	K16	0,4	0,0056	0,08	0,081	2,85	2,47	7,25	4,33
Вентиляція	K17	0,4	0,0064	0,615	0,616	0,37	0,32	0,94	0,56
Освітлення	K18	0,22	0,012	1,15	1,16	0,189	0,16	0,48	0,28
Насос Н-3	K19	0,4	0,0024	0,016	0,017	13,5	11,7	29,8	20,52
Насос Н-4	K20	0,4	0,0024	0,023	0,024	9,62	8,33	24,5	14,62
Вентиляція	K21	0,4	0,0024	0,23	0,231	1,0	0,86	2,54	1,52
Освітлення	K22	0,22	0,01	0,096	0,1	2,2	1,9	5,6	3,34

Продовження таблиці 2.4 – Розрахунок параметрів КЗ

Місце перевірки	Точки	$U, кВ$	$\Sigma X, Ом$	$\Sigma R, Ом$	$\Sigma Z, Ом$	$I_{\kappa}^{(3)}, кА$	$I_{\kappa}^{(2)}, кА$	$i_y, кА$	$I_{y\kappa}, кА$
Насос Н-5, Н-6, Н-7	K23-K25	0,4	0,004	0,038	0,04	5,77	5,0	14,68	8,77
Технологічне обладнання їдальні	K26	0,4	0,003	0,012	0,013	17,76	15,38	45,2	27,0
Вентиляція	K27	0,4	0,003	0,086	0,087	2,65	2,3	6,74	4,03
Обладнання КВП	K28	0,4	0,003	0,128	0,129	1,79	1,55	4,55	2,72
Насос Н-8, Н-9	K29, K30	0,4	0,004	0,032	0,033	7,01	6,06	17,94	10,74
Насос Н-10, Н1	K31, K32	0,4	0,004	0,032	0,033	7,01	6,06	17,94	10,74
Електропідйомник	K33	0,4	0,005	0,28	0,28	0,824	0,713	2,09	1,25
Кран	K34	0,4	0,005	0,28	0,28	0,824	0,713	2,09	1,25
Освітлення	K35	0,2	0,005	0,46	0,46	0,5	0,433	1,27	0,76
Комірки КТПСК-25 №1-№7	K36-K42	0,4	0,002	0,036	0,0361	6,397	5,54	16,28	9,72
Щит Щ1	K43, K44	0,4	0,004	0,0052	0,0054	42,7	36,97	108,7	64,9
Щит Щ2	K45, K46	0,4	0,0056	0,019	0,03	7,69	6,65	19,57	11,68
Щит Щ3	K47, K48	0,4	0,008	0,027	0,028	8,248	7,14	21,0	12,53
Щит Щ4	K49, K50	0,4	0,0016	0,04	0,0017	13,58	11,76	34,56	20,64
Щит Щ5	K51, K52	0,4	0,012	0,18	0,3	0,77	0,66	1,96	1,17
Щит Щ6	K53	0,4	0,004	0,16	0,161	1,43	1,23	3,64	2,17
Щит ЩСУ-1	K54, K55	0,4	0,003	0,004	0,0041	56,32	48,77	143,36	85,6
Щит ЩСУ-2	K56, K57	0,5	0,003	0,008	0,0081	28,52	24,7	72,6	43,35

Таблиця 2.5 – Розрахунок параметрів КЗ мережі 10,0 кВ

Місце перевірки	Точки	$U, \text{кВ}$	$\Sigma X, \text{в.б.о}$	$\Sigma R, \text{в.б.о}$	$\Sigma Z, \text{в.б.о}$	$I_{\kappa}^{(3)}, \text{кА}$	$I_{\kappa}^{(2)}, \text{кА}$	$i_y, \text{кА}$	$I_{y_{\kappa}}, \text{кА}$
Трансформатор Т1-Т7	К58-К64	10,0	0,004	0,028	0,028	0,952	0,824	2,42	1,44
Трансформатор Т8-Т9	К65, К66	10,0	0,003	0,026	0,013	2,14	1,85	5,44	3,25
Трансформатор Т10-Т11	К67, К68	10,0	0,003	0,064	0,065	0,427	0,37	1,08	0,65
Трансформатор Т12-Т13	К69, К70	10,0	0,003	0,065	0,065	0,427	0,37	1,08	0,65
Двигун ВАО-450	К71-К73	10,0	0,004	0,076	0,076	0,35	0,303	0,893	0,523
Двигун ВАО-450	К74-К80	10,0	0,004	0,096	0,096	0,283	0,245	0,72	0,43
РП-10,0 кВ №1	К81	10,0	0,005	3,25	3,26	0,853	0,738	2,17	1,29
РП-10,0 кВ №2	К82, К83	10,0	0,005	0,526	0,527	0,052	0,045	0,132	0,08
РП-10,0 кВ №3	К84, К85	10,0	0,005	0,012	0,0121	2,29	1,98	5,82	3,48
РП-10,0 кВ №4	К86	10,0	0,002	0,028	0,0281	0,928	0,8	2,36	1,41

2.6 Вибір електричних апаратів захисту

Вибір апаратів захисту залежить від:

1) Номінальної напруги апаратів, має бути більшим або рівним напрузі мережі $U_{ном.ап} \geq U_M$.

2) Номінальних струмів апаратів, які повинні бути рівними або більшими за розрахунковий номінальний струм: $I_{ном.ап} \geq I_p$.

3) Миттєве значення струмів динамічної стійкості апаратів мають бути, рівними або більшими за миттєві значення ударних струмів КЗ в певній ділянці груп електроприймачів схеми, де встановлюються апарати за умовою:

$$i_{dc} > i_y.$$

4) Добуток квадратів струмів термічної стійкості апаратів та його часу спрацювання мають бути рівними або більшими за добуток квадратів діючого значення встановленого струму КЗ на встановлений час виникнення короткого замикання в кабелі : $I_{т.с.}^2 \cdot t_{т.с.} \geq I_{\infty}^2 \cdot t_{пр}$.

Розрахунок та вибір апаратів захисту наведено в таблиці 2.6.

Таблиця 2.6 - Електричні апарати захисту кабельних мереж.
Автоматичні вимикачі.

Точки встановлення апаратів захисту	Тип ел.апаратури	Напруга, кВ		Струм, А		Струм вимикання, кА		Ел.динам. стійкість, кА		Термічна стійкість	
		$U_{н.ап}$	U_M	$I_{н.ап}$	I_p	$I_{вим}$	$I_K^{(3)}$	$i_{д.е.}$	i_y	$I_{т.с.}^2 \cdot t_{т.с.}$	$I_{\infty}^2 \cdot t_{пр}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Q1, Q2 K1, K2	ВА63-16-3Р А С	0,4	0,4	16	9,78	4,5	0,962	6,3	2,44	$4,5^2 \cdot 1$	$0,96^2 \cdot 0,25$
Q3, Q4 K3, K4	ВА63-16-3Р А С	0,4	0,4	16	9,78	4,5	0,884	6,3	2,25	$4,5^2 \cdot 1$	$0,88^2 \cdot 0,25$
Q5, Q6 K5, K6	ВА63-16-3Р А С	0,4	0,4	16	9,78	4,5	0,8	6,3	2,03	$4,5^2 \cdot 1$	$0,8^2 \cdot 0,25$
Q7, Q8 K7, K8	ВА63-16-3Р А С	0,4	0,4	16	9,78	4,5	0,8	6,3	2,03	$4,5^2 \cdot 1$	$0,8^2 \cdot 0,25$
Q9, Q10 K9, K10	ВА63-16-3Р А С	0,4	0,4	16	9,78	4,5	0,685	6,3	1,74	$4,5^2 \cdot 1$	$0,68^2 \cdot 0,25$
Q11, Q12 K11, K12	ВА63-16-3Р А С	0,4	0,4	16	9,78	4,5	0,64	6,3	1,63	$4,5^2 \cdot 1$	$0,64^2 \cdot 0,25$

Таблиця 2.6 - Електричні апарати захисту кабельних мереж.

Автоматичні вимикачі .

Точки встановлення апаратів захисту	Тип ел.апаратури	Напруга, кВ		Струм, А		Струм вимикання, кА		Ел.динам. стійкість, кА		Термічна стійкість	
		U _{н.ап}	U _м	I _{н.ап}	I _р	I _{вим}	I _к ⁽³⁾	i _{д.с.}	i _у	I _{т.с.} ² t _{т.с.}	I _∞ ² ·t _{пр}
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Q13 K13	BA63-16-3P A C	0,4	0,4	16	9,78	4,5	0,6	6,3	1,52	4,5 ² ·1	0,6 ² ·0,25
Q14 K14	EZC100N 3P C	0,4	0,4	100	89,1	16	7,44	35	18,9	16 ² ·1	7,44 ² ·1
Q15 K15	EZC100N 3P C	0,4	0,4	100	78,38	16	6,42	35	16,34	16 ² ·1	6,42 ² ·1
Q16 K16	BA63-32-3P A C	0,4	0,4	32	30,92	7,3	2,85	18	7,25	6,3 ² ·1	2,85 ² ·0,25
Q17 K17	BA63-6-3P A C	0,4	0,4	6	2,61	4,5	0,37	6,3	0,94	4,5 ² ·1	0,37 ² ·0,25
Q18 K18	BA63-6-1P A C	0,22	0,22	6	2,6	4,5	0,189	6,3	0,48	4,5 ² ·1	0,18 ² ·0,25
Q19 K19	EZC100N 3P C	0,4	0,4	100	79,7	16	13,5	35	29,8	16 ² ·1	13,5 ² ·1
Q20 K20	BA63-50-3P A C	0,4	0,4	50	38,77	12	9,62	25	24,5	12 ² ·1	9,62 ² ·1
Q21 K21	BA63-6-3P A C	0,4	0,4	6	0,375	4,5	1,0	6,3	2,54	4,5 ² ·1	1,0 ² ·0,25
Q22 K22	BA63-16-1P A C	0,22	0,22	16	10,9	4,5	2,2	6,3	5,6	4,5 ² ·1	2,2 ² ·0,25
Q23-K25 K23-K25	BA63-50-3P A C	0,4	0,4	50	44,67	12	5,77	25	14,68	12 ² ·1	5,77 ² ·1
Q26 K26	EZC160N 3P C	0,4	0,4	160	159,5	25	17,76	50	45,2	25 ² ·1	17,76 ² ·1
Q27 K27	BA63-32-3P A C	0,4	0,4	32	22	7,3	2,65	18	6,74	6,3 ² ·1	2,65 ² ·1
Q28 K28	BA63-25-3P A C	0,4	0,4	25	13,4	4,5	1,79	6,3	4,55	4,5 ² ·1	1,79 ² ·0,25
Q29, Q30 K29, K30	BA63-6-3P A C	0,4	0,4	6	3,53	4,5	4,01	6,3	5,94	4,5 ² ·1	4,01 ² ·0,25
Q31, Q32 K31, K32	BM63-16-3P A C	0,4	0,4	16	8,72	7,3	7,01	18	17,94	7,3 ² ·1	7,01 ² ·0,25
Q33 K33	BA63-16-3P A C	0,4	0,4	16	6,95	4,5	0,824	6,3	2,09	4,5 ² ·1	0,824 ² ·0,25
Q34 K34	BA63-16-3P A C	0,4	0,4	16	6,01	4,5	0,824	6,3	2,09	4,5 ² ·1	0,824 ² ·0,25
Q35 K35	BA63-6-1P A C	0,22	0,22	6	1,84	4,4	0,5	6,3	1,27	4,5 ² ·1	0,5 ² ·0,25

ОМ-п01.04.2097-с.000 ПЗ

Арк.

47

Зм.

Арк.

№ докум.

Підпис

Дата

Продовження таблиці 2.6

Точки встановлення апаратів захисту	Тип ел.апаратури	Напруга, кВ		Струм, А		Струм вимикання, кА		Ел.динам. стійкість, кА		Термічна стійкість	
		U _{н.ап}	U _м	I _{н.ап}	I _р	I _{вим}	I _к ⁽³⁾	i _{д.е.}	i _у	I _{т.е.} ² t _{т.е.}	I _∞ ² ·t _{пр}
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Q36-Q42 K36-K42	BA63-32-3P A C	0,4	0,4	32	25,79	7,3	6,397	18	16,28	7,3 ² ·1	6,397 ² ·1
Q43, Q44 K43, K44	EZC250N 3P C	0,4	0,4	250	203,2	50	42,7	125	108,7	50 ² ·2	42,7 ² ·2
Q45, Q46 K45, K46	EZC160N 3P C	0,4	0,4	160	129,5	25	7,69	35	19,57	25 ² ·2	7,69 ² ·2
Q47, Q48 K47, K48	EZC160N 3P C	0,4	0,4	160	134	25	8,248	35	21,0	25 ² ·2	8.258 ² ·2
Q49, Q50 K49, K50	EZC250N 3P C	0,4	0,4	250	194,7	50	13,58	125	34,56	50 ² ·2	13,58 ² ·2
Q51, Q52 K51, K52	BA63-32-3P A C	0,4	0,4	32	25,4	7,3	0,77	18	1,96	7,3 ² ·1	0,32 ² ·1
Q53 K53	BA63-20-3P A C	0,4	0,4	20	14,8	4,5	1,43	6,3	3,64	4,5 ² ·1	1,43 ² ·0,25
Q54, Q55 K54, K55	EZC500N 3P C	0,4	0,4	500	466,7	63	56,32	160	143,3	63 ² ·2	56,32 ² ·1
Q56, Q57 K56, K57	EZC250N 3P C	0,4	0,4	250	234,9	50	28,52	125	72,6	50 ² ·2	28,52 ² ·2
Q58-Q64 K58-K64	BMM 630-10-3P A C	10,0	10,0	630	1,4	6,3	0,952	12,5	2,42	6,3 ² ·1	0,952 ² ·1
Q65, Q66 K65, K66	BMM 630-10-3P A C	10,0	10,0	630	23,1	6,3	2,14	12,5	5,44	6,3 ² ·1	2,14 ² ·1
Q67, Q68 K68, K68	BMM 630-10-3P A C	10,0	10,0	630	9,23	6,3	0,427	12,5	1,08	6,3 ² ·1	0,427 ² ·1
Q69, Q70 K69, K70	BMM 630-10-3P A C	10,0	10,0	630	23,9	6,3	0,427	12,5	1,08	6,3 ² ·1	0,427 ² ·1
Q71-Q73 K71-K73	BMM 630-10-3P A C	10,0	10,0	630	13,2	6,3	0,35	12,5	0,893	6,3 ² ·1	0,35 ² ·1
Q74-Q80 K74-K80	BMM 630-10-3P A C	10,0	10,0	630	13,2	6,3	0,283	12,5	0,72	6,3 ² ·1	0,283 ² ·1
Q81 K81	BMM 630-10-3P A C	10,0	10,0	630	4,33	6,3	0,853	12,5	2,17	6,3 ² ·1	0,853 ² ·1
Q82, Q83 K82, K83	BMM 630-10-3P A C	10,0	10,0	630	111,1	6,3	0,052	12,5	0,132	6,3 ² ·1	0,052 ² ·1
Q84, Q85 K84, K85	BMM 630-10-3P A C	10,0	10,0	630	61,77	6,3	2,29	12,5	5,82	6,3 ² ·1	2,29 ² ·1
Q86 K86	BMM 630-10-3P A C	10,0	10,0	630	5,77	6,3	0,928	12,5	2,36	6,3 ² ·1	0,928 ² ·1

ОМ-п01.04.2097-с.000 ПЗ

Арк.

