

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»
Інститут енергозбереження та енергоменеджменту
Кафедра автоматизації управління електротехнічними комплексами

«До захисту допущено»
Завідувач кафедри
_____ Віктор РОЗЕН
«__» _____ 2020 р.

Дипломний проект
на здобуття ступеня бакалавра
зі спеціальності 141 Електроенергетика, електротехніка та
електромеханіка
на тему: «Електромеханічне обладнання та автоматизація насосної
установки цеху з виробництва етилену і поліетилену»

Виконав:

студент III курсу, групи ОА-п71

Боднарук Олексій Юрійович _____

Керівник:

Асистент

Торопова Лілія Володимирівна _____

Консультант з електропостачання:

Доц. каф. ЕМОЕВ, к.т.н.

Мейта Олександр В'ячеславович _____

Консультант з охорони праці:

Доц. каф. ОППЦБ, к.т.н.

Козлов Сергій Степанович _____

Рецензент:

Ст.викл. кафедри ТЕ, к.т.н.

Оборонов Тарас Юрійович _____

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

Студент _____

Київ – 2020 року

ВІДОМІСТЬ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ

№ з/п	Формат	Позначення	Найменування	Кількість листів	Примітка
1	A4		Завдання на дипломний проект	2	
2	A4	ДП 2410. ОА.п71 ПЗ	Пояснювальна записка	84	
3	A1	ДП 2410. 01.000 ТК	Схема електропостачання цеху з виробництва етилену і поліетилену	1	
4	A1	ДП 2410. 02.000 ТК	Схема електрична монтажна	1	
5	A1	ДП 2410. 03.000 ТК	Генеральний план цеху з виробництва етилену і поліетилену	1	
6	A1	ДП 2410. 04.000 ТК	Моделювання роботи насосної установки в середовищі «Mathlab Simulink»	1	

				ДП 2410 ОА.п71.14		
	ПІБ	Підп.	Дата			
Розробн.	Боднарук О.Ю.			Відомість дипломного проекту	Лист	Листів
Керівн.	Торопова Л.В.				2	89
Консульт.	Мейта О.В.					
Консульт.	Козлов С.С.					
Н/контр.	Смоляр В.Г.					
Зав.каф.	Розен В.П.					
				КПІ ім. Ігоря Сікорського Каф. АУЕК Гр. ОА-п71		

**Пояснювальна записка
до дипломного проекту
на тему: «Електромеханічне обладнання та
автоматизація насосної установки цеху з виробництва
етилену і поліетилену»**

Київ – 2020 року

**Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»**

Інститут енергозбереження та енергоменеджменту

Кафедра автоматизації управління електротехнічними комплексами

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)

Спеціальність – 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ Віктор РОЗЕН

« ____ » _____ 2020 р.

ЗАВДАННЯ

**на дипломний проект студенту
Боднарук Олексій Юрійович**

1. Тема проекту «Електромеханічне обладнання та автоматизація насосної установки цеху з виробництва етилену і поліетилену», керівник проекту Торопова Л.В., асистент, затверджені наказом по університету від «21» травня 2020 р. №1131-с.

2. Термін подання студентом проекту 8 червня 2020 р.

3. Вихідні дані до проекту: в якості об'єкта регулювання вибрано насос Speroni CS 80, з приводним електродвигуном потужністю 22 кВт який керується пристроєм плавного пуску.

4. Зміст пояснювальної записки:

Загально-технічна частина (вимоги до насосних установок, огляд існуючих систем);

Електропостачання (розрахувати навантаження груп споживачів електроенергії цеху з виробництва етилену і поліетилену, вибір пристроїв захисту, розрахунок струмів КЗ, розрахунок освітлення, вибір провідників);

Спеціальна частина (автоматизація насосної установки, вибір електродвигуна, обладнання, моделювання перехідних процесів, моделювання в програмному середовищі «Mathlab Simulink», «CoDeSys»);

Охорона праці (безпека експлуатація експлуатації електромеханічного обладнання, умови праці обслуговуючого персоналу, вимоги безпеки в аварійних ситуаціях).

5. Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслеників, плакатів, презентацій тощо):

- 1 аркуш – Схема електропостачання цеху з виробництва етилену і поліетилену;
 2 аркуш – Схема електрична принципова;
 3 аркуш – План цеху з виробництва етилену і поліетилену;
 4 аркуш – Схема моделювання системи автоматизації в «Mathlab Simulink»;
 6. Консультанти розділів проекту*

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Електропостачання	Мейта О.В., доц. каф. ЕМОЕВ		
Охорона праці	Козлов С.С., доц. каф. ОППЦБ		

7. Дата видачі завдання 20.05.20

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проекту	Термін виконання етапів проекту	Примітка
1.	Загально-технічна частина	20.05.-23.05	виконано
2.	Електропостачання	24.05.-28.05	виконано
3.	Спеціальна частина	29.05.-4.06.	виконано
4.	Охорона праці	5.06.-7.06	виконано
5.	Підготовка графічного матеріалу	8.06.-12.06	виконано

Студент

Олексій БОДНАРУК

Керівник проекту

Лілія ТОРОПОВА

* Якщо визначені консультанти. Консультантом не може бути зазначено керівника дипломного проекту.

ЗМІСТ

Вступ.....	7
1 Загально-технічна частина.....	8
1.1 Характеристика технічної установки.....	8
1.2 Класифікація насосних установок.....	11
1.3 Загальні відомості про каскадне регулювання.....	13
1.4 Розрахунок потужності.....	18
2. Електропостачання.....	20
2.1 Характеристика умов проектування та розподілу електроенергії.....	20
2.2 Розрахунок електричного освітлення.....	22
2.3 Розрахунок електричних навантажень та вибір трансформатора.....	27
2.4 Розрахунок електричних мереж підприємства та вибір типу перерізів провідника.....	36
2.5 Розрахунок струмів КЗ.....	39
2.6 Вибір електричних апаратів та уставок їх спрацювання.....	44
2.7 Розрахунок економічної ефективності.....	48
3 Спецчастина.....	50
3.1 Вибір електродвигуна.....	50
3.2 Вибір вузлів автоматизації.....	55
3.3 Моделювання системи керування насосами в Matlab Simulink.....	59
3.4 Моделювання установки в середовищі «CoDeSys».....	72
4. Охорона праці.....	82
4.1 Правила та інструкції безпеки на виробництві.....	82
4.2 Особливості експлуатації насосів.....	85
4.3 Охорона навколишнього середовища.....	87
Висновки.....	88
Список використаних джерел.....	89

					2401 ДП ОА-п71-01 ПЗ			
Змін	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Боднарук О.Ю.			Електромеханічне обладнання та автоматизація насосної установки цеху з виробництва етилену і поліетилену	Літ.	Лист	Листів
Перевір.		Торопова Л.В.					6	89
Реценз.		Оборонов Т.Ю.				ІЕЕ, гр. ОА-п71		
Н. Контр.		Смоляр Л.Г.						
Затверд.		Розен В.П.						

Вступ

Автоматизація технологічних процесів - це високий рівень комплексної автоматизації та електрифікації сільськогосподарського виробництва, при якому людина-оператор повністю або частково замінений спеціальними технічними засобами контролю і управління.

У даному дипломному проекті представлено вирішення задачі спроектувати і організувати автоматизовану систему насосної установки для хімічного підприємства з трьома насосами, при умові, що керуватись вони будуть від одного пристрою плавного пуску, розробити шкаф управління трьома насосами з індикацією режимів роботи. Для гарантії сталого тиску в трубопроводі потрібно було забезпечити постійну подачу рідини і автоматичне вимкнення двигунів у випадку, якщо тиск в системі ставав надлишковим.

При умовах пуску системи заявлено відповідність відношення пускових струмів не більше ніж 300% від номінального при запуску двигуна, можливість чергування насосів з переключенням на мережу з часом не більше ніж 0,2с.

					2401 ДП ОА-п71-01 ПЗ			
Змін	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Боднарук О.Ю.			Вступ	Літ.	Лист	Листів
Перевір.		Торопова Л.В.					7	89
Реценз.		Оборонов Т.Ю.						
Н. Контр.		Смоляр Л.Г.						
Затверд.		Розен В.П.						
						ІЕЕ, гр. ОА-п71		

Розділ 1

Загально-технічна частина

1.1 Характеристика технологічної установки

Насосні установки широко застосовуються на електромашинобудівних підприємствах для перекачування рідких середовищ, а також технологічної та охолоджуючої води. Сюди відносяться насоси для перекачки охолоджуючої емульсії в металообробці, насоси в системі водопостачання та каналізації, спеціальні насоси для хімічних середовищ в гальванічних цехах, насоси для просочувальних складів, лакофарбових матеріалів і т.п.

За принципом дії розрізняють: відцентрові лопатеві насоси. них подача рідини відбувається під дією відцентрової сили, що виникає при швидкому обертанні робочого колеса, осьові (пропелерні) насоси. Рідина переміщається під дією лопаток до лопастного колеса пропелерного типу вздовж осі обертання колеса; поршневі і плунжерні насоси. Рідина переміщається за допомогою поршня або плунжера, що рухаються зворотно-поступально; повітряні водопідйомники (ерліфти), в яких для підйому рідини використовується енергія стисненого повітря. Найбільш широкого поширення набули установки з відцентровими насосами. У спіральному корпусі насоса поміщається робоче колесо з лопатками. При обертанні колеса двигуном рідина, яка надходить до центру колеса із забірної резервуара через всмоктуючий трубопровід і відкриту засувку, відцентровою силою викидається по лопатках на периферію корпусу. В результаті в центрі робочого колеса створюється розрядження, рідина засмоктується в насос, знову викидається і далі подається в напірний трубопровід. Таким чином, в системі при відкритій засувці створюється безперервний перебіг, і відцентровий насос має рівномірний хід. Як споруди, що мають самостійне значення, вони застосовуються при водопостачанні, каналізації, теплопостачання і зрошенні.

					2401 ДП ОА-п71-01 ПЗ			
Змін	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	Електромеханічне обладнання та автоматизація насосної установки цеху з виробництва етилену і поліетилену	Лім.	Лист	Листів
Розроб.		Боднарук О.Ю.					8	89
Перевір.		Торопова Л.В.						
Реценз.		Оборонов Т.Ю.						
Н. Контр.		Смоляр Л.Г.						
Затверд.		Розен В.П.				ІЕЕ, гр. ОА-п71		

Перед пуском відцентровий насос потрібно заповнити рідиною. Насос може перебувати як нижче, так і вище рівня рідини.

У всіх відцентрових насосах рідина підводиться до робочого колеса в напрямку осі вала. Біля входу в колесо зазвичай відбувається відхилення струменів від осевого напрямку в радіальний. Проходячи через канали робочого колеса, частинки рідини здійснюють складний рух: поряд з обертальним рухом разом з колесом з окружної (переносний) швидкістю вони переміщуються уздовж лопастей з відносною швидкістю. Для можливості узагальнень припускають, що рух рідини в робочому колесі є струменевим, т. е. траєкторія кожної частки рідини збігається з кривою обриси лопаті.

Гідравлічними втратами є втрати енергії на подолання гідравлічного опору по шляху руху рідини від входу в насос до виходу з нього, в трубопроводі, що підводить, робочому колесі і відводить трубопроводі. Об'ємні втрати пов'язані з витоками рідини. Якщо насос розташований нижче рівня, то для його заливки досить відкрити вентиль засувки. Якщо ж насос знаходиться вище рівня рідини, то для заливки потрібно створити розрядження всередині корпусу за допомогою спеціального вакуум-насоса, в якості яких зазвичай застосовують поршневі насоси.

Крім витоків рідини через зазори ущільнення робочого колеса, відбуваються незначні витоки через сальники. У багатоколісних насосах, крім витоків рідини через ущільнення робочих коліс, є також виток рідини через гідравлічну п'яту і перегородки (діафрагми), що розділяють окремі ступені насоса. Крім перерахованих втрат, зумовлених гідравлічними опорами і виток в насосі, є ще механічні втрати від тертя в підшипниках, сальниках і розвантажувальних дисках робочого колеса, Найпоширеніше значення серед механічних втрат мають дискові (від тертя зовнішньої поверхні колеса про рідину). Зазвичай вакуметричну висоту всмоктування вказується заводами для атмосферного тиску 0,1 МПа (10 м вод. Ст.) і температури 20 ° С.

					2401 ДП ОА-п71-01 ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таким чином, при установці насоса в залежності від висоти місцевості над рівнем моря і температури рідини, що перекачується необхідно вносити поправки в задану заводами вакуметричну висоту всмоктування. При більш високій відмітці місцевості над рівнем моря і більш високій температурі допустима вакуметрична висота всмоктування зменшується, а при протилежних умовах збільшується. Вакуметрична висота всмоктування для ряду насосів досягає 5,8 м.

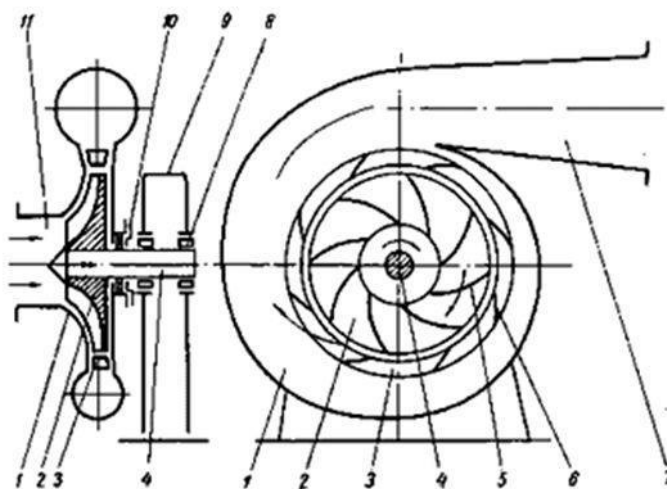


Рис. 1.1.1 - Принципова схема відцентрового насоса

1 - робоча камера; 2 - робоче колесо; 3 - направляючий апарат; 4 - вал; 5 - лопатка робочого колеса; 6 - лопатка направляючого апарата; 7 - нагнітальний патрубок; 8 - підшипник; 9 - корпус насоса (опорна стійка); 10 - гідравлічне торцеве ущільнення вала (сальник); 11 - всмоктуючий патрубок.

На робочому колесі є лопатки (лопаті), які мають складну форму. Рідина підходить до робочого колеса уздовж осі його обертання, потім прямує в межлопаточну канал і потрапляє в відведення. Відведення призначений для збору рідини, що виходить з робочого колеса, і перетворення кінетичної енергії потоку рідини в потенційну енергію, зокрема в енергію тиску. Зазначене вище перетворення енергії має відбуватися з мінімальними гідравлічними втратами, що досягається спеціальною формою відведення.

					2401 ДП ОА-п71-01 ПЗ	Арк. 10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.2 Класифікація насосних установок

За способом дії насоси бувають не тільки відцентрового типу, але і поршневого. Поршневі насоси застосовуються для перекачування води при великих висотах всмоктування (до 5 - 6 м). З огляду на зворотно-поступального руху поршня для таких насосів, як і для поршневих компресорів, характерні нерівномірність ходу і пульсації навантаження на валу (при всмоктуванні рідини має місце холостий хід, при стисненні - робочий хід). Тому робота поршневих насосів супроводжується нерівномірним перебігом рідини в напірному трубопроводі. Для згладжування пульсацій навантаження і підвищення рівномірності ходу застосовують в одному насосі кілька робочих циліндрів, а на валу встановлюють маховик.

Кавітація в відцентрових насосах є гідродинамічним явищем і залежить від гідродинамічних якостей робочих органів машини і фізичних властивостей рідини. Кавітація в насосах зазвичай починається при падінні тиску до значення, рівного або меншого тиску пружності насиченої пари і супроводжується порушенням суцільності потоку з утворенням порожнин, насичених паром і розчиненими в рідині газами.

Вона виникає також при зниженні місцевого тиску з різних причин динамічного характеру: збільшення швидкості рідини через збільшення частоти обертання, відриву або стиснення потоку, відхилення ліній струму від їх нормальних траєкторій.

Кавітація в насосах може виникнути як на рухомих, так і на нерухомих елементах проточної частини.

Причини виникнення кавітації.

Явище кавітації в насосах відбувається наступним чином - зародження кавітації в багатьох випадках починається з освіти окремих мікроскопічних бульбашок на ділянках прикордонного шару обтічного тіла. Після досягнення певного розміру ці бульбашки надходять в зону видимої кавітації.

					2401 ДП ОА-п71-01 ПЗ	Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Порожнини або так звані, каверни постійного і стійкого типів утворюються без попереднього зростання бульбашок в тих випадках, коли тиск навколишнього середовища досить низька або відповідно висока швидкість потоку.

Явище кавітації в насосах супроводжується скипанням рідини і є термодинамічним процесом, обумовленим властивостями рідини: тиском, температурою, прихованої теплотою пароутворення, теплоємністю.

При скіпанні рідини в місцях з мінімумом тиску утворюються порожнини, заповнені паром і частково виділилися з розчину газами. Виниклі бульбашки пара захоплюються потоком і потрапляють в область з більш високим тиском, де вони знову конденсуються. Так як кипіння пов'язано з витратою тепла на пароутворення, яке повинно бути отримано з навколишнього середовища шляхом теплообміну, то процес скипання відбувається з деяким запізненням, тобто мінімальний тиск в потоці досягає значення трохи меншого тиску пароутворення і кипіння рідини відбувається з перегрітого стану. Конденсація бульбашок пари в області підвищеного тиску відбувається також з деяким запізненням в умовах відносного переохолодження. У зв'язку із зазначеними процесами кипіння і конденсація відбуваються з досить великою швидкістю.

Частинки рідини, що заповнюють порожнину конденсуючу бульбашки, рухаються до центру зі значними швидкостями. У момент завершення конденсації частки рідини раптово зупиняються, і відбувається місцевий гідравлічний удар. При цьому кінетична енергія частинок переходить в енергію пружної деформації. Так як деформація рідини вельми незначна, то тиск підвищується на досить велику величину. Слідом за підвищенням тиску виникає зворотна хвиля тиску, що супроводжується різким падінням його і, можливо, повторним скипанням, а потім знову конденсацією.

					2401 ДП ОА-п71-01 ПЗ	Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.3 Загальні відомості про каскадне регулювання

Каскадне управління широко застосовується для управління різними процесами, пов'язаними з підтриманням рівня \ тиску, концентрації, Ph і інших параметрів. Його використання дозволяє компенсувати затримки і запобігати накопичення енергії негативно впливають на якість регулювання.

Каскадне управління насосами досить точно дозволяє контролювати заданий тиск або продуктивність в лінії за рахунок інтелектуального регулювання і поетапного підключення-відключення насосів.

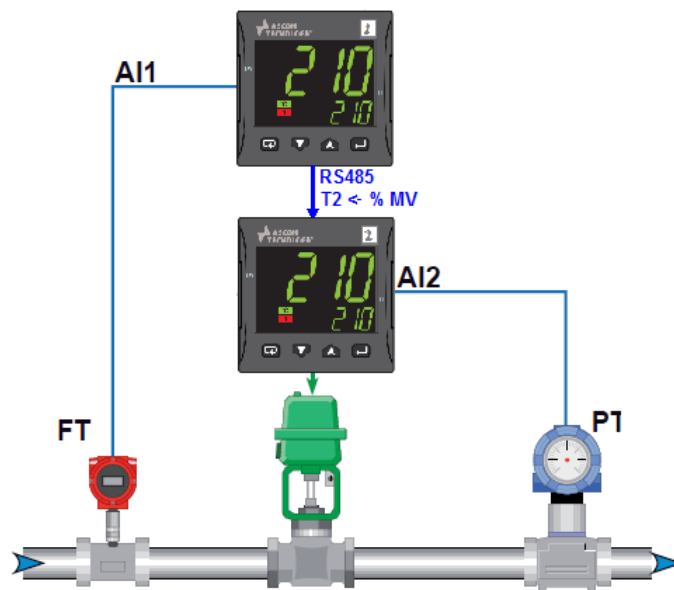


Рис. 1.3.1 - Каскадне регулювання витрати з обмеженням по тиску

Для включення і виключення додаткових приводів насосів є налаштування за значенням і часу очікування перед запуском / зупинкою. Запуск і зупинка додаткових приводів здійснюється за допомогою пристроїв плавного пуску, що забезпечує досить м'який запуск, невеликі пускові струми, контроль поточних струмів, захист двигуна в процесі роботи і невисоку вартість. Основний привід працює весь час під управлінням перетворювача частоти, з вбудованим контролером. Вся поточна інформація та введення налаштувань доступні на екрані панелі оператора.

					2401 ДП ОА-п71-01 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

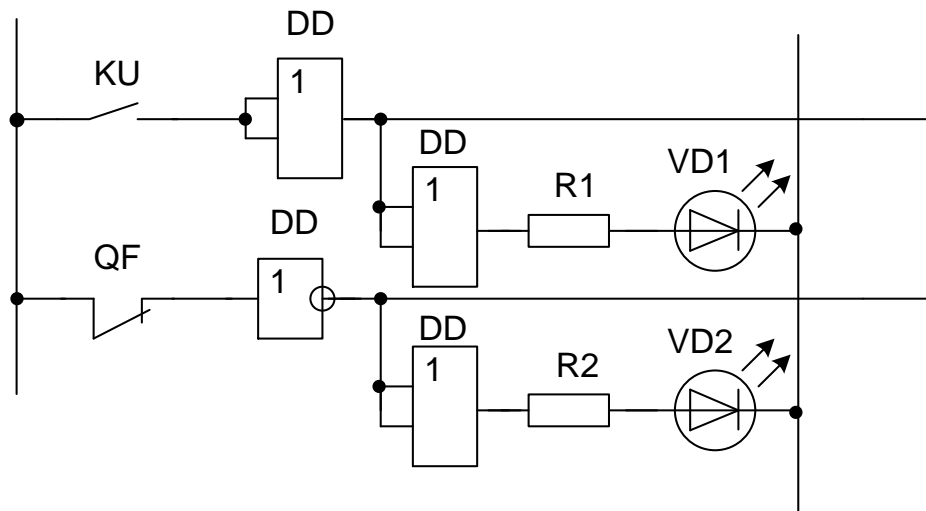


Рис. 1.3.2 - Схема сигналізації аварійних режимів.

Схема електрична принципова складається з мікроконтролера, двох АЦП та блоку контролю та управління технологічних параметрів. Програмно мікроконтролер опитує кожен з датчиків на предмет виміру вихідного параметру шляхом подачі управляючого сигналу на входи А1 та А2 . На входи під'єднуються аналогові датчики температури та аналоговий датчик тиску.

Схема працює таким чином:

Оператор, перш ніж запустити систему натискає кнопку SB2 – яка перевіряє стан роботи системи і запускає її в режим очікування. Для запуску системи натискають на кнопку SB3. Алгоритмом роботи: запускається перший двигун, за ним другий, вони працюють до тих пір, поки не настане робочий тиск, при виявленні недостатнього тиску в системі (менше 8 бар) підключається третій двигун, і після цього він вимикається і за релеїним законом тиск на врешта підтримують тиск на виході. По мірі витрати тиску вмикається відповідна кількість двигунів. При виході з ладу одного з двигуна запускається інший, а цей ремонтують не вимикаючи системи та підтримуючи відповідний тиск. Системою передбачено контроль температур двигунів та компресорів, при спрацюванні відповідного вмикається інший двигун з компресором, а в якому підвищена температура йде на охолодження чи на відповідний ремонт.

					2401 ДП ОА-п71-01 ПЗ	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

При критичних режимах, коли наявна несправність двигуна чи його КЗ спрацьовує контакт автоматичного вимикача та індикуються відповідний світлодіод. В такому випадку вмикається інший робочий двигун. При обриві фаз робота силового блоку неможлива, тому блок вимикається.

