

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Факультет Автоматизації і комп'ютерних систем
Кафедра Автоматизації та комп'ютерних технологій систем
управління

«До захисту в ЕК»

Декан факультету

_____ Андрій Форсюк
(підпис) (ім'я та прізвище)

«8» червня 2022 р.

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

_____ Ярослав Смітюх
(підпис) (ім'я та прізвище)

«8» червня 2022 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА

зі спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані
(код та назва спеціальності)
технології»

освітньо-професійної програми «Автоматизація та комп'ютерно-
інтегровані технології»

на тему: Розробка системи автоматизації вистоявання тістових заготовок
у вистійній шафі на базі ПЛК Modicon M340

Виконав: здобувач 4 курсу, групи АК-4-1

_____ Коробченко Іван Олександрович _____
(прізвище, ім'я, по батькові повністю) (підпис)

Керівник Полупан Володимир Володимирович _____
(прізвище, ім'я та по батькові повністю) (підпис)

Консультанти _____
(ім'я та прізвище) (підпис)

_____ (ім'я та прізвище) (підпис)

_____ (ім'я та прізвище) (підпис)

Рецензент Сергій Грибков _____
(ім'я та прізвище) (підпис)

Я як здобувач(ка) Національного університету харчових технологій розумію і підтримую політику університету з академічної доброчесності. Я не надавав(-ла) і не одержував(-ла) недозволеної допомоги під час підготовки цієї роботи. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

Здобувач _____
(підпис)

Київ – 2022 р.

Національний університет харчових технологій

Факультет *Автоматизації і комп'ютерних систем*

Кафедра *Автоматизації та комп'ютерних технологій систем управління*

Освітній ступінь *«Бакалавр»*

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

Освітньо-професійна програма *«Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»*

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. кафедри АКТСУ

Ярослав Смітюх

«31» березня 2022 р.

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Коробченка Івана Олександровича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: *Розробка системи автоматизації вистоявання тістових заготовок у вистійній шафі на базі ПЛК Modicon M340*

керівник роботи: Полупан Володимир Володимирович

(прізвище, ім'я, по батькові)

затверджені наказом закладу вищої освіти від «31» березня 2022 р. №163-кс

2. Строк подання здобувачем роботи «8» червня 2022 р.

3. Вихідні дані до роботи

Короткі відомості про об'єкт автоматизації, відомості про умови експлуатації об'єкта автоматизації та вимоги до системи автоматизації. Матеріали переддипломної практики.

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

Вступ. 1. Опис об'єкта автоматизації. 1.1. Технологічний опис об'єкта автоматизації. 1.2. Розробка завдання на систему автоматизації. 2. Система автоматизації. 2.1. Обґрунтування вибору технічних засобів для вимірювання, виконавчих механізмів (ВМ) та регулюючих органів (РО). 2.2. Схема автоматизації. 2.3. Специфікація засобів автоматизації. 3. Проектне компонування промислового логічного контролера (ПЛК) та схеми підключення. 3.1. Проектне компонування промислового логічного контролера (ПЛК). 3.2. Загальна схема підключення датчиків та ВМ до ПЛК. 3.3. Розширені схеми підключення для окремого контуру. 4. Креслення встановлення технічного засобу. 5. Опис спеціального програмного забезпечення для промислового логічного

контролера (алгоритм та програма для ПЛК). 6. Розробка людино-машинного інтерфейсу оператора технолога. 6.1. Переліки вхідних та вихідних сигналів та даних SCADA/HMI. 6.2. Відеокадри дисплейних мнемосхем оператора.

5. Перелік графічного матеріалу

1. Схема автоматизації 2. Схеми підключення датчиків та ВМ до ПЛК.

3. Креслення встановлення технічного засобу.

6. Дата видачі завдання 31 березня 2022 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	<i>Видача та затвердження завдання</i>	<i>Перед переддипломною практикою</i>	
2	<i>Розділ 1</i>	<i>Захист переддипломної практики</i>	
3	<i>Розділ 2</i>	<i>1 тиждень</i>	
4	<i>Розділ 3</i>	<i>2 тиждень</i>	
5	<i>Розділ 4 та 5</i>	<i>3 тиждень</i>	
6	<i>Розділ 6</i>	<i>4 тиждень</i>	
7	<i>Підготовка матеріалів до захисту</i>	<i>5 тиждень</i>	
8	<i>Захист кваліфікаційної роботи</i>	<i>6 тиждень</i>	

Здобувач Коробченко І.О.

_____ (підпис)

Керівник роботи Полупан В.В.

_____ (підпис)

Анотація

Кваліфікаційна робота присвячена розробці системи автоматизації процесу вистоювання тіста.

В проекті розроблена документація на систему автоматизації, в склад якої входить : опис технологічного об'єкту управління, схема автоматизації, конфігураційна схема, принципові схеми управління і сигналізації.

Розроблене програмне забезпечення для даного відділення. Програма розроблена в програмному забезпеченні Unity PRO від Schneider Electric. Роботоспроможність програми було перевірено на реальному контролері.

В проекті докладно розглянуто варіанти технологічних рішень по реалізації системи автоматизації, а також зроблений аналіз існуючої та розробленої системи.

Проведено порівняльний аналіз перехідних процесів для різних значень параметрів регулятора.

В ході роботи приведена оцінка рівня автоматизації технологічного процесу в цілому.

Ключові слова: кваліфікаційна робота, система автоматизації, вистоювання тіста, Unity PRO, Schneider Electric.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		4

Annotation

Qualification work is devoted to the development of the system of automation of the dough aging process.

The project has developed documentation for the automation system, which includes: a description of the technological object of control, automation scheme, configuration scheme, basic schemes of control and signaling.

Developed software for this department. The program is developed in the Unity PRO software from Schneider Electric. The operability of the program was tested on a real controller.

The project considers in detail the options for technological solutions for the implementation of automation systems, as well as an analysis of the existing and developed system.

A comparative analysis of transients for different values of the controller parameters.

In the course of work the estimation of level of automation of technological process as a whole is resulted.

Keywords: qualification work, automation system, dough aging, Unity PRO, Schneider Electric.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		5

Зміст

Вступ.....	7
1. Опис об'єкта автоматизації	8
1.1. Технологічний опис об'єкта автоматизації.	8
1.2. Розробка завдання на систему автоматизації	14
2. Система автоматизації	15
2.1. Обґрунтування вибору технічних засобів для вимірювання, виконавчих механізмів (ВМ) та регулюючих органів (РО)	15
2.2. Схема автоматизації.....	24
2.3. Специфікація засобів автоматизації.....	26
3. Схеми підключення датчиків та ВМ до ПЛК.	27
3.1 Проектне компонування мікропроцесорних контролерів	27
3.2 Загальна схема підключення	41
3.2. Розширені схеми підключення для окремих контурів	45
4. Креслення встановлення технічних засобів	52
5. Опис спеціального програмного забезпечення для мікропроцесорного контролера (алгоритм та програма для ПЛК).	55
6. Розробка людино-машинного інтерфейса оператора технолога.	59
6.1. Переліки вхідних та вихідних сигналів та даних SCADA/HMI.	59
6.2. Відеокадри дисплейних мнемосхем оператора	62
Висновки	65
Бібліографічний список	66

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

Вступ

Проектування - процес складання опису, необхідного для створення в заданих умовах ще не існуючого об'єкта, на основі первинного опису цього об'єкта і алгоритму його функціонування. Проектування містить у собі комплекс робіт з знаходження, дослідження, розрахунками і конструювання, що мають метою одержання опис предмета проектування, необхідного і достатнього для створення нового виробу чи виробу реалізації нового процесу, що задовольняє заданим вимогам.

Під автоматизацією проектування розуміється такий спосіб виконання процесу розробки проекту, коли проектні процедури й операції здійснюються розроблювачем виробу при тісній взаємодії з ЕОМ. Автоматизація проектування припускає систематичне використання засобів обчислювальної техніки при раціональному розподілі функцій між проектувальником і ЕОМ і обґрунтованому виборі методів машинного рішення задач.

Хлібопекарське виробництво відноситься до однієї з найважливіших галузей харчової промисловості, рівень розвитку якої безпосередньо впливає на життя усього населення.

Виробництво хліба - важлива складова в загальному обсязі випуску продукції харчової промисловості.

Розвиток хлібопекарського виробництва має бути орієнтований на наступні напрями: якість хлібобулочних виробів, оновлення і розвиток асортименту, технічне оновлення хлібопекарського виробництва.

Автоматизація технологічних процесів є важливим засобом підвищення продуктивності праці, скорочення витрат матеріалів та енергії, покращення якості продукції, впровадження прогресивних методів управління виробництвом і підвищення надійності праці.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

1. Опис об'єкта автоматизації

1.1. Технологічний опис об'єкта автоматизації.

У процесі формування шматків тесту з них майже повністю витісняється вуглекислий паз (діоксид вуглецю). Якщо сформована шматок тесту відразу ж посадити в піч, то хліб вийде з щільним, дуже погано розпушеним м'якушем, з розривами і тріщинами на кірці. Для отримання хліба з добре розпушеним м'якушем сформовані шматки тесту піддаються розшарування. Для шматків пшеничного тіста, вже пройшли попередню расстойку, це буде друга, остаточна, расстойка. Для тестових заготовок з житнього тесту це буде перша і одночасно остаточна расстойка. Під час кінцевого вистоювання в шматку тесту відбувається бродіння. Виділився при цьому діоксид вуглецю розпушує тісто, збільшуючи його обсяг. При расстойке шматків тесту для подових виробів на дошках або аркушах одночасно зі збільшенням обсягу шматків змінюється і їх форма; вони в більшій чи меншій мірі розпливаються. Тому збільшення обсягу хліба в результаті добавок ПАР може бути пояснено лише підвищенням газоутримуючої здатності тесту на стадіях кінцевого вистоювання і початкового періоду випічки.

У зв'язку тесту із пшеничного борошна I і II сортів з добавками 0,75, 1 і 2% підвищення газоутримуючої здатності тесту підтверджено експериментально. Так, в контрольному тесті з пшеничного борошна Г сорти без додавання Ф К, приготованому на опарі, бродила 210 хв, було утримано 45,5% від загальної кількості виділився діоксиду вуглецю. У такому ж тесті з добавкою 1% Ф К частка CO₂, утриманого тестом, зросла до 64%.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>		
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушів</i>
<i>Розроб.</i>		<i>Коробченко</i>			<i>Розробка системи автоматизації вистоювання тістових заготовок у вистійній шафі на базі ПЛК Modicon M340</i>		
<i>Керівник</i>		<i>Полупан В.В.</i>				8	7
<i>Зав каф</i>		<i>Смітюх Я.В.</i>				<i>НУХТ АК-4-1</i>	
<i>Секретар ЕК</i>		<i>Проскурка Є.С.</i>					

Газоутримувальна здатність тесту обумовлена його реологічними властивостями, які в пшеничному тісті в основному залежать від реологічних властивостей клейковини. Вплив добавок окремих ПАР на реологічні властивості тіста і його клейковини вивчалось поруч дослідників.