48

2.6 Розрахунок релейного захисту

Максимальний струмовий захист лінії.

Головним видом захисту лінії від надвисоких струмів, що виникають при багатофазних КЗ, є максимальний струмовий захист (МСЗ). У випадку, коли коефіцієнт чутливості $K_{\text{ч}}$ МСЗ нижче ніж 1,5, передбачається разом з МСЗ установка струмової відсічки миттєвої дії.

МСЗ - захист з витримкою часу, яку забезпечує спеціально передбачене в схемі захисту реле часу.

Струмова відсічка - це струмовий захист без витримки часу, яка відстроюється від максимального зовнішнього струму КЗ ($I_{\text{к.вн.макс}}$), в якості якого приймається струм $I_{\text{к}}^{(3)}$, в кінці зони дії відсічки (в кінці лінії, яка захищається).

Струм спрацювання МСЗ для лінії:

$$I_{\text{с.з.}} = (K_{\text{н}} \cdot K_{\text{с.з.}} \cdot I_{\text{н.макс}}) / K_{\text{н}} \quad (2.30)$$

де, $K_{\text{н}}$ коефіцієнт надійності ($K_{\text{н}}$

$= 1,1 \dots 1,2$); $K_{\text{с.з.}}$ - коефіцієнт самозапуску

($K_{\text{с.з.}} = 2,5$);

$K_{\text{н}}$ - коефіцієнт повернення реле струму ($K_{\text{н}} < 1$ - визначається типом реле), приймаємо $K_{\text{н}} = 0,8$;

$I_{\text{н.макс}}$ - найбільш фактичний струм навантаження лінії.

Для прикладу проведено розрахунок струму спрацювання МСЗ для лінії двигуна качалки АСП-51-4:

$$I_{\text{с.з.}} = (1,1 \cdot 2,5 \cdot 0,962) / 0,8 = 3,30 \text{ кА} = 3306 \text{ А}$$

При розрахунку МСЗ важливо правильно визначити максимальний струм навантаження, виходячи з найбільш важких фактичних режимів роботи обладнання, зокрема при аварійному вимиканні паралельно працюючих трансформаторів та ЛЕП.

Захист повинен надійно вимикати к.з. на ділянці, яку він захищає, і мати коефіцієнт чутливості не менше 1,5. Він повинен спрацювати і при к.з. в кінці суміжної ділянки (резервний захист):

$$K_{\text{ч}} = I_{\text{с.з.}} / I_{\text{к.мін}} \quad (2.31)$$

					ОМ-п01.04.2097-с.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

(2) - струм двофазного КЗ в кінці лінії споживача. Де $I_{k.min}=I_K$

Для прикладу проведено розрахунок коефіцієнту чутливості спрацювання МСЗ двигуна качалки АСП-51-4:

$$K_q=3,306/0,83=3,98$$

Розрахований коефіцієнт чутливості більше 1,5 умова захисту виконується. Двигуни качалки АСП-51-4 захищені надійно. Результати занесено до таблиці 2.7

Струмова відсічка.

Селективність захисту досягається обмеженням зони роботи струмової відсічки так, щоб СВ не діяла при к.з. на суміжних ділянках мережі. Для цього струм спрацювання СВ відлаштовують не від струму навантаження, а від струму в кінці ділянки, що захищається.

Струм спрацювання СВ:

$$I_{c.з} = K_H \cdot I_{k.max} \quad (2.32)$$

$$I_{c.p} = K_H \cdot I_{k.max} \cdot K_{c.x}/K_t \quad (2.33)$$

де $I_K^{(3)}$ - найбільше значення початкового струму к.з. (періодичної складової) в максимальному режимі системи. При цьому визначальним є трифазне к.з. тільки в мережах з глухозаземленою нейтраллю струми однофазного к.з. можуть виявитись більшими струмів трифазного к.з.

де, K_H коефіцієнт надійності (K_H

$=1,1 \dots 1,3$); $K_{c.x} = 1,1$ - коефіцієнт схеми.

$K_t = 0,8$ – коефіцієнт витримки часу спрацювання

Для прикладу проведено розрахунок струму спрацювання СВ для двигунів качалок АСП-51-4

$$I_{c.з.} = 1,3 \cdot 0,962 = 1,25 \text{ кА} = 1250 \text{ А}$$

$$I_{c.p.} = 1,3 \cdot 0,962 \cdot 1,1/0,8 = 1,71 \text{ кА} = 1710 \text{ А}$$

					ОМ-п01.04.2097-с.000 ПЗ	Арк.
						50
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиці 2.7 – Параметри релейного захисту ліній

Група споживачів	Кількість споживачів	МСЗ		Струмова відсічка	
		I _{с.з.} , А	K _ч	I _{с.з.} , А	I _{с.р.} , А
Двигун качалки АСП-51-4	13	3306	3,98	1250	1710
Насос Н-1	1	25572	3,96	9672	13299
Насос Н-2	1	22068,75	3,97	8346	11475
Зарядний пристрій	1	9796,87	3,96	3705	5094,37
Вентиляція В-1	1	1271,87	3,97	481	661,37
Освітлення 1	1	649,68	4,06	245,7	337,83
Насос Н-3	1	46406,25	3,96	17550	24131,25
Насос Н-4	1	33068,75	3,97	12506	17195,75
Вентиляція В-2	1	3437,5	4,0	1300	1787,5
Освітлення 2	1	7562,5	3,98	2860	3932,5
Насоси Н-5, Н-6, Н-7	3	19834,37	3,96	7501	10313,87
Технологічне обладнання їдальні	1	61050	3,96	23088	31746
Вентиляція В-3	1	9109,37	3,96	3445	4736,87
Обладнання КВП	1	6153,12	3,96	2327	3199,62
Насос Н-8, Н-9	2	24096,87	3,97	9113	12530,37
Насос Н-10, Н11	2	24096,87	3,97	9113	12530,37
Електропідйомник	1	2832,5	3,96	1071,2	1472,9
Кран	1	825	1,57	312	429
Освітлення В-3	1	1718,75	3,96	650	893,75
Двигун ВАО-450	10	1653,43	3,97	625,3	859,78

2.8 Розрахунок основних енергопоказників

Встановлення річних витрат активної A_p^w та реактивної Re_p^v електроенергії електромеханічного обладнання родовища за сумарним розрахунковим навантаженням $\sum P_p$, $\sum Q_p$ груп електроприймачів встановлено за формулами:

$$A_p^w = \sum P_p t_{зм} N_{зм} K_p \alpha$$

$$Re_p^v = \sum Q_p t_{зм} N_{зм} \alpha$$

де $t_{зм} = 20$ год – тривалість змін, год;

$N_{год} = 5683,01 \text{ кВт} \cdot \text{год} / 2313,3 \text{ кВт} = 2,45$ год – річна кількість годин максимуму роботи обладнання; (співвідношення річної витрати 1 активної енергії до розрахункової потужності)

$K_p = 0,65$ – коефіцієнт, що враховує додаткові витрати енергії на ремонт, заміну, монтаж та демонтаж обладнань за ремонтну зміну;

$\alpha = 0,77$ – коефіцієнт змінності з енерговикористання 2313,3 кВт та 1188,7 кВАр

$$A_p^w = 2313,3 \cdot 2,45 \cdot 20 \cdot 0,65 \cdot 0,77 = 56732,52 \text{ кВт} \cdot \text{год};$$

$$Re_p^v = 1188,7 \cdot 2,45 \cdot 20 \cdot 0,65 \cdot 0,77 = 29152,27 \text{ кВАр} \cdot \text{год};$$

Статичний коефіцієнт потужності встановлено як відношення річних витрат реактивної Re_p^v до активної A_p^w електроенергії за формулою:

$$\tan \varphi = Re_p^v / A_p^w = 0,513$$

Витрати активної ΔW_L реактивної ΔV_L енергії в лініях

$$\Delta W_L = 3 \cdot I_{р.л.}^2 \cdot R_L \cdot \tau \cdot 10^{-3},$$

$$\Delta V_L = 2 \cdot I_{р.л.}^2 \cdot X_L \cdot \tau \cdot 10^{-3},$$

де: τ - час максимальних втрат (годин), який приблизно можна знайти за формулами:

$$\tau = (0,124 + T_M \cdot 10^{-4})^2 \cdot 8760 = 1574,8 \text{ год}$$

					ОМ-п01.04.2097-с.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

$T_m = 3000$ год – час роботи.

$I_{p,l}$, R_l , X_l - розрахунковий струм, активний і реактивний опір лінії.

Результати розрахунків річних витрат електроенергії по групах електроспоживачів, а також втрат електроенергії зводяться в таблиці 2.8.

Таблиця 2.8 - Розрахунки річних витрат електроенергії

Група споживачів	Річні витрати й втрати електроенергії					
	$I_{p,l}$, А	X_l	R_l	Кількість	ΔW_p , кВт·год	ΔV_p , квар·год
Двигун качалки АСП-51-4	9,78	0,004	0,24	13	108,45	1,205
Насос Н-1	89,1	0,0064	0,03	1	1125,18	160,02
Насос Н-2	78,38	0,0052	0,035	1	1015,84	100,61
Зарядний пристрій	30,92	0,0056	0,08	1	361,33	16,86
Вентиляція В-1	2,61	0,0064	0,615	1	19,8	0,137
Освітлення 1	2,6	0,012	1,15	1	36,72	0,0255
Насос Н-3	79,77	0,0024	0,016	1	481	32,0
Насос Н-4	38,77	0,0024	0,023	1	163,33	10,88
Вентиляція В-2	0,375	0,0024	0,23	1	0,152	0,01
Освітлення 2	10,9	0,01	0,096	1	53,88	3,74
Насоси Н-5, Н-6, Н-7	44,67	0,008	0,038	3	358,23	50,27
Технологічне обладнання їдальні	159,5	0,012	0,012	1	1442,28	961,51
Вентиляція В-3	22	0,003	0,086	1	196,65	4,57
Обладнання КВП	13,4	0,003	0,128	1	108,58	1,69
Насос Н-8, Н-9	3,53	0,004	0,032	2	1,88	0,157
Насос Н-10, Н-11	8,72	0,004	0,032	2	11,495	0,957
Електропідйомник	6,95	0,005	0,28	1	63,9	0,76
Кран	6,01	0,005	0,28	1	47,78	0,568
Освітлення В-3	1,84	0,005	0,47	1	7,517	0,05
Двигун ВАО-450	13,2	0,004	0,096	10	79,02	2,195
$\sum_{i=1}^n$					5683,01	1348,39

Висновок

Специфічні умови розробки Бугріватівського нафтоконденсатного родовища - використання силових електричних мереж в вибухо-небезпечному середовищі з наявністю горючих рідин та газів (нафтові свердловин), прокладання броньованих кабелів в траншеї, обумовлюють більш високі вимоги до надійності їхнього електропостачання. Виходячи з категорії електроприймачів і приймається те або інше рішення при побудові промислових електромереж. Статичний коефіцієнт потужності 0,514. Витрати активної потужності становлять 5683,01 кВт*год та реактивної потужності 1348,39 кВАр*год..

Забезпечується необхідна надійність електропостачання, необхідне якість енергії в приймачів, споживачів які належать до першої категорії і потребують високою надійності, обумовлених наявністю пристроїв АВР в силових щитах. Зручність і безпека обслуговування і можливість подальшого розвитку мережі з метою підключення нових споживачів.

					ОМ-п01.04.2097-с.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

3 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА

3.1 Аналіз наукових публікацій

Метод обробки приви́бійної зони нагнітальних і видобувних свердловин, базується на використанні віброхвильового впливу на нафтових свердловинах, і був застосований метод ще в 60-х роках, і відразу ж були отримані вражаючі результати по його технологічній ефективності.

На всіх стадіях розробки нафтових родовищ приви́бійна зона пласта є основним об'єктом впливу для переважного числа всіх відомих методів обробки свердловин. Заходи, спрямовані на очищення приви́бійної зони пласта свердловини, на відновлення її природної проникності, що сприяють поліпшенню її термодинамічного стану, в реальних умовах розділеного і неоднорідного пласта викликають не тільки збільшення поточного нафтовидобутку, але і підвищують нафтовіддачу покладів. Для цього використовуються методи, які здатні викликати помітні позитивні зміни фільтраційних і колекторних властивостей, не утворюючи при цьому нових неоднорідностей.

Віброрезонансний вплив на приви́бійну зону пласта свердловини відноситься до числа перспективних методів, що підтверджується відомими явищами і ефектами, які здатні надавати позитивний вплив, у вищерозглянутих проблемах, на стан приви́бійних зон пласта.

Пружні низькочастотні коливання - вібрація на два-три порядки прискорюють процеси релаксації механічних напружень [1]. У приви́бійній зоні пласта це сприяє зменшенню негативних наслідків при бурінні тп розкриття пласта, пов'язаних з небажаними напруженнями в породах навколо свердловин і перфораційних каналів, з механоактивацією поверхні порід, і тим самим може сприяти відновленню природного рівноважного стану зони пласта з вихідною проникністю її колектора.