Від КЗ схеми, обриву фаз, критичного рівня рідини в системі, критичної температури в на виході, критичного рівня тиску, передбачено необхідні рішення.

Принципова схема повинна забезпечити автоматичний режим роботи та автоматичний запуск насосів при пониженому тиску до вирівнювання з необхідним тиском за допомогою додаткового двигуна (третього), який буде вмикатися в залежності від того, який у системі тиск.

Для забезпечення заданого режиму роботи НС при зміні умов роботи потрібно проводити регулювання режимів роботи насосних установок. Це завдання може бути розділене на два напрями: регулювання гідравлічних режимів роботи насосів і регулювання енергетичної ефективності роботи обладнання НС.

Для насосних установок відцентрового типу застосовують наступні способи регулювання подачі рідини і тиску:

- дроселюванням трубопроводу;
- перепуском частини потоку рідини із вихідного патрубку насоса у вхідний;
- відключенням або підключенням насосів (ступінчасте регулювання);
- зміною частоти обертання робочого колеса насоса.

Дроселювання трубопроводу є дуже поширеним способом регулювання тиску і подачі рідини. Регулюючим елементом в цьому випадку є механічний пристрій у вигляді шиберу, дросель-клапану, засувки, діафрагми і т. п., який розташовується на напірному патрубку насоса і за рахунок свого переміщення змінює поперечний перетин трубопроводу

					2401 ДП ОА-п71-01 ПЗ	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Основний робочим механізмом насосної станції буде насос типу:

«Speroni CS 80»

Відцентровий моноблочний одноступінчастий електронасос Speroni CS виготовлений по DIN 24255 - NFE44-II - UNI 7467 стандартам. З'єднання насоса і двигуна здійснюється через проміжний фланець. Такий тип насоса ідеальний для перекачування чистої води і інших хімічно і механічно НЕ агресивних рідин. Якщо передбачається перекачувати рідину, щільність або в'язкість якої відрізняється від тих же параметрів води, то внаслідок зміни гідравлічне потужності необхідно враховувати потрібну в цьому випадку потужність електродвигуна.

Можна зробити висновок, що під нашу задачу – перекачування води для організації полива поля це цілком підходить.

Робочі характеристики:

- Максимальний робочий тиск 10 бар
- Температура води не більше 90 ° С
- Температура навколишнього середовища не більше 40 ° С
- Максимальна глибина всмоктування 7 м

Двигун:

- 2-х полюсний електродвигун (2850 об / хв)
- Клас ізоляції F
- Клас захисту IP55

Матеріали:

- Корпус насоса чавун
- Супорт двигуна чавун
- Робоче колесо чавун
- Вал і ротор двигуна нержавіюча сталь
- Механічне торцеве ущільнення (кераміка / графіт)

					2401 ДП ОА-п71-01 ПЗ	Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Spironi CS 80 - технічні характеристики:

- Витрата (Q_{max} , м³ / год) – 180
- Напір (H_{max} , м) - 27.5
- Робочий тиск (P_{max} , бар) – 10
- Темп. рідини (T_{max} , °C) - 90

Приєднувальні розміри:

- На вході (DNA) - у відповідь фланець ВР 4 "
- На виході (DNM) - у відповідь фланець ВР 3 "

Матеріали:

Робочі колеса і дифузори - чавун

Ущільнення нержавіючого валу - механічне - кераміка / графіт

Потужність (P2, кВт) - 22

Струм (I2, А) - 20.5

Мережа - 3х400В - 50Гц

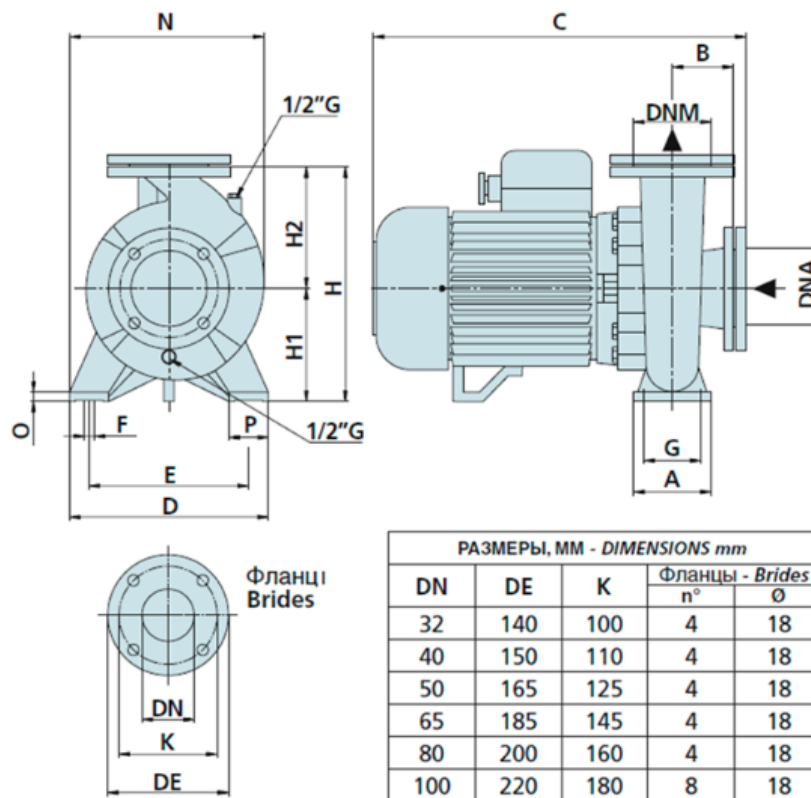


Рис. 1.3.3 – Габаритні розміри Spironi CS 80

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

1.4 Розрахунок потужності

Для визначення потужності на валу насоса, щоб забезпечити напір H_H і витрати G_H , можна скористатися формулою :

$$P_H = \frac{K_3 \cdot H_H \cdot G_H \cdot \rho \cdot g}{\eta_H}, \text{ Вт} \quad (2.1)$$

Де K_3 – коефіцієнт запасу. В даному випадку $K_3 = 1,1$.

$$P_H = \frac{1.1 \times 0.027 \times 71 \times 1000 \times 9.81}{0.97} = 21326 \text{ Вт} \approx 22 \text{ кВт}$$

ВИБІР АГРЕГАТУ

По отриманих даних потужності на валу насоса ($P_H = 22$ кВт) обираємо насос з заданими значеннями частоти оборотів робочого валу ($n_c = 3000$ об/хв), номінального напору ($H_{HH} = 71$ м) і номінальної продуктивності ($G_H = 50$ м³/год) не нижче заданого, а також фіксуємо значення ККД насосу. Після цього повторюємо розрахунок з фактичним значення ККД.

$$P_H = \frac{K_3 \cdot H_H \cdot G_H \cdot \rho \cdot g}{\eta_\phi}, \text{ Вт} \quad (3.1)$$

Обрано насос **Speroni CS 80-160D** (22 кВт, 3000 об/хв, напір – 27,5м, подача – 50 м³/год, ккд – 73%)

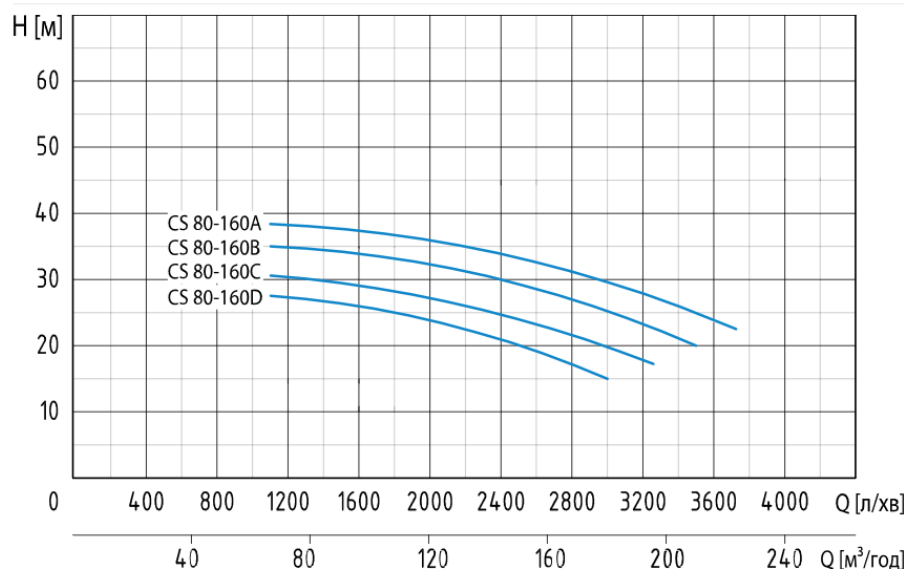


Рис 1.4.1 – Графік продуктивності насосів

Таблиця 1.4.1 – Характеристики насосу

Країна виробник	Україна
Максимальний напір	27,5 (м)
Пропускна здатність	50 (куб. м/год)
Потужність	22 (кВт)
Речовина	Вода і схожі рідини
Установка насоса	Горизонтальна
Мінімальна температура рідини	0.0 (град.)
Максимальна температура рідини	85.0 (град.)
Матеріал корпусу	Чугун
Тип під'єднання	Фланцеве
Подача, м ³ /год	50
Напір, м	20
Частота обертання об/хв	3000
ККД, %	95
Кавітаційний запас, м	7
Витік через сальникове ущільнення л/год, не більше	10
Номінальний діаметр робочого колеса, мм	225

За формулою та даними таблиці перераховуємо потужність на валу насоса:

$$P_H = \frac{1.1 \times 0.027 \times 71 \times 1000 \times 9.81}{0,95} = 21775 \text{ Вт} \approx 22 \text{ кВт}$$

					2401 ДП ОА-п71-01 ПЗ	Арк.
						19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 2

ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ

2.1 Характеристика умов проектування та розподілу електроенергії на підприємстві.

Хімічний комбінат складається з: складів готової продукції, цеху вентиляторів, ремонтно-механічного цеху, ливарного цеху. Електропостачання будь-якого підприємства – це одне з найважливіших завдань що стоять перед проектуванням будь якої установи. Важливо тому, що це напряду впливає на якість та кількість продукції що буде вироблятися, і загальна ефективність підприємства теж залежить від того, наскільки продумано і якісно буде виконано постачання кожного з цехів, якою буде кількість підстанцій, наскільки прорахованим буде вибраний трансформатор, кабелі низької та високої напруги, комутаційна, захисна апаратура. Так, наприклад, ми маємо ремонтно-механічний цех, який має певну кількість обладнання, цех вентиляторів, що автоматично відповідно до назви відноситься до I категорії споживачів, так як це хімічний комбінат, що потребує постійної вентиляції та стабільної роботи насосних установок для комфортних умов роботи, і недопустимо, щоб цей цех в якийсь момент виявився без електропостачання, тому потрібно було раціонально підійти до категорійності кожного з цехів та забезпечення (якщо це потрібно) безперебійної роботи будь-якого важливого устаткування. Наш об'єкт є споживачем I категорії. Згідно з вимогами «Правил улаштування електроустановок» (ПУЕ): Електроприймачі I категорії – електроприймачі, перерва електропостачання яких може викликати: небезпеку для життя людей, значні збитки народному господарству, пошкодження цінного основного обладнання, масовий брак продукції, розлад складного технологічного процесу і т.д. Електроприймачі I категорії повинні забезпечуватись електроенергією від двох незалежних взаєморезервуючих джерел живлення.

					2401 ДП ОА-п71-01 ПЗ			
<i>Змін</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	Електромеханічне обладнання та автоматизація насосної установки цеху з виробництва етилену і поліетилену	<i>Лім.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листів</i>
Розроб.	Боднарук О.Ю.						20	89
Перевір.	Торопова Л.В.					ІЕЕ, гр. ОА-п71		
Реценз.	Оборонов Т.Ю.							
Н. Контр.	Смоляр Л.Г.							
Затверд.	Розен В.П.							

Таблиця 2.1.1 - Вихідні дані для розрахунку електричних навантажень

Назва механізму	Кількість	ΣP , кВт	P_{max}/P_{min}	m	$K_{и}$	cosφ	tgφ
Відцентровий насос	3	22	55/55	1	0,75	0,8	0,7265
Лебідка	1	15	15/15	1	0,1	0,5	1,732
Компресор	4	120	30/30	1	0,75	0,8	0,7265
Вентилятор	5	75	15/15	1	0,7	0,85	0,6249
Заслінка	4	44	11/11	1	0,7	0,8	0,7265
Освітлення	32	1,76	1,76	1	0,9	0,95	2,904

Електропостачання здійснюємо від двох незалежних взаємно резервованих трансформаторів, які встановлені на КТП.

Електричне навантаження розраховується для наступного вибору та перевірки струмоведучих частин та трансформаторів за нагрівом та економічними показниками.

Розрахунок електричних навантажень проводимо за середньою потужністю і коефіцієнтом максимуму.

Всі електроспоживачі розбиваємо на групи з приблизно однаковим режимом роботи і визначаємо максимальні розрахункові навантаження.

2.2 Розрахунок електричного освітлення

Розрахунок кількості світильників та їх розміщення

Приміщення має розміри $A \times B \times H = 42 \times 24 \times 6$ м.

Так як приміщення має вибухонебезпечні умови, то вибираємо вибухозахищені світильники типу ВЗГ, які рекомендовані для використання з лампами потужністю до 100 Вт. Приймаємо висоту робочої поверхні $h_p = 0,8$ м, висоту підвісу світильників $h_c = 0,7$ м.

1. Визначаємо робочу висоту підвісу світильників:

$$h = H - (h_p + h_c) = 6 - (0,8 + 0,7) = 4,5 \text{ м}$$

2. Визначаємо відстань між світильниками

$$L = h \lambda, \text{ м}$$

де λ - найвигідніше співвідношення між відстанню між світильниками і висотою підвісу для даного типу світильників. Приймаємо $\lambda = 1,2 \div 1,5$

$$L = (1,2 - 1,5) * 4,5 = 5,4 \div 6,75 \text{ м}$$

Приймаємо $L = 6$ м

3. Визначаємо відстань від стіни до першого ряду світильників:

$$l = \frac{1}{2} * L = \frac{1}{2} * 6 = 3 \text{ м.}$$

4. Визначаємо кількість світильників по довжині і ширині приміщення:

$$n_A = \frac{A - 2l}{L} + 1 = \frac{42 - 2 * 3}{6} + 1 = 8 \text{ шт.}$$

$$n_B = \frac{B - 2l}{L} + 1 = \frac{24 - 2 * 3}{6} + 1 = 4 \text{ шт.}$$

5. Визначаємо загальну кількість світильників:

$$N = n_A * n_B = 8 * 4 = 32 \text{ шт.}$$

					2401 ДП ОА-п71-01 ПЗ	Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахунок освітлення методом коефіцієнта використання світлового потоку

Визначаємо світловий потік лампи:

$$\phi = \frac{E_{\min} K S Z}{N \eta}, [\text{лм}] \quad [7]$$

де E_{\min} - мінімальна освітленість, лк. Приймаємо за таблицями $E_{\min} = 40$ лк.

K - коефіцієнт запасу. Приймаємо $K = 1,3$.

S - площа приміщення, м².

$$S = A \times B = 48 \times 24 = 1152 \text{ м}^2$$

Z - відношення середньої освітленості до мінімальної. Приймаємо $Z=1,3$

N - число світильників.

η - коефіцієнт використання світлового потоку. Визначається таблицями в залежності від коефіцієнтів відбивання від стін ρ_c , с ρ_n , підлоги ρ_p та індексу приміщення.

Приймаємо $\rho_c = 30\%$, $\rho_n = 50\%$, $\rho_p = 10\%$.

Індекс приміщення:

$$i = \frac{S}{h(A+B)} = \frac{1152}{4.5(42+24)} = 3.39$$

$$\eta = 0,84$$

$$\phi = \frac{30 \times 1.3 \times 1.3 \times 1152}{32 \times 1.3} = 3421.86 \text{ лм.}$$

Вибираємо лампу типу 1ESL-078 фірми MAXUS технічні дані якої
 $U_n=220-240\text{В}$, $P_n=55\text{Вт}$, світловий потік $\Phi_l = 3500$ лм.

Метод питомої потужності

За таблицями вибираємо питому потужність для даного приміщення:

$$P_{\text{пит}} = 1,5 \text{ Вт/м}^2.$$

Визначаємо потужність одної лампи:

$$P_l = \frac{P_{\text{пит}} * S}{N} = \frac{1.5 * 1152}{32} = 54 \text{ Вт.}$$

					2401 ДП ОА-п71-01 ПЗ	Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вибираємо лампу типу 1ESL-078 фірми MAXUS технічні дані якої
 $U_H = 220-240V$,
 $P_H = 55W$, світловий потік $\Phi_{л} = 3500$ лм.

Точковий метод

На плані розміщення світильників (рисунок 2.1) вибираємо дві точки, в які наш погляд освітленість найнижча і вибираємо групу світильників (в групу світильників входять ті світильники відстань від яких до даної точки однакова) За таблицями визначаємо освітленість від одного світильника.

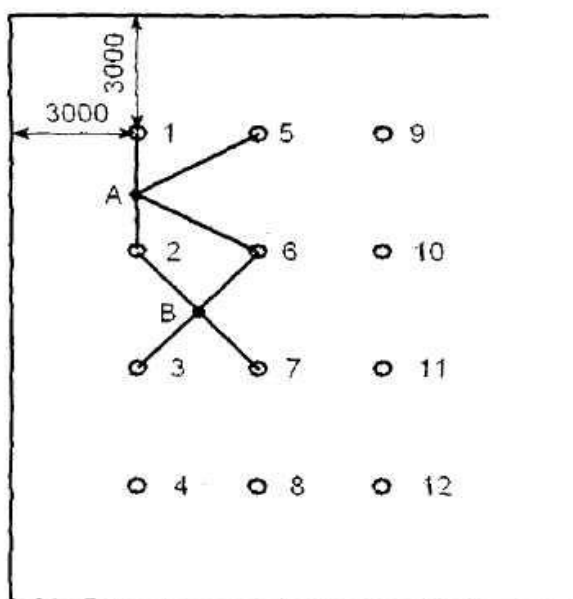


Рисунок 2.2.1 - План розміщення світильників

Результати розрахунку зводимо в таблицю

Таблиця 2.2 - Точковий метод розрахунку

Точка	Група світильників	Віддаль d, м	Робоча висота	Освітленість від одного	Освітленість від групи світильників
А	1,2	1,5	4,5	4	8
	5,6	3,2	4,5	1,85	3,7
					$\Sigma E_A = 11,7$ лк
В	2, 3, 6, 7	4,2	4,5	3,0	12,0
					$\Sigma E_B = 12,0$ лк

Так як найнижча освітленість в точці А, то подальший розрахунок проводимо для цієї точки.

Визначаємо світловий потік лампи:

$$\phi = \frac{E_{\min} K_3}{\mu \sum E}, \text{лм}, [7]$$

де E_{\min} - мінімальна освітленість, лк.

K_3 - коефіцієнт запасу. Приймаємо $K = 1,3$.

μ - коефіцієнт, приймаємо $\mu = 1,3$.

ΣE - сумарна освітленість від групи світильників

$$\phi = \frac{10^3 * 30 * 1.3}{1.3 * 11.7} = 3341.3, \text{лм}.$$

Вибираємо лампу типу 1ESL-078 фірми MAXUS технічні дані якої

$U_H = 220-240\text{В}$, $P_H = 55\text{Вт}$, світловий потік $\Phi_{\text{л}} = 3500 \text{ лм}$.

Визначаємо освітленість при аварійному освітленні

$$E_A = 0,4 E_{\min} = 0,4 * 30 = 4 \text{ лк}. [7]$$

Мінімальна освітленість згідно ПУЕ для закритих приміщень не повинно бути менша 3 лк.

Визначаємо світловий потік:

$$\Phi_A = E_A S = 4 * 1152 = 3424 \text{ лм}. [7]$$

					2401 ДП ОА-п71-01 ПЗ	Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вибираємо лампу типу 1ESL-078 фірми MAXUS технічні дані якої
 $U_H = 220-240\text{В}$, $P_H = 55\text{Вт}$, світловий потік $\Phi_L = 3500$ лм.

Визначаємо число ламп

$$n = \frac{\phi_A}{\phi_L} = \frac{3024}{3500} = 0,864 \text{ шт. [7]}$$

Приймаємо до установки $n = 2$ шт., в якості ламп аварійного освітлення
 використовуємо лампи № 7 і 27 використовуючи схему сумісного живлення.

Складання зведеної таблиці світлотехнічного розрахунку.

Результати світлотехнічного розрахунку зводимо в таблицю.

Таблиця 2.2.1 - Світлотехнічний розрахунок освітлення

Метод розрахунку	Рпит, Вт/м2	Φ, лм	Довідникові дані			
			Тип світильника	Тип лампи	Рл,Вт	Φл, лм
Коефіцієнта використання світлового потоку	-	3421,86	ВЗГ	1ESL-078	55	3500
Питомої потужності	205,2	-	ВЗГ	1ESL-078	55	3500
Точковий	-	3341,3	ВЗГ	1ESL-078	55	3500
Аварійне освітлення	-	3424	ВЗГ	1ESL-078	55	3500

2.3 Розрахунок електричних навантажень та вибір трансформатора

Таблиця 2.3.1 - Вихідні дані для розрахунку електричних навантажень

Назва механізму	Кількість	$\sum P$, кВт	P_{max}/P_{min}	m	$K_{и}$	$\cos\varphi$	$tg\varphi$
Відцентровий насос	3	22	55/55	1	0,75	0,8	0,7265
Лебідка	1	15	15/15	1	0,1	0,5	1,732
Компресор	4	120	30/30	1	0,75	0,8	0,7265
Вентилятор	5	75	15/15	1	0,7	0,85	0,6249
Заслінка	4	44	11/11	1	0,7	0,8	0,7265
Освітлення	32	1,76	1,76	1	0,9	0,95	2,904

Коефіцієнт використання $K_{и}$ та коефіцієнт потужності $\cos\varphi$ вибираємо за таблицями в залежності від типу установки і режиму її роботи.

Ефективне число споживачів n_e визначаємо за формулою:

$$n_e = \frac{(\sum P_n)^2}{\sum P^2} \quad [4]$$

$$n_e = \frac{(110+15+120+75+44+1,76)^2}{110^2 + 15^2 + 120^2 + 75^2 + 44^2 + 1,76^2} = 3,9$$

Якщо в групі п'ять і більше споживачів і $m \leq 3$, то приймаємо, що $n_e = n$.

При $m > 3$ і $K_{и} \geq 0,2$ ефективне число споживачів n_e обчислюємо за формулою:

$$n_e = \frac{2 \sum P_n}{P_{nmax}} \quad [4]$$

При $m > 3$ і $K_{и} < 0,2$ ефективне число споживачів n_e знаходимо за таблицями.

Знаходимо середню активну і реактивну потужності за найбільш завантаженою зміну за формулами:

$$P_{см} = K_{и} \cdot \sum P_n, \text{ кВт} \quad [4]$$

$$Q_{см} = H_{см} \cdot tg\varphi, \text{ квар.} \quad [4]$$

					2401 ДП ОА-п71-01 ПЗ	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.3.2 - Результати розрахунку потужностей

Найменування механізму	Р _{см} , кВт	Q _{си} , квар
Відцентровий насос	82,5	59,94
Лебідка	1,5	2,60
Компресор	96,0	69,74
Вентилятор	52,5	32,81
Заслінка	35,2	25,57
Освітлення	1,58	4,59
Всього	269,28	195,25
Стороннє навантаження	700	300
Разом	$\Sigma P_{см} = 996,3$	$\Sigma Q_{си} = 495,3$

Визначаємо коефіцієнти використання K_v та потужності $\cos\varphi$ для всіх споживачів за формулами:

$$K_{\Sigma} = \frac{\sum P_{см}}{\sum P_H} \quad [4]$$

$$K_v = \frac{269,28}{364} = 0,74$$

$$tg\varphi = \frac{\sum Q_{см}}{\sum P_{см}} \quad [4]$$

$$tg\varphi = \frac{195,25}{269,28} = 0,725$$

$$\cos\varphi = 0,79$$

Враховуючи коефіцієнти використання K_v та потужності $\cos\varphi$ за таблицями знаходимо коефіцієнти максимуму: $K_m = 1,1$; $K_m' = 1,10$.

