

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

бакалавр
Освітній рівень

Пристрій керування водонасосною станцією багатоповерхового будинку

Назва теми

КВРАКІТ.2019070.01.11.ПЗ

Галузь знань 15 «Автоматизація та приладобудування»

Шифр, назва

Спеціальність 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

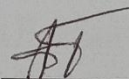
Шифр, назва

Освітня програма «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

Назва

Виконав:

студент IV курсу, група АКІТс-19-1

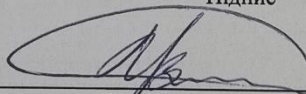


Підпис

Андрій ТАРАСЮК

Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Керівник

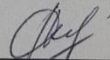


Підпис, дата

Валерій МАРТИНЮК

Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Нормоконтролер

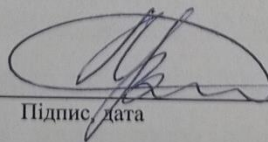


Підпис, дата

Людмила КОРЕЦЬКА

Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

До захисту допускаю:
зав. кафедри автоматизації
та комп'ютерно-інтегрованих
технологій



Підпис, дата

Валерій МАРТИНЮК

Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

«17» червня 2022 р.

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет інформаційних технологій

Кафедра автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій

Освітній рівень бакалавр

Галузь знань 15 – Автоматизація та приладобудування

Спеціальність 151 – Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

Освітня програма освітньо-професійна програма підготовки бакалавра

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Завідувач кафедри АКТТ

Мартинюк В. В.
02.03.2022

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Тарасюк Андрій Вікторович

Прізвище, ім'я, по батькові студента

1. Тема роботи Пристрій керування водонасосною станцією багатоповерхового будинку

Керівник роботи МАРТИНЮК Валерій Володимирович

доктор техн. наук, професор

Прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання

Затверджено наказом ректора університету від 01.03.2022р. № 18

2. Строк подання студентом проекту на кафедру: 01.06.2022р.

3. Вихідні дані до проекту завдання на виконання кваліфікаційної роботи

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Вступ,



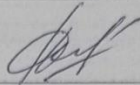
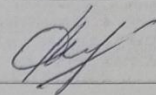
Огляд методів розв'язання поставленої задачі, Розробка схемотехнічних рішень,

Розробка алгоритму роботи програмного забезпечення, висновки

5. Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслень) 12-15

презентаційних слайдів

6. Консультанти розділів кваліфікаційної роботи

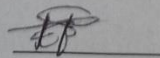
Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Антиплагіат	Микола ФЕДУЛА к.т.н., доцент		
Нормоконтроль	Людмила КОРЕЦЬКА к.т.н., доцент		

7. Дата видачі завдання 02 03 2022 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

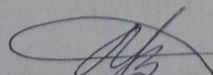
Назва етапів (розділів) кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1 Вибір та затвердження теми кваліфікаційної роботи; розробка завдання на кваліфікаційну роботу; складання календарного графіка виконання кваліфікаційної роботи	15.02.2022	виконано
2 Вивчення предметної області, в якій планується використання системи автоматизації; аналіз вимог до системи автоматизації	15.03.2022	виконано
3 Проектування та розробка загальної архітектури і структури системи автоматизації, інтерфейсу користувача; вибір засобів реалізації системи автоматизації	29.03.2022	виконано
4 Програмна реалізація та тестування системи автоматизації	12.04.2022	виконано
5 Написання тексту пояснювальної записки та розробка графічних матеріалів	19.04.2022	виконано
6 Остаточне коригування кваліфікаційної роботи з урахуванням зауважень керівника; оформлення кваліфікаційної роботи як документа відповідно до вимог	11.04.2022	виконано
7 Отримання супровідних документів (відгуку керівника, рецензії, довідки про перевірку на плагіат); нормоконтроль	30.05.2022	виконано
8 Підготовка до захисту та захист кваліфікаційної роботи	10.06.2022	виконано

Студент


Підпис

А.В. Тарасюк
Ініціали, прізвище

Керівник роботи


Підпис

В.В. Мартинюк
Ініціали, прізвище

АНОТАЦІЯ

Тема кваліфікаційної роботи: «Пристрій керування водонасосною станцією багатоповерхового будинку».

Автор роботи: Тарасюк Андрій Вікторович.

Керівник роботи: Мартинюк Валерій Володимирович

Пояснювальна записка: 59 с., 12 рис., 8 табл., - дод., 13 джерел.

Графічна частина: 15 презентаційних слайдів.

СИСТЕМА АВТОМАТИЗАЦІЇ, АВТОМАТИЧНЕ КЕРУВАННЯ,
ВОДОНАСОСНА СТАНЦІЯ, МІКРОКОНТРОЛЕРНЕ КЕРУВАННЯ.

Метою роботи є розробка пристрою керування водонасосною станцією багатоповерхового будинку.

У роботі було розроблено станцію автоматичного управління насосною станцією з двома живильними відцентровими насосами, які застосовуються для подачі поживної води до парових котлів.

Сформульовано вимоги до електроприводу насосів, та зроблено огляд способів регулювання подачі поживної води. Відповідно до сучасних вимог була обрана система управління, яка побудована на базі частотного перетворювача та асинхронного двигуна з короткозамкненим ротором.

Відповідно до технічного завдання реалізовані пристрої індикації режимів роботи електродвигуна, аварії перетворювача частоти.

Підпис студента



14.06.22
Дата

ЗМІСТ

ЗМІСТ	2
ВСТУП	3
1 ОПИС ОБ'ЄКТА ПРОЕКТУВАННЯ	5
1.1 Склад водонасосної станції.....	5
1.2 Параметри електроживлення насосної станції	11
1.3 Технологічний процес виробництва пари та місце насосів води.....	12
1.4 Технічне завдання	14
1.4.1 Основні технічні вимоги	15
1.4.2 Функції системи керування.....	15
1.4.3 Вимоги до електроприводу та вибір системи	16
1.5 Висновки до першого розділу	19
2 РОЗРОБКА АПАРАТНИХ РІШЕНЬ	20
2.1 Вибір насосу	20
2.2 Розрахунок та вибір двигуна.....	26
2.3 Вибір перетворювача частоти та його опис	30
2.4 Програмування пульта керування перетворювача частоти.....	39
2.5 Висновки до другого розділу	46
3 ПИТАННЯ НАЛАШТУВАННЯ ЕЛЕКТРОПРИВОДУ НАСОСІВ	47
3.1 Загальні положення ПІД-регулювання.....	47
3.2 Налаштування PID-регулятора.....	49
3.3 Практична реалізація водонасосної станції будинку	52
3.4 Висновки до третього розділу	56
ВИСНОВКИ.....	57
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ.....	59

					КВРАКІТ.2019070.01.11.ПЗ			
Зм	Лист	№ док-м	Підпис	Дата	Пристрій керування водонасосною станцією багатоповерхового будинку	Літ	Лист	Листів
Розроб.		Тарасюк А.В.	<i>[Підпис]</i>	19.08.22			2	
Перевір.		Мартинюк	<i>[Підпис]</i>	17.08.22				
Н. Контр.		Корсунька Л.О.	<i>[Підпис]</i>	17.08.22				
Затв.		Мартинюк В.В.	<i>[Підпис]</i>	17.08.22			ХНУ	

існуючих електроприводів, що дозволяють вирішувати технологічні завдання за мінімальних витрат.

У роботі мова йтиме про станцію автоматичного керування двома електроприводами, які приводять у обертання два поживні насоси відцентрового типу. Насоси призначені для живлення вугільних парових котлів водою. Насоси працюють поперемінно, перемикання відбувається з періодичністю, встановленою графіком планово-попереджувальних робіт. Використання перетворювачів частоти в систему водозабезпечення обумовлено, по-перше, більш високою економічною ефективністю частотно керованих електроприводів, у порівнянні з системою «електродвигун – живильний насос – дросельна засувка», коли регулювання подачі води проводилося вручну операторами.

					<i>КВРАКІТ.2019070.01.11.ПЗ</i>	
		<i>№ док.м.</i>	<i>Піппис</i>			4

1 ОПИС ОБ'ЄКТА ПРОЕКТУВАННЯ

1.1 Склад водонасосної станції

Завдання насосної станції - транспортувати воду з водоймища (колодязь або свердловина) на ділянку (будинок та всі інші приміщення, де потрібна вода). Крім насоса, немає іншого способу виконати подачу води до будинку. Тому насосна станція для дому - це найкомфортніший варіант, що заощаджує ваш час та фізичні сили.

Схема водяної насосної станції нескладна, її можна зібрати самостійно за наявності певного інструменту та мінімальних технічних навичок. Але я рекомендую не збирати, а купити готову насосну станцію, тому що збирання своїми руками грошей вам заощадить небагато, а заводський пристрій таки протестований і налаштований на потрібні параметри.