Експериментальні дані з цього питання досить суперечливі як щодо методів визначення реологічних властивостей тіста і клейковини, так і по відношенню до результатів, отриманих з різними ПАР і навіть з одними і тими ж ПАР в різних роботах. Так, щодо впливу додавання в тісто ФК є вказівки на те, що тісто стає більш крутим («міцним») по консистенції, зменшується його расливаемость, причому збільшуються значення модуля зсуву, модуля пружності і в'язкості релаксационной і пружного післядії. В інших роботах показано, що добавки Ф К, навпаки, кілька послаблюють тісто, роблячи його більш рідким по консистенції. Це ж встановлено і по відношенню до добавкам таких ПАР, як лецитин і моно- і дистеарат сахарози. Суперечливі і дані по впливу на реологічні властивості тіста Моностеарат сахарози.

Помітно поліпшилися реологічні властивості тіста з пшеничного борошна, що визначалися в процесі замісу на фаринографом, при добавках таких ПАР, какстеароїлфумарат натрію. Відзначається, що різко покращує реологічні властивості тіста аналогічно стеароїлфумарату натрію також і етеаріл-2-лактат кальцію. Ці два ПАР підвищують стійкість тесту до механічних впливів при замісі і стійкість тестових заготовок до розпливання при расстойке і випічці, в зв'язку з чим вони навіть носять найменування покращувачів властивостей тіста. Практикою застосування ЛАВ в хлібопеченні США встановлено, що їх додавання в тісто призводить до підвищення його здатності безперебійно оброблятися на тістообробних машинах без замазування поверхонь їх робочих органів. В окремих роботах вивчено вплив внесених в тісто ПАР на властивості клейковини. На підставі цих робіт можна відзначити, що такі ПАВ, як ФК, моно- і дистеарат сахарози, «послаблюють» клейковину, одночасно підвищуючи її

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

вдаюємкост, а в зв'язку з цим і кількість відмиваємо сирі клейковини. Необхідно відзначити, що в бродячому тесті при цьому збільшується здатність клейковини до розтягування і зменшується її опір цієї деформації. Для пшеничного тіста з сильною до дуже сильної борошна це може бути ОДНИМ з основних факторів підвищення газотримуючої здатності. Підвищення температури повітря з 30 до 45 °С при відносній його вологості 80-85% скорочувало тривалість вистоювання па 23-30%. Підвищення відносної вологості повітря з 65 до 85% при температурі 35 °С викликало прискорення вистоювання приблизно на 20%.

Найбільше прискорення вистоювання спостерігалось при підвищенні температури повітря до 45 °С і відносній вологості до 90%. Однак відносну вологість повітря не слід підтримувати вище 85%, так як це може привести до прилипання шматків тесту до дощок або кишень колисок, в яких йде расстойка. Встановлено також, що чим вище температура повітря в камері для вистоювання, тим відповідно нижче може бути відносна вологість повітря.

Винахід відноситься до хлібопекарської промисловості, а саме до ліній для вироблення хлібобулочних виробів на аркушах. Метою винаходу є спрощення завантаження і вивантаження заготовок на аркушах. Пристрій для вистоювання тістових заготовок на аркушах складається з теплоізоляційного каркаса 1 з вертикальними 3 і горизонтальними 4 секціями, шарнірно підвішених до двох паралельних ланцюгах 8 колісок 9, кожна з яких виконана у вигляді центральної поздовжньої балки з поперечними полками, і вузлів завантаження 10 і вивантаження 14, виконаних у вигляді ланцюгового транспортера з упорами 12 і паралельними напрямними 13. вертикальні секції 3 забезпечені нерухомими паралельними полками, встановленими між гілками ланцюгового транспортера про люльками 9 на рівні вузлів завантаження і вивантаження, які розміщені з зовнішніх протилежних. сторін вертикальної секції 3, а кінці їх направляють 13 розміщені всередині цієї секції з зазором по відношенню до нерухомих полкам 15, при цьому

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

поперечні полки лкотек 9 розташовані в зазорі між паралельними нерухомими полками 15 і направляючими 13. Крайні нерухомі полки забезпечені фіксаторами 18. Винахід відноситься до хлібопекарської промисловості, а саме до ліній для вироблення хлібобулочних виробів на аркушах.

Пристрій складається з каркаса 1, закритого з усіх боків теплоізоляційними щитами 2 з вертикальними 3 і горизонтальними 4 секціями, установлений провідних зірочок 5, натяжних зірочок 6, поворотних зірочок 7 і натягнутих між ними двох тягових паралельних ланцюгів 8 з підвішеними до них ляльками 9. Обабіч вертикальної секції 3 конвеєра розташовані вузол 10 завантаження, що складається з ланцюгового транспортера 11, забезпеченого упорами 12, паралельними напрямними 13, вузол 25 14 розвантаження, що складається з ланцюгового транспортера 11, забезпеченого упорами 12, паралельними напрямними 13. Усередині конвеєра розміщені нерухомі полки 15, закріплені на каркасі 1. Вузол 10 загрузці забезпечений кінцевим вимикачем 16.

Пристрій працює наступним чином. Листи 19 з укладеними на них тістовими заготовками 20 надходять у вузол 10 завантаження і від кінцевого вимикача. Включається його 4д привід. Листи 19, що лежать на напрямних 13, упором 12 транспортуються всередину вертикальної секції 3, а наступним ззаду упором 12 встановлюються в положення з опорою на нерухомі полки 15.

Кінцевий вимикач 16 зупиняє вузол 10 завантаження і включає Привід тягового ланцюга 8. Люлька 9 піднімається вгору на один крок, підхоплює листи 19, а люльки 9, розташовані на протилежній гілці, рухаються вниз і при наявності листів 19 на колісці 9 залишають їх на нерухомих полицях 15 і напрямних 13 вузла 14 розвантаження.

Безперервно рухається ланцюг транспортера 11 з упорами 12 захоплює лист 19 і транспортує його з вертикальної секції 3 до печі. Листи 19 залишаються на консольно розташованих над піччю кінцях напрямних 13.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

При наступному циклі листи 19 зсуваються на "під" печі. Фіксатори 18 орієнтують люльки в положенні захоплення і з'їм аркушів 19 з нерухомих полиць 15. Застосування цього пристрою дозволяє повністю механізувати процес завантаження і вивантаження конвєсера для вистоювання тістових заготовок і посадки листів в піч.

Пристрій для вистоювання тістових заготовок на аркушах, що складається з теплоізоляційного каркаса з вертикальними і горизонтальними секціями ', шарнірно підвішених до двох паралельних ланцюгах колісок, кожна з яких виконана у вигляді центральної поздовжньої балки з поперечними полками, і вузлів завантаження і вивантаження, виконаних у вигляді ланцюгового транспортера з упорами і паралельними напрямними, що відрізняється тим, що, з метою спрощення завантаження і вивантаження заготовок на аркушах, вертикальні секції забезпечені нерухомими паралельними полками, встановленими між гілками ланцюгового транспортера з люльками на рівні вузлів завантаження і вивантаження, розміщених з зовнішніх протилежних сторін вертикальної секції, а кінці їх направляють розміщені всередині цієї секції з зазором по відношенню до нерухомих полкам, при цьому поперечні п ОЛКИ колісок розташовані в зазорі між паралельними нерухомими полками і направляючими вузлів завантаження і вивантаження.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

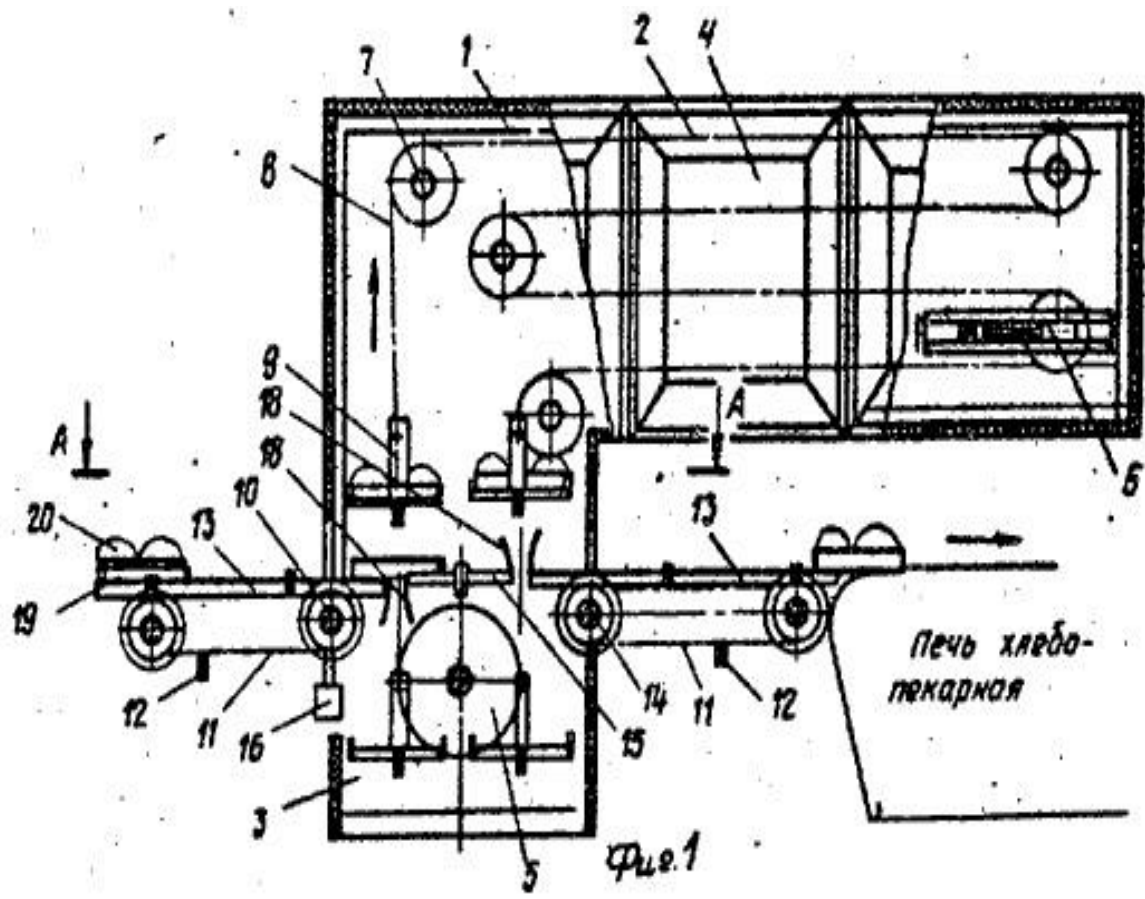


Рис.1.1 Схема апарату для вистоювання тістових заготовок

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Кваліфікаційна робота

Арк.