Максимальні активну і реактивну потужності обчислюємо за формулами:

$$P_{max} = K_m \cdot \sum P_{см} = 1,1 \cdot 996,3 = 1096 \text{ кВт} \quad [4]$$

$$Q_{max} = K_m \cdot \sum Q_{см} = 1,1 \cdot 495,25 = 544,775 \text{ квар} \quad [4]$$

					2401 ДП ОА-п71-01 ПЗ	Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Визначаємо повну максимальну потужність споживачів:

$$S_{max} = K_{pm} \sqrt{P_{max}^2 + Q_{max}^2} = 0,9 \sqrt{1096^2 + 425,3^2} = 1058 \text{ кВА} \quad [4]$$

де K_{pm} - коефіцієнт різночасовості максимумів, $K_{pm}=0,9$.

Всі розрахункові дані зводимо в таблицю

Таблиця 2.3.3 - Розрахункове навантаження на шинах підстанції.

Електроспоживач	Кількість	Установлена потужність		$m = \frac{P_H}{P_H}$	$\frac{\cos\varphi}{\operatorname{tg}\varphi}$	K_B	Середнє навантаження за зміну	
		$\frac{P_{max}}{P_{Hmin}}$	ΣP , кВт				P_{cm} , кВт	Q_{cm} , кВАр
Відцентровий насос	2	55/55	22	1	0,8	0,75	82,5	59,94
Лебідка	1	15/15	15	1	0,5	0,1	1,5	2,60
Компресор	4	30/30	120	1	0,8	0,75	96,0	69,74
Вентилятор	5	15/15	75	1	0,85	0,7	52,5	32,81
Заслінка	4	11/11	44	1	0,8	0,7	35,2	25,57
Освітлення	-	-	1,76	-	0,95	0,9	1,58	4,59
Всього	16	-	365,76	-	4,7	5,25	269,28	195,3
Стороннє навантаження							700	300
Разом	16	-	365,76	-	-	-	996,3	495,3

Вибір потужності кожного трансформатора проводимо за двома умовами:

- в робочому режимі кожен трансформатор повинен забезпечувати половину розрахункового навантаження;
- при виході з ладу одного з трансформаторів інший, що залишився в роботі повинен прийняти на себе все навантаження з врахуванням перевантажувальної здатності трансформатора.

Коефіцієнт завантаження трансформатора в нормальному режимі роботи повинен знаходитися в межах 50-70%, а в аварійному режимі ПУЕ допускає перевантаження не більше, ніж на 140% максимального розрахункового навантаження підстанції.

Вихідні дані для вибору трансформаторів:

- повна розрахункова максимальна потужність $S_{max}=1058$ кВА
- номінальна напруга споживачів.

Для правильного вибору потужності трансформаторів проведемо техніко-економічне порівняння двох варіантів:

- 1-й варіант - вибираємо трансформатор типу ТМ-1600/10;
- 2-й варіант - вибираємо трансформатор типу ТМ-1250/10.

Визначаємо коефіцієнт завантаження трансформаторів в нормальному режимі роботи:

$$1B \quad k_{ЗНР} = \frac{S_{max}}{nS_{НОМ}} = \frac{1058}{1 \cdot 1600} = 0,66 [4]$$

$$2B \quad k_{ЗНР} = \frac{S_{max}}{nS_{НОМ}} = \frac{1058}{1 \cdot 1250} = 0,84$$

2. Визначаємо можливість роботи трансформаторів в аварійному режимі:

$$1B \quad k_{ЗНР} = \frac{2 \cdot S_{max}}{S_{НОМ}} = \frac{2 \cdot 1058}{1600} = 1,32 [4]$$

$$2B \quad k_{ЗНР} = \frac{2 \cdot S_{max}}{S_{НОМ}} = \frac{2 \cdot 1058}{1250} = 1,67$$

					2401 ДП ОА-п71-01 ПЗ	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Економічну ефективність варіантів вибору трансформаторів методом дисконтованого чистого прибутку проводимо в наступній послідовності:

1. Визначаємо економічно доцільний режим роботи трансформаторів, для чого з довідників виписуємо основні технічні дані трансформаторів.

2. Визначаємо капіталовкладення в підстанцію:

$$K_{ПС} = n \cdot K_{ТР}, \text{ грн, [13]}$$

де n - кількість трансформаторів,

$K_{ТР}$ - вартість одного трансформатора, грн.

1В $K_{ПС} = 2 \cdot 200000 = 400000$ грн.

2В $K_{ПС} = 2 \cdot 300000 = 600000$ грн.

3. Визначаємо втрати енергії та потужності в трансформаторі за рік при роботі в економічно доцільному режимі:

Визначаємо втрати реактивної потужності при неробочому ході:

$$\Delta Q_X = \frac{I_x}{100} S_{\text{НОМ}}, \text{ квар [13]}$$

1В $\Delta Q_X = \frac{1,3}{100} \cdot 1600 = 20,8$ квар

2В $\Delta Q_X = \frac{1}{100} \cdot 1250 = 25$ квар

Визначаємо втрати реактивної потужності при к.з. трансформатора:

$$\Delta Q_K = \frac{U_x}{100} S_{\text{НОМ}}, \text{ квар [13]}$$

1В $\Delta Q_K = \frac{5,5}{100} \cdot 1600 = 88$ квар

2В $\Delta Q_K = \frac{5,5}{100} \cdot 1250 = 137,5$ квар

Визначаємо приведені втрати активної потужності при н.х. трансформатора:

$$\Delta P_x' = \Delta P_x + k_{\text{ЕКВ}} \Delta Q_x, \text{ кВт [13]}$$

де $k_{\text{ЕКВ}}$ - економічний еквівалент, $k_{\text{ЕКВ}} = 0,05$ кВт/квар

1В $\Delta P_x' = 18,0 + 0,05 \cdot 20,8 = 19,04$ кВт

2В $\Delta P_x' = 25 + 0,05 \cdot 25 = 26,25$ кВт

					2401 ДП ОА-п71-01 ПЗ	Арк.
						31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Визначаємо приведені втрати активної потужності при к.з. трансформатора:

$$\Delta P_{K'} = \Delta P_K + k_{\text{екв}} \Delta Q_K, \text{ кВт [13]}$$

$$1\text{В} \quad \Delta P_{K'} = 18,0 + 0,05 \cdot 88 = 22,4 \text{ кВт}$$

$$2\text{В} \quad \Delta P_{K'} = 25 + 0,05 \cdot 137,5 = 31,8 \text{ кВт}$$

Визначаємо приведені втрати активної потужності для двох трансформаторів при двохтрансформаторній підстанції:

$$\Delta P_B = 2\Delta P_x + 2K_{\text{ЗНР}}^2 \Delta P_K, \text{ кВт [13]}$$

$$1\text{В} \quad \Delta P_B = 2 \cdot 3,3 + 2 \cdot 0,661^2 \cdot 18 = 22,33 \text{ кВт}$$

$$2\text{В} \quad \Delta P_B = 2 \cdot 4,6 + 2 \cdot 0,42^2 \cdot 25 = 9,641 \text{ кВт}$$

Визначаємо втрати електроенергії за рік:

$$\Delta W_B = \Delta P_x T_{\text{нб}}, \text{ кВт*год [13]}$$

де $T_{\text{нб}}$ - тривалість роботи обладнання на протязі року, при тризмінній роботі

$$T_{\text{нб}} = 8760 \text{ год.}$$

$$1\text{В} \quad \Delta W_B = 3,3 \cdot 8760 = 28908, \text{ кВт*год}$$

$$2\text{В} \quad \Delta W_B = 4,6 \cdot 8760 = 40296, \text{ кВт*год}$$

Визначаємо щорічні витрати на експлуатацію:

Визначаємо щорічні витрати на технічне обслуговування:

$$I_o = a_{\text{пс}} K_{\text{пс}}, \text{ грн. [13]}$$

де $a_{\text{пс}}$ - норма витрат на технічне обслуговування, приймаємо $a_{\text{пс}} = 2,4\%$

$$1\text{В} \quad I_o = 0,024 \cdot 400000 = 9600 \text{ грн.}$$

$$2\text{В} \quad I_o = 0,024 \cdot 600000 = 14400 \text{ грн.}$$

					2401 ДП ОА-п71-01 ПЗ	Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Визначаємо рентабельність впровадження і термін окупності:

$$R = \frac{\Pi_{дс}}{K_{пс}}, \text{ грн. [13]}$$

$$1В \quad R = \frac{41817829}{200000} = 209 \text{ грн.}$$

$$2В \quad R = \frac{42697817}{300000} = 142,3 \text{ грн.}$$

$$T_{ок} = \frac{1}{R} \text{ [13]}$$

$$1В \quad T_{ок} = \frac{1}{209} = 0,4$$

$$2В \quad T_{ок} = \frac{1}{142,3} = 0,7$$

Визначаємо загальні витрати:

$$З_{дс} = K_{пс} \frac{(I_0 + I_e)}{E} \text{ грн. [13]}$$

$$1В \quad З_{дс} = \frac{200000 + (9600 + 37580,40)}{0,2} = 1235902 \text{ грн.}$$

$$2В \quad З_{дс} = \frac{300000 + (14400 + 52384,8)}{0,2} = 1833924 \text{ грн.}$$

Всі розрахункові дані з техніко-економічного порівняння вибраних трансформаторів зводимо до таблиці

					2401 ДП ОА-п71-01 ПЗ	Арк.
						33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.3.4 - Результати техніко-економічного порівняння трансформаторів

Дані для розрахунку	Варіант 1	Варіант 2
Повна потужність, кВА	1058	1058
Тип трансформатора	ТМ 1600/10	ТМ 1250/10
Номінальна потужність, кВА	10000	10000
Напруга високої сторони, В	6000	6000
Напруга низької сторони, В	400	400
Напруга короткого замикання, %	5,5	5,5
Струм неробочого ходу, %	1,3	1
Втрати короткого замикання, кВт	18,0	25
Втрати неробочого ходу, кВт	3,3	4,6
Вартість одного трансформатора, грн	200000	300000
Вартість електроенергії, грн/кВт*год	1,30	1,30
Капіталовкладення		
Капіталовкладення в підстанцію, грн	400000	600000
Втрати електричної енергії		
Коефіцієнт завантаження в нормальному режимі роботи	0,66	0,42
Коефіцієнт завантаження в аварійному режимі	1,32	0,84
Втрати реактивної потужності при н.х.	20,8	25
Втрати реактивної потужності при к.з	88	137,5
Приведені втрати активної потужності при неробочому ході, кВт	19,04	26,25
Приведені втрати активної потужності при короткому замиканні трансформатора, кВт	22,4	31,8
Приведені втрати активної потужності для підстанції, кВт	22,33	9,641

					2401 ДП ОА-п71-01 ПЗ	Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Щорічні витрати на експлуатацію		
Витрати на технічне обслуговування, грн	9600	14400
Амортизаційні відрахування, грн	20000	30000
Вартість втрат електроенергії, грн	37580,40	52384,8
Щорічні витрати на експлуатацію, грн	71980,4	91984,8
Показники економічної ефективності		
Дохід, грн	12048504	12048504
Балансовий прибуток, грн	11976523,6	11956519,2
Податок на прибуток, грн	3592957,8	3586955,7
Поточний чистий прибуток, грн	8403565,8	8599563,5
Економічний ефект, грн	41817829	42697817
Рентабельність інвестицій	209	142,3
Термін окупності, років	0,4	0,7
Загальні витрати, грн	1235902	1833924

Як бачимо з приведених результатів кращим є варіант 1 , тому для установки приймаємо два трансформатори типу ТМ1600/10

					2401 ДП ОА-п71-01 ПЗ	Арк.
						35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.4 Розрахунок електричних мереж підприємства та вибір типу перерізів провідника

Вибір кабелів живлення.

Поперечний переріз кабелів вибираємо за робочою силою струму та економічною густиною струму. Перевірка правильності вибору проводиться з нагрівом робочим розрахунковим струмом, втратою напруги в нормальному і післяаварійному режимах роботи і термічною стійкістю.

Технічні дані для розрахунку:

$$S_{\max} = 1058 \text{ кВа},$$

$$U_n = 10 \text{ кВ},$$

$$n = 2.$$

Визначаємо розрахунковий струм кабелю:

$$I_p = \frac{S_{\max}}{\sqrt{3}U_n n} \quad [2]$$

$$I_p = \frac{1058}{\sqrt{3} \cdot 10 \cdot 2} = 30,5 \text{ А}$$

Для установки вибираємо кабель з мідними жилами, для якого $j_{\text{ек}} = 1,2 \text{ А/мм}^2$.

Виходячи з розрахункового струму та економічної густини струму визначаємо поперечний переріз кабелю:

$$S_{\text{ек}} = \frac{I_p}{j_{\text{ек}}} \quad [2]$$

$$S_{\text{ек}} = \frac{30,5}{1,2} = 25,4 \text{ мм}^2$$

За таблицями вибираємо кабель з мідними жилами типу УНКХС 3х35+1,25 для якого $I_{\text{доп}} = 127 \text{ А}$.

					2401 ДП ОА-п71-01 ПЗ	Арк.
						36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Перевіряємо кабель за умовами нагріву:

- в нормальному режимі:

$$K_{\text{поп}} I_{\text{доп}} \geq I_p \quad [2]$$

де $K_{\text{поп}}$ – поправочний коефіцієнт на прокладку кабелю;

$$K_{\text{поп}} = 0,93$$

$$I_{\text{доп}} K_{\text{поп}} = 127 \cdot 0,93 = 118,11$$

- в після аварійному режимі:

$$I_{\text{рар}} = 2I_{\text{рнр}} \leq I_{\text{доп}} K_{\text{поп}} K_{\text{пер}} \quad [2]$$

де $K_{\text{пер}}$ – коефіцієнт допустимого перевантаження, $K_{\text{пер}} = 1,35$

$$2 \cdot 30,5 = 31 \leq 127 \cdot 0,93 \cdot 1,35 = 159,4$$

Умова виконується.

Перевірка кабелю за допустимою втратою напруги

- в нормальному режимі роботи:

$$\Delta U_{\text{нр}} = \frac{\left(P_{\text{max}} \frac{r_0 l}{2} + Q_{\text{MAX}} \frac{x_0 l}{2} \right) 10^{-3}}{U_H^2} 100\% \quad [2]$$

де r_0, x_0 – активний та реактивний питомі опори кабельної лінії. За таблицями для кабелю марки $r_0 = 0,571$ Ом/км, $x_0 = 0,39$ Ом/км;

$$\Delta U_{\text{нр}} = \frac{\left(1096 \frac{0,571}{2} + 425,3 \frac{0,39}{2} \right) \cdot 10^{-3}}{10^2} = 0,39\% \quad [2]$$

- в після аварійному режимі:

$$\Delta U_{\text{нр}} = \frac{(P_{\text{max}} r_0 l + Q_{\text{MAX}} x_0 l) 10^{-3}}{U_H^2} 100\%$$

$$\Delta U_{\text{нр}} = \frac{(1096 \cdot 0,571 + 425,3 \cdot 0,39) \cdot 10^{-3}}{10^2} = 0,79\%$$

(4.42)

Втрата напруги в нормальному та після аварійному режимах менша 5%, отже вимога виконується.

					2401 ДП ОА-п71-01 ПЗ	Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$S_{MIN} = \frac{I_{кз} \sqrt{\tau_{пр}}}{c} \text{ мм}^2 \quad [2]$$

де $I_{кз}$ – усталене значення струму к.з., А;

$\tau_{пр}$ - приведений час к.з., с;

$$\tau_{пр} = t_{відкл} + t_{з.мін}, \text{ с}, \quad [2]$$

де $t_{відкл}$ - час відключення к.з. $t_{відкл} = 0,105$ с

$t_{відкл}$ - мінімальний час спрацювання релейного захисту, $t_{з.мін} = 0,01$ с

$$\tau_{пр} = 0,105 + 0,01 = 0,115 \text{ с}$$

c - коефіцієнт термічної стійкості. Для кабелів з алюмінієвими жилами

$$c = 90$$

$$S_{min} = \frac{5446,7 \cdot \sqrt{0,115}}{160} = 11,5 \quad \text{мм}^2$$

Всі умови виконуються.

					2401 ДП ОА-п71-01 ПЗ	Арк.
						38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.5 Розрахунок струмів КЗ

Розрахунок струмів короткого замикання проводимо у наступній іпослідовності:

Складаємо розрахункову схему для розрахунку струмів короткого замикання.

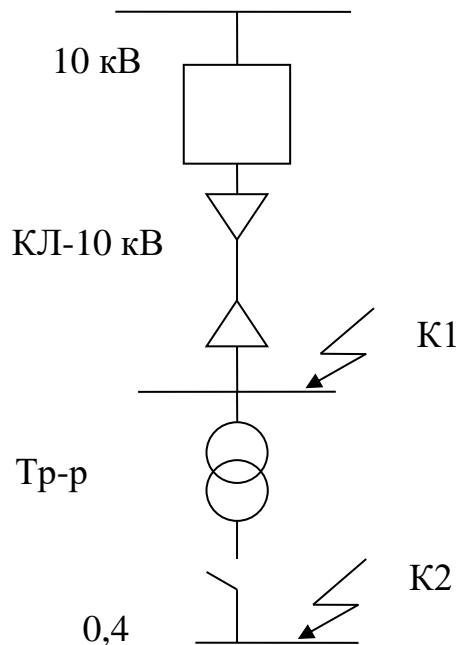


Рисунок 2.5.1 - Розрахункова схема для розрахунку струмів к.з.

Вибираємо розрахункові умови:

- Точка К-1 розміщена на шинах високої напруги трансформатора;
- Точка К-2 розміщена на шинах низької напруги трансформатора;
- Всі розрахунки проводимо в іменованих одиницях.

Складаємо схему заміщення:

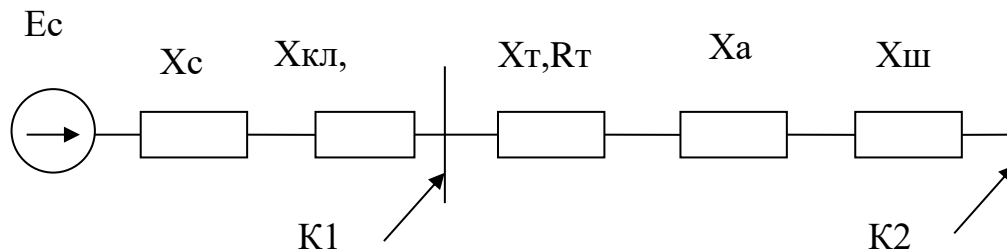


Рисунок 2.5.2 - Схема заміщення для розрахунку струмів к.з.

					2401 ДП ОА-п71-01 ПЗ	Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розраховуємо параметри схеми заміщення для точки К-1

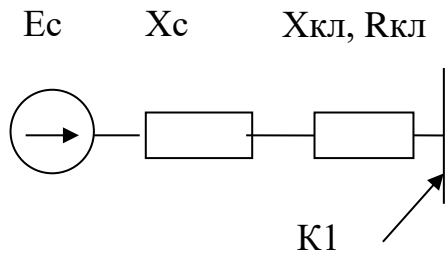


Рисунок 2.5.3 - Схема заміщення для точки К-1. 4.1.

Визначаємо реактивний опір системи:

$$x_c = \frac{U_c^2}{S_{\text{відкл.}}} \quad [2]$$

де, U_c - номінальна напруга системи, $U_c=10$ кВ;

$S_{\text{відкл.}}$ - потужність відключення вимикача.

$$x_c = \frac{10000^2}{200 \cdot 10^6} = 0,5 \text{ Ом}$$

Визначаємо активний і реактивний опори кабелю:

$$x_{\text{ккл}} = x_0 \cdot I = 0,39 \quad [2]$$

$$r_{\text{ккл}} = r_0 \cdot I = 0,571 \quad [2]$$

Визначаємо струми к.з для точки К-1 за формулою:

$$I_{K-1} = \frac{U_k}{\sqrt{3} \cdot Z_{k-1}}$$

де, Z_{k-1} - повний опір, Ом

$$I_{K-1} = \frac{10000}{\sqrt{3} \cdot 1,06} = 5446,7$$

$$Z_{k-1} = \sqrt{(x_c + x_{\text{ккл}})^2 + r_{\text{ккл}}^2} \quad [2]$$

$$Z_{k-1} = \sqrt{(0,5 + 0,39^2) + 0,571^2} = 1,6$$

Визначаємо ударний струм к.з для точки К-1:

$$i_{\text{уд1}} = \sqrt{2} \cdot K_y \cdot I_{K-1}, \text{ кА}$$

де, K_y - ударний коефіцієнт, який залежить від співвідношення активних реактивних опорів і є функцією сталої часу затухання аперіодичної складової струму короткого замикання.

					2401 ДП ОА-п71-01 ПЗ	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\tau_a = \frac{x_{\Sigma}}{r_{\text{кл}} \cdot W} \quad [2]$$

$$\tau_a = \frac{0,5+0,39}{0,571 \cdot 314,1592} = 4,96 \cdot 10^{-3} \text{ с}$$

$$K_y = 1 + e^{\frac{-0,01}{\tau_a}} \quad [2]$$

$$K_y = 1 + e^{\frac{-0,01}{4,96} \cdot 10^{-3}} = 1,1332$$

$$i_{\text{уд1}} = \sqrt{2 \cdot 1,1332 \cdot 5,4467} = 8,729 \text{ кА} \quad [2]$$

Розраховуємо параметри схеми заміщення для точки К-2.

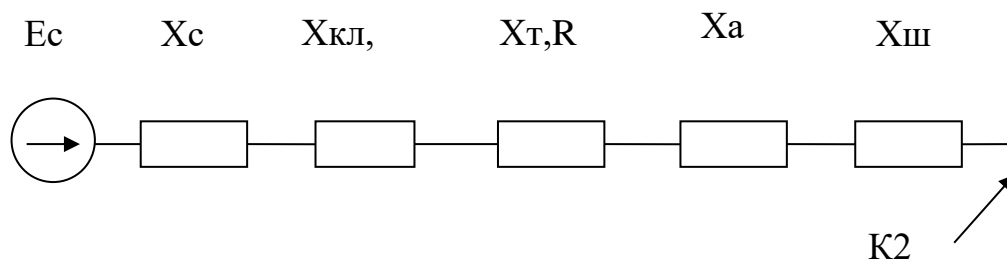


Рисунок 2.5.4 - Схема заміщення для точки К-2

Визначаємо реактивний опір системи за формулою:

$$x_c = \frac{U_{\text{нн}}^2}{S_{\text{відкл}}} \quad [12]$$

$$x_c = \frac{400^2}{200 \cdot 10^6} = 8 \cdot 10^{-4} \text{ Ом}$$

де, $U_{\text{нн}}$ - номінальна напруга низької сторони. кВ;

$S_{\text{відкл}}$ - потужність відключення вимикача, кВА.

