

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

(підпис) С.В. Бойченко
(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 напряму підготовки або спеціальності)

на тему Електромеханічне обладнання та модернізація верстат-гойдалки
у системі Рибальського родовища

Виконав: студент 4 курсу, групи ОМ-91

Хлань Ярослав Євгенійович

(прізвище, ім'я, по батькові)

(підпис)

Керівник: проф., д.т.н. Мазуренко Л.І.

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

(підпис)

Консультанти:

Технологічна частина

(назва розділу)

проф., д.т.н. Мазуренко Л.І.

(вчені ступінь та звання, прізвище, ініціали)

(підпис)

Електропостачання

(назва розділу)

к.т.н., доц. Мейта О.В.

(вчені ступінь та звання, прізвище, ініціали)

(підпис)

Охорона праці

(назва розділу)

к.т.н., доц. каф. ОППЦБ Мітюк Л.О.

(вчені ступінь та звання, прізвище, ініціали)

(підпис)

Рецензент

к.т.н., доц. кафедри ЕП Калінчик В.П.

(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-91.12.1353-с.102		
	ПІБ	Підп.	Дата	Відомість дипломного проекту	Лист	Листів
Розробн.	Хлань Я.Є.				2	1
Керівн.	Мазуренко Л.І.				КПІ ім. Ігоря Сікорського Каф. <u>АЕМК</u>	
Консульт.	Мітюк Л.О. Мейта О.В.				Гр. <u>ОМ-91</u>	
Н/контр.	Кулаковський Л.Я.					
Зав.каф.	Бойченко С.В.					

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

Хлань Ярославу Євгенійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту: Електромеханічне обладнання та модернізація верстат-гойдалки у системі Рибальського родовища

керівник проекту: проф., д.т.н. Мазуренко Леонід Іванович

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету від “27” травня 2023 року № 1353-с

2. Термін подання студентом проекту _____

3. Вихідні дані до проекту

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки:

а) технологічна частина

б) електропостачання

в) спеціальна частина

г) охорона праці

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

6. Консультанти розділів проекту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада Консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
технологічна частина	проф., д.т.н. Мазуренко Л.І.		
електропостачання	к.т.н., доц. Мейта О.В.		
охорона праці	к.т.н., доц. каф. ОППЦБ 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 характеристичний опис об'єкту	19.04.23	
2	Виконання робіт та розрахунок параметрів свердловини	21.04.23	
3	Характеристика умов проектування та розподілу електроенергії Рибальського родовища	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 уставки їх спрацювання	31.05.23	
9	Літературний пошук та патентний пошук	04.06.23	
10	Розробка вентильно-індукторного двигуна	06.06.23	
11	Охорона праці	07.06.23	
12	Графічна частина (чотири формати А1)	(15.04... 7.06) 2023	

Студент

_____ Хлань Я.Є.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник проекту

_____ Мазуренко Л.І.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Пояснювальна записка до дипломного проекту

на тему: Електромеханічне обладнання та модернізація верстат-гойдалки у системі Рибальського родовища

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 102с., 14рис., 31 табл., 18 джерел.

Об'єкт дослідження – модернізація верстат-качалки Рибальського родовища шляхом заміни асинхронного двигуна на вентильно-індукторний двигун.

Мета роботи – розробка та обґрунтування параметрів конструкції модернізованого вентильно-індукторного двигуна для підвищення продуктивності та енергозбереження.

Мета дослідження – розрахунок механічної та електричної частини Рибальського родовища, розробка та розрахунок вентильно-індукторного двигуна.

Методи дослідження – пошук, огляд, аналіз і узагальнення результатів досліджень, а також математичне моделювання.

В даній пояснювальній записці наведено комплекс механізації Рибальського родовища, розрахунок електропостачання, результати інформаційного пошуку в яких розглянуто актуальні проблеми вентильно-індукторного двигуна. Розглянуті варіанти вирішення даної проблеми та запропонований варіант модернізації верстат-качалки. Розроблено варіант конструкції модернізованого вентильно-індукторного двигуна.

Ключові слова: Рибальське родовище, верстат-качалка, електропостачання родовища, механізація родовища, вентильно-індукторний двигун.

					ОМ-91.05.1353-с.118.000.00ПЗ	Арк
ЗМН	Ар К	№ докум	Підпис	Дата		2

Abstract

Explanatory note: 102pp., 14fig., 31 table., 18 sources.

The object of research – modernization of the rocking machine of the Rybalsky deposit by replacing the asynchronous motor with a switched reluctance motor.

The purpose of the work – development and substantiation of the design parameters of the modernized switched reluctance motor for increasing productivity and energy saving.

The purpose of the study – calculation of the mechanical and electrical part of the Rybalsky deposit, development and calculation of the switched reluctance motor.

Research methods - search, review, analysis and generalization of research results, as well as mathematical modeling.

This explanatory note presents the complex of mechanization of the Rybalsky field, the calculation of power supply, the results of an information search in which the current problems of the valve-inductor engine are considered. Considered options for solving this problem and a proposed option for the modernization of the pumpjack. A design variant of the modernized switched reluctance motor has been developed.

Key words: Rybalsky deposit, pumpjack, power supply of the deposit, mechanization of the deposit, switched reluctance motor.

						Арк
ЗМН	Ар К	№ докум	Підпис	Дата		3

Зміст

ВСТУП.....	6
1. Технологічна частина.....	12
1.1 Характеристика Рибальського нафтогазового родовища.....	12
1.2 Опис обладнання.....	15
Висновок.....	25
2 ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ.....	27
2.1 Загальна характеристика об'єкту.....	27
2.2 Розрахунок електричного освітлення.....	28
2.3 Розрахунок електричних навантажень.....	32
2.4 Розрахунок електричної мережі.....	36
2.5 Розрахунок режиму КЗ.....	44
2.5.1 Розрахунок струмів КЗ.....	44
2.5.2 Розрахунок струмів КЗ в межах напруги до 6В базисними одиницями....	44
2.6 Вибір електричних апаратів захисту.....	53
Висновок.....	54
3 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА.....	56
3.1 Аналіз літературних джерел для виявлення проблематики.....	56
3.1.1 Конструкція верстата-гойдалки.....	57
3.1.2 Принцип дії та кінематика верстата-гойдалки.....	61
3.1.3 Тенденції розвитку систем електроприводу.....	63
3.2 Опис об'єкту модернізації.....	65
3.2.1 Вентильно-індукторний двигун.....	65
3.2.2 Особливості керування ВІД та обрання схеми управління.....	70
3.3 Розрахунок основних характеристик об'єкту досліджень.....	74
3.4 Розрахунок модернізованого пристрою.....	75
3.5 Програмна реалізація.....	85
3.6 Економічне обґрунтування.....	87
Висновок.....	88
4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ПОЖЕЖНА БЕЗПЕКА.....	90
4.1 Вступ.....	90
4.2 Загальна характеристика об'єкта, технічні характеристики серійного енергетичного устаткування та систем енергопостачання.....	90
4.3 Визначення та оцінка показників умов праці на робочих місцях.....	91
4.4 Вибір засобів індивідуального захисту для обмеження впливу небезпечних і шкідливих виробничих чинників.....	92
4.5 Заходи пожежної безпеки.....	94

					<i>ОМ-91.12.1353-с.102.000.00ПЗ</i>		
<i>Зм</i>	<i>Арк</i>	<i>№ докум</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>			
<i>Розроб.</i>	<i>Хлань</i>				<i>ЗМІСТ</i>		
<i>Перевір.</i>							
<i>Реценз.</i>							
<i>Н.Контр.</i>							
<i>Затверд.</i>	<i>Мазуренко</i>						
	<i>о</i>				<i>ІЕЕ ОМ-91</i>		
					<i>Лім.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
						<i>4</i>	

Перелік посилань.....	100
Додаток А.....	102

					ОМ-91.12.1353-с.102.000.00ПЗ	Арк
ЗМН	Ар К	№ докум	Підпис	Дата		5

ВСТУП

Ось уже 250 років тому почався промисловий видобуток перших вуглеводнів на території нашої країни. Українська нафтогазова галузь є однією з найстаріших у світі і раніше займала лідируючі позиції щодо обсягів видобутку. У спеціальному проекті "Українська правда" та Федерації роботодавців нафтогазової галузі розповідається про історію та перспективи вітчизняної нафтогазової галузі. Спочатку вітчизняні нафтові родовища стали відомі завдяки величезним запасам нафти. Оскільки нафта була на невеликій глибині в пластах, її видобували через нафтові свердловини. Цей метод видобутку використовувався протягом багатьох століть: вже в XIII столітті було відомо про "скельну олію", як називали нафту в давнину. З початку 1771 року, тобто чверть тисячоліття тому, розпочалася промислова розробка нафти на родовищі Слобода-Рунгурська (Івано-Франківська область). Через півстоліття, 1820 року, видобуток нафти почався у районі міста Борислав. Це був найбільший нафтопромисел у Європі на стику XIX та XX століть.

1853 року у Львові було видано першого у світі патенту на виробництво гасу з нафти. Саме це сприяло збільшенню попиту на "чорне золото" та розвитку нафтової промисловості по всьому світу. Досі гас вважається найкращим видом палива для авіації.

У 20-х роках XX століття на території Львівської області сталася ще одна важлива подія в історії нафтогазової галузі. Тут було виявлено найбільше на той час газове родовище в Європі – Дашавське. Блакитне паливо було виявлено німецькою фірмою Siemens, яка проводила буріння свердловин у регіоні, але метою не було видобуток вуглеводнів, а пошук калійної солі. Львівський газ тривалий час забезпечував не лише українців, а й споживачів із сусідніх країн теплом та енергією.

Так це вірно. У минулому столітті Україна була великим експортером газу та перевершувала інші республіки Радянського Союзу за обсягом видобутку. Протягом деякого часу Україна видобувала вдвічі більше газу, ніж Росія, та експортувала його до різних країн. Цей факт вказує на значний потенціал української нафтогазової галузі та її важливу роль у енергетичному комплексі Радянського Союзу.

18 квітня 1921 року було отримано перше блакитне паливо із родовища Дашава. Через рік було збудовано газопровід Дашава-Стрий, який пізніше було розширено до

					ОМ-91.12.1353-с.102.000.00ПЗ	Арк
						6
ЗМН	Ар К	№ докум	Підпис	Дата		

Дрогобича. Проте, тільки після Другої світової війни газопровід від Дашави через Київ проклали до Москви, відкриваючи шлях для експорту природного газу з Львівської області до Росії. Більшість блакитного газу, що видобувається на родовищі Дашава, постачалося через газопровід Дашава-Москва. Згодом, 1960 року, газ із західноукраїнського родовища також надходив до Білорусі газопроводом Дашава-Мінськ.

У 1950-х роках було відкрито велике родовище Шебелинське у Харківській області. Його запаси становили 730 млрд. кубометрів газу. Поряд із родовищем було збудовано перший в Україні Шебелинський газопереробний завод, який до сьогодні залишається в експлуатації після суттєвої модернізації кілька років тому.



Рисунок 1.1 Шебелинське родовище

Протягом десятиліть у країні було відкрито кілька потужних родовищ, таких як Хрестищенське, Єфреміївське, Кегичівське, Пролетарське, Гадяцьке та інші. Завдяки цим відкриттям Україна стала одним із провідних регіонів газовидобутку в Європі. Рекордні показники річного видобутку, що склали 68,7 млрд. кубометрів газу, були досягнуті в 1975-1976 роках. У порівнянні з цим, у 2020 році обсяг видобутку газу на

					ОМ-91.12.1353-с.102.000.00ПЗ	Арк
ЗМН	Ар К	№ докум	Підпис	Дата		7

вітчизняних газодобувних підприємствах склав менше третини цієї цифри – близько 20 млрд. кубометрів.

Крім Росії та Білорусі, український газ у XX столітті постачався до Польщі, країн Прибалтики, Молдови, Чехословаччини, Австрії, Румунії, Болгарії. З 1945 по 1977 роки було експортовано 130 млрд. кубометрів газу з України.

Однак незалежна Україна успадкувала від Радянського Союзу стагнацію, що охопила всі сфери економіки, включаючи нафтогазову промисловість. З середини 1970-х років щодо доступні запаси газу почали вичерпуватися, а нові технології не залучали інвестиції, оскільки великі запаси блакитного палива виявили біля Сибіру. На початку XXI століття вичерпалися також нафтові запаси. З початку 1990-х років Росія почала зображати Україну як вічного імпортера газу, який потребує низьких цін на постачання. При цьому забувалося про те, що свого часу російські споживачі спалювали величезні обсяги газу, що видобувається на українській території.

Справді, після вичерпання запасів блакитного палива українські газовики розробили методи використання підземних порожнин для створення найбільших газових сховищ у Європі. Ці сховища виконують кілька функцій, таких як забезпечення надійності транзитних поставок газу до західноєвропейських країн, компенсація сезонних коливань споживання газу в Україні та Європі, а також створення довгострокових та оперативних резервів природного газу.

Перші газові сховища – Олішівське та Червонопартизанське – були створені для забезпечення газопостачання міста Києва. Досвідчене закачування газу в Олішівське газове сховище почалося в 1964 році, а в Краснопартизанське - в 1968 році. Це стало важливим кроком у розвитку газової інфраструктури України та дозволило забезпечити більш надійне та стійке газопостачання регіону.

Насправді, українські підземні сховища газу, що базуються на відпрацьованих прикарпатських газових родовищах, мають значний потенціал. Наприклад, підземне сховище на базі Дашавського родовища має проектну місткість 2,2 млрд. кубометрів газу, що робить його третім за розміром в Україні. Найбільше сховище – Більче-Волицьке-Угерське – має місткість до 17 млрд кубометрів газу, що достатньо для забезпечення України весь опалювальний сезон.

					ОМ-91.12.1353-с.102.000.00ПЗ	Арк
ЗМН	Ар К	№ докум	Підпис	Дата		8

Загалом в Україні налічується 13 підземних сховищ газу із загальною місткістю 32 млрд. кубометрів. З 2017 року на базі 10 сховищ було запущено послугу "митний склад", що дозволяє іноземним компаніям зберігати природний газ в Україні протягом 1095 днів без сплати податків та мит. Це дає можливість для забезпечення надійного газопостачання європейських країн.

Однак потенціал українських сховищ газу обмежується поведінкою Росії, яка блокує транзит газу на кордоні України-Росії та обмежує постачання газу з інших країн. Якби було досягнуто домовленості, компанії могли б закуповувати газ у Росії чи країнах Центральної Азії, зберігати його в українських сховищах та постачати споживачам у Європі чи Україні в зимовий період. Проте ситуація залежить від політичних та економічних факторів, а також міжнародних угод.

На глобальні кліматичні тренди, які потребують змін та адаптації від традиційних галузей, включаючи нафтогазову промисловість. Справді, видобуток вуглеводнів став об'єктом критики через свій негативний вплив на клімат та довкілля.

Прогнозується, що найближчим десятиліттям передові країни значно скоротять використання нафти в рамках зусиль боротьби зі зміною клімату. Однак газ поки залишається важливим і перехідним джерелом енергії, оскільки його вважають чистішим порівняно з вуглеводнями, і він може відігравати роль перехідного палива на шляху до стійкіших джерел енергії. Газ спалюється з меншими викидами парникових газів, ніж нафта і вугілля, і може використовуватися як заміна для зниження забруднення навколишнього середовища.

Однак у довгостроковій перспективі, особливо після 2050 року, багато країн, включаючи Європу, прагнуть відмовитися від використання газу та перейти до більш екологічно чистих джерел енергії, таких як відновлювані джерела енергії (сонячна та вітряна енергія), ядерна енергія та інші альтернативні технології. Це пов'язано з цілями більш амбітних скорочень викидів парникових газів та сталого розвитку.

Перехід до низьковуглецевої економіки представляє виклики та можливості для нафтогазової промисловості, яка має пристосуватися до нових вимог та поступово скорочувати свою роль в енергетичній системі. Це також відкриває можливості для розвитку нових технологій, включаючи технології захоплення та зберігання вуглецю (CCS) та виробництва водню з газу з низьким викидом вуглецю.

					ОМ-91.12.1353-с.102.000.00ПЗ	Арк
ЗМН	Ар К	№ докум	Підпис	Дата		9

Це цікаві плани та ініціативи, пов'язані з розвитком газового потенціалу та дослідженням нових джерел енергії в Україні. Україна справді має значні запаси газу та прагне розвивати свої енергетичні ресурси для забезпечення надійного газопостачання та диверсифікації енергетичного міксу.

Розробка морських ділянок у Чорному морі представляє потенціал для видобутку газу, і заплановані обсяги звучать вражаюче. Це може стати важливим джерелом енергії та сприяти енергетичній безпеці України.

Водночас дослідження та розробка нових джерел енергії, таких як чистий водень, біогаз та синтез-газ є важливим кроком у напрямку більш стійкого та екологічно чистого енергетичного майбутнього. Використання вітрових електростанцій для виробництва "зеленого" водню - це прогресивний підхід, який може призвести до зменшення викидів парникових газів та диверсифікації енергетичного сектора.

Співпраця з німецьким газовим трейдером RWE Supply & Trading демонструє потенціал та інтерес міжнародних партнерів у розвитку нових джерел енергії в Україні. Це може сприяти обміну досвідом, фінансуванню та розширенню масштабів проєктів у галузі чистої енергії.

Однак слід зазначити, що розвиток нових джерел енергії та перехід до більш стійкої енергетичної системи – це процес, що потребує часу, інвестицій та координації зусиль різних зацікавлених сторін. Україна робить важливі кроки у цьому напрямку, і майбутні роки покажуть, як ці ініціативи будуть реалізовані та як вони вплинуть на енергетичний сектор країни.

					ОМ-91.12.1353-с.102.000.00ПЗ	Арк
						10
ЗМН	Ар К	№ докум	Підпис	Дата		



Рисунок 1.2 НАК «Нафтогаз України»

Справді, виробництво біогазу та синтез-газу з біомаси становить великий потенціал для України у забезпеченні енергетичної незалежності та зниженні імпоротної залежності від природного газу. Ці альтернативні джерела газу є відновлюваними та кліматично нейтральними, що відповідає світовим вимогам у сфері сталого розвитку та скорочення викидів парникових газів.

Технології виробництва біогазу та синтез-газу з біомаси стають дедалі доступнішими та розвиваються в багатьох країнах, особливо в Європі. Україна, як аграрна країна, має значні ресурси біомаси, що створює сприятливі умови для розвитку цієї галузі. Впровадження таких проектів може сприяти не лише заміщенню імпортного природного газу, а й створенню нових робочих місць, розвитку сільського господарства та скорочення екологічного впливу.

Однією з переваг виробництва біогазу та синтез-газу є можливість їх транспортування існуючою газотранспортною системою. Крім того, висока теплота згоряння у цих видів газу робить їх привабливими для використання у промисловості, виробництві тепла та приготування їжі.

Для успішної реалізації цих проектів необхідні інвестиції та створення умов для розвитку галузі, таких як підтримка з боку держави, створення правового та регуляторного оточення, а також залучення міжнародних партнерів та експертизи. Якщо всі ці фактори будуть враховані, Україна зможе відновити свій статус великого

					ОМ-91.12.1353-с.102.000.00ПЗ	Арк
ЗМН	Ар К	№ докум	Підпис	Дата		11

енергетичного експортера та забезпечити свою незалежність та безпеку в енергетичній сфері.

					ОМ-91.12.1353-с.102.000.00ПЗ	Арк
						12
ЗМН	Ар К	№ докум	Підпис	Дата		

1 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

1.1 Характеристика Рибальського нафтогазового родовища

Рибальське нафтогазове родовище знаходиться в Охтирському районі Сумської області, приблизно в 14 кілометрах від міста Охтирка, і є одним з родовищ України. Воно розташоване на північній зоні Дніпровсько-Донецького прогину, на схилі основи Охтирського уступу. Родовище має форму криптодіапірової брахіантикліналі з видовженою південно-східною перикліналлю. Розміри родовища становлять приблизно 12,5 на 6,0 кілометрів, а амплітуда понад 400 метрів.

Перший промисловий видобуток нафти з родовища був отриманий у 1963 році з глибини від 2247 - 2254 метрів. Режим нафтових прокладів характеризується пружновонапірним та розчиненням газом, а газоконденсатні проклади мають газовий режим. Видобування на родовищі розпочалося у 1965 році.

Запаси на родовищі відносяться до початкових видобувних категорій А+В+С і становлять 8632 тисячі тонн нафти, 2621 мільйон метрів кубічних розчиненого газу та 1424 тисячі тонн конденсату. Вміст сірки у нафті коливається від 0,12% до 0,5% маси.

На Рибальському нафтогазовому родовищі видобуток проводиться за допомогою штангової насосної установки(ШНСУ).[1].

На Рибальському нафтогазовому родовищі для видобутку нафти та підвищення продуктивності свердловин використовуються фонтанні свердловини. Макет свердловини включає наступні компоненти:

1. Пригирлова площадка.
2. Площадка під інвентарні приймальні містки.
3. Площадка обслуговування свердловини.
4. Каналізація свердловини.
5. Нагнітальні агрегати УНБ-125Х32У.
6. Штангова насосна установка (ШНСУ) та гирлове обладнання, яке включає сальник, насосно-компресорну трубу (НКТ), насосну штангу (НШ) і штанговий колодязний насос (ШСН).

					ОМ-91.12.1353-с.102.000.00ПЗ	Арк
ЗМН	Ар К	№ докум	Підпис	Дата		13

7. Агрегат ЦА-320, призначений для закачування і продавлювання розчину в затрубний простір свердловини (використовується при капітальному ремонті).
8. Кран кульковий КК НКТ Р.
9. Блок маніфольда БМ-700.
10. Герметизатор затрубного простору.

Штангова система насоса-компресора (ШСНУ) застосовується на свердловинах з рідинним дебітом до 30-40 м³ на добу, іноді до 50 м³, при середніх глибинах підвіски від 1000 до 1500 метрів. У неглибоких свердловинах ця система може забезпечувати підйом рідини до 200 м³ на добу. У окремих випадках насоси можуть бути встановлені на глибині до 3000 метрів.

Поширення ШСНУ пояснюється такими факторами:

- Простота конструкції.
- Легкість обслуговування та ремонту на місці.
- Зручність регулювання.
- Можливість обслуговування персоналом із низькою кваліфікацією.
- Мінімальний вплив фізико-хімічних властивостей рідини, що перекачується, на роботу системи.
- Висока ефективність.
- Можливість експлуатації у свердловинах із невеликим діаметром.

Недоліками штангового обладнання є:

- Обмежена продуктивність.
- Обмеження по глибині спуску обладнання.
- Обмеження по ухилу свердловини.

ШСНУ складається з таких компонентів:

- Наземне обладнання, яке включає насосну станцію (верстат-качалку) та обладнання гирла.
- Підземне обладнання, яке включає насосно-компресорні труби (НКТ), насосні штанги (НШ) та штанговий насос свердловини (ШСН), а також різні захисні пристрої, що покращують роботу системи в складних

					ОМ-91.12.1353-с.102.000.00ПЗ	Арк
ЗМН	Ар К	№ докум	Підпис	Дата		14

умовах. Особливістю ШСНУ є використання поршневого насоса, який рухається поверхневим приводом через штанги.

Основні компоненти верстата-качалки включають раму, стійку у формі зрізаної чотиригранної піраміди, балансир з поворотною головкою, траверсу з шатунами, шарнірну підвіску на балансірі, редуктор з кривошипам та противагами. Верстат-качалка оснащена набором змінних шківів для регулювання кількості хитань. Електродвигун встановлюється на поворотній рамі-лазунках для швидкої зміни та натягу ременів.

Верстат-гойдалка забезпечує кочення головки балансира в різних напрямках, що створює руховий ефект і дозволяє розподілити навантаження на обладнання під час роботи свердловини. Залізобетонний фундамент забезпечує стабільну основу для верстата-гойдалки і запобігає його пошкодженню від вібрацій та динамічних навантажень.

Фонтанна арматура в стилі АФК (арматура фонтанно-колонкова) використовується як гирлове обладнання. Це включає газліфтний клапан, пробки та інші компоненти, які забезпечують контроль та регулювання потоку газу та рідини в свердловині.

Під час продування свердловини встановлюється заглушка в гніздо камери свердловини для утримання тиску і забезпечення безпеки під час робіт.

При переведенні свердловини на газліфтний спосіб роботи, глуху пробку замінюють газліфтною арматурою, що дозволяє контролювати та регулювати потік газу, який піднімає рідину від виходу до гирла.

Колодязна камера використовується для розміщення різних клапанів та пробок, які контролюють потік рідини та газу в свердловині. Вона також може використовуватись для проведення обслуговування та ремонтних робіт.

Пакери використовуються для розшарування та ізоляції трубопроводів у свердловині від навколишнього середовища під час експлуатації та ремонтних робіт. Вони дозволяють контролювати та регулювати потік рідини та газу у свердловині, а також забезпечують безпеку та ефективність роботи обладнання.

					ОМ-91.12.1353-с.102.000.00ПЗ	Арк
ЗМН	Ар К	№ докум	Підпис	Дата		15

Усі ці компоненти і системи разом створюють комплексне обладнання для роботи з нафтовими та газовими свердловинами, що дозволяє забезпечити безпечну та ефективну експлуатацію.

У ньому передбачається встановити посадочний переводник з упором на сторону, яка приймає засувки, засувки та стояки для глушильного обладнання при посадці пакера.

Трубопровід нафтової свердловини виконано на Ру16 МПа, що відповідає максимально можливому тиску в газопроводі. Затрубний простір і трубопровідний простір (у робочих лініях), призначений для з'єднання трубопроводів природного газу зі свердловинами.

Для нафтових свердловин робочі розчини можна закачувати та готувати під час технічного обслуговування та розробки вздовж затрубного простору та трубопроводів. Вибухові дози інгібіторів корозії та інших агентів також можуть бути подані в затрубний простір і лінії обслуговування.

Технологічне рішення обсадки свердловини передбачає можливість видалення фонтанного дерева та трубопроводу під час обслуговування.

1.2 Опис обладнання

Впровадження модернізованих машин А-50М для прискорення ремонтних робіт.

Машини А-50М є модернізованою версією машини А-50 і призначені для прискорення ремонтних робіт на свердловинах. Вони забезпечують виконання таких операцій, як буріння цементних пробок у трубах діаметром 5-6", опускання і підйом насосно-компресорних труб, промивання свердловин, монтаж та обслуговування фонтанної арматури, а також ліквідація аварій.

Агрегат А-50М має механізми, які встановлені на шасі автомобіля КРАЗ-257 з вантажопідйомністю 50 тонн. Привод механічного пристрою забезпечується двигуном КРАЗ-257 потужністю 210 кінських сил при 2100 обертах на хвилину.

Габаритні розміри агрегату в транспортному положенні складають 12460x4160x2650 мм. Маса відправлення становить 22100 кг, загальна маса - 30603 кг.

					ОМ-91.12.1353-с.102.000.00ПЗ	Арк
ЗМН	Ар К	№ докум	Підпис	Дата		16

Застосування модернізованої машини А-50М дозволяє збільшити швидкість монтажу і демонтажу на 9,3% і підйомних операцій на 15% порівняно з базовою моделлю А-50. Це покращує ефективність ремонтних робіт на свердловинах та зменшує час, необхідний для їх виконання.