					ОМ-п01.04.2097-с.000 ПЗ							
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата								
Розроб.		Галушко			3 Спеціальна частина				Літ.	Арк.	Аркушів	
Перевір.											54	
Реценз.									IEE, ОМ-п01			
Н. Контр.												
Затверд.		Поліщук										

Впровадження резонансних режимів коливань в свердловині, пов'язано з параметрами пористого середовища, які виникають в докритичній області частот, підтверджують деякі акустичні експерименти [2], що показують, що якщо в ствол свердловин, заповнений рідиною опустити приймач звукових коливань і заміряти енергетичний спектр шуму, то на рівні залягання насиченого рідиною пласта можна виділити резонансну частоту, яке спостерігається.

Резонансне коливання свердловини досягається як в режимі високочастотних радіальних резонансів шару рідини [3], так і в режимі поздовжніх резонансів стовпа рідини на низьких частотах. Радіальний резонанс визначається радіусом свердловини і виникає на високих частотах порядку десятка кілогерц і вище. При цьому досягається узгодження режиму роботи генератора і середовища, яке розміщене в свердловині так що практично вся потужність генератора передається в навколишній масив. Зі зміною частоти та розподілу навантаження по поверхні генератора можна виконувати кервання енергетичною структурою поля в привибійній зоні пласта.

При поздовжніх резонансах частота коливань стовпа рідини в свердловині визначається в основному відстанню між поверхнями, що відбивають свердловини. За нижню поверхню, що відбиває зазвичай приймають зумпф, за верхню - контакт рідини і газу в колоні свердловини. При великих відстанях між цими границями резонансна частота коливань буде досить низькою. Проте ефективно використання поздовжніх резонансів на низьких частотах пов'язано з певними труднощами. Для створення резонансних поздовжніх коливань всього стовпа рідини необхідно точно визначити рівень рідини в свердловині, а також фазову швидкість поширення трубної хвилі по ній. Відображаючі властивості нижньої межі – зумпфа невеликі, оскільки хвильовий опір бетону і підстилаючих гірських порід ненабагато перевищує хвильовий опір рідини в свердловині. Через значну довжину стовпа рідини багато енергії витрачається на затухання хвиль у самій рідині і випромінюється в непродуктивні зони вище нафтового пласта.

					ОМ-п01.04.2093-с.000.ПЗ	Арк.
						55
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для більшої продуктивності, застосовують різних типів заглибні резонансні пристрої, в яких генератор із заданою частотою жорстко пов'язаний з акустичними фільтрами - відбивачами [4]. Подібні пристрої складаються з генератора і замкнутого в корпусі пристрою резонатора, при цьому обсяг рідини, що заповнює порожнину камери - резонатора, утворює коливальний контур, в якому встановлюється стояча хвиля.

Використання заглибних резонансних пристроїв з використанням порожнистих заглибних відбивачів-фільтрів заповнюють газом і закріплюють на колоні насосно-компресорних труб. Вони утворюють невеликий кільцевий зазор зі стінками обсадної колони. Перед спуском насосно-компресорних труб в свердловину розташування відбивачів-фільтрів по довжині свердловини і щодо генератора коливань може змінюватися. При цьому вибирають такі відстані між відбивачами, щоб більша частина енергії генератора припадала на продуктивний інтервал.

Міняючи відстань між відбивачами і генератором в межах продуктивного інтервалу свердловини, можна підбирати резонансні частоти збудження і домагатися узгодження збуджуючої частоти з резонансними властивостями продуктивного пласта. За допомогою таких установок ефективні глибини віброхвильового впливу на ПЗП можуть досягати значення 10 м і більше. Глибину ефективного впливу можна збільшити при здійсненні віброхвильового впливу з урахуванням резонансних і хвилеводних властивостей свердловинних і пластових систем.

3.2 Патентний пошук

Згідно патенту [5] генератор коливань складається з вихідної муфти 7, яка приєднана до колони НКТ17, до муфти накручений корпус 1 генератора коливань, який сполучений з вхідною муфтою 4, яка в свою чергу приєднана до колони НКТ і генератор коливань опускають в свердловину.

Генератор коливань містить гармонізатор 3, в корпусі 8 якого встановлена з можливістю переміщення на ущільнюючих кільцях крива плоска пружина 9,

					ОМ-п01.04.2093-с.000.ПЗ	Арк.
						56
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

що має форму зігнутої пластини, для зниження динамічних навантажень на пружину в момент її спрацювання, яка підтиснута запірним елементом 10, у вигляді зрізаного конуса та зацентрована за допомогою напрямного штока 11. В корпусі гармонізатора створено вхідні отвори для подачі робочої рідини через напрямний шток в гармонізатор. Гармонізатор коливань вмонтований за допомогою різьбового з'єднання в корпус генератора коливань до сердечника 13, що містить канали для введення рідини в камеру інжекції 15. На сердечнику послідовно змонтовано завихрювач 2 з тангенціальними отворами 12. Сердечник являє собою суцільний елемент подібний до вала змінного діаметра, на якому з нижнього кінця закручується потік робочої рідини, і дляцентрування закріплений гайкою до соплової вихідної частини 5 з протилежної сторони. Таким чином, між завихрювачем та сердечником створена вихрова камера 14. До завихрювача послідовно приєднана різьбовим з'єднанням соплова вихідна частина з осьовими отворами 6, яка закріплена в нижній частині корпусу генератора коливань.

Генератор коливань працює наступним чином.

Генератор коливань опускають в свердловину до рівня перфораційних отворів на задану глибину напроти об'єкта обробки. Після установки генератора коливань в привибійній зоні, підключають насосний агрегат 16 та подають робочу рідину по насосно-компресорних трубах (НКТ) 17 на вхід генератора через центральний канал муфти 4. Далі потік розділяється на два потоки, один з яких потрапляє у вихрову камеру 14 через тангенціальні отвори 12 завихрювача 2, закручується в ній, а інший, через гармонізатор коливань 3 в камеру інжекції 15.

В завихреному потоці створюється зона падіння тиску, за рахунок чого рідина через гармонізатор підсмоктується в камеру інжекції. При зустрічі вихрового і інжекційного потоків вихор розпадається, швидкість рідини падає і, згідно до закону Бернуллі, тиск у вихровій камері піднімається і рідина виштовхується через осьові отвори 6 соплової вихідної частини 5. Далі кількість рідини у вихровій камері зменшується, що призводить до нового 5

					ОМ-п01.04.2093-с.000.ПЗ	Арк.
						57
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

вихроутворення і далі цикл повторюється, створюючи коливальну систему із завихрювача та гармонізатора, як джерела імпульсів.

Після обробки нижнього об'єкта генератор коливань переміщують на вище розміщений об'єкт, шляхом його підйому з НКТ до нової заданої точки і, після закінчення обробки всіх об'єктів, витягують його з свердловини і здійснюють промивку свердловини до вибою.

Завдяки геометрії генератора коливань створюється турбулізаційний потік робочої рідини, який створює потужні нелінійні коливання тиску в пластовому середовищі для інтенсифікації припливу нафти.

Інтенсивність коливальної дії на середовище залежить від ефективності перетворення енергії потоку робочої рідини, що проходить через генератор коливань, в енергію коливань, та в першу чергу, пов'язана з амплітудою та частотою, яка задається гармонізатором коливань.

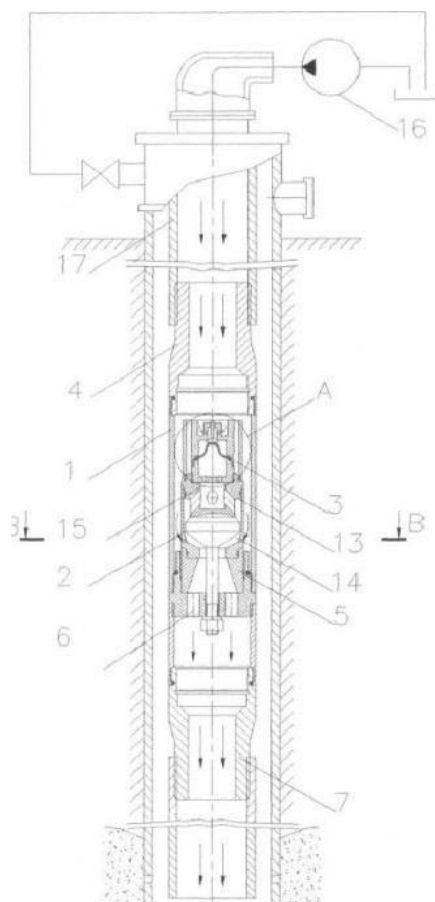


Рисунок 3.1 – Генератор коливань

					ОМ-п01.04.2093-с.000.ПЗ	Арк.
						58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Згідно патенту [6] Пристрій для генерування резонансноімпульсних депресійних коливань на привибійну ділянку нафтової свердловини складається з гідроімпульсного пристрою, що складається з корпусу 1, на якому розміщені бобишки 7 у кількості 3 штуки, кріпильної кришки 3, з правої частини закріплена кришка кріплення 5 а з верхньої частини прикріплений вхідний патрубок 6, затримуючої камери 19, пневмоакумулятора 10 поршня 4 пружно зв'язаний із рухомим конічним плунжером 8 із поршнем 2 пневмоакумулятором 11 і утворюють рухому пару, до якої з торця накручений кріпильний болт 9. Крім того містить гідросистему, яка складається з насосного агрегату 12 з баком 13, колони насоснокомпресорних труб (НКТ) 20, з'єднуючого трубопровода 21, а також систему регулювання переміщення рухомої пари яка включає компресор 14, ресивер 15, зворотних клапанів 17, механізм затримки поршня, який складається з пневморозподільника 16 що включає керований дросель 18 з'єднаного з затримуючою камерою 19.

Пристрій для генерування резонансноімпульсних депресійних коливань на привибійну ділянку нафтової свердловини працює наступним чином: за допомогою з насосного агрегату 12 з баком 13 в затруб'ї свердловини, які входять в гідросистему, створюється високий тиск, але з різким роз'єднанням рухомої пари, яка входить в гідроімпульсний пристрій і складається з пневмоакумулятора 10 поршня 4 пружно зв'язаного із рухомим конічним плунжером 8 із поршнем 2 пневмоакумулятором 11 проходить до швидкого падіння тиску. В першій фазі із вхідного патрубку 6 утворюється хвиля розрідження, яка поширюється з швидкістю звуку через затрубний простір в привибійну зону, створюючи депресійне навантаження на пластову систему. В другій фазі рухома пара різко з'єднується і при цьому виникає прямий гідравлічний удар з поширенням репресійної хвилі високого тиску, яка також поширюється вниз до привибійної зони із швидкістю звуку.

Механізм реалізації першої фази працює наступним чином: поршень 4 з конічним плунжером 8 під дією тиску в затруб'ї і також системи регулювання

					ОМ-п01.04.2093-с.000.ПЗ	Арк.
						59
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

переміщення рухомої пари яка включає компресор 14, ресивер 15, механізм затримки поршня, зворотних клапанів 17, буде переміщатися в бік пневмоакумулятора 10 до визначеного положення. У цьому положенні конічний плунжер 8 стає на упор і здійснюється розстикування сполучених поршня і плунжера. Тиск під конічним плунжером 8 різко переміщає його назад. А поршень 4 після зведення повертається повільніше в зв'язку із механізмом затримки поршня, який реалізується при виштовхуванні повітря із затримуючої камери 19 через керований дросель 18 пневморозподільника 16 в навколишнє середовище. Через радіальний канал гідроімпульсного пристрою рідина йде на злив, тиск в з'єднуючому трубопроводі 21 і устям НКТ 20 різко падає і утворюється хвиля розрідження.

Наступна друга фаза пов'язана з поверненням поршня 4 в початкове положення, спряження його з конічним плунжером 8, що призводить до різкого перекриття витоку рідини з свердловини і виникнення гідроудару, який передається в привибійну зону хвилею підвищеного тиску. Далі цикл повторюється.

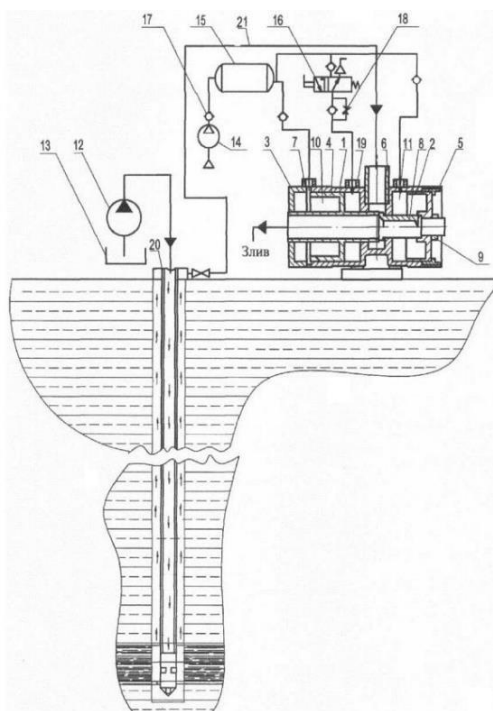


Рисунок 3.2 – Пристрій для генерування резонансноімпульсних депресійних коливань на привибійну ділянку нафтової свердловини

					ОМ-п01.04.2093-с.000.ПЗ	Арк.
						60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Згідно патенту [7] генератор імпульсів тиску складається з трьох корпусних секцій 2, 3, 4 та захисного центруючого ковпака 5, заправного вузла-зворотнього клапана 6, отвору 7 для вводу керуючого кабелю, запалюючого пристрою 8 та камери високого тиску А, яка відокремлена від проміжної камери Б сидлом 9 та клапаном 11 акумулюючого елемента. Для з'єднання проміжної камери Б з оброблюваним середовищем в корпусі пристрою розміщено радіально направлені сопла 10. Клапан підпружинений за допомогою тарілчастих пружин 12, що мають можливість регулювання гайкою 13.

Пристрій працює наступним чином.

Перед зануренням пристрою в свердловину, камеру високого тиску А заправляють хімічним реагентом, в результаті горіння яких виділяється азот, з допомогою гвинта 13 налаштовують тиск для відкриття клапана, пристрій з допомогою переходника 1 з'єднується з ДБТ колтюбінгової установки і опускається в свердловину на глибину оброблюваної зони. Пристрій містить отвір 7, через який геофізичний кабель передає ініціюючий сигнал, в результаті якого відбувається окиснення хімічного реагенту.