Визначаємо активний і реактивний опори кабеля:

$$x_{\text{кл}} = x_0 \cdot l \cdot \left(\frac{U_{\text{нн}}}{U_c} \right)^2 \quad [12]$$

$$x_{\text{кл}} = 0,39 \cdot 1 \cdot \left(\frac{400}{10000} \right)^2 = 0,6 \cdot 10^{-4} \text{ Ом}$$

$$r_{\text{кл}} = r_0 \cdot l \cdot \left(\frac{U_{\text{нн}}}{U_c} \right)^2 \quad [12]$$

$$r_{\text{кл}} = 0,571 \cdot 1 \cdot \left(\frac{400}{10000} \right)^2 = 0,9 \cdot 10^{-4} \text{ Ом}$$

					2401 ДП ОА-п71-01 ПЗ	Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Визначаємо індуктивний та активний опори трансформатора у відносних одиницях:

$$r_T = \frac{\Delta P_K}{S_H} \quad [12]$$

$$r_T = \frac{18}{1600} = 0,016$$

$$x_T = \sqrt{\left(\frac{U_{к.з}}{100}\right)^2 - (r_T)^2} \quad [12]$$

$$x_T = \sqrt{\left(\frac{5,5}{100}\right)^2 - (0,016)^2} = 0,053$$

Визначаємо індуктивний та активний опори трансформатора у іменованих одиницях:

$$X_T = x_T \cdot \frac{U_H^2}{S_H} \quad [12]$$

$$X_T = 0,053 \cdot \frac{400^2}{1600 \cdot 10^3} = 5,3 \cdot 10^{-3}$$

$$r_{Tp} = r_T \cdot \frac{U_H^2}{S_H} \quad [12]$$

$$r_{Tp} = 0,016 \cdot \frac{400^2}{1600 \cdot 10^3} = 1,6 \cdot 10^{-3}$$

Визначаємо індуктивний та активний опори шин низької напруги:

$$r_{ш} = r_{ш0} \cdot I = 0,00008 \cdot 8 = 6,4 \cdot 10^{-4} \text{ Ом} \quad [12]$$

$$x_{ш} = x_{ш0} \cdot I = 0,00017 \cdot 8 = 1,36 \cdot 10^{-4} \text{ Ом} \quad [12]$$

Перехідний опір контактів автоматичного вимикача приймаємо рівним $0,8 \cdot 10^{-3}$ Ом, автомата $0,3 \cdot 10^{-3}$ Ом, перехідний опір в місцях приєднання шин і в місці к.з. $1,5 \cdot 10^{-3}$ Ом.

Визначаємо сумарний активний та індуктивний опори в точці К-2:

$$X_{K-2} = x_c + x_{кл} + x_T + x_{ш} = 8 \cdot 10^{-4} + 0,6 \cdot 10^{-4} + 5,3 \cdot 10^{-3} + 1,36 \cdot 10^{-3} = 0,75 \cdot 10^{-2}$$

$$r_{K-2} = r_{кл} + r_T + r_{ш} + r_{авт} = 0,9 \cdot 10^{-4} + 1,6 \cdot 10^{-3} + 6,4 \cdot 10^{-4} + (0,8 + 0,3 + 1,5) \cdot 10^{-3} = 4,93 \cdot 10^{-3}$$

					2401 ДП ОА-п71-01 ПЗ	Арк.
						42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Визначаємо струми к.з для точки К-2 за формулою:

$$I_{K-2} = \frac{U_k}{\sqrt{3} \cdot Z_{k-2}} \frac{400}{\sqrt{3} \cdot 0,01} = 23,094 \text{ кА}$$

де, Z_{k-1} - повний опір, Ом

$$Z_{k-2} = \sqrt{x_{k-2}^2 + r_{k-2}^2} = \sqrt{(0,75 \cdot 10^{-2})^2 + (4,93 \cdot 10^{-3})^2} = 0,01 \text{ Ом [12]} \quad (4.61)$$

Визначаємо ударний струм к.з для точки К-2:

$$i_{уд2} = \sqrt{2} \cdot K_y \cdot I_{K-2}, \text{ кА}$$

$$\tau_a = \frac{x_{k-2}}{r_{k-2} \cdot \omega} = \frac{0,75 \cdot 10^{-2}}{4,93 \cdot 10^{-3} \cdot 314,1592} = 4,8 \cdot 10^{-3}$$

$$K_y = 1 + e^{\frac{-0,01}{\tau_a}} = 1,125$$

$$i_{уд2} = \sqrt{2} \cdot 1,125 \cdot 23,094 = 36,7 \text{ кА}$$

Всі розрахункові дані зводимо до таблиці

Таблиця 2.5.1 Результати розрахунку струмів к.з.

Точка к.з.	Струм к.з., кА	Ударний коефіцієнт	Ударний струм
К-1	5,446,7	1,1332	8,729
К-2	23,094	1,125	36,7

2.6 Вибір електричних апаратів та уставок їх спрацювання

На стороні 10 кВ вибираємо високовольтний вимикач, запобіжний вимикач навантаження і трансформатор струму.

Для вибору електричних апаратів розраховуємо:

1. Струм нормального режиму роботи:

$$I_{\text{норм}} = \frac{S_{\text{н}}}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{н}}} = \frac{1600}{\sqrt{3} \cdot 10} = 92,4 \text{ [12]}$$

2. Струм аварійного режиму:

$$I_{\text{ав}} = 1,4 \cdot I_{\text{норм}} = 1,4 \cdot 92,4 = 129,36 \text{ [12]}$$

3. Визначаємо струм короткого замикання:

$$I_{\text{к-1}} = I_{\text{па1}} = I_{\text{пт1}} = 5,45 \text{ кА [12]}$$

де, $I_{\text{па1}}$ - діюче значення періодичної складової струму к.з. в момент часу $t = 0$

$I_{\text{пт1}}$ - діюче значення періодичної складової струму к.з. в момент часу $t = \tau$

4. Тепловий імпульс:

$$W_{\text{к}} = I_{\text{па1}}^2 \cdot (t_{\text{відкл}} + t_{\text{а1}}), \text{ кА}^2 \cdot \text{с [12]}$$

$$W_{\text{к}} = 5,45^2 (0,105 + 0,01) = 3,42 \text{ кА}^2$$

де, $t_{\text{відкл}}$ - час відключення короткого замикання

За таблицями вибираємо вимикач електромагнітний внутрішньої установки типу ВЭ-6-40/1600УЗ.

Вибираємо вимикач навантаження з ручним приводом з вбудованим запобіжником типу з заземлюючими ножами ВНР_П-10-400-10зп-УЗ.

Вибираємо запобіжник кварцовий типу ПКТ-103-6-160-20УЗ.

Вибираємо трансформатор струму з литою ізоляцією модернізований ТВЛМ-10УЗ.

Вибираємо трансформатор напруги, трифазний з природнім масляним охолодженням, з компенсуючою обмоткою для зниження кутової похибки НТМК-6-71УЗ.

Всі розрахункові і довідникові дані зводимо в таблицю

					2401 ДП ОА-п71-01 ПЗ	Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.6.1 - Вибір апаратури на стороні 10 кВ

Умови вибору і перевірки	Розрахункові дані	Довідникові дані				
		Вимикач ВЗ-10-40-1600УЗ	Вимикач навантаження ВНРП10/400-103УЗ	Запобіжники ПКТ-103-10-160-20УЗ	Трансформатор струму ТВЛМ-10УЗ	Трансформатор напруги НТМК-6-71УЗ
Напруга $U_{уст} < U_H$	$U_{уст}=10\ 000\ В$	$U_H=10\ кВ$	$U_H=10\ кВ$	$U_H=10\ кВ$	$U_H=10\ кВ$	$U_H=10\ кВ$
Струм $I_{норм} \leq I_{ном}$ $I_{макс} \leq I_{ном}$	$I_{норм}=92,4$ $I_{макс}=129,36$	$I_{ном}=1600$ А $I_{ном}=1600$	$I_{ном}=400А$ $I_{ном}=400А$	$I_{ном}=160А$ $I_{ном}=160А$	$I_{ном}=150А$ $I_{ном}=150А$	-
Відкл. зд. $I_{пт} \leq I_{відкл}$ $I_{ат} \leq I_{ан}$	$I_{пт}=5,45$ $I_{ат}=5,44$	$I_{відкл}=40$ кА	$I_{відкл}=10\ кА$	$I_{відкл}=20\ кА$	-	-
Ел. дин. здатність $i_y \leq i_{гр\ скр}$ $I_{п0} \leq I_{гр\ скр}$	$i_y=8,729$ $I_{п0}=5,45$	$i_{гр\ скр}=128$ кА $I_{гр\ скр}=40$ кА	$i_{гр\ скр}=25$ кА $I_{гр\ скр}=10$ кА	-	$i_{гр\ скр}=52$ кА	-
Термічна стійкість $V_k \leq I^2_{тТ}$	$V_k=3,42$	$I^2_{тТ}=6400$ кА ² с	$I^2_{тТ}=100$ кА ² с	-	$I^2_{тТ}=94,09$ кА ² с	-
За родом установки	-	внутрішня	внутрішня	внутрішня	внутрішня	внутрішня
За класом точності	-		-	-	1	1

Аперіодичну складову струму к.з. для часу $t=\tau$:

$$i_{ат} = \sqrt{2} \cdot I_{пт1} \cdot e^{-\frac{t}{\tau_a}}, \text{ А [12]}$$

де, τ - приведений час к.з., с

$$\tau = t_{відкл} + t_{змін} = 0,115 + 0,01 = 0,115 \text{ [12]}$$

$$i_{ат} = \sqrt{2} \cdot 5779 \cdot e^{-\frac{0,115}{4,8} \cdot 10^{-3}} = 3,21 \cdot 10^{-7}$$

						2401 ДП ОА-п71-01 ПЗ	Арк.
							45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

На стороні 0,4 кВ вибираємо автоматичний вимикач, трансформатор струму, збірні шини.

Для вибору автоматичного вимикача розраховуємо:

1. Струм нормального режиму роботи:

$$I_{\text{норм}} = \frac{S_{\text{н}}}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{н}}} = \frac{1600}{\sqrt{3} \cdot 0,4} = 1913,4 \text{ [12]}$$

2. Струм максимального режиму роботи:

$$I_{\text{мах}} = 1,4 \cdot I_{\text{норм}} = 1,4 \cdot 1913,4 = 2053,2 \text{ А [12]}$$

3. Струм короткого замикання:

$$I_{\text{к-2}} = I_{\text{па2}} = I_{\text{пт}} = 23,094 \text{ [12]}$$

Вибираємо автоматичний вимикач типу МЕК 60974.2.

Вибираємо трансформатор струму типу ТНШЛ – 0,66УЗ.

Всі розрахунки і довідникові дані зводимо в таблицю 4.7

Таблиця 2.6.2 - Вибір апаратів на стороні 0,4 кВ

Умови вибору перевірки	Розрахункові дані	Довідникові дані	
		Автоматичний вимикач МЕК60974.2	Трансформатор струму ТНШЛ-0,66УЗ
1. За напругою установки $U_{\text{уст}} \leq U_{\text{ном}}$	$U_{\text{уст}} = 0,4 \text{ кВ}$	$U_{\text{ном}} = 0,4 \text{ кВ}$	$U_{\text{ном}} = 0,66 \text{ кВ}$
2. За струмом $I_{\text{норм}} \leq I_{\text{ном}}$ $I_{\text{мах}} \leq I_{\text{ном}}$	$I_{\text{норм}} = 1913,4 \text{ А}$ $I_{\text{мах}} = 2053,2 \text{ А}$	$I_{\text{ном}} = 3000 \text{ А}$ $I_{\text{ном}} = 3000 \text{ А}$	$I_{\text{ном}} = 3000 \text{ А}$ $I_{\text{ном}} = 3000 \text{ А}$
3. За струмом відключення $I_{\text{п0}} \leq I_{\text{відк. ном}}$	$I_{\text{п0}} = 23,094 \text{ кА}$	$I_{\text{відкл. ном}} = 50 \text{ кА}$	-
4. За класом точності	-	-	0,5

Виходячи зі струмів в нормальному $I_{\text{норм}}=1913,4 \text{ А}$ та в аварійному $I_{\text{макс}}=2053,2 \text{ А}$ за таблицями вибираємо алюмінієві прямокутні шини розміром $100 \times 10 \text{ мм}$ на допустимий струм $I_{\text{доп}}=2070 \text{ А}$.

Перевіряємо шини за умовами нагріву:

$$I_{\text{норм}} \leq I_{\text{доп}} \quad 1913,4 \text{ А} \leq 2070 \text{ А}$$

$$I_{\text{макс}} \leq I_{\text{доп}} \quad 2053,2 \text{ А} \leq 2070 \text{ А}$$

Умова виконується.

Перевіряємо шини на термічну стійкість:

$$S_{\text{min}} \leq S_{\text{д}}$$

де, S_{min} - мінімально допустимий переріз шин, мм^2 :

$$S_{\text{min}} = \frac{I_{\text{КА}} \cdot \sqrt{\tau}}{c} \quad [1]$$

де, c – коефіцієнт термічної стійкості, для алюмінієвих шин $c = 170$

$$S_{\text{min}} = \frac{23,094 \cdot \sqrt{0,115}}{170} = 38,4 \text{ мм}^2$$

$$S_{\text{д}} = 100 \cdot 10 = 1000 \text{ мм}^2$$

$$38,4 \text{ мм}^2 \leq 1000 \text{ мм}^2$$

Умова виконується.

Перевіряємо шини на динамічну стійкість:

$$\frac{\sqrt{3} \cdot i_y^2 \cdot l^2}{W \cdot a} \cdot 10^{-8} \leq \sigma_{\text{доп}}$$

де, i_y – ударний струм короткого замикання

l – довжина шин, $l=8 \text{ м}$

a – відстань між шинами, $a=0,8 \text{ м}$

$$\sigma_{\text{доп}} = 80 \text{ МПа}$$

W – момент опору, визначаємо за формулою:

$$W = \frac{b^2 \cdot h}{6} \cdot 10^{-9} = \frac{100^2 \cdot 10}{6} \cdot 10^{-9} = 1,67 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3 \quad [1]$$

$$\frac{\sqrt{3} \cdot i_y^2 \cdot l^2}{W \cdot a} \cdot 10^{-8} = \frac{\sqrt{3} \cdot 40500^2 \cdot 8^2}{1,67 \cdot 10^{-5} \cdot 0,8} \cdot 10^{-8} = 13,61 \text{ МПа}$$

$$13,61 \text{ МПа} \leq 80 \text{ МПа}$$

Умова виконується.

					2401 ДП ОА-п71-01 ПЗ	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.7 Розрахунок економічної ефективності від впровадження заходів енергозбереження

У даному проекті пропонується впровадження і установка пристрою плавного пуску на електродвигунах насосів цеху з виробництва ГЕ і ПіС, що приведе до зниження споживання електроенергії та підвищення надійності технології систем

Таблиця 2.7.1 - Вихідні дані

Вид інвестицій	Технічне переобладнання
Напрямок інвестицій	Модернізація і заміна фізично та морально застарілого обладнання
Виробництво	ТОВ «КАРПАТНАФТОХІМ»
Цех	Поліетилену
Період реалізації проекту	2020 р.
Капітальні витрати	35000 грн.
Потужність електродвигуна	30кВт.
Кількість електродвигунів	3 шт.
Час роботи	2920 год/рік
Вартість електроенергії 1 кВт·год для промислових підприємств	2 грн/год
Економія електроенергії від споживання у звичайному режимі	20%
Нормативний коефіцієнт економічної ефективності нової техніки	0,15

Загальна методологія визначення ефективності визначається таким співвідношенням:

$$F = \frac{E}{P} \quad [13]$$

де F – ефективність;

E – ефект (результат);

P – витрати.

Абсолютну ефективність визначають за допомогою двох взаємопов'язаних показників і коефіцієнта економічної ефективності капітальних витрат E_p , та іншого (оберненого до нього) показника – терміну окупності капіталовкладень T_p .

$$T_p = \frac{1}{E_p} \quad [13]$$

$$E_p = \frac{\Delta\Pi}{KB} \quad [13]$$

$$E_{pH} = \frac{\Pi}{KB} \quad [13]$$

де E_p – коефіцієнт ефективності для окремих проектів;

E_{pH} – коефіцієнт ефективності для нових підприємств;

$\Delta\Pi$ – приріст прибутку (економія електроенергії для даного заходу);

Π – прибуток;

KB – капітальні витрати.

Розрахований коефіцієнт E_p порівнюють з нормативним коефіцієнтом E_H :
Якщо E_p більший від E_H , то проект розглядається як ефективний та вигідний.

Отже, відповідно до запропонованих даних економія за рік складає:

$$E = (30 \cdot 4 \cdot 2920 \cdot 0,15) \cdot 2 = 105120 \text{ грн.}$$

$$\text{Тоді: } E_p = \frac{105120}{35000} = 3$$

Термін окупності даної інвестиції:

$$T_p = \frac{1}{E_p} = \frac{1}{3} = 0,33 \text{ року.}$$

					2401 ДП ОА-п71-01 ПЗ	Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розділ 3

Спецчастина

3.1 Вибір електродвигуна

По отриманому значенню номінальної потужності на валу насоса обираємо електродвигун з співпадаючою частотою обертів для робочого колеса.

Було обрано двигун комплектний двигун до Spironi CS 80-160 D

Таблиця 3.1 - Паспортні дані двигуна

Модель	Spironi CS 80-160 D
Потужність P, кВт	22
Кількість обертів n _д , об/мин	(3000) 2940
Живлення, В	400
Частота струму, Гц	50
Сила струму, А (380В)	20,5
Момент, Н*м	143
ККД, %	90
Коефіцієнт потужності cosφ	0,9

Розрахунок ефективності роботи насосу

Розрахунок ефективності роботи насосу буде виконуватись в двох режимилах (без регулювання частоти обертання і з регулюванням частоти обертання робочого колеса)

Визначаємо потужність мережі.

$$P_{дв} = \frac{P_{двигуна}}{\eta_{дв}} = \frac{22}{90} = 0,24 \text{ кВт}$$

Визначаємо потужність мережі для холостого ходу

Так як потужність вибраного двигуна 22 кВт, то з умови отримуємо:

$$P_{х. х.} = 22 \times 0.3 = 6,6 \text{ кВт}$$

2401 ДП ОА-п71-01 ПЗ										
Змін	Лист	№ докум.	Підпис	Дата						
Розроб.		Боднарук О.Ю.								
Перевір.		Торопова Л.В.								
Реценз.		Оборонов Т.Ю.								
Н. Контр.		Смоляр Л.Г.								
Затверд.		Розен В.П.								
Електромеханічне обладнання та автоматизація насосної установки цеху з виробництва етилену і поліетилену										
<table style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="border: none;">Лім.</td> <td style="border: none;">Лист</td> <td style="border: none;">Листів</td> </tr> <tr> <td style="border: none;"> </td> <td style="border: none;">50</td> <td style="border: none;">89</td> </tr> </table>					Лім.	Лист	Листів		50	89
Лім.	Лист	Листів								
	50	89								
ІЕЕ, гр. ОА-п71										

Будуємо графік залежності потужності мережі $P = F(G)$

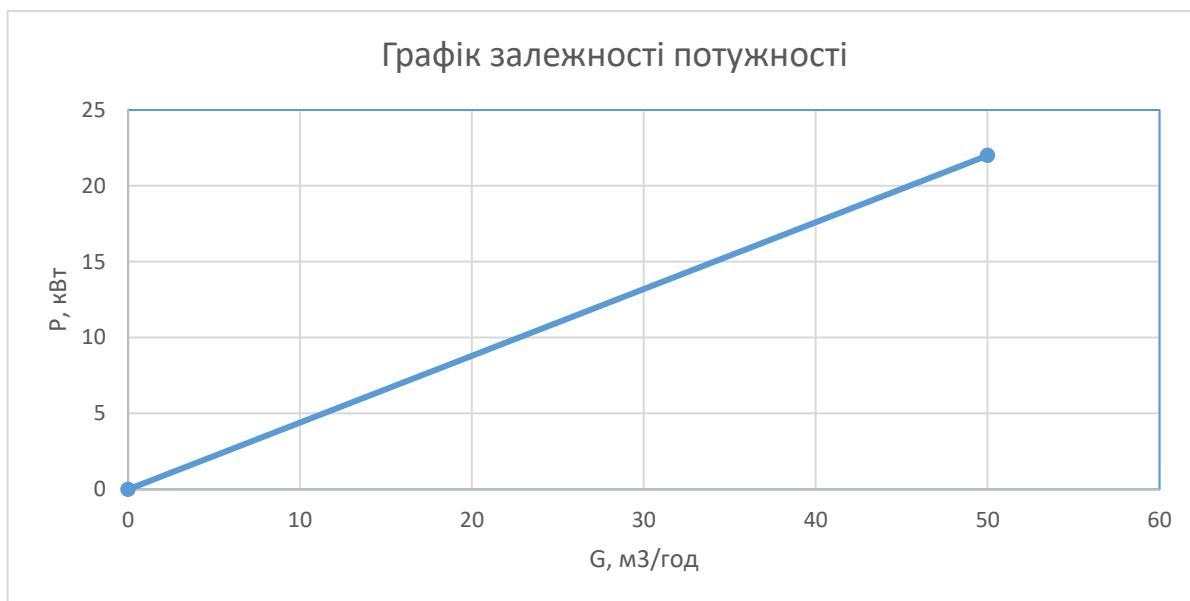


Рис 3.1.1 – Графік залежності потужності

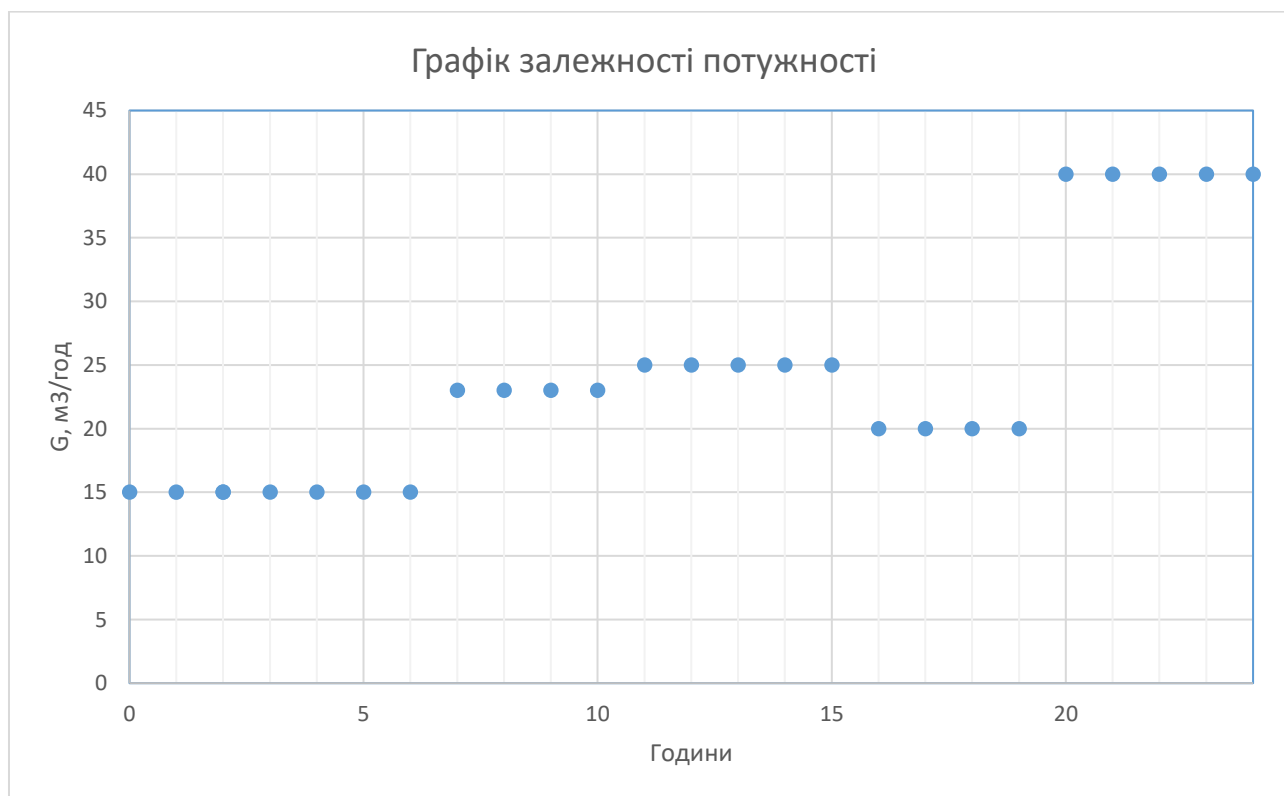


Рис 3.1.2 – Добовий графік навантаження

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

2401 ДП ОА-п71-01 ПЗ

Арк.