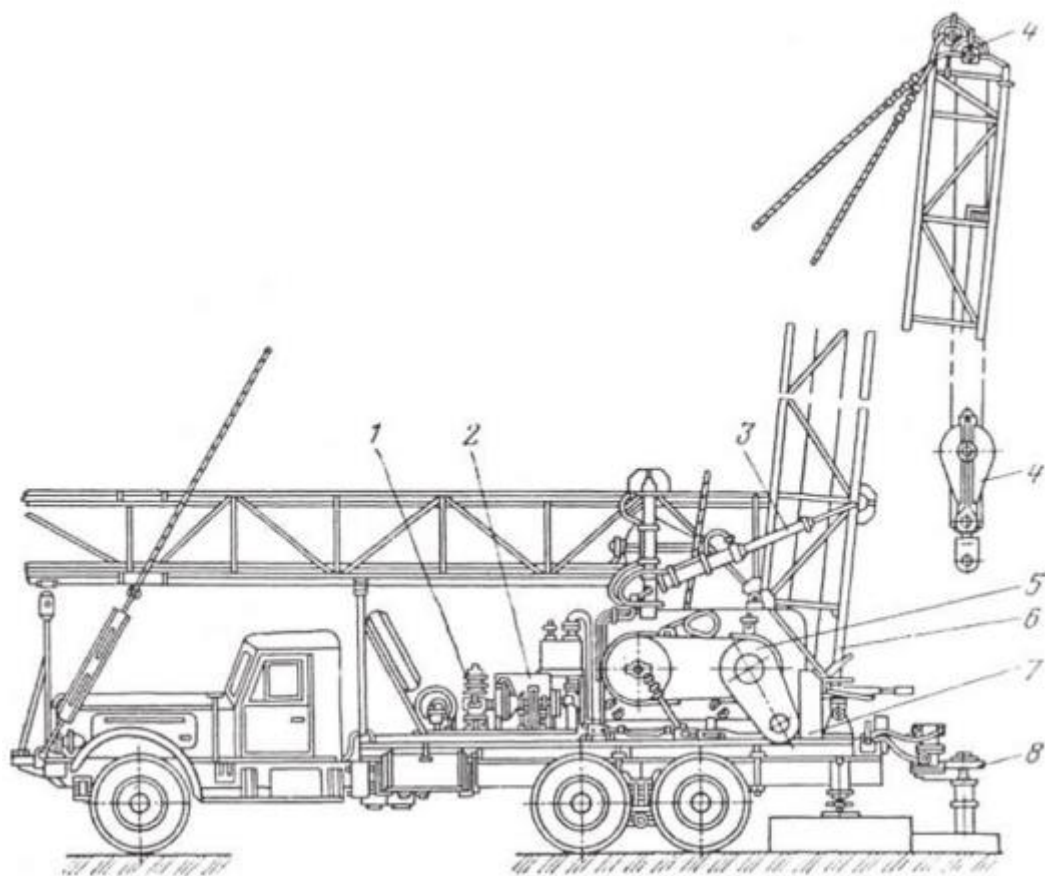


Рисунок 1.1.1 – Агрегат А-50М

1 — компрессор; 2 — трансмиссия; 3 — гидродомкрат подъема; 4 — талевая система; 5 — двух барабанная лебедка; 6 - мачта; 7 — система управления агрегатом и лебедкой; 8 - ротор

Розрахувати показники ефективності за допомогою машини А-50м. Технічні характеристики установки А-50М в табл. 1.2.1

Таблица 1.2.1- Характеристики агрегату А-50М

Базове шасі	КрАЗ 65053(6x4) КрАЗ 63221 (6x6)-Евро-2
Номінальна вантажопідйомність,кН	50
Максимальна висота підйомного гака,м	17

					ОМ-91.12.1353-с.102.000.00ПЗ	Арк
ЗМН	Ар К	№ докум	Підпис	Дата		17

Продовження таблиці 1.2.1

Базове шасі	КрАЗ 65053 (6x4) КрАЗ 63221 (6x6)-Евро-2
Коробка передач	Трьохшвидкісна
Основна лебідка	Однобарабанна
Діаметр талевого каната, мм	25
Швидкість руху гака, м/с	
- максимальна	1,42
- мінімальна	0,15
Вишка	Гідравлічна, телескопічна, двухсекційна з підкритою передньою гранню
Талева система	Шеститрунна
Максимальна швидкість руху агрегата, км/год	40
Габаритні розміри в транспортному положенні, мм	
- довжина	11500
- ширина	2500
- висота	4300
Повна вага, кг	26000

У ньому передбачається встановити посадочний переводник з упором на сторону, яка приймає засувки, засувки та стояки для глушильного обладнання при посадці пакера.

Облаштування нафтових свердловин виконується на Ру16 МПа, що відповідає максимально можливому тиску в газопроводах. Очікується, що трубопровід природного газу буде підключений до затрубного простору свердловини та трубопровідного простору (в робочій лінії).

Для нафтових свердловин робочі розчини можна закачувати та готувати під час технічного обслуговування та розробки вздовж затрубного простору та

					ОМ-91.12.1353-с.102.000.00ПЗ	Арк
ЗМН	Ар К	№ докум	Підпис	Дата		18

трубопроводів. Вибухові дози інгібіторів корозії та інших агентів також можуть бути подані в затрубний простір і лінії обслуговування.

Рішення для облаштування свердловин пропонують можливість видалення фонтанних дерев і трубопроводів для технічного обслуговування.

Агрегат цементувальний ЦА-320

Агрегат цементувальний ЦА-320, також відомий як цементатор ЦА-320, є насосним агрегатом, призначеним для нагнітання робочої рідини під час цементування свердловин під час буріння, капітального ремонту та інших операцій на нафтових і газових свердловинах. Він може використовуватися також для очищення та продажу.

Агрегат ЦА-320 має базу, на якій розташовані основні компоненти: високотисковий насос, колектор та вузол водопостачання. Високотисковий насос NC-320 є горизонтальним двопоршневым насосом подвійної дії з вбудованим черв'ячним редуктором, що забезпечує збільшену навантажувальну здатність. Цей насос розроблений на основі насоса 9Т і має можливість заміни основних його компонентів.

Додаткові опції для агрегата ЦА-320 включають засоби підігріву гідравлічної частини для роботи при низьких температурах, колектор для одночасної роботи кількох агрегатів та перехідник діаметром 50 мм для підключення до приймальної лінії всмоктуючого шланга. Також може бути встановлена система контролю температури масла в картері насоса NC-320, інформація про яку виводиться на приладову панель автомобіля.

Агрегат цементувальний ЦА-320 використовується для ефективного цементування свердловин, забезпечуючи потрібний тиск та пропускну здатність робочої рідини. Це важливий компонент в процесі розробки і обслуговування нафтових та газових свердловин.

					ОМ-91.12.1353-с.102.000.00ПЗ	Арк
						19
ЗМН	Ар К	№ докум	Підпис	Дата		

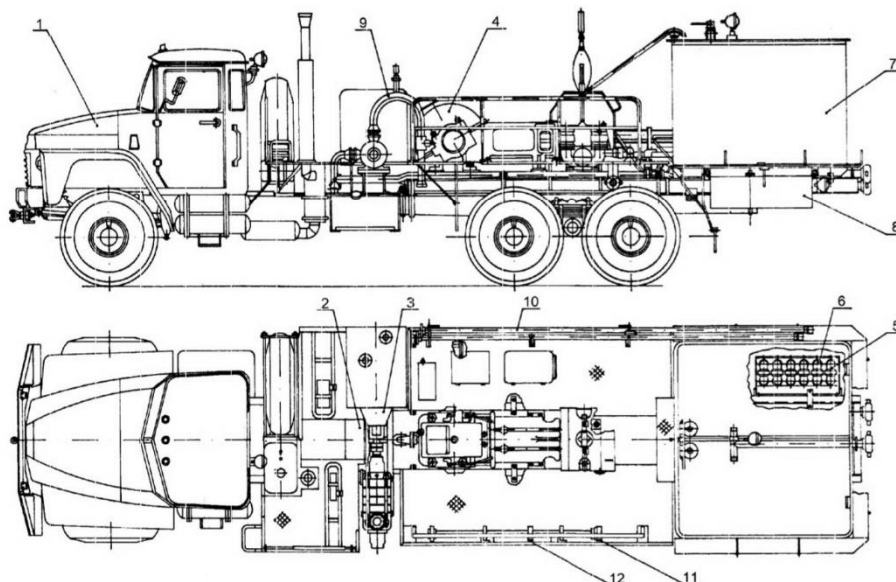


Рисунок 1.2.2 – Насосна установка ЦА-320.

1-шасі автомобіля; 2-коробка вибору потужності, редуктор; 3-блок водоподаючий з центр обіжним насосом; 4-насос НЦ320; 5-коліно шарнірне 50*70; 6-коліно шарнірне здвоєне 50*70; 7-бак мірний з донними клапанами; 8-бачок цементний; 9-маніфольд; 10-12-труби.

Наведено технічні характеристики універсальної насосної установки ЦА-320 в табл. 1.2.2:

Таблиця 1.2.2 – Технічні характеристики універсальної насосної установки ЦА-320

Насос високого тиску	
Марка	НЦ-320
Тип	двопоршньовий
Передаточне число черв'ячної пари	22
Найбільший тиск насоса, м	230
Найбільша продуктивність насоса, л/с	4,8
Діаметр змінних втулок, мм	115
Робоче середовище	Рідкі середовища, які застосовують при промивочно-продавочних роботах
Агрегат, що подає воду	
Насос	ЦНС 38-220
Найбільший тиск насоса, м	22
Найбільша подача насоса, л/с	10,6
ККД, %	69

					ОМ-91.12.1353-с.102.000.00ПЗ	Арк
ЗМН	Ар К	№ докум	Підпис	Дата		20

Продовження таблиці 1.2.2	
Вимоги надійності ЦА-320	
Середнє напрацювання на відмову, не менше	750 год
Середній час віднови роботи здатного стану, не менше	72 год
Середній термін служби, не менше	8 років
Загальні характеристики	
Габаритні розміри	10800x2500x3300
Маса навісного обладнання агрегату ЦА-320	6400
Загальна маса, кг	15300
Розподіл повної маси на передню вісь, кг	5500
Розподіл повної маси на задній візок, кг	9800

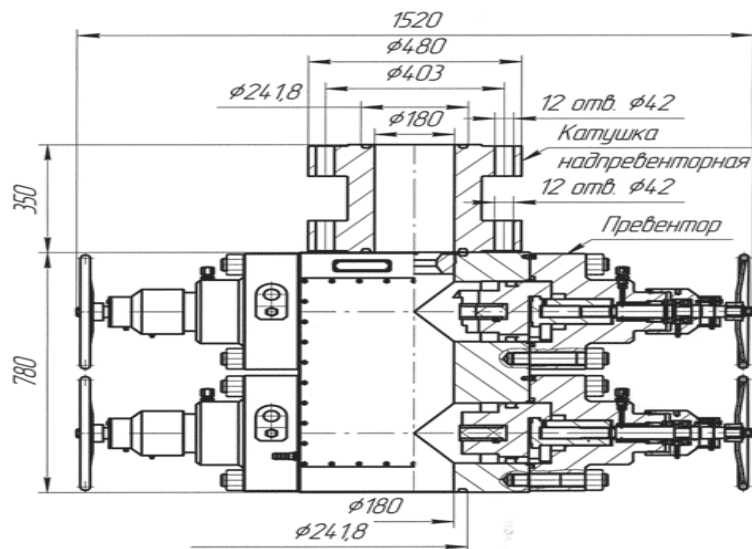
Превентор

Плита ручна подвійна ППР 2 - 156×70 (зображення 1.1.3) є превентором, призначеним для використання на гирлі свердловин під час капітального ремонту, знесення, ліквідації, різання бортових труб та інших робіт, де існує ризик розливу нафти і газу або відкриття фонтану. Цей превентор може працювати при робочому тиску до 700 атмосфер, що дозволяє його використання при свердловинах з дуже високим пластовим тиском у нових (нерозроблених) родовищах.

Діаметр каналу превентора становить 156 мм, що дозволяє проходження будь-якого інструменту найбільшого діаметру (свердла, шнека, пакера), необхідного для роботи в обсадній трубі діаметром 168 мм, через превентор. Це забезпечує можливість виконання різноманітних операцій та обслуговування свердловин без необхідності демонтажу превентора.

Превентори є важливим елементом у безпековому обладнанні свердловин, оскільки вони дозволяють контролювати тиск та запобігати небажаному розливу нафти і газу під час проведення різних операцій.

					ОМ-91.12.1353-с.102.000.00ПЗ	Арк
ЗМН	Ар К	№ докум	Підпис	Дата		21



Технические характеристики	
Условный проход, мм	180
Рабочее давление, МПа	70
Диаметр герметизируемых труб, мм	60, 73, 89, 102, 114, 127
Присоединительные размеры фланцев, мм	
-наружный диаметр	480
-наружный диаметр канавки под прокладку	241,8
-диаметр делительной окружности центров отверстий под шпильки	403
-количество / диаметр отверстий под шпильки	12 / М39х3
Управление	ручное, дистанционное
Количество оборотов маховика для закрытия и открытия превентора, об	17-18
Обогрев превентора	паровая рубашка
Масса, кг	1600

Рисунок 1.1.3 – Превентор плащечный з ручним приводом здвоєний
ППР 2 – 156×70

Захвати клинові ЗК, ЗК-56

Клинові затискачі використовуються для фіксації колони труб під час продовження та капітального ремонту свердловин як частина підповерхневої та капітальної установки свердловин. Затискач має спеціальний запобіжний пристрій, який запобігає випадковому ослабленню струни.

Привід захвату затискача є пневматичним і отримує потужність від пневмосистеми підйомного пристрою. Шланг для підключення до пневмосистеми оснащений ручкою для зручного управління. Затискач також може мати можливість ручного приводу за допомогою знімного важеля, який постачається в комплекті.

Застосування клинових затискачів дозволяє надійно фіксувати колону труб і забезпечує безпечні умови для проведення ремонтних та обслуговувальних робіт у свердловинах. Це важливий елемент обладнання при роботі з нафтогазовими свердловинами.

Технічні характеристики хвата клинового ЗК наведені в таблиці. 1.2.3

					ОМ-91.12.1353-с.102.000.00ПЗ	Арк
ЗМН	Ар К	№ докум	Підпис	Дата		22

Таблиця 1.2.3 – Технічні характеристики захвату клинового ЗК

Технічні характеристики	
Параметри	ЗК
Тиск повітря в пневмосистемі, МПа	0,6
Вантажоподійомність, т, не менше	80
Умовний діаметр утримуваних насосно-компресорних трум, мм	48,60,73,89,102,114
Габаритні розміри, мм	
Довжина	470
Ширина	515
Висота	435
Маса, кг, не більше:	
Без клинів	175
З клинами	206

Ключ буровий АКБ-3М2

Бурильний ключ АКБ-3М2 призначений для механізованого затягування і відкручування бурильних труб і обсадних труб під час опускання і підйому свердловин. Він широко використовується в нафтовій і газовій промисловості під час буріння свердловин.

Ключ складається з блоку клавiш, колонки з кронштейнами і панелі управління. Головна функція ключового блоку полягає у затягуванні та ослабленні труб. На направляючій рейці шпонковий блок переміщується уздовж візка під дією двох циліндрів подвійної дії. Це дозволяє піднімати та опускати захватний механізм для затягування та відкручування труби.

Верхня частина колони має обертовий візок, який вільно обертається, а його положення фіксується під час роботи. Каретка з блоком ключів може переміщатись вгору і вниз по висоті колони. В нижній частині стійки шпонки надійно закріплена на основі дрилі.

					ОМ-91.12.1353-с.102.000.00ПЗ	Арк
ЗМН	Ар К	№ докум	Підпис	Дата		23

Бурильний ключ АКБ-3М2 є незамінним інструментом під час буріння свердловин, оскільки він дозволяє швидко та ефективно затягувати та відкручувати бурильні та обсадні труби.

Технічні характеристики ключа бурового АКБ-3М2 наведені в таблиці. 1.2.4:

Таблиця 1.2.4 – Технічні характеристики бурового ключа АКБ-3М2

Основні технічні характеристики		
Характеристики	АКБ-3М2	АКБ-3М2.Э2
Умовний діаметр згвинчуваних(розгвинчувантх) труб (при максимальному допустимому зносі бурильних замків – 9мм), мм		
бурильних	108-216	108-216
обсадних	114	194
Привід обертача	Поршневий пневмомотор	Електричний двигун 3г380 В 50 Гц
Частота обертання трубозаміжного пристрою, об/хв		
На першій швидкості	-	36
На другій швидкості	60-105	72
Крутний момент, кнм: при згвинченні (розгвинчуванні):		
На першій швидкості	1,2	1,25
На другій швидкості	-	2,5
Потужність приводу, кВт	13	15/7,5
Довжина ходу блока ключа, мм	1000	1000
Тиск повітря в мережі, МПА	0,7	0,9
Габаритні розміри		
Блока ключа з кареткою і колоною	1730x1013x2380	1730x1020x2700
Пульту керування	790x430x1320	870x430x1320
Станції керування		700x650x1600
Маса ключа,кг	2700	3300

Ключ підвісний штанговий ключа підвісного штангового (КПШ)

Шпонка стріли ключа підвісного штангового використовується для затягування і ослаблення штока насоса в складі підйомного пристрою типу Аз-37, УПТ-50, А-50, Купер, Кремко. Вона гарантує надійне кріплення штока насоса та його безпечне функціонування.

Ключ оснащений компенсатором підвіски, що дозволяє вертикальне переміщення. Це важливо для адаптації до зміни положення штангового пристрою та оптимального затягування штока насоса.

					ОМ-91.12.1353-с.102.000.00ПЗ	Арк
ЗМН	Ар К	№ докум	Підпис	Дата		24

Гідравлічна система ліфта керує критичними гідравлічними приводами. У комплекті з ключем йде набір шлангів для підключення підйомного обладнання, що забезпечує необхідну гідравлічну потужність для роботи ключа.

Ключ має пружинні дверцята, які закривають ключовий отвір. Це захищає внутрішні механізми ключа від забруднення та пошкоджень.

Гайковерт в ключі оснащений системою візуального контролю крутного моменту, що дозволяє оператору контролювати точність затягування гайок.

Ключ також має регульований гідравлічний клапан для обмеження крутного моменту та зажимний пристрій кулачка. Це забезпечує безпеку та контроль над процесом затягування і ослаблення штока насоса.

Загалом, ключ забезпечує ефективну та безпечну роботу зі штоком насоса під час підйому і опускання в підйомних пристроях різних типів.

Технічні характеристики стрілового ключа КППШ наведені в таблиці. 1.2.5:

Таблиця 1.2.5 – Технічні характеристики ключа підвісного штангового

Технічні характеристики	
Умовний діаметр штанг, мм	ШН 13,16,19,22,25,28
Частота обертання штанг, об/хв	80
Номінальний крутний момент, Н·м	При Р=16МПА 2160(216)
Маса, кг, не більше	130
Габаритні розміри, мм, не більше	820x420x560

Поточний (підземний) і капітальний ремонт свердловини

Підземне обслуговування та ремонт нафтової свердловини є важливою складовою її експлуатації. Два основних види ремонту - це поточний ремонт і капітальний ремонт.

1. Поточний ремонт: Цей вид ремонту включає комплекс робіт, спрямованих на забезпечення безперебійної роботи свердловини та її устаткування відповідно до технологічного режиму. Вони включають наступне:

- Підтримання працездатності свердловинного та внутрішньогосподарського устаткування.
- Усунення ускладнень, що виникають під час свердловинних робіт.

					ОМ-91.12.1353-с.102.000.00ПЗ	Арк
ЗМН	Ар К	№ докум	Підпис	Дата		25

- Забезпечення виконання свердловинних робіт у встановленому технологічному режимі.

2. Капітальний ремонт: Цей вид ремонту передбачає відновлення робочого стану свердловини і включає такі проекти:

- Відновлення видобувних і водонагнітальних свердловин.
- Вплив на продуктивний пласт і регулювання розробки рудних покладів.

Під час експлуатації свердловин, будь-яким методом, може виникати проблема забивання асфальто-парафіновими речовинами (АПР), розчиненими в нафті. Температура нафти зазвичай знижується зі зростанням глибини, тоді як поверхня землі нагрівається сонячними променями. Це може спричинити утворення АПР на стінках трубопроводу, який транспортує нафту. При зниженні тиску і температури, це покриття АПР звільняється від нафти і може відкладатися в трубах.

Це утворення нафтових відкладень може призвести до звуження діаметру отворів у насосно-компресорних трубах (НКТ) і навіть до їх повного закупорювання. Це може створити проблеми з роботою свердловини і потенційно спричинити аварійну ситуацію. Для відновлення нормальної роботи свердловини може знадобитися ремонт і очищення трубопроводів, щоб видалити нафтові відкладення і відновити нормальний потік нафти.

Таким чином, регулярний обслуговування і вчасний ремонт свердловин є важливими для підтримання їх продуктивності та безперебійної роботи.

Висновки

Отримано загальну інформацію про Рибальське нафтогазоконденсатне родовище. Наведено розташування родовища, його розміри та аплітуди, наведено видобувні категорії та загальний запаси нафти, газу, конденсату та вміст сірки.

У цьому розділі описано механізацію Рибальської свердловини в процесі капітального ремонту. Для підвищення продуктивності для обслуговування використовується наступне обладнання:

- Агрегат А-50М для опускно-підйомних робіт, оснащений насосом-компресором і буровим трубопроводом, піщаною пробкою для очищення.

					ОМ-91.12.1353-с.102.000.00ПЗ	Арк
ЗМН	Ар К	№ докум	Підпис	Дата		26

- установка ЦА-320, призначена для нагнітання робочої рідини при цементуванні свердловин під час буріння та капітального ремонту, а також на нафтових і газових свердловинах.

- установка ППР-2, призначена для установки на гирлі свердловин, під час капітального ремонту, знесення, ліквідації, різання бортових труб та будь-яких інших робіт, де існує ризик розливу нафти і газу або отвори для фонтанів

- установка АКБ-3М2, призначений для механізованого затягування і відкручування бурильних труб і обсадних труб при опусканні і підйомі.

- установка КПШ, служить для затягування і ослаблення штока насоса в складі підйомного пристрою типу Аз-37, УПТ-50, А-50, Купер, Кремко.

					ОМ-91.12.1353-с.102.000.00ПЗ	Арк
						27
ЗМН	Ар К	№ докум	Підпис	Дата		

2 ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ

2.1 Загальна характеристика об'єкту

Рибальське нафтогазоконденсатне родовище відноситься до категорії вуглеводневих родовищ, а саме до категорії родовищ нафти й газу. Воно містить в собі нафту, газ і конденсат (легкі вуглеводні, що утворюються у вигляді рідини при витісненні з газового потоку). Розташоване на шельфі Чорного моря, біля узбережжя України. Воно відкрите у 1966 році і вважається одним з найбільших родовищ нафти і газу в Україні. Розвідку та видобуток на родовищі проводить ДП "Укрнафта" - національна нафтогазова компанія України. Загальні ресурси родовища оцінюються на мільярди барелів нафти та трільйони кубометрів природного газу. Рибальське родовище відіграє важливу роль у виробництві нафтопродуктів та енергетиці України.

Умови проектування родовища Рибальське нафтогазоконденсатне включають ряд факторів і параметрів, які враховуються при створенні і розвитку нафтогазового поля. Основні умови проектування можуть включати наступні аспекти:

Геологічні умови: Враховуються геологічні дослідження, які включають дослідження ґрунту, складу порід, розташування нафтогазових резервуарів, структуру родовища та його потенціал для видобутку.

Інженерно-технічні вимоги: Встановлюються вимоги до конструкції свердловин, нафтових і газових трубопроводів, обладнання для видобутку, очищення та переробки нафти й газу. Також враховуються вимоги до систем безпеки, контролю за видобутком та екологічних стандартів.

Економічні фактори: Розглядаються економічні показники, такі як вартість розробки та експлуатації родовища, витрати на будівництво та обслуговування інфраструктури, прогнозовані доходи від видобутку та енергетичні потреби.

Соціальні та екологічні аспекти: Здійснюється оцінка впливу проекту на місцеве населення, довкілля та природні ресурси. Розробляються заходи для зменшення негативного впливу, забезпечення безпеки працівників та дотримання екологічних стандартів.

					ОМ-91.12.1353-с.102.000.00ПЗ	Арк
ЗМН	Ар К	№ докум	Підпис	Дата		28

Правові аспекти: Враховуються законодавчі вимоги та регуляції, пов'язані з нафтогазовою промисловістю, землеволодінням, дозвільними процедурами та правами власності.

Нафтогазові родовища вимагають електроенергії для забезпечення різних процесів, пов'язаних з їхнім функціонуванням, наприклад, електропостачання насосних станцій, електролізу води для отримання водню, освітлення, управління та автоматизація систем. Напруга на рибальському нафтогазоконденсатному родовищі зазвичай складає 220 В або 380 В для забезпечення різних потреб.

Зазвичай, рибальські нафтогазоконденсатні родовища забезпечуються електричною енергією від місцевих електромереж. Для цього можуть використовуватися розподільні трансформаторні підстанції, які приймають високовольтну електроенергію від електропостачальника і знижують її напругу до рівня, необхідного для роботи обладнання на родовищі.

Основним джерелом енергії для рибальського нафтогазоконденсатного родовища є електрична мережа. Однак, в деяких випадках, де зовнішнє електропостачання недоступне або ненадійне, можуть використовуватися альтернативні джерела живлення, такі як дизельні генератори або сонячні панелі. Ці джерела живлення можуть забезпечувати потрібну електроенергію для роботи родовища у випадку відсутності або аварійного відключення основного електропостачання.

2.2 Розрахунок електричного освітлення

Розрахунок освітлення кушової насосної станції (КНС)[3]

Вихідні дані:

Розміри – 8*25 м;

Висота підвісу світильника над робочою поверхнею – 1,6 м.

Розрахунок проводиться методом використання світлового потоку. Метод розрахунку оснований на визначенні світлового потоку, що падає на освітлювану поверхню, та подальшому розрахунку середньої освітленості і застосовується, якщо рівні робочих поверхонь горизонтальні; світильники розташовуються рівномірно над робочою поверхнею; відсутнє затінююче устаткування. Використовується для розрахунку освітлення в приміщеннях (адміністративно-

					ОМ-91.12.1353-с.102.000.00ПЗ	Арк
ЗМН	Ар К	№ докум	Підпис	Дата		29

побутовий комбінат, компресорні, насосні станції, майстерні та ін.), коли крім прямого світла використовується також розсіяне (відбите) світло світильників.

Метод враховує не тільки потік, який падає на робочу поверхню безпосередньо від світильника, але й потік, відбитий від стін та стелі, за рахунок введення коефіцієнта використання освітлювальної установки. Останній залежить від кольору стін і стелі, розмірів приміщення.

При проектуванні освітлення виробничих приміщень спочатку за умовами технології (забрудненість атмосфери, вологість агресивність повітря) вибирають тип світильника (відкритий, захищений, для хімічного активного середовища і т.п.). Обираємо тип світильників, які будуть використовуватись для освітлення КНС.

Таблиця 2.2.1 – Характеристики світильника

Тип світильника	Область застосування	Тип лампи	Потужність, Вт	Напруга, В	ККД %	cosφ	Світловий потік
ВЗГ-200	Вибухо-небезпечні	БК220-200	200	220	60	1	2800

Розраховуємо показник приміщення:

$$i = \frac{A \cdot B}{h \cdot (A + B)} = \frac{8 \cdot 25}{1,6 \cdot (8 + 25)} = 3,78$$

Розраховуємо загальний світловий потік, потрібний для забезпечення необхідної освітленості:

$$F = \frac{K_3 \cdot E_{min} \cdot S \cdot z}{K_B} = \frac{1,5 \cdot 30 \cdot 200 \cdot 1,4}{0,45} = 28000 \text{ лм}$$

де $K_3 = 1,5$ – коефіцієнт запасу, який враховує старіння ламп та заповищеність їхніх ковпаків; $E_{min} = 30$ – мінімальна освітленість по нормах, лк (приймається в залежності від умов проектування); $S = 8 \cdot 25 = 200$ – площа освітлюваного приміщення, м²; $z = 1,4$ – коефіцієнт нерівномірності освітлення; $K_B = 0,45$ – коефіцієнт використання освітлювальних установок (приймається в залежності від показника приміщення).

					ОМ-91.12.1353-с.102.000.00ПЗ	Арк
ЗМН	Ар К	№ докум	Підпис	Дата		30

$$F = \frac{1,5 \cdot 30 \cdot 200 \cdot 1,4}{0,45} = 28000 \text{ лм}$$

Обчислюємо необхідну кількість ламп:

$$n = \frac{F}{F_{\text{л}}} = \frac{28000}{2800} = 10$$

Визначаємо необхідну на освітлення потужність:

$$P_{\text{роі}} = N_{\text{св}} \cdot P_{\text{л}} = 10 \cdot 200 = 2000 \text{ Вт}$$

де $N_{\text{св}} = 40$ – кількість світильників в групі; $P_{\text{л}} = 100$ – потужність ламп (лампи) вибраного світильника, Вт.