Заводська насосна станція для свердловини та колодязя не вимагає постійного увімкнення/вимкнення, оскільки її робота автоматична. Вбудована система здійснює контроль тиску та роботу самого насоса, гарантуючи стабільний тиск без перепадів.

Переваги насосної станції в тому, що вона:

Забезпечить водою все домашнє господарство. Тобто всі крани в будинку (мийка, душова, ванна, туалет і т.д.), а також всі підсобні приміщення. А ще дасть воду для поливу ділянки, якщо вам це потрібно. Головне, щоб дебету свердловини чи колодязя вистачало для вашої потреби у воді.

Заощадить електрику. Оскільки двигун самостійно вимикається за показника потрібного напору.

Створить запас води в баку (гідроаккумуляторі), що є особливо актуальним для дачі, де є часті перебої з електроенергією. Це означає, що

					<i>КВРАКІТ.2019070.01.11.ПЗ</i>	
		<i>№ локум.</i>	<i>Пілпис</i>			5

коли «світла немає» – вода все одно буде (залежно від обсягу гідроаккумулятора).

Витягне воду з найвужчої свердловини (потрібний поверхневий насос і занурювальна труба, що всмоктує).

Довговічніший, ніж простий насос. Звичайний насос вмикається, коли ви відкриваєте кран і вимикається під час його закриття. Тобто, включення-вимкнення йде постійно, від цього механізми та насосна частина швидше зношуються. А станція включається лише при падінні тиску, що відбувається набагато рідше.

Встановлюється легко і просто, а в налаштування виробника зміни вносити немає необхідності.

До недоліків цього обладнання відносимо:

Гучність.

Можливість тягнути воду із глибини до 8-9 метрів. Якщо глибше, потрібно встановлювати виносний ежектор.

Висока ціна. Є й дешеві насосні станції, проте купувати їх не раджу. У них насосна частина виконана з пластику – пропрацюють такі пристрої недовго, у них швидко зітреться крильчатка. Прилади з чавунним, сталевим та латунним робочим колесом коштують дорого, проте термін служби у них у 5-10 разів довший.

Кожна станція, що гойдає воду в будинок, складається з:

Насосна частина.

Електричного двигуна (цей блок включає також мережевий кабель, рознімання, заземлення).

Управлінського блоку (сюди відносимо реле тиску та манометр).

Гідроаккумулятор. Це великий резервуар, у якому є гумова груша. Вона наповнюється водою, а вільне повітря в баку здавлює грушу і створює напір. Завдяки йому вода надходить на висоту та потрібну відстань. Натиск при

цьому стабільний. Як тільки він опускається нижче за встановлений мінімальний показник, двигун тут же включається і знову нагнітає воду в грушу. Гідроакумулятор набагато краще, ніж простий бак, оскільки вода йде не самопливом, а під тиском.

Пристрій насосної станції можливий у виконанні у двох варіантах:

З використанням відцентрового насоса. Він хитає воду із домішками, фільтрує її. Дуже стабільний у роботі, але дуже шумить.

Із застосуванням вихрового насоса. Такий пристрій працює тихо, але придатний лише для чистої води. Натомість зможе викачати воду навіть із малопродуктивної свердловини.

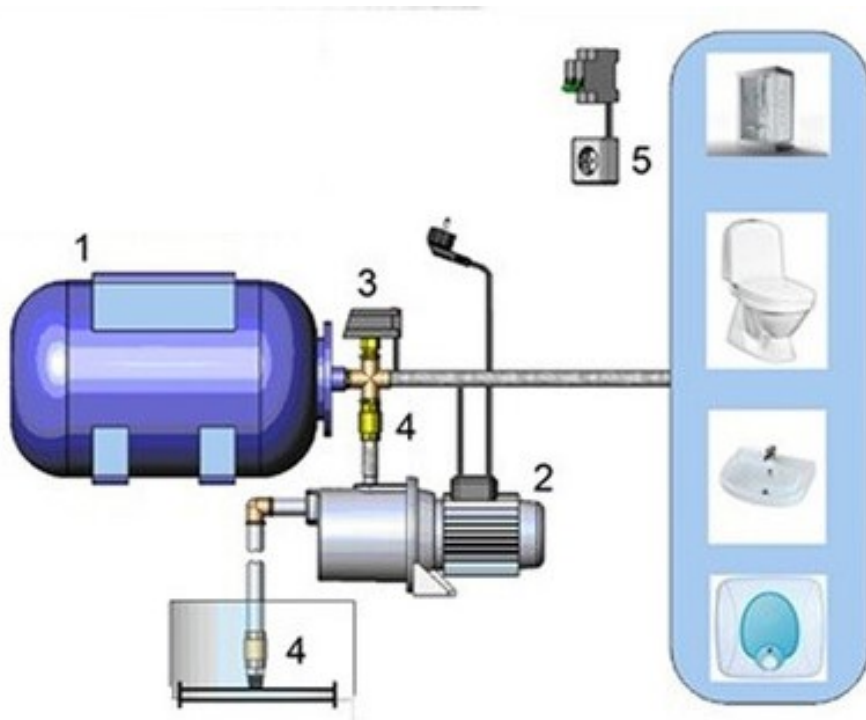


Рисунок 1.1 Склад водонасосної станції

1- Гідоакумулятор, 2 – насос, 3 – реле тиску, 4- зворотний клапан, 5 - електроживлення

Побутовий тип. Сфера застосування побутових станцій – заміські ділянки, приватні будинки, дачі, котеджі.

Побутова насосна станція може мати різні типи насосів:

Самовсмоктуючий (глибина всмоктування до 9 метрів). Цей пристрій тягне воду, навіть якщо в системі є повітря, але працює дуже голосно. Потрібно ставити далеко від будинку, можна в сараї, приямці.

Багатоступінчастий (допустима глибина 8-9 метрів). Вирізняються високою продуктивністю. Малошумні, але дорогі. Чим більше ступенів, тим вища продуктивність, а й ціна, відповідно, вища.

Вихровий (максимальна глибина всмоктування 8 метрів). Тиск дуже потужний, прокачає воду далеко по горизонталі та підніме на другий поверх без проблем. Шуму при роботі майже немає, але вода в свердловині має бути чистою, без найменших домішок.

Відцентровий. Найвитриваліший насос. Висота всмоктування допускається понад 10 метрів. Причому температура води може бути різною, допускаються домішки.

Каналізаційний. Потрібен там, де відсутня самоплив. Каналізаційна станція важить багато, обладнання габаритне, оснащене регуляторами та датчиками. Часто включає кілька різних насосів.

1.2 Параметри електроживлення насосної станції

Напруга мережі живлення – 380 В, частота мережі живлення – 50 Гц. Система керування живиться від підстанції КТП потужністю 1000 кВА. Категорія електропостачання – 1, що передбачає наявність резервної лінії електроживлення під час виходу з експлуатації основний. Допускається відхилення напруги живлення в межах -15%...+10% від номінального

					<i>КВРАКІТ.2019070.01.11.ПЗ</i>	10
		<i>№ локум.</i>	<i>Пілпис</i>			

значення (380В), забезпечується тривалий режим роботи одного з трифазних асинхронних електродвигунів потужністю 200 кВт. Їхня кількість – 2 шт. Забезпечується захист двигунів від короткого замикання, від перевантаження по струму понад 20% понад номінальне значення (354А), від перегріву, від підвищеної та зниженої напруги мережі живлення. Ступінь захисту згідно з ГОСТ 14254-96 – IP54.

Необхідні умови технічної експлуатації станції керування живильними насосами: висота над рівнем моря не більше 1000м., температура навколишнього повітря в межах -10...+40°C, відносна вологість повітря не більше 90%. Навколишнє середовище має задовольняти вимоги типу II за ГОСТ 15150-69, тобто. невибухонебезпечна, що не містить струмопровідного пилу, агресивних корозійних газів і пар. Всі умови технічної експлуатації виконуються установкою станції автоматичного управління живильними насосами в приміщення, де зосереджено все обладнання, що керує, засоби КВП. Дане приміщення обладнане системою опалення, що забезпечує заданий діапазон температур, а також задовольняє всім вимогам ГОСТ 15150-69, тобто приміщення є невибухонебезпечним, не містить струмопровідного пилу, агресивних корозійних газів і пар.

1.3 Технологічний процес виробництва пари та місце насосів води

Процес виробництва пари, технологічна схема якого представлена рисунку 1.3, включає у собі кілька стадій.