51

Таблиця 3.1.1 споживання за добу, без регулювання швидкості обертання валу

Т, годин навант.	6	3	5	5	4	1
G, м3/год	0,2	0,4	0,6	0,5	1	0,2
P, кВт	11,5	11	14	16,6	22	13

Таблиця 3.1.2 споживання з застосуванням регулювання частоти обертання валу

G, %	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
P, кВт	1,022	1,176	1,5	11,4	12,4	13,58	15,4	18,6	20	22

Визначення споживання електроенергії за добу без регулювання

$$W_{\text{спож нерегульований}} = P_i \times t_{\text{год}}, \text{ кВт} \times \text{год}$$

$$\begin{aligned} W_{\text{спож}} &= 11,5 \times 6 + 11 \times 3 + 14 \times 5 + 16,6 \times 11 + 22 \times 4 + 13 \times 1 \\ &= 455,6 \text{ кВт} \times \text{год} \end{aligned}$$

Визначення добового споживання електроенергії насосної установки при застосуванні регулювання

$$W_{\text{спож регульований}} = P_i \times t_{\text{год}}, \text{ кВт} \times \text{год}$$

$$\begin{aligned} W_{\text{спож}} &= 11,17 \times 3 + 11,4 \times 3 + 14,7 \times 2 + 12,75 \times 3 + 22 \times 3 + 1,176 \times 1 \\ &= 202,5 \text{ кВт} \times \text{год} \end{aligned}$$

Визначення зниження добового споживання за рахунок застосування регульованого приводу для насосної установки

$$\Delta W = W_{\text{спож нерегульований}} - W_{\text{спож регульований}}, \text{ кВт} \times \text{год}$$

$$\Delta W = 445,6 - 202,5 = 243,1 \text{ кВт} \times \text{год}$$

Таким чином, при регулюванні приводу отримуємо економію в 243,1 кВт × год

					2401 ДП ОА-п71-01 ПЗ	Арк.
						52
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для оптимальної роботи автоматичної лінії контролю насосів слід використати блок управління на базі мікроконтролера. Мікроконтролери характеризуються гнучкістю налаштування та програмування, мають високу точність обробки даних та швидкодію. Мають можливість підключення допоміжних пристроїв (якщо потрібно). Блок управління насосної станції повинен виконувати такі задачі: розподіл навантаження на двигуни насосів згідно використання подачі води, контроль роботи двигунів, забезпечувати неперервну подачу води потрібного тиску.

Так, як силова схема захищається автоматичними вимикачами, то слід застосувати захист від КЗ шляхом під'єднання до логічних мікросхем контактів автоматів. Таким же чином буде під'єднуватися реле напруги.

Спрацювання цих елементів буде фіксуватися електричною схемою захисту, а та в свою чергу вмикатиме алгоритм роботи мікроконтролера запуску іншого робочого двигуна, а при обриві фаз вимикатиметься робота силової схеми та вмикатиметься відповідна світлова сигналізація. Незважаючи на простоту реалізації даного способу регулювання він має ряд недоліків. Одним з них є зниження ККД НС, особливо при глибокому регулюванні подачі. Це обумовлено тим, що енергія, витрачена на подолання додаткового опору регулюючого пристрою, перетвориться в теплові втрати, що і визначає низьку енергетичну ефективність даного підходу. Крім цього, зростання тиску на виході насоса при закритті засувки призводить до скорочення терміну служби ущільнень і замочних пристроїв, а також до збільшення витоків рідини через стики і щілини. Іншим недоліком цього способу є можливість однозонного регулювання у бік зменшення подачі або напору насосної установки.

Регулювання напору перепуском засноване на відведенні частини потоку рідини з виходу насоса на його вхід через відведення із засувкою. При цьому енергія, що витрачається на циркуляцію рідини по холостому колу, не створює корисної роботи, що знижує ККД установки, особливо сильно при глибокому регулюванні. Як і у попередньому методі, подача НС регулюється лише у бік зменшення.

					2401 ДП ОА-п71-01 ПЗ	Арк.
						53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Ступінчасте регулювання подачі насосної станції здійснюється за рахунок підключення або відключення насоса або групи насосів. Даний спосіб характеризується простотою управління, оскільки не вимагає додаткових регулюючих пристроїв. Проте він не дозволяє забезпечити безперервну і якісну підтримку напору при зміні споживання рідини і викликає часті пуски двигунів, що зменшує термін роботи обладнання і вимагає будівництва проміжного акумулюючого резервуару для згладжування коливань подачі НС. Крім того, електродвигуни працюють не в оптимальному режимі, що також знижує ККД всієї НС.

Вказані особливості обумовлюють скорочення НС, на яких застосовуються розглянуті вище способи регулювання. Зміна частоти обертання робочого колеса насосної установки дозволяє здійснити безперервне регулювання продуктивності НС з меншими витратами енергії.

Проте воно вимагає великих затрат на регулююче обладнання і призводить до погіршення електромагнітної сумісності з живлячою мережею. Проте цей спосіб являється найбільш перспективним.

Можливо також поєднання декількох способів регулювання. Одним з широко вживаних варіантів регулювання є поєднання ступінчастого регулювання із зміною частоти обертання робочого колеса насосної установки, яке досягається за допомогою частотно-регульованого електроприводу.

Для регулювання енергетичної ефективності обладнання НС повинний бути вибраний оптимальний по енергоспоживанню режим роботи насосів при їх спільній роботі.

					2401 ДП ОА-п71-01 ПЗ	Арк.
						54
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.2 Вибір вузлів автоматизації

Для оптимальної роботи автоматичної лінії контролю насосів слід використати пристрій плавного пуску. Пристрої плавного пуску характеризуються гнучкістю налаштування та програмування, мають високу точність обробки даних та швидкодію. Мають можливість підключення допоміжних пристроїв. Блок управління насосної станції повинен виконувати такі задачі: розподіл навантаження на двигуни насосів згідно використання, контроль роботи двигунів, забезпечувати неперервну подачу води навіть тоді, коли вийшли з ладу два двигуни.

Так, як силова схема захищається автоматичними вимикачами, то слід застосувати захист від КЗ шляхом під'єднання до логічних мікросхем контактів автоматів. Таким же чином буде під'єднуватися реле напруги

Спрацювання цих елементів буде фіксуватися електричною схемою захисту, а та в свою чергу вмикатиме алгоритм роботи мікроконтролера для запуску іншого робочого двигуна, а при обриві фаз вмикатиметься робота силової схеми та вмикатиметься відповідна світлова сигналізація і сигналізація режимів роботи.

Автоматичні вимикачі. Призначені для захисту від струмів короткого замикання і перевантаження електричних ліній і приймачів енергії, для включень і відключень ліній і приймачів енергії.

При виборі автоматичного вимикача керуються такими правилами:

Номинальний струм теплового і комбінованого розчеплювача повинен бути більше робочого струму лінії:

$$I_{н.р} \geq I_p$$

Якщо автомат вбудований в шафу, то слід врахувати, що змінилися охолодження автомата, вводячи поправочний коефіцієнт, що дорівнює 1,1:

$$I_{f.p} \geq 1,1 \times I_p$$

Якщо ці умови не виконуються, то можливі помилкові спрацювання автомата при включенні споживачів з великими пусковими струмами.

					2401 ДП ОА-п71-01 ПЗ	Арк.
						55
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Пристрій плавного пуску

У кожного пристрою існують свої недоліки, у асинхронних двигунів це наявність великих пускових струмів. Ця проблема відома дуже давно, і методи вирішення її були здебільшого теоретичні, іноді справа доходила і до практики (використовували тиристорні регулятори, пускові резистори і так далі) але це було вкрай рідкісне явище. Завдяки технічному прогресу все змінилося, розвиток мікропроцесорів і силової електроніки спонукало створення пристроїв плавного пуску або так звані софтстартери. При запуску двигуна без пристрою плавного пуску відбуваються процеси, які сприяють швидкому руйнуванню двигуна. Напруга і пусковий струм на обмотці, в момент запуску, багаторазово перевищують допустимі значення. Таке перевищення призводить до пробою обмотки, зносу і підгорання контактів, також деякі вузли електродвигуна отримують шкоди, підшипники і прикріплені агрегати до валу такого двигуна. Також потрібно врахувати що без використання системи плавного пуску електродвигуна, при запуску відбувається просадка напруга в системі електроживлення, через це ефекту можуть постраждати інші пристрої, які живляться від цього джерела живлення. При пуску електродвигуна він створює великі електромагнітні перешкоди, які можуть вплинути на роботу електронних приладів поблизу двигуна.

Рекомендується встановлювати початкова напруга пускового струму на рівні в 35-55% від номінального значення напруги. При запуску напруга відразу стрибає до встановленого значення, а потім плавно, відповідно до встановлених параметрах, збільшується. При цьому розгін двигуна буде відбуватися плавно і швидко розганятися.

Пристрій плавного пуску дозволяє зменшити стартовий кидок струму, зменшити число необхідних контакторів і реле. Здатний також захистити двигун від обриву фаз, перегріву, перевантаження і знизити до незначних електромагнітні перешкоди.

					2401 ДП ОА-п71-01 ПЗ	Арк.
						56
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Контактори

Для комутації агрегатів, в даному випадку – двигунів, які приводять в рух лопатки насосів стоїть задачі вибору апаратури, яка і буде виконувати цю комутацію швидко і ефективно, як це необхідно в автоматизованій системі.

Саме для задачі ввімкнення двигунів в мережу у даній роботі будуть використовуватись контактори.

Контактор являє собою двохпозиційний електромагнітний апарат, призначений для багаторазових дистанційних включень і виключень силових електричних ланцюгів при нормальному режимі роботи.



Рис. – 3.2.1 Модульний контактор

Розрахункова потужність керованих пристроїв, - реле, таймерів, - не завжди може відповідати споживаній потужності контрольованих ними приладів, що, звичайно ж, не можна залишати без уваги. Для вирішення цієї проблеми і служать контактори. В реальній ситуації підбирається контактор з розрахунку даної споживаної пікового навантаження і ставиться після керуючого приладу по ланцюгу. Таким чином, керуючий прилад подає напругу на котушку контактора, а безпосередньо контактор комутує навантаження. Також він може служити в якості додаткового адаптивного пристрою, коли необхідно перевести управління з однофазного пристрою на агрегат, який працює, наприклад, на три фази.

					2401 ДП ОА-п71-01 ПЗ	Арк.
						57
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Принцип дії контакторів.

Щоб зрозуміти роль контакторів варто розглянути їх принцип дії:

Початкова напруга на вході, за допомогою допоміжного ланцюга струму, проходить по котушок контактора, що призводить до перемикання контактів в ньому (одна з двох позицій). Коли ж напруга пропадає, (а в контакторі відсутні додаткові механічні засоби утримання позиції контактів), контакти наводяться в початкове положення. Якщо контактори постійного струму зазвичай наводяться в дію електромагнітом постійного струму, то контактори змінного струму можуть приводитися в дію електромагнітом, як постійного, так і змінного струму.

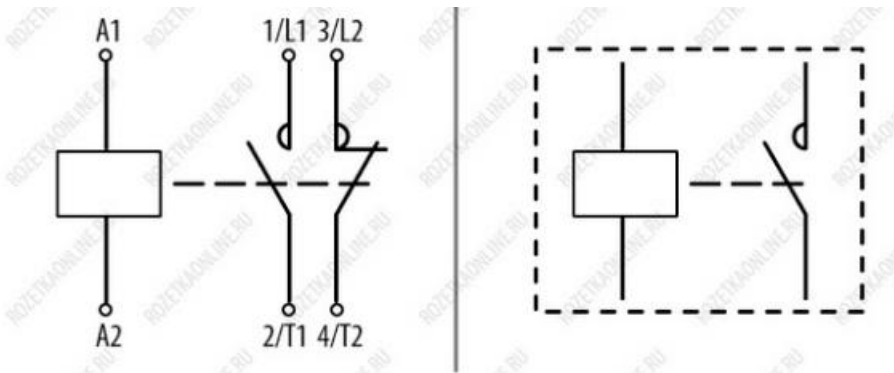


Рис. 3.2.2 – Зображення контактора на схемі (електрична і однолінійна)

Додатково варто згадати про обов'язкову практичності (надійності) приладу. Внаслідок постійних частих комутацій, до цього приладу пред'являються підвищені вимоги зносостійкості, як по його механічній частини, так і по електричній.

3.3 Моделювання системи керування насосами в Matlab Simulink

Скласти робочу схему для наглядної демонстрації параметрів регулюючого контуру проводимо за допомогою програмного середовища «MATLAB SIMULINK».

Основною задачею і її вирішенням було скласти таку систему, яка б вмикала привідні двигуни насосних станцій за певним алгоритмом. Перший і другий двигун виступають в якості основних і розраховані на сталу і довготривалу роботу, для того, щоб тиск в водопроводі був необхідної величини, яка була визначена для даної задачі в діапазоні 7 БАР.

В якості резервного та допоміжного рішення виступає третій двигун. Його ввімкнення потрібно реалізувати тоді, коли перші два не видають необхідного тиску для поливу.

Для регулювання технологічних параметрів було обрано всі необхідні елементи системи та в кінцевому результаті після всіх спроб і аналізу помилок було зібрано наступну схему:

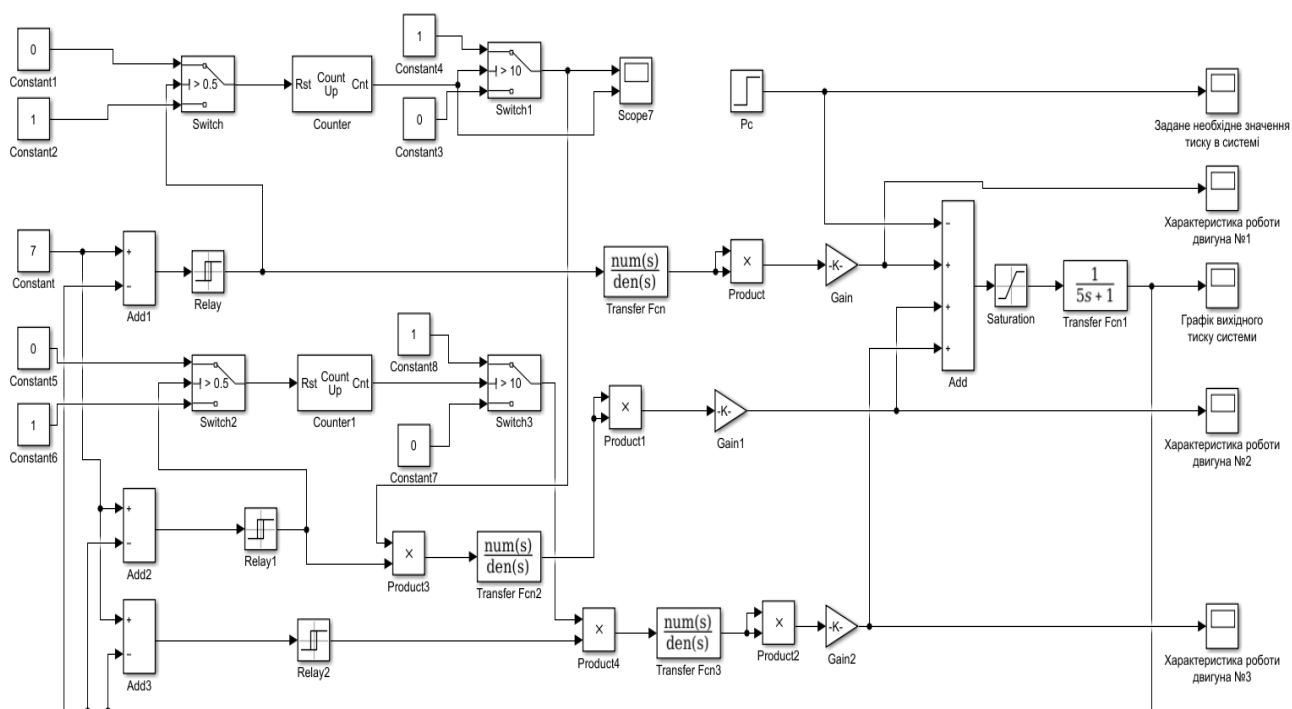


Рис. 3.3.1 - Модель системи автоматичного регулювання тиску в водопроводі програмному середовищі MATLAB.

Аналіз схеми, її принцип роботи, призначення елементів і рішень, які були застосовані.

Базою і основним робочим орган схеми виступають елементи моделі 3х ідентичних двигунів (АД з КЗ ротором), виконані за допомогою елементів:

- «Relay» - так, як вихідний сигнал блоку може приймати два значення, то за допомогою виставлення потрібних меж елементу можна керувати ввімкнення двигуна. Одне з них відповідає включеному станом реле, друге - виключеному. Перехід їх одного стану в інший відбувається стрибком при досягненні вхідним сигналом порога включення або виключення реле. У тому випадку якщо пороги включення і виключення реле мають різні значення, то блок реалізує релейний характеристику з гістерезисом. При цьому значення порога включення повинно бути більше, ніж значення порогу виключення. Даний елемент буде відповідати за ввімкнення чи вимкнення певного двигуна при нестачі потрібного тиску в системі, задані значення представлені на рисунку нижче для кожного з двигунів:

Перший:

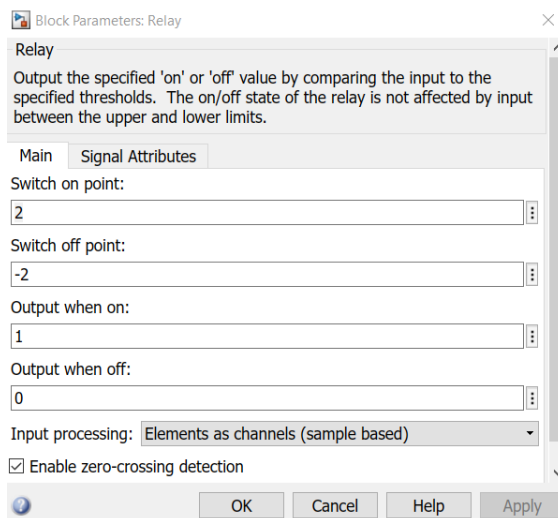


Рис. 3.3.2 – Дані з блоку «Relay» №1

Як можна бачити, точка ввімкнення – 2, вимкнення = -2, величина вхідного і вихідного сигналу при включенні/вимкненні – 0 і 1 відповідно.

					2401 ДП ОА-п71-01 ПЗ	Арк.
						60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Другий двигун комутується при наступних значеннях:

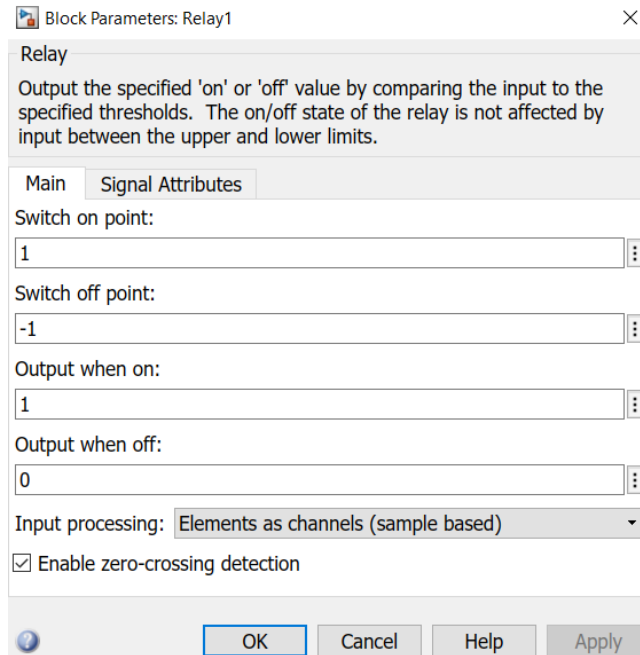


Рис. 3.3.3 – Дані з блоку «Relay» №2

Третій:

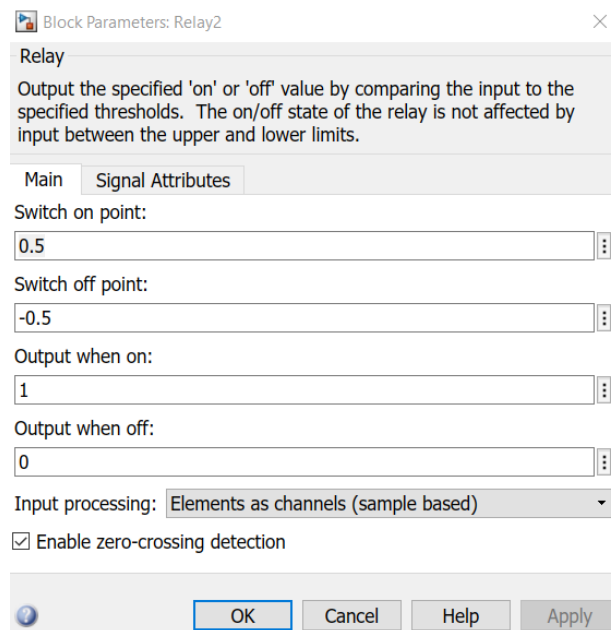


Рис. 3.3.4 – Дані з блоку «Relay» №3

Дані суттєво відрізняються, т.к. основна задача – включення двигуна при певних умовах (нестача тиску в системі), саме в даному випадку третій двигун виступає в якості резервного, на випадок підтримки перших двох, якщо вони не справляються з своєю задачею.