Отже, загальна кількість світильників типу «Астра-2», необхідних для освітлення КНС площею 200 м^2 , становить 20 штук.

1.2 Розрахунок прожекторного освітлення майданчика головної понижувальної підстанції (ГПП)

Вихідні дані:

Розміри – $30 \cdot 25 \text{ м}$.

При розрахунку прожекторного освітлення робочих поверхонь на відкритому просторі необхідно: визначити мінімальну освітленість за нормами; вибрати коефіцієнт запасу і тип прожектора; визначити кількість прожекторів; місце і висоту їхньої установки; сприятливий кут нахилу оптичної вісі прожекторів.

Визначаємо світловий потік, необхідний для створення на площі необхідної освітленості $E_{\text{н}}$:

$$\sum \Phi = E_{\text{н}} \cdot S \cdot Z \cdot k_3 \cdot k_{\text{BT}} = 0,5 \cdot 750 \cdot 2 \cdot 1,3 \cdot 1,4 = 1365 \text{ лм}$$

де $E_{\text{н}} = 0,5$ – мінімальна необхідна освітленість, лк; $S = 30 \cdot 25 = 750$ – площа освітлюваного майданчика, м^2 ; $k_3 = 1,3$ – коефіцієнт запасу; $k_{\text{BT}} = 1,4$ – коефіцієнт, що враховує втрати світла в залежності від конфігурації освітлюваної площі; $Z = 2$ – коефіцієнт нерівномірності освітлення.

Обираємо тип прожекторів, які будуть використовуватись для освітлення майданчика ГПП.

Таблиця 2.2.2 – Характеристики прожектора

					ОМ-91.12.1353-с.102.000.00ПЗ	Арк
ЗМН	Ар К	№ докум	Підпис	Дата		31

Тип прожектора	Тип і потужність лампи, Вт	Напруга, В	Максимальна сила світла, кд	ККД %	Значення коефіцієнтів	
					m	n
ПЗМ – 35А	Г220-500	220	40 000	20	0,03	0,011

Визначаємо число прожекторів для освітлення даної площі:

$$N_{\text{пр}} = \frac{\sum \Phi}{\Phi_{\text{л}} \cdot \eta_{\text{пр}}} = \frac{1365}{7200 \cdot 0,25} = 0,76 \approx 1$$

де $\eta_{\text{пр}} = 0,25$ – ККД прожектора; $\Phi_{\text{л}} = 7200$ – світловий потік лампи прожектора, лм.

Визначаємо необхідну на освітлення потужність:

$$P_{\text{роі}} = 1 \cdot 500 = 500 \text{ Вт}$$

Визначаємо висоту встановлення прожектора на щоглі.

За умовами обмеження осліплюючої дії висота установки прожекторів, :

$$h \geq \sqrt{\frac{I_{\text{max}}}{300}}, \text{ м}$$

де $I_{\text{max}} = 4000$ – осьова сила світла прожектора, кд.

$$h \geq \sqrt{\frac{4000}{300}} = 11,54 \approx 12 \text{ м}$$

Обчислюємо сприятливий кут нахилу.

Кут нахилу прожектора значно впливає на освітленість, форму і площу світлової плями.

Кут θ , при якому пляма, обмежена кривою з заданою освітленістю, має найбільшу площу, називається оптимальним:

$$\theta = \arcsin \sqrt{m + n \cdot E_0^{2/3}}$$

де m, n – постійні коефіцієнти кутів розсіювання для даного прожектора.

Якщо освітлювана ділянка перекривається світловою плямою одного прожектора, то:

$$E_0 = k_3 \cdot E_{\text{н}} \cdot h^2 = 1,5 \cdot 0,5 \cdot 12^2 = 108 \text{ лм}$$

$$\theta = \arcsin \sqrt{0,03 + 0,011 \cdot 108^{2/3}} = 32^\circ$$

					ОМ-91.12.1353-с.102.000.00ПЗ	Арк
ЗМН	Ар К	№ докум	Підпис	Дата		32

					ОМ-91.12.1353-с.102.000.00ПЗ	
ЗМН	Ар К	№ докум	Підпис	Дата	Арк 33	

2.3 Розрахунок електричних навантажень

Таблиця 2.3.1 Навантаження збірки очисних споруд

Вхідні дані					Результати розрахунків			
Споживач	P_H , кВт	К-ть споживачів	$\cos\varphi$	K_n	$\operatorname{tg}\varphi$	P_p , кВт	Q_p , кВАр	S_p , кВА
Збірка очисних споруд (Збірка 0,4 кВ)								
Двигун насосу пластових вод	132	4	0,8	0,8	0,75	422,4	316,8	528
Двигун насосу доливки головних насосів	13	4	0,8	0,8	0,75	41,6	31,2	52
Усього по збірці						464	348	580

Розрахунок потужностей збірки очисних споруд:

$$P_{p1} = 0,8 \cdot (132 \cdot 4) = 422,4 \text{ кВт}$$

$$P_{p2} = 0,8 \cdot (13 \cdot 4) = 41,6 \text{ кВт}$$

$$Q_{p1} = 422,4 \cdot 0,75 = 316,8 \text{ кВАр}$$

$$Q_{p2} = 41,6 \cdot 0,75 = 31,2 \text{ кВАр}$$

$$S_{p1} = \sqrt{422,4^2 + 316,8^2} = 528 \text{ кВА}$$

$$S_{p2} = \sqrt{41,6^2 + 31,2^2} = 52 \text{ кВА}$$

Таблиця 2.3.2 Навантаження збірки КНС-2

Вхідні дані					Результати розрахунків			
Споживач	P_H , кВт	К-ть споживачів	$\cos\varphi$	K_n	$\operatorname{tg}\varphi$	P_p , кВт	Q_p , кВАр	S_p , кВА
Збірка КНС-2 (Збірка 6 кВ)								
СТД-1600-2	315	4	0,8	0,9	0,484	1008	487,872	1119,86
СТД-1600-2	200	2	0,8	0,87	0,56	320	179,2	366,76
Збірка очисних споруд						464	348	580
Втрати в трансформаторах						5	25	25,49
Усього по збірці						1802	1065,072	2093,22

Розрахунок навантажень збірки КНС-2:

					ОМ-91.12.1353-с.102.000.00ПЗ				Арк
ЗМН	Арк	№ докум	Підпис	Дата					34

$$P_{p1} = 0,8 \cdot (315 \cdot 4) = 1008 \text{ кВт}$$

$$P_{p2} = 0,8 \cdot (200 \cdot 2) = 320 \text{ кВт}$$

$$Q_{p1} = 1008 \cdot 0,484 = 487,872 \text{ кВАр}$$

$$Q_{p2} = 320 \cdot 0,56 = 179,2 \text{ кВАр}$$

$$S_{p1} = \sqrt{1008^2 + 487,872^2} = 1119,86 \text{ кВА}$$

$$S_{p2} = \sqrt{320^2 + 179,2^2} = 366,76 \text{ кВА}$$

$$P_{тр} = 0,02 \cdot S_{тр} = 0,02 \cdot 250 = 5 \text{ кВт}$$

$$Q_{тр} = 0,1 \cdot S_{тр} = 0,1 \cdot 250 = 25 \text{ кВАр}$$

$$S_{тр} = \sqrt{5^2 + 25^2} = 25,49 \text{ кВА}$$

Таблиця 2.3.3 Навантаження збірки ПЕД

Вхідні дані					Результати розрахунків			
Споживач	Р _н , кВт	К-ть споживачів	cosφ	К _п	tgφ	Р _р , кВт	Q _р , кВАр	S _р , кВА
Збірка ПЕД (Збірка 6 кВ)								
ПЕД 55-123	53	7	0,83	0,78	0,67	289,38	173,628	337,47
Усього по збірці						289,38	173,628	337,47

Розрахунок навантажень збірки ПЕД:

$$P_p = 0,78 \cdot (53 \cdot 7) = 289,38 \text{ кВт}$$

$$Q_p = 289,38 \cdot 0,67 = 173,628 \text{ кВАр}$$

$$S_p = \sqrt{289,38^2 + 173,628^2} = 337,47 \text{ кВА}$$

Таблиця 2.3.4 Навантаження збірки КНС-1

Вхідні дані					Результати розрахунків			
Споживач	Р _н , кВт	К-ть споживачів	cosφ	К _п	tgφ	Р _р , кВт	Q _р , кВАр	S _р , кВА
Збірка КНС-1 (Збірка 6 кВ)								
СТД-1600-2	1530	2	0,8	0,8	0,75	2448	1836	3060
Збірка ПЕД	53	7	0,83	0,78	0,67	289,38	173,628	337,47

					ОМ-91.12.1353-с.102.000.00ПЗ				Арк
ЗМН	Арк	№ докум	Підпис	Дата					35

Усього по збірці	2737,38	2009,628	3395,86
------------------	---------	----------	---------

Розрахунок навантажень збірки КНС-1:

$$P_p = 0,8 \cdot (1530 \cdot 2) = 2448 \text{ кВт}$$

$$Q_p = 2448 \cdot 0,75 = 1836 \text{ кВАр}$$

$$S_p = \sqrt{2448^2 + 1836^2} = 3060 \text{ кВА}$$

Таблиця 2.3.5 Навантаження збірки ДНС

Вхідні дані					Результати розрахунків			
Споживач	P _н , кВт	К-ть споивачів	cosφ	K _п	tgφ	P _р , кВт	Q _р , кВАр	S _р , кВА
Збірка ДНС (Збірка 6 кВ)								
ВАО-500	400	3	0,8	0,8	0,75	960	720	1200
Усього по збірці						960	720	1200

Розрахунок навантажень збірки ДНС:

$$P_p = 0,8 \cdot (400 \cdot 3) = 960 \text{ кВт}$$

$$Q_p = 960 \cdot 0,75 = 720 \text{ кВАр}$$

$$S_p = \sqrt{960^2 + 720^2} = 1200 \text{ кВА}$$

					ОМ-91.12.1353-с.102.000.00ПЗ	Арк
ЗМН	Ар К	№ докум	Підпис	Дата		36

Таблиця 2.3.6 Електричні навантаження підприємства

Вхідні дані				Результати розрахунків				
Споживач	P_n , кВт	К-ть споживачів	$\cos\varphi$	K_n	$\tan\varphi$	P_p , кВт	Q_p , кВАр	S_p , кВА
Збірка очисних споруд (Збірка 0,4 кВ)								
Двигун насосу пластових вод	132	4	0,8	0,8	0,75	422,4	316,8	528
Двигун насосу доливки головних насосів	13	4	0,8	0,8	0,75	41,6	31,2	52
Усього по збірці						464	348	580
Збірка КНС-2 (Збірка 6 кВ)								
СТД-1600-2	315	4	0,8	0,9	0,484	1008	487,872	1119,86
СТД-1600-2	200	2	0,8	0,87	0,56	320	179,2	366,76
Збірка очисних споруд						464	348	580
Втрати в трансформаторах ТМ-250/6						10	50	51
Усього по збірці						1802	1065,072	2093,22
Збірка ПЕД (Збірка 6 кВ)								
ПЕД 55-123	53	7	0,83	0,78	0,67	289,38	173,628	337,47
Усього по збірці						289,38	173,628	337,47
Збірка КНС-1 (Збірка 6 кВ)								
СТД-1600-2	1530	2	0,8	0,8	0,75	2448	1836	3060
Збірка ПЕД	53	7	0,83	0,78	0,67	289,38	173,628	337,47
Усього по збірці						2737,38	2009,628	3395,86
Збірка ДНС (Збірка 6 кВ)								
ВАО-500	400	3	0,8	0,8	0,75	960	720	1200
Усього по збірці						960	720	1200
Усього по підприємству						5498,62	3794,7	6680,91

					ОМ-91.12.1353-с.102.000.00ПЗ			Арк
ЗМН	Арк	№ докум	Підпис	Дата				37

Таблиця 2.7. Вибір трансформаторів

Назва збірки	Потужність збірки, кВА	Обраний трансформатор
Очисні споруди	580	ТМ-630/6
Споживачі підприємства	6680,91	ТМ-10000/35

2.4 Розрахунок електричної мережі

Перед вибором перетинів проводів і жил кабелів ЛЕП необхідно скласти[5] схему електропостачання підприємства з наведенням довжини всіх елементів мережі СЕП. З погляду на те, що фронт робіт і гірничі машини постійно переміщуються і місце прикладення навантажень у електричній мережі змінюється, схему електропостачання складають на період найбільш несприятливішого розташування машин, коли втрати напруги в мережі будуть максимальними. При цьому припускають, що електричні навантаження можуть бути зосереджені в кінці магістральних ліній на відстані один від іншого, обумовленою технологією ведення робіт.

Перетин проводів та жил кабелів вибирають з врахуванням технічних та економічних факторів. До технічних факторів, що впливають на вибір перерізу, відносяться здатність провідника витримувати довготривале навантаження при нормальному та після аварійному режимах з врахуванням допустимого перегріву, термічна стійкість в режимі коротких замикань і втрати напруги в провідниках від протікання по них струму в нормальному, після аварійному та аварійному режимах; механічна стійкість до механічного навантаження; коронування в мережах напругою 35 кВ і вище – фактор, що залежить від напруги, перерізу провідника та навколишнього середовища. До економічних факторів відноситься економічна щільність струму.

Стаціонарні кабельні лінії напругою 6 кВ вибирають за економічною щільністю струму і перевіряють за умовами нагрівання з урахуванням і поправками на умови прокладки, за термічною стійкістю струмам КЗ і за втратами напруги. Переносні кабельні лінії вибирають за нагріванням і перевіряють на термічну стійкість струмам КЗ і за втратами напруги.

					ОМ-91.12.1353-с.102.000.00ПЗ	Арк
ЗМН	Ар К	№ докум	Підпис	Дата		38

При виборі перетинів проводів і жил кабелів розрахунковий струм навантаження групи електро-приймачів визначається так:

$$I_n = \frac{P_p}{\sqrt{3} \cdot U_H \cdot \eta_M \cdot \cos \varphi_P}$$

$$I_P = \frac{S_P}{\sqrt{3} \cdot U_H}$$

де P_p, S_p – розрахункові навантаження для даного елемента мережі, кВт; кВА; U_H – напруга мережі, кВ; η_M – ККД мережі (для повітряних ЛЕП, 0,94...0,95; для-гнучких кабелів 0,97...0,99); $\cos \varphi_P$ – розрахунковий коефіцієнт потужності для даного елемента мережі.

Розрахунковий струм окремого споживача визначається за його номінальною потужністю P_H :

$$I_H = \frac{P_H}{\sqrt{3} \cdot U_H \cdot \eta_H \cdot \cos \varphi_H}$$

де η_H – ККД двигуна при номінальному навантаженні; $\cos \varphi_H$ – номінальний коефіцієнт потужності двигуна.

Таблиця 2.4.1 Вхідні дані для розрахунку електричних мереж підприємства

Споживач	№ лінії	Довжина лінії, м	Тип лінії	Потужність, що передається лінією	$\cos \varphi$	ККД	Розрахунковий робочий струм лінії I_p , А
Споживачі низької напруги (0,4 кВ)							
Збірка очисних споруд	10	550	КЛ	580 кВА	-	-	55,81
Двигун насосу пластових вод-1	11	80	КЛ	132 кВт	0,8	1	238,16
Двигун насосу	12	80	КЛ	132 кВт	0,8	1	238,16

					ОМ-91.12.1353-с.102.000.00ПЗ		Арк
ЗМН	Арк	№ докум	Підпис	Дата			39

пластових вод-2							
-----------------	--	--	--	--	--	--	--

Продовження таблиці 2.4.1

Двигун насосу пластових вод-2	13	80	КЛ	132 кВт	0,8	1	238,16
Двигун насосу пластових вод-2	14	80	КЛ	132 кВт	0,8	1	238,16
Двигун насосу доливки головних насосів-1	15	120	КЛ	13 кВт	0,8	1	23,45
Двигун насосу доливки головних насосів-2	16	120	КЛ	13 кВт	0,8	1	23,45
Двигун насосу доливки головних насосів-3	17	120	КЛ	13 кВт	0,8	1	23,45
Двигун насосу доливки головних насосів-4	18	120	КЛ	13 кВт	0,8	1	23,45

Споживачі високої напруги (6 кВ)

Збірка ДНС	20	2000	КЛ	1200 кВА	-	-	115,47
ВАО-500	21	85	КЛ	400	0,8	1	144,34
ВАО-500	22	85	КЛ	400	0,8	1	144,34
ВАО-500	23	85	КЛ	400	0,8	1	144,34
Збірка КНС-2	30	1400	КЛ	2093,22 кВА	-	-	201,42
СТД-1600-2	31	200	КЛ	315 кВт	0,9	1	33,68
СТД-1600-2	32	200	КЛ	315 кВт	0,9	1	33,68
СТД-1600-2	33	200	КЛ	315 кВт	0,9	1	33,68
СТД-1600-2	34	180	КЛ	315 кВт	0,9	1	33,68
СТД-1600-2	35	180	КЛ	200 кВт	0,87	1	22,12

					ОМ-91.12.1353-с.102.000.00ПЗ		Арк
ЗМН	Арк	№ докум	Підпис	Дата			40

СТД-1600-2	36	180	КЛ	200 кВт	0,87	1	22,12
Продовження таблиці 2.4.1							
Збірка ПЕД-3	40	1500	КЛ	149,27 кВА	-	-	14,36
Збірка ПЕД-4	41	1500	КЛ	199 кВА	-	-	19,15
ПЕД 55-123	42	-	КЛ	53 кВт	0,83	1	92,16
ПЕД 55-123	43	-	КЛ	53 кВт	0,83	1	92,16
ПЕД 55-123	44	-	КЛ	53 кВт	0,83	1	92,16
ПЕД 55-123	45	-	КЛ	53 кВт	0,83	1	92,16
ПЕД 55-123	46	-	КЛ	53 кВт	0,83	1	92,16
ПЕД 55-123	47	-	КЛ	53 кВт	0,83	1	92,16
ПЕД 55-123	48	-	КЛ	53 кВт	0,83	1	92,16
Збірка КНС-1	50	2200	КЛ	3395,86 кВА	-	-	326,77
СТД-1600-2	51	140	КЛ	1530 кВт	0,8	1	184,03
СТД-1600-2	52	140	КЛ	1530 кВт	0,8	1	184,03

Розрахунок робочих струмів:

$$I_{P10} = \frac{580}{\sqrt{3} \cdot 6} = 55,81 \text{ A}$$

$$I_{P11} = I_{P12} = I_{P13} = I_{P14} = \frac{132}{\sqrt{3} \cdot 0,4 \cdot 1 \cdot 0,8} = 238,16 \text{ A}$$

$$I_{P15} = I_{P16} = I_{P17} = I_{P18} = \frac{13}{\sqrt{3} \cdot 0,4 \cdot 1 \cdot 0,8} = 23,45 \text{ A}$$

$$I_{P20} = \frac{1200}{\sqrt{3} \cdot 6} = 115,47 \text{ A}$$

$$I_{P21} = I_{P22} = I_{P23} = \frac{400}{\sqrt{3} \cdot 6 \cdot 1 \cdot 0,8} = 144,34 \text{ A}$$

$$I_{P30} = \frac{2093,22}{\sqrt{3} \cdot 6} = 201,42 \text{ A}$$

$$I_{P31} = I_{P32} = I_{P33} = I_{P34} = \frac{315}{\sqrt{3} \cdot 6 \cdot 1 \cdot 0,9} = 33,68 \text{ A}$$

$$I_{P35} = I_{P36} = \frac{200}{\sqrt{3} \cdot 6 \cdot 1 \cdot 0,87} = 22,12 \text{ A}$$

					ОМ-91.12.1353-с.102.000.00ПЗ		Арк
ЗМН	Ар К	№ докум	Підпис	Дата			41

$$I_{P40} = \frac{149,27}{\sqrt{3} \cdot 6} = 14,36 \text{ A}$$

$$I_{P41} = \frac{199}{\sqrt{3} \cdot 6} = 19,15 \text{ A}$$

$$I_{P42} = I_{P43} = I_{P44} = I_{P45} = I_{P46} = I_{P47} = I_{P48} = \frac{53}{\sqrt{3} \cdot 0,4 \cdot 1 \cdot 0,83} = 92,16 \text{ A}$$

$$I_{P50} = \frac{3395,86}{\sqrt{3} \cdot 6} = 326,77 \text{ A}$$

$$I_{P51} = I_{P52} = \frac{1530}{\sqrt{3} \cdot 6 \cdot 1 \cdot 0,8} = 184,03 \text{ A}$$

$$I_P \leq I_{\text{дон}}$$

Таблиця 2.4.2 Дані перевірок мережі підприємства

№ лінії	Розрахунковий струм лінії I_p , А	За нагрівом		Мех. міцність $S_{\text{мех}}$ мм ²	За економічною густиною		За втратами напруги		Остаточна обрана марка та переріз лінії
		$I_{\text{доп}}$, А	$S_{\text{нагр}}$, мм ²		Лек, А/мм ²	Сек, мм ²	Втрати напруги	Свт. н., мм ²	
10	55,81	70	10	10	1,6	34,9	0,67%	35	АВБ6ШВ-6(3*35)
11	238,16	255	95	10	-	-	28,41 В	95	АВБ6ШВ-6(3*95)
12	238,16	255	95	10	-	-	28,41 В	95	АВБ6ШВ-6(3*95)
13	238,16	255	95	10	-	-	28,41 В	95	АВБ6ШВ-6(3*95)
14	238,16	255	95	10	-	-	28,41 В	95	АВБ6ШВ-6(3*95)
15	23,45	29	2,5	10	-	-	23,52 В	10	АВБ6ШВ-6(3*10)
16	23,45	29	2,5	10	-	-	23,52 В	10	АВБ6ШВ-6(3*10)
17	23,45	29	2,5	10	-	-	23,52 В	10	АВБ6ШВ-6(3*10)
18	23,45	29	2,5	10	-	-	23,52 В	10	АВБ6ШВ-6(3*10)
20	115,47	140	35	25	1,6	72,17	2,6%	70	АВБ6ШВ-6(3*70)
21	144,34	175	50	10	1,6	90,2	0,05%	50	АВБ6ШВ-6(3*50)
22	144,34	175	50	10	1,6	90,2	0,05%	50	АВБ6ШВ-6(3*50)
23	144,34	175	50	10	1,6	90,2	0,05%	50	АВБ6ШВ-6(3*50)
30	201,42	210	70	10	1,6	62,95*	3,46%	70	АВБ6ШВ-6(3*70)
31	33,68	38	4	10	1,6	21	0,21%	25	АВБ6ШВ-6(3*25)
32	33,68	38	4	10	1,6	21	0,21%	25	АВБ6ШВ-6(3*25)
33	33,68	38	4	10	1,6	21	0,21%	25	АВБ6ШВ-6(3*25)

					ОМ-91.12.1353-с.102.000.00ПЗ	Арк
						42
ЗМН	Арк	№ докум	Підпис	Дата		

34	33,68	38	4	10	1,6	21	0,19%	25	АВБбШв-6(3*25)
35	22,12	29	2,5	10	1,6	13,83	0,18%	16	АВБбШв-6(3*16)
36	22,12	29	2,5	10	1,6	13,83	0,18%	16	АВБбШв-6(3*16)

Продовження таблиці 2.4.2

37	14,36	19	2,5	25	1,6	8,98	1,82%	10	АВБбШв-6(3*10)
38	19,15	29	2,5	25	1,6	11,97	1,82%	16	АВБбШв-6(3*16)
39	92,16	115	25	-	-	-	-	-	АВБбШв-6(3*25)
40	92,16	115	25	-	-	-	-	-	АВБбШв-6(3*25)
41	92,16	115	25	-	-	-	-	-	АВБбШв-6(3*5)
42	92,16	115	25	-	-	-	-	-	АВБбШв-6(3*25)
43	92,16	115	25	-	-	-	-	-	АВБбШв-6(3*25)
44	92,16	115	25	-	-	-	-	-	АВБбШв-6(3*25)
45	92,16	115	25	-	-	-	-	-	АВБбШв-6(3*25)
46	326,77	335	150	25	1,6	102,1*	4,4%	150	АВБбШв-6(3*150)
47	184,03	210	70	10	1,6	153,36	0,24%	70	АВБбШв-6(3*70)
48	184,03	210	70	10	1,6	153,36	0,24%	70	АВБбШв-6(3*70)

* При перевірці за економічною густиною струму для ліній 30 та 50 враховується половина значення робочого струму.

2.4.1 Перевірка за нагрівом.

Вибір перетину провідників за нагрівом зводиться до порівняння розрахункового струму I_p з довготривалими припустимими струмами навантаження, наведеними для стандартних перетинів проводів у таблицях ПУЕ

$$I_p \leq I_{доп}$$

Для ЛЕП, що приймає на себе всю, або частину навантаження іншої лінії, що вийшла з ладу, розрахунковий струм приймається для після аварійного режиму. Розрахунковий струм в після аварійному режимі $I_{p.a.} = 2I_p$ (при 100% резервуванні) або визначається розрахунком в залежності від ступеня резервування.

2.4.2 Перевірка за економічною густиною струму.

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

					ОМ-91.12.1353-с.102.000.00ПЗ				Арк
									43
ЗМН	Ар К	№ докум	Підпис	Дата					

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

$$S_e = I_p / J_e$$

J_e - економічна щільність струму, А/мм.

$j_{ЕК} = 1,6$ – економічна густина струму , А/ мм² для кабелів з алюмінієвими жилами з гумовою та ПВХ ізоляцією.

2.4.3 Вибір елементів електричної мережі за механічною міцністю.

При проектуванні повітряних ЛЕП використовують типові конструкції пересувних і стаціонарних опор, для яких рекомендовані визначені перетини проводів.

Мінімальний перетин провідників для повітряних високовольтних ліній за умовами механічної міцності повинен бути не менше 25 мм² для сталєво-алюмінієвих і 35 мм² для алюмінієвих проводів. Для повітряних ЛЕП напругою до 1000В мінімальна площа перетину сталєво-алюмінієвих проводів – 10 мм², алюмінієвих - 16 мм², сталєвих багатодровових - 25 мм².

Мінімальні значення перерізу силових кабелів шахтних дільничних розподільних мереж напругою до 1000 В за механічною міцністю рекомендують приймати для живлення:

механізмів, змонтованих на спеціальних візках у складі загального електропоїзда, не менше 10 мм²;

окремих встановлених механізмів, що періодично переміщуються не менше 16 мм².

2.4.4 Перевірка елементів мережі за втратами напруги.

Приклад розрахунку втрат за напругою для споживачів 6 кВ:

$$\Delta u_i \% = \frac{P_i R_i + Q_i X_i}{10 U_H^2}$$

$$X_i = x_0 \cdot L_i$$

$$R_i = r_0 \cdot L_i$$

$$r_0 = \frac{1000}{\gamma S_i}$$

					ОМ-91.12.1353-с.102.000.00ПЗ	Арк
ЗМН	Ар К	№ докум	Підпис	Дата		44

$$\Delta u_{20}\% = \frac{P_{20}R_{20} + Q_{20}X_{20}}{10U_H^2} = \frac{960 \cdot 0,86 + 720 \cdot 0,16}{10 \cdot 6^2} = 2,6\% < 5\%$$

$$X_{20} = x_0 \cdot L_{20} = 0,08 \cdot 2 = 0,16$$

$$R_{20} = r_0 \cdot L_{20} = 0,43 \cdot 2 = 0,86$$

$$r_0 = \frac{1000}{\gamma S_{20}} = \frac{1000}{32 \cdot 72,17} = 0,43$$

Розрахунок втрат напруги споживачів до 1 кВ (на прикладі лінії 11):

Ділянка мережі низької напруги складається з трансформатора (або трансформаторної підстанції) та кабелів (магістральні, відгалуджувальні, гнучкі), які з'єднують трансформатор та електроприймач. Величину втрат напруги для мережі до 1 кВ приймають рівною 39В при U_H мережі 380В.

Розрахунок втрат напруги в трансформаторі [%] проводиться за формулою:

$$\Delta U_{\text{тр}\%} = \beta (U_{a\%} \cos \varphi_{\text{тр}} + U_{p\%} \sin \varphi_{\text{тр}})$$

де $\beta = \frac{S_p}{S_{H.T.}}$ – коефіцієнт завантаження трансформатора;

$S_{H.T.} = 630$ – номінальна потужність трансформатора (тр. підстанції), кВА.