					<i>КВРАКІТ.2019070.01.11.ПЗ</i>	11
		<i>№ локум.</i>	<i>Пілпис</i>			

Деаерація – це процес видалення з води вуглекислого газу та кисню. Деаерація здійснюється термічним способом, який є і, мабуть, ще довгий час буде одним з основних засобів забезпечення надійності систем теплопостачання та їх теплогерел. Термічна деаерація поєднує процеси нагрівання води до температури насичення (104С) та виведення діоксиду вуглецю та кисню з води у парове середовище. Деаерація відбувається за рахунок утворення та видалення бульбашок газу з води. Більшість газу видаляється з води у процесі виділення бульбашок. Даний спосіб є найдоступнішим і найпростішим способом видалення газів з живильної води. На котельні використовуються горизонтальні деаератори атмосферного типу, які призначені для видалення корозійно-агресивних газів (кисню, повітря та вільної вуглекислоти) з поживної води парових котлів. Необхідність їх застосування при деаерації води для парових котлів підтверджена під час тривалої експлуатації котелень. Деаератори значно продовжують термін роботи комплексу обладнання котельних і дозволяють знизити витрати на обслуговування. З деаератора вода подається в казан поживним насосом ПЕ 65-53. Подача води відбувається під тиском 58 кг/см². Витрата води зумовлена працюючими котлами. Один котел типу ДКВр 10-39-440 споживає 10 м³/год води в номінальному режимі, і 13 м³/ч води в режимі максимальної продуктивності.

Перекачування води у казан. Виготовляється насосом, який обертається асинхронним електричним двигуном. Регулювання подачі води проводиться дросельною засувкою на поживній магістралі казана. Зайве тиск знижують перепуском перекаченої води з живильної магістралі у вхідний патрубок насоса.

Виробництво пари. Вода при надходженні в котел проходить мережу трубопроводів, і надходить у барабан, де відбувається її нагрівання, закипання, та пароутворення, після даної стадії пар йде по паропроводам на

					<i>КВРАКІТ.2019070.01.11.ПЗ</i>	13
		<i>№ локум.</i>	<i>Пілпис</i>			

обертанні колеса двигуном рідина, що надходить до центру колеса із забірною резервуара через всмоктуючий трубопровід та 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 [2]. Таким чином, у системі при відкритій засувці створюється безперервна течія, і відцентровий насос має рівномірний хід.

Якість електроприводу переважно залежить від його системи управління. Сучасні регульовані електроприводи керуються здебільшого за замкненим принципом. Замкнуті системи керування електроприводами утворюються за рахунок введення зворотних зв'язків по якомусь параметру для того, щоб підтримувати певне співвідношення між вхідною і вихідною величинами за наявності обурювальних впливів, наприклад при зміні навантаження [3]. Застосування зворотних зв'язків в електроприводах дозволяє значно збільшити діапазон регулювання швидкості, підвищити жорсткість механічних характеристик, зберегти здатність двигуна при регулюванні швидкості, поліпшити якість перехідних процесів.

Існують різні види зворотних зв'язків як за функціями, що виконуються, так і по виконанню. Наприклад, залежно від фізичної величини, що передається на вхід, існують зворотні зв'язки за швидкістю, становищем, струмом, напругою, крутний момент. По відносному знаку переданої величини – позитивні та негативні.

В даний час в автоматизованих електроприводах все ширше застосовується програмне регулювання, яке здійснюється на основі певної інформації або програми. У спеціальних приводах розвиваються також самоналаштовуються системи управління, що діють залежно від відхилення регульованих величин їх екстремальних значень.

Усі системи управління насосами поділяються на три групи [4]:

а) До першої групи відносяться системи, які включають пристрої, що дроселюють мережу, тобто що змінюють характеристику мережі, але не що змінюють характеристику насоса. До таких пристроїв можна віднести клапани, електричні засувки та ін. Дроселювання при постійній швидкості обертання електроприводу насоса – найнеекономічніший, хоча найпоширеніший спосіб регулювання. Він полягає у штучному введенні у магістраль додаткового опору у вигляді дросельної засувки. Спосіб регулювання може застосовуватись лише у бік зменшення подачі.

б) До другої групи можна віднести пристрої, що змінюють характеристику насоса, але не змінюють характеристику мережі. Прикладом таких пристроїв можуть служити регульовані електродвигуни змінного струму, фрикційні муфти, гідромуфти, та ін. Полягає в регулюванні подачі води шляхом вимірювання тиску в магістралі та підтримання заданого рівня тиску.

в) До третьої групи входять пристрої, що змінюють характеристику і мережі, і насоса. Прикладом може бути регульований насос, що працює на магістраль, яка регулюється дросельними засувками.

У цьому дипломному проекті система управління електроприводами належить до другої групи. Регулювання подачі води проводиться регулюванням швидкості обертання ротора приводного двигуна відповідно і робочого колеса насосного агрегату. У разі виходу з ладу перетворювача частоти або при збої в системі керування подачею води переводиться в ручний режим, двигун підключається безпосередньо до мережі.

Найбільш сучасним на сьогоднішній день є регулювання частоти обертання роторів приводних двигунів [5], відповідно і робочих коліс насосів, за допомогою перетворювачів частоти, які дозволяють плавно регулювати швидкість електродвигуна насоса, і тим самим підтримувати тиск у магістралі при різних витратах рідини, що перекачується. При малих

2 РОЗРОБКА АПАРАТНИХ РІШЕНЬ

2.1 Вибір насосу

До групи поживних насосів входять насоси двох типів ПЕ та ЦВК, вони призначені для живлення котлів водою, що не містить твердих частинок. Поживні насоси типу ПЕ забезпечують подачу води з температурою до 165 °С в барабанні та прямоточні парові котли. Конструктивно вони є горизонтальними секційними багатоступінчастими насосами з одностороннім розташуванням робочих коліс і діляться на однокорпусні і двокорпусні. Шестиступінчасті однокорпусні насоси ПЕ65/40, ПЕ65-53, ПЕ150-53 та ПЕ150-63 призначені для котлів тиском пари 40 кГс/см². Опорами валу є два підшипники ковзання з камерами водяного охолодження. Конструкцією насосів передбачено охолодження сальників водою. Воді подається у вузол ущільнення для конденсації парів рідини, що перекачується, які можуть просочуватися через ущільнення. Цифрове позначення насосів: перша цифра - подача м³/година, друга - напір в кГс/см². Поживні відцентрово-вихрові консольні насоси типу ЦВК призначені для перекачування води та інших нейтральних рідин з температурою від -15° до + 105°С, що містять тверді включення розміром до 0,05 мм концентрацією не більше 0,01% по масі. У цифровому позначенні насоса чисельник дробу – подача, знаменник – натиск.

Подача - це обсяг рідини, що подається насосом в одиницю часу, вираженої в м³/годину (кубометрів на годину) або л/сек (літрів в секунду). Позначається "Q" [6].

Напір - це різниця питомих енергій рідини в перерізах після і до насоса, виражена в метрах водяного стовпа. Позначається "H" [6].

У насосах об'ємного типу користуються поняттям "тиск", вираженим у атмосферах (кГс/см²).

Напірна характеристика відбиває основні споживчі властивості насоса. Вибір насоса починається з підбору тиску і подачі.

Важливим гідравлічним параметром насоса є допустима вакуумметрична висота всмоктування, що характеризує нормальні умови підходу до робочого колеса. Ця величина виражається у метрах водяного стовпа за нормальної температури 20°С при нормальному атмосферному тиску.

Більшість проблем при експлуатації насоса пов'язана з поганими умовами на всмоктуванні насоса і виникненням, як наслідок цього, кавітації (утворення газових бульбашок у рідині) [7].

Кавітація веде до швидкого зносу насоса або його руйнації через вібрації (найчастіше підшипникових вузлів).

Як і будь-яку машину, насосний агрегат характеризує споживана потужність, що визначає комплектуючий двигун. Величина потужності насоса знаходиться в прямій залежності від величини напору та подачі і обернено пропорційна його коефіцієнту корисної дії.

Розкид ККД насосних агрегатів великий (від 20 до 98%). Такий суттєвий розкид визначається різним характером взаємодії робочого органу з рідиною. Загальна закономірність: динамічні насоси значно поступаються цим параметром насосам об'ємного типу. Значення цього параметра для великих насосів є великою.

На вибір комплектуючого електродвигуна значною мірою може впливати питома вага рідини, що перекачується, і в'язкість (з підвищенням питомої ваги і збільшенням в'язкості зростає споживана потужність).