Під час окиснення хімічного реагенту виділяється азот і заповнює камеру високого тиску А. При досягненні встановленого тиску, пружини 12 випускного клапана 11 стискаються і з'єднують камеру високого тиску А з проміжною камерою Б, де з допомогою радіально розташованих сопел 10, проводиться обробка ПЗП. Після з'єднання обох камер, тиск в камері А знижується і клапан 11 з допомогою сидла клапана 9 роз'єднує камери. Оскільки реакція окиснення хімічного реагенту продовжує наростання тиску в камері А - клапан 11 знову відкривається і процес обробки повторюється.

Таким чином, конструкція акумулюючого елемента забезпечить коливальний режим обробки середовища стременим газу високого тиску.

Вразі недостатньої кількості хімічного реагенту, з допомогою наземного обладнання проводиться додаткова обробка свердловини: приєднавши ДБТ колтюбінгової установки до штуцера виводу азоту автономної системи заправки, газ з автономної системи подають в ГІТ, де, проходячи через заправний вузол-

					ОМ-п01.04.2093-с.000.ПЗ	Арк.
						61
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

зворотний клапан 6, газ накопичується в камері високого тиску А і, досягнувши тиску відкриття клапана - виходить через отвори 10.

Технічний результат полягає у підвищенні ефективності обробки ПВП свердловини та зменшенні кількості спуско-підйомних операцій.

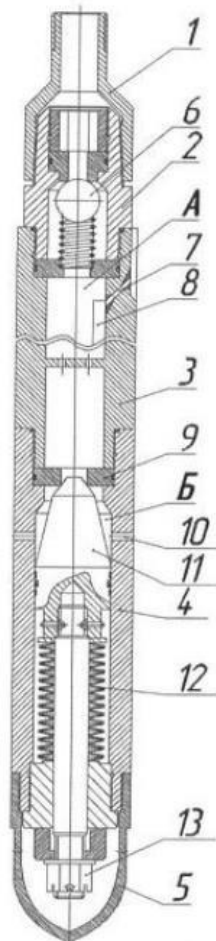


Рисунок 3.3 - Генератор імпульсів тиску

Згідно патенту [8] пульсатор коливань монтується на колонії насосно-компресорних труб 12 (КНКТ) за допомогою входної муфти 2 і вихідної муфти 4 і складається з корпусу , який розташовується між ними. Корпус 1 містить клапан, який являє собою мембрану 10, у формі плоскої кільцевої пластини, яка за допомогою гайки 8 з упором на сидло 7 приєднана до утримувача 11. Максимальний кут нахилу бокової грані утримувача, на яку опирається мембрана, визначається, наприклад, міцністю встановленої мембрани. З боку потоку робочої рідини між гайкою 8 та мембраною 10 встановлено додатково пакет пластин 9 для підвищення надійності конструкції. Сидло закріплене за

					ОМ-п01.04.2093-с.000.ПЗ	Арк.
						62
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

допомогою контргайки 5 та опорної гайки 6. В свою чергу утримувач 11 за допомогою різьбового з'єднання послідовно вмонтований з можливістю регулювання в перехідник 3, який за допомогою різьбового з'єднання приєднаний до вихідної муфти 4. На поверхні землі встановлюється бак 13 з робочою рідиною, фільтр 14, насос 15 для подачі робочої рідини в КНКТ та зворотний клапан 16.

Пульсатор коливань працює в такий спосіб. Робоча рідина з бака 13 через фільтр 14 подається насосом 15 в КНКТ 12 і попадає на вхід пульсатора коливань потоку рідини через вхідну муфту 2, де, проходячи через корпус 1, тисне на мембрану 10 клапана, яка під дією сили робочого потоку здійснює прогин в межах пружності матеріалу мембрани, її товщини та радіуса, відкривається щілина між сідлом та мембраною і відбувається дроселювання робочої рідини через щілину в робочу камеру (інжекційний потік) (Фіг. 2). В цей момент часу, сила потоку робочої рідини на мембрану стає меншою за зусилля, яке створює власне мембрана, і під цим зусиллям мембрана повертається в початкове положення, зменшуючи поперечний переріз щілини та перекриваючи потік робочої рідини в робочу камеру. Далі тиск піднімається і мембрана знову деформується, відкриваючи щілину між сідлом та мембраною. Відбувається циклічне спрацювання мембрани, що призводить до формування в робочій камері коливального потоку робочої рідини, який через вихідну муфту 4 надходить в КНКТ. Повторення цього процесу приведе до утворення пульсуючого потоку на виході з пристрою і подачу пульсуючої рідини в нафтовий пласт.

					ОМ-п01.04.2093-с.000.ПЗ	Арк.
						63
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

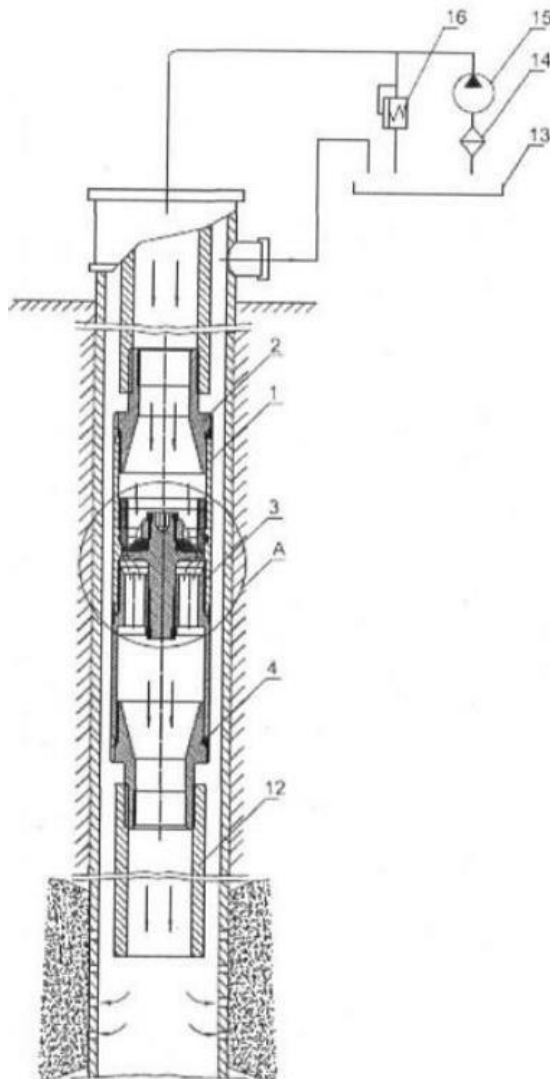


Рисунок 3.4 - Пульсатор коливань

Згідно патенту [9] віброімпульсний генератор коливань тиску рідини складається з корпусу 1, який має вигляд стакана з щілинними прорізами на утворюючій циліндра. В корпусі вільно обертається золотник 2, який має також щілинні отвори на утворюючій. Прорізи в золотнику виконані під деяким кутом до утворюючої, але в протилежному напрямі до отворів в стволі. Утворюється турбінний пристрій, в якого направляючим апаратом є корпус з косими прорізами, а робочим колесом є золотник з направленими під кутом прорізами.

Золотник встановлюється на підшипникових опорах, в верхній частині затискається кільцем, а в нижній - на підшипниках, через муфту 3 кріпиться вал тахогенератора 4, напруга з якого живить пакет п'єзокерамічних пластин 5.

					ОМ-п01.04.2093-с.000.ПЗ	Арк.
						64
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Рідина проходить через отвори в золотнику 2 і попадає в отвори в корпусі 1. Так як ці отвори розташовані під кутом, золотник починає обертатися під дією реакції струменю. Обертаючись, він періодично перекриває отвори в корпусі, в результаті чого проходить гідравлічний удар.

Частота гідравлічних ударів залежить від числа щілин і обертів золотника 2. Гідравлічний удар супроводжується різким зростанням тиску, що приводить до різкого імпульсного витoku рідини з нижнього отвору корпусу. Крім цього, періодичний витік рідини з щілин при обертанні золотника створює циклічні коливання в навколишньому середовищі. Рух золотника складається з двох фаз. Протягом першої частини циклу: золотник пропускає рідину та набирає розгін під дією реакції потоку, протягом другої частини канали в корпусі перекриті, і золотник рухається по інерції та загальмовується завдяки тертю в опорах.

Крім генеруючих золотником коливань, утворюються складні коливання за рахунок появи відбитих хвиль і явищ інтерференції, а також отримання акустичної кавітації від ультразвукових коливань, синергічна дія яких сприяє руйнуванню і диспергування твердих тіл, викликання і прискорювання хімічних реакції, емульгування рідин, очищення привибійної зони пласта від асфальто-смолисто-парафінових відкладень.

Технічний результат полягає в зменшенні часу обробки привибійної зони свердловини при періодичному відкритті радіальних отворів ствола 40 віброімпульсного генератора коливань тиску рідини та ультразвукових коливань пакету п'єзокерамічних пластин, спрощено демонтаж віброімпульсного генератора коливань тиску рідини, висока надійність і простота конструкції не вимагає додаткових витрат або спеціальних технологій, підвищує ефективність обробки, за рахунок раціонального розподілу енергії гідроудару.

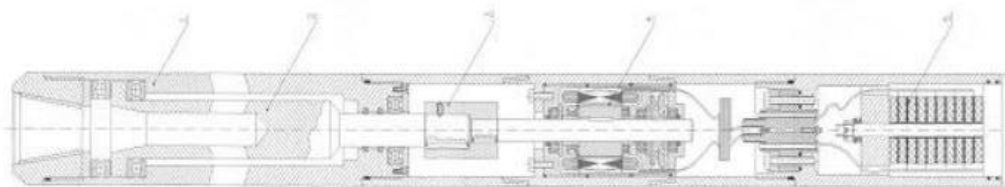


Рисунок 3.5 - Віброімпульсний генератор коливань

					ОМ-п01.04.2093-с.000.ПЗ	Арк.
						65
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Згідно патенту [10] рідинний генератор вихрової дії складається з корпусу 4, вихрової камери 5, трьох зворотних клапанів 6, входної муфти 7, соплової вихідної частини 8. Резонатор складається з корпусу 9, золотника обтікаючої форми 10, пружинного блока 11, який складається з пакета подвійних тарільчатих пружин. Все це встановлюється на колоні насоснокомпресорних труб - КНКТ (12). На поверхні землі встановлюється бак (13) з робочою рідиною, фільтр (14), зворотний клапан (15) та насос (16) для подачі робочої рідини в КНКТ.

Вихровий генератор коливань працює наступним чином.

Монтують генератор в зборі з хвилеводом і резонатором на гнучкій трубі колтюбінга і опускають в свердловину. Після установки резонатора в привибійній зоні, підключають до колтюбінга насосний агрегат і подають робочу рідину на вхід генератора через центральний канал муфти 7. В генераторі потік розділяється на два потоки, один з яких потрапляє в вихрову камеру 5, а інший, через зворотні клапани 6 в камеру інжекції. В завихреному потоці тиск значно падає і через зворотні клапани рідина підсмоктується в камеру інжекції і далі в вихрову камеру 5. При зустрічі вихрового і інжекційного потоків вихор розпадається, швидкість рідини падає і, у відповідності до закону Бернуллі, тиск у вихровій камері піднімається і рідина далі виштовхується через сопло 8 в хвилевід. Далі кількість рідини у вихровій камері зменшується, що призводить до нового вихроутворення і далі цикл повторюється. Пульсуючий потік від рідинного генератора через хвилевід потрапляє на вхід резонатора і підтискає золотник 10, відкриваючи бокові прямокутні отвори в корпусі 9.

Відомо, що зона дії на пласт досягається при дії інфразвуковими (до 20 Гц) і низькочастотним (до сотень Гц) коливаннями. Діапазон вимушених частот, які генеруються рідинним генератором, знаходиться в діапазоні 28...56 Гц, на який впливає також вибір довжини хвилеводу. Діапазон власних частот резонатора регулюється вибором складу тарільчатих пружин і знаходиться в межах 23...54 Гц, що практично співпадає з діапазоном частот вимушених коливань тиску, які

					ОМ-п01.04.2093-с.000.ПЗ	Арк.
						66
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

генеруються рідинним генератором. Таким чином досягається головна умова реалізації резонансу – співпадіння частот вимушених та власних коливань.

Настроювання власної частоти коливань пружинного блока на частоту вимушених коливань генератора дозволить підвищити ефективність омплексу в цілому, що, в свою чергу, дозволяє підвищити ефективність дії всього комплексу на привибійну зону пласта через механізм створення репресивної дії на колекторну систему пласта і підвищити продуктивність свердловини.

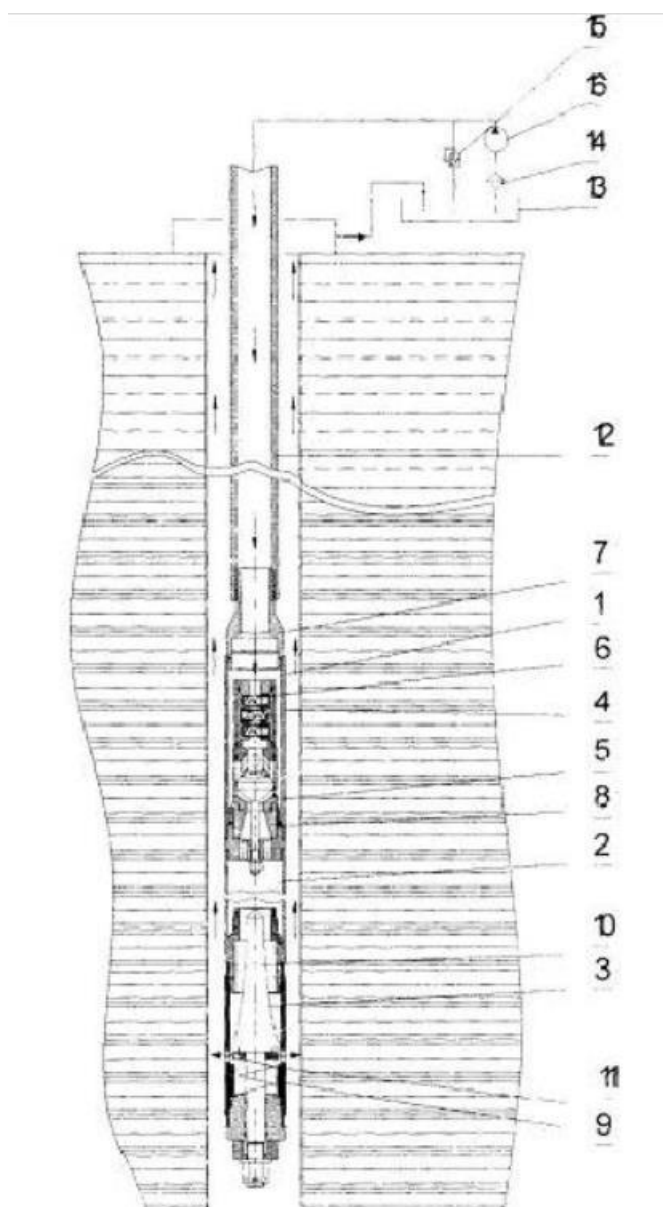


Рисунок 3.6 - Генератор коливань резонансної дії на нафтову свердловину

Згідно патенту [11] установка для імпульсно-резонансної дії на свердловину і продуктивний пласт складається з встановленого на колоні насосно-компресорних труб - КНКТ 1 генератора коливань потоку рідини,

який кріпиться до КНКТ за допомогою муфти 2 і складається з сопла 3, в якого конфузور переходить в дифузор, клапана 4

Установка працює наступним чином.