$S_p = 580$ – розрахункове навантаження трансформатора, кВА.

$$\beta = \frac{580}{630} = 0,92$$

$U_{a\%}$ – активна складова напруги КЗ трансформатора [%].

$$U_{a\%} = \frac{\Delta P_k}{10 S_{H.T.}} = \frac{7600}{10 \cdot 630} = 1,2 \%$$

де ΔP_k – втрати КЗ трансформатора, Вт.

$\cos \varphi_{\text{тр}}$ – коефіцієнт потужності трансформатора.

$$\cos \varphi_{\text{тр}} = \frac{P_p}{S_p} = \frac{464}{580} = 0,8 \rightarrow \sin \varphi_{\text{тр}} = 0,6$$

$U_{p\%} = \sqrt{(U_{k\%})^2 - (U_{a\%})^2} = \sqrt{(5,5)^2 - (1,2)^2} = 5,37 \%$ – реактивна складова напруги КЗ трансформатора.

$$\Delta U_{\text{тр}\%} = 0,92(1,2 \cdot 0,8 + 5,37 \cdot 0,6) = 3,85\%$$

Отримане значення втрат напруги $\Delta U_{\text{тр}\%}$ у [%] переводимо у [В]:

$$\Delta U_{\text{тр}} = \Delta U_{\text{тр}\%} \cdot K_0 \cdot \frac{U_0}{100} = 3,85 \cdot 1 \cdot \frac{400}{100} = 15,39 \text{ В}$$

					ОМ-91.12.1353-с.102.000.00ПЗ	Арк
ЗМН	Ар К	№ докум	Підпис	Дата		45

					ОМ-91.12.1353-с.102.000.00ПЗ	
ЗМН	Ар К	№ докум	Підпис	Дата	Арк 46	

2.5.1 Розрахунок струмів КЗ

Скласти розрахункову схему заміщення (додаток А) на основі схеми підприємства. На схемі піозначити характерні точки, для яких буде розраховано струми КЗ.

2.5.2 Розрахунок струмів короткого замикання мережі 6 кВ базисними одиницями

Порядок розрахунку наступний:

а) Прийнято за базисну потужність величина $S_6=S_{роз}=630$ кВА;

б) За базисну напругу прийнято напругу трансформатора і-х ступінів схеми електропостачання: перша ступінь $U_1-U_6=6,0$ кВ;

в) Визначаються базисні струми в елементах схеми на і-х ступінях напруги виходячи з умови:

$$S_6 = \sqrt{3} \cdot U_{6i} \cdot I_{6i}; \quad I_{6i} = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U_{6i}};$$

Базисні опори трансформатора встановлено за формулами:

$$Z_{T*} = U_{k\%}$$
$$r_{*6Ti} = \frac{P_K}{S_{HT}}$$
$$x_{*6Ti} = \sqrt{(U_{k\%})^2 - \left(\frac{P_K}{S_{HT}}\right)^2}$$

Струми 3-х фазного короткого замикання:

$$I_{ki}^{(3)} = \frac{I_{6i}}{\sum Z_{6i}}, \text{ кА}$$

Струми 2-х фазного короткого замикання:

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

Амплітудне значення ударного струму короткого замикання:

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

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

Діюче значення ударного струму:

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

					ОМ-91.12.1353-с.102.000.00ПЗ	Арк
						47
ЗМН	Ар к	№ докум	Підпис	Дата		

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

Опір елементів системи електропостачання в відносних базисних одиницях:

б) Опір ліній у відносних базисних одиницях кабельних ліній:

$$x_{*6Li} = x_0 L_i \frac{S_6}{U_{6i}^2};$$

$$r_{*6Li} = r_0 L_i \frac{S_6}{U_{6i}^2} = \frac{1000}{S_{ек} \cdot \gamma} \cdot L_i \cdot \frac{S_6}{U_{6i}^2};$$

Схему заміщення наведено додатку А.

Опір зовнішньої системи приведений до напруги споживачів 6 кВт:

$$X_{зс} = \frac{S_6}{S_K^{(3)}} = \frac{630 \cdot 10^3}{63 \cdot 10^6} = 0,01 \text{ в. б. о.};$$

Точка $K_{зс}$: Опір складається лише з реактивного опору зовнішньої системи $X_{зс}$

$$Z_{K_{зс}} = X_{зс} = 0,01 \text{ Ом};$$

Опір трансформатора ТМН-2500\35

$$R_{Tp} = 0.;$$

$$X_{Tp} = \frac{U_k \cdot S_6}{S_H} = \frac{6,5 \cdot 630}{2500 \cdot 100} = 0,016 \text{ в. б. о.};$$

$$Z_{Tp} = X_T = 0,016 \text{ в. б. о.};$$

Розрахунок лінії від якої живляться насоси ПЕД 55-123 – 3 шт. потужністю 53 кВт. Лінія №1 (Точка K1):

Згідно цих даних встановлюємо базисні опори та струми КЗ за методом базисних одиниць.

Розрахунок базисного струму:

$$I_{6i} = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U_{6i}} = \frac{630 \text{ кВА}}{\sqrt{3} \cdot 6 \text{ кВ}} = 60,62 \text{ А}$$

Розрахунок базисних опорів:

$$x_{*6Li} = x_0 L_i \frac{S_6}{U_{6i}^2} = 0,4 \frac{\text{Ом}}{\text{км}} \cdot 1,5 \text{ км} \cdot \frac{630 \cdot 10^3}{(6 \cdot 10^3)^2} = 0,011 \text{ в. б. о.}$$

$$\sum X_{K1} = X_{Tp} + X_{зс} + X_{L1} = 0,016 + 0,01 + 0,011 = 0,037 \text{ в. б. о.};$$

					ОМ-91.12.1353-с.102.000.00ПЗ	Арк
ЗМН	Ар К	№ докум	Підпис	Дата		48

$$r_{*6Li} = r_{0Li} \frac{S_6}{U_{6i}^2} = \frac{1}{32 \cdot 95} \cdot 1500 \cdot \frac{630 \cdot 10^3}{(6 \cdot 10^3)^2} = 0,009 \text{ в. б. о};$$

$$\sum R_{K1} = R_{L1} = 0,009 = 0,009 \text{ в. б. о};$$

$$Z_{K1} = \sqrt{(\sum R_{K1})^2 + (\sum X_{K1})^2} = \sqrt{0,009^2 + 0,037^2} = 0,038 \text{ в. б. о}$$

Струми 3-х фазного короткого замикання:

$$I_{ki}^{(3)} = \frac{I_{6i}}{\sum Z_{6i}} = \frac{60,62}{0,038} = 1,595 \text{ кА}$$

$$I_p \ll I_{ki}^{(3)}$$

Струми 2-х фазного короткого замикання

$$I_{ki}^{(2)} = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot I_{ki}^{(3)} = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot 1,595 \text{ кА} = 1,381 \text{ кА}$$

Амплітудне значення ударного струму короткого замикання

$$i_y = \sqrt{2} \cdot \kappa_y \cdot I_{ki}^{(3)} = \sqrt{2} \cdot 1,8 \cdot 1,595 \text{ кА} = 4,06 \text{ кА}$$

Діюче значення ударного струму

$$I_y = I_k^{(3)} \cdot q = 1,595 \text{ кА} \cdot 1,52 = 2,424 \text{ кА}$$

Результати розрахунку занесено до таблиці.

Розрахунок лінії від якої живляться насоси ПЕД 55-123 – 4 шт. потужністю 53 кВт. Лінія №2 (Точка К2):

Згідно цих даних встановлюємо базисні опори та струми КЗ за методом базисних одиниць.

Розрахунок базисного струму:

$$I_{6i} = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U_{6i}} = \frac{630 \text{ кВА}}{\sqrt{3} \cdot 6 \text{ кВ}} = 60,62 \text{ А}$$

Розрахунок базисних опорів:

$$x_{*6Li} = x_{0Li} \frac{S_6}{U_{6i}^2} = 0,4 \frac{\text{Ом}}{\text{км}} \cdot 1,5 \text{ км} \cdot \frac{630 \cdot 10^3}{(6 \cdot 10^3)^2} = 0,011 \text{ в. б. о.}$$

$$\sum X_{K1} = X_{Tp} + X_{Зс} + X_{L1} = 0,016 + 0,01 + 0,011 = 0,037 \text{ в. б. о};$$

					ОМ-91.12.1353-с.102.000.00ПЗ	Арк
						49
ЗМН	Ар К	№ докум	Підпис	Дата		

$$r_{*6Li} = r_{0Li} \frac{S_6}{U_{6i}^2} = \frac{1}{32 \frac{M}{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2} \cdot 95 \text{мм}^2} \cdot 1500 \text{м} \cdot \frac{630 \cdot 10^3}{(6 \cdot 10^3)^2} = 0,009 \text{ в. б. о};$$

$$\sum R_{K1} = R_{L1} = 0,009 = 0,009 \text{ в. б. о};$$

$$Z_{K1} = \sqrt{(\sum R_{K1})^2 + (\sum X_{K1})^2} = \sqrt{0,009^2 + 0,037^2} = 0,038 \text{ в. б. о}$$

Струми 3-х фазного короткого замикання:

$$I_{ki}^{(3)} = \frac{I_{6i}}{\sum Z_{6i}} = \frac{60,62}{0,038} = 1,595 \text{ кА}$$

$$I_p \ll I_{ki}^{(3)}$$

Струми 2-х фазного короткого замикання

$$I_{ki}^{(2)} = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot I_{ki}^{(3)} = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot 1,595 \text{ кА} = 1,381 \text{ кА}$$

Амплітудне значення ударного струму короткого замикання

$$i_y = \sqrt{2} \cdot \kappa_y \cdot I_{ki}^{(3)} = \sqrt{2} \cdot 1,8 \cdot 1,595 \text{ кА} = 4,06 \text{ кА}$$

Діюче значення ударного струму

$$I_y = I_k^{(3)} \cdot q = 1,595 \text{ кА} \cdot 1,52 = 2,424 \text{ кА}$$

Результати розрахунку занесено до таблиці.

Розрахунок лінії від якої живляться насос СТД-1600-2. потужністю 1530 кВт.

Лінія №3- лінія №4 (Точка К3 – К4):

Згідно цих даних встановлюємо базисні опори та струми К3 за методом базисних одиниць.

Розрахунок базисного струму:

$$I_{6i} = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U_{6i}} = \frac{630 \text{ кВА}}{\sqrt{3} \cdot 6 \text{ кВ}} = 60,62 \text{ А}$$

Розрахунок базисних опорів:

$$x_{*6Li} = x_{0Li} \frac{S_6}{U_{6i}^2} = 0,08 \frac{\text{Ом}}{\text{км}} \cdot 0,14 \text{ км} \cdot \frac{630 \cdot 10^3}{(6 \cdot 10^3)^2} = 0,0002 \text{ в. б. о}.$$

$$\sum X_{K1} = X_{Tp} + X_{зс} + X_{L1} = 0,016 + 0,01 + 0,0002 = 0,0262 \text{ в. б. о};$$

$$r_{*6Li} = r_{0Li} \frac{S_6}{U_{6i}^2} = \frac{1}{53 \frac{M}{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2} \cdot 70 \text{мм}^2} \cdot 140 \text{м} \cdot \frac{630 \cdot 10^3}{(6 \cdot 10^3)^2} = 0,0007 \text{ в. б. о};$$

					ОМ-91.12.1353-с.102.000.00ПЗ	Арк
						50
ЗМН	Ар К	№ докум	Підпис	Дата		

$$\sum R_{K1} = R_{L1} = 0,0007 = 0,0007 \text{ в. б. о};$$

$$Z_{K1} = \sqrt{(\sum R_{K1})^2 + (\sum X_{K1})^2} = \sqrt{0,0007^2 + 0,0262^2} = 0,0262 \text{ в. б. о}$$

Струми 3-х фазного короткого замикання:

$$I_{ki}^{(3)} = \frac{I_{\delta i}}{\sum Z_{\delta i}} = \frac{60,62}{0,0262} = 2313 \text{ А} = 2,313 \text{ кА}$$

$$I_p \ll I_{ki}^{(3)}$$

Струми 2-х фазного короткого замикання

$$I_{ki}^{(2)} = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot I_{ki}^{(3)} = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot 2,313 \text{ кА} = 2 \text{ кА}$$

Амплітудне значення ударного струму короткого замикання

$$i_y = \sqrt{2} \cdot \kappa_y \cdot I_{ki}^{(3)} = \sqrt{2} \cdot 1,8 \cdot 2,313 = 5,88 \text{ кА}$$

Діюче значення ударного струму

$$I_y = I_k^{(3)} \cdot q = 2,313 \cdot 1,52 = 3,52 \text{ кА}$$

Результати розрахунку занесено до таблиці.

Розрахунок лінії КНС1 (1 секція та 2 секція) Лінія №5 (Точка К5 та К6):

Розрахунок базисного струму:

$$I_{\delta i} = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U_{\delta i}} = \frac{630 \text{ кВА}}{\sqrt{3} \cdot 6 \text{ кВ}} = 60,62 \text{ А}$$

Розрахунок базисних опорів:

$$x_{*6Li} = x_0 L_i \frac{S_{\delta}}{U_{\delta i}^2} = 0,4 \frac{\text{Ом}}{\text{км}} \cdot 2,2 \text{ км} \cdot \frac{630 \cdot 10^3}{(6 \cdot 10^3)^2} = 0,015 \text{ в. б. о.}$$

$$\sum X_{K1} = X_{Tp} + X_{зс} + X_{L1} = 0,016 + 0,01 + 0,0154 = 0,041 \text{ в. б. о};$$

$$r_{*6Li} = r_0 L_i \frac{S_{\delta}}{U_{\delta i}^2} = \frac{1}{32 \frac{\text{М}}{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2} \cdot 95 \text{ мм}^2} \cdot 2200 \text{ М} \cdot \frac{630 \cdot 10^3}{(6 \cdot 10^3)^2} = 0,013 \text{ в. б. о};$$

$$\sum R_{K1} = R_{L1} = 0,013 = 0,013 \text{ в. б. о};$$

$$Z_{K1} = \sqrt{(\sum R_{K1})^2 + (\sum X_{K1})^2} = \sqrt{0,013^2 + 0,041^2} = 0,043 \text{ в. б. о}$$

Струми 3-х фазного короткого замикання:

					ОМ-91.12.1353-с.102.000.00ПЗ	Арк
ЗМН	Ар К	№ докум	Підпис	Дата		51

$$I_{ki}^{(3)} = \frac{I_{\delta i}}{\sum Z_{\delta i}} = \frac{60,62}{0,043} = 1,41 \text{ кА}$$

$$I_p \ll I_{ki}^{(3)}$$

Струми 2-х фазного короткого замикання

$$I_{ki}^{(2)} = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot I_{ki}^{(3)} = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot 1,41 \text{ кА} = 1,22 \text{ кА}$$

Амплітудне значення ударного струму короткого замикання

$$i_y = \sqrt{2} \cdot \kappa_y \cdot I_{ki}^{(3)} = \sqrt{2} \cdot 1,8 \cdot 1,41 \text{ кА} = 3,59 \text{ кА}$$

Діюче значення ударного струму

$$I_y = I_k^{(3)} \cdot q = 1,41 \text{ кА} \cdot 1,52 = 2,14 \text{ кА}$$

Результати розрахунку занесено до таблиці.

Розрахунок лінії ДНС (1 секція та 2 секція) Лінія №7- №8 (Точка К7 та К8):

Розрахунок базисного струму:

$$I_{\delta i} = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U_{\delta i}} = \frac{630 \text{ кВА}}{\sqrt{3} \cdot 6 \text{ кВ}} = 60,62 \text{ А}$$

Розрахунок базисних опорів:

$$x_{*6Li} = x_0 L_i \frac{S_{\delta}}{U_{\delta i}^2} = 0,4 \frac{\text{Ом}}{\text{км}} \cdot 2,0 \text{ км} \cdot \frac{630 \cdot 10^3}{(6 \cdot 10^3)^2} = 0,014 \text{ в. б. о.}$$

$$\sum X_{K1} = X_{Tp} + X_{Зс} + X_{L1} = 0,016 + 0,01 + 0,014 = 0,04 \text{ в. б. о.};$$

$$r_{*6Li} = r_0 L_i \frac{S_{\delta}}{U_{\delta i}^2} = \frac{1}{32 \cdot 95} \cdot 2000 \cdot \frac{630 \cdot 10^3}{(6 \cdot 10^3)^2} = 0,012 \text{ в. б. о.};$$

$$\sum R_{K1} = R_{L1} = 0,012 = 0,012 \text{ в. б. о.};$$

$$Z_{K1} = \sqrt{(\sum R_{K1})^2 + (\sum X_{K1})^2} = \sqrt{0,012^2 + 0,04^2} = 0,042 \text{ в. б. о.}$$

Струми 3-х фазного короткого замикання:

$$I_{ki}^{(3)} = \frac{I_{\delta i}}{\sum Z_{\delta i}} = \frac{60,62}{0,042} = 1,44 \text{ кА}$$

$$I_p \ll I_{ki}^{(3)}$$

					ОМ-91.12.1353-с.102.000.00ПЗ	Арк
						52
ЗМН	Ар К	№ докум	Підпис	Дата		

Струми 2-х фазного короткого замикання

$$I_{ki}^{(2)} = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot I_{ki}^{(3)} = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot 1,44 = 1,25 \text{ кА}$$

Амплітудне значення ударного струму короткого замикання

$$i_y = \sqrt{2} \cdot \kappa_y \cdot I_{ki}^{(3)} = \sqrt{2} \cdot 1,8 \cdot 1,44 = 3,67 \text{ кА}$$

Діюче значення ударного струму

$$I_y = I_k^{(3)} \cdot q = 1,44 \cdot 1,52 = 2,18 \text{ кА}$$

Результати розрахунку занесено до таблиці.

Розрахунок ліній для насосів ВАО-500 -3 шт. Лінія №9 - 11 (Точка К9 – К11):

Розрахунок базисного струму:

$$I_{\delta i} = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U_{\delta i}} = \frac{630 \text{ кВА}}{\sqrt{3} \cdot 6 \text{ кВ}} = 60,62 \text{ А}$$

Розрахунок базисних опорів:

$$x_{*6Li} = x_0 L_i \frac{S_6}{U_{\delta i}^2} = 0,08 \frac{\text{Ом}}{\text{км}} \cdot 0,085 \text{ км} \cdot \frac{630 \cdot 10^3}{(6 \cdot 10^3)^2} = 0,0006 \text{ в. б. о.}$$

$$\sum X_{K1} = X_{Tp} + X_{зс} + X_{L1} = 0,016 + 0,01 + 0,0005 = 0,0265 \text{ в. б. о.};$$

$$r_{*6Li} = r_0 L_i \frac{S_6}{U_{\delta i}^2} = \frac{1}{53 \frac{\text{м}}{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2} \cdot 50 \text{ мм}^2} \cdot 85 \text{ м} \cdot \frac{630 \cdot 10^3}{(6 \cdot 10^3)^2} = 0,0001 \text{ в. б. о.};$$

$$\sum R_{K1} = R_{L1} = 0,0001 = 0,0001 \text{ в. б. о.};$$

$$Z_{K1} = \sqrt{(\sum R_{K1})^2 + (\sum X_{K1})^2} = \sqrt{0,0001^2 + 0,0265^2} = 0,0265 \text{ в. б. о.}$$

Струми 3-х фазного короткого замикання:

$$I_{ki}^{(3)} = \frac{I_{\delta i}}{\sum Z_{\delta i}} = \frac{60,62}{0,0265} = 2,29 \text{ кА}$$

$$I_p \ll I_{ki}^{(3)}$$

Струми 2-х фазного короткого замикання

$$I_{ki}^{(2)} = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot I_{ki}^{(3)} = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot 2,29 = 1,98 \text{ кА}$$

Амплітудне значення ударного струму короткого замикання

$$i_y = \sqrt{2} \cdot \kappa_y \cdot I_{ki}^{(3)} = \sqrt{2} \cdot 1,8 \cdot 2,29 = 5,82 \text{ кА}$$

					ОМ-91.12.1353-с.102.000.00ПЗ	Арк
ЗМН	Ар К	№ докум	Підпис	Дата		53

Діюче значення ударного струму

$$I_y = I_k^{(3)} \cdot q = 2,29 \cdot 1,52 = 3,480 \text{ кА}$$

Результати розрахунку занесено до таблиці.

Розрахунок ліній для насосів СТД 315 кВт -4 шт. СТД 200 кВт -2 шт Лінія №12 - 17 (Точка К12 – К17):

Розрахунок базисного струму:

$$I_{\delta i} = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U_{\delta i}} = \frac{630 \text{ кВА}}{\sqrt{3} \cdot 6 \text{ кВ}} = 60,62 \text{ А}$$

Розрахунок базисних опорів:

$$x_{*6Li} = x_{0Li} \frac{S_6}{U_{\delta i}^2} = 0,08 \frac{\text{Ом}}{\text{км}} \cdot 0,2 \text{ км} \cdot \frac{630 \cdot 10^3}{(6 \cdot 10^3)^2} = 0,0003 \text{ в. б. о.}$$

$$\sum X_{K1} = X_{Tp} + X_{зс} + X_{L1} = 0,016 + 0,01 + 0,0003 = 0,0263 \text{ в. б. о.}$$

$$r_{*6Li} = r_{0Li} \frac{S_6}{U_{\delta i}^2} = \frac{1}{53 \frac{\text{М}}{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2} \cdot 50 \text{ мм}^2} \cdot 200 \text{ м} \cdot \frac{630 \cdot 10^3}{(6 \cdot 10^3)^2} = 0,001 \text{ в. б. о.}$$

$$\sum R_{K1} = R_{L1} = 0,001 = 0,001 \text{ в. б. о.}$$

$$Z_{K1} = \sqrt{(\sum R_{K1})^2 + (\sum X_{K1})^2} = \sqrt{0,001^2 + 0,0263^2} = 0,0263 \text{ в. б. о.}$$

Струми 3-х фазного короткого замикання:

$$I_{ki}^{(3)} = \frac{I_{\delta i}}{\sum Z_{\delta i}} = \frac{60,62}{0,0263} = 2,3 \text{ кА}$$

$$I_p \ll I_{ki}^{(3)}$$

Струми 2-х фазного короткого замикання

$$I_{ki}^{(2)} = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot I_{ki}^{(3)} = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot 2,3 = 1,99 \text{ кА}$$

Амплітудне значення ударного струму короткого замикання

$$i_y = \sqrt{2} \cdot \kappa_y \cdot I_{ki}^{(3)} = \sqrt{2} \cdot 1,8 \cdot 2,3 = 5,85 \text{ кА}$$

Діюче значення ударного струму

$$I_y = I_k^{(3)} \cdot q = 2,3 \cdot 1,52 = 3,5 \text{ кА}$$

Результати розрахунку занесено до таблиці.

Розрахунок ліній КНС2 (Точка К18 – К19):

Розрахунок базисного струму:

					ОМ-91.12.1353-с.102.000.00ПЗ	Арк
						54
ЗМН	Ар К	№ докум	Підпис	Дата		

$$I_{\delta i} = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U_{\delta i}} = \frac{630 \text{ кВА}}{\sqrt{3} \cdot 6 \text{ кВ}} = 60,62 \text{ А}$$

Розрахунок базисних опорів:

$$x_{*6Li} = x_{0Li} \frac{S_6}{U_{\delta i}^2} = 0,08 \frac{\text{Ом}}{\text{км}} \cdot 1,4 \text{ км} \cdot \frac{630 \cdot 10^3}{(6 \cdot 10^3)^2} = 0,0019 \text{ в. б. о.}$$

$$\sum X_{K1} = X_{Tp} + X_{Зс} + X_{L1} = 0,016 + 0,01 + 0,0019 = 0,0279 \text{ в. б. о.};$$

$$r_{*6Li} = r_{0Li} \frac{S_6}{U_{\delta i}^2} = \frac{1}{53 \frac{\text{М}}{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2} \cdot 95 \text{ мм}^2} \cdot 1400 \text{ м} \cdot \frac{630 \cdot 10^3}{(6 \cdot 10^3)^2} = 0,005 \text{ в. б. о.};$$

$$\sum R_{K1} = R_{L1} = 0,005 = 0,005 \text{ в. б. о.};$$

$$Z_{K1} = \sqrt{(\sum R_{K1})^2 + (\sum X_{K1})^2} = \sqrt{0,005^2 + 0,0279^2} = 0,0283 \text{ в. б. о}$$

Струми 3-х фазного короткого замикання:

$$I_{ki}^{(3)} = \frac{I_{\delta i}}{\sum Z_{\delta i}} = \frac{60,62}{0,0283} = 2,14 \text{ кА}$$

$$I_p \ll I_{ki}^{(3)}$$

Струми 2-х фазного короткого замикання

$$I_{ki}^{(2)} = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot I_{ki}^{(3)} = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot 2,14 = 1,85 \text{ кА}$$

Амплітудне значення ударного струму короткого замикання

$$i_y = \sqrt{2} \cdot \kappa_y \cdot I_{ki}^{(3)} = \sqrt{2} \cdot 1,8 \cdot 2,14 = 5,45 \text{ кА}$$

Діюче значення ударного струму

$$I_y = I_k^{(3)} \cdot q = 2,14 \cdot 1,52 = 3,25 \text{ кА}$$

Таблиця 2.5.1 – Розрахунок КЗ мережі 6 кВ параметрів КЗ

Точки	$U_{\delta i}, \text{кВ}$	$I_{\delta i}, \text{А}$	$\sum X_{\delta i}^*$	$\sum R_{\delta i}^*$	$\sum Z_{\delta i}^*$	$I_k^{(3)}, \text{кА}$	$I_k^{(2)}, \text{кА}$	$i_y, \text{кА}$	$I_y, \text{кА}$
K1	6,0	60,62	0,011	0,08	0,081	0,748	0,648	1,9	1,13
K2	6,0	60,62	0,011	0,08	0,081	0,748	0,648	1,9	1,13
K3	6,0	60,62	0,019	0,06	0,062	0,977	0,846	2,48	1,48
K4	6,0	60,62	0,019	0,06	0,062	0,977	0,846	2,48	1,48
K5 – K8	6,0	60,62	0,01	0,012	0,015	4,04	3,5	10,28	6,14
K9 – K11	6,0	60,62	0,0012	0,056	0,056	1,08	0,93	2,74	1,64
K12 – K17	6,0	60,62	0,0028	0,013	0,015	4,04	3,5	10,28	6,14
K18 – K19	6,0	60,62	0,0196	0,048	0,052	1,18	1,02	3,0	1,79

					ОМ-91.12.1353-с.102.000.00ПЗ				Арк
ЗМН	Арк	№ докум	Підпис	Дата					55

K20	6,0	60,62	0,003	-	0,003	20,206	17,5	51,4	30,71
-----	-----	-------	-------	---	-------	--------	------	------	-------

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: $i_{дс} > i_y$.

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: $I_{Т.С.}^2 \cdot t_{Т.С.} \geq I_{\infty}^2 \cdot t_{нр}$.

Розрахунок та вибір апаратів захисту наведено в таблиці 5.1.

Таблиця 2.6.1 - Електричні апарати захисту кабельних мереж. Авт. вимикачі.

Точки встановлення апаратів	Тип ел. апаратури	Напруга, кВ		Струм, А		Струм вимикання, кА		Ел. динам. стійкість, кА		Термічна стійкість	
		U _{н.а} п	U _м	I _{н.ап}	I _р	I _{вим}	I _к ⁽³⁾	i _{д.с.}	i _y	I _{т.с} ² ·t _{т.с.}	I _∞ ² ·t _{нр}
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
K1	ВМПП-6-630/6	6,0	6,0	630	15,3	20,0	1,595	50,0	4,06	20 ² ·4	0,748 ² ·0,25
K2	ВМПП-6-630/6	6,0	6,0	630	20,4	20,0	1,595	50,0	4,06	20 ² ·4	0,748 ² ·0,25
K3	ВМПП-6-630/6	6,0	6,0	630	147,4	20,0	2,313	50,0	5,88	20 ² ·4	0,977 ² ·0,25
K4	ВМПП-6-630/6	6,0	6,0	630	147,4	20,0		50,0	5,88	20 ² ·4	0,977 ² ·0,25
K5 – K8	ВМПП-6-630/6	6,0	6,0	630	163,3	20,0	1,41	50,0	3,59	20 ² ·4	4,04 ² ·0,25
K9 – K11	ВМПП-6-630/6	6,0	6,0	630	144,34	20,0	2,29	50,0	5,82	20 ² ·4	1,08 ² ·0,25
K12 – K17	ВМПП-6-630/6	6,0	6,0	630	19,26	20,0	2,3	50,0	5,85	20 ² ·4	4,04 ² ·0,25

					ОМ-91.12.1353-с.102.000.00ПЗ					Арк
ЗМН	Арк	№ докум	Підпис	Дата						56

Таблиця 2.6.2 - Електричні апарати захисту кабельних мереж. Авт.вимикачі.