Під регулюванням роботи насоса мається на увазі процес зміни співвідношення між подачею та натиском. Регулювання насоса можна здійснювати двома способами:

а) конструктивна зміна характеристики насоса;

б) зміна умови роботи системи "насос-мережа". Універсальним методом (як динамічних насосів, так об'ємного типу) зміни характеристики насоса є зміна частоти обертання привода. При цьому треба враховувати, що подача знаходиться у прямій залежності від частоти обертання, а напір (для відцентрових насосів) – у квадратичній залежності.

У практиці насосостроєння знайшло застосування регулювання частоти обертання з допомогою регульованого електропривода (тиристорные перетворювачі частоти ТПЧ і синхронні чи асинхронні електродвигуни). Позитивною особливістю цього є те, що на групу з декількох робочих насосів достатньо мати один регульований насос. Це суттєво знижує витрати та забезпечує конкурентоспроможність цього методу з іншими методами.

Основним методом регулювання роботи відцентрового насоса є зміна умов роботи насоса на мережу.

Графічне зображення напірної характеристики відцентрових насосів є, як правило, половою кривою, що знижується при більшій подачі. Іншими словами, за більшої подачі ми маємо менший натиск і навпаки. Для кожної конструкції насоса є своя напірна характеристика, що визначається крутизною та максимальною величиною коефіцієнта корисної дії, тобто зоною оптимальної роботи. Робоча точка насоса на цій кривій визначається опором "мережі". Якщо міняти опір мережі, наприклад, закриваючи засувку, то й робоча точка зміщуватиметься вліво по кривій, тобто насос буде вибирати режим роботи на меншій подачі, тому що "вимушений" працювати з великим натиском, щоб подолати додатковий опір (дроссельної засувки).

Існує ще один спосіб зміни умов роботи насоса на мережу – це байпасування, тобто встановлення регульованого або нерегульованого перепуску (байпасу) з напірної лінії на всмоктування. Стосовно насоса це аналогічно зниження опору, тобто. відбувається зниження тиску. По відношенню до споживчої мережі це аналогічно до зниження подачі. В результаті робоча точка (QH) зміститься круто вниз, тобто в споживчій мережі можна отримати одночасно менший тиск і меншу подачу (енергія рідини йде на скидання).

При експлуатації відцентрових насосів слід виконувати дві основні умови:

а) пуск насоса слід проводити при заповнених всмоктувальному трубопроводі та корпусі насоса, та закритій напірній засувці;

б) забороняється здійснювати пуск насоса при закритій або не повністю відкритій засувці, що всмоктує, а також працювати більше 2...3 хвилин при закритій напірній засувці.

Параметри насосного обладнання [6, 7]:

Q – подача (м³/година – кубометри на годину або л/сек. – літри в секунду);

H – напір (м.в.ст. – метри водяного стовпа);

P – тиск (кГс/см – атмосфери або МПА – мегапаскали);

N – потужність (кВт);

n - число оборотів за хвилину або кавітаційний запас, що допускається;

T - температура в градусах С(за Цельсієм) і К (за Кельвіном);

D_{hd}-допустима вакуумметрична висота всмоктування (метри водяного стовпа);

h-коефіцієнт корисної дії насосів (к.п.д.) у %.

У позначенні насосного обладнання зазвичай закладається багато інформації.

		№ локум.	Пілпис		<i>КВРАКІТ.2019070.01.11.ПЗ</i>	22

За різних частот обертання робочого колеса відцентрового насоса виходять різні значення подачі та напору. Залежність напору від подачі називається QH характеристиками, які мають точного математичного описи. Характеристики насоса поставляються разом із паспортною документацією. Щоб побудувати QH характеристику для насоса ПЕ-65-53, необхідно взяти QH характеристику у відносних одиницях для всієї серії насосів ПЕ, і отримати необхідні дані з неї. Побудовані для насоса ПЭ 65-53 QH характеристики представлені рисунку 2.1.

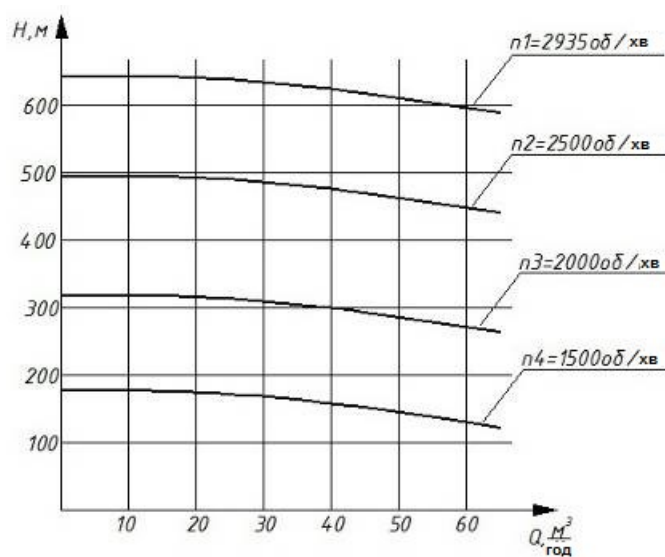


Рисунок 2.1 – QH характеристики живильного насоса ПЕ 65-53 за різних частот обертання робочого колеса.

2.2 Розрахунок та вибір двигуна

Насосні станції постачаються електроенергією, як правило, від централізованих джерел електроенергії — енергосистем через систему ліній електропередач.

двигунах з короткозамкненим ротором може бути в 3-7 разів вище за номінальний струм. Відповідно до правил пристрою електроустановок [15], падіння напруги при запуску короткозамкнених електродвигунів не повинно перевищувати 10-15% значення номінальної напруги, тому очевидно, що можна застосовувати короткозамкнені двигуни з безпосереднім включенням лише порівняно невеликої потужності (до 100-200 кВт залежно від потужності підстанції).

Синхронні електродвигуни вимагають попереднього розгону ротора, для чого в їхньому роторі є додаткова короткозамкнута обмотка. Ця ж обмотка служить для згладжування коливань швидкості ротора і статора струму при зміні напруги або частоти струму в мережі. Синхронні електродвигуни мають високий коефіцієнт потужності та стійко працюють при коливаннях напруги в мережі. Тому, коли потрібні двигуни потужністю понад 250-300 кВт, рекомендується встановлювати синхронні електродвигуни.

Номінальна частота обертання електродвигунів залежить від кількості пар полюсів статора обмотки.

Електродвигуни за ступенем їх захисту від впливу зовнішнього середовища випускають у різних виконаннях (незахищене, захищене, закрите, бризкозахищене тощо). Електродвигуни, що встановлюються у приміщеннях, повинні мати захищене виконання.

У сирих приміщеннях слід встановлювати електродвигуни у бризкозахищеному виконанні з вологостійкою ізоляцією. У заглиблених або шахтних насосних станціях залежно від їх призначення, глибини та досконалості пристроїв для вентиляції приміщення машинного залу застосовують електродвигуни захищеного або закритого виконання з примусовою вентиляцією.

Оскільки регулювання в нашому випадку буде здійснюватися шляхом зміни частоти напруги на статорі, нам буде потрібно двигун з короткозамкненим ротором. Щоб вибрати двигун насосного агрегату відцентрового типу, необхідно виконати кілька вимог. По-перше, двигун повинен відповідати місцю експлуатації, тобто повинен бути призначений для роботи в помірному кліматі та закритих приміщеннях з природною вентиляцією без штучно регульованих кліматичних умов. По-друге, він повинен мати частоту обертання 3000 об/хв. мати число полюсів, що дорівнює двом. І, по-третє, він повинен мати потрібну потужність.

Розрахунок потужності електродвигуна для насосів відцентрового типу виконується за такою формулою [8]:

$$P = \frac{K_3 \cdot \gamma \cdot Q \cdot H}{1000 \cdot \eta_n \cdot \eta_n} = \frac{1,3 \cdot 9548 \cdot 0,018 \cdot 580}{1000 \cdot 0,66 \cdot 1} = 196 \text{ кВт}, \quad (2.1)$$

де K_3 - Коефіцієнт запасу, для відцентрових насосів приймається рівним 1,1-1,4;

γ - щільність рідини, що перекачується. У нашому випадку це перегріта вода ($t = 104^\circ\text{C}$), при такій температурі щільність води $\gamma \approx 9548 \frac{\text{H}}{\text{M}^3}$;

Q – продуктивність насоса. Для насоса ПЕ 65-53 продуктивність $Q = 0.018 \frac{\text{M}^3}{\text{c}}$;

H – висота стовпа, що видається насосом. Для насоса ПЕ 65-53 висота стовпа $H = 580\text{м}$;

η_n - Коефіцієнт корисної дії насоса. Для насоса ПЕ 65-53 $\eta_n = 66\%$;

η_n - Коефіцієнт корисної дії передавального механізму. Так як у нашому випадку редуктор відсутній, коефіцієнт корисної дії механізму передавання $\eta_n = 1$.