13

1.2. Розробка завдання на систему автоматизації

№	Машина, агрегат, установка	Параметр, місце відбору сигналу	Припустиме значення параметра	Вид автоматизації	Характер контролю чи управління	Засоби управління та контролю, реалізації управляючої дії	Додаткові умови
1	Двигун вузла завантаження	Шв. обертів валу мішалки	8 об-хв ± 1 об/хв..	Контроль	Сигналізація	АРМ оператора	Світлова і звукова на щиті оператора
			10 % ± 2 %	Регулювання	Стабілізація	Вплив на ЧПР двигуна	
2	Шафа вистоювання	Температура	35°C $\pm 3^0$ C	Контроль	Відображення Реєстрація	АРМ оператора Щит управління АРМ оператора	
				Регулювання	Стабілізація	Вплив на витрату сухої гріючої пари	
		Вологість	55 % ± 2 %	Контроль	Відображення Реєстрація	АРМ оператора Щит управління АРМ оператора	
				Регулювання	Стабілізація	Вплив на витрату сухої гріючої пари	
3	Двигун вузла завантаження	Шв. обертів валу мішалки	5 об-хв ± 1 об/хв..	Контроль	Сигналізація	АРМ оператора	Світлова і звукова на щиті оператора
				Регулювання	Стабілізація	Вплив на ЧПР двигуна	
4	Двигун вузла вивантаження	Шв. обертів валу мішалки	5 об-хв ± 1 об/хв..	Контроль	Сигналізація	АРМ оператора	Світлова і звукова на щиті оператора
				Регулювання	Стабілізація	Вплив на ЧПР двигуна	

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Кваліфікаційна робота

Арк.

14

2. Система автоматизації

2.1. Обґрунтування вибору технічних засобів для вимірювання, виконавчих механізмів (ВМ) та регулюючих органів (РО)

Температура

В промисловій термометрії використовується 2 основних методи вимірювання температури:

- контактний, який реалізується первинним вимірювальним перетворювачем, який знаходиться в безпосередньому контакті з вимірювальним середовищем;

-безконтактний, який реалізується в пірометрах, а температура визначається по тепловим електромагнітним випромінюванням нагрітих тіл.

У відповідності з основними методами вимірювання температури термометри класифікують наступним чином:

- контактні на:

1) термометри розширення: рідинні скляні (діапазон вимірювання від -200 до +600°C) та дилатометричні і біметалеві (від -150 до +700 °C). Принцип їхньої дії базується на зміні об'єму рідини чи лінійних розмірів твердих тіл при зміні температури;

2) манометричні термометри: (-200...+1000 °C) – в термометрах використовується зміна тиску газу, рідини чи пари в замкнутому об'ємі при зміні температури;

3) термометри опору, які використовують залежність електричного опору провідників та напівпровідників від температури і які поділяються на:

а) металеві (від -260 до +1100 °C) та б) напівпровідникові (-275...+600°C);

					<i>Кваліфікаційна робота</i>		
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Літ.	Арк.	Аркушів
Розроб.		Коробченко			Розробка системи автоматизації вистоявання тістових заготовок у вистійній шафі на базі ПЛК Modicon M340		
Керівник		Полупан В.В.				15	12
Зав каф		Смітюх Я.В.				НУХТ АК-4-1	
Секретар ЕК		Проскурка Є.С.					

4) термоелектричні термометри (термопари), які використовуються в діапазоні температур (-200...+2200 °С), а принци дії ґрунтується на зміні термоелектрорушійної сили (ТЕРС) в ланцюгу при нагріванні спаю двох різнорідних металів.

Безконтактні (пірометри) на:

- а) квазімонохроматичні (700...10000° С);
- б) спектрального відношення (300...2800 °С);
- в) повного випромінювання (-50...3500 °С).

Принцип дії пірометрів базується на використуванні яскравості горіння чи сумарного теплового випромінювання при нагріванні тіла.

Вибір того чи іншого методу та ЗВ для вимірювання температури залежить від багатьох факторів, основними із яких є: а) межі випромінювання температури; б) точність випромінювання; в) склад і властивості вимірювального середовища.

Аналіз методів на предмет можливості його використання в проекті

Розглянемо детальніше кожен із методів вимірювання та оберемо найоптимальніший для даного випадку.

Склянні рідинні термометри

Рідинні скляні термометри – вимірювання температури ґрунтується на різниці коефіцієнтів об'ємного розширення матеріалу оболонки корпусу термометра та рідини, яка в ньому міститься (розміщена) в залежності від температури.

Переваги скляних рідинних термометрів: простота конструкції, невисока вартість, достатня точність. Недоліки: відсутність дистанційної передачі та реєстрації показів, значна теплова інерційність, незручність зняття показів і невисока механічна міцність, що обмежує їх використання в технологічних вимірюваннях.

Висновок: відсутність дистанційної передачі робить неможливим регулювання температури в певних ділянках, адже вихідний сигнал в 4-20

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

мА необхідний для подальшої обробки на локальних регуляторах. Даний метод вимірювання не може бути використаний.

Манометричні термометри

Принцип дії манометричних термометрів_ґрунтується на механічному переміщенні пружкого чутливого елемента в замкненій герметичній системі від зміни або тиску газу, або зміни об'єму рідини, або зміни тиску насиченої пари в залежності від вимірюваної температури.

Манометричні термометри відрізняються простотою конструкції, можливістю дистанційної передачі показів і автоматичного запису. Однією з важливих переваг є можливість їх використання в пожежо- та вибухонебезпечних приміщеннях. До недоліків необхідно віднести складність ремонту при розгерметизації системи, обмежену відстань дистанційної передачі і у багатьох випадках великі розміри термобалона. Газові і рідинні манометричні термометри мають клас точності 1; 1,5 і 2,5, а парові – 1,5; 2,5 і 4.

Висновок: манометричні термометри мають низький клас точності, їх монтаж на трубопроводах та апаратах досить складний. Ймовірність розгерметизації газового балона під час експлуатації досить висока. Даний метод вимірювання не може бути використаний.

Термоелектричні термометри

Принцип дії термоелектричних термометрів (термопар) ґрунтується на ефекті виникнення електрорушійної сили (ЕРС) в замкнутому ланцюгу, який складається із різнорідних провідників.

Переваги термопар: висока точність вимірювання значень температури (аж до $\pm 0,01$ ° С), великий температурний діапазон виміру: від -250 ° С до 2500 ° С, простота, дешевизна, надійність.

Недоліки:

- Для отримання високої точності вимірювання температури (до $\pm 0,01$ ° С) потрібна індивідуальна градування термопари.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

- На показання впливає температура вільних кінців , на яку необхідно вносити поправку. У сучасних конструкціях вимірювачів на основі термопар використовується вимірювання температури блоку холодних спаїв за допомогою вбудованого термистора або напівпровідникового сенсора і автоматичне введення поправки до вимірюваної ТЕДС .
- Ефект Пельтьє (в момент зняття показань, необхідно виключити протікання струму через термопару , так як струм, що протікає через неї, охолоджує гарячий спай і розігріває холодний) .
- Залежність ТЕРС від температури істотно нелінійна. Це створює труднощі при розробці вторинних перетворювачів сигналу.
- Виникнення термоелектричної неоднорідності в результаті різких перепадів температур , механічних напружень , корозії і хімічних процесів в провідниках призводить до зміни градууювальної характеристики і погрішностей до 5 К.
- На великій довжині термопарних і подовжувальних проводів може виникати ефект «антени» для існуючих електромагнітних полів.

Висновок: діапазон вимірювання занадто великий (до 2000 ° С), можуть виникати похибки вимірювані при великій довжині термопарних і подовжувальних проводів.

Даний метод вимірювання може бути використаний як альтернатива наступному.

Термометри опору

Принцип дії термометрів опору ґрунтується на властивості провідників (металів) та напівпровідників змінювати свій електричний опір **R** в залежності від зміни їхньої температури *t*.

Переваги:

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

- Висока точність вимірювань (зазвичай біля $\pm 0,1$ °C)
- Висока надійність при використанні 4-х провідної схеми вимірювань
- Простота конструкції
- Простота монтажу

Недоліки:

- Низький діапазон вимірювань (в порівнянні з термопарами)
- Не можуть вимірювати високих температур

Висновок: Висока точність, простота в конструкції, стійкість до агресивних середовищ є визначальними факторами у виборі вимірювального перетворювача. В даному курсовому проекті термометри опору є найбільш оптимальними засобами для вимірювання температури.

До таких інтелектуальних датчиків останнього покоління відноситься вимірювальний перетворювач температури SITRANS TF2.

Компактне рішення - вимірювальний перетворювач SITRANS TF2 з аналогічними SITRANS TF2 функціями і інтерфейсом HART.

Цей універсальний вимірювальний перетворювач дозволяє інтегрувати вимір температури в концепцію TIA (Totally Integrated Automation). Тим самим можливий централізований інжиніринг, що забезпечує економію часу і коштів користувача. Для конфігурації можна використовувати SIMATIC PDM або інший інструмент програмування HART. Вимірювальний перетворювач пропонує гальванічне розділення і забезпечує підключення термометрів опору, параметричних датчиків, термопар і датчиків напруги.

Галузь застосування

Вимірювальні перетворювачі температури SITRANS TF2 з типом вибухозахисту "Non incendive" можуть монтуватися всередині вибухонебезпечних зон (зона 2).

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

Вимірювальні перетворювачі температури SITRANS TF2 з типом вибухозахисту "Іскробезпека" можуть монтуватися всередині вибухонебезпечних зон (зона 1).

Функції

Вимірювальний перетворювач SITRANS TF2 перетворює сигнал від термометрів опору, потенціометричних датчиків, термопар або датчиків напруги в відповідний характеристиці сенсора підводиться сигнал постійного струму. Завдяки своїй компактній конструкції він підходить в головку зонда тип В (DIN 43 729). Комунікаційна здатність через HART-протокол V 5.x SITRANS ТК-Н дає можливість параметрування з ПК або HART-комунікатором (Hand-Held-комунікатор). У програмовані SITRANS TF2 параметрування здійснюється через ПК.

Принцип роботи

Подається з потенціометрического датчика (двох-, трьох-, чотирипровідна схема) або термопар сигнал вимірювання посилюється на вхідному каскаді. Пропорційне вхідний величиною напруга перетвориться в аналого-цифровому перетворювачі (1) в цифрові сигнали. Через Гальванічне розділення (2) вони потрапляють в мікропроцесор (3). У мікропроцесорі вони перераховуються відповідно до характеристики сенсора і іншими даними (глушіння, зовнішня температура і т.п.).

Підготовлений таким чином сигнал в цифрово-аналоговому перетворювачі (4) перетворюється в підводиться постійний струм 4 до 20 мА. Джерело допоміжної енергії (5) знаходиться в контурі вихідного сигналу.

Параметрування SITRANS TF2 здійснюється через ПК, який через сполучний модуль (HART-модем) (7) підключений до двухпроводной лінії. Також можна здійснювати параметрування за допомогою комунікатора HART. Необхідні для комунікації по HART-протоколу V 5.7 сигнали накладаються на вихідний струм за методом частотної комутації (FSK, Frequency Shift Keying).

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

Вимірювальний перетворювач температури SITRANS TF2 (рис.2) об'єднує три компоненти в одному приладі: • термометр опору Pt100 в захисній трубці із нержавіючої сталі; • корпус із нержавіючої сталі з високим класом захисту; • вбудований та конфігуруємий за допомогою трьох клавiш мікропроцесорний вимірювальний перетворювач з рiдинно-кришталевим дисплеєм (РКД). Випускаються осьова та радіальна конструкції TF2.