Робоча рідина з баку 14 через фільтр 15 подається насосом 17 в КНКТ 1 і попадає в генератор коливань потоку рідини, де, проходячи через сопло 3, тисне на клапан 4. При цьому клапан 4 починає здійснювати осьове переміщення і стискати пакет нелінійних тарільчатих пружин 5. Відкривається отвір між соплом та клапаном і робоча рідина під тиском потрапляє в камеру А. В цей момент часу тиск рідини на клапан 4 стає меншим за зусилля, яке створює пакет стиснутих нелінійних тарільчатих пружин 5, і під цим зусиллям клапан 4 переміститься в початкове положення, перекриваючи потік робочої рідини в камеру А. Такий коливальний рух клапану 4 призводить до отримання в камері А коливального потоку робочої рідини, яка через отвори в корпусі 7 поступає на кавітатор 8, що в свою чергу призводить до переміщення поршня акумулятора 9 і стиснення газу в акумуляторі. Переміщення кавітатора 8 і поршня акумулятора 9 призводить до відкривання отворів 18 в направляючому елементі резонатора 12 та виходу пульсуючого потоку робочої рідини в продуктивний нафтовий пласт. Під дією стиснутого газу в камері акумулятора, поршень акумулятора 9 перемістить кавітатор 8 в початкове положення, що перекриє потік робочої рідини через отвори 18. Повторення цього процесу приведе до утворення пульсуючого потоку на виході з установки і подачу цього потоку пульсуючої рідини в нафтовий пласт.

					ОМ-п01.04.2093-с.000.ПЗ	Арк.
						68
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

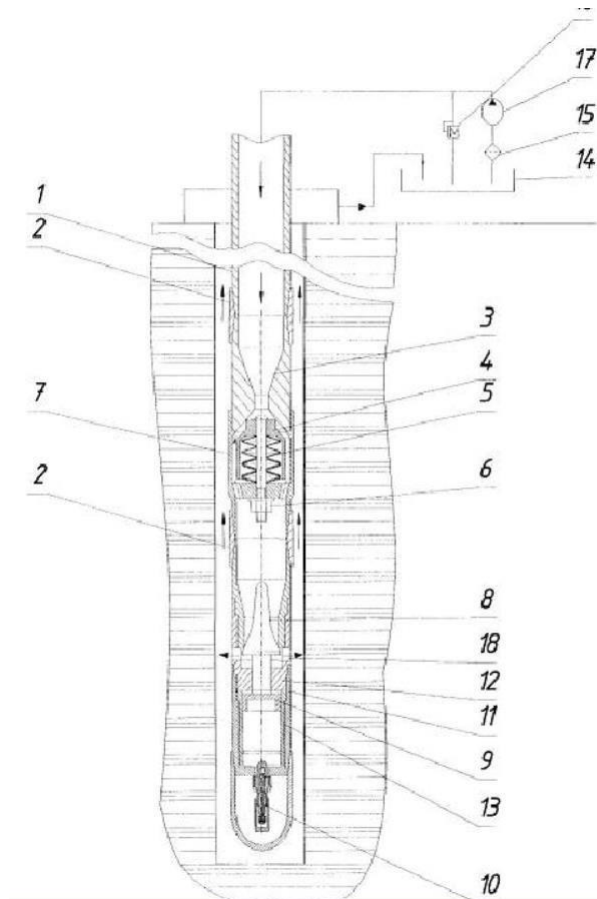


Рисунок 3.7 - Установка для імпульсно-резонансної дії на свердловину і продуктивний пласт

3.3 Аналіз даних з мережі інтернет

Генератор коливань для нафтової свердловини розроблений фахівцями НВО "ІТІС", які встановили, що у ряді спеціальних гідродинамічних режимів в потоках певних геометричних характеристик (вихрових, струминних осиметричних, плоских течій) можливе виникнення кавітації і випромінювання хвиль.

На цій основі спеціалістами було розроблено генератори коливань (під різні глибини свердловин), які забезпечують як хвильову дію на призабійну зону пласта або перфораційних каналів, поверхні обсадної колони, генерування ударних імпульсів тиску при періодичному збігу осей гідродинамічних генераторів кавітації і перфораційних каналів. Перспективність розробки генераторів коливань підтверджується роботами інституту гідромеханіки України. Модель генератора коливань наведено на рисунку 3.6.

					ОМ-п01.04.2093-с.000.ПЗ	Арк.
						69
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

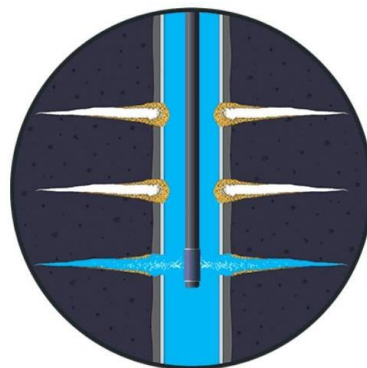


Рисунок 3.8 – Генератор коливань НВО “ІТІС”

3.4 Опис конструкції генератора резонансних коливань та принцип дії

Генератор який розробляється в даному проекті містить вихровий модуль, резонатор та хвилевід. Хвилевід складається з насосно-компресорних труб (НКТ) і його довжина залежить від довжини НКТ в пакеті і, отже, може регулюватись. Вихровий модуль 1 містить розташовані в трубчатому корпусі вихрову камеру та клапанний блок. Резонатор містить корпус з радіальними отворами і розташований в ньому підпружинений золотник обтікаючої форми.

При початку експлуатації, генератор коливань в насосно-компресорних трубах (НКТ) опускається до рівня перфораційних отворів в обсадній колоні свердловини. Через генератор з поверхні, за допомогою насосного установи, закачується робоча рідина. В якості робочої рідини використовується хімічні розчини на водній, або нафтовій основі, які активно впливають на колектор привибійної зони свердловини. Робоча рідина подається через радіальні отвори резонатора і перфораційні отвори в обсадній колоні репресивно діє на нафтовий колектор в привибійній зоні пласта, здійснює очистку від кольматантів і покращує гідравлічний зв'язок колектора з свердловиною.

Механізм репресивної дії робочої рідини на нафтовий колектор пов'язаний із взаємодією вихрового модуля та резонатора при роботі генератора.

В процесі роботи генератора, потік робочої рідини у вихровому модулі розпадається на два потоки: один з яких потрапляє у вихрову камеру через тангенціальні отвори і розкручується в ній, досягаючи швидкості до 130 м/с, а

					ОМ-п01.04.2093-с.000.ПЗ	Арк.
						70
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

інший, через клапанний блок, всмоктується в камеру інжекції і далі надходить у вихрову камеру. При зустрічі вихрового і інжекційного потоків вихор розпадається, швидкість рідини падає до 35 м/с і, відповідно, тиск у вихровій камері збільшується, рідина виштовхується через вихідні отвори у хвилевід.

Кількість рідини у вихровій камері зменшується, що призводить до нового вихроутворення і далі цикл повторюється з частотою f , яка залежить від геометричних, кінематичних та динамічних параметрів вихрового модулю і за розрахунками складає 42-53 Гц.

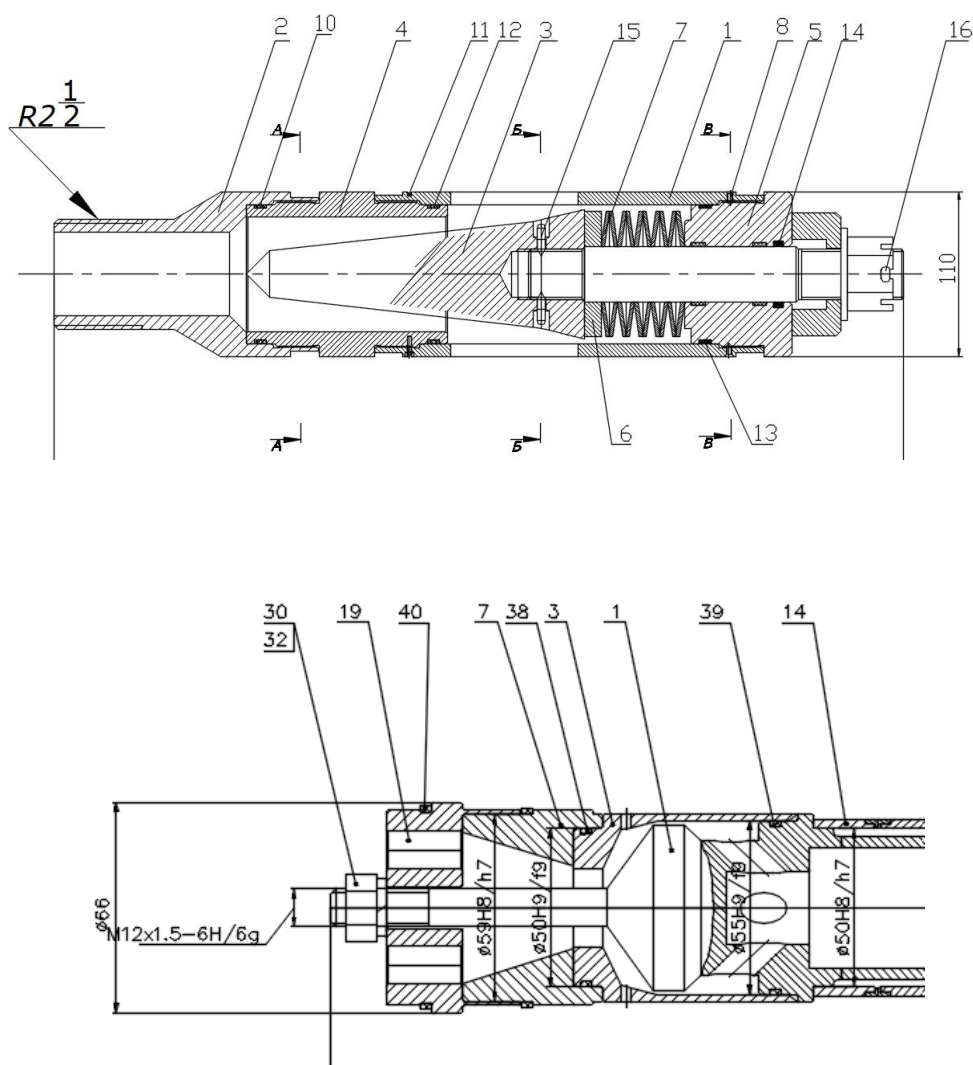


Рисунок 3.9 – Генератор резонансних коливань.

3.5 Визначення основних параметрів генератора

В процесі експлуатації генератора коливань, необхідно враховувати наступні параметри:

					ОМ-п01.04.2093-с.000.ПЗ	Арк.
						71
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. Лінійна частота власних коливань підпружиненого золотника резонатора коливань визначається за формулою:

$$f_p = \frac{\omega}{2 \cdot \pi}, \quad (3.1)$$

де ω – кругова частота власних коливань підпружиненого золотника.

$$\omega = \sqrt{\frac{c_z}{m_z}},$$

c – жорсткість пакету пружних елементів,

m_z – зведена маса, яка приймає участь в коливальному процесі.

Зведена маса, яка приймає участь в коливальному процесі, визначається геометричними параметрами підпружиненого золотника та видовженої камери хвилевода (пакетом НКТ між генератором та резонатором), а також властивостями робочої рідини в хвилеводі:

$$m_z = m_{зол} + m_p, \quad (3.2)$$

де $m_{зол}$ – маса золотника,

m_p – маса робочої рідини в хвилеводі.

Маса робочої рідини в хвилеводі встановлюється згідно формули

$$m_p = \rho \cdot \pi \cdot \frac{d_{хв}^2}{4} \cdot l_{хв}, \quad (3.3)$$

де ρ – густина рідини,

$d_{хв}$, $l_{хв}$ – внутрішній діаметр та довжина хвилевода.

Діапазон власних частот резонатора f регулюється за рахунок зміни довжини хвилевода та вибору пружних елементів, може знаходитись в межах 25-56 Гц, що практично охоплює діапазон частот вимушених коливань тиску f , які генеруються вихровим модулем.

Репресивний тиск в резонаторі досягається шляхом перекриття щілин на виході підпружиненим золотником резонатора. Розрахункову схему резонатора наведено на рисунку 3.10.