За величиною Р підбирають найближчий більший потужності комплектуючий двигун, при цьому може бути використаний будь-який тип двигуна з відповідною потужністю і частотою обертання, і відповідний вищепереліченим вимогам. Частота обертання, потрібна для насоса – 2960 об/хв. Вибраний двигун 5АН 280 В2, що задовольняє всі перераховані вище вимоги.

2.3 Вибір перетворювача частоти та його опис

Для двигуна 5АН280В2 необхідно підібрати перетворювач, який відповідає наступним вимогам:

керування двома асинхронними трифазними двигунами. (постійно робітник один);

- а) має відповідати потужності електродвигуна;
- б) скалярний принцип керування електродвигунами;
- в) управління за законом $U / f = \text{const}$;
- г) підключення датчика тиску;
- д) вбудований ПД-регулятор.

У перетворювачі частоти повинні бути закладені функції керування двигунами з навантаженням квадратичного типу, тобто із залежністю моменту опору від швидкості обертання. Так як такі частотні перетворювачі виготовляються шляхом спрощення виконуваних функцій та програмного забезпечення, що веде до суттєвого здешевлення електроприводу.

функція пошуку швидкості (від максимальної вихідної частоти або заданої частоти) в одному з багатофункціональних дискретних входів (S 2 ... S 6).

б) Обмеження моменту – використовується для вентиляторів із важким пуском. Виконує завдання захисту механізму, поліпшення безперервності та надійності управління та обмеження моменту. Перетворювач зупиняє або знижує швидкість електродвигуна задля досягнення заданого рівня моменту. Для насосів або вентиляторів вихідна частота може автоматично зменшуватися для балансування навантаження, відповідно до умов перевантаження, а також для запобігання зупинці перевантаження.

в) Верхнє/нижнє обмеження частоти – застосовується для насосів та вентиляторів, коли це необхідно. Служить для обмеження мінімальної та максимальної швидкості електродвигуна.

г) Завдання обмежень проводиться константами СД030 та СД031. Коли завдання частоти дорівнює нулю, проводиться розгін електродвигуна до обмеження нижнього опорної частоти. Однак, якщо встановлене нижнє обмеження частоти нижче за мінімальну вихідну частоту (задається константою СД017), обертання не виконується.

д) Відображення швидкості – служить для відображення швидкості електродвигуна (про/хв) або швидкості машини під навантаженням (про/хв).

е) Сигнал узгодження завдання за частотою. Служить для замикання контакту при досягненні частоти перетворювача, заданої при розгоні або гальмуванні.

ж) Сигнал перевищення моменту – служить індикації перевищення моменту. Сигнал з'являється, коли досягнуто задане навантаження на момент.

з) Аналоговий вхідний сигнал – служить контролю параметрів електричного приводу. Може бути підключений частотометр, амперметр, вольтметр, ватметр та ін.

У даному проекті необхідно встановити перетворювач, габаритні розміри якого представлені на кресленні 4, металевий шафа управління. Для цього необхідно дотримуватись правил установки, відстань від стінок перетворювача до внутрішніх стінок шафи. Вся необхідна інформація щодо монтажу представлена в технічній документації.

Перша умова – перетворювач має бути встановлений у металеву шафу із незалежною вентиляцією. Відстань до внутрішніх стін шафи повинна становити не менше 120 мм знизу і зверху, і не менше 50 мм праворуч і ліворуч.

Також при установці перетворювача в шафу необхідно враховувати здатність відведення тепла з шафи назовні. Для цього необхідно оснастити його власною припливною та витяжною вентиляцією. Вентиляція повинна бути обладнана пиловими фільтрами для запобігання проникненню всередину шафи пилу та дрібних частинок різного матеріалу. Оскільки система управління встановлюється у вугільній котельні, де є вугільні конвеєри, це стає особливо актуальним.

Щоб підключити перетворювач до мережі, необхідно знати призначення всіх клем, тобто потрібно мати схему підключень, представлену на рисунку 2.5, а також знати, яке додаткове обладнання (запобіжники, автоматичні вимикачі тощо) повинно встановлюватися на входні ланцюги.

повинні бути різними, тому програмування даних констант здійснюється безпосередньо перед пуском електродвигуна в залежності від потреб технологічного процесу.

Для захисту електродвигуна програмуються константи СД032 та СД033. Щоб перетворювач правильно оцінював перевантаження по струму, необхідно задати номінальний струм статора електродвигуна в константу СД032, що дорівнює $I_{1n} = 382$ А. Двигун не має незалежного охолодження і для більш надійного захисту вибирається мінімальне значення часу навантаження, що дорівнює 5 хвилин. Це програмується константою СД033. Для забезпечення цієї функції в перетворювач вбудоване термічне електронне реле перевантаження, яке вимірює температуру електродвигуна, засноване на вимірюванні вихідного струму перетворювача і часу. Коли реле перевантаження спрацювало, на дисплеї відображається помилка “о L 1”. Відбувається відключення виходу перетворювача від навантаження і запобігає перегріву електродвигуна.

Також захисту самого перетворювача є функція захисту від перегріву радіатора тепловідведення перетворювача. Ця функція визначається константою СД034. Можна вибрати тільки варіанти дій при перегріві радіатора. Для того, щоб убезпечити перетворювач від виходу з ладу, вибирається параметр, який при перегріві забезпечує зупинку двигуна та сигнал «несправність» на дискретному виході.

Для завдання способу регулювання необхідно запрограмувати дискретний вхід перетворювача режим, при якому керуючий сигнал буде подаватися з аналогового входу. Для цього константі СД035 надаємо значення «вибір аналогового сигналу завдання опорної частоти».

Для отримання інформації про працюючий двигун та систему управління існують дискретні виходи. Усього їх три. Їм можна надати різні функції. Для забезпечення безпеки роботи та підвищення інформативності

про систему управління задаємо константами СД040 і СД041 наступні функції – індикації про несправність перетворювача, індикація при втраті зворотного зв'язку. При появі сигналу несправності двигун автоматично запускається від мережі.

Для програмування способу завдання опорної частоти використовуються константи СД042, СД043, СД044, СД045, СД046 та СД047.

Константою СД042 визначається вибір основного аналогового входу. Оскільки датчик тиску підключається до входу F1, задаємо значення «1».

Константою СД043 визначається вибір допоміжного аналогового входу. Також задається значення "1" - вибір входу F1.

Константою СД044 можна встановити запам'ятовування попередніх опорних частот. Так як насоси без зупинки працюють досить тривалий час (місяць), зберігати частоти не потрібно.

Константа СД045 дозволяє вибрати метод управління при втраті завдання опорної частоти, встановлюється значення "не визначається", так як при втраті спрацює індикація на пульті оператора, який зможе прийняти рішення, які необхідні дії.

Константи СД046 і СД047 дозволяють встановити посилення опорної частоти при максимальному сигналі зворотного зв'язку і зміщення опорної частоти при мінімальному сигналі зворотного зв'язку, що представлено на рисунку 2.7. Встановлюються заводські значення СД046 – 100%, для СД047 – 0%.

можливих похибках може спостерігатися вібрації обладнання за неправильно розрахованих коефіцієнтів ПД-регулятора. Оскільки швидкодія в системі нам не потрібна, диференціальну складову можна прийняти рівною нулю, тим самим ПД-регулятор стає П-регулятором.

Усі константи програмування, які були перераховані, встановлюються в заводські значення або використовуються.

Список всіх констант програмування, та його заводські значення, які у перетворювачі частоти ЕІ - Р 7002, представлені у додатку А.

2.5 Висновки до другого розділу

Наведено вибір та обґрунтування основних елементів системи керування водонасосної станції: насосу, частотного перетворювача.

Наведено технічні параметри складових системи.

Пряма і зворотна дія регуляторів

Більшість регуляторів є прямими діями. Це означає, що збільшення швидкості двигуна збільшує змінну процесу. Це у випадку з насосною системою, де тиск є змінною технологічною змінною; збільшення обертів двигуна призводить до підвищення тиску. Однак у деяких системах збільшення частоти обертання двигуна зменшує змінну процесу. Наприклад, температура рідини в теплообміннику вентилятора є змінною технологічною змінною; при збільшенні швидкості вентилятора температура рідини падає! У цьому випадку необхідний регулятор «зворотного зв'язку».