Сфера використання SITRANS TF2 – це технологічні процеси в таких галузях як: • хімічна промисловість; • енергетика; • централізоване теплопостачання; • водопостачання; • очищення стічної води; • харчова промисловість; • металургія; • виробництво цементу; • фармакологія; • біотехнологія.

Переваги приладу:

- висока точність вимірювання та індикація з дозволяючою властивістю 1/100 °С в усьому діапазоні вимірювання; • конфігуруємі діпазони вимірювання в межах від -50 до +200°С; • сигналізація (+/-) про перевищення заданого межового значення температури на РКД, а також за допомогою червоного світло діоду.

Конструкція:

Корпус SITRANS TF2 (рис.2.1) виготовлений із інструментальної сталі (Ø 80 мм) та оснащений захисним склом. В захисну трубу із інструментальної сталі з різьбовим з'єднанням вмонтований температурний датчик Pt100. За рахунок використання інструментальної сталі при виготовлені захисних труб досягається висока хімічна стійкість, яка визначає високу степiнь захисту температурного датчика від впливу вимірюваного за температурою середовища. У стандартному виконанні довжина захисної труби складає 170 мм або 260 мм. На зворотній стороні корпусу розташовані клеми для підключення живлення за рахунок струмового ланцюга (петлі) 4...20 мА. Підключення здійснюється через рознім в відповідності з EN 175301-803А.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

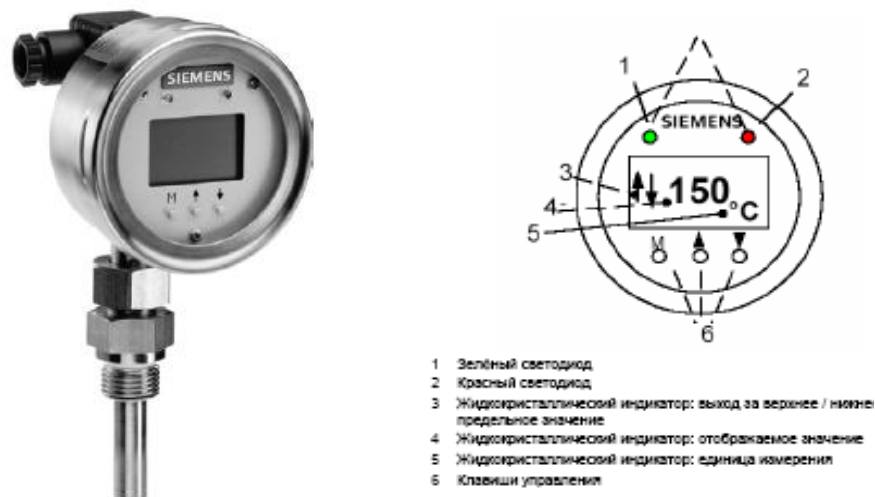


Рис.2.1 Перетворювач температури Sitrans TF2

Вимірювання швидкості обертів валу двигуна

Датчик контролю швидкості (серії ДКС) призначений для контролювання зупинки або зменшення швидкості обертання (руху) різних пристроїв, наприклад, конвеєрів, барабанів, транспортерів. Використовується також для виявлення аварійного прослизання стрічки на транспортері.

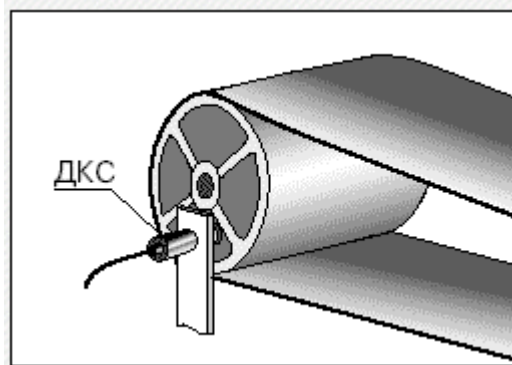


Рис.2.2 Датчик швидкості обертів ДКС

Індуктивний датчик зі схемою контролю частоти імпульсів впливу і подвійним (бінарним) виходом називається датчик контролю швидкості. На чутливий елемент датчика з частотою, пропорційною частоті обертання впливає контрольований обертовий об'єкт безпосередньо з'єднаний з металевим об'єктом. При нормальній частоті обертання на виході датчика і на навантаженні є напруга. Якщо допустима частота опускається нижче, то тоді спрацьовує пасивний вихідний сигнал.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

За допомогою потенціометра встановлюється необхідне значення контрольованої мінімальної частоти.

Залежність напруги на навантаженні датчика від частоти впливають імпульсів показується в нижче наведеній діаграмі.

Поставляється датчик без конкретної настройки спрацьовування. Але за допомогою вбудованого потенціометра замовник може самостійно налаштувати датчик на потрібну порогову частоту і відрегулювати спрацьовування на місці експлуатації. Краще налаштовувати і перевіряти працездатність ДКС за допомогою тест-блоку ПВ-ПС-100 або ПВ-ПС-200, який поставляється як окремий виріб.

Технічні характеристики:

Найменування: ДКС-М30-81У-1113-ЛА.02

Діапазон робочих напруг: 10-30 В DC

Номінальний струм: 400 мА

Діапазон частот контролю: 2-50 Гц

Регулювання частоти: Є

Sp. Номінальна. відстань спрацювання: 10 мм

Гарантований інтервал спрацювання: 0-8,1 мм

Виконання по установці в метал: Вбудований

Індикація спрацювання: є

Схема виходу: PNP загальний (-)

Категорія застосування комут. Елемента: DC13

Захист комутаційного елемент:а немає

Падіння напруги: не більше 2 В

Залишковий струм менш: 0,01 мА

Температура навколишнього середовища: -45 ... + 80°C

Ступінь захисту корпусу: IP65

Регулювання частоти контролю: немає

Підключення: Кабель 2 м з штуцером (ПВС ХЛ 4x0,35 мм²)

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

Матеріал корпус:у Латунь нікельований

Матеріал чувствит: елемента армаміда

Габарити корпусу: (разм ЧЕ х довжина) М30х81

Максимальна маса виробу: 0,262 Кг

Примітка: Цей виріб може бути поставлено і з довжиною кабелю 3, 5 або 7 метрів.

2.2. Схема автоматизації.

Швидкість обертів вала двигуна конвеєра

Для загрузки і вигрузки заготовок потрібно щоб конвеєр рухався в заданому оператором режимі із заданою швидкістю. Швидкість конвеєра регулюється частотою обертів вала двигуна. Кількість обертів вимірює індукційний датчик ДКС-02 (1а, 2а, 3б), вимірюючи кількість обертів за хвилину він корегує за посередництвом частотного перетворювача 1б, 2б, 3в швидкість руху стрічки не тільки при загрузці і вигрузці. А і в самій шафі вистоювання.

Контур вимірювання та регулювання вологості

Для якісного процесу вистоювання потрібно дотримуватися вологості в шафі вистоювання. Вимірювання здійснюється автоматичними вологомірами UAFT/A (7а-9а) у трьох зонах печі. У разі відхилення від заданого значення на вихідному модулі аналогових сигналі в контролера формується управляючий сигнал 4-20 мА, який надходить на електропневмоперетворювач ЕПП-1211 (7б), який перетворює пропорційний уніфікований струмовий сигнал 4-20 мА в пропорційний уніфікований пневматичний сигнал 20-100 КПа, який поступає на пневматичний клапан Метран 8560 (7в), який змінює положення регулюючого органу в діапазоні 0...100%, і змінює подачу аерозолу водяного в шафу для вистоювання тістових заготовок.

Сигнал із датчиків 8а, 9а надходить на модуль аналогових входів МПК, а далі на екран оператора.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

Контур вимірювання та регулювання температури

Відбувається регулювання температури впершій зоні шафи вистоювання, вимірювання та контроль в 2-й та 3-й зоні. Вимірювання відбувається за допомогою ПВП термометра опору pt100 (4а-6а), сигнал із датчика передається на вторинний перетворювач Sitrans TF2 (4б-6б,), з нього на модуль аналогових входів МПК, сигнал опрацьовується в програмі, і якщо є розузгодження із заданим значенням, то на виході з МПК подається управляючий сигнал 4-20 мА, який надходить на електро-пневно перетворювач ЕП-1211 (4в), сигнал 4-20 мА перетворюється в пропорційний уніфікований пневматичний сигнал 20-100 КПа, який в свою чергу надходить на пневмоклапан Метран 8560 (4г), який змінює кількість сухої гріючої пари, що надходить в шафу.

Контур управління загрузки тістових заготовок.

Транспортер тістових заготовок на загрузці працює до тих пір, поки не спрацює кінцевий вимикач Honeywell 1HS3 (3а), після цього частотний перетворювач двигуна М1 зупиняє його, і вмикається через частотний перетворювач двигун М3 ланцюгового приводу шафи, і лист із тістовими заготовками чіпляє люлька, що і транспортує її по шафі.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

2.3. Специфікація засобів автоматизації

№ п. п.	№ Поз-иції за схемою	Найменування і технічна характеристика виробу	Тип, марка	Одиниця вимірювання	Кількість, шт.	Примітка
1	2	3	4	5	6	7
1	7а-9а	Датчик для вимірювання відносної вологості повітря в температурному діапазоні 0...300 °С, діапазон вимірювання 0...100%. Точність ±2 %	UAFT/A	Шт.	3	ОВЕН
2	4б-6б	Термометр опору Вихідний сигнал: 4...20 мА Діапазон вимірювання -50...180 °С, Клас точності-0,25.	Sitrans TF2	Шт.	3	Siemens
3	4а-6а	ПВП вимірювання температури. Термометр опору. Тип: МКн (Спеціалізація - низькі температури, вакуум, інертні і відновні атмосфери, окислювальні - частково) Позначення: Т (Cu-CuNi) Найменування: Мідь-константан Робочий діапазон: -200 ... 260 С	Pt100	Ом	3	ОАО Тэра
4	1а, 2а, 3б	Індукційний датчик швидкості обертів вала двигуна. Діапазон виміру: 0-6000 об/хв. Діапазон допустимих робочих температур: 0-60 С.	ДКС-02	Шт.	3	Промприбор
5	3а	Кінцевий вимикач габаритні розміри (без актуатора): 25,4x17,8x50,8 мм., 24 VDC, 1А.	1HS3	Шт.	1	Honeywell
6	1б, 2б, 3в	Перетворювач частоти Аналоговий вхід (0-10В, 0-20mA, 4-20mA); Напруга живлення: 180...264 V AC; Діапазон вихідної частоти: 0...240 Гц; Робоча температура: 0..55 ° С;	s500	Шт.	1	Mitsubishi
7	4в, 7б	Елект.-пневмат. перетворювач. Вх.сиг. 4-20 мА Вих. сиг. 20-100 кПа. Номинальний тиск повітря живлення:140 кПа	ЕПП-1211	Шт.	2	Промприбор
8	4г, 7в	Пневматичний клапан. Вх. Сиг: 20-100 кПа. Вих. сиг: 0-100% ХРО Діаметр умовного проходу: 76,2 ... 304,8 мм. Тиск умовний: 2 ... 5 МПа	Метран 8560	Шт.	2	Метран

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

3. Схеми підключення датчиків та ВМ до ПЛК.