Точки встановлення апаратів	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
K18 – K19	ВМПП-6-630/6	6,0	6,0	630	79,33	20,0	2,14	50,0	5,45	20 ² ·4	1,18 ² ·0,25
K* _{тр}	ВМПП-6-630/6	6,0	6,0	630	459,9	20,0	3,78	50,0	9,62	20 ² ·4	20,206 ² ·0,25
K* _{зс}	С-35М-630/10	35,0	35,0	630	459,9	10,0	6,06	26,0	15,42	10 ² ·4	20,206 ² ·0,25

Таблиця 2.6.2 - Електричні апарати захисту кабельних мереж. роз'єднувач

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
К*зс	РНД-35/1000У1	35,0	35,0	1000	459,9	20,0	3,78	50,0	15,42	20 ² ·4	0,206 ² ·0,25
К*тр	РНД-35/1000У1	35,0	35,0	1000	459,9	20,0	6.06	50,0	9,62	20 ² ·4	0,206 ² ·0,25
К12	РНД-35/1000У1	35,0	35,0	1000	19,26	20,0	4,04	50,0	5,85	20 ² ·4	4,04 ² ·0,5
К14	РНД-35/1000У1	35,0	35,0	1000	19,26	20,0	4,04	50,0	5,85	20 ² ·4	4,04 ² ·0,5

Таблиця 2.6.3 - Електричні апарати захисту кабельних мереж. запобіжники

Точки встановлення апаратів захисту	Тип ел.апаратури	Напруга,кВ		Струм, А		Струм вимикання,кА		Ел.динам. стійкість, кА		Термічнастійкість	
		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
К10	ПР-2	0.8	0.8	100	58.6	10,0	2,29	25,0	5,82	20 ² ·4	0,748 ² ·0,25
К17	ПР-2	0.8	0.8	100	58.6	10,0	2,3	25,0	5,85	20 ² ·4	0,748 ² ·0,25

Висновок

У розділі розглянуто електропостачання Рибальського родовища. В ньому ми розглянули мережу та робили вибір світильника та прожектора для освітлення, навантаження очисних споруд та збірок КНС,ДНС,ПЕД та підприємства, розрахунок робочих струмів, вибір споживачів електричної мережі та їх перевірка,

					ОМ-91.12.1353-с.102.000.00ПЗ	Арк
ЗМН	Ар к	№ докум	Підпис	Дата		57

розрахунок струмів короткого замикання та вибір електричних апаратів захисту кабельних мереж.

На основі заданих даних в освітленні, було вибрано світильник ВЗГ-200 та прожектор ПЗМ-25А.

Електричні навантаження підприємства для очисних споруд 580 кВА було обрано трансформатор 630/6, для усіх споживачів підприємства при 6800 кВА трансформатор ТМН-10000/35

При розрахунку електричних мережі, перевірці за нагрівом та за економічною густиною було вибрано кабелі АВБбШв котрі застосовується в умовах, що передбачають наявність небезпеки механічних та роздавлюючих ушкоджень кабельної лінії.

В розділі розрахунку струму було прийнято базисну потужність 630кВА, базисна напруга 6 кВ, за цими даними було розраховано базисного струму, базисних опорів, струми 2-х фазного короткого замикання, амплітудне значення ударного струму короткого замикання, діюче значення ударного струму для таблиці 4.1

Для електричних апаратів захисту кабеля що підходили під розраховані дані, були взяті такі автоматичні вимикачі як ВМПП-6-630/6, роз'єднувачі РНД-35/100У1 та запобіжники ПР-2.

					ОМ-91.12.1353-с.102.000.00ПЗ	Арк
ЗМН	Ар К	№ докум	Підпис	Дата		58

3 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА

3.1 Аналіз літературних джерел, для виявлення проблематики

Верстат-гойдалка приводить в дію глибинно-насосну установку, шляхом перетворення обертового руху вала двигуна у вертикальний зворотно-поступальний рух всієї колони штанг і плунжера глибинного насоса. Верстат-гойдалка комплектується асинхронним електродвигуном з підвищеним пусковим моментом й волого та морозостійкою ізоляцією, блоками управління, що забезпечують індивідуальний самозапуск верстатів-гойдалок або програмну роботу з індивідуальним самозапуском.

Використання об'ємного гідроприводу зумовлено його високою енергоємністю і простотою перетворення обертового руху високооборотного двигуна в повільний зворотно-поступальний рух точки підвісу штанг.

Гідравлічний привід має високий ККД та дозволяє досить просто регулювати окремі параметри циклу подвійного ходу штанг. Наприклад, змінювати прискорення точки підвісу штанг незалежно від числа подвійних ходів, регулювати швидкості ходу штанг вгору і вниз залежно від властивостей пластової рідини і т.д.

Основні типи верстатів-гойдалок та їх характеристики зазначені в таблиці 3.1.1, згідно ГОСТ 5866—76.

За способом зрівноважування верстати-гойдалки бувають:

з балансирним зрівноваженням — СК2;

з комбінованим зрівноваженням — СК3;

з кривошипним зрівноваженням від СК4 до СК10.

					ОМ-91.12.1353-с.102.000.00ПЗ	Арк
						59
ЗМН	Ар К	№ докум	Підпис	Дата		

Таблиця 3.1.1 - Основні параметри верстатів-гойдалок

Верстат-гойдалка	Найбільше допустиме навантаження на гирловий шток, кН	Номінальні довжини ходів гирлового штока, м	Найбільший допустимий крутний момент на ведучому валу редуктора, кН·м	Маса комплекту, не більше кг
Балансирні верстати-гойдалки				
СК2-0,6-250	20	0,6	2,5	1600
СК3-1,2-630	30	1,2	6,3	3850
СК4-2,1-1600	40	2,1	16	7200
СК5-3-2500	50	3	25	9900
СК6-2,1-2500	60	2,1	25	9600
СК8-3,5-4000	80	3,5	40	15100
СК12-2,5-4000	120	2,5	40	14800
СК8-3,5-5600	80	3,5	56	15600
СК10-3-5600	100	3,0	56	15450
СК10-4,5-8000	100	4,5	80	24900
СК12-3,5-8000	120	3,5	80	24800
СК15-3,6-12500	150	6,0	125	34800
СК20-4,5-12500	200	4,5	125	34500
Безбалансирні верстати-гойдалки				
СБМ3-1,8-700	30	1,8	7,0	267
СБМ6-3-2500	60	3,0	25	7240
СБМ12-5-800	120	5,0	80	17180

3.1.2 Конструкція верстата-гойдалки

Верстат-гойдалка (рис. 3.1.1.1) складається з рами, стійки, канатних шківів, кривошипів з противагами, траверси з шатунами, редуктора, гальма, клинопасової передачі із електродвигуном, підвіски гирлового штока. Основні вузли приводів — редуктор, гальмо, канатна підвіска, вузол кріплення електродвигуна, противаги — уніфіковані з балансирними верстатами-гойдалками.

Рама виконана з профільного прокату у вигляді двох полозів, сполучених між собою поперечиною. У верстатах-гойдалках з комбінованим і кривошипним урівноваженням для зменшення висоти фундаменту до рами приварюється під редукторна підставка підставка. На рамі вмонтовується стійка, редуктор або під

					ОМ-91.12.1353-с.102.000.00ПЗ	Арк
ЗМН	Арк	№ докум	Підпис	Дата		60

редукторна підставка, поворотна салазка під електродвигун і огорожу кривошипно-шатунного механізму.

Стійка виконана з профільного прокату, трьохнової конструкції у верстатах-гойдалках типа 1СК, 2СК, 3СК і чотирьохнової - у верстатах-гойдалках типу 4СК і вище. Ноги з'єднуються поперечними зв'язками. Стійка приварюється безпосередньо до рами у верстатах-гойдалках 1СК, 2СК, 3СК, 4СК і кріпиться до неї болтами на решті типів. На плиті встановлюється опора балансира, який за допомогою чотирьох приварених упорів з настановними гвинтами переміщається в подовжньому напрямі. Крім того, після монтажу верстата-гойдалки положення точки підвісу штанг регулюється по центру свердловини також за допомогою цих упорів і гвинтів. Два прорізи з плити полегшують зміну скоб осі балансира.

Балансир складається з дугової головки і тіла балансира однобалочної конструкції двотаврового перетину або профільного прокату, або зварної конструкції. Для виробництва ремонтних робіт в свердловині у верстатах-гойдалках 1СК, 2СК і 3СК головка балансира виконана відкидною, а на потужніших типах - поворотною. Поворот в робочому положенні здійснюється за рахунок паза в шайбі головки. Для звільнення головки клин за допомогою рукоятки зволікається назад.

Опора балансира складається з осі, обидва кінці якої покояться на сферичних роликотидшипниках, укладених в чавунні корпуси. Середня частина осі квадратного перетину двома скобами кріпиться до нижньої полиці балансира. Опора траверси створює шарнірне з'єднання балансира з траверсою і шатунами. На верстатах-гойдалках з балансирним урівноваженням вісь траверси розвинена в траверсу, в середній частині якої також покоїться сферичний роликотидшипник. На верстатах-гойдалках з комбінованим і кривошипним урівноваженням вісь опори траверси, насаджена у внутрішню обойму підшипника, по кінцях затиснена в клемових затисках двох кронштейнів. У середній частині вона спирається на сферичний дворядний роликотидшипник, корпус якого кріпиться до балансира.

Траверса призначена для з'єднання балансира з двома паралельно працюючими шатунами. У верстатах-гойдалках з балансирним урівноваженням вісь підшипника має траверсу у вигляді прямолінійного стрижня, а у верстатах-

					ОМ-91.12.1353-с.102.000.00ПЗ	Арк
ЗМН	Ар К	№ докум	Підпис	Дата		61

гойдалках з комбінованим і кривошипним урівноваженням вісь підшипника має фігурну траверсу у вигляді зварної балки коробчатого перетину.

Шатун представляє сталеву трубну заготовку, в яку з одного кінця вварена верхня головка, а з іншого - головка нижня. Головка верхня за допомогою клемового з'єднання притискається до пальця (на верстатах-гойдалках типу 4СК і вище) або до самої траверси (на верстатах-гойдалках 1СК, 2СК, 3СК). Палець верхньої головки в свою чергу шарнірно з'єднується з траверсою. Черевик за допомогою болтів з'єднується з корпусом сферичного роликopідшипника пальця кривошипа.

Редуктор двоступінчатий з циліндровими зубчатими колесами, розташованими симетрично щодо подовжньої осі. Провідний (швидкохідний) вал покоїться на роликopідшипниках з циліндровими роликами. На кінці валу, що закінчується конічними цапфами, встановлюється шків клиноремінної передачі і гальмо. Проміжний і кривошипний вали встановлюються на конічних роликopідшипниках. На обидва кінці кривошипного валу насаджені кривошипи.

Гальмо верстата-гойдалки виконане двоколодкової конструкції. Колодки кріпляться до редуктора пальцем. За допомогою стягнутого пристрою, що складається з ходового гвинта з правою і лівою різьбою і двох гайок, укріплених на рухомих кінцях колодок, обжимається гальмівний шків, насаджений на провідний вал редуктора. Ходовий гвинт кріпиться до редуктора вилкою, що утримує його від зсуву. Рукоятка гальма, насаджена на стягнутий гвинт винесена в кінці рами за електродвигун.

У підвісці сальникового штока як гнучка ланка застосовується, залежно від навантаження в точці підвісу штанг, канат різних діаметрів. Вузол складається з каната, верхньої траверси з втулкою, несучою клиновий затиск сальникового штока, і нижньої траверси з двома втулками. Нижня траверсу служить опорою для верхньої траверси, а також корпусом для клинового затиску каната.[16]

					ОМ-91.12.1353-с.102.000.00ПЗ	Арк
						62
ЗМН	Ар К	№ докум	Підпис	Дата		

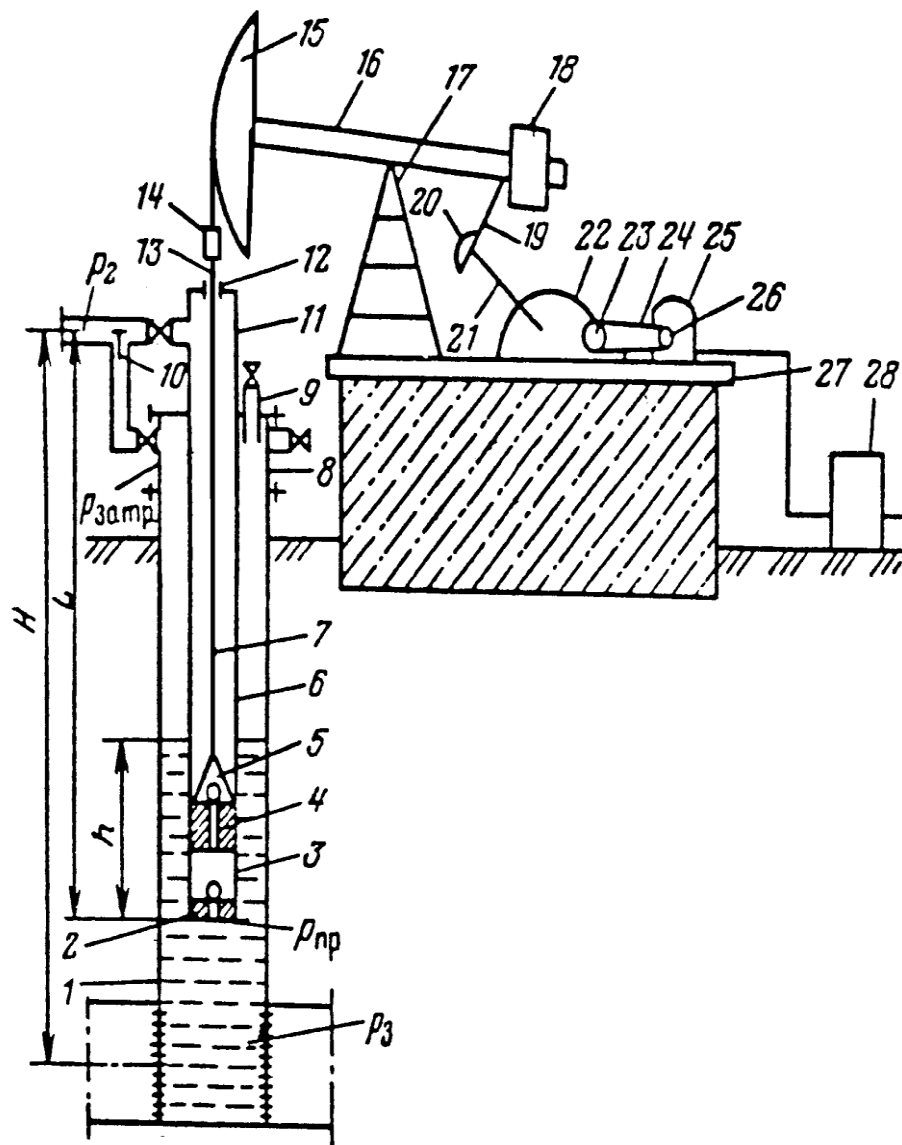


Рисунок 3.1.2.1 Схема штангової свердловинно-насосної установки (УШГН), де

1. Експлуатаційна колона;
2. Всмоктуючий клапан;
3. Циліндр насоса;
4. Плунжер;
5. Нагнітальний клапан;
6. Насосно-компресорні труби;
7. Насосні штанги;
8. Хрестовина;
9. Гирловий патрубок;
10. Зворотний клапан для перепуску газу;

					ОМ-91.12.1353-с.102.000.00ПЗ	Арк
ЗМН	Ар К	№ докум	Підпис	Дата		63

- 11.Трійник;
- 12.Гирловий сальник;
- 13.Гирловий шток;
- 14.Канатна підвіска;
- 15.Головка балансира;
- 16.Балансир;
- 17.Стійка;
- 18.Балансирний грузнук;
- 19.Шатун;
- 20.Кривошипний вантаж;
- 21.Кривошип;
- 22.Редуктор;
- 23.Відомий шків;
- 24.Клиноремінна передача;
- 25.Електродвигун на поворотній салазке;
- 26.Провідний шків;
- 27.Рама;
- 28.Блок управління.

3.1.3 Принцип дії та кінематика верстата-гойдалки

Двигун через клиноремінну передачу і редуктор приводить в рух два масивних кривошипа, розташованих з двох сторін редуктора. Кривошипно-шатунний механізм перетворює рух в поворотно-поступальну ходу балансира, який обертається на опорній осі, укріпленій на стійці. Балансир передає поворотно-поступальну ходу канатній підвісці, штангам і плунжеру.

Штангово-свердловинний насос - поршневий насос однорідної дії, а в цілому комплекс з насоса і штанг - подвійної дії.

Коли плунжер рухається вгору нагнітальний клапан під дією рідини закривається і вся рідина, що знаходяться під плунжером, підіймається вгору на висоту рівну довжині ходу плунжера. Тим часом рідина свердловини через всмоктувальний клапан заповнює циліндр насоса.

					ОМ-91.12.1353-с.102.000.00ПЗ	Арк
ЗМН	Ар К	№ докум	Підпис	Дата		64

При ході плунжера вниз всмоктувальний клапан закривається, рідина під плунжером стискається, і відкривається нагнітальний клапан. У циліндр занурюються штанги, пов'язані з плунжером.

Рідина з НКТ витискується через трійник в нафтозбірний трубопровід.

Кінематика верстата-гойдалки

Кінематики балансира верстата-гойдалки дозволяє визначити, як протягом подвійного ходу змінюються величини шляху, прохідної точки підвісу штанг, швидкості її руху, прискорення.

Розглянемо перетворюючий механізм балансира верстатів-гойдалок на рисунку 4.2. Він є простим плоским механізмом першого класу другого порядку. Позначимо: кривошип відрізком OA завдовжки r , шатун відрізком AB завдовжки l , заднє BC і переднє CD плечі балансира з довжинами відповідно k і k_1 , база - відстань між точками O і C довжиною p .

В даний час широко відомі три способи визначення законів руху елементів балансира верстата-гойдалки, відмінні підходом до аналізу перетворюючого механізму. Ці способи, не зовсім вдало звані «теоріями», залежно від допущень, що приймаються, дозволяють з різним ступенем точності знайти закон зміни переміщення, швидкості і прискорення точки підвісу штанг D .

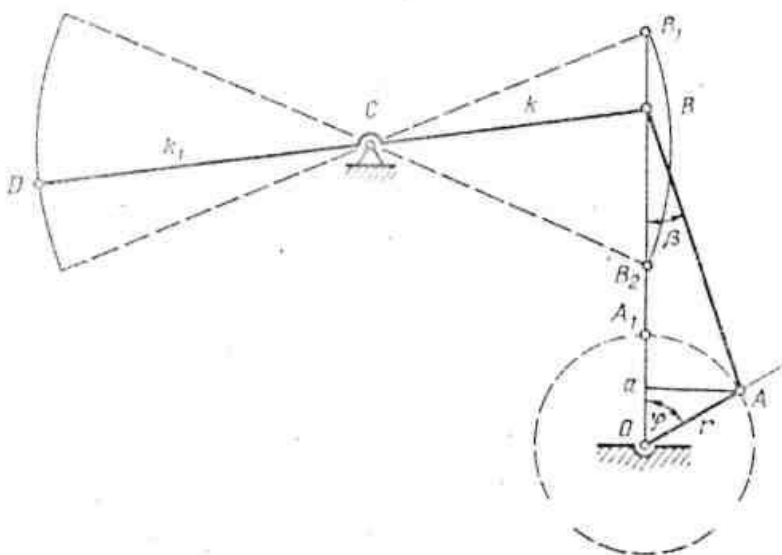


Рисунок 3.1.3.1 - Кінематична схема перетворюючого механізму

					ОМ-91.12.1353-с.102.000.00ПЗ	Арк
ЗМН	Ар к	№ докум	Підпис	Дата		65

Так звана елементарна теорія заснована на наступних допущеннях: перетворюючий механізм верстата-гойдалки розглядається як звичний кривошипно-шатунний (тобто $r/l=0$; $r/k=0$).

Звідси витікає, що точка B рухається по прямій $B1, B2$, а кут $\beta = 0$. В цьому випадку закон руху точки B , а отже, і точки підвісу штанг D може бути визначений за допомогою теорії кривошипно-шатунного механізму.

Помітимо, що зміна переміщення, швидкості і прискорення точки підвісу штанг при використуванні перерахованих допущень підкорятимуться простим гармонійним законам.

Наближена теорія ґрунтується на допущенні, що $r/k=0$, траєкторія руху точки B - пряма, тобто по суті також є теорією кривошипно-шатунного механізму, в якому враховуються кінцеві величини співвідношення r/l .

Точна теорія не містить допущень, прийнятих в розглянутих раніше теоріях, окрім одного: миттєва кутова швидкість обертання кривошипа постійна і незмінна протягом всього подвійного ходу точки підвісу штанг

3.1.4 Тенденції розвитку систем електроприводу

Аналіз продукції провідних виробників систем приводу і матеріалів опублікованих наукових досліджень в цій області дозволяє відзначити наступні яскраво виражені тенденції розвитку електроприводу: неухильно знижується частка систем приводу з двигунами постійного струму і збільшується частка систем приводу з двигунами змінного струму. Це пов'язано з низькою надійністю механічного колектора і більш високою вартістю колекторів двигунів постійного струму в порівнянні з двигунами змінного струму. За прогнозами фахівців найближчим часом частка приводів постійного струму скоротиться до 10 % від загального числа приводів.

Приводом наступного століття за прогнозами більшості фахівців стане привод на основі вентильно-індукторного двигуна (ВІД). Двигуни цього типу прості у виготовленні, технологічні і дешеві. Вони мають пасивний феромагнітний ротор без будь-яких обмоток чи магнітів. Разом з тим, високі споживацькі властивості приводу можуть бути забезпечені тільки при застосуванні потужної

					ОМ-91.12.1353-с.102.000.00ПЗ	Арк
ЗМН	Ар К	№ докум	Підпис	Дата		66

мікропроцесорної системи керування в поєднанні з сучасною силовою електронікою. Зусилля багатьох розробників в світі сконцентровані в цій області.

Конструктивно ВІД аналогічний кроковому двигуну. Живлення обмоток від перетворювача частоти (ПЧ) із зворотним зв'язком по положенню ротора забезпечує високі техніко-економічні показники ВІД і дозволяє застосовувати його в якості керованого електродвигуна в широкому діапазоні потужностей. Від традиційних конструкцій електричних машин його відрізняє підвищена надійність, обумовлена відсутністю обмоток на роторі і застосуванням для збудження полюсів статора простих і надійних зосереджених обмоток, що не мають перетинів суміжних котушок в лобових частинах. По простоті пристрою і надійності ВІД перевершує асинхронний двигун, трудомісткість його виготовлення в 1,5...2 рази менше ніж у асинхронного двигуна. При цьому ККД у ВІД на 2-5% вище. Порівняно з синхронними вентильними двигунами з електромагнітним збудженням або збудженням від постійних магнітів (ПМ), ВІД конструктивно простіший і надійніший, вартість його істотно нижча. Слід зазначити також підвищену надійність силового інвертора ВІД, яка обумовлена схемними рішеннями, що практично виключають можливість наскрізних коротких замикань в інверторі. Діапазон потужностей створених ВІД сьогодні достатньо широкий: від одиниць Вт до кількох десятків кВт. У багатьох випадках ВІД має істотні переваги над аналогічними системами з двигунами традиційних видів. Можна стверджувати, що найближчим часом керовані вентильно-індукторні двигуни складуть серйозну альтернативу наявним керованим електродвигунам, асинхронним, колекторним і вентильним (з електромагнітним збудженням і збудженням від ПМ).

					ОМ-91.12.1353-с.102.000.00ПЗ	Арк
						67
ЗМН	Ар К	№ докум	Підпис	Дата		

3.2 Опис об'єкту модернізації

3.2.1 Вентильно-Індукторний двигун

Вентильно-індукторний двигун - це відносно новий тип електромеханічного перетворювача енергії, який поєднує в собі властивості і електричної машини, і інтегрованої системи регульованого електроприводу. Як всякий електродвигун, він забезпечує перетворення електричної енергії, яка надходить від живильної мережі, в механічну енергію, передану в навантаження. Як система регульованого електроприводу, ВІД дає можливість здійснювати управління цим процесом у відповідності з особливостями конкретного навантаження: регулювати частоту обертання, момент, потужність і так далі. Структурна схема ВІД наведена на рисунку 1.3.



Рисунок 3.2.1 - Структурна схема ВІД.

До її складу входять: індукторна машина (ІМ), перетворювач частоти, система управління і датчик положення ротора (ДПР). Функціональне призначення цих елементів ВІД: перетворювач частоти забезпечує живлення фаз ІМ однополярними імпульсами напруги прямокутної форми; ІМ здійснює електромеханічне перетворення енергії, система управління відповідно до закладених у неї алгоритмом і сигналами зворотного зв'язку, які надходять від датчика положення ротора, управляє даним процесом.

За своєю структурою ВІД нічим не відрізняється від класичної системи регульованого електроприводу. Саме тому він і володіє всіма її властивостями. Однак на відміну від регульованого електроприводу, наприклад в асинхронному двигуні, індукторна машина в ВІД не є самодостатньою. Вона принципово нездатна працювати без перетворювача частоти і системи управління. Перетворювач частоти і система управління є невід'ємними частинами ІМ, необхідними для здійснення електромеханічного перетворення енергії. Це дає право стверджувати,

					ОМ-91.12.1353-с.102.000.00ПЗ	Арк
ЗМН	Ар К	№ докум	Підпис	Дата		68

що сукупність структурних елементів, представлених на рисунку 1.3 є не тільки системою регульованого електроприводу, а й електромеханічним перетворювачем енергії.

Принцип дії

Вентильно-індукторний двигун (ВІД) працює за наступним принципом: під час впуску, впускний клапан відкривається, дозволяючи повітрю зовнішнього середовища увійти в циліндр під дією атмосферного тиску; після цього впускний клапан закривається, утворюючи закритий об'єм повітря в циліндрі; далі поршень піднімається, стискаючи повітря в циліндрі; наступним кроком є вприск палива, яке займається і спричиняє роботу двигуна; після цього поршень спускається, відводячи відпрацьовані гази з циліндра. Цей процес повторюється для кожного циліндра двигуна, забезпечуючи рухову силу та виконання роботи. Вентильно-індукторний принцип забезпечує оптимальне поєднання потужності, ефективності та економії палива, що робить його привабливим у різних сферах застосування.

Вентильно-індукторний двигун (ВІД) привабливий завдяки своїм особливостям і перевагам. ВІД є гнучким, оскільки може працювати на різних типах палива, таких як бензин, дизельне паливо і газ. ВІД досягає високої ефективності згоряння, що призводить до економії палива та зменшення викидів шкідливих речовин. Крім того, цей тип двигуна може працювати ефективно при різних швидкостях обертання, включаючи низькі оберти, що сприяє паливній економічності. ВІД також відзначається своєю надійністю завдяки простій конструкції і меншій кількості рухомих частин. Цей тип двигуна знаходить широке застосування у різних галузях, таких як автомобільна промисловість, суднобудування, генератори електростанцій і промислові сектори.

В основі роботи ВІД лежить фізичне явище, яке проявляється в тому, що на феромагнітне тіло в магнітному полі діє механічна сила тяжіння, яка прагне перемістити це тіло в область з найбільшою інтенсивністю поля. Ця сила називається електромагнітною силою.