					2401 ДП ОА-п71-01 ПЗ	Арк.
						61
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- «Gain» - виступає в якості блоку підсилення, т.к. вхідні дані від комутації робочих органів дуже рідко, і майже ніколи не бувають потрібної величини для необхідних маніпуляцій, в нашому випадку – це побудова графіків для відстежування діапазону роботи насосів в часі. Його дані є ідентичними для трьох випадків:

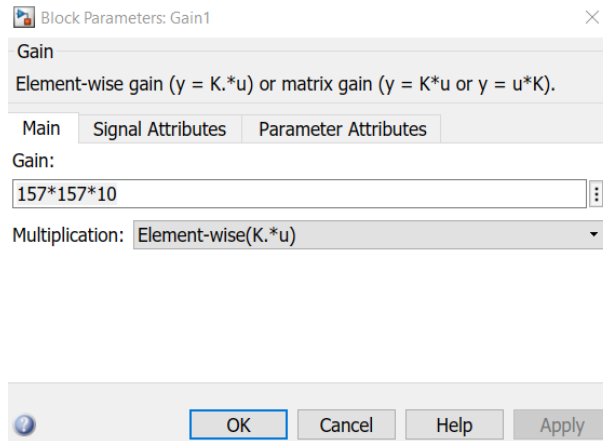


Рис. 3.3.5 – Задані значення елементу Gain (ідентичні у всіх 3х випадках)

- «Transfer Fcn» - який виступає блоком передавальної функції, і задає передавальну функцію у вигляді відношення поліномів, в даному елементі були задані однакові значення для всіх 3-х двигунів системи:

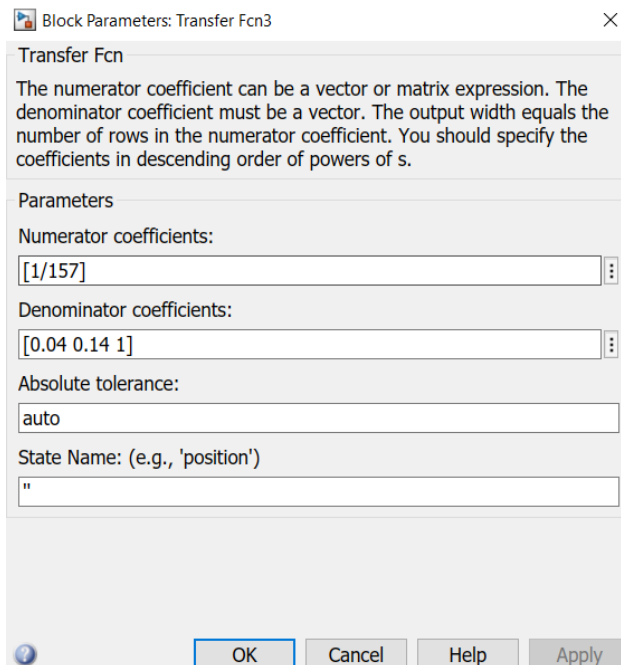


Рис. 3.3.6 – Задані значення елементу Transfer Fcn (ідентичні у всіх 3х випадках)

Розглянемо окремі елементи схеми, відстежування кількості спрацювань «ввімкнень-вимкнень» двигунів було виконано за допомогою наступного рішення:

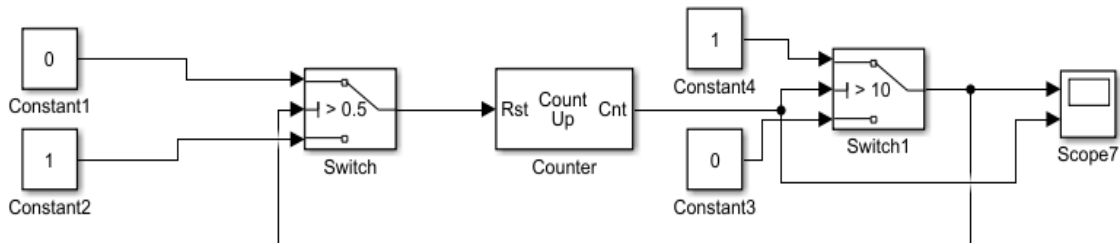


Рис 3.3.7 – Лічильник ввімкнень

Схема, яка рахує ввімкнення насосів виконана на перемикачі (виконаний на елементі «Switch»), який приводиться в дію, після цього блок лічильника «Counter» буде відстежувати кожну зміну стану системи (ввімкнення чи вимкнення), рамки в яких це буде виконуватись, задаються вручну, в даному випадку:

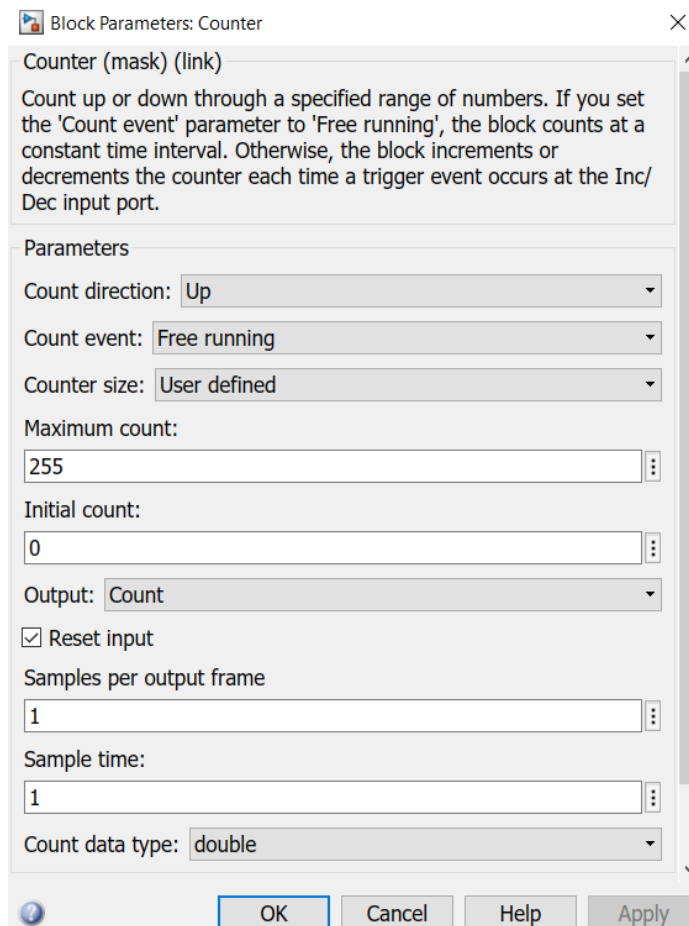


Рис 3.3.8 – Дані з блоку «Counter»

Для оперативного і наочного відстежування параметрів і стану системи використовувалися елементи графічного відображення, в даному випадку – за допомогою стандартного для вирішення такої задачі елемента – «Scope»

В якості елементів, які будуть відповідати за вмикання/вимкнення використані елементи «Switch», які виконують перемикання вхідних сигналів до сигналів управління/керування наступною ланкою.

На виході отримуємо графік нашого лічильника:

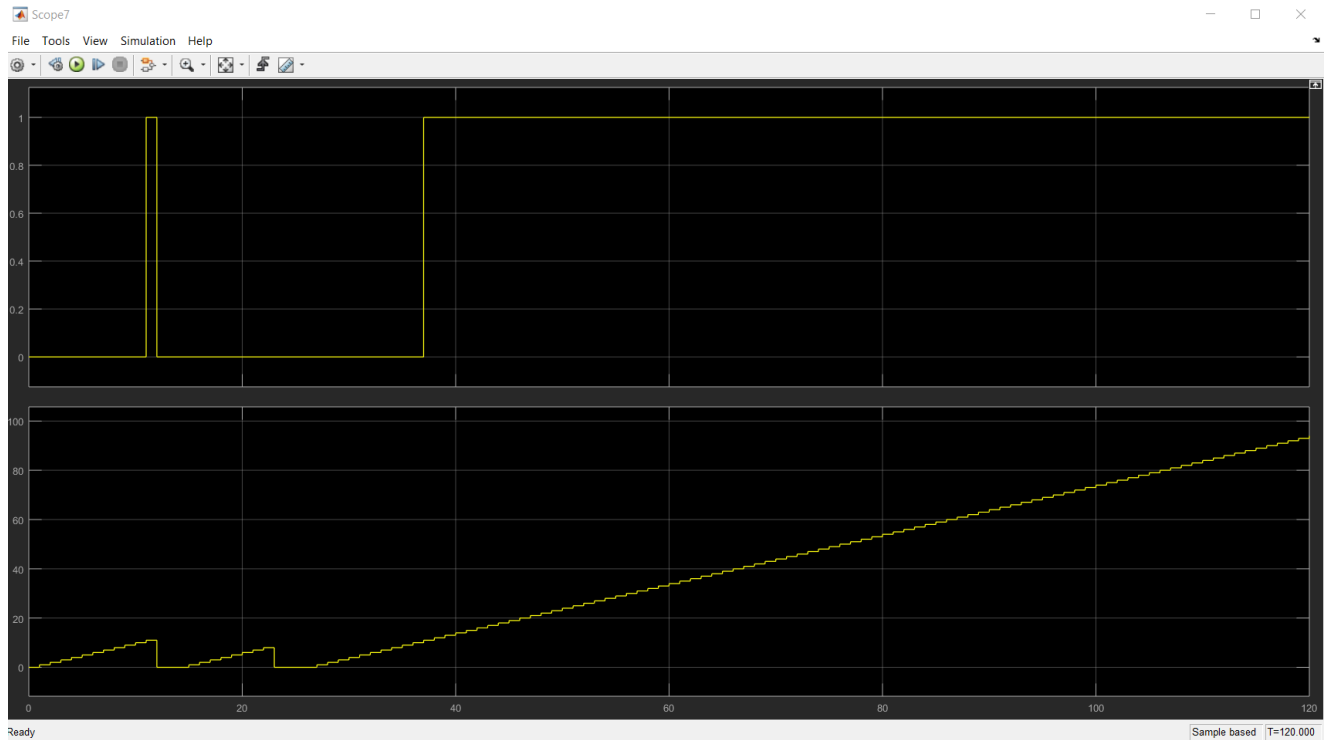


Рис 3.3.9 – Графік лічильника

					2401 ДП ОА-п71-01 ПЗ	Арк.
						64
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Опис роботи двигунів, перевірка правильності роботи схеми

Надалі розглянемо, як і при яких умовах будуть вмикатись двигуни, які приводять в рух насоси, за допомогою яких і відбувається полив поля.

Вихідний стан системи при запуску – ввімкнення двох перших двигунів, і третій по потребі, якщо перші два не видають заданого тиску. Потрібне значення нашого необхідного тиску було задано в елементі «Step».

Схема фрагменту, де відбувається задання тиску системи:



Рис 3.3.10 – Елементи моделі, які задають номінальні параметри системи

Блок Step забезпечує крок між двома визначеними значеннями в заданий час. Наш необхідний середній тиск системи було обрано за допустимим мінімальним значенням – 7 БАР. Параметри які були введені і графік на виході

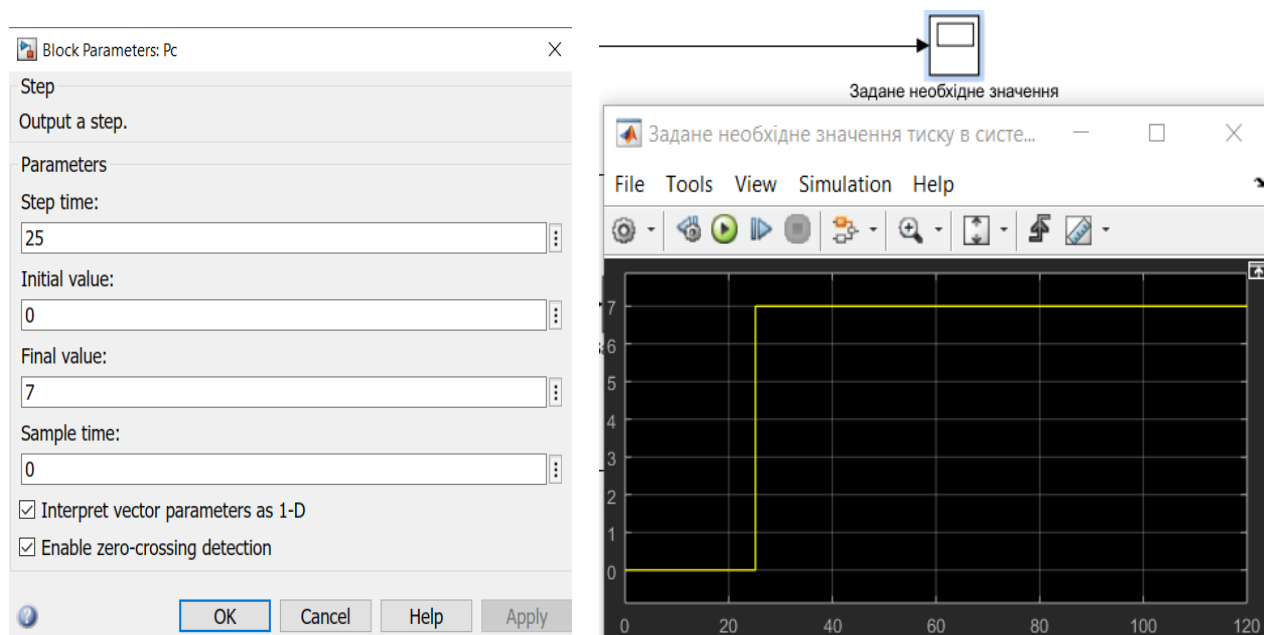


Рис 3.3.11 – Дані з елемента «РС» та його графік

Аналіз характеристик кожного двигуна, і системи в цілому

Коли найголовніший вхідний параметр задано (потрібний тиск в системі, який було розглянуто вище), можна приступати до запуску системи і аналізу її роботи.

Пам'ятаємо, що основним завданням і метою створення даної системи є ефективність використання насосів, щоб вони працювали відповідно до своїх режимів і видавали потрібний тиск, в системі. І коли це потрібно, регулювали його відповідного до потрібного, вмикались і вимикались в потрібний момент.

За регулювання тиску і в якості резервного джерела виступає третій двигун, який не має працювати постійно і повинен вмикатись на короткий термін тільки в випадку «просідання» тиску нижче мінімального, який був встановлений раніше (7 БАР, оптимальний для випадку поливу).

Для початку, будуть розглянуті графіки роботи кожного двигуна почергово, від першого до третього, їх аналіз, а в кінці представлений фінальний графік всієї системи, на якому ми повинні побачити результати регулювання і зробити висновок по ефективності системи.

Перший двигун:

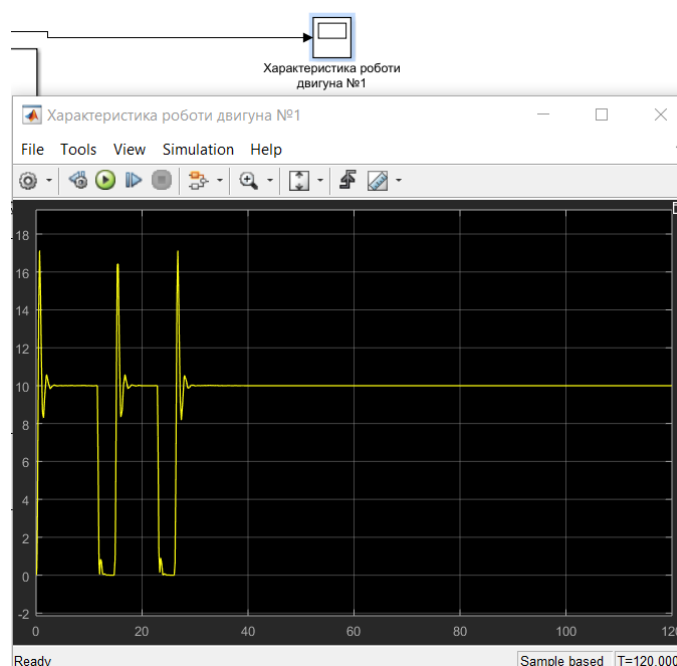


Рис 3.3.12 – Графік роботи двигуна №1

					2401 ДП ОА-п71-01 ПЗ	Арк.
						66
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

По графіку видно, що двигун початковий проміжок часу має «стрибки» в роботі і нерівномірність подачі, та після виходу на рівномірний режим він видає 10 БАР постійно і без збоїв, всі умови системи виконано, переходимо до другого двигуна.

Другий двигун:

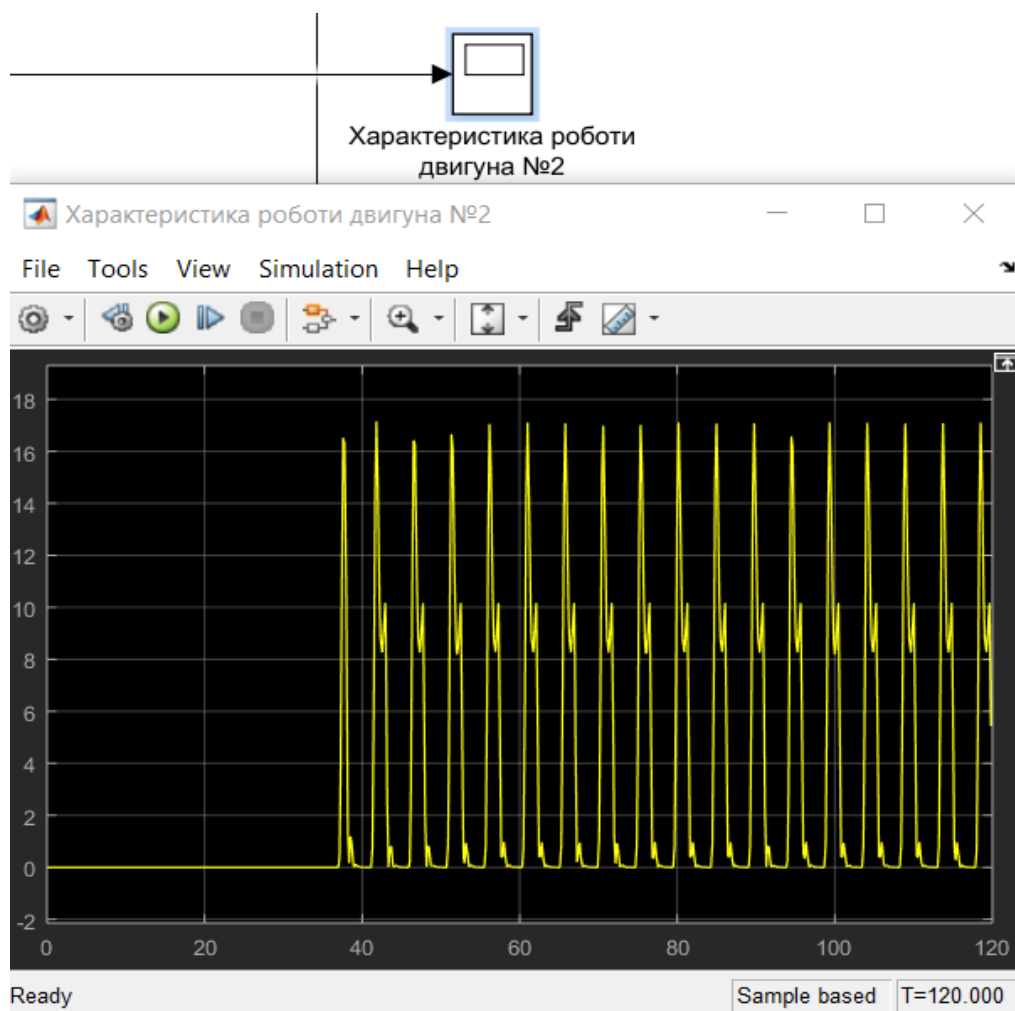


Рис 3.3.13 – Графік роботи двигуна №2

Так, як на початку запуску системи проходить деякий час встановлення рівномірного режиму першого двигуна, другий не запускається, поки це не відбудеться, що видно на графіку (відсутність подачі на початку). Після ввімкнення першого, включається в роботу другий двигун відповідно, який не працює постійно, як перший, але видає потрібні параметри, як це передбачено.

Третій двигун:

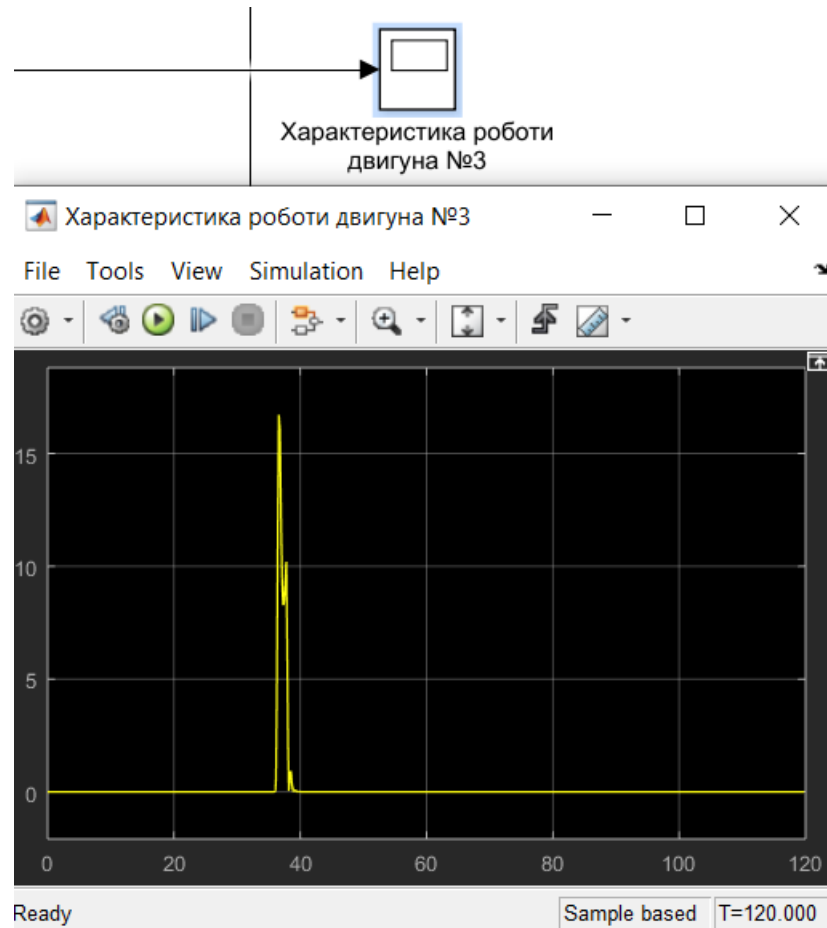


Рис 3.3.14 – Графік роботи двигуна №3

По графіку бачимо, що третій двигун основний відрізок часу перебуває в вимкненому стані, ввімкнувся він тільки на короткий період, це і було передбачено його роботою на випадок, якщо тиск в системі буде досягати нижнього значення і дорівнювати нижче, ніж 7 БАР.

По розглянутим графікам можна зробити попередній висновок, що всі три двигуни працюють в передбачених для них межах, вмикаються, працюють на номіналах, ні один з них не вийшов з свого робочого діапазону.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Основний висновок можна зробити розглянувши графік системи в загальному, на виході, коли всі елементи системи, двигуни, вже зробили свою роботу і знаходяться в робочому стані.

Графік системи (для зручності аналізу було розбито на 3 частини)

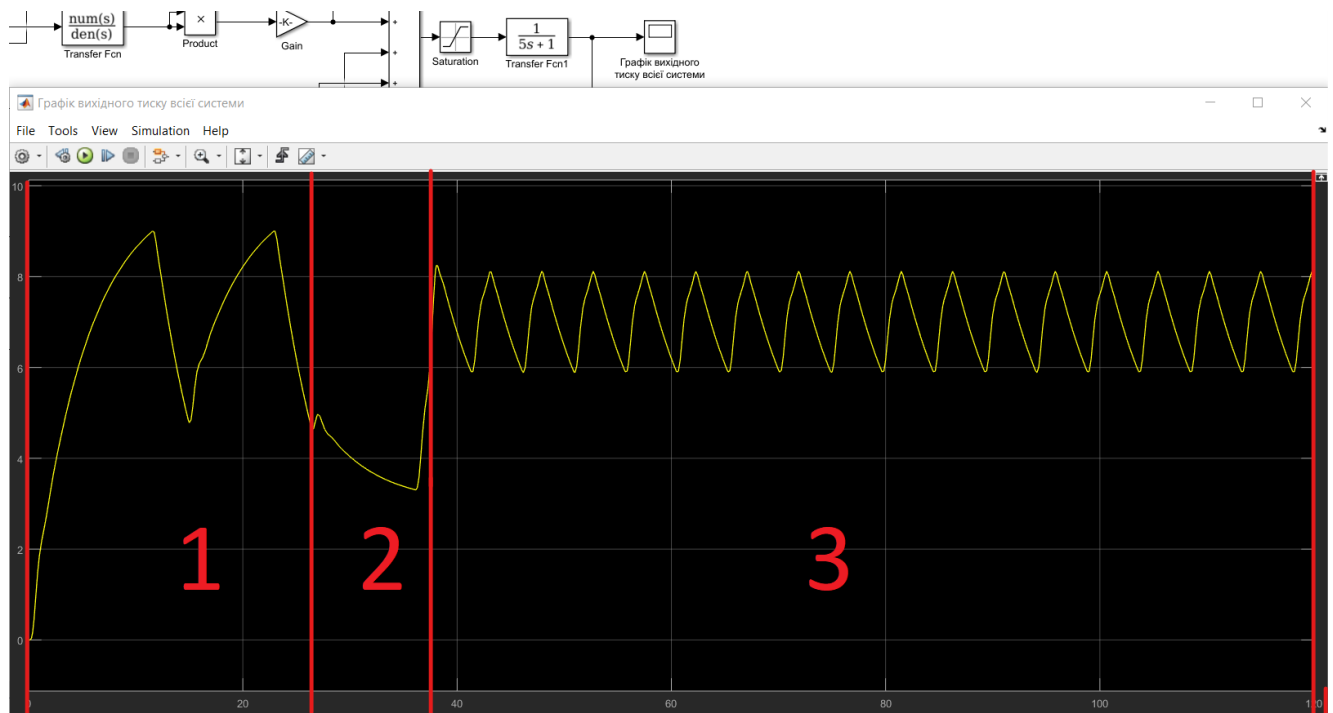


Рис 3.3.15 – Сумарний графік роботи системи

Подальший аналіз буде проводитись секційно, відповідно до кожної частини графіку.