3.1 Проектне компонування мікропроцесорних контролерів

Управління процесом здійснюється за допомогою мікропроцесорного багатофункціонального контролера *Modicon M340*. Він призначений для збору, обробки інформації, реалізації функцій контролю, програмо-логічного управління, регулювання, протиаварійних захистів і блокувань.

Modicon M340 – промисловий контролер нового покоління фірми Schneider Electric, для програмування якого використовується програмне забезпечення *UNITY PRO*. *Modicon M340* – контролер модульного типу, конфігурація якого вибирається в залежності від кількості входів-виходів і алгоритму управління. Модулі кріпляться на *шасі*, яке виконує механічну та електричну функції. Така конструкція дає можливість гарячої заміни модулів без зупинки контролера. M340 може включати від 1-го до 4-х шасі з різною кількістю місць для установки модулів (від 4-х до 12-ти) , об'єднаних між собою *BusX* шиною, загальною довжиною до 30 м. Конструктивно M340 може складатись з таких основних елементів (рис.3.1.):

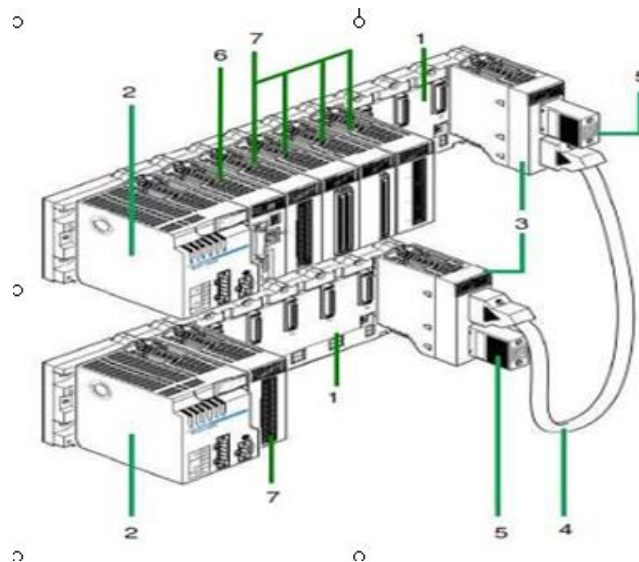


Рис.3.1.Контролер Modicon M340

					<i>Кваліфікаційна робота</i>			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Коробченко			Розробка системи автоматизації вистоявання тістових заготовок у вистійній шафі на базі ПЛК <i>Modicon M340</i>	Літ.	Арк.	Акрушів
Керівник		Полупан В.В.					27	26
Зав каф		Смітюх Я.В.				<i>НУХТ АК-4-1</i>		
Секретар ЕК		Проскурка Є.С.						

1. Шасі, на яких встановлюються модулі. 2. Модуль живлення, який обов'язково повинен бути присутнім в кожному шасі, і який встановлюється на спеціально відведеному місці у шасі. 3. Модуль розширення для контролерів побудованих на базі декількох шасі. 4. Кабелі розширення BusX, що з'єднує модулі розширення на суміжних шасі. 5. Термінуючі резистори в кінцевих модулях розширення архітектури M340. 6. Процесорний модуль, який обов'язково розміщується в посадочному місці з номером 00 у шасі, яке має номер 0. 7. Модулі вводу/виводу та модулі спеціального призначення, які розміщуються в будь якому посадочному місці.

Основним конструктивним елементом контролера є шасі (рис.2.6). З одного боку, шасі використовується як конструктивний елемент, на якому розміщуються й закріплюються окремі модулі контролера, з іншого – шасі має загальну шину BusX, по якій відбувається як живлення модулів, установлених в шасі, так і обмін сигналами та даними між окремими модулями контролера. Шасі може кріпитися як на стандартну DIN-рейку так і з допомогою гвинтів.

Шасі відрізняються за кількістю місць для встановлення модулів, відповідно на 4 (BMX ХВР 0400), 6 (BMX ХВР 0600), 8 (BMX ХВР 0800) та 12 (BMX ХВР 1200) позицій. У разі необхідності використовувати велику кількість модулів контролер може складатись з декількох шасі (рис.2.). У цьому випадку в роз'єм ХВЕ кожного шасі встановлюються модулі розширення ХВЕ 1000, які з'єднуються BusX кабелем (кутовим BMX ХВС ••К або прямим TSX СВУ ••К, де •• - довжина в дециметрах). Кожен модуль розширення має перемикач за допомогою якого виставляється адреса шасі в діапазоні від 0 до 3. Послідовність адресації шасі може не співпадати з їх фізичним розміщенням, однак процесорний модуль завжди повинен знаходитись в шасі за номером 0. В кінцевих модулях розширення встановлюють термінатори шини TSX TLY EX типу А та В, відповідно у вхідний роз'єм – для першого модуля розширення та вихідний для останнього.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

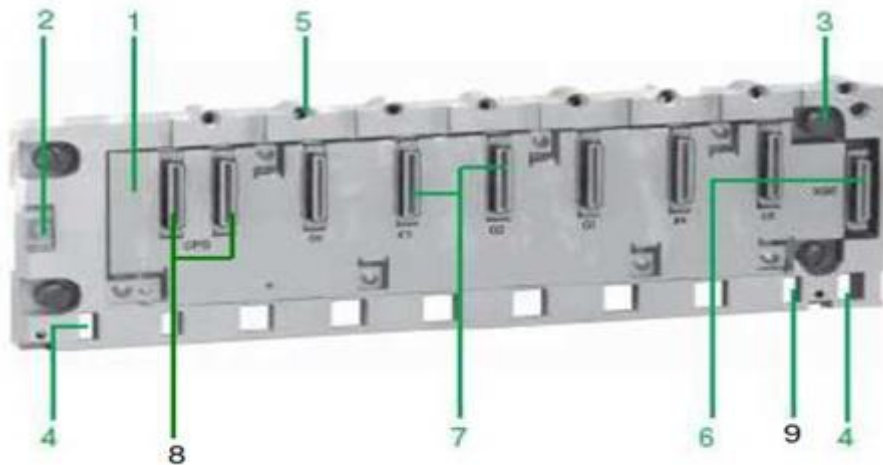


Рис.3.2. Шасі Modicon M340

1. Металева рама. 2. Клема заземлення. 3. Отвори для кріплення шасі. 4. Кріплення для заземлення екранів кабелів. 5. Різьбові отвори під гвинт для закріплення кожного модуля. 6. Роз'єм для модуля розширення (маркований як XBE). 7. Роз'єми для процесорного модуля, модулі вводу/виводу, комунікаційних модулів та модулів спеціального призначення. 8. Роз'єми для модуля живлення (маркований як CPS). 9. Отвори для установочних штирів модулів.

Таблиця 3.1. Загальні характеристики процесорних модулів

Характеристика		BMX P34 1000	BMX P34 2000	BMX P34 2010	BMX P34 2020	BMX P34 2030
Макс. кількість	шасі	2	4			
	дискретних вх+вих.	512	1024			
	аналогових вх+вих	128	256			
	лічильних каналів	20	36			
Об'єм RAM	загальний розмір	2048 Кб	4096 Кб			
	для програм, констант, символів	1792 Кб	3584			
	для даних	128 Кб	256 Кб			
Макс. кількість об'єктів	локалізовані внутрішні біти %Mi	16250	32464			
	локалізовані внутр. слова %MWi		32464			
	нелокалізовані внутрішні дані	128 Кб	256 Кб			
вбудовані комунікації	послідовний RS-485/RS-232C	+	+	+	+	-
	Ethernet TCP/IP	-	-	-	+	+
	CANOpen	-	-	+	-	+

У кожному процесорному модулі M340 є вбудований USB-інтерфейс (рис.3.3., поз 3), який призначений для підключення терміналу програмування (комп'ютер зі встановленим UNITY PRO), а також для з'єднання зі операторськими станціями з встановленим програмним забезпеченням SCADA/HMI, а також з операторськими панелями. Для цього можна використати спеціальний екранований кабель, який поставляється у комплекті з процесорним модулем M340, або стандартний USB кабель з

роз'ємом mini B. У будь якого випадку довжина кабелю не може перевищувати 5 м

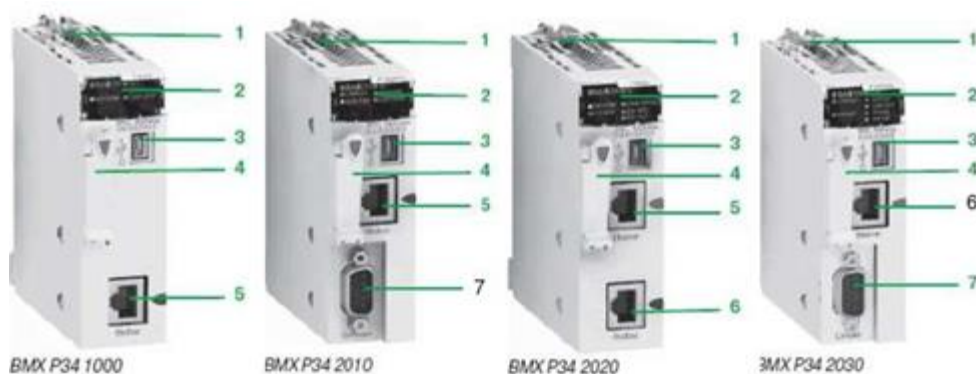


Рис.3.3. Процесорні модулі Modicon M340

1. Гвинт для закріплення модуля на шасі.
2. Блок індикації.
3. Роз'єм USB mini B для підключення терміналу програмування, або засобів SCADA/HMI;
4. Відсік для карти пам'яті;
5. Роз'єм RJ45 для підключення кабелю послідовного інтерфейсу RS-485 та RS-232C, по Modbus RTU/ASCII або символного режиму (маркування чорним кольором);
6. Роз'єм для підключення кабелю Ethernet TCP/IP 10BASE-T/100BASE-TX (маркування зеленим кольором).

У спеціальному слоті (рис.2.7., поз 4) розміщується SD-карта пам'яті.

На карті, що входить у комплект стандартної поставки M340 (об'ємом 8 Мбайт), зберігається загрузочний проект, вбудовані діагностичні Веб-сторінки, а також при необхідності вихідний код проекту, константи та діалогові таблиці. Альтернативний варіант – використання карти обсягом 128 Мб, з підтримкою збереження даних користувача з прикладної програми, а також файлових операцій через FTP Сервер.

Кожний процесорний модуль може вміщувати один або два вбудовані комунікаційні канали з комбінації (рис .14.): послідовний Modbus Serial RS-

									Арк.
									30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Кваліфікаційна робота				

232/RS-485, Ethernet TCP/IP та CANOpen. Крім функцій обміну з іншими пристроями системи, Modbus RTU (Serial) та Modbus TCP/IP (Ethernet) забезпечують доступ терміналу програмування UNITY PRO до контролера.

Дискретні модулі.