ВІД з числом фаз $m \geq 3$ має магнітну систему, яка при будь-якому положенні ротора знайдеться група котушок, при порушенні яких ротор прийде в рух. Це передбачає відсутність так званих "мертвих зон", в яких жодна з котушок не має

					ОМ-91.12.1353-с.102.000.00ПЗ	Арк
ЗМН	Ар К	№ докум	Підпис	Дата		69

можливості створення обертального моменту, що найбільш небажано при пуску двигуна. Тому необхідно, щоб число зубців статора ZS не дорівнювало числу зубців ротора ZR .

Загальноприйняте позначення конфігурації ВІД складається з дробу, у чисельнику якого вказується число зубців статора, а в знаменнику - число зубців ротора. На рисунку 1.4 показана картина магнітного поля в поперечному перерізі ВІД конфігурації 6/4 при включенні (порушенні) фази Ax . При цьому ротор під дією електромагнітних сил буде обертатися в напрямку проти годинникової стрілки. При послідовній періодичній комутації фаз, обертання ротора буде здійснюватися із середньою кутовою швидкістю, пропорційною частоті комутації.

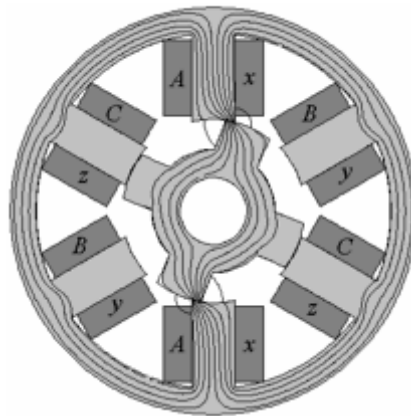


Рисунок 3.2.2 – Магнітне поле в ВІД конфігурації 6/4

При порушенні будь-якої фази ротор двигуна прагне зайняти узгоджене положення, при якому індуктивність збудженої фази буде максимальною. Відповідно положення ротора, при якому індуктивність збудженої фази мінімальна, називається неузгоджені. У разі одиночної комутації, коли в кожен момент часу до джерела постійної напруги підключена тільки одна фаза, погодженим буде положення, при якому вісь зубця ротора співпадає з віссю порушеною зубцем статора, і неузгодженим буде положення, при якому вісь паза ротора співпадає з віссю порушеною зубцем статора.

Узгоджене положення ротора є станом стійкої рівноваги, а неузгоджені положенням - нестійкої.

Переваги та Недоліки ВІД

					ОМ-91.12.1353-с.102.000.00ПЗ	Арк
ЗМН	Ар К	№ докум	Підпис	Дата		70

Переваги Вентильно-Індукторного двигуна:

Висока надійність: Вентильно-Індукторні двигуни відомі своєю високою надійністю та довговічністю. Вони мають просту конструкцію з меншою кількістю рухомих частин, що знижує ймовірність поломок і збільшує термін служби двигуна.

Високий ККД: Вентильно-Індукторні двигуни мають відносно високий коефіцієнт потужності, тобто вони перетворюють значну частину електричної енергії в механічну. Це допомагає зменшити споживання електроенергії та знизити витрати на електроенергію.

Широкий діапазон швидкостей: Вентильно-Індукторні двигуни можуть працювати в широкому діапазоні швидкостей без потреби в додаткових механічних коробках передач. Це робить їх більш гнучкими в різних застосуваннях, де потрібне регулювання швидкості.

Високий пусковий крутний момент: Вентильно-Індукторні двигуни мають високий початковий крутний момент, що дозволяє їм легко запускатися та прискорюватися навіть за великих навантажень.

Недоліки Вентильно-Індукторного двигуна:

Великі розміри та вага: Вентильно-Індукторні двигуни зазвичай мають більші розміри та більшу вагу порівняно з іншими типами електродвигунів, такими як синхронні та асинхронні двигуни. Це може бути обмеженням у середовищах з обмеженим простором або програмах, які потребують мобільності.

Обмежена точність регулювання швидкості: порівняно з іншими типами двигунів, Вентильно-Індукторні двигуни мають нижчу точність регулювання швидкості. Це може бути недоліком у програмах, де необхідне дуже точне регулювання швидкості.

Високі витрати на технічне обслуговування: Вентильно-Індукторні двигуни вимагають регулярного технічного обслуговування для забезпечення належної роботи. Це може призвести до збільшення витрат на технічне обслуговування та утримання.

Високий рівень шуму та вібрації: Вентильно-Індукторні двигуни можуть створювати значний шум і вібрацію під час роботи, особливо під великим

					ОМ-91.12.1353-с.102.000.00ПЗ	Арк
ЗМН	Ар К	№ докум	Підпис	Дата		71

навантаженням або на високих швидкостях. Це може вимагати додаткових заходів для зменшення шуму та вібрації в програмах, де це важливо.

Варто зазначити, що переваги та недоліки клапанно-індукторних двигунів можуть відрізнятися залежно від конкретних випадків використання та контексту застосування.

Област Застосування ВІД

ВІД, що представляє собою новий тип електромеханічного перетворювача енергії,

має повільне впровадження на ринку через свою відносну новизну. Однак, вже наразі багато провідних електротехнічних компаній розглядають можливість масового виробництва ВІД або навіть вже займаються його виробництвом.

Вентильно-індукторний двигун (ВІД) застосовується в різних областях, включаючи автомобільну промисловість, суднобудування, генератори електростанцій. У автомобілях, ВІД може забезпечувати ефективну роботу при низьких обертах, сприяючи економії палива. В суднобудуванні, цей тип двигуна може бути використаний на морських судах, забезпечуючи ефективну роботу при різних швидкостях і навантаженнях. Генератори електростанцій також можуть використовувати ВІД для стабільної та ефективної роботи при змінному навантаженні.

Використання ВІД може значно підвищити ефективність у випадках, коли потрібно регулювати частоту обертання в умовах, які характеризуються важкими робочими умовами. Такі умови часто зустрічаються в електроприводах для металургійної та гірничодобувної промисловості, а також в рухомому складі електричного транспорту.

У промисловому секторі існує значна кількість пристроїв і механізмів, які працюють на нерегульованому електроприводі, але досягнення енергетичної ефективності може бути суттєво покращеним за допомогою регульованого електроприводу. Особливо це стосується компресорів, насосів і вентиляторів. Використання ВІД в таких випадках виявляє великий потенціал і є дуже перспективним рішенням.

					ОМ-91.12.1353-с.102.000.00ПЗ	Арк
ЗМН	Ар К	№ докум	Підпис	Дата		72

3.2.2 Особливості керування ВІД та обрання схеми управління

Як будь-який електродвигун, ВІД забезпечує перетворення електричної енергії, що надходить від мережі живлення, у механічну енергію, передану на навантаження. Як система регульованого електропривода, ВІД дає можливість здійснювати керування цим процесом відповідно до особливостей конкретного навантаження: регулювати частоту обертання, момент, потужність і так далі.

Аналіз способів та особливостей керування вентильно-індукторними двигунами

По своїй структурі ВІД нічим не відрізняється від класичної системи регульованого електропривода. Саме тому він і має всі її властивості. Однак на відміну від регульованого електропривода, наприклад, з асинхронним двигуном, ІМ у ВІД не є самодостатньою. Вона принципово нездатна працювати без перетворювача частоти й системи керування. Перетворювач частоти й система керування є невід'ємними частинами ІМ, необхідними для здійснення електромеханічного перетворення енергії. Конструктивно ІМ, перетворювач частоти й система керування у ВІД можуть бути виконані роздільно. При цьому в процесі роботи вони можуть перебувати на досить великому віддаленні один від одного. Двійковий код, що отримується з датчика положення ротора (ДПР), фіксує усталену кількість положень ротора. Саме завдяки цьому відбувається самосинхронізація двигуна, в результаті чого частота обертання поля пропорційна частоті обертання ротора, а частота обертання поля залежить від напруги живлення.

Розрізняють кілька способів керування ВІД:

Безперервне керування - припускає можливість плавної зміни напруги, яка підводиться до обмотки статора. Його можна здійснювати за допомогою регульованого джерела живлення, додаткового блока керування, який регулює рівень напруги за допомогою широтно-, чи частотно-імпульсної модуляції, переводом силових ключів комутатора в активний режим.

Імпульсне керування - регулювання здійснюється однополярними або двополярними імпульсами. Однополярне регулювання характеризується невеликим діапазоном стійкого регулювання (1:15 - 1:20); двополярне - забезпечує стійку

					ОМ-91.12.1353-с.102.000.00ПЗ	Арк
ЗМН	Ар К	№ докум	Підпис	Дата		73

лінійну регулювальну характеристику, але цей режим характеризується несприятливими енергетичними показниками, особливо в зоні малих швидкостей.

Релейний спосіб керування - здійснюється за допомогою порівняння сигналу керування з сигналом зворотного зв'язку. Сигнал різниці діє на релейний елемент, який вмикає чи вимикає двигун.

Дискретно-фазове регулювання - базується на порівнянні еталонної частоти задаючого генератора і частоти зворотнього зв'язку, що пропорційна власній частоті обертання валу двигуна.

Широтно-фазовий спосіб, суть якого полягає в тому, що примусовий інтервал комутації секції ВІД формується логічним множенням сигналів ДПР і сигналів формувача регульованої часової затримки. Цим досягається зміна середнього значення напруги, що підводиться до секції ВІД.

Найбільш перспективним є широтно-фазовий спосіб регулювання, який дозволяє без значного ускладнення систем керування отримувати регулювальні характеристики з високими показниками якості за рахунок зміни за величиною і фазою відносного значення примусового інтервалу комутації секції.

Регульований електропривод все частіше замінює нерегульований у механізмах масового застосування (компресори, насоси, вентилятори, тощо) з метою досягнення енергозбереження та ефективності робочих режимів. Використання вентильно-індукторного приводу з реактивним ротором у цьому випадку є перспективним і ефективним. Відсутність обмотки на роторі, використання простого і надійного перетворювача дозволяє створити порівняно дешевий привод. Аналіз схем силових перетворювачів показав переваги схеми перетворювача із С-скиданням і коливальним поверненням енергії, у якому використовується один силовий ключ і один зворотний діод на фазу, а також загальний ключ переривника.

Для управління спроектованим ВІД було обрано метод широтно-імпульсної модуляції, схема зображена на рисунку 4.11.

					ОМ-91.12.1353-с.102.000.00ПЗ	Арк
						74
ЗМН	Ар К	№ докум	Підпис	Дата		

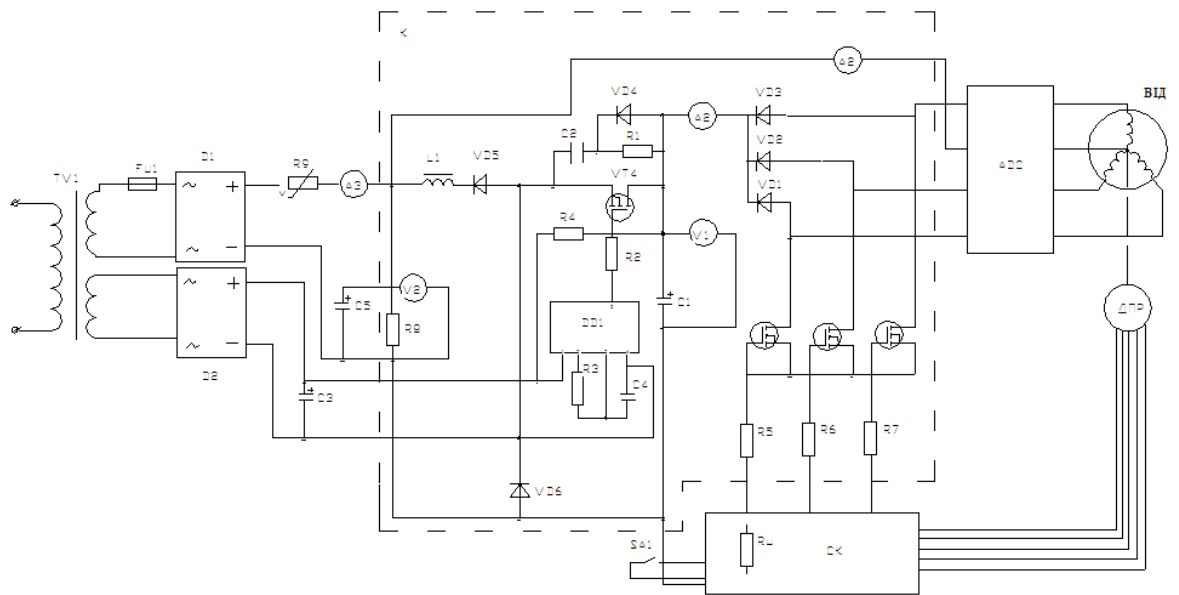


Рисунок 3.2.2.1 – Схема керування ВІД

На схемі позначено: ВІД - вентиляно-індукторний двигун; СК - система керування (P1CDEM MC LV компанії Microdiip на базі мікроконтролера P1C1SF2431); К - комутатор з С-скиданням і коливальним поверненням енергії; А DC - аналогово-цифровий перетворювач; ДПР - датчик положення ротора.

Живлення ВІД здійснюється від регульованої мережі змінного струму через знижувальний трансформатор TV1, перша вторинна обмотка якого через запобіжник FU1 підключена до випрямляча D1, який у свою чергу через термістор R9 з від'ємним температурним коефіцієнтом опору (ТКО) та амперметр АЗ навантажений конденсатором фільтра С5.

Термістор знижує потужний імпульс струму зарядки конденсатора фільтра при увімкненні трансформатора в мережу і практично не впливає на подальшу роботу схеми. Амперметр АЗ вимірює струм, що споживається системою в цілому. Конденсатор фільтра зашунтований високоомним опором Я8 для його розрядки після відімкнення системи від мережі і підключений до вольтметра V2, що вимірює напругу, яка прикладається до фаз ВІД. Позитивний полюс конденсатора через амперметр А1 під'єднаний до спільної точки фаз ВІД, які з'єднані зіркою. Комутація фаз ВІД здійснюється MOSFET- транзисторами VT1, VT2, VT3. Система керування СК виробляє послідовність імпульсів, які поступають на транзистори через обмежувальні резистори R5, R6 і R7, у залежності від показань датчика положення ротора ДПР та СК обмежують струм у фазі ВІД за допомогою широтно-

					ОМ-91.12.1353-с.102.000.00ПЗ	Арк
ЗМН	Ар К	№ докум	Підпис	Дата		75

імпульсної модуляції (ШІМ) при пуску та перевантаженні, контролюючи струм на внутрішньому опорі $R_{ш}$. Через діоди VD1, VD2, VD3 здійснюється скидання енергії, накопиченої у фазах ВІД на конденсатор C1. Повернення енергії фаз з конденсатора C1 в коло постійного струму здійснюється чоперною схемою, що складається з MOSFET - транзистора VT4, який через обмежувач опір R2 керується імпульсами частотою 20 кГц зі шпаруватістю приблизно 0,45 (оскільки відомо, що найкращі показники ВІД досягаються при співвідношенні напруг на конденсаторі фільтру та конденсаторі скидання енергії близько 0,5), високочастотного дроселя L1 та діодів R5 і R6. Елементи R1, C2 та VD4 утворюють снабер, який формує безпечну криву вимкнення транзистора VT4. Імпульси керування чоперною схемою формуються мікросхемою-драйвером DD1.

Слід зазначити, що живлення мікросхеми від внутрішніх напруг робить всю схему ненадійною, оскільки запуск мікросхеми відбувається приблизно через 0,5... 1с після початку роботи ВІД, що практично не уможливорює повернення накопиченої енергії фаз у коло постійного струму, змушуючи її викликати перенапруги на елементах, виводячи їх з ладу. Тому живлення, здійснюється від другої вторинної обмотки трансформатора TV1, через випрямляч D2 та фільтр C3, що забезпечує надійну роботу мікросхеми з самого моменту появи напруги у системі.

Таким чином, наростання струму у фазі здійснюється по контуру: конденсатор C5 - фаза - транзистор (VT1, VT2 або VT3), шунт $R_{ш}$, конденсатор C5. Гасіння струму відбувається по контуру: C5 – фаза-зворотний діод (VD1, VD2 або VD3) - конденсатор скидання C1 - конденсатор C5. Енергія, що накопичується в магнітному полі, при почерговому відключенні фаз імпульсами передається на конденсатор скидання C1. У результаті він заряджається до напруги, що значно перевищує напругу на виході випрямляча D1 (напруга на конденсаторі C5).

Для дослідження характеристик на одній станині закріплений та з'єднаний з ВІД генератор, в якості якого використаний двигун постійного струму з незалежним збудженням.

Використання схеми перетворювача з C- скиданням і коливальним поверненням енергії та системи керування на базі мікроконтролера забезпечило

					ОМ-91.12.1353-с.102.000.00ПЗ	Арк
ЗМН	Ар К	№ докум	Підпис	Дата		76

надійний пуск при зниженні напруги та діапазон регулювання частоти обертання в межах 1:5 (3000 об/хв : 600 об/хв).

3.3 Розрахунок основних характеристик об'єкту досліджень

Для приводу верстатів-гойдалок використовуються асинхронні двигуни загальнопромислового виконання. Характеристика кожного двигуна зазначена.

Вентильно - індукторні двигуни по конструкції є простішими, а значення ККД мають вище за інші види двигунів. Тому вони дешевші у виготовленні та їх легше обслуговувати та ремонтувати. Також до переваг відносять високу надійність, низькі втрати в роторі, мінімальний температурний ефект, низький момент інерції, можливість роботи на великих частотах обертання, можливість роботи в агресивних середовищах, високий рівень утилізації.

Розглянемо обраний нами верстат-гойдалку типу СК15-3,6-12500 по ГОСТ 5866-66 з такими технічними характеристиками:

1. Найбільше допустиме навантаження в точці підвісу штанг – 15000 кгс
=150 кН;
2. Номінальні довжини ходів гирлового штока - 6 м
3. Найбільший допустимий крутний момент на ведучому валу редуктора – 12500 кгс.м;
4. Частота коливань балансиру – 5-10 хв⁻¹;
5. Тип клиновидного ременю – В-4500;
6. Маса верстата-гойдалки – 34800 кг;

Двигун АИР225М2У2 який був до модернізації, має такі параметри

Таблиця 3.3.1 Характеристики двигуна АИР225М2У2

Параметр	Величина
Модель	АИР225М2У2
Тип електродвигуна	асинхронний
Вид	загальнопромисловий
Серія двигуна	АИР
Габарит (висота осі обертання), мм	200
Діаметр вала, мм	55
Напруга, В	220/380
Фазність	3-фазний
Частота, Гц	50
Потужність кВт	55

					ОМ-91.12.1353-с.102.000.00ПЗ	Арк
						77
ЗМН	Ар К	№ докум	Підпис	Дата		

3.4 Розрахунок модернізованого пристрою

Розрахунок вентильно-індукторної машини

Вихідні дані:

номінальна потужність $P_{ном} = 55$ кВт;

номінальну напругу ланки постійного струму $U_d = 380$ В;

номінальна частота обертання $n_{ном} = 3000$ об / хв;

число фаз $m = 3$;

число пар полюсів по першій гармоніці поля $p_1 = 1$;

зовнішній діаметр статора $D_a = 460$ мм (передбачається розміщення магнітопрофоду ВІД в корпусі асинхронного двигуна АИР225М2У3).

Розрахунок

Число зубців статора

$$Z_S = 2p_1 m q_1 = 2 \cdot 3 \cdot 1 = 6$$

Число зубців ротора

$$z_r = \left(\frac{Z_S}{p_1} - 2 \right) p_1 = \left(\frac{6}{1} - 2 \right) 1 = 4$$

Зубцеві ділення статора і ротора:

$$t_{zS} = \frac{2\pi}{Z_S} = \frac{2 \cdot 3,14}{6} = 1,047 \text{ рад або } t_{zS} = \frac{360}{Z_S} = \frac{360}{6} = 60$$

$$t_{zR} = \frac{2\pi}{Z_R} = \frac{2 \cdot 3,14}{4} = 1,571 \text{ рад або } t_{zR} = \frac{360}{Z_R} = \frac{360}{4} = 90$$

Кутові значення ширини зубців статора і ротора:

$$\beta_S = 0,45 \quad t_{zS} = 0,45 \cdot 1,047 = 0,471 \text{ рад} = 27^\circ$$

$$\beta_R = 0,5 \quad t_{zR} = 0,5 \cdot 1,571 = 0,785 \text{ рад} = 45^\circ$$

Приймаються відношення висоти ярма до ширини зубця статора $k_{haS} = 0,5$, а відношення висоти зубця статора до його ширини - $k_{hZS} = 0,9$.

Діаметр розточки статора:

					ОМ-91.12.1353-с.102.000.00ПЗ	Арк
ЗМН	Ар К	№ докум	Підпис	Дата		79

$$D_i = \frac{D_a}{1 + 2(k_{haS} + k_{hZS}) \sin \frac{\beta_s}{2}} = \frac{460}{1 + 2(0.5 + 0.9) \sin \frac{27}{2}} = 141.5 \text{ мм}$$

Розміри зубців и ярма статора:

ширина зубця статора:

$$b_{zs} = D_i \sin \frac{\beta_s}{2} = 141.5 \sin \frac{27}{2} = 113.74 \text{ мм}$$

Це розмір зубця разом з обмоткою, на кресленні розмір $b_{zs} = 35 \text{ мм}$

висота ярма статора:

$$h_{as} = k_{has} \cdot b_{zs} = 0.5 \cdot 113.74 = 56 \text{ мм}$$

висота зубця статора:

$$h_{zs} = k_{hzs} \cdot b_{zs} = 0.9 \cdot 113.74 = 102 \text{ мм}$$

Приймаються величину повітряного зазору: $\delta = 0,4 \text{ мм}$.

Розміри зубців і ярма ротора:

зовнішній діаметр ротора:

$$D_R = D_i - 2 \cdot \delta = 141.5 - 2 \cdot 0,4 = 140.7 \text{ мм}$$

зубцовий поділ ротора:

$$t_{zR} = \frac{\pi \cdot D_R}{Z_R} = \frac{\pi \cdot 140.7}{4} = 110.4 \text{ мм}$$

ширина зубця ротора:

$$b_{zR} = D_R \cdot \sin \frac{\beta_R}{2} = 140.7 \cdot \sin \frac{30}{2} = 91.5 \text{ мм}$$

Висоту зубця ротора і висота ярма ротора:

$$h_{zR} = (20 \dots 30) \delta = (20 \dots 30) 0.4 = 8 \dots 12 \text{ мм}$$

$$h_{aR} = (0,5 \dots 1,5) b_{zR} = (0,5 \dots 1,5) 91,5 = 45 \dots 135 \text{ мм}.$$

Приймемо $h_{zR} = 8 \text{ мм}$ и $h_{aR} = 45 \text{ мм}$.

Максимальная ширина паза ротора:

$$b_{\Pi R_{max}} = D_R \cdot \sin \frac{\beta_R - t_{zR}}{2} = 140.7 \cdot \sin \frac{30 - 90}{2} = 139 \text{ мм}$$

Мінімальна ширина паза статора:

$$b_{\Pi R_{min}} = D_R \cdot \sin \frac{\beta_R - t_{zR}}{2} = 140.7 \cdot \sin \frac{27 - 60}{2} = 100.7 \text{ мм}$$

					ОМ-91.12.1353-с.102.000.00ПЗ	Арк
ЗМН	Ар К	№ докум	Підпис	Дата		80

Перевіряємо виконання умов: $b_{PR_max} > b_{ZS}$, $b_{PS_min} > b_{ZR}$.

Переконаємося, що ширина зубців статора і ротора менше ширини протилежних пазів. Це необхідно для отримання високого значення коефіцієнта КЛ.

Обчислюємо внутрішній діаметр ротора:

$$D_{Ri} = D_R - 2h_{Zr} - 2h_{vr} = 140.7 - 2 \cdot 8 - 2 \cdot 45 = 34,7 \text{ мм.}$$

Площа перерізу паза статора:

$$S_{пс} = \frac{\pi(D_i + h_{ZS})h_{ZS}}{Z_S} = \frac{\pi(141.5 + 102)102}{6} = 2068 \text{ мм}^2$$

Площа котушки максимальна:

$$S_{k_max} = \frac{S_{пс}}{2} = \frac{12998}{2} = 1034 \text{ мм}^2$$

Максимальний інтервал наростання струму при мінімальній провідності:

$$\gamma_{вкл_max} = 0,5 (t_{ZR} - \beta_S - \beta_R) = 0,5 (1,57 - 0,471 - 0,785) = 0,157 \text{ рад}$$

Кутова швидкість обертання ротора:

$$\omega_r = \frac{2 \cdot \pi \cdot D_{Ri}}{60} = 314,159 \text{ рад/с.}$$

Час наростання струма за мінімальної провідності:

$$t_{вкл_max} = \frac{\gamma_{вкл_max}}{\omega_k} 10^3 = \frac{0.157}{314} 10^3 = 0.52 \text{ мс}$$

Минимальный угол поворота:

$$\gamma_{min} = t_{ZR} - t_{ZS} = 1,571 - 1,047 = 0,524 \text{ рад}$$

Інтервал роботи фази $\gamma_{раб} = \gamma_{min} = 0,524 \text{ рад.}$

Час роботи фази:

$$t_{раб} = \frac{\gamma_{раб}}{\omega_k} 10^3 = \frac{0.524}{314.159} 10^3 = 1,667 \text{ мс}$$

Кут перекриття зубців при повороті ротора з повністю неузгоджені положення на кут $\gamma_{раб}$:

$$\beta_{SRm} = \gamma_{раб} - \gamma_{вкл_max} = 0,524 - 0,157 = 0,366 \text{ рад}$$

Ширина перекриття зубців статора і ротора:

$$b_{SRm} = 0,5 \beta_{SRm} (D_i - \delta) = 0,5 \cdot 0,366 (141.5 - 0,4) = 25 \text{ мм}$$

Коефіцієнт магнітної провідності зони перекриття зубців:

					ОМ-91.12.1353-с.102.000.00ПЗ	Арк
ЗМН	Ар К	№ докум	Підпис	Дата		81

$$\lambda_{sRm} = \frac{b_{sRm}}{\delta} + \frac{2}{\pi} \left(\ln \frac{b_{zs} - b_{sRm}}{\delta} + \frac{b_{zR} - b_{sRm}}{\delta} \right) + 0.964 =$$

$$= \frac{25}{0.4} + \frac{2}{\pi} \left(\ln \frac{91.5 - 25}{0.4} + \frac{113.74 - 25}{0.4} \right) + 0.964 = 208$$

Коефіцієнт максимальної магнітної провідності повітряного зазору:

$$\lambda_{max} = \frac{b_{zs}}{\delta} + \frac{4}{\pi} \left(\ln \frac{b_{zs} - b_{zR}}{\delta} \right) + \frac{2}{\pi} \left(\frac{2 \cdot h_{zR}}{b_{zs} - b_{zR}} \right) + 0.964 =$$

$$= \frac{113.74}{0.4} + \frac{2}{\pi} \left(\ln \frac{113.74 - 91.5}{0.4} + \frac{2 \cdot 8}{113.74 - 91.5} \right) + 0.964 = 288.33$$

Коефіцієнт мінімальної магнітної провідності повітряного зазору:

$$\lambda_{min} = \frac{b_{zs}}{h_{zR}} + \frac{4}{3} \left(\frac{b_{zs} + b_{zR}}{t_{zRmm} - b_{zs} - b_{zR}} \right) = \frac{113.74}{8} + \frac{4}{3} \left(\frac{113.74 + 91.5}{110.4 - 113.74 - 91.5} \right) = 11.33$$

Коефіцієнт відношення провідності:

$$K_{\lambda} = \frac{\lambda_{max}}{\lambda_{min}} = \frac{288.33}{11.33} = 23$$

Отримане значення коефіцієнта K_{λ} є досить високим; можна перейти до наступного кроку проектування ВІД.

Приймаються число паралельних гілок $a=1$. Приймаються число елементарних провідників в ефективному АЕЛ = 1.

Число котушок у фазі:

$$n_k = \frac{Z_s}{m} = \frac{6}{3} = 2$$

Число послідовно з'єднаних котушок в гілці:

$$n_{kv} = \frac{n_r}{a} = \frac{2}{1} = 2$$

Приймаються приблизне значення ККД двигуна $\eta = 0,9$. Падіння напруги в вентилі комутатора приймаємо рівним $U_B = 1$ В.