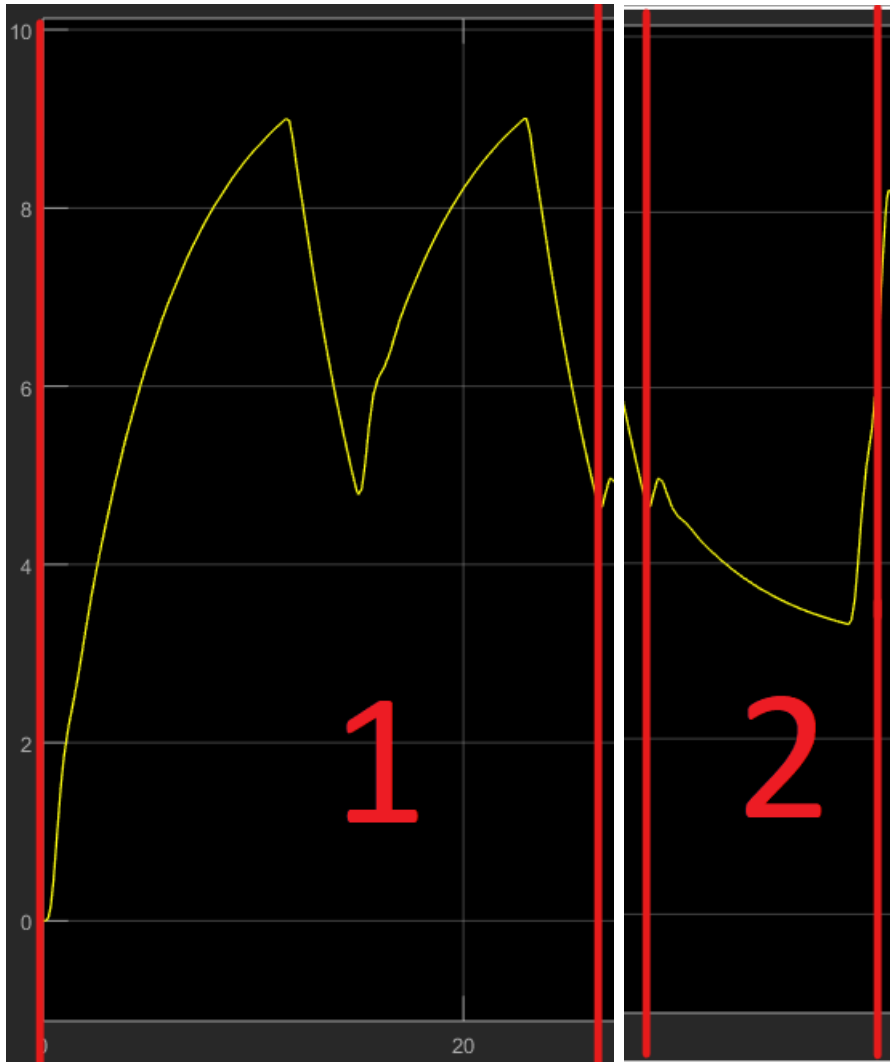


Рис 3.3.16 – Перші дві секції графіку системи

В першій частині видно, що запустились перші два двигуни, які привели в рух відповідно перші два насоси, як було зазначено вище і показано на графіку цього насосного агрегату – мала місце певна нерівномірність роботи, що видно і на сумарному графіку системи, тиск просів і підвищився обидва рази, коли двигун ще не вийшов в номінальний робочий режим і не видав свого постійного тиску, ця частина графіку відповідає ввімкненню першого двигуна. Таку характеристику насосу і його поведінки можна пояснити переходом системи з сталого в динамічний режим. Вода не перебувала в русі всередині водопроводу, для формування сталого потоку і врівноваження всіх збурень потрібен, виходу насосу в режим рівномірної подачі потрібен деякий час, все це передбачено в системі.

					2401 ДП ОА-п71-01 ПЗ	Арк.
						70
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

В наступній, другій частині спостерігається значна втрата тиску в системі, яка триває невеликий проміжок часу, переривається ця «просадка» ввімкненням третього насосу на невеликий період часу (що було описано раніше в аналізі графіків двигунів), систему засікла, що рівень тиску впав набагато нижче потрібного (менше 4 БАР), і дала сигнал про ввімкнення третього насосу для врівноваження системи.

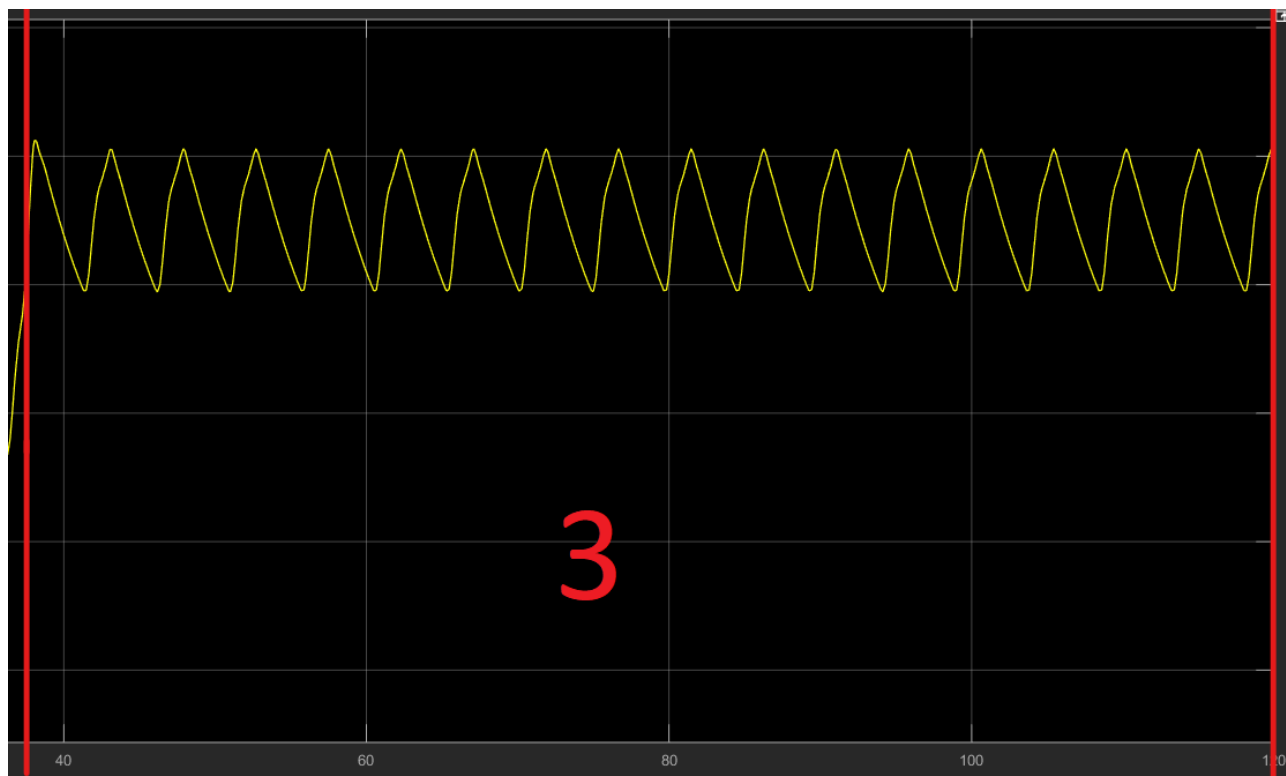


Рис 3.3.17 – Третя секція графіку системи

В кінцевому результаті ми бачимо, що система працює в заданому необхідному діапазоні, обидва перші двигуни, як і було задумано, взяли на себе основну частину навантаження, а третій виступив в якості потрібного резерву, який ввімкнувся в момент, коли тиск, який видавали 2 насоси виявився недостатнім, і вивів систему на «плато», як видно далі по графіку, і система видала свої номінальні 7 БАР без перебоїв, які потрібні нам для ефективного виконання основної задачі – поливу.

					2401 ДП ОА-п71-01 ПЗ	Арк.
						71
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.4 Моделювання установки в середовищі «CoDeSys»

Для моделювання та зображення режиму роботи окрім моделювання системи, також був написаний код в програмному середовищі «CoDeSys», за допомогою якого можна відстежити і проаналізувати роботу установки.

В конкретному випадку використовується один пристрій плавного пуску і група контакторів для комутації двигунів.

Пристрої плавного пуску використовуються для плавного пуску та зупинки трифазних асинхронних двигунів з короткозамкненими роторами. Переваги використання даного пристрою:

- безударний пуск двигуна, плавне гальмування, динамічне гальмування;
- регулювання моменту, зменшення пускового струму;
- зменшення перевантаження та перегріву двигуна, зменшення електричних втрат в електродвигуні;
- усунення ривків в механічній частині обладнання;
- усунення гідравлічних ударів в трубах і запірній арматурі в момент пуску та зупинки насосів, компресорів, вентиляторів.

Пристрої плавного пуску використовують для керування привідними двигунами насосів, компресорів, вентиляторів, транспортерів, спеціальних механізмів, які потребують плавного безударного пуску, для убезпечення від поломки механічної частини

Контактори виступають як комутуючими пристроями, так і пристроями захисту по перегріву і обриву фази.

					2401 ДП ОА-п71-01 ПЗ	Арк.
						72
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Принцип роботи системи:

Система запускається за умови, коли задане значення (яке являється тиском) більше поточного в трубопроводі. Спочатку сигнал з пристрою плавного пуску іде на контактор, який і підключає двигун до мережі, час пуску – 10с (час на розгін). Двигуни запускаються по черзі з інтервалом 10с. При незначному збільшенні поточного значення система вимикає двигуни з мережі в зворотньому порядку. Задане значення – бажаний тиск в системі. При падінні тиску більше ніж на 1.0од. система запускає процес вимикання з мережі насосів (їх привідних двигунів) це відбувається доти, доки не буде зафіксовано бажаний результат (потрібний тиск). При збільшенні тиску в системі більше, ніж на 1.5од. відбувається вимкнення насосних установок в зворотньому порядку (3-2-1). Якщо тиск в системі (поточне значення) не впаде відповідно до потрібного заданого (в межах +/- 1од.), то система зупиниться зовсім.

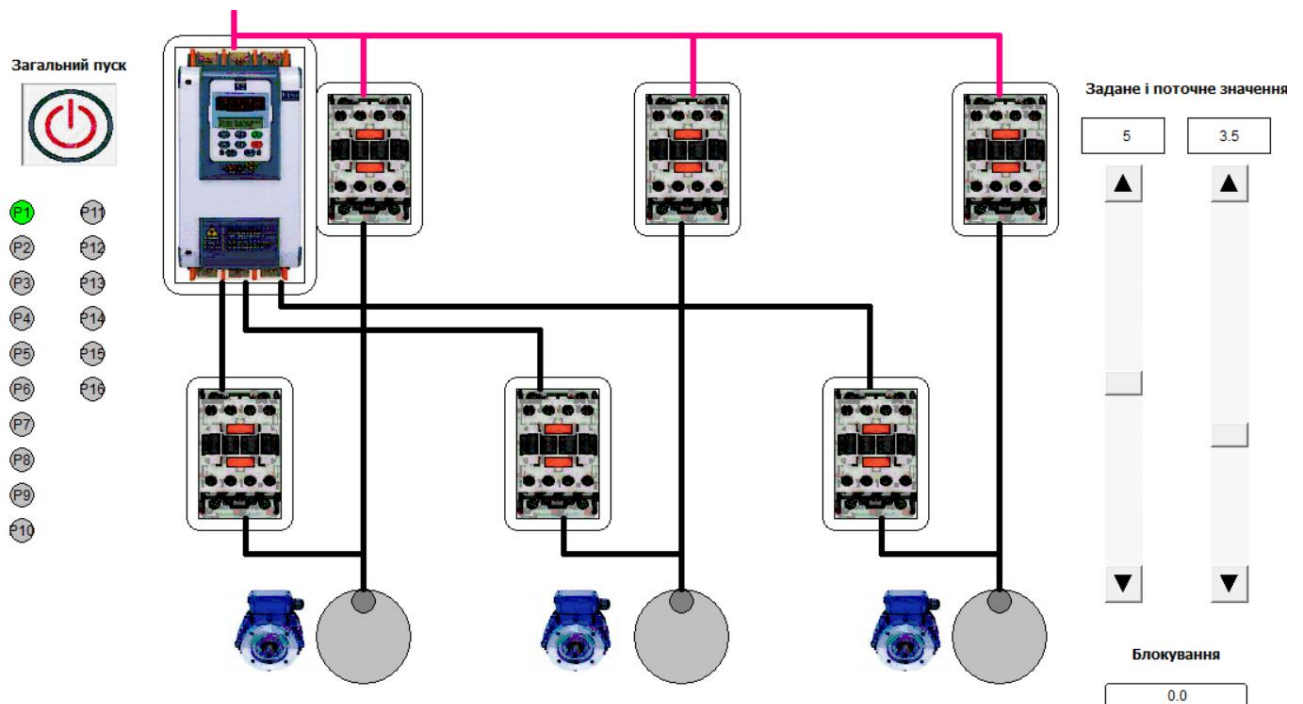


Рис. 3.4.1 Візуалізація установки

Опис режимів відповіді до індикації:

P1 – Вихідний і початковий стан комплексу, система в стані спокою, очікує команди від оператора. Запуск, команда на пристрій плавного пуску (ППП) з зв'язком (контактор-двигун).

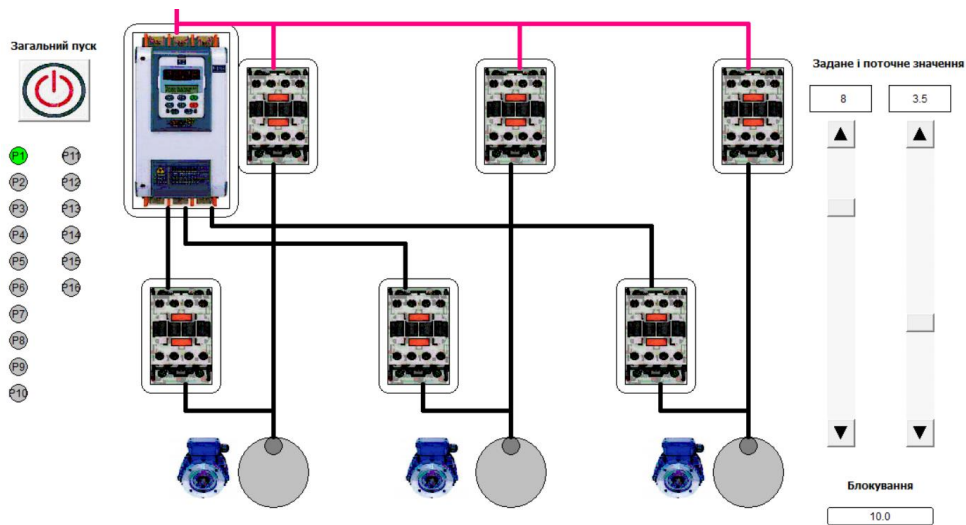


Рис. 3.4.2 Програма P1

P2 – Система виконала опитування датчиків, порівняла задане (8бар), і поточне (3.5 бар) значення тиску в системі, так як поточне значення тиску не відповідає заданому (бажаному, то система отримує команду на запуск, відбувається опитування і комутація контактора ппп-двигун. Контактор комутує двгун/насос №1.

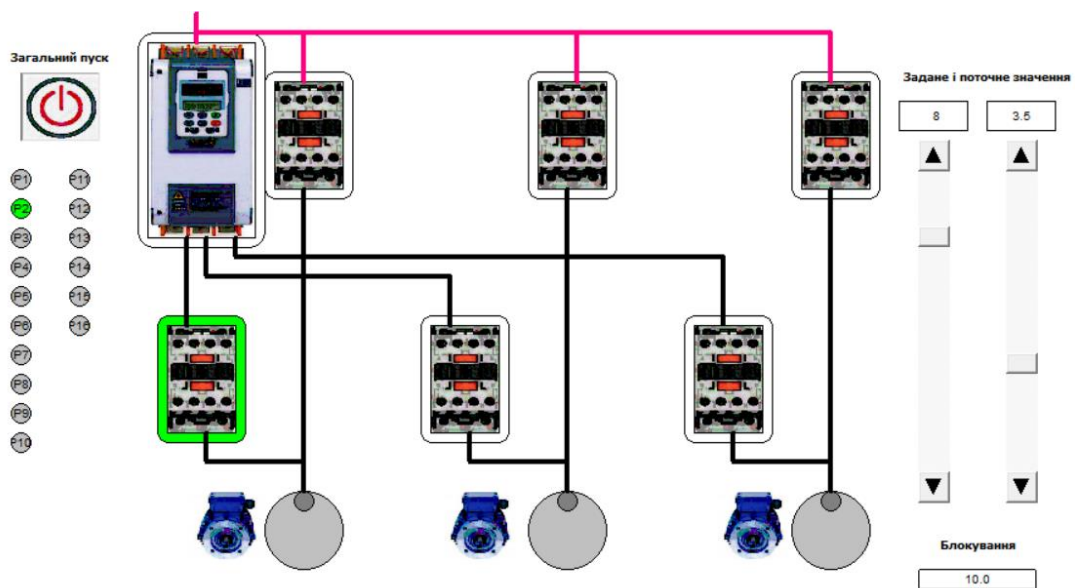


Рис. 3.4.3 Програма P2

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Р3 – Отримання сигналу від пристрою плавного пуску, запуск двигуна №1 (M1).

Контактор включає двигун з насосом в мережу.

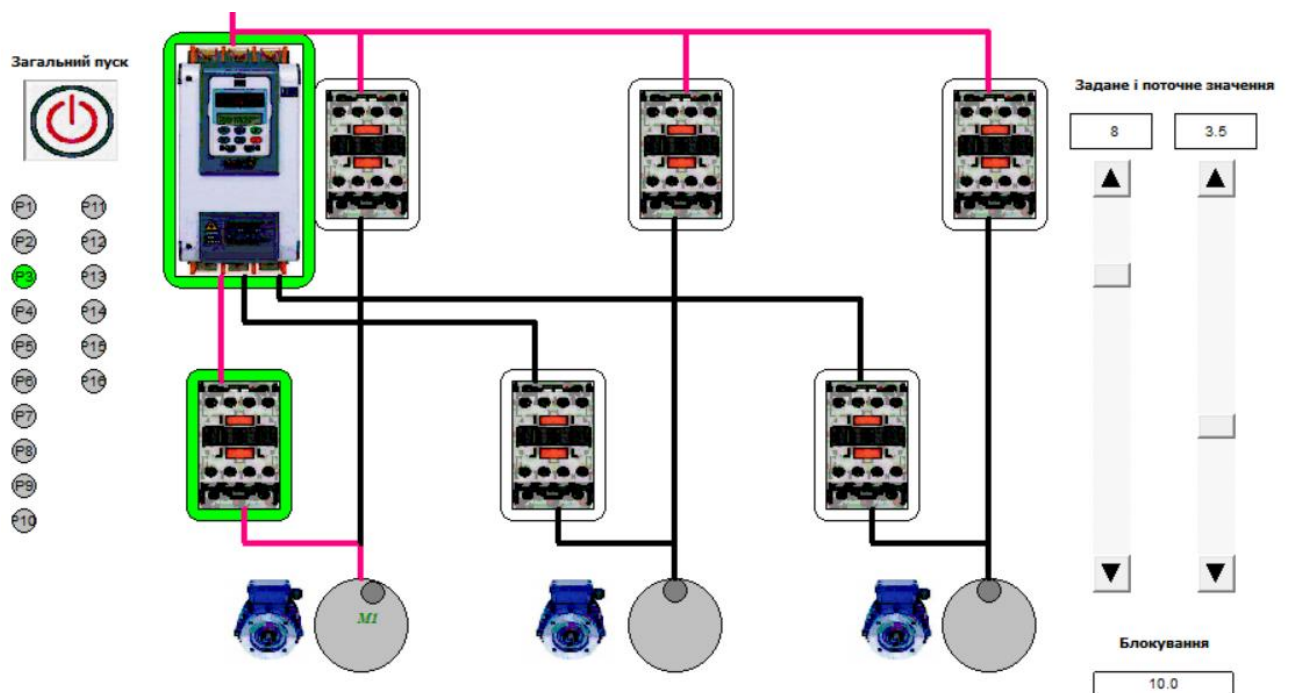


Рис. 3.4.4 Програма Р3

Р4 – Підєднання/перемикання двигуна напряму через контактор в мережу, запуск двигуна на повну потужність, початк відліку 10 секунд на плавний пуск.

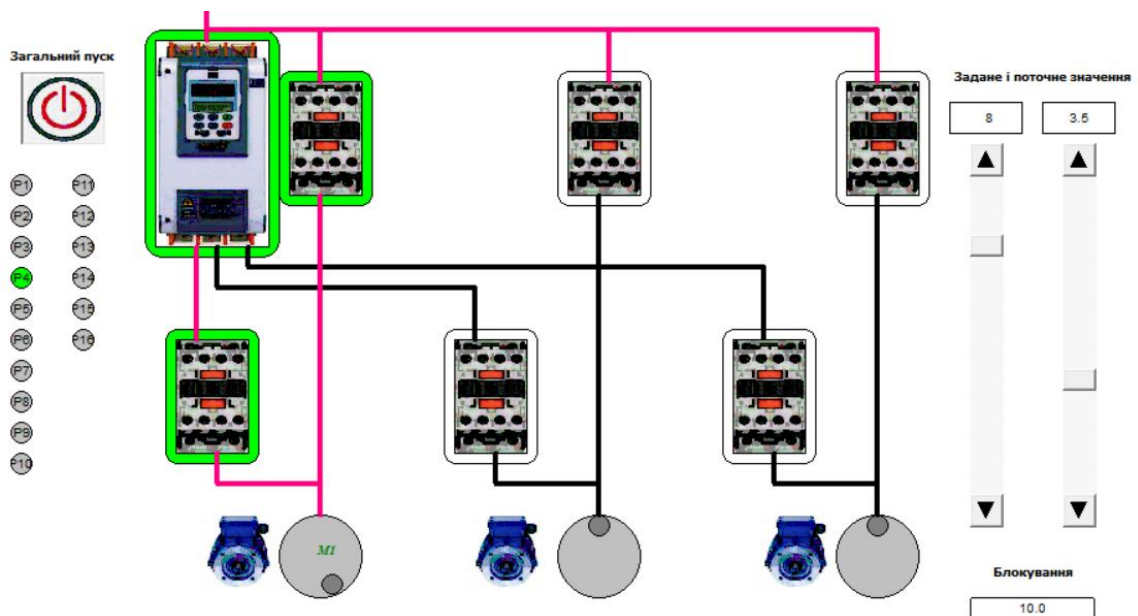


Рис. 3.4.5 Програма Р4

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

P7 – Сигнал від пристрою плавного пуску на контактор. Після чого відбувається підключення двигуна №2 ч/з пристрій плавного пуску і контактор до двигуна.