Загальна характеристика. Модулі дискретних входів/виходів M340 являють собою стандартні модулі, які займають один слот. Ці модулі відрізняються за типом каналів (вхідні, вихідні, змішані), за кількістю каналів, за типом вхідних та вихідних каналів і за способом підключення. Ці модулі можна встановлювати у будь-яке посадочне місце шасі, окрім місця для живлення (PS) та процесорного модуля.

Типи модулів. Дискретні модулі можуть мати входи/виходи постійного струму (DC) на 24 VDC та 48 VDC з позитивною (sink) або негативною (source) логікою підключення, або змінного струму (AC) на 100-240 VAC.

Таблиця 3.3. Основні технічні характеристики дискретних модулів

Позначення модуля	Кількість каналів	Характеристики каналів	Підключення
Модулі дискретних входів			
BMX DDI1602	16	24 VDC, позитивна логіка	20-конт. з'ємна кол.
BMX DDI1603	16	48 VDC, позитивна логіка	20-конт. з'ємна кол.
BMX DAI1602	16	24 VDC негативна логіка або 24 VAC	20-конт. з'ємна кол.
BMX DAI1603	16	48 VAC	20-конт. з'ємна кол.
BMX DAI1604	16	100..120 VAC	20-конт. з'ємна кол.
BMX DDI3202K	32	24 VDC, позитивна логіка	40-конт. роз'єм
BMX DDI6402K	64	24 VDC, позитивна логіка	два 40-конт. роз'єми
Модулі дискретних входів та виходів (змішані)			
BMX DDM16022	8 Вх	24 VDC, позитивна логіка	20-конт. з'ємна кол.
	8 Вих	24 VDC, захищені, позитивна логіка, 0.5 А	
BMX DDM16025	8 Вх	24 VDC, позитивна логіка	20-конт. з'ємна кол.
	8 Вих	релейні VDC/VAC, незахищені, 2 А	
BMX DDM3202K	16 Вх	24 VDC, позитивна логіка	40-конт. роз'єм
	16 Вих	24 VDC, захищені, позитивна логіка, 0.1 А	
Модулі дискретних виходів			
BMX DDO3202K	32	24 VDC, захищені, позитивна логіка, 0.1 А	40-конт. роз'єм
BMX DDO6402K	64	24 VDC, захищені, позитивна логіка, 0.1 А	два 40-конт. роз'єми
BMX DDO1602	16	24 VDC, захищені, позитивна логіка, 0.5 А	20-конт. з'ємна кол.
BMX DDO1612	16	24 VDC, захищені, негативна логіка, 0.1 А	20-конт. з'ємна кол.
BMX DAO1605	16	тиристорні 100...240VAC, незахищені, 0.6 А	20-конт. з'ємна кол.
BMX DRA0805	8	релейні VDC/VAC, незахищені, 3 А	20-конт. з'ємна кол.
BMX DRA1605	16	релейні VDC/VAC, незахищені, 2 А	20-конт. з'ємна кол.

Доступні модулі з транзисторними або релейними виходами. Виходи можуть бути захищені від короткого замикання. Всі дискретні входи та виходи ізольовані від внутрішньої шини. У таблиці 3 наведені основні технічні характеристики дискретних модулів.

Способи підключення. Дискретні модулі за способом підключення зовнішніх сигналів можуть бути з 20-контактною з'ємною клемною колодкою (рис.6. варіант А) або з 40-контактними з'єднувальними роз'ємами (рис.6. варіант Б).

Для модулів з клемною колодкою (варіант А) додатково замовляється 20-контактна з'ємна клемна колодка ВМХ FTВ 20•0, або готовий кабель, який на одному кінці має клемну колодку, а на іншому вільні провідники (з розпушеними кінцями) з кольоровим маркуванням (рис.2.8, а).



Рис.3.4. Зовнішній вигляд дискретних модулів з різними варіантами підключення

1- корпус; 2- маркування модуля; 3- панель індикації станів каналів;
4 – роз'єм для підключення з'ємної клемної колодки (варіант А) або виносної клемної колодки (варіант Б)

Існують три види 20-контактних клемних колодок:

- гвинтова клемна колодка ВМХ FTВ 2000;
- колодка з гвинтовими зажимами ВМХ FTВ 2010;

- пружинна клемна колодка ВМХ FTB 2020;

З'ємні клемні колодки поставляються з аксесуарами для кодування, що дає можливість забезпечити унікальний механічний ключ для кожної пари – модуль- клемна колодка (рис.3.6.). Іншими словами, кодування виключає можливість підключення клемної колодки, яка була встановлена на модулі до іншого модуля.

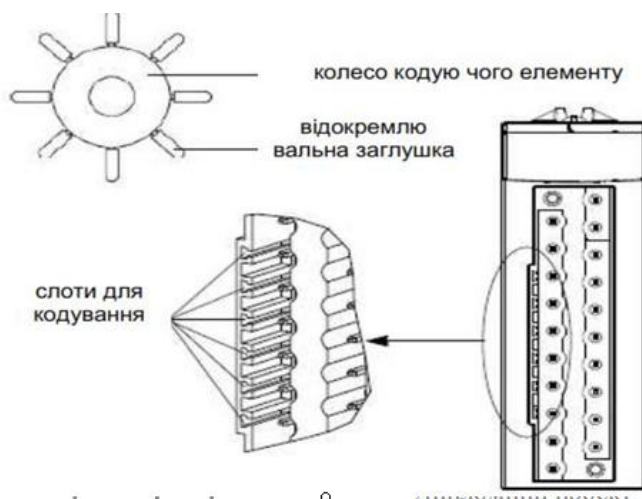


Рис.3.5. Механічне кодування модулів.

Модулі з роз'ємами (варіант Б) на 32 канали мають один 40-контактний роз'єм, на 64 канали – два роз'єми. До таких модулів додатково замовляються спеціальні кабелі з 40-контактним з'єднувачем в одному з двох варіантів:

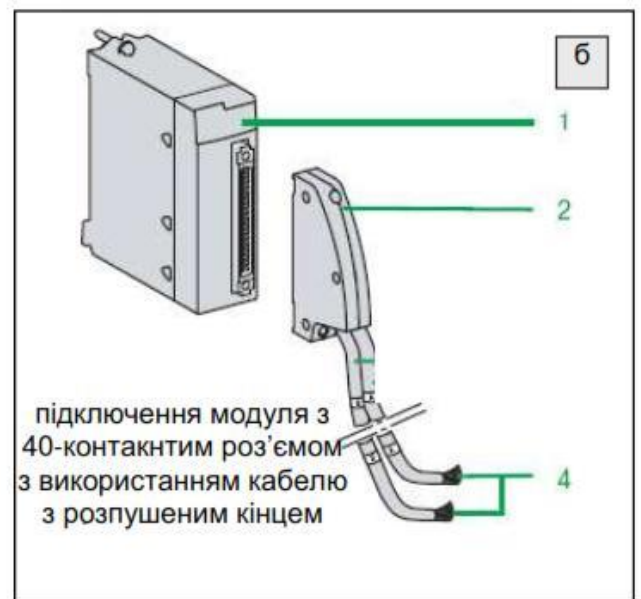
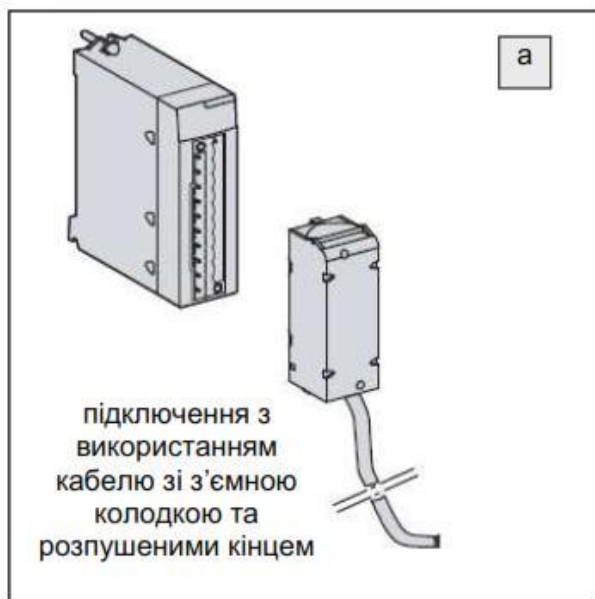
- FCW••3, які з іншого боку мають розпушений кінець з кольоровим маркуванням провідників (рис.3.6. б);
- FCC••3, які з іншого боку мають два з'єднувачі HE10 для підключення до виносних клемних колодок типу Telefast ABE (рис.3.6.в).

Підключення з використанням кабелів з розпушеним кінцем проводиться через додаткову клемну колодку довільного виробника.

Підключення модулів через кабелі з HE10 з'єднувачами проводиться тільки з використанням спеціальних виносних блоків з клемними колодками системи швидкого монтажу Telefast ABE. Schneider Electric пропонує дуже велику гаму блоків Telefast для дискретних модулів, які відрізняються:

- кількістю та типом каналів, які обслуговує даний блок;
- типом клем (гвинтові, пружинні);
- наявністю розподілення живлення;
- наявністю гальванічних розв'язок між каналами, між блоком та дискретним модулем;
- вбудованими додатковими функціями перетворення сигналу (вбудовані або з'ємні твердотільні або електромеханічні реле на різні потужності);
- наявністю додаткових функцій захисту;
- наявністю світлових індикаторів;
- наявністю можливості ручного включення/відключення сигналу;
- іншими додатковими опціями.

Усі блоки Telefast мають змінний плавкий запобіжник, який захищає входи/виходи модуля від перевантаження.



Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Кваліфікаційна робота

Арк.