3.2 Налаштування PID-регулятора

У разі систем керування двигуном конфігурація PID-регулятора може бути складною. Наступні кроки налаштування допоможуть спростити цей процес:

1. Установіть інтегральну та диференціальну складові на нуль. Встановіть максимальну швидкість і спостерігайте за реакцією системи.
2. Збільште пропорційну складову і повторіть крок 1. Продовжуйте, доки процес автоколиваний не почнеться біля контрольної точки швидкості.
3. Зменшуйте пропорційну складову до тих пір, поки система не стане стабільною. Коливання будуть згасати.
4. Встановіть пропорційну складову приблизно на 15% нижче цієї стабільної точки.
5. Встановіть максимальну швидкість кроками; перед початком стабілізації збільшуйте інтегральний компонент до тих пір, поки демпфування не буде коливатися. Зменшуйте інтегральне залишкове

значення, поки система не досягне заданої швидкості без коливань або помилок.

6. У більшості систем не потрібно регулювати компоненти диференціала. Якщо система вимагає більш високої швидкості, цього можна досягти шляхом регулювання диференціального елемента. Встановіть швидкість кроку; збільшити диференціальну складову, при цьому система залишається стабільною з мінімальним часом роботи (збільшується повільно, щоб уникнути нестабільного стану). Система буде оптимальною після одного налаштування.

7. Перевірте стабільність системи, поступово встановлюючи різні значення швидкості для забезпечення; що при найгіршій продуктивності система стабільна.

Положення оптимальної (робочої) точки, як у разі ПІ, так і у разі ПІД-регулятора істотно залежить від ступеня невизначеності завдання.

Відомо збурення та передавальна функція об'єкта по каналу збурення. У нашому випадку стрибкоподібне обурення прикладено з боку регулюючого органу, а передавальна функція розраховується за перехідною кривою. У цьому випадку робоча точка лежить трохи правіше максимуму граничної кривої і визначається формулами:

$$\omega_p = 1,2 * \omega^{\max} \text{ або } \omega_p = 0,67 * \omega^{\text{II}}$$

Знайдемо найоптимальніші параметри регуляторів.

1) ПІ-регулятор:

Скористаємося таблицею та рисунком, можна визначити:

$$\omega_p = 1,2 * \omega^{\max} = 1,2 * 0,35 = 0,42$$

$$D_{o0} = 0,791$$

$$D_{o1} = 2,312$$

2) ПД-регулятор:

Скористаємося таблицею та рисунком, можна визначити:

$$\alpha = 0.15$$

$$\omega_p = 1,2 * \omega^{\max} = 1,2 * 0,55 = 0,66$$

$$D_{o0} = 1,262$$

$$D_{o1} = 7,265$$

$$D_{o2} = 6,274$$

Передавальні функції розімкнених систем:

ПІ-регулятор:

$$W_p = K_1 + \frac{K_0}{s}$$

$$W_\infty(s) = (K_1 + \frac{K_0}{s}) \cdot W_M(s) = \left(2,312 + \frac{0,791}{s} \right) \cdot \frac{0,32}{2,2035s^3 + 7,3275s^2 + 4,7708s + 1} \cdot e^{-s}$$

$$W_\infty(s) = \frac{0,7399 \cdot s + 0,2532}{2,2035s^4 + 7,3275s^3 + 4,7708s^2 + s} \cdot e^{-s}$$

ПД-регулятор:

$$W_p = K_1 + \frac{K_0}{s} + K_2 s$$

$$W_\infty(s) = (K_1 + \frac{K_0}{s} + K_2 s) \cdot W_M(s) = \left(7,265 + \frac{1,262}{s} + 6,274 s \right) \cdot \frac{0,32}{2,2035s^3 + 7,3275s^2 + 4,7708s + 1} \cdot e^{-s}$$

$$W_\infty(s) = \frac{20077s^2 + 23248s + 0,4039}{2,2035s^4 + 7,3275s^3 + 4,7708s^2 + s} \cdot e^{-s}$$

Побудова АФГ:

Для розрахунку АФХ в передавальну функцію розімкненої системи зробимо підстановку $s = j \omega$:

ПІ-регулятор:

$$W_{\infty}(j\omega) = \frac{0.7399 \cdot (j\omega) + 0,2532}{2.2035(j\omega)^4 + 7.3275(j\omega)^3 + 4.7708(j\omega)^2 + (j\omega)} \cdot e^{-(j\omega)} =$$

$$= \frac{0.7399 \cdot (j\omega) + 0,2532}{2.2035\omega^4 - 7.3275j\omega^3 - 4.7708\omega^2 + (j\omega)} \cdot e^{-(j\omega)} =$$

$$\text{Re} = \frac{(-0.1725\omega^4 - 1.9688\omega^2)\cos(0.25 \cdot \omega) - (0.8936\omega^3 + 1.8792\omega)\sin(0.25 \cdot \omega)}{0.0412 \cdot \omega^6 + 1.844 \cdot \omega^4 + \omega^2}$$

$$\text{Re} = 0,02 \quad \text{при } \omega = 1$$

$$\text{Im} = \frac{-(-0.1725\omega^4 - 1.9688\omega^2)\sin(0.25 \cdot \omega) - (0.8936\omega^3 + 1.8792\omega)\cos(0.25 \cdot \omega)}{0.0412 \cdot \omega^6 + 1.844 \cdot \omega^4 + \omega^2}$$

$$\text{Im} = 0,19 \quad \text{при } \omega = 1$$

Побудова АЧХ:

АЧХ замкнутої АСР за завданням знаходиться за формулою:

$$A_s = \left| \frac{W_{\infty}(j\omega)}{1 + W_{\infty}(j\omega)} \right| = \frac{|W_{\infty}(j\omega)|}{|1 + W_{\infty}(j\omega)|} = \frac{\sqrt{\text{Re}^2(W_{\infty}(j\omega)) + \text{Im}^2(W_{\infty}(j\omega))}}{\sqrt{[1 + \text{Re}(W_{\infty}(j\omega))]^2 + \text{Im}^2(W_{\infty}(j\omega))}}$$

Обчислення проведемо на ЕОМ (програма Excel). Таким чином, за допомогою АФХ розімкнутої системи, змінюючи частоту ω можна побудувати АЧХ замкнутої АСР за впливом, що задає.

3.3 Практична реалізація водонасосної станції будинку

В ході виконання роботи було виготовлено та встановлено водонасосну станцію багатоповерхового будинку рисунок 3.2.

3.4 Висновки до третього розділу

Розглянуто питання налаштування ПД-регулятора та частотного перетворювач для забезпечення плавного перемикання між різними насосами, для уникнення різкого підвищення тиску в системі та утворення гідроударів.

					КВРАКІТ.2019070.01.11.ПЗ	
		№ локум.	Пілпис			55

ВИСНОВКИ

У цій роботі було розроблено станцію автоматичного управління насосною станцією з двома живильними відцентровими насосами, які застосовуються для подачі поживної води до парових котлів.

Сформульовано вимоги до електроприводу насосів, та зроблено огляд способів регулювання подачі поживної води. Відповідно до сучасних вимог була обрана система управління, яка побудована на базі частотного перетворювача та асинхронного двигуна з короткозамкненим ротором. Зроблено огляд існуючої насосної техніки, і під потрібні технологічні параметри котла було вибрано насос. Розрахована потужність необхідного електродвигуна, обраний асинхронний двигун і побудовані його механічні характеристики.

Докладно описано функції перетворювача, а також виконано його теоретичне програмування відповідно до умов експлуатації.

Відповідно до технічного завдання реалізовані пристрої індикації режимів роботи електродвигуна, аварії перетворювача частоти. Також є можливість здійснювати вибір робочого та резервного насосів, аварійну зупинку двигунів, автоматичний запуск при аварії перетворювача. Зроблено блокування від одночасного спрацьовування контакторів для запуску того самого двигуна від мережі і від перетворювача, а також від одночасного запуску двох двигунів.

У проекті також розглянуто основні аспекти безпечної експлуатації електроприводів насосів.

Впровадження частотно регульованих електроприводів насосів відповідає всім сучасним вимогам і дозволяє суттєво економити електроенергію, знизити експлуатаційні витрати на обслуговування електроприводу, підвищити продуктивність праці, збільшити термін служби

двигунів та насосів, уникнути небезпечних наслідків гідравлічних ударів, а також знизити навантаження на персонал.