					ОМ-п01.04.2093-с.000.ПЗ	Арк.
						72
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

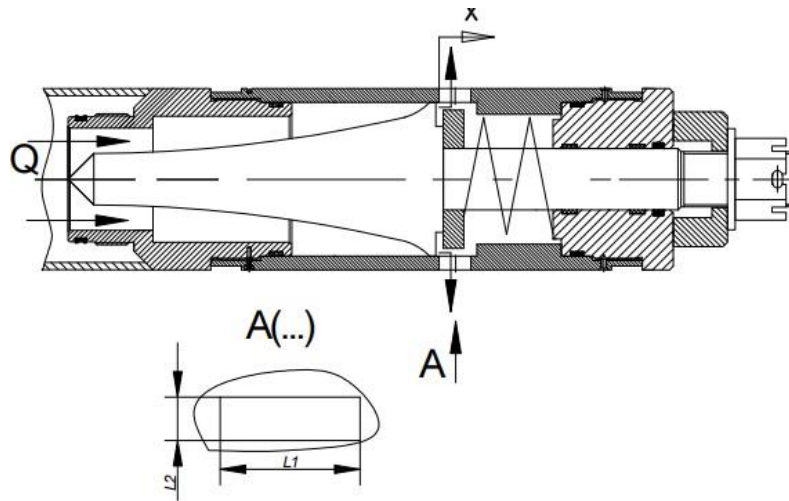


Рисунок 3.10 – Розрахункова схема резонатора

На вході в резонатор поступає пульсуючий потік від генератора з раціональною витратою яка становить $Q=600$ л/хв ($0,01$ м³/с). Підняття тиску в резонаторі здійснюється за рахунок дроселюванням рідини при її проходженні через чотири бокових щілини в резонаторі, які поступово відкриваються при русі золотника резонатора в напрямку x , згідно рисунку 3.10. Тоді для розрахунку параметри ($\mu = 0,66$ - коефіцієнт витрат, $\rho = 1000$ кг/м³ - густина рідини), отримаємо значення перевищення тиску дроселювання над гідростатичним тиском:

$$\Delta p = \frac{Q^2}{\mu^2 \cdot S_x^2} \cdot \frac{\rho}{2} \quad (3.4)$$

де S_x - сумарна площа чотирьох щілин резонатора, поточне значення якої залежить від положення золотника резонатора і характеризується координатою x . Поточне значення площі $S_x = 4 \times L_2 \times L_1$, при заданому постійному значенні L_2 і вектору змінних значень L_1 .

При цьому зміна тиску на виході резонатора характеризується залежністю $\Delta p = f(L_1)$. Раціональний приріст тиску від роботи генератора коливань можливі частоти коливань складають 25...55 Гц.

3.6 Структура та функції резонатора

Мета роботи полягає в розробці такого пристрою, за допомогою якого можна було б досягнути резонансного підсилення коливань тиску в привибійній зоні нафтової свердловини в процесі проведення капітального ремонту свердловини.

Дана мета реалізується за допомогою резонатора 1, який приєднується до рідинного генератора коливань 2 (рис.3.11), який застосовується в нафтовій промисловості і генерує частоту імпульсів в межах 30...80 Гц, в залежності від подачі рідини від насосного агрегату [1].

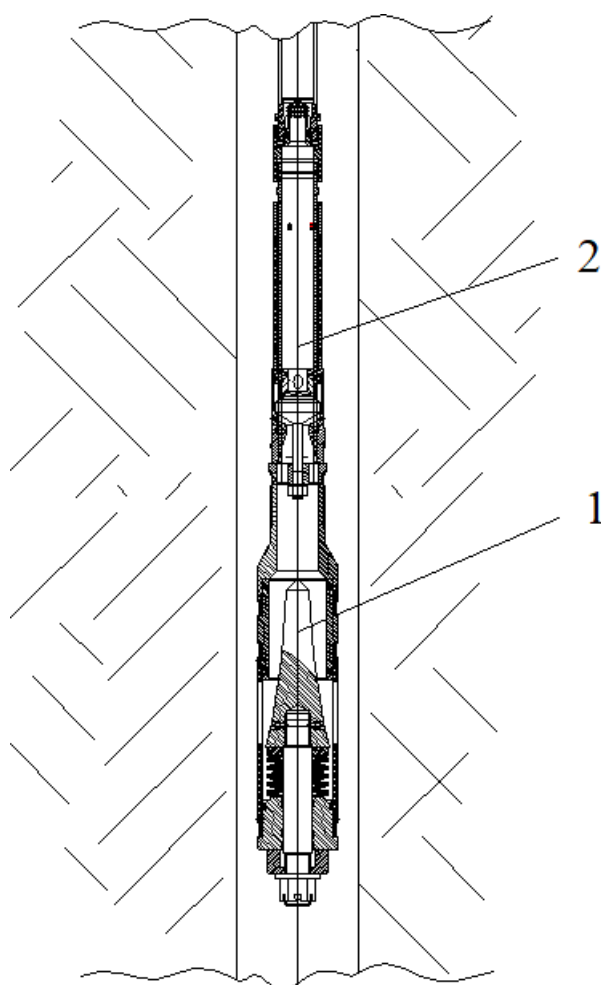


Рисунок 3.11 - Конструкція поєднання резонатора 1 з рідинним генератором коливань 2.

Принцип роботи резонатора (рис.3.2) реалізується наступним чином. Рідина з пульсацією тиску поступає від генератора коливань по каналу в перехіднику 1 потрапляє в резонатор з корпусом 1. При установці рухомого клапана в положення, коли зазор $\Delta = D - d \rightarrow 0$, клапан перекриває вихід рідини і силу від тиску p сприймає блок пружин з силою F_{np} . Умова відкриття клапана $p \frac{\pi \cdot D^2}{4} = F_{np}$.

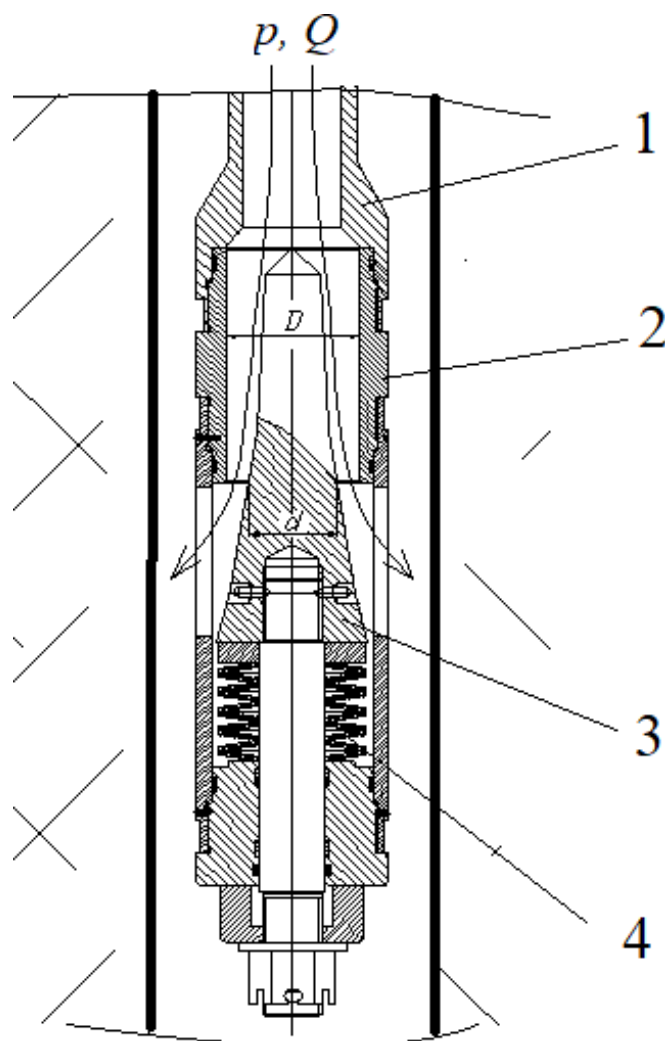


Рисунок 3.12 – Конструктивна схема резонатора: 1 – перехідник, 2 – корпус, 3 – клапан (рухомий елемент), 4 – блок пружин

При виборі жорсткості пакета пружин і маси клапана (рухомих елементів) важливо добитись того щоб частота власних коливань клапана лежала в межах домінантних (головних) частот генератора коливань і тоді

можливе виникнення процесу резонансних коливань, що суттєво підсилить амплітуду коливань тиску, яка впливає на перфораційні отвори в обсадній колоні очищуючи їх від кольматантів. Очистка перфораційних отворів від кольматантів сприяє покращенню гідравлічного зв'язку пластової системи з свердловиною, що дозволяє підвищити продуктивність видобутку вуглеводнів.

3.7 Розрахунок основних параметрів резонатора

За основні пружні елементи резонатора прийняті тарільчаті пружини за ГОСТ 3057-90. На рис. 3.3 наведена схема параметризації тарільчатої пружини, яка відповідає конструкції резонатора.

Конструктивні параметри: зовнішній діаметр: $D_1=84$ мм; внутрішній діаметр: $D_2=37$ мм; товщина стінки пружини: $t=3$ мм; висота пружини: $l=5$ мм; максимальна деформація: $s_3=f=3$ мм; матеріал пружини – сталь 690С2А ГОСТ 1499-69. Методика визначення параметрів тарільчастих пружин за ГОСТ 3057-90 .

Сила пружини при робочій деформації, H :

$$F = \frac{4 \cdot E \cdot s}{(1 - \mu^2) \cdot Y \cdot D_1^2} \cdot \left[(s_3 - s) \cdot \left(s_3 - \frac{s}{2} \right) \cdot t + t^3 \right],$$

де $E=2,08 \cdot 10^5$ МПа – модуль пружності; s_3 – максимальна деформація пружини, $s_3 = 3$ мм; $\mu = 0.3$ – коефіцієнт Пуассона; $A = D_1/D_2 = 84/37 = 2,27$

– розрахунковий коефіцієнт: $Y = \frac{2}{\pi} \cdot \frac{1}{\ln(A)} \cdot \left(\frac{A-1}{A} \right)^2 = 0,729$.

Сила пружини при максимальній деформації $s_3=3$ мм:

$$F_3 = \frac{4 \cdot E \cdot s_3 \cdot t^3}{(1 - \mu^2) \cdot Y \cdot D_1^2} = 1,346 \cdot 10^4 H.$$

Максимальне напруження в кромці торцевої частини А-А (рис. 4.2):

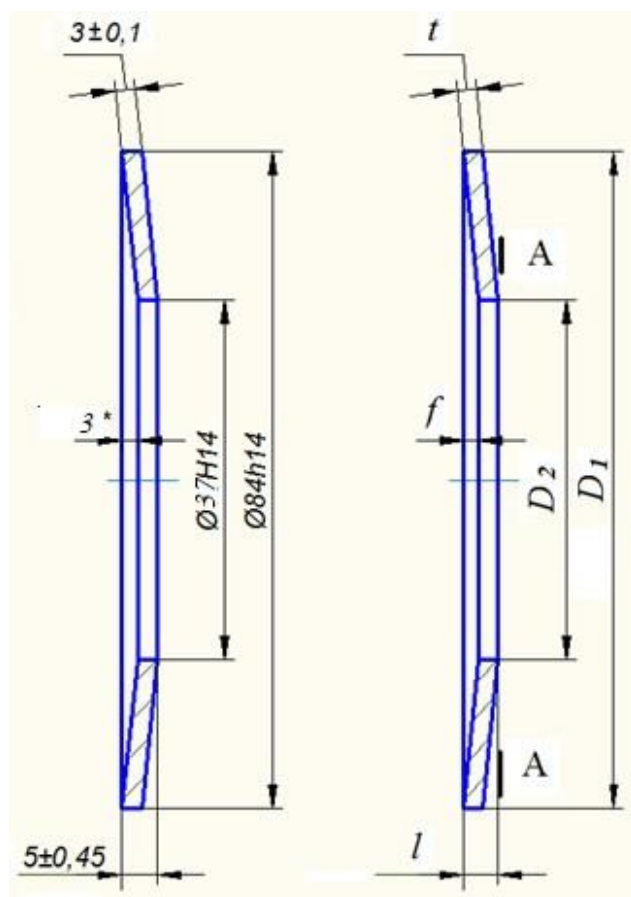
$$\sigma_I = \frac{4 \cdot E}{(1 - \mu^2) \cdot Y \cdot D_1^2} \cdot \left[- \left(s_3 - \frac{s}{2} \right) \cdot C_1 - C_2 \cdot t \right] = -2020 \text{ МПа},$$

					ОМ-п01.04.2093-с.000.ПЗ	Арк.
						76
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де C_1, C_2 – розрахункові коефіцієнти:

$$C_1 = \frac{1}{\pi} \cdot \frac{6}{\ln A} \cdot \left(\frac{A-1}{\ln A} - 1 \right) = 1,19; \quad C_2 = \frac{3 \cdot (A-1)}{\pi \cdot \ln A} = 1,31.$$

Допустиме напруження за ГОСТ 3057-90 складає $[\sigma] = 2940$ МПа, тобто $|\sigma_1| = 2020$ МПа $< [\sigma] = 2949$ МПа, що підтверджує достатню надійність пружин.



D_1 – зовнішній діаметр; D_2 – внутрішній діаметр; t – товщина пружини;

l – висота пружини; f – висота внутрішнього конуса

Рисунок 3.13 – Схема параметризації тарільчатої пружини

Силова характеристика пружини наведена на рис.3.14.

Жорсткість однієї пружини, як елемента пакета пружин 1 пристрою (рис.4.4) визначається з діаграми рис.3.14 з урахуванням характеристики пружини наближеної до лінійної при деформації, що відповідає

попередньому стисненні пружини в межах 1 мм відповідно $F(1)=5543$ Н.

Тоді $c_1=F(1)/(1 \cdot 10^{-3})=5543000$ Н/м.

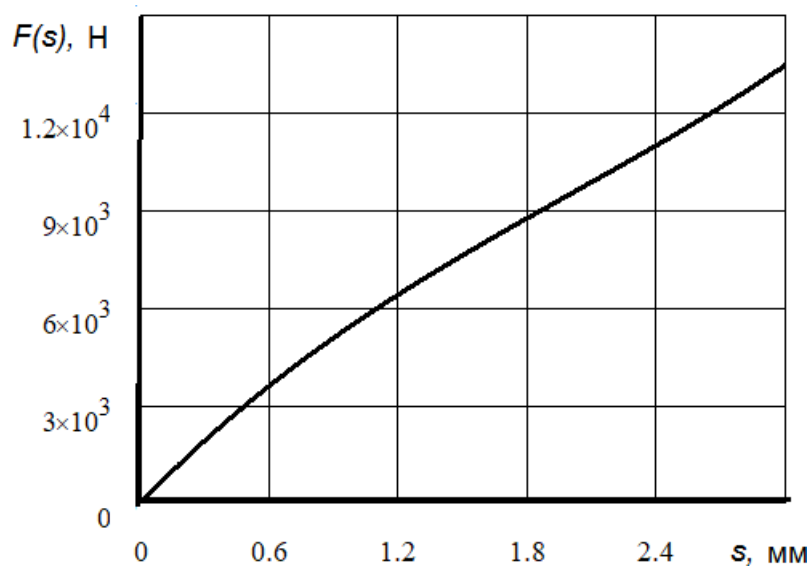


Рисунок 3.13 – Силова характеристика пружини золотника

Кількість пружин в пакеті $n=10$ і враховуючи їх послідовне розташування зведена жорсткість визначається [2]:

$$\frac{1}{c_{\text{зв}}} = 10 \cdot \frac{1}{c_1} = 1,443 \cdot 10^{-6} \text{ м/Н}; \quad \text{тоді} \quad c_{\text{зв}} = \frac{1}{1,443 \cdot 10^{-6}} = 6,929 \cdot 10^5 \frac{\text{Н}}{\text{м}}.$$

Площа, на яку діє тиск відкриття клапану при $D=60 \cdot 10^{-3}$ м складає

$$S = \frac{\pi \cdot D^2}{4} = 2,827 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2$$

Відповідно, сила опору пружинного блоку при попередній деформації пружин на $l=20 \cdot 10^{-3}$ м складає $F_{np}=c_{\text{зв}} \cdot l=1,109 \cdot 10^4$ Н.