Діюче значення струму на виході інвертора:

$$I_d = \frac{P_{max}}{\eta(U_d - 2 \cdot U_B)} = \frac{55000}{0.9(380 - 2 \cdot 1)} = 161.67A$$

					ОМ-91.12.1353-с.102.000.00ПЗ	Арк
ЗМН	Ар К	№ докум	Підпис	Дата		82

де U_d - напруга живлення, наведене в завданні на проектування. Далі воно буде уточнено.

При одиночній комутації та прямокутній формі струму:

$$I_{km} = \frac{I_d}{a} = \frac{161.67}{1} = 161.67 A$$

Діюче значення струму котушки:

$$I_k = \frac{I_{km}}{\sqrt{m}} = \frac{161.67}{\sqrt{3}} = 93.34 A$$

При одиночній комутації і трикутної формі струму:

$$I_{km} = I_d \cdot 2.4 \cdot \sqrt{m} = 161.67 \cdot 2.4 \cdot \sqrt{3} = 672.05 A$$

Знаходження амплітудних значень струму для двох крайніх випадків, мінімального за припущенні прямокутної форми струму і максимального при трикутній формі струму, дає нам межі токового діапазону, в якому повинно виявитися розрахункове значення струму I_{Km} .

Переходимо до вибору довжини сердечників l_δ і числа витків в котушці w_k ВІД. Це ітераційний процес: необхідно буде провести кілька послідовних розрахунків для того, щоб знайти оптимальне поєднання значень l_δ і w_k . Ці значення будемо підбирати виходячи із забезпечення необхідної потужності і прийняттого коефіцієнта заповнення міддю.

В якості першого наближення для l_δ можна взяти будь числове значення. Спочатку приймаємо розрахункову довжину сердечників l_δ рівній, наприклад величиною зовнішнього діаметра статора D_a :

$$l_\delta = D_a = 460 \text{ мм.}$$

Необхідно підібрати число витків w_k таким, щоб потужність ВІД стала рівною необхідної за завданням. Для першого наближення w_k можна взяти будь числове значення. Прийmemo спочатку $w_k = 100$. Крім того, попередньо прийmemo $\Delta U_R = 0$ і визначимо U_{dL}

$$U_{dL} = U_d - \Delta U_R = 380 - 0 = 380 \text{ В}$$

Запрограмувавши цю частину розрахунків в MathCAD дістали такі значення: $l_\delta = 88 \text{ мм}$, $w_k = 25$.

					ОМ-91.12.1353-с.102.000.00ПЗ	Арк
ЗМН	Ар К	№ докум	Підпис	Дата		83

Максимальне значення струму в котушці(з урахуванням нижче розрахованої $\Delta U_R \approx 5,6 \text{ В}$) :

$$I_{km} = \frac{U_{dL} \cdot t_{\text{вкл_max}}}{n_{\text{кв}} \cdot \mu_0 \cdot l_{\delta} \cdot W_k^2 \cdot \lambda_{\text{min}}} = \frac{374,17 \cdot 0,5}{2 \cdot 4 \cdot 3,14 \cdot 10^{-7} \cdot 88 \cdot 25^2 \cdot 11,33} = 119,52 \text{ А}$$

Це значення нам підходить, стум лежить у діапазоні(93.34... 672,05 А).

Максимальне значення потоку:

$$\Phi_{\text{max}} = \frac{U_{dL} \cdot t_{\text{раб}}}{n_{\text{кв}} \cdot W_k} = \frac{380 \cdot 1,67}{2 \cdot 25} = 12,7 \text{ мВб}$$

Амплітудне значення індукції в зубці статора:

$$B_{zs} = \frac{\Phi_{\text{max}} \cdot 10^3}{b_{zs} \cdot l_{\delta} \cdot 0,95} = \frac{12,7 \cdot 10^3}{113,74 \cdot 88 \cdot 0,95} = 1,3 \text{ Тл}$$

Таке значення допускається.

Струм в котушці при її відключенні в момент перекриття зубців:

$$I_{k_{\text{откл}}} = \frac{\Phi_{\text{max}}}{\mu_0 \cdot l_{\delta} \cdot W_k \cdot \lambda_{sRm}} = \frac{12,7}{4 \cdot 3,14 \cdot 10^{-7} \cdot 88 \cdot 25 \cdot 208} = 22,09 \text{ А}$$

Остаточню діюче значення струму котушки.

Характерні кути:

$$\gamma_1 = \gamma_{\text{вкл_max}} = 0,157 \text{ рад ;}$$

$$\gamma_{\text{раб}} = 0,524 \text{ рад ;}$$

$$\gamma_{\text{min}} = 0,5 \text{ рад .}$$

$$\gamma_2 = \gamma_{\text{вкл_max}} + \beta_s - \gamma_{\text{раб}} = 0,157 + 0,471 - 0,524 = 0,104 \text{ рад ;}$$

$$\gamma_3 = \gamma_2 + \beta_R - \beta_s = 0,104 + 0,524 - 0,471 = 0,419 \text{ рад .}$$

Параметри апроксимації кривої провідності:

$$L_{k_{\text{min}}} = \mu_0 \cdot l_{\delta} \cdot W_k^2 \cdot \lambda_{\text{min}} \cdot 10^3 = 4 \cdot 3,14 \cdot 10^7 \cdot 88 \cdot 25^2 \cdot 11,33 \cdot 10^3 = 0,0008 \text{ Гн}$$

$$L_1 = L_{k_{\text{min}}} \left(1 - \frac{k_{\lambda} - 1}{\beta_s} \right) \gamma_1 = L_{k_{\text{min}}} \left(1 - \frac{23 - 1}{0,47} \right) 0,157 = -0,0043 \text{ Гн}$$

$$L_2 = L_{k_{\text{min}}} \left(1 - \frac{k_{\lambda} - 1}{\beta_s} \right) \gamma_1 = L_{k_{\text{min}}} \left(\frac{23 - 1}{0,47} \right) = 0,0051 \text{ Гн}$$

Індуктивність котушки на інтервалі от γ_1 до $\gamma_{\text{раб}}$:

$$L(\theta) = L_1 + L_2 \cdot \theta = -0,019 + 0,126 \cdot \theta \text{ Гн}$$

Максимальний струм в катушці:

					ОМ-91.12.1353-с.102.000.00ПЗ	Арк
ЗМН	Ар К	№ докум	Підпис	Дата		84

$$I_{Kmax} = I_{Km} = 119,52A$$

Номинальний момент:

$$M_{ном} = \frac{P_{ном}}{\omega_R} = \frac{55000}{314} = 175,16Нм$$

Приймаємо діюче значення щільності струму в котушці $j_K = 6 A/мм^2$.

Переріз міді котушки:

$$S_{MK} = \frac{I_k \cdot W_k}{j_k} = \frac{93.34 \cdot 25}{6} = 388,92 \text{ мм}^2$$

Площа перетину провoda

$$S_{пр} = \frac{S_{MK}}{W_k \cdot a} = \frac{388,92}{25 \cdot 1} = 15,56 \text{ мм}^2$$

Діаметр провoda:

$$d_{пр} = \sqrt{\frac{4 \cdot S_{пр}}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 15,56}{\pi}} = 4,45 \text{ мм}$$

Отриманий діаметр підходить для намотки.

Коефіцієнт заповнення паза міддю:

$$k_{3M} = \frac{S_{MK}}{S_{K_{max}}} = \frac{388,92}{1034.62} = 0.38$$

Значення коефіцієнта заповнення міддю лежить у допустимому діапазоні 0.35...0.45.

Зведемо деякі отримані дані в таблицю 4.2.

Таблиця 3.4.1-Дані проміжних розрахунків

lδ, мм	WK	khaS	khZS	IK, A	BZS, Тл	P, кВт	kзм
88	25	0,5	0.9	93,34	1,1	55	0,38

Середня довжина лобової частини котушки:

$$L_{к.ср} = \frac{\pi}{2} \left(\frac{\pi(D_i + h_{zs})}{z_s} - \frac{S_{K_{max}}}{h_{zs}} \right) =$$

$$= \frac{\pi}{2} \left(\frac{\pi(141.53 + 102)}{6} - \frac{564.67}{102} \right) = 191.6 \text{ мм}$$

Середня довжина витка котушки:

$$L_{вит.ср} = 2(l\delta + L_{к.ср}) = 2(88 + 191.6) = 560\text{мм}$$

Активний опір котушки при температурі обмотки $t_{обм} = 20^\circ \text{ C}$

					ОМ-91.12.1353-с.102.000.00ПЗ		Арк
ЗМН	Ар К	№ докум	Підпис	Дата			85

$$R_{k20} = \frac{L_{\text{вит.ср}} \cdot WK}{57 \cdot S_{K_max} \cdot k_{3M}} = \frac{560 \cdot 25}{57 \cdot 1034.62 \cdot 0,38} = 0,025 \text{ Ом}$$

Активний опір котушки при температурі обмотки $t_{обм} = 75 \text{ C}$:

$$R_k = R_{k20}(1 + 0,0039(t_{обм} - 20)) = \\ = 0,06(1 + 0,0039(75 - 20)) = 0,03 \text{ Ом}$$

Падіння напруги на активному опорі фази:

$$\Delta U_R = n_{KV} \cdot R_K \cdot I_K = 2 \cdot 0,03 \cdot 93.34 = 5,6 \text{ В}$$

Уточнюємо напругу живлення:

$$U_d = U_{dL} + \Delta U_R = 380 + 5,6 = 385,6 \text{ В}$$

Розрахунок падіння напруги на активному опорі фази, зменшивши спочатку прийняте напруга U_{dL} на величину $\Delta U_R \approx 5,6 \text{ В}$.

Уточнюємо напруга живлення:

$$U_d = U_{dL} + \Delta U_R = 374,43 + 5,6 = 380 \text{ В}$$

Таким чином, отримали напругу живлення, яка потрібна.

Далі розрахуємо енергетичні характеристики спроектованого двигуна.

Виберемо електротехнічну сталь для сердечників ВІД, оцінивши частоту струму в обмотці статора і частоту перемагнічування ротора.

Частота струму в фазі:

$$f_c = \frac{n}{60} z_R = \frac{3000}{60} 4 = 200 \text{ Гц}$$

Частота обертання поля:

$$n_1 = \frac{60 \cdot f_c}{p_1} = \frac{60 \cdot 200}{1} 4 = 12000 \text{ об/хв}$$

Частота перемагнічування ротора:

$$f_R = \frac{n + n_1}{60} p_1 = \frac{3000 + 12000}{60} 1 = 250 \text{ Гц}$$

Як бачимо, частота струму в фазі висока, тому до підбору матеріалу магнітопроводу слід підійти ретельно, вибираючи сталь з найменшими питомими втратами. Для зменшення втрат на вихрові струми бажано мати меншу товщину листів сталі.

					ОМ-91.12.1353-с.102.000.00ПЗ	Арк
ЗМН	Ар К	№ докум	Підпис	Дата		86

Виберемо високолеговану гарячекатану ізотропну сталь 1513 товщиною аркушів 0,35 мм. Ця сталь має щільність $\gamma_{Fe} = 7550 \text{ кг/м}^3$ і питомі втрати руд $= 1,05 \text{ Вт / кг}$.

Маса міді:

$$m_{Cu} = \gamma_{Cu} SK_{\max} k_{зм} L_{вит_ср} ZS \cdot 10^{-9} =$$

$$= 8900 \cdot 1034.62 \cdot 0.38 \cdot 560 \cdot 6 \cdot 10^{-9} = 12 \text{ кг}$$

де $\gamma_{Cu} = 8900 \text{ кг/м}^3$ - щільність міді.

Маса сталі:

зубців статора

$$m_{ZS} = \gamma_{Fe} h_{ZS} b_{ZS} ZS l_{\delta} 0,95 \cdot 10^{-9} =$$

$$= 7550 \cdot 102 \cdot 88 \cdot 113.74 \cdot 6 \cdot 0.95 \cdot 10^{-9} = 88,9 \text{ кг}$$

ярма статора

$$m_{aS} = \gamma_{Fe} \pi (D_{aR} - h_{aR}) h_{aR} l_{\delta} 0,95 \cdot 10^{-9} =$$

$$= 7550 \cdot \pi (460 - 56) 56 \cdot 88 \cdot 0,95 \cdot 10^{-9} = 89,6 \text{ кг}$$

зубців ротора

$$m_{ZR} = \gamma_{Fe} h_{ZR} b_{ZR} ZR l_{\delta} 0,95 \cdot 10^{-9} =$$

$$= 7550 \cdot 91.5 \cdot 8 \cdot 4 \cdot 88 \cdot 0.95 \cdot 10^{-9} = 3 \text{ кг}$$

ярма ротора

$$m_{aR} = \gamma_{Fe} \pi (D_{Ri} + h_{aR}) h_{aR} l_{\delta} 0,95 \cdot 10^{-9} =$$

$$= 7550 \cdot \pi (34.7 + 45) 45 \cdot 88 \cdot 0,95 \cdot 10^{-9} = 12,3 \text{ кг}$$

де $\gamma_{Fe} [\text{кг/м}^3]$ - щільність вибраної сталі сердечників.

Маса сталі статора:

$$m_S = m_{ZS} + m_{aS} = 88,9 + 89,6 = 178,5 \text{ кг}$$

Маса сталі ротора:

$$m_R = m_{ZR} + m_{aR} = 3 + 12,3 = 15,3 \text{ кг}$$

Маса сталі:

$$m_{Fe} = m_S + m_R = 178,5 + 15,3 = 193,8 = 194 \text{ кг}$$

Сумарна маса активних частин:

$$m_{акт} = m_{Cu} + m_{Fe} = 12 + 194 = 206 \text{ кг}$$

Електричні втрати в обмотках ВІД:

					ОМ-91.12.1353-с.102.000.00ПЗ	Арк
ЗМН	Ар К	№ докум	Підпис	Дата		87

$$P_{эл} = I_K^2 R_K Z_S = 93.34^2 \cdot 0,03 \cdot 6 = 1568 \text{ Вт}$$

Визначаємо індукцію в сталевих ділянках магнітопроводу:

в ярмі статора

$$B_{as} = B_{zs} \frac{b_{zs}}{2 \cdot h_{as}} = 1,1 \frac{113,74}{2 \cdot 56} = 1,1 \text{ Тл}$$

в зубці ротора

$$B_{zR} = B_{zs} \frac{b_{zs}}{b_{zR}} = 1,1 \frac{113,74}{91,5} = 1,35 \text{ Тл}$$

в ярмі ротора

$$B_{aR} = B_{zs} \frac{b_{zs}}{2 \cdot h_{aR}} = 1,1 \frac{113,74}{2 \cdot 8} = 1,67 \text{ Тл}$$

Втрати в сталі статора:

$$P_{cs} = \frac{P_y}{B_{as}^2} \left(\frac{f_c}{f_n} \right)^{1,3} (k_o \cdot B_{as}^2 \cdot m_{as} + k_{dz} \cdot B_{zs}^2 \cdot m_{zs}) =$$

$$= \frac{1,05}{1,1^2} \left(\frac{200}{50} \right)^{1,3} (1,8 \cdot 1,1^2 \cdot 88,6 + 2 \cdot 1,1^2 \cdot 85,9) = 1108 \text{ Вт}$$

Втрати в сталі ротора:

$$P_{cR} = \frac{P_y}{B_{as}^2} \left(\frac{f_c}{f_n} \right)^{1,3} (k_o \cdot B_{as}^2 \cdot m_{as} + k_{dz} \cdot B_{zs}^2 \cdot m_{zs}) =$$

$$= \frac{1,05}{1,1^2} \left(\frac{200}{50} \right)^{1,3} (1,8 \cdot 1,35^2 \cdot 12,25 + 2 \cdot 1,67^2 \cdot 4) = 216 \text{ Вт}$$

Втрати в сталі:

$$P_C = P_{CS} + P_{CR} = 1108 + 216 = 1325 \text{ Вт.}$$

Сумарні втрати в ВІД:

$$P_{\text{сум}} = P_{эл} + P_C = 1568 + 1325 = 2893 \text{ Вт.}$$

Коефіцієнт корисної дії ВІД:

$$\eta = \frac{P}{P + P_{\text{сум}}} = \frac{55000}{55000 + 2893} = 0,951$$

Струм на вході інвертора остаточно:

$$Id = \frac{P}{\eta(P + P_{\text{сум}})} = \frac{55000}{0,951(55000 + 2893)} = 100 \text{ А}$$

					ОМ-91.12.1353-с.102.000.00ПЗ	Арк
						88
ЗМН	Ар К	№ докум	Підпис	Дата		

3.5 Програмна реалізація

В середовищі для математичного моделювання MATLAB (Simulink) було розроблено моделювання та побудову графіків характеристик двигуна.

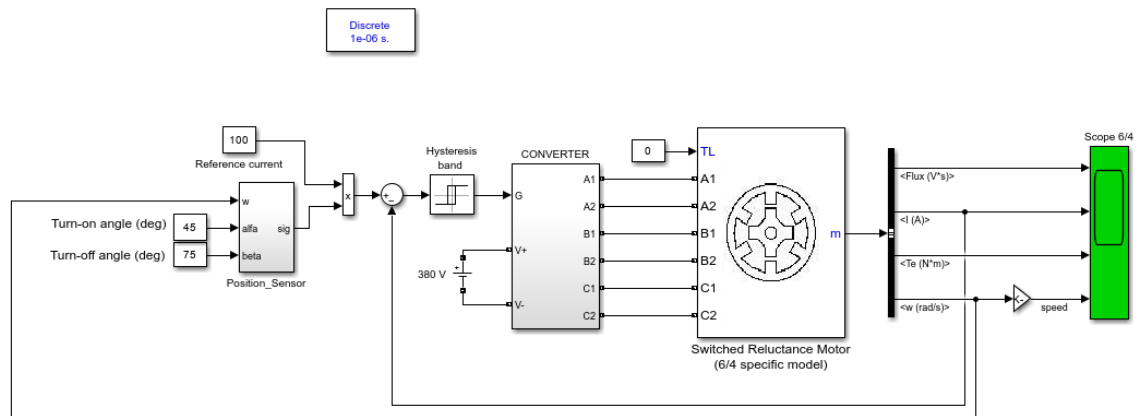


Рисунок 3.5.1 Схема моделювання вентильно-індукторної машини

Далі розглянемо графік, який змодельований у середовищі MATLAB, що може продемонструвати фактичні значення двигуна при пуску та подальшій роботі.

					ОМ-91.12.1353-с.102.000.00ПЗ	Арк
ЗМН	Ар К	№ докум	Підпис	Дата		89

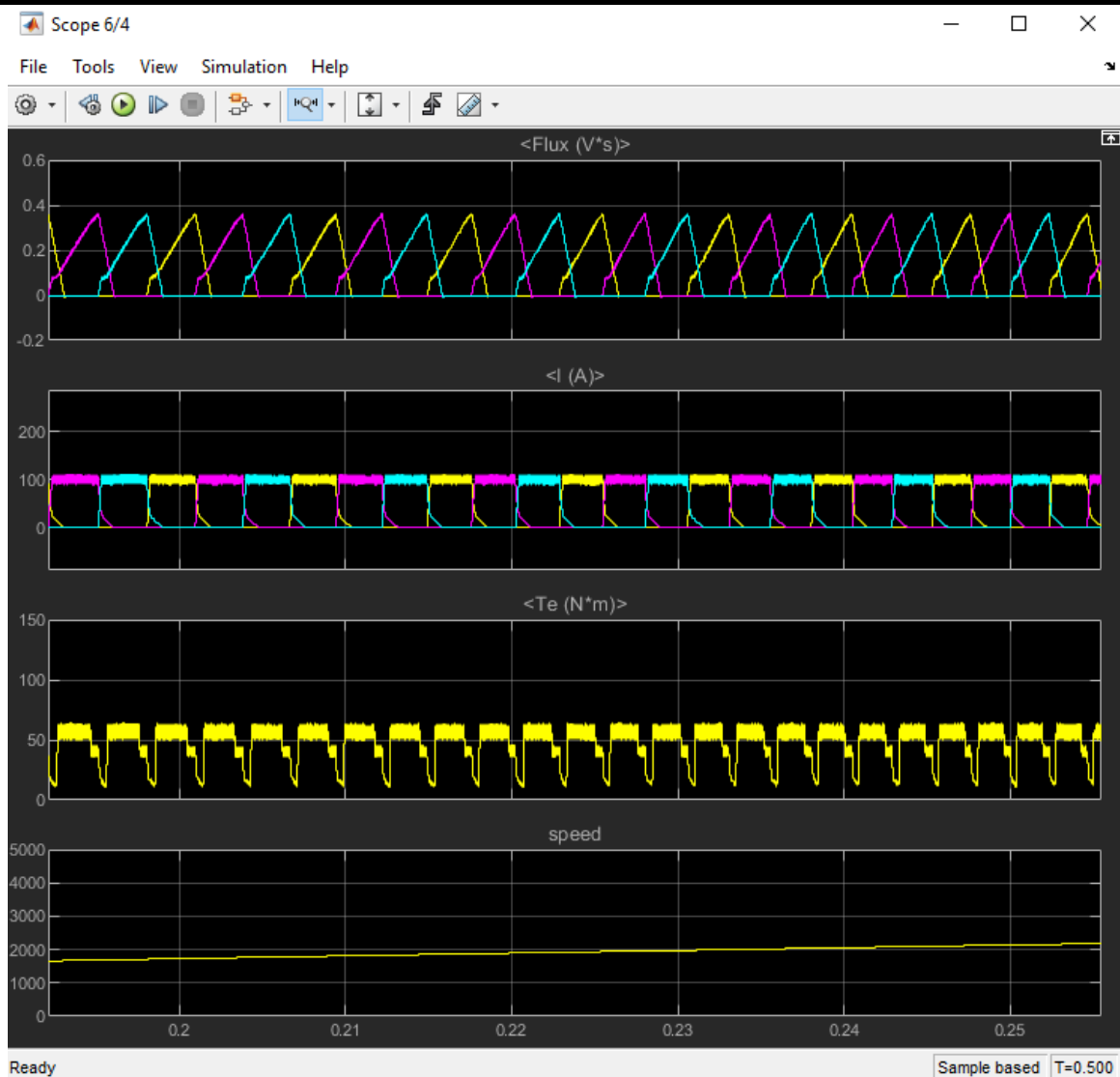


Рисунок 3.5.2 графік роботи вентиляно-індукторного двигуна

3.6 Економічне обґрунтування

Мета цього розділу полягає у визначенні приблизної ціни модернізованого вентиляно-індукторного двигуна верстата-гойдалки порівнянно з асинхронним двигуном.

Актуальна ця проблема здебільшого через те, що більшість верстат-гойдалок в основному використовують асинхронні двигуни котрі є дорогішими як в виготовленні так і в ремонті, що потребує витрачання додаткових коштів.

Об'єктом дослідження було обрано верстат-качалку Рибальського родовища, через його різноманіття нафтогазоконденсат родовища, та досить великі запаси.

					ОМ-91.12.1353-с.102.000.00ПЗ	Арк
ЗМН	Ар К	№ докум	Підпис	Дата		90

Для визначення ефективності потрібно розрахувати витрати з двигуном який було встановлено.

Таблиця 3.6.1 – Основні дані двигуна АИР225М2У2

Потужність	55кВт
Напруга	380В
ККД	93%
Швидкість обертання	3000об/хв
Ціна	33200грн.

Рахуючи що період роботи у верстат-гойдалки 24 години на добу Протягом цього часу СНУ забезпечує постійну експлуатацію свердловини і видобуток нафти або газу. Однак, іноді можуть бути необхідні планові або непланові перерви для технічного обслуговування, ремонту або інших виробничих процедур.

Наступним пунктом буде обрахунок вартості модернізованого вентиляно-індукторного двигуна.

Таблиця 3.6.2 – Характеристики ВІД

Напруга, В	380
Електропривід	Регульований
Маса, кг	203
ККД, %	95,1
Потужність, Вт	До 55

При експлуатації верстат-гойдалки слід рахувати, що порівнянно з асинхронними двигунами, вентиляно-індукторний двигун має потенціал забезпечити високу ефективність завдяки оптимізації процесу залпового надходження повітря-паливної суміші до циліндрів. Це може призвести до зменшення споживання палива до і зниження викидів шкідливих речовин. Також може забезпечити кращий контроль над засміченістю клапанів, що може позитивно вплинути на тривалість служби двигуна.

Маса ВІД 206 кг, з них маса сталі дорівнює 194 кг, а маса міді 12 кг

Приблизна ціна на 1кг 50,36 грн з ндс

Приблизна ціна на 1кг міді 265 грн

					ОМ-91.12.1353-с.102.000.00ПЗ	Арк
ЗМН	Ар К	№ докум	Підпис	Дата		91

Ціна міді у ВІД:

$$12 \cdot 265 = 3180 \text{ грн}$$

Ціна сталі у ВІД:

$$194 \cdot 50,36 = 9619 \text{ грн}$$

Ціна матеріалів ВІД:

$$9619 + 3180 = 12799 \text{ грн}$$

Приблизна ціна його виготовлення 7000 грн

Фактична ціна ВІД:

$$12799 + 7000 = 19799 \text{ грн}$$

Порівняння між цінами двигунів:

$$\frac{33200}{19799} = 1,67$$

Таким чином можна сказати, що порівнянно з асинхронним двигуном АИР225М2У2 вартість модернізованого ВІД є у 1,67 разів нижче при таких же характеристиках.

Висновок

У розділі розглянуто конструкцію та принцип дії верстата-гойдалки, проаналізовано тенденції розвитку сучасного електроприводу, наведено основні дані про вентильно-індукторний двигун. Описано принцип його роботи, область застосування, переваги і недоліки, розраховано вентильно-індукторну машину та обрано систему керування для ВІД.

Передбачається, що привод на основі вентильно-індукторного двигуна стане приводом цього століття. По простоті і надійності ВІД перевершує асинхронний двигун, трудомісткість його виготовлення в 1,5...2 рази менше ніж у асинхронного двигуна. При цьому ККД у ВІД на 2-5% вище. Економічність також більша у 1,67 рази. У ВІД інтегральне виконання перетворювача частоти та індукторної машини є більш вигідним у порівнянні з частотно-керованим асинхронним приводом (знижується витрати з'єднувальних проводів або кабелів).

Основні показники спроектованого вентильно-індукторного двигуна, в порівнянні з показниками асинхронним двигуна, в корпусі якого передбачається розміщення ВІД, мають на порядок кращі значення. Обидва ці двигуна при

					ОМ-91.12.1353-с.102.000.00ПЗ	Арк
ЗМН	Ар К	№ докум	Підпис	Дата		92

живленні від електронних перетворювачів можуть бути використані в складі систем регульованого електроприводу.

Спроектований ВІД має більш високе значення ККД, яке дорівнює 0,951 (без урахувань втрат у підшипниках). А ККД асинхронного двигуна лише 0,93. У цілому, ККД отриманого ВІД на 2.1% більше ніж у АД. Відсутні електричні втрати в роторі, конструкція проста і технологічна, зменшилась маса. Отримані задовільні показники індукції в магнітопроводі. Це дає підставу припускати, що спроектований двигун володіє кращими характеристиками і може скласти серйозну конкуренцію асинхронним двигунам при виборі електродвигуна для системи регульованого електроприводу. Порівнявши ці двигуни, можна зробити висновок, що ми отримали вигідніший з точки зору багатьох показників двигун.

					ОМ-91.12.1353-с.102.000.00ПЗ	Арк
ЗМН	Ар К	№ докум	Підпис	Дата		93

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ПОЖЕЖНА БЕЗПЕКА

4.1 Вступ

Охорона праці представляє собою комплекс заходів, що включає систему правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів та засобів. Її метою є збереження життя, здоров'я і працездатності людей під час трудової діяльності. Охорона праці включає діючу систему соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів та засобів, які сприяють збереженню здоров'я і працездатності під час праці.

Окрім того, в будівництві існує поняття "дозвіл на початок робіт підвищеної небезпеки", який є обов'язковим для організацій або підприємств, що займаються будівництвом.