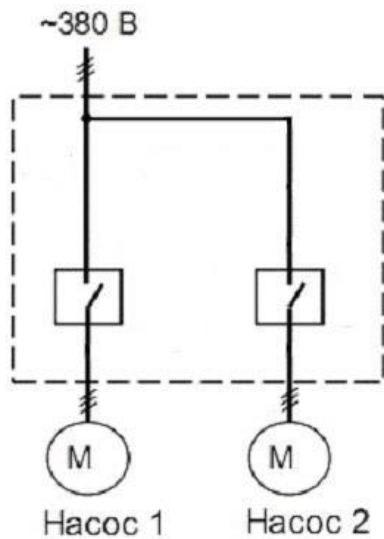
					<i>КВРАКІТ.2019070.01.11.ПЗ</i>	
		<i>№ локум.</i>	<i>Пілпис</i>			57

Пристрій керування водонасосною станцією багатоповерхового будинку

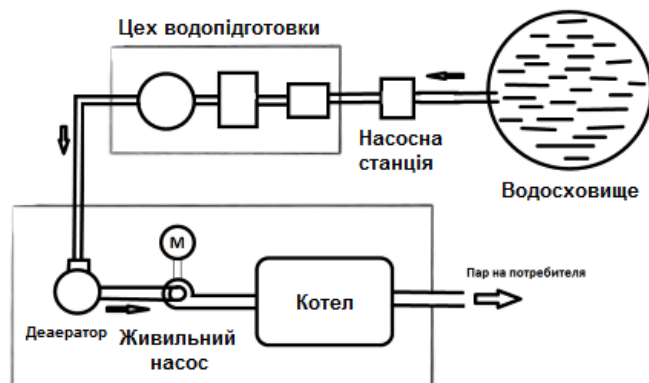
Студент: Андрій ТАРАСЮК

Керівник: Валерій МАРТИНЮК, д.т.н., проф.

Схема станції автоматичного керування живильними насосами



Структурна схема



Технологічна схема

Основні технічні вимоги

Станція автоматичного керування електроприводом має забезпечити:

- а) Управління комутацією двох трифазних асинхронних двигунів насосних агрегатів. Максимальна кількість працюючих насосів – одна.
- б) Два режими управління:
 - 1) ручний. Видача команд на пуск та зупинка насосів безпосередньо від мережі. Регулювання продуктивності за допомогою засувки;
 - 2) автоматичний. Автоматичне підтримання заданого рівня тиску сигналу від датчика.
- в) Підключення сигнальних та керуючих ланцюгів до СУ екранованим кабелем.
- г) Нормальне функціонування СУ при коливаннях вхідної напруги $-15 \dots +10\%$, при зміні частоти мережі живлення в межах $-5 \dots +5\%$.
- д) Нормальне функціонування за таких умов експлуатації:
 - 1) Температура довкілля $-10 \dots +40^{\circ}\text{C}$.
 - 2) Відносна вологість 90%.
- е) Ступінь захисту системи управління відповідно до ГОСТ 14254-96 - IP 54.

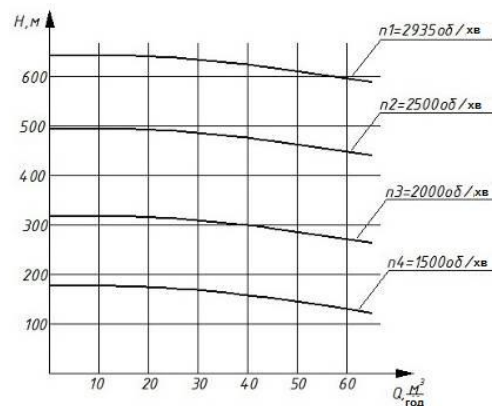
Функції системи керування

Станція автоматичного керування має забезпечувати такі функції:

- а) Аварійна зупинка двигунів.
- б) Вибір робочого та резервного насосів.
- в) Вибір режиму керування – ручне/автоматичне.
- г) Команда пуск/зупинка насосів в автоматичному та ручному режимах.
- д) Індикація роботи кожного насоса.
- е) Індикація аварії перетворювача частоти.

Технічні дані живильного насосу

Подача води, куб.	Натиск, м	Ел. двигун, потужність(кВт)/об/хв	Габарити, мм (без ел.)	Маса, кг (без ел. двигуна)
65	580,00	200/2935	1900x845x900	1124



Характеристики живильного насоса ПЕ 65-53 за різних частот обертання робочого колеса

Розрахунок та вибір двигуна

Розрахунок потужності електродвигуна

$$P = \frac{K_3 \cdot \gamma \cdot Q \cdot H}{1000 \cdot \eta_n \cdot \eta_m} = \frac{1,3 \cdot 9548 \cdot 0,018 \cdot 580}{1000 \cdot 0,66 \cdot 1} = 196 \text{ кВт}$$

де K_3 - Коефіцієнт запасу, для відцентрових насосів приймається рівним 1,1-1,4;

γ - щільність рідини, що перекачується. У нашому випадку це перегріта вода ($t = 104^\circ\text{C}$),

при такій температурі щільність води $\gamma \approx 9548 \frac{\text{Н}}{\text{М}^3}$;

Q – продуктивність насоса. Для насоса ПЕ 65-53 продуктивність $Q = 0,018 \frac{\text{М}^3}{\text{с}}$;

H – висота стовпа, що видається насосом. Для насоса ПЕ 65-53 висота стовпа $H = 580\text{м}$;

η_n - Коефіцієнт корисної дії насоса. Для насоса ПЕ 65-53 $\eta_n = 66\%$;

η_m - Коефіцієнт корисної дії передавального механізму. Так як у нашому випадку редуктор відсутній, коефіцієнт корисної дії механізму передавання $\eta_m = 1$.

Вибір перетворювача частоти

Перетворювач частоти повинен відповідати наступним вимогам:

керування двома асинхронними трифазними двигунами. (постійно робітник один);

має відповідати потужності електродвигуна;

скалярний принцип керування електродвигунами;

управління за законом $U / f = \text{const}$;

підключення датчика тиску;

вбудований ПІД-регулятор.

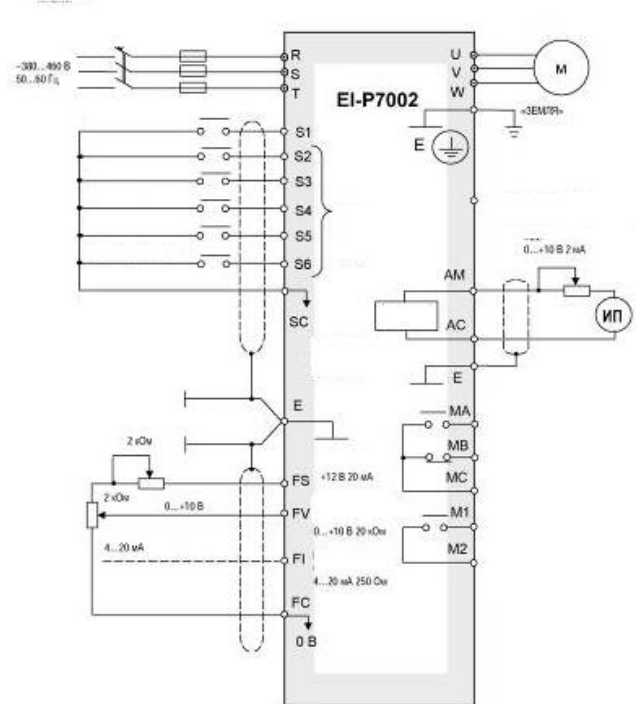
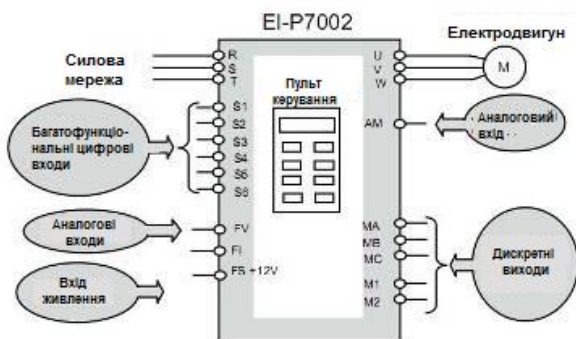


Схема підключення перетворювача частоти EI - P 7002-300 Н

Інтерфейсні входи та виходи перетворювача частоти EI - P 7002-300 Н

Практична реалізація водонасосної станції



Практична реалізація водонасосної станції



Тиск в системі без водонасосної станції



Задане значення тиску на ЧП



Задане значення тиску на ЧП



Реальне значення тиску в системі



Реальне значення тиску в системі

ВИСНОВКИ

У роботі було розроблено станцію автоматичного управління насосною станцією з двома живильними відцентровими насосами, які застосовуються для подачі поживної води.

Сформульовано вимоги до електроприводу насосів, та зроблено огляд способів регулювання подачі поживної води. Відповідно до сучасних вимог була обрана система управління, яка побудована на базі частотного перетворювача та асинхронного двигуна з короткозамкненим ротором.

Відповідно до технічного завдання реалізовані пристрої індикації режимів роботи електродвигуна, аварії перетворювача частоти.