Тоді тиск відкриття клапану складає

$$p = \frac{F_{np}}{S} = 3,921 \cdot 10^6 \text{ Па}$$

З урахуванням маси рухомих елементів клапану $m=3,5$ кг кругова частота власних коливань штока клапану складає

$$w = \sqrt{\frac{c - 3\theta}{m}} = 398 \frac{1}{c}.$$

Частота лінійних коливань

$$f = \frac{w}{2 \cdot \pi} = 63 \text{ Гц}.$$

Таким чином, частота власних коливань клапана 63 Гц лежить в зоні домінантних частот генератора коливань 30...80 Гц, що підтверджує високу ймовірність появи резонансних коливань при точному співпадінні власних і вимушених коливань або збільшення амплітуди коливань при наближенні до резонансу.

При співпадінні частот $\omega_1 = \omega$ тенденція нарощування тиску буде [2]:

$$p_p(t) = - \frac{p_0}{2 \omega_1} t \cos \omega_1 t$$

де p_0 – тиск відкриття клапану, $p_0 = 3,921 \cdot 10^6$ Па.

На рисунку 3.14 наведена ділянка косинусоїди входження в резонанс в часових межах 0...0,1 с.

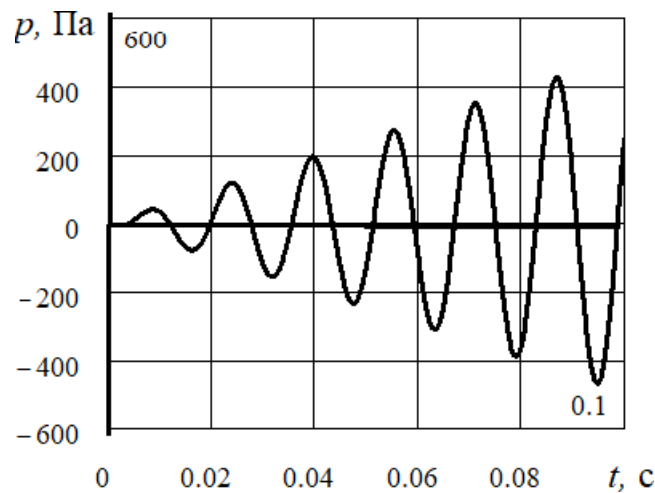


Рисунок 3.14. Ділянка косинусоїди, яка характеризує підвищення тиску на вході в резонатор за умов резонансу

3.8 Розрахунок на міцність корпусу резонатора з урахуванням коефіцієнта динамічності

На рисунку 3.12 наведена конструктивна схема резонатора. Параметри міцності корпусу, який знаходиться під тиском гідроудару, визначається товщиною стінки та діаметрами $d_1 = 110$ мм ; $d_2 = 93$ мм, коефіцієнтом динамічності при резонансі $k_d = 2$, початковим тиском відкриття клапану $p_0 = 3,921$ МПа визначаються залежністю:

$$\sigma = k_d \cdot p_0 \cdot \frac{(d_1^2 + d_2^2)}{(d_1^2 - d_2^2)} = 47,15 \text{ МПа},$$

при допустимому значенні для елементів гідроприводів $[\sigma] = 120$ МПа, з урахуванням ущільнень та розширенні корпусу [3]. Таким чином, надійність корпусу забезпечується з коефіцієнтом запасу міцності

$$\eta = [\sigma] / \sigma = 2,54.$$

3.9 Комп'ютерне моделювання на ЕОМ

Згідно проведених розрахнків параметрів резонатора, розроблено в середовищі програмування C++ програму, інтерфейс якої наведено рисунку 3.15. Розроблена програма виконує розрахунок на міцність корпусу резонатора.

Програма працює наступним чином:

При натисканні кнопки розрахунок, на робочий екран виводяться вхідні дані для розрахунку: діаметри стінок резонатора, коефіцієнт динамічності резонатора і діапазон зон тисків P_1 , та P_2 відкриття клапану.

Програма виконує розрахунок за формулою:

$$\sigma = k_d \cdot p_0 \cdot \frac{(d_1^2 + d_2^2)}{(d_1^2 - d_2^2)}$$

На робочому полі виводяться поканики допустимого тиску G при заданому діапазоні тисків відкриття клапану.

					ОМ-п01.04.2093-с.000.ПЗ	Арк.
						80
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

На завершальному етапі, програма будує графік залежності $G = f(p)$, яка відображає допустимий тиск при роботі резонатора.

Лістинг програми наведено в додатку Б.

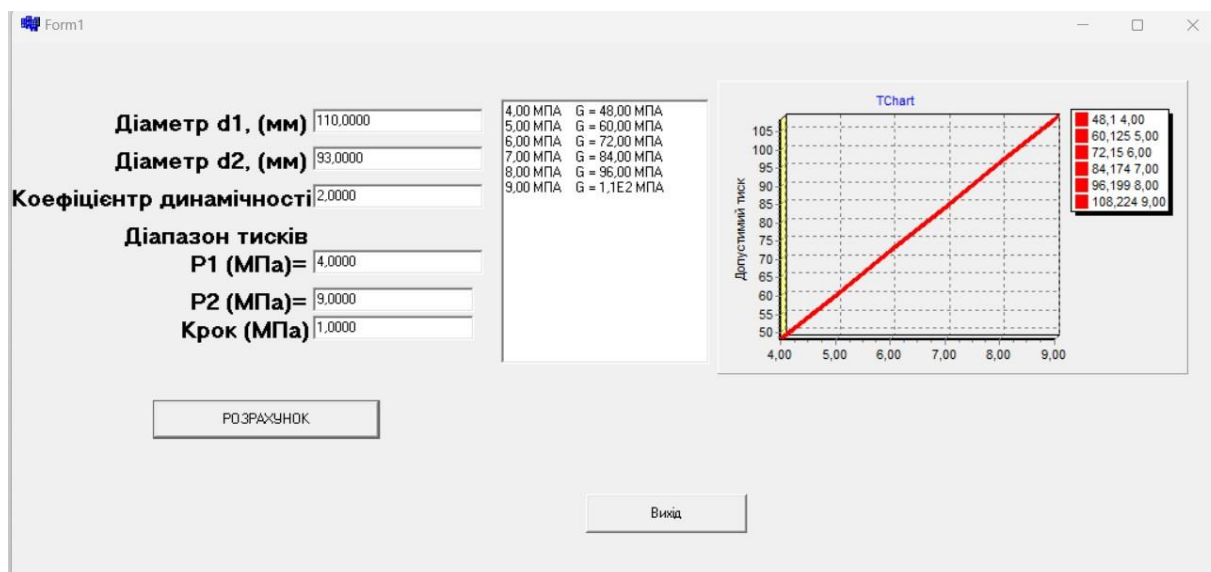


Рисунок 3.15 – Інтерфейс програми C++ для розрахунку на міцність резонатора.

ВИСНОВОК

1. Застосування резонатора, в якості підсилювача коливань тиску дозволить проводити ефективну динамічну дію на привибійну зону, очищуючи її від кольматантів і тим самим сприяючи підвищенню видобутку вуглеводнів.

2. Розраховані основні параметри резонатора: тиск відкриття клапану резонатора $3,921 \cdot 10^6$ Па; частота власних коливань тиску, яка характеризується коливаннями клапана 63 Гц лежить в зоні домінантних частот генератора

коливань 30...80 Гц, що підтверджує високу ймовірність появи резонансних коливань при точному співпадінні власних і вимушених коливань або збільшення амплітуди коливань при наближенні до резонансу.

3. Коефіцієнт запасу міцності корпусу резонатора 2,54 гарантує надійну роботу резонатора по забезпеченню очищування привибійної зони від кольматантів.

					ОМ-п01.04.2093-с.000.ПЗ	Арк.
						82
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ПОЖЕЖНА БЕЗПЕКА

4.1 Характеристика умов праці на Бугріватівському нафтогазоконденсатному родовищі

Експлуатація нафтогазових свердловин являється складним процесом і тому необхідно враховувати перелік небезпечних і шкідливих виробничих факторів, які негативно впливають на організм людини, а отже потрібно приділяти велике значення рішенням правових та організаційно-технічних питань, зв'язаних із забезпеченням безпечних умов праці. До основних шкідливих і небезпечних факторів умов праці можна віднести [5]:

- Вибухопожежне та токсичне середовище навколо нафтової свердловини;
- Обладнання, яке живиться від електричної мережі та експлуатується в вибухонебезпечному середовищі;
- Викиди шкідливих речовин в повітря робочих зон (насичені вуглеводні, продукти горіння, сажа, пари хімреагентів);
- Робота з обладнанням, що знаходиться під високим тиском, (гирлова арматура, викидні лінії, трапи-сепаратори і т.д.);
- Робота із кислотами, метанолом, різними ПАР (поверхнево-активні речовини) й інші;
- Шуми та вібрація обладнань;
- Корозія обладнання, яка викликана впливом навколишнього середовища та метеорологічними умовами.

4.2 Забезпечення охорони праці при видобутку нафти на Бугріватівському нафтогазоконденсатному родовищі

На Бугріватівському родовищі в зв'язку з високим пластовим тиском видобуток нафти виконується фонтанним методом. Коли пластовий тиск знижується передбачається переведення свердловин на механізований

					ОМ-п01.04.2093-с.000.ПЗ			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.	Галушко				Охорона праці		Літ.	Арк.
Перевір.								83
Реценз.							НТУУ "КПІ ім. Ігоря Сікорського", ІЕЕ	
Н. Контр.								
Затверд.	Поліщук							

спосіб експлуатації нафтових свердловин – установками, генераторами коливань занурених в свердловину.

Конструкція фонтанної арматури, схеми їх обв'язки повинні забезпечувати оптимальні режими роботи свердловини, герметизацію трубного, затрубного та міжколонного просторів, можливість технологічних операцій на свердловині, глибинних досліджень, відбору проб та контролю тиску в трубному, затрубному та міжколонних просторах і температури в бокових відводах.

Робочий тиск фонтанної арматури повинен бути не менше тиску опресування експлуатаційної колони.

Опресування фонтанної арматури в зібраному стані до встановлення на гирлі слід проводити на робочий тиск, передбачений паспортом і технічними умовами на поставку, згідно з ДСТУ EN 13411-3:2018, а після встановлення на гирлі свердловини – на тиск опресування експлуатаційної колони.

Забороняється дотикатися до кабеля при працюючій установці і при пробних запусках. Опір ізоляції установки вимірюється мегометром напруженням до 1 кВт. Вантаження і розвантаження барабана з кабелем, електродвигуна, насоса і гідрозахисту повинні бути механізовані. Забороняється транспортувати кабель без барабана. При ремонті барабан з кабелем слідує встановлювати так, щоб він знаходився в полі зору працівників. Барабан, кабельний ролик і гирло свердловини повинні знаходитися в одній вертикальній площині.

4.2.1 Забезпечення охорони праці при ремонті свердловини на Бугріватівському нафтогазоконденсатному родовищі

Роботи з капітального і підземного ремонту свердловини повинні проводитись за планом, затвердженим технічним керівником підприємства.

У плані необхідно передбачити усі види виконуваних робіт і технічні засоби, що забезпечують безпеку і захист навколишнього середовища.

При ремонті свердловин використовується насосна установка ЦА-320, підйомна установка А – 50 та вихровий генератор.

					ОМ-п01.04.2093-с.000.ПЗ	Арк.
						84
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Насосна установка ЦА-320 повинна з'єднуватись з гирловою арматурою спеціальними трубами високого тиску. На гирловій арматурі чи нагнітальних лініях повинні бути встановлені зворотні клапани, а на насосі - заводські таровані запобіжні пристрої і манометри.

Викид від запобіжного пристрою на насосі повинен бути закритий кожухом і виведений під агрегат.

Для заміру і реєстрації тиску при кислотній обробці до гирлової арматури повинні бути під'єднані показуючий і реєструючий манометр, винесені на безпечну відстань.

До встановлення підйомника на гирлі свердловина повинна бути заглушена. Проведення поточних і капітальних ремонтів свердловин без їх попереднього глушіння допускається на родовищах з гірничо-геологічними умовами, що виключають можливість самочинного надходження пластового флюїду до гирла свердловини.

Агрегати для ремонту свердловин встановлюються на пригирловому майданчику відповідно до інструкції з експлуатації заводу-виробника.

4.4 Заходи захисту від небезпек і шкідливих факторів

4.4.1 Заходи безпеки від ураження електричним струмом

Для запобігання ураження обслуговуючого персоналу електричним струмом необхідно дотримуватись наступних правил:

- 1) Суворо виконувати інструкції по монтажу та експлуатації обладнання і електричних апаратів;
- 2) Оглядати та ремонтувати електричне обладнання тільки після його знеструмлення від електричної мережі;
- 3) Суворо стежити за справністю захисного обладнання та не вмикати в роботу машини або електричні апарати, якщо порушене або відсутнє заземлення корпусу;

					ОМ-п01.04.2093-с.000.ПЗ	Арк.
						85
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4) Для вмикання та вимикання електричного обладнання, необхідно користуватися тільки справними захисними засобами (діелектричні рукавички, галоші, килимки та ін.);

5) Не допускати до обслуговування та ремонту електричного обладнання осіб, що не пройшли перевірки знань техніки безпеки та тих, хто не пройшов перевірку знань безпеки при експлуатації і ремонті електроустаткування;

6) Не допускати до монтажу та підключення несправні електричні апарати, опір ізоляції яких нижче 0,1 Ом;

7) Не допускати до експлуатації електричних установок осіб, які не пройшли медичний огляд.