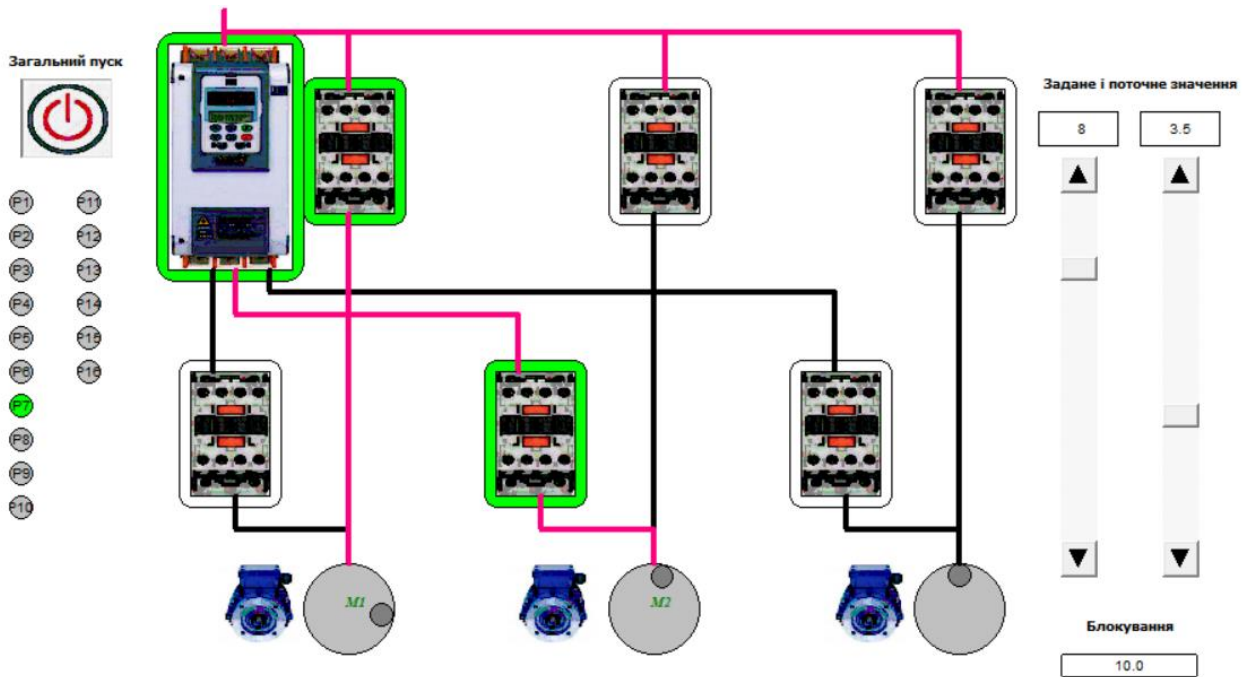


Рис. 3.4.8 Програма P7

P8 – Подача сигналу з пристрою плавного пуску для ввімкнення двигуна «напрямую» через зв'язок (мережа – контактор – двигун).

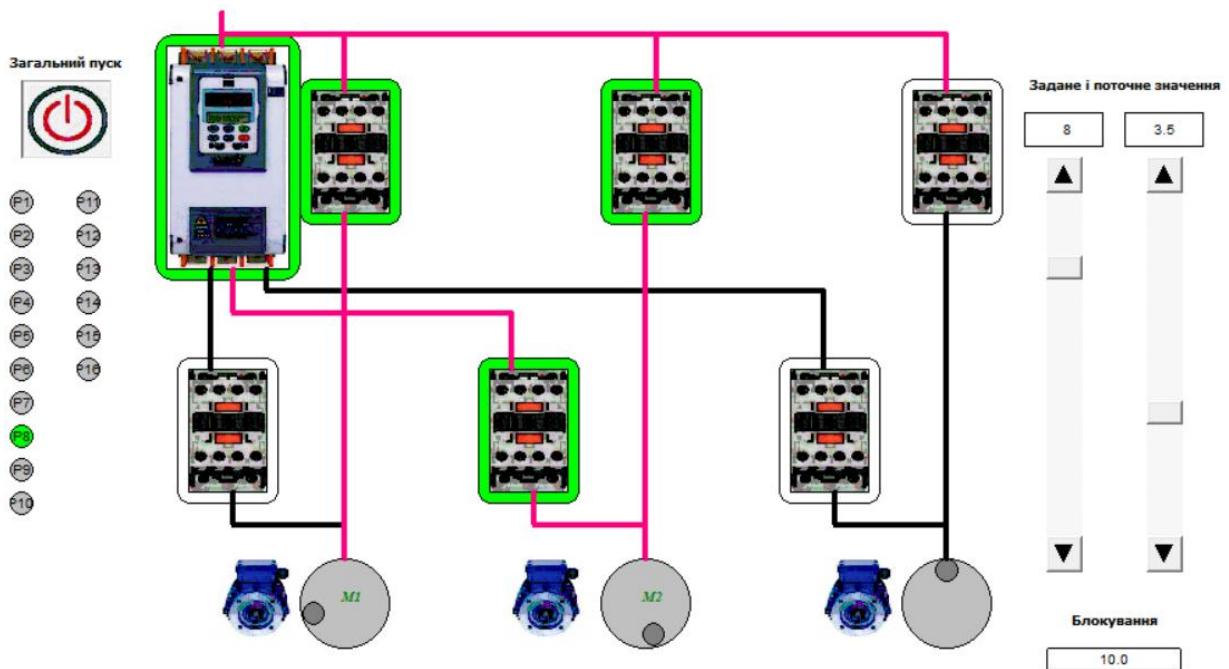


Рис. 3.4.9 Програма P8

P13 – Плавний розгін. Вихід на повну потужність. По завершенню 10сек насос виходить на номінальну продуктивність.

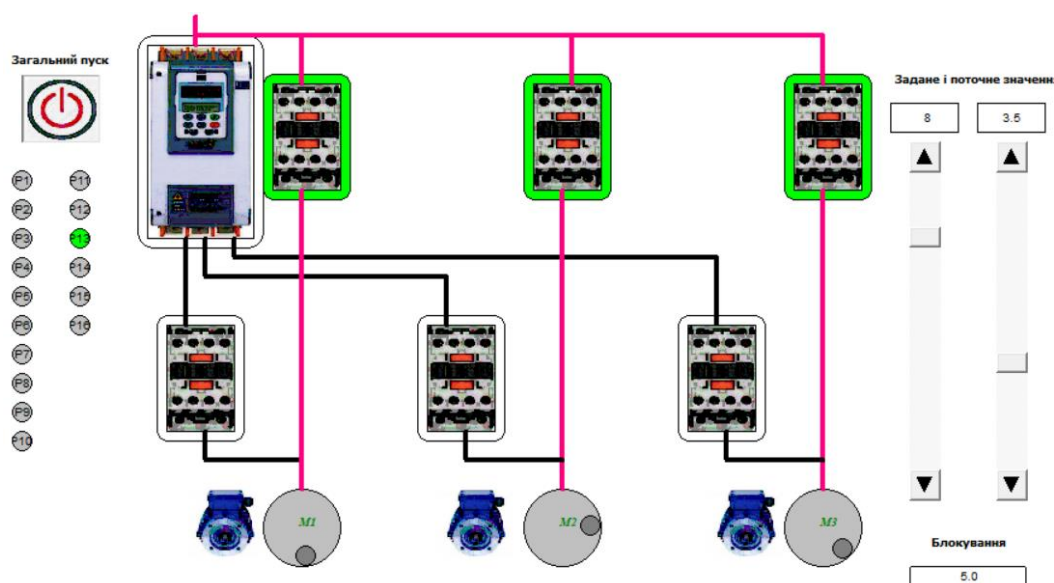


Рис. 3.4.14 Програма P13

Режими відключення двигунів будуть описані не за порядковим зростанням, а в порядку їх активації системою.

P16 – Частина програми, коли поточне значення (тиск в системі) має більше значення, ніж задане, тоді система за допомогою датчиків помічає невідповідність поточного і заданого значення, (перевищення тиску в системі), запуск відключення двигунів від мережі, починаючи з двигуна №3)

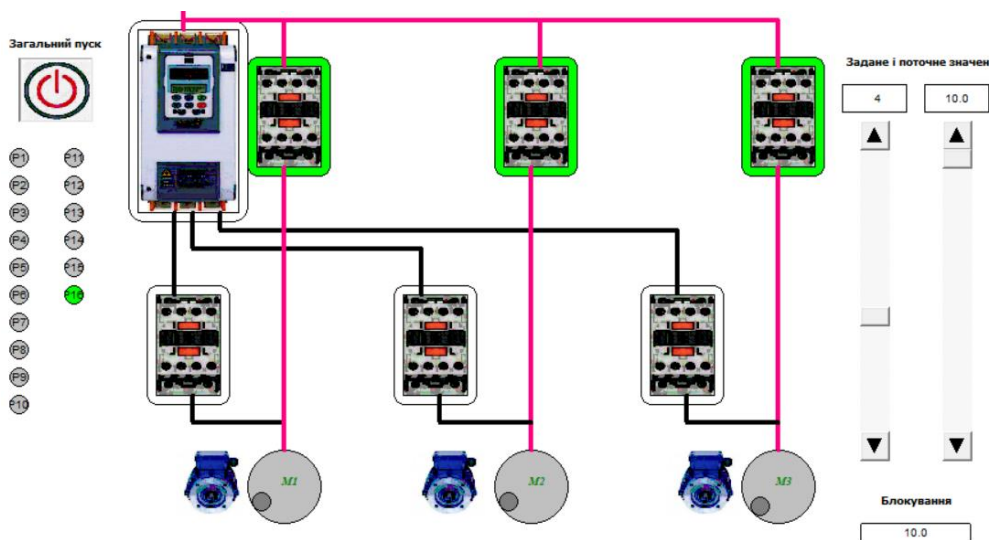


Рис. 3.4.15 Програма P16

P14 – відключення двигуна №1 - відбувається слідом за відключенням другого двигуна, (відключення двигунів відбувається у зворотньому напрямку, на відмінну від їх запуску) у випадку якщо поточне значення все ще перевищує задане.

P15 – відключення двигуна №2, відбувається слідом за відключенням третього двигуна, у випадку якщо поточне значення все ще перевищує задане.

При активації системи можна розділити її запуск на наступні етапи відповідно до індикації описаної вище:

P1-P4 – Запуск першого насосу

P5-P7 – Запуск другого насосу

P8-P13 – Запуск третього насосу

P14-P16 – Відмикання насосів

					2401 ДП ОА-п71-01 ПЗ	Арк.
						81
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 4

ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Правила та інструкції безпеки на виробництва

В сучасних умовах головним в проблемах безпечності праці є створення техніки, яка б виключила нещасні випадки на виробництві. Точне дотримання правил та інструкцій з охорони праці, вимог виробничої санітарії, пожежної безпеки, правил технічної безпеки та правил технічної експлуатації установок гарантує безпечні умови праці для робітників. Робота в цеху з виробництва поліетилену пов'язана з впливом багатьох небезпечних та шкідливих факторів: метеорологічних умов, так як виробництво являє собою комплекс відкритих установок колон, печей, ємкостей, трубопроводів, перепадів температур, вологість, вітер, дощ, сніг і наявність шумів та вібрацій, можливість аварійного викиду хлору в атмосферу. Всі ці фактори разом взяті складають основну потенційну небезпеку та шкідливі умови праці в цеху.

Таблиця 4.1.1

Аналіз потенційно небезпечних виробничих факторів

Джерела небезпеки		Характеристика небезпечних виробничих факторів
Машинний зал	Шум	Діючий рівень звукового тиску: $L_p=95$ дБ, $f_{cr}=63$ Гц. ГДР: $L_p=99$ дБ, $f_{cr}=63$ Гц.
	Вібрація	Діючий рівень віброшвидкості: $L_v=71$ дБ, $f_{cr}=63$ Гц. ГДР: $L_v=75$ дБ, $f_{cr}=63$ Гц.
	Оберткові частини $U=6$ кВ, $I=$ А, $f=50$ Гц	Можливість механічних травм. Можливість ураження електричним струмом.

					2401 ДП ОА-п71-01 ПЗ			
Змін	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.	Боднарук О.Ю.				Електромеханічне обладнання та автоматизація насосної установки цеху з виробництва етилену і поліетилену	Лім.	Лист	Листів
Перевір.	Торопова Л.В.						82	89
Реценз.	Оборонов Т.Ю.					ІЕЕ, гр. ОА-п71		
Н. Контр.	Смоляр Л.Г.							
Затверд.	Розен В.П.							

Для нормального проходження технологічного процесу застосовують ряд хімічних, токсичних та шкідливих речовин, без яких технологічний процес не можливий. Дані речовини зведені в таблицю 6.2

Таблиця 4.1.2 Характеристика шкідливих речовин

Назва речовини	ГДК речовини в робочій зоні, мг/м ³	Перша медична допомога при отруєнні
Дихлоретан	0.3	Свіже повітря, міцний чай, кава, промивання
Спирт етиловий	1000	Промивання шлунку перманганатом калію
Метанол	5	Свіже повітря, міцний чай
Соляна кислота	5	Промивання уражених місць, свіже повітря
Хлористий вініл	50	Свіже повітря, міцний чай

Застосування вентиляції для забезпечення чистоти повітря і потрібних умов у виробничих приміщеннях відіграє велику роль для покращення умов праці робітників. Вентиляція досягається витяжкою забрудненого або нагрітого повітря із приміщення і подачею в нього свіжого повітря. За способом переміщення повітря існує природна і штучна вентиляція. Безпека експлуатації хімічного підприємства нероздільно пов'язана з технологією та організацією виробничого процесу. На підприємствах хімічної промисловості відбувається підвищене зношення обладнання, оскільки на нього впливають не лише механічні, теплові фактори, а й хімічно агресивне середовище, руйнування апаратури і трубопроводів прискорюється за рахунок високих тисків, температур.

					2401 ДП ОА-п71-01 ПЗ	Арк.
						83
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Безаварійна та безперебійна робота підприємства можлива лише за рахунок правильного поточного обслуговування, періодичного проведення оглядів, вчасних заміन зношених частин та правильно спланованих виведень обладнання в ремонт. Після монтажу обладнання перевіряють зварні шви, проводять гідравлічні випробування на міцність і герметичність, після чого обладнання ретельно зачищають, фарбують та маркують. Перелік основних засобів індивідуального захисту робітників від шкідливих виробничих факторів наведено в таблиці. Основними заходами захисту від ураження електричним струмом є забезпечення недоступності випадкових дотиків до струмоведучих частин, захисне заземлення, занулення, застосування подвійної ізоляції, вирівнювання потенціалів, захисне відключення.

Таблиця 4.1.3 Засоби індивідуального захисту

Шкідливий виробничий фактор	Призначення ЗІЗ	Назва ЗІЗ (марка, характеристика)	Професія
Шум Вібрація	Захист органів слуху	Протишумні навушники	Слюсар
Пошкодження органів зору і дихання	Захист органів зору і дихання	Фільтруючий протигаз марки В, захисні герметичні окуляри, спецодяг з кислотостійкої тканини	Весь робочий та адміністративний персонал
Електро-обладнання	Захист організму від можливих уражень електричним струмом	Недоступність до струмоведучих частин, захисне заземлення, занулення, захисне відключення, діелектричні рукавиці	Електромонтер

4.2 Особливості експлуатації насосів

До експлуатації відцентрових насосів допускається персонал, що пройшов медичну комісію, інструктаж з техніки безпеки, навчання за програмою «Моторист насосних станцій» і має кваліфікаційну групу з електробезпеки I., а також пройшли:

- інструктаж на робочому місці;
- інструктаж з протипожежної безпеки;
- інструктаж з електробезпеки.

Перевірка знань машиніста правил безпечного обслуговування відцентрових насосів повинна проводитися щорічно в комісіях підприємства.

Машиніст повинен знати:

- призначення і пристрій і принцип дії насосних установок;
- дія на працюючих небезпечних і шкідливих виробничих факторів;
- Вимоги виробничої санітарії;
- місце розташування аптечок.

Обов'язки машиніста:

- Виконувати тільки входять в його обов'язки роботу;
- Здійснювати контроль за дотриманням вимог безпеки під час експлуатації насосних установок;
- утримувати в чистоті робоче місце, не захаращувати проходи;
- проходити періодичний медичний контроль Машиніст у своїй роботі повинен використовувати такі ЗІЗ:
 - костюм бавовняний;
 - рукавиці комбіновані;
 - шкіряне взуття.

Машиніст насосів повинен виконувати тільки ту роботу, яка доручена керівником робіт.

Робоче місце машиніста і проходи необхідно систематично очищати від сміття, а взимку від снігу та льоду, посипати піском або золою, робоче місце повинне добре освітлюватися.

					2401 ДП ОА-п71-01 ПЗ	Арк.
						85
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Напівмуфти, що з'єднують насос з електродвигуном, повинен бути огорожений кожухом.

Корпус електродвигуна, рубильника, пускового пристрою повинні бути заземлені.

Машиніст повинен дотримуватися:

- правила внутрішнього трудового розпорядку, особливо в частині заборони перебування на робочому місці в стані алкогольного сп'яніння;
- правила пожежної безпеки;
- вмiти надавати допомогу потерпілим при нещасних випадках.

Робочий повинен знати, що при порушенні вимог інструкцій він несе відповідальність відповідно до чинного законодавства.

Вимоги безпеки перед початком роботи:

Машиніст, який приймає зміну зобов'язаний перевірити:

- справність всмоктуючих і нагнітають трубопроводів;
- показання КВП, їх справність;
- температуру підшипників, наявність мастила, достатність затягування сальникових ущільнень;
- відсутність вібрації насоса і двигуна;
- справність пускового пристрою;
- наявність і справність заземлення електродвигунів.

Перед пуском насоса необхідно прибрати з нього сторонні предмети, переконавшись в справності насоса, машиніст приступає до пуску насоса. Далі включити вакуумний насос, при свiдченні вакуумметра 0,5кг / см² включити основний насос. Переконавшись у нормальній роботі основного відцентрового насоса зупинити насос.

					2401 ДП ОА-п71-01 ПЗ	Арк.
						86
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4.3 Охорона навколишнього середовища

Основним джерелом антропогенного забруднення середовища є виробники енергії, усі промислові об'єкти, екстенсивне перехімізоване сільське господарство, військова промисловість, усі види транспорту, гірниче виробництво. Вони забруднюють довкілля сотнями токсичних речовин, шкідливими фізичними полями, шумами, вібраціями, теплом.

Усі види забруднення можна умовно поділити на наступні групи:

механічні, фізичні, біологічні (за типом походження);

матеріальні, енергетичні (за типом походження);

стійкі, середньотривалі, нестійкі (за часом взаємодії з довкіллям);

прямого та непрямого впливу на біотип (за способом впливу);

навмисні, супутні, аварійно-випадкові.

Під шумом розуміють всі неприємні та небажані звуки чи їх сукупність, які заважають нормально працювати, відпочивати, сприймати необхідні звукові сигнали. Шуми шкідливо впливають на здоров'я людини, викликають захворювання органів слуху (глухоту), ендокринної, нервової, серцево-судинної (гіпертонія) систем. Рівень шуму вимірюють шумомірами. Загальні вимоги безпеки" для виробничих приміщень рівень шуму повинен знаходитись в межах від 56 до 70 дБ. Боротьба з шумом ведеться встановленням шумовловлюючих екранів, поглинаючих фільтрів, безшумних механізмів, зміною технології виробництва та динаміки транспортних потоків.

Вібрації це тремтіння або струси всього тіла чи його окремих частин під час виконання різних робіт.

При експлуатації кабелів слідкують за їх навантаженням. Перевантаження кабелів, яке носить систематичний характер, викликає погіршення стану ізоляції і зменшення часу роботи.

багатьох функцій організму до струсу мозку, розриву тканин, порушення серцевої діяльності, нервової системи, деформації м'язів та кісток, порушення чутливості шкіри, кровообігу, тощо.

					2401 ДП ОА-п71-01 ПЗ	Арк.
						87
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

Завданням даного дипломного проекту було спроектувати автоматизовану систему насосної станції у складі трьох насосів, з забезпеченням тиску у трубопроводі 8БАР. Відхилення від номінального значення (8БАР) не повинні бути більше 1.5од., та не менше ніж 1.0од. Забезпечити пуск усіх трьох двигунів від одного пристрою запуску (у даному випадку використовувався пристрій плавного пуску).

Було обрано відцентровий насос Speroni CS потужністю 11кВт., пропускною здатністю 50куб м/год. напором 20м. моментом 143 Н*м., робочою речовиною виступала вода, тому ніяких специфічних вимог до агрегату не пред'являлося.

Пристрій плавного пуску виконує запуск всіх трьох двигунів, також він реалізував умову в обмеження 300% пускового струму від номінального. За рахунок контакторів виконано швидке перемикання насосів в час 0.2с. Для управління всім комплексом було виготовлено шкаф управління під конкретну задачу.

Виконано побудову моделі об'єкту керування в програмних середовищах «Mathlab», «CoDeSys», змодельовано режими системи для наглядного зображення і прогнозування поведінки системи. Модель «Mathlab» дозволяє відстежувати напір кожного з насосів під час роботи та у бачити графіки на виході кожного з насосів. Візуалізація у «CoDeSys» показує залежність роботи системи від заданого і поточного значення (тиску). Спроектвана система ефективно забезпечує якісну роботу технологічних апаратів виробничого процесу.

Система керування технологічним процесом забезпечує безаварійну роботу об'єкту керування та досягнення мети, яка була встановлена на початку розробки всієї системи. В ході виконання дипломного проекту отримано навички з розрахунку і вибору технічних засобів автоматизації. Закріплено знання в області складання монтажних, технологічних і електричних схем управління технологічними процесами.

					2401 ДП ОА-п71-01 ПЗ	Арк.
						88
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Липкин Б.Ю. «Электроснабжение промышленных предприятий» М: Высшая школа, 1989 – 64с.
2. А.А. Федоров. «Справочник по электроснабжению промышленных предприятий» М: Энергия , 1977 – 132с.
3. Воробьев В.А. Эксплуатація та ремонт електрообладнання та засобів автоматизації. – М.: КолосС, 2004 – 336 с.: ил.
4. Бородин И.Ф., Андреев С.А.; Автоматизация технологических процессов і системи автоматичного керування. – М.: КолосС, 2005 – 46с.
5. Конспект лекцій «Автоматизация технологических процессов»
6. Конспект лекцій «Теория электроприводу»
7. Автоматика та автоматизация виробничих процесів. - Под ред. Г.К.Нечаева, Киев, 1985 – 118с.
8. Жомирук Р.В., Маланчук Є.З. Основи автоматизації: Навч. посібник.- Рівне: НУВГП, 2009 - 373 с.
9. Гольстрем В.А.,Иваненко А.С. «Справочник энергетика промышленных предприятий» Киев: Техника, 1983 – 216с.
10. Коновалова Л.Л, Рожкова Л.Д «Электроснабжение промышленных предприятий и установок» М: Энергоатом, 1989 – 94с.
11. Ключев В. И. Теория электроприводу./ В. И. Ключев - Москва, 1985 – 183с.
12. Волков О. Д. Проектирование насосной станции промышленного здания. / Волков О. Д. Уч. пособие. - Х. Вища школа. Изд. при ХГУ, 1989г. – 93с.
13. А. С. Ключев, Б. В. Глазов, А. Х. Дубровский, А. А. Ключев/ Под ред. А. С. Ключева, «Проектирование систем автоматизации технологических процессов: Справочное пособие» 1990.– 241с.

					2401 ДП ОА-п71-01 ПЗ	Арк.
						89
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		