Доповідь закінчено.

Дякую за увагу!

Ім'я користувача:
Кафедра АКІТІТК

ID перевірки:
1011606255

Дата перевірки:
17.06.2022 18:19:29 EEST

Тип перевірки:
Doc vs Internet

Дата звіту:
17.06.2022 18:30:34 EEST

ID користувача:
100005862

Назва документа: **Тарасюк антиплагіат**

Кількість сторінок: 56 Кількість слів: 8882 Кількість символів: 67802 Розмір файлу: 9.72 MB ID файлу: 1011474767

5.43% Схожість

Найбільша схожість: 2.02% з Інтернет-джерелом (http://ni.biz.ua/8/8_14/8_140643_profillirovanie-lopatok-rabochego-kole..

5.43% Джерела з Інтернету

22

Сторінка 58

Пошук збігів з Бібліотекою не проводився

0% Цитат

Вилучення цитат вимкнене

Вилучення списку бібліографічних посилань вимкнене

0% Вилучень

Немає вилучених джерел

Модифікації

Виявлено модифікації тексту. Детальна інформація доступна в онлайн-звіті.

Замінені символи

2

Anti-Plagiarism v-15.257

Максимальне співпадіння з одним документом 1.0%

Словники перевірки: en_US, ru_RU, ua_UA. Помилки в документах: 8%

ID: 105876 Назва: Бакалаврська кваліфікаційна робота Додано в БД: 2022-06-17 Автора: Тарасюк А. Керівники: Мартинюк В.В. Консультанти: Опоненти:	Документ		Сумарний збіг по Базі Даних	
	Символи	Лексеми	Символи	Лексеми
	60703	552	913 (2%)	9 (2%)

Джерело плагіату

ID	Опис	Наявність плагіату в документі	
		Символи	Лексеми

Завідувачу кафедри АКІТ
д-ру техн.наук, проф. Мартинюку В.В.

Тарасюка А.В.

ПІБ здобувача вищої освіти

ФІТ, 3 курсу, групи АКІТс-19-1

ЗАЯВА

З правилами чинного Положення «Про дотримання академічної доброчесності в Хмельницькому національному університеті» від 26.09.2020 (зі змінами від 26.11.2020), згідно з яким виявлення плагіату є підставою для відмови в допуску кваліфікаційної роботи до захисту та застосування заходів дисциплінарної та академічної відповідальності, ознайомлений (а). Про використання програмно-технічних засобів для перевірки кваліфікаційних робіт здобувачів вищої освіти на наявність плагіату ознайомлений(а) та надаю свою згоду на обробку та збереження університетом моєї роботи в інституційному репозитарії університету.

Також надаю університету право на передачу моєї роботи для обробки та збереження в базах даних програмно-технічних засобів (Unicheck та Anti-Plagiarism) та використання роботи для виявлення плагіату в інших роботах, які перевіряються програмно-технічними засобами та користувачами, що мають доступ до цих програмно-технічних засобів, виключно в обмежених цілях для виявлення плагіату в текстах робіт.

Робота для перевірки університетом надається в друкованому та електронному варіанті. Електронна версія моєї роботи збігається (ідентична) з друкованою.

16.06.22

дата



підпис

МІНІСТЕРСТВО ОВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

РЕЦЕНЗІЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Дипломник: Тарасюк Андрій Вікторович

Тема: Пристрій керування водонасосною станцією багатоповерхового будинку

Спеціальність 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

Обсяг кваліфікаційної роботи

Кількість листів креслень 0 Кількість сторінок записки 59

1. Короткий зміст роботи та прийнятих рішень в результаті виконаного наукового дослідження розроблено пристрій керування водонасосною станцією багатоповерхового будинку
2. Висновок про відповідність роботи дипломному завданню Дипломна робота відповідає виданому завданню
3. Характеристика виконання кожного розділу, ступінь використання останніх досягнень науки та техніки і передових методів роботи: У першому розділі розглянуто різні наведено огляд насосних станцій для забезпечення достатнього тиску води у системі водопостачання будинків. Задача яких полягає у вирівнюванні тиску води у системі, шляхом нагнітання води водними живильними насосами. Як правило встановлюються два насоси для їх почергової роботи, щоб підвищити надійність системи. Розроблено технічні вимоги до системи насосної станції. У змісті другого розділу кваліфікаційної роботи були розглянуто вибір та обґрунтування основних елементів системи керування водонасосної станції: насосу, частотного перетворювача. Показано, що для керування водонасосною станцією потрібно, щоб частотний перетворювач міг працювати в режимі Master-Slave. Тобто, один перетворювач головний, а другий відомий, що забезпечує можливість керування двома насосами почергово. Наведено технічні параметри складових системи. У третьому розділі було розглянуто питання налаштування ПД-регулятора та частотного перетворювач для забезпечення плавного перемикання між різними насосами, для уникнення різкого підвищення тиску в системі та утворення гідроударів. Показано що для налаштування ПД-регулятора потрібно задавати визначені значення коефіцієнтів і за певним, описаним в роботі, алгоритмом змінювати їх для досягнення найкращого режиму регулювання.
4. Позитивні сторони роботи: Найбільшою перевагою роботи є практична реалізація роботи у багатоповерховому будинку, що підтверджується відповідними фотографіями.

5. Негативні сторони роботи: - _____

6. Оцінка графічного оформлення та пояснювальної записки роботи: - _____

7. Відгук про роботу в цілому: Робота виконана на високому науковому рівні

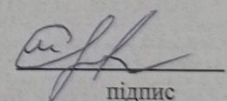
8. Інші зауваження: - _____

9. Оцінка дипломної роботи: Розглянувши представлену роботу, вважаю, що робота заслуговує оцінки задовільно 3,25 (D)

10. Рецензент (прізвище, ім'я, по батькові, місце роботи) _____

Мазурець Олександр Вікторович,
к.т.н., доцент кафедри комп'ютерних наук

«17» червня 2022р.


підпис

РІШЕННЯ ЕКСПЕРНОЇ КОМІСІЇ ПО КАФЕДРИ

АВТОМАТИЗАЦІЇ ТА КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

ПРО ДОПУСК КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ ДО ЗАХИСТУ

Підтверджуємо ознайомлення з результатом звіту подібності щодо роботи, генерованого системою виявлення текстових збігів/ідентичності/схожості:

Назва: Пристрій керування водонасосною станцією багатоповерхового будинку

Автор: Андрій ТАРАСЮК

Спеціальність: 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегрованих технологій

Освітня програма 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегрованих технологій

Науковий керівник д.т.н., проф. Валерій МАРТИНЮК

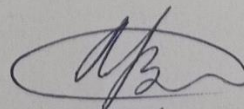
Після аналізу звіту подібності зроблено такий висновок:

№	Висновок	Позначка про відповідність
1	Запозичення, виявлені в роботі, є законними і не є плагіатом (далі – зазначаються підстави віднесення запозичень до правомірних). Робота приймається до захисту.	відповідає
2	Виявлені запозичення не є плагіатом, розміщені в розділах, які не описують безпосередньо авторське дослідження, але кількість цитат перевищує обсяг, виправданий поставленою метою роботи (далі – зазначаються детальні та аргументовані підстави віднесення запозичень до правомірних). Робота приймається до захисту, але має бути відкоригована. Відкоригований варіант має бути поданий на кафедру за 2 дні до захисту, разом із заявою щодо самостійності виконання письмової роботи та ідентичності друкованої та електронної версії роботи	
3	Виявлені запозичення не є плагіатом, але частково розміщені в розділах, які описують безпосередньо авторське дослідження, а кількість цитат перевищує обсяг, виправданий поставленою метою роботи. В зв'язку з цим мета роботи та поставлені завдання не були досягнуті. Робота може бути допущена до захисту (наступного року) після того як буде відкоригована та допрацьована і успішно пройде повторну перевірку на академічний плагіат.	
4	Робота містить навмисні текстові спотворення, передбачувані спроби укриття запозичень або інші прояви академічного плагіату. Робота містить фабрикацію або фальсифікацію даних. Робота не допускається до захисту.	
5	Інше:	

Підтвердження: Запозичення у розмірі 5,43%, що виявлені в роботі, містять посилання на відповідні джерела літератури, що використані в роботі. Результати конструкторського розділу не містять запозичень. Розроблена схема електрична та її опис є унікальними та також не містять запозичень. Робота приймається до захисту.

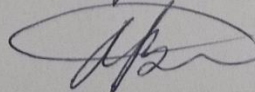
18.06.2022р.

Науковий керівник роботи:



Валерій МАРТИНЮК

Зав. каф. АКІТ



Валерій МАРТИНЮК