4.4.2 Основні заходи щодо забезпечення безпеки робіт

Перед пуском механізмів і початком руху машин обов'язкова подача звукових або світлових сигналів, із значенням яких повинні бути ознайомлені всі працюючі.

Для забезпечення безпеки праці проектом передбачаються заходи:

- всі робітники, що надходять на нафтове родовище, підлягають попередньому медичному огляду, а працюючі безпосередньо на відкритих гірських роботах періодичному огляду;

- всі робітники нафтового родовища повинні одержати інструктаж з техніки безпеки 2 рази в рік з розписом у спеціальній книзі, а ті, що тільки що надійшли на роботу, проходять навчання по техніці безпеки, з відривом від виробництва й здають іспити протягом трьох днів;

- на всіх роботах застосовується тільки справне встаткування;

Розміщення устаткування зроблено з розрахунком вільних проходів для зручного обслуговування. Ділянка зварювання відділена від головного проходу сітчастим огородженням.

					ОМ-п01.04.2093-с.000.ПЗ	Арк.
						86
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4.3 Пожежна безпека

Пожежна безпека — це стан об'єкта, за якого вилучається можливість пожежі. У разі виникнення пожежі вживаються необхідні заходи щодо усунення негативного впливу небезпечних факторів пожежі на людей, споруди і матеріальні цінності.

Пожежна безпека забезпечується організаційними, технічними заходами.

До організаційних заходів належать:

1. розробка правил, інструкцій, інструктажів з протипожежної безпеки;
2. організація навчання та інструктування працівників;
3. здійснення контролю за дотриманням протипожежного режиму;
4. організація добровільних пожежних дружин;
5. організація перевірки належного стану пожежної техніки та інвентарю.

До технічних заходів належать:

- дотримання пожежних норм, вимог та правил при влаштуванні будівель, споруд, складів;
- підтримання у справному стані систем опалення, вентиляції, обладнання;
- улаштування автоматичної пожежної сигналізації, систем автоматичного гасіння пожеж та пожежного водопостачання;
- правильна організація праці на робочих місцях з використанням пожежобезпечних інструментів, приладів, технологічних установок.

					ОМ-п01.04.2093-с.000.ПЗ	Арк.
						87
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Висновок

В даному розділі розглянуто основні умови праці, яких необхідно дотримуватись для забезпечення безпечної роботи та експлуатації нафтогазових свердловин на Мільківському нафтогазоконденсатному родовищі, а саме: розглянуто забезпечення охорони праці при видобутку нафти, при ремонті свердловини, пожежо- та електробезпеку, характеристику споруджень і установок по ступеню пожежонебезпеки й вогнестійкості; захист від блискавки, виробничу санітарію, та передбачено видачу спецодягу, спецвзуття і захисних засобів для обслуговуючого персоналу

					ОМ-п01.04.2093-с.000.ПЗ	Арк.
						88
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Висновок

У рамках дипломної роботи було розроблено генератор резонансних коливань тиску електромеханічного обладнання Бугруватівського нафтового родовища в приви́бійній зоні нафтової свердловини. Генератор резонансних коливань тиску є пристроєм, який створює коливання тиску з необхідною амплітудою і частотою в приви́бійній зоні свердловини.

У розділі "Технологічна частина" було розглянуто: загальну та Геолого–геофізичну характеристику родовища, визначено Способи буріння та експлуатації свердловин на даному родовищі, та виконані розрахунки для Перевірки на міцність насосно-компресорних труб

Розділ "Електропостачання" включав розрахунок освітлення буд майданчика де було вибрані лампи , прожектора їх кількість та визначення електричних навантажень. Було обрано трансформатори : «КТПСК 25 кВА» - «ТМ-160/400/4000», розраховано та встановлено відповідні електричні апарати для забезпечення безперебійного електропостачання та захисту від струмів короткого замикання, параметри яких зображено в таблицях.

У розділі "Спеціальна частина" були проведені дослідження, використовуючи різні джерела, такі як патенти, книги та Інтернет. На основі цих досліджень було розроблено модернізацію резонатора, розраховано міцність корпусу, а також виконано програму в середовищі C++ .

Розділ "Охорона праці" розглядав важливі аспекти безпеки і охорони праці на нафтових родовищах. Були розроблені відповідні заходи щодо забезпечення безпеки робочого персоналу під час роботи з електроінструментом та загальної охорони праці

У процесі розроблення генератора були проведені дослідження щодо впливу параметрів коливань тиску на процес видобутку нафти. Було встановлено, що оптимальна амплітуда і частота коливань тиску сприяють покращенню потоку нафти та забезпечують оптимальні умови Отримані результати досліджень свідчать про його високий потенціал у поліпшенні видобутку нафти з родовища.

					ОМ-п01.04.2097-с.000 ПЗ	Арк.
						89
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Іванюк М. М., Лазарук Я. Г. , Федорен В.О., Ар сірій Ю.В. Атлас родовищ нафти і газу України. 1 том [Текст] – Львів.: Українська нафтогазова академія, 1998. – 540 с.
2. Большая Энциклопедия Нефти Газа
3. Бойко В.С. Довідник з нафтогазової справи .-К.: Львів, 1996.-с. 620.
4. В. А. Блажевич, В. Г. Уметбаев. Справочник мастера по капитальному ремонту скважин.— М.: Недра, 1985. 208 с.
5. Ткачук К. Н. Охрана труда [Текст] – К., 2000
6. Рябенко І. С. Методичні вказівки до курсового та дипломного проектування «Електропостачання та електрообладнання нафтогазових виробництв» [Текст] – К.: Нуту, 1999. – 62 с.
7. Дыбленко В.П., Камалов Р.Н., Шариффулин Р.Я., Туфанов И.А. Повышение продуктивности и реанимация скважин с применением виброволнового воздействия-М.:Недра, 2000.-381с.
8. Ахметшин Э.А., Нургалеев Р.М., Мавлютов М.Р., Фазлутдинов К.С. Опыт применения вибровоздействия на призабойную зону скважин //НТС. Текущая информ. Сер. Нефтепромысловое дело – 1970.- Вып.8
9. Садовский М.А., Абасов М.Т., Николаев А.В. Перспективы вибрационного воздействия на нефтяную залежь с целью повышения нефтеотдачи//Вест. АН СССР.- 1986.- №9.- с.95-99
- 10.Гадиев С.М., Рабинович Е.З., Карандашева В.М. Влияние вибрации на реологические свойства жидкостей//Азербайджанское нефтяное хозяйство.- 1981.-№1-с.43-46.
- 11.Дыбленко В.П., Туфанов И.А., Сулейманов Г.А., Лысенков А.П. Фильтрационные явления и процессы в насыщенных пористых средах при виброволновом воздействии//Тр. Ин-та/БашНИПИнефть.- 1989.- Вып.80.- с.45-51

					ОМ-п01.04.2093-с.000.ПЗ	Арк.
						90
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

12. Кузнецов О.Л., Ефимова С.А. Применение ультразвука в нефтяной промышленности.- М.: Недра 1983.-192 с.
13. Генератор коливань, патент України №106805, МПК (2014.01) E21B 43/25 (2006.01) E21B 28/00. B06B 1/20 (2006.01) F15B 21/12 (2006.01), Сліденко В.М., Шевчук С.П., Лістовщик Л.К., Лесик В.С., Калюш М.П., Замараєва О.В., Бокало В.Я. , 10.10.2014, Бюл№19, 2014р.-5с.
14. Способ возбуждения колебаний потока жидкости и гидродинамический генератор колебаний, патент РФ №2144440, МПК7 B06B 1/20, Дыбленко В.Ю., Марчуков Е.Ю, Жданов В.И., 20,01,2000р. - 7
16. Способ генерирования колебаний жидкостного потока и гидродинамический генератор колебаний для его осуществления, патент РФ №2144440, МПК7 B06B 1/20, Дыбленко В.Ю., , 04.08,2006р. – 5
17. Способ генерирования колебаний жидкостного потока и гидродинамический генератор таких колебаний, патент РФ №2296894, МПК7 B06B 1/20 Камалов Р.И., 10.04.2007р. – 6.
18. Перестроюваний циліндричний резонатор, патент України №45846, МПК (2009) H01P 7/, Венгер Є.Ф. , 10.10.2014, Бюл№22, 2009р.-4с.
19. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя. Том 1 [Текст]- М.:Машиностроение,2001.- 913с.
20. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя. Том 3 [Текст]- М.:Машиностроение,2001.- 913с.
21. Пат. 65391, МПК E21B 37/00 Імплозійний гідрогенератор [Текст] / : Шевчук Степан Прокопович, Лістовщик Леонід Костянтинович, Назарина Катерина Олександрівна; опубл. 12.12.2011.
22. Пат. 106805, МПК E21B 37/00 Генератор коливань [Текст] / : Лесик Василь Сергійович, Лістовщик Леонід Костянтинович, Сліденко Віктор Михайлович; опубл. 10.10.2014.
23. Алямовский А. А. Компьютерное моделирование в инженерной практике [Текст] \ А. А.

					ОМ-п01.04.2093-с.000.ПЗ	Арк.
						91
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

24. Алямовский, А. А Собачкин, Е.В. Одинцов – СПб.: БХВ-Петербург, 2005.- 800 с.: ил.

25. Дыбленко В.П. Повышение продуктивности и реанимация скважин с применением виброволнового воздействия [Текст] \ В.П. Дыбленко, Р.Н. Камалов, Р.Я. Шариффулин, И.А. Туфанов – М.: ООО «Недра-Бизнесцентр», 2000. — 381 с: ил.

26. Коваль П. В. Гидравлика и гидропривод горных машин: Учебник для вузов по специальности

«Горные машины и комплексы».— М.: Машиностроение, 1979. — 319 с, ил.

27. Стабілізація функціонування гірничої машини з імпульсним виконавчим органом: монографія/ В.М. Сліденко, С.П. Шевчук. - К.: НТУУ "КПІ", 2010. - 192 с.

					ОМ-п01.04.2093-с.000.ПЗ	Арк.
						92
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Додаток А

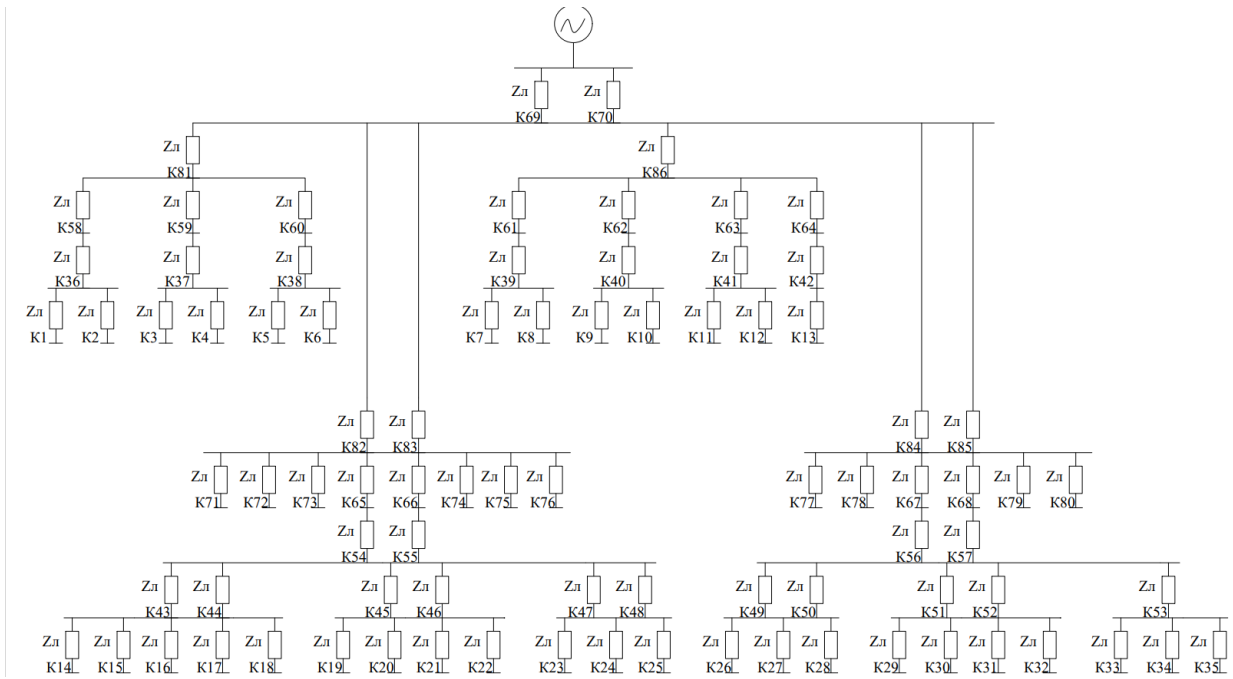


Рисунок А.1 – Схема заміщення Бугріватівського нафтогазоконденсатного родовища

					ОМ-п01.04.2097-с.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		93

Додаток Б

```
void __fastcall TForm1::Button1Click(TObject *Sender)
{
float d1,d2,kd1,d3,d4,d5,A4,B4,X4,Y4,T4;;
d1=110;      // діаметр стінки №1
d2=93;       //діаметр стінки №2
kd1=2;       //коефіцієнт резонатора
Edit1->Text=FloatToStrF(d1,ffFixed,8,4);
Edit2->Text=FloatToStrF(d2,ffFixed,8,4);
Edit3->Text=FloatToStrF(kd1,ffFixed,8,4);
d3=(d1*d1)+(d2*d2);           //чисельник
d4=(d1*d1)-(d2*d2);           //знаменник
d5=d3/d4;

A4=4;         //Задання діапазону тисків
B4=9;
T4=1;
Edit4->Text=FloatToStrF(A4,ffFixed,8,4);
Edit5->Text=FloatToStrF(B4,ffFixed,8,4);
Edit6->Text=FloatToStrF(T4,ffFixed,8,4);
    X4=A4;
    while (X4<=B4)
    {
        Y4=kd1*d5*X4;
        Memol->Lines->Append(FloatToStrF(X4,ffFixed,2,2)+" МПА      "+ "G = "+FloatToStrF(Y4,ffFixed,2,2)+" МПА"      );
        Series1->Add(Y4,FloatToStrF(X4,ffFixed,2,2),clRed);
        X4=X4+T4;
    }
}
//-----

void __fastcall TForm1::Button2Click(TObject *Sender)
{
Close();
}
```

Рисунок Б.1—Лістинг програми

					ОМ-п01.04.2097-с.000 ПЗ	Арк.
						94
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		