Згідно зі статтею 15 Закону "Про охорону праці", підприємства з чисельністю працівників 50 і більше осіб повинні мати власну службу охорони праці згідно з Типовим положенням про таку службу. Структура служби, чисельність, завдання, функції та права працівників служби охорони праці повинні бути визначені в Положенні про цю службу.

На підприємствах з меншою кількістю працівників (менше 50 осіб), функції служби охорони праці можуть виконуватися в порядку сумісництва особами, які мають відповідну підготовку. У разі підприємств з кількістю працівників менше 20 осіб можуть залучатися сторонні фахівці на договірних засадах, які мають не менше трьох років виробничого стажу і пройшли навчання з охорони праці.

4.2 Загальна характеристика об'єкта, технічні характеристики серійного енергетичного устаткування та систем енергопостачання.

Таблиця 4.2.1. Загальна характеристика об'єкту

Найменування ЕУ або ТЕУ	Вид розміщення	Розміщення робочого місця	Категорія електроприміщення	Категорія з пожежної безпеки
Трансформатор ТМ-630	Внутрішня ЕУ	Окреме приміщення на поверхні землі, (8х12х3) м	приміщення з підвищеною небезпекою	Категорія Д

					ОМ-91.12.1353-с.102.000.00ПЗ	Арк
ЗМН	Ар К	№ докум	Підпис	Дата		94

Характеристики пристроїв, обладнання або систем є невід'ємною складовою їх опису. Вони надають інформацію про основні параметри та властивості з кількісного та якісного боку. Ці технічні характеристики мають на меті з'ясувати, як сам пристрій функціонує, які завдання він виконує і які має обмеження. Вхідні параметри, наприклад, є тими, що вводяться в пристрій або систему. Для електричного пристрою це може включати напругу живлення, вхідний сигнал, потужність тощо. Щодо фізичних розмірів, це описує розміри і форму пристрою або системи, такі як довжина, ширина, висота та вага. Енергетичні характеристики відносяться до споживання або виробництва енергії пристроєм або системою, такі як енергоефективність, споживання електроенергії та потужність.

Таблиця 4.2.2. Показники технічних характеристик ЕУ чи ТЕУ

Найменування ЕУ і марка	Основні характеристики	Числове значення показника
Трансформатор ТМ-630	Напруга	10/0,4 кВ
	Потужність	630 кВА
	Маса	4 000 кг
	Габаритні розміри	250x1451x400 см
	Маса і марка масла	1 600 кг, МТК-60
	Маркування	ТР-1-10- 630-6

4.3 Визначення та оцінка показників умов праці на робочих місцях

Передумовою організації роботи та створення сприятливих умов праці є необхідність об'єктивної оцінки їх фактичного стану. Окрім аналізу та оцінки окремих факторів, які впливають на умови праці, важливо висловити різноманітність виробничого середовища за допомогою єдиного, інтегрального показника.

Утворення санітарно-гігієнічних умов є результатом впливу різних факторів навколишнього середовища на людину, таких як шкідливі хімічні речовини, запилене повітря, вібрація, освітлення, рівень шуму, інфразвук, ультразвук, електромагнітне поле, лазерне, іонізуюче та ультрафіолетове випромінювання, мікроклімат, мікроорганізми та біологічні чинники. Відповідність цих факторів сучасним нормам, нормативам та стандартам є передумовою збереження нормальної працездатності людини.

					ОМ-91.12.1353-с.102.000.00ПЗ	Арк
ЗМН	Ар К	№ докум	Підпис	Дата		95

Створення сприятливих санітарно-гігієнічних умов праці сприяє збереженню здоров'я людини та підтримці стабільного рівня її працездатності. Для поліпшення умов праці необхідно, насамперед, вдосконалити техніку, технологію та фізико-хімічні властивості сировини, а також подальше розвиток виробничих процесів з урахуванням сукупності санітарних норм, стандартів та вимог.

Під терміном "метеорологічні умови" (мікроклімат) виробничого середовища розуміються такі параметри, як температура, вологість, рух повітря та барометричний тиск. Відхилення від норми у температурі та вологості повітря призводять до додаткового енергетичного затрат для людини та знижують продуктивність праці. Систематичне охолодження або нагрівання організму може призвести до різноманітних захворювань.

Таблиця 4.3.1. Чинники умов праці та їх показники

Найменування чинника	Основні показники	Числове значення показника
Параметри мікроклімату	Температура повітря Вологість Освітлення Шум	(25...40) °С (50...80) % (500...1000) Люкс (70...90) Дб
Важкість праці	Переміщення вантажів Робоче положення Статичні навантаження Категорія робіт	До 20 кг «стоячи», «стоячи зігнувшись» 55 Вт II категорія
Напруженість праці	Тривалість зосередженого спостереження Тривалість активних дій Змінність Напруженість органів чуття: зір Категорія	60 % робочого часу 50 % робочого часу 1 зміна, 8 годин 20 % робочого часу II категорія

4.4 Вибір засобів індивідуального захисту для обмеження впливу небезпечних і шкідливих виробничих чинників

Засоби індивідуального захисту- спеціальні засоби, використовувані працівником для відвертання або зменшення дії на організм шкідливих і небезпечних виробничих чинників, а також для захисту від забруднення. Застосовуються в тих випадках, коли безпека робіт не може бути забезпечена конструкцією устаткування, організацією виробничих процесів, архітектурно-планувальними рішеннями і засобами колективного захисту.

					ОМ-91.12.1353-с.102.000.00ПЗ	Арк
ЗМН	Ар К	№ докум	Підпис	Дата		96

Таблиця 4.4.1 .Перелік засобів індивідуального захисту

Вид ЗІЗ	Призначення	Марка або маркування. Модель. Матеріал.	Гарантований термін використання	Технічні характеристики
Захисний одяг	Захист від механічних ушкоджень	Blaklader X1600 Work Jacket поліестер/бавовна Куртка Carhartt Washed Duck Work Dungaree міцний хлопковий платтяний полотно Штани	6 місяців	Під час робіт з насосною установкою
Захисне взуття	Захист від механічних ушкоджень	Timberland PRO Pit Boss 6" Steel Toe шкіра, гума	1 рік	Під час переміщення вантажів масою до 20 кг
Захист рук	Захист від механічних ушкоджень	MAPA Professional Temp-Dex 710 латекс	3 місяці	Під час робіт з насосною установкою
Захист голови	Захист від механічних ушкоджень	MSA V-Gard 500 ABS-пластик, поліетиленова губка, нейлоновий ремінь	2 роки	Під час робіт з прокладання кабеля
Захист очей	Захист від механічних та хімічних ушкоджень	«3М SecureFit 600» Полікарбонат	2 роки	Під час роботи з насосною установкою
Захист органів слуху	Зниження рівня шуму на 10 дБА	«ДПЕ 30». Поліуретан.	12 місяців	Під час роботи з підвищеним звуковим навантаженням
Засоби захисту органів дихання	Захист від шкідливих речовин	«3М 6800». м'якого еластомера	2 роки	Під час роботи з висока концентрація шкідливих речовин або

					ОМ-91.12.1353-с.102.000.00ПЗ	Арк
ЗМН	Арк	№ докум	Підпис	Дата		97

Електротехнічні засоби використовуються для передачі та контролю інформації в системах електротехніки. В цій сфері основними компонентами є електричні сигнали та пристрої, що відповідають за їх створення, передачу, прийом та обробку.

Таблиця 4.4.2.Перелік електрозахисних засобів

Вид ЕЗЗ	Найменування	Технічні характеристики	Призначення і норми випробувань
Грозозахисна апаратура	Громовідводи	Металеві стержні або прутки, які встановлюються на даху будівель	Відводять струм блискавки.Період випробувань – 1 рік
Захисне заземлення	Заземлювальні системи	Системи, що забезпечують ефективне заземлення, знижуючи опір струму, який протікає в землю.	допомагає запобігти появі небезпечної напруги на обладнанні та установках Раз у 24 місяці
Захист від перевантажень	Автоматичні вимикачі, розподільні пристрої з інтегрованими захисними реле	Установки, що поєднують функції розподільного пристрою і захисного реле	вимикання при перевантаженні або короткому замиканні Раз у 24 місяці

4.5 Вибір заходів із запобігання та ліквідації наслідків пожеж і вибухів

Пожежа представляє собою неконтрольоване горіння, яке поширюється в часі і просторі, створюючи загрозу для життя та здоров'я людей, навколишнього середовища і призводячи до матеріальних збитків.

Пожежна безпека включає комплекс організаційних заходів та технічних засобів, спрямованих на попередження та гасіння пожеж.

Правила пожежної безпеки встановлюють вимоги і норми, які стосуються пожежної безпеки під час будівництва та/або експлуатації об'єкта. В Україні діють "Правила пожежної безпеки", які є обов'язковими для всіх центральних і місцевих органів державної виконавчої влади, підприємств, установ, організацій (незалежно від їх виду діяльності і форми власності), посадових осіб і громадян.

Зростання енергооснащеності виробництв, збільшення щільності транспортних комунікацій, підвищення температур і тиску в технологічному устаткуванні, використання нових видів полімерних матеріалів з підвищеними показниками пожежної безпеки значно впливають на підвищення рівня пожежної безпеки промислових об'єктів.

Україна щодня стикається з понад 100 пожежами, у яких загивають 5-6 людей. Це призводить до значних матеріальних збитків, які становлять близько 2,0 млрд гривень щороку. Статистика свідчить про те, що найпоширенішими причинами пожеж в Україні є: необережне поводження з вогнем (30-40%), порушення правил монтажу та експлуатації електроустановок і побутових електроприладів (20-25%), порушення правил монтажу та експлуатації приладів опалення (10-15%), пустощі дітей з вогнем (близько 10%). Основні причини виникнення пожеж в Україні можна побачити на рисунку 1.

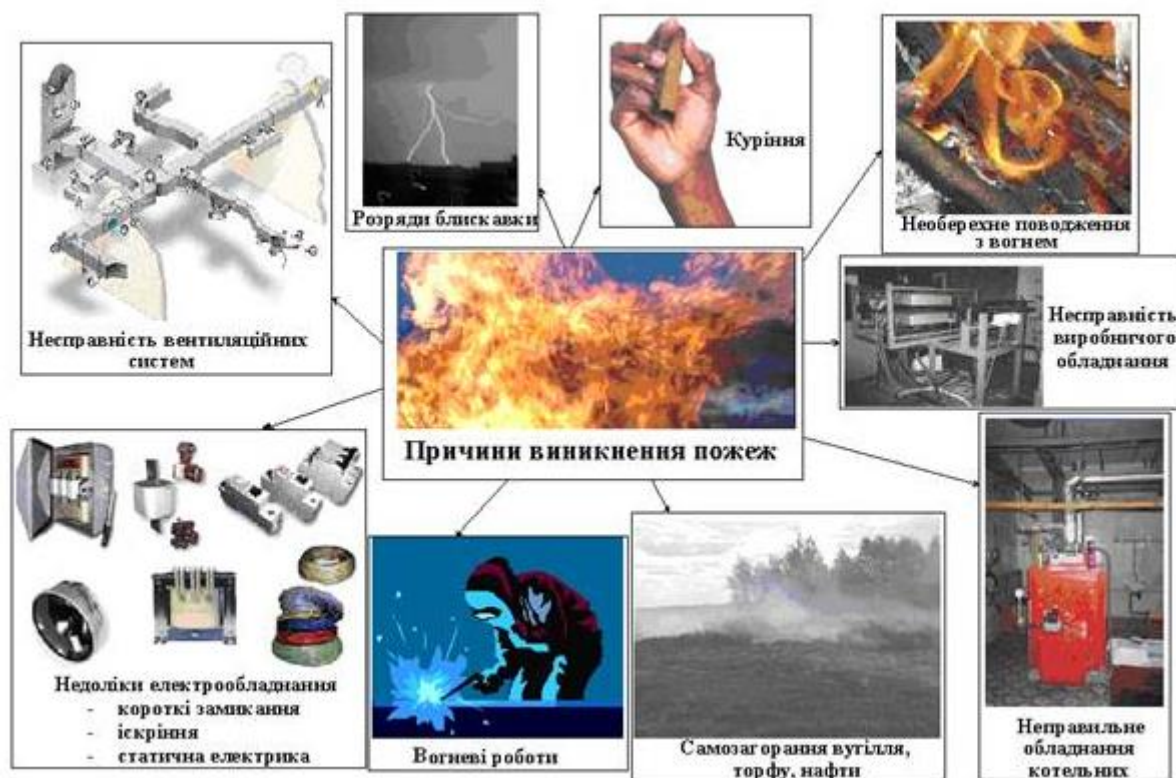


Рисунок 4.5.1. Основні причини виникнення пожеж

Система пожежного захисту включає комплекс заходів та засобів, спрямованих на виявлення, локалізацію та гасіння пожежі, а також на забезпечення евакуації людей та мінімізацію матеріальних збитків. До них відносяться:

					ОМ-91.12.1353-с.102.000.00ПЗ	Арк
ЗМН	Ар К	№ докум	Підпис	Дата		99

- Вогнегасники: портативні пристрої, які містять вогнегасне середовище (порошок, газ, піна) і призначені для гасіння початкових стадій пожежі.
- Вогнегасні системи: автоматичні системи, що монтується на об'єктах і при спрацюванні забезпечують подачу вогнегасного середовища (піни, газу, води) для гасіння пожежі.
- Системи сповіщення про пожежу: включають детектори диму, тепла або вогню, які при спрацюванні автоматично сповіщають про пожежу, а також системи оповіщення, що передають сигнали пожежі до відповідних служб.
- Системи вентиляції та димовідведення: призначені для виведення диму та токсичних газів з приміщень під час пожежі, забезпечуючи безпечну евакуацію людей та умови для рятувальних робіт.
- Огорожі та перешкоди: фізичні бар'єри, які утрудняють поширення пожежі і допомагають локалізувати її.
- Системи автоматичної евакуації: включають евакуаційні шляхи, показники напрямку, аварійне освітлення та інші засоби, які сприяють безпечній евакуації людей з будівлі під час пожежі.

Організаційно-технічні заходи включають ряд дій, спрямованих на забезпечення виконання правил пожежної безпеки. До них належать:

- Розроблення та впровадження пожежних інструкцій і правил безпеки для персоналу.
- Проведення навчання та тренувань з пожежної безпеки для персоналу.
- Регулярна перевірка та обслуговування пожежного обладнання і систем.
- Встановлення вимог до зберігання та використання горючих речовин та матеріалів.
- Контроль за дотриманням правил пожежної безпеки, виявлення порушень та прийняття заходів для їх усунення.

Ці три групи заходів та засобів використовуються в комплексі для максимальної пожежної безпеки об'єкта. Кожна з груп має свої функції і

					ОМ-91.12.1353-с.102.000.00ПЗ	Арк
ЗМН	Ар К	№ докум	Підпис	Дата		100

призначена для запобігання виникненню пожежі, реагування на неї та мінімізації наслідків.

До загального комплексу заходів та засобів щодо попередження утворення горючого середовища згідно з ГОСТ 12.1.004.-91 відносяться:

- максимально можливе використання негорючих та важкогорючих речовин та матеріалів, заміна ними горючих речовин та матеріалів;
- обмеження маси та об'єму горючих речовин та матеріалів, що одночасно знаходяться в приміщенні;
- ізоляція горючого середовища (ізольовані відсіки, камери тощо), установка та розміщення пожежонебезпечного устаткування в ізольованих приміщеннях або на відкритих майданчиках;
- підтримування безпечної концентрації горючих речовин в приміщеннях та всередині апаратів, використання флегматизаторів;
- підтримування безпечних параметрів процесів (температури, тиску тощо), за яких виключається утворення вибухонебезпечних сумішей та поширення полум'я;
- механізація та автоматизація технологічних процесів, пов'язаних з використанням горючих речовин;
- застосування пристроїв автоматичного захисту устаткування з горючими речовинами від пошкоджень та аварій, використання запобіжних пристроїв, що спрацьовують при виході параметрів процесів за встановлені норми;
- видалення пожежонебезпечних відходів виробництва.

					ОМ-91.12.1353-с.102.000.00ПЗ	Арк
						101
ЗМН	Ар К	№ докум	Підпис	Дата		

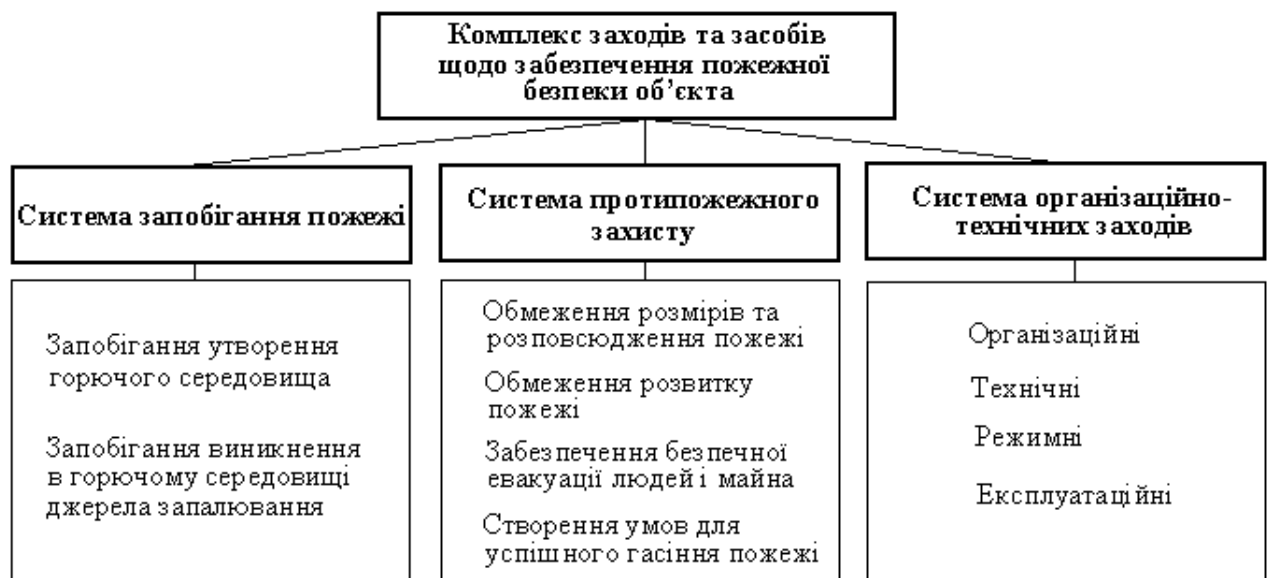


Рисунок 4.5.2 Загальна схема комплексу заходів та засобів з пожежної безпеки об'єкта

Система протипожежного захисту.

Система протипожежного захисту - це комплекс заходів та засобів, спрямованих на унеможливлення небезпечного впливу пожежних факторів на людей і обмеження матеріальних збитків, спричинених пожежами. Основні мети системи протипожежного захисту полягають у запобіганні поширенню та розвитку вогню і вибухів поза межі початкового осередку, своєчасному виявленні та припиненні пожеж, а також захисті людей та матеріальних цінностей від шкідливих впливів пожежних та небезпечних факторів.

Швидкість поширення та розвитку пожежі перш за все залежить від кількості та характеристик матеріалів, які знаходяться в будівлі, а також від пожежостійкості будівельних конструкцій, таких як стіни, стеля і т.д.

Організаційно-технічні заходи.

Для забезпечення організованого руху та запобігання паніці під час евакуації розробляються індивідуальні плани евакуації. Кожен план евакуації містить графічну та текстову частини. Графічна частина представляє схематичний план поверху або приміщення, на якому позначені основні евакуаційні маршрути, виходи та місця розташування засобів оповіщення та пожежогасіння. Текстова частина плану включає послідовність дій посадових осіб та працівників у разі пожежі. Графічний план евакуації розміщується на видному місці та регулярно

					ОМ-91.12.1353-с.102.000.00ПЗ	Арк
ЗМН	Ар К	№ докум	Підпис	Дата		102

перевіряється на практиці, а також презентується під час інструктажів, підписуючись всіма присутніми.

Велике значення для забезпечення безпеки людей під час пожежі має протидимний захист приміщень та евакуаційних шляхів. Основна ідея цього заходу полягає у обмеженні поширення горючих речовин усередині будівель та приміщень шляхом ізоляції можливих джерел загоряння та ефективного видалення диму.

Однією з найважливіших функцій системи протипожежного захисту є своєчасне виявлення та припинення пожежі. Для раннього виявлення пожежі на вибухопожежонебезпечних об'єктах встановлюють системи пожежної сигналізації. Ці системи можуть активуватися вручну або автоматично.

Таблиця 4.5.1 Перелік заходів і засобів з пожежної безпеки

Група заходів	Технічні характеристики	Критерії вибору
Технічні		
Портативний порошковий вогнегасник ABC	Тиск-15 бар довжина струмені – 8м тривалість дії – 30 с	У приміщенні, розміщено в коридорах через 70 м
Продовження таблиці 4.5.1		
Громовідвод	Стрижневий, на поверхні даху, з кроком 75 см.	II категорія, приміщення з нафтопродуктами
Організаційні		
План дій з попередження пожеж і вибухів	Вимоги до евакуаційних заходів, планах евакуації, забезпечення дотримання протипожежних вимог, виконання приписів і постанов органів державного пожежного нагляду	Відділ з охорони праці
ЗІЗ		
Протигаз	ЗМ 6800 Проти частинок (Р) або проти газів та парів (А, В, Е, К).	Температура зберігання – від 20 до 100 °С. Термін зберігання – 10 років
Спеціальний одяг	Номех ІІА Забезпечують захист від накопичення статичної електрики, що може призвести до загоряння	Багаторазового використання. Термін зберігання – 3 років

					ОМ-91.12.1353-с.102.000.00ПЗ	Арк
ЗМН	Арк	№ докум	Підпис	Дата		103

					ОМ-91.12.1353-с.102.000.00ПЗ	
ЗМН	Ар К	№ докум	Підпис	Дата	104	

Перелік посилань

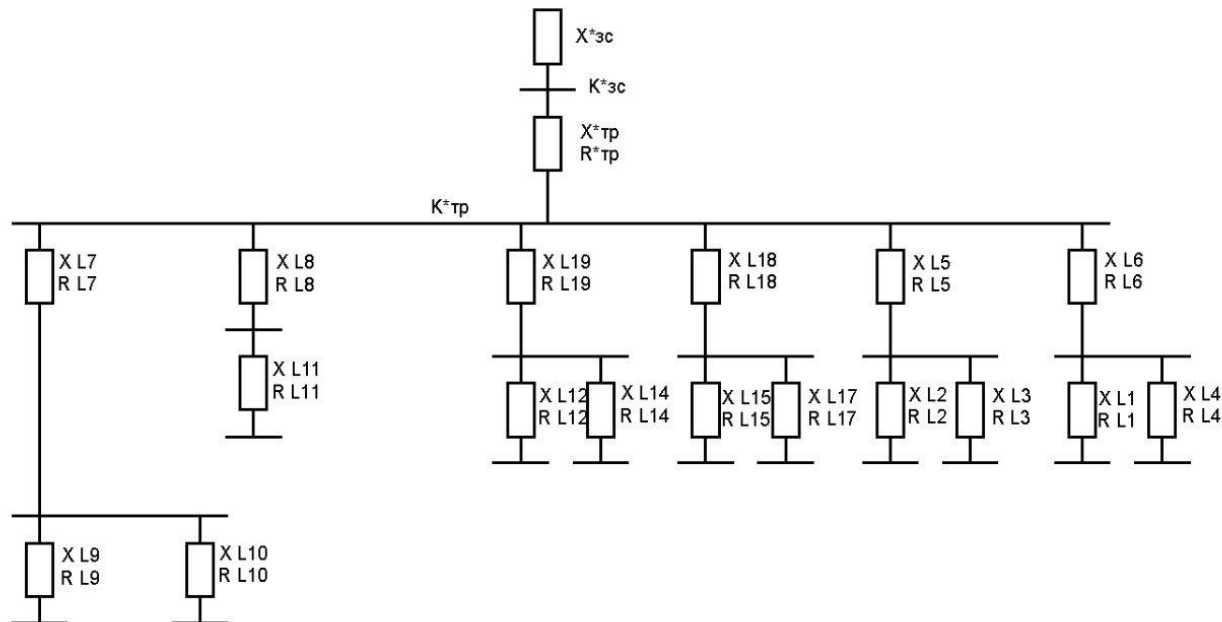
1. Гірничий енциклопедичний словник : у 3 т. / за ред. В. С. Білецького. — Д. : Східний видавничий дім, 2004. — Т. 3. — 752 с. — ISBN 966-7804-78-X.
2. В. С. Білецький, В. М. Орловський, В. І. Дмитренко, А. М. Похилко Основи нафтогазової справи.- М.: ПолтНТУ, 2017, 312 с.
3. Методичні вказівки до дипломного та курсового проектування «Електрообладнання та електропостачання діляниць міського підземного будівництва», Рябенко І. С. – Київ: НТУУ «КПІ», 1999.
4. Мельников Н.В. Справочник инженера и техника по открытым горным работам. Москва, 1961.
5. Електрообладнання та електропостачання машин і установок гірничого виробництва (електронний ресурс): методичні вказівки до виконання лабораторних робіт для студентів напряму підготовки 6.050702 «Електромеханіка», НТУУ «КПІ»; Рябенко І. С. Електронні текстові данні – К.: НТУУ «КПІ», 2014. – 116 с.:<http://ela.kpi.ua/handle/123456789/7571>
6. Туренко О.М. Розрахункові робота з курсу «Технологія відкритих гірничих робіт». Київ, 1995.
7. Родштейн Л. А. Электрические аппараты. — Л.: Энергоатомиздат, 1989. — 304 с. — ISBN 5-283-04389-4. // Режим доступа: <https://ru.m.wikipedia.org/wiki/Геркон>- Заголовок з екрану.
8. Добыча нефти глубинными штанговыми насосами// Ришмюллер Г.; под. ред. Шёллер-Блекманн ГмбХ, Терниц, 1988 г.- 144 с.
9. Справочное руководство по проектированию разработки и эксплуатации нефтяных месторождений. Добыча нефти.// Гиматудинов Ш.К., Мищенко И.Т., Петров А.И.; Недра, Москва, 1983 г.- 455 с.
10. Кузнецов В.А., Кузмичев В.А. Вентильно-индукторные двигатели; изд-во МЭИ, 2003. - 70 с.
11. Вешеневский С. Н. Характеристики двигателей в электроприводе; изд. 6-е, исправленное. М.: Энергия, 1977. - 431 с.

					ОМ-91.12.1353-с.102.000.00ПЗ	Арк
ЗМН	Ар К	№ докум	Підпис	Дата		105

12. Драчев Г.И. Теория электропривода, часть 1 Челябинск «ЮУрГУ», 2005 209.
13. С. М. Donaghy-Spargo. Synchronous Reluctance Motor Technology: Industrial Opportunities, Challenges and Future Direction (англ.) // Durham University. — 2016.
14. Пат. 116118 Україна, МПК H02P 25/08 (2016.01), H02K 19/06 (2006.01), H02K 21/14 (2006.01), H02K 29/06 (2006.01). Вентильний індукторний електродвигун / Панченко Віктор Іванович (UA); ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД "НАЦІОНАЛЬНИЙ ГІРНИЧИЙ УНІВЕРСИТЕТ". - № а 2015 06907; заявл. 13.07.2015; опубл. 12.02.2018.
15. Доклады научно-практического семинара, Вентильно-индукторный электропривод – Москва: Издательство МЭИ, 2007. – С. 112.
16. Н.Ф. Ильинский. [Вентильно-индукторный электропривод: проблемы и перспективы развития](#) // Издательство МЭИ, 111250, Москва, Красноказарменная ул., д. 14. — 2007.
17. Проектирование вентильных реактивных двигателей // С. В. Рисованный В. Б. Финкельштейн; под ред. В. Б. Финкельштейна, Харьков 2014 – 246 с.
18. Охрана труда на производстве и в учебном процессе. с. Петрова, С.В. Петров, С.Н. Вольхин; Москва 2006 -232 с.

					ОМ-91.12.1353-с.102.000.00ПЗ	Арк
						106
ЗМН	Ар К	№ докум	Підпис	Дата		

Додаток А



					ОМ-91.12.1353-с.102.000.00ПЗ	Арк
						107
ЗМН	Ар К	№ докум	Підпис	Дата		