34

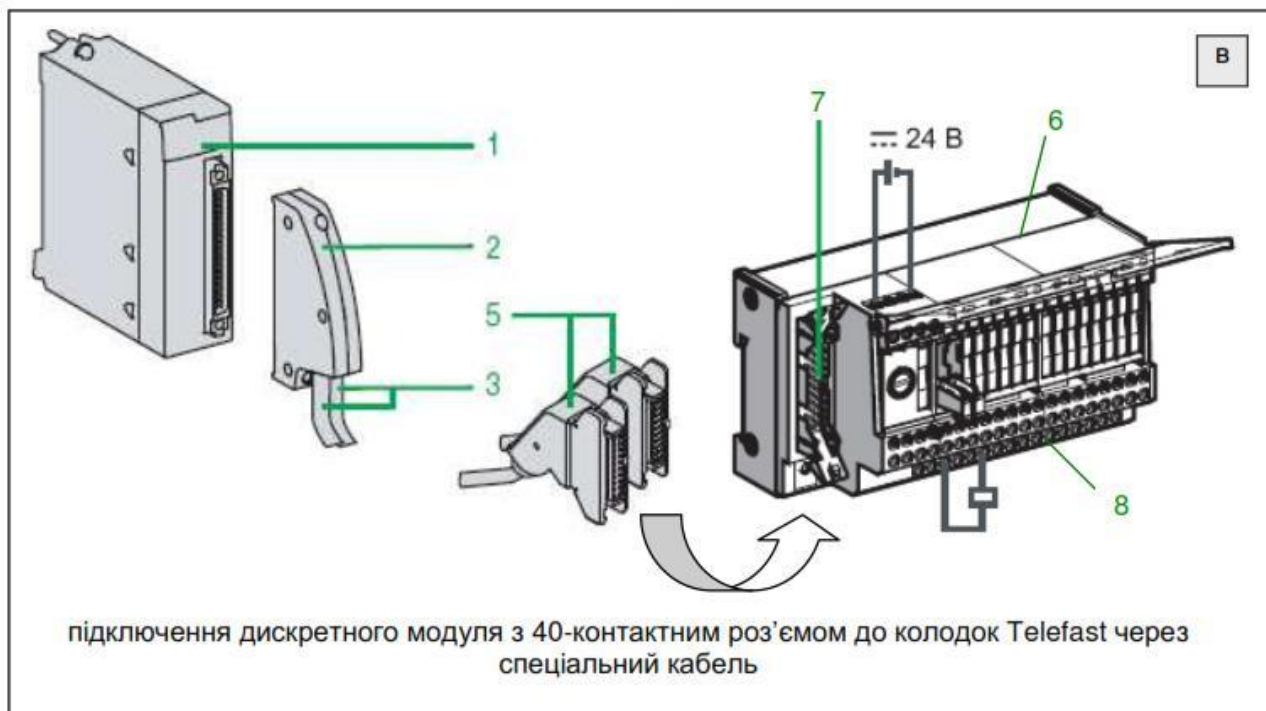


Рис.3.6. Способи підключення технічних засобів до дискретних модулів
 1 - дискретний модуль; 2 - 40-контактний роз'єм; 3 – кабель FCC••3; 4 – розпушений кінець кабеля; 5 – з'єднувачі типу HE10 для підключення до виносних клемних колодок типу Telefast; 6 – виносна клемна колодка типу Telefast; 7 – роз'єм типу HE10; 8 – клеми для підключення зовнішніх сигналів;

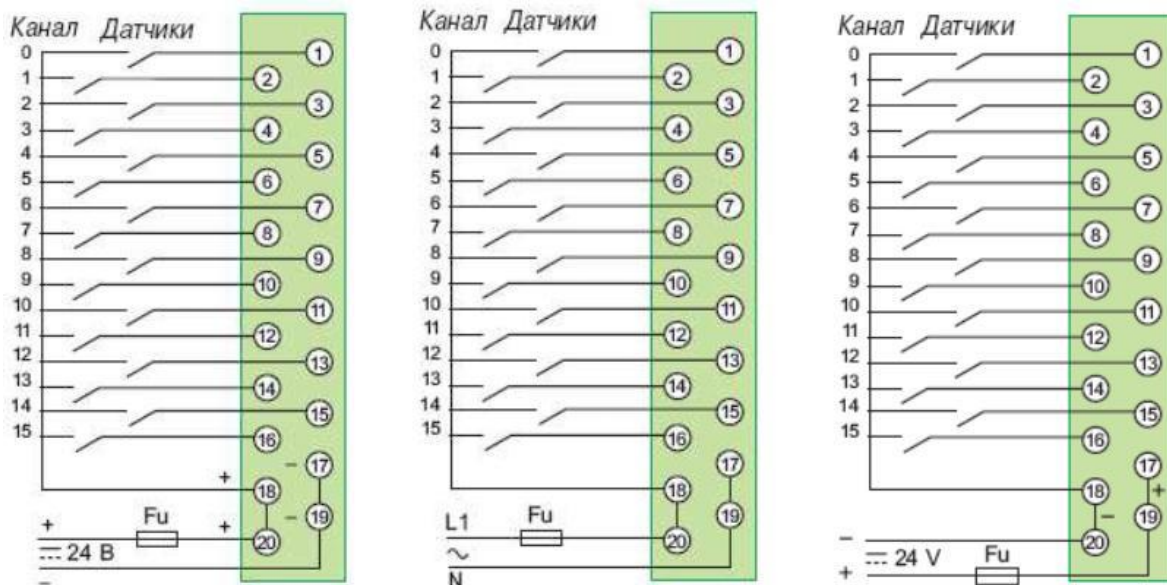
Одним із універсальних блоків Telefast для дискретних входів/виходів є ABE7H16R21, який може підключатися до будь яких модулів з 40-контактним з'єднувачем з використанням кабеля FCC••3 (•• - залежить від довжини кабеля). Він використовується для підключення 16 дискретних входів або 16 дискретних виходів окремими парами гвинтових клем колодки.

Перелік необхідних аксесуарів для дискретних модулів зведений в таблицю 4. У таблиці 4 не наведений перелік аксесуарів для способів підключення кабелів з розпушеним кінцем та клемних колодок з підключенням до Telefast. У таблиці 4 також наведений тільки один варіант блоку Telefast.

Таблиця 3.5. Монтажні аксесуари для підключення кретних модулів

Позначення модуля	Тип підключення	Спосіб підключення
Модулі дискретних входів		
BMX DDI1602	20-контактна з'ємна колодка	з'ємна клемна колодка BMX FTB 20*0
BMX DDI1603	20-контактна з'ємна колодка	з'ємна клемна колодка BMX FTB 20*0
BMX DAI1602	20-контактна з'ємна колодка	з'ємна клемна колодка BMX FTB 20*0
BMX DAI1603	20-контактна з'ємна колодка	з'ємна клемна колодка BMX FTB 20*0
BMX DAI1604	20-контактна з'ємна колодка	з'ємна клемна колодка BMX FTB 20*0
BMX DDI3202K	40-контактний роз'єм	кабель FCC**3 (від 0.5 до 10 м) + Telefast ABE 7H16R21 – 2 шт.
BMX DDI6402K	40-контактний роз'єм	(кабель FCC**3 (від 0.5 до 10 м) + Telefast ABE 7H16R21 – 2 шт.) – 2 комплекти
Модулі дискретних виходів		
BMX DDO3202K	40-контактний роз'єм	кабель FCC**3 (від 0.5 до 10 м) + Telefast ABE 7H16R21 – 2 шт.
BMX DDO6402K	два 40-контактні роз'єми	(кабель FCC**3 (від 0.5 до 10 м) + Telefast ABE 7H16R21 – 2 шт.) – 2 комплекти
BMX DDO1602	20-контактна з'ємна колодка	з'ємна клемна колодка BMX FTB 20*0
BMX DDO1612	20-контактна з'ємна колодка	з'ємна клемна колодка BMX FTB 20*0
BMX DAO1605	20-контактна з'ємна колодка	з'ємна клемна колодка BMX FTB 20*0
BMX DRA0805	20-контактна з'ємна колодка	з'ємна клемна колодка BMX FTB 20*0
BMX DRA1605	20-контактна з'ємна колодка	з'ємна клемна колодка BMX FTB 20*0

Схеми підключення. На рис.3.8-3.10 показані схеми підключення дискретних датчиків та виконавчих механізмів до деяких модулів зі з'ємною клемною колодкою. На рис.21. показана схема підключення до модулів з 40-контактним роз'ємом, на прикладі модуля змішаного типу BMX DDM3202K та блоку Telefast ABE 7H16R21.

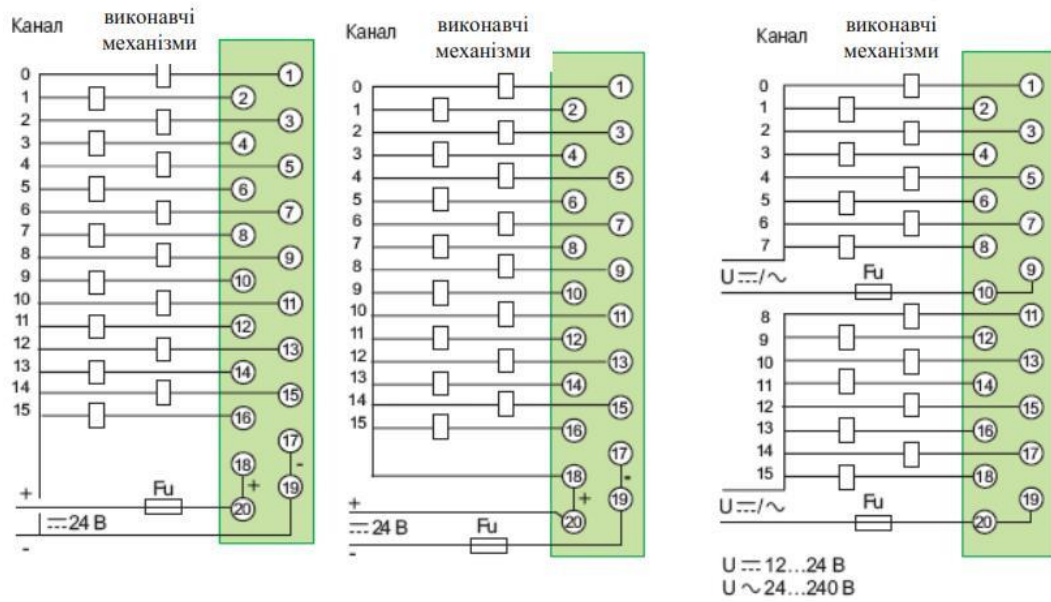


а) BMX DDI 1602 (DC) б) BMX DAI 1602/1603/1604 (AC) с) BMX DAI 1602 (DC нег. логіка)

Рис.3.8. Підключення модулів дискретних входів зі з'ємними колодками

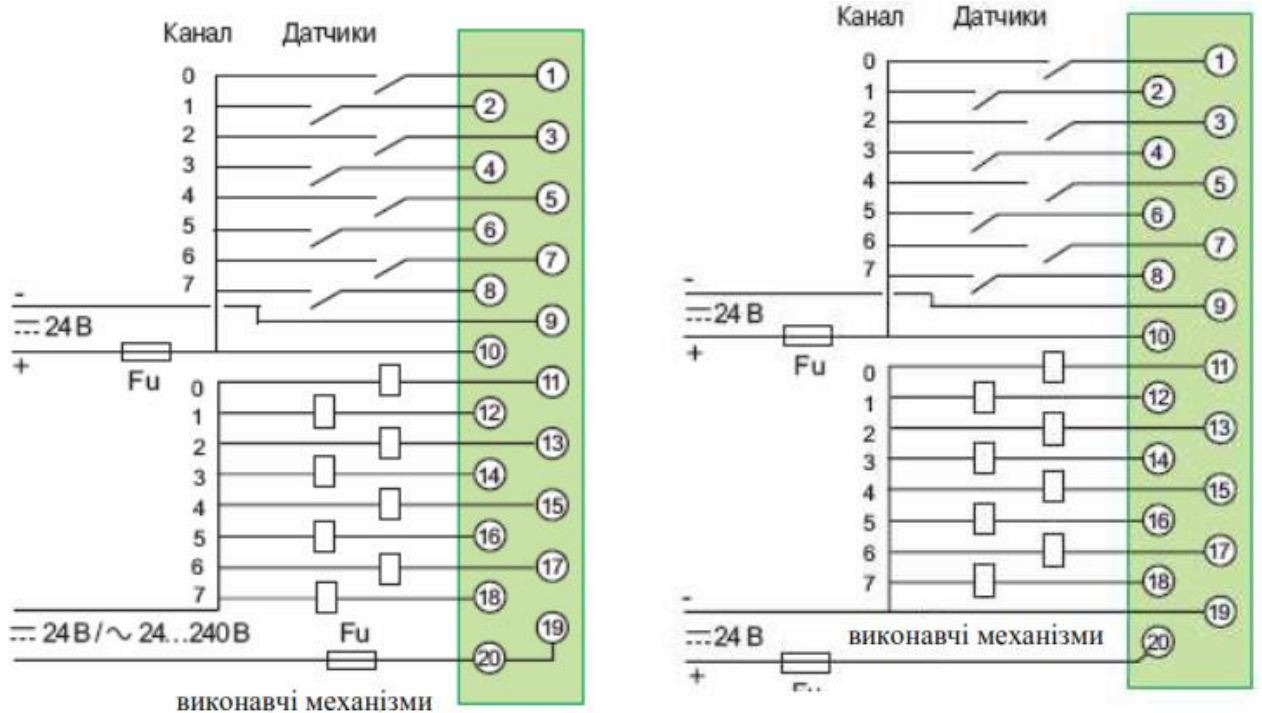
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

BMX DDO 1602 (DC) BMX DDO 1612 (DC негат. логіка) BMX DRA
1605 (реле)



а) BMX DDO 1602 (DC) б) BMX DDO 1612 (DC негат. логіка) в) BMX DRA 1605 (реле)

Рис.3.9. Підключення модулів дискретних виходів зі з'ємними колодками



а) BMX DDM 16025

б) BMX DDM 16022

Рис.3.10. Підключення змішаних дискретних модулів зі з'ємними колодками

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

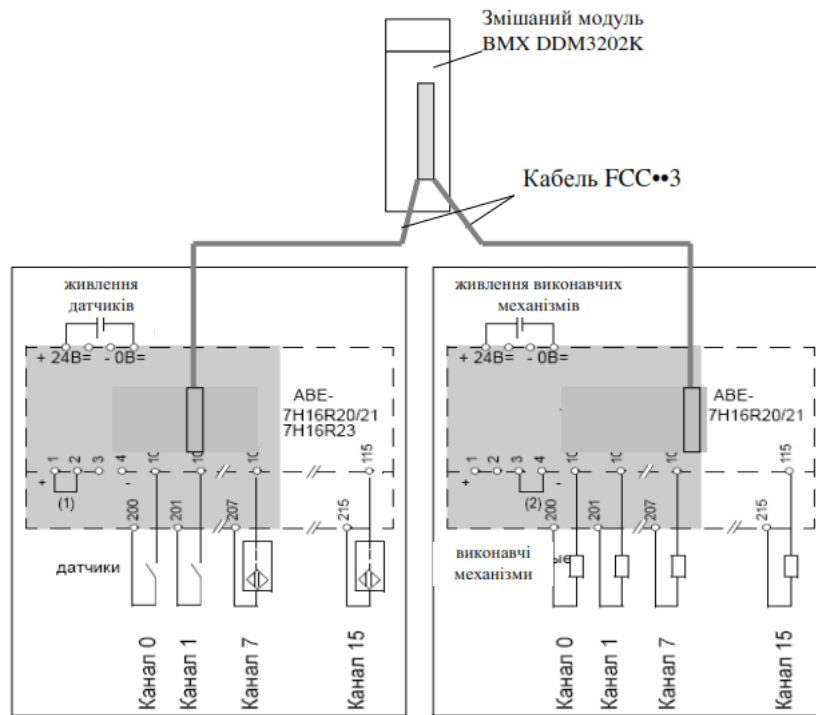


Рис.3.11. Схема підключення датчиків та виконавчих механізмів до Telefast ABE 7H16R21 на прикладі модуля BMX DDM3202K

Аналогові модулі

Загальна характеристика. Модулі аналогових входів/виходів M340 являють собою стандартні модулі, які займають один слот. Як і дискретні модулі, аналогові відрізняються за типом каналів (вхідні, вихідні, змішані), за кількістю каналів, за характеристикою і діапазоном сигналів (напруга, струм, термометри опору, тощо), наявністю гальванічного розподілення і за способом підключення. Ці модулі можна встановлювати у будь-яке посадочне місце шасі, окрім місця для живлення (PS) та процесорного модуля. Дозволяється гаряча заміна модулів (при включеному живленні).
 Типи модулів. Перелік всіх типів аналогових модулів M340 наведений в таб.4.

Таблиця 3.7 .Основні технічні характеристики аналогових модулів

Позначення модуля	Кількість каналів	Діапазон сигналу	Характеристики каналів	Підключення
Модулі аналогових входів				
BMX ART 0414	4	мВ, термометри опору, термопари	16-бітні, ізоляція між каналами, час опитування модуля - 400 мс	40-контактний роз'єм
BMX ART 0814	8	мВ, термометри опору, термопари	16-бітні, ізоляція між каналами, час опитування модуля - 400 мс	40-контактний роз'єм
BMX AMI 0410	4	$\pm 10\text{В}, 0 \dots 10\text{В}, 0 \dots 5\text{В}, 0 \dots 20\text{мА}, 4 \dots 20 \text{ мА}$	16-бітні, ізоляція між каналами, час опитування модуля - 5 мс	20-контактна з'ємна колодка
BMX AMI 800	8	$\pm 10\text{В}, 0 \dots 10\text{В}, 0 \dots 5\text{В}, 0 \dots 20\text{мА}, 4 \dots 20 \text{ мА}$	16-бітні, з загальною точкою підключення, час опитування модуля - 9 мс	28-контактна з'ємна колодка
BMX AMI 810	8	$\pm 10\text{В}, 0 \dots 10\text{В}, 0 \dots 5\text{В}, 0 \dots 20\text{мА}, 4 \dots 20 \text{ мА}$	16-бітні, ізоляція між каналами, час опитування модуля - 9 мс	28-контактна з'ємна колодка
BMX AMO 0210	2	$\pm 10\text{В}, 0 \dots 20\text{мА}, 4 \dots 20 \text{ мА}$	16-бітні, ізоляція між каналами	20-конт. з'ємна кол.
BMX AMO 410	4	$\pm 10\text{В}, 0 \dots 20\text{мА}, 4 \dots 20 \text{ мА}$	16-бітні, ізоляція між каналами	20-конт. з'ємна кол.
BMX AMO 802	8	$0 \dots 20\text{мА}, 4 \dots 20 \text{ мА}$	16-бітні, загальна точка	20-конт. з'ємна кол.

Аналогічно аналоговим модулям Modicon Premium, аналогові вхідні модулі M340 виконують функції:

- сканування вхідних каналів різного діапазону за допомогою безконтактного мультиплексування;
- аналогово-цифрове перетворення;
- фільтрація сигналів;
- моніторинг модуля: тестування ланок перетворення, вхідний контроль перевищування рівня сигналу, тест наявності клемної колодки.

Модулі аналогових виходів виконують функції:

- цифро-аналогове перетворення;
- захист каналів модулів від перевантаження;
- моніторинг модуля: тест перетворення, тест виходу за межі, тест наявності клемної колодки.

Способи підключення. Подібно дискретним модулям за способом підключення зовнішніх сигналів, аналогові модулі можуть бути: з 20-контактною з'ємною клемною колодкою, з 28-контактною клемною

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

колодкою або з 40- контактними з'єднувальними роз'ємами. З'ємні клемні колодки поставляються з аксесуарами для кодування, що дає можливість забезпечити унікальний механічний ключ для кожної пари – модуль-клемна колодка.

Конфігурування МПК MODICON M340

Для управління об'єктом необхідно сконфігурувати МПК який забезпечує підключення:

Таблиця 3.8 Підрахунок сигналів МПК

Вимоги	Кількість або наявність
Живлення ПЛК (24 VDC або 24 VAC)	24
Кількість аналогових входів 4-20 mA	9
Кількість аналогових виходів 4-20 mA	5
Кількість дискретних входів	1
Кількість дискретних виходів	0

Вибір процесорного модуля

Кількість аналогових входів і виходів : 19. Враховуючи кількість каналів вводів/виходів, кількість пам'яті під програму користувача і наявність комунікацій обираємо процесорний модуль VMX P34 1000.

Вибір модулів вводу/виводу

- 4 ВА 4-20 mA – VMX AMI 0800 – 2 шт.
- 8 АВ 4-20 mA – VMX AMO 0410 – 2 шт.
- 16 ДВ 24 VDC - VMX DDI1602 – 1 шт.

Вибір шасі, додаткових модулів та аксесуарів для шасі

Загальна кількість модулів разом з процесором: 1 CPU + 2AI + 2AO+ 1 ВДВ+1БЖ =7. Таким чином мені потрібне лише одне шасі на 12 місць (VMX ХВР 12ЕХ)

Таблиця 3.9. Специфікація на замовлення контролера та комплектуючих

Модулі вводу/виводу		Характеристики
'Найменування	Кількість	
1	2	3
VMX ХВР 12ЕХ Шасі	1	Шасі для встановлення блоку живлення, процесора та модулів розширення

BMX CPS 2000 Блок живлення	1	Напруга живлення 100...240 VAC Загальна корисна потужність (PPS) 20 Вт Потужність на виході 3V3_VAC монтажного шасі 8,3 Вт (2,5 А) Потужність на виході 24V_VAC монтажного шасі 16,5 Вт (0,7 А) Максимальна сумарна потужність на виходах 3V3_VAC та 24V_VAC (P3V3_24V) 16,5 Вт Сумарна корисна потужність на споживання зовнішніми датчиками 24V_SENOSRS 10,8 Вт (0,45 А)
BMX P34 1000 Центральний процесор	1	Макс. кількість шасі: 2 дискретних вх+вих. 512 аналогових вх+вих 128 лічильних каналів 20 Об'єм RAM загальний розмір 2048 Кб Макс. кількість об'єктів: локалізовані внутрішні біти %Mi 16250 локалізовані внутр. Слова %MWi 32464
BMX AMI 0800 Модуль аналогових входів	2	Діапазон сигналу $\pm 10В, 0...10В, 0...5В, ...20мА, 4...20 мА$ Характеристики каналів 16-бітні, ізоляція між каналами, час опитування модуля - 5 мс Підключення 20-контактна з'ємна колодка
BMX AMO 410 Модуль аналогових виходів	2	Діапазон сигналу $\pm 10В, 0...20мА, 4...20 мА$ Характеристики каналів 16-бітні, ізоляція між каналами Підключення 20-конт. з'ємна кол.
BMX DDI1602	1	Модуль на 16 дискретних входів. 24 VDC, позитивна логіка, 0,5 А.
BMX FTB 2010	3	20 контактна з'ємна клемна колодка з гвинтовими зажимами
BMX FTB 2810	2	20 контактна з'ємна клемна колодка з гвинтовими зажимами

3.2 Загальна схема підключення

Принципова схема регулювання представляє вимірювання значень технологічних параметрів, обробку сигналів та за заданим алгоритмом видання керуючої дії для зміни положення регулюючого органу за допомогою виконавчих механізмів з метою цілеспрямованого регулювання відповідного параметру згідно технологічного регламенту виробництва.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

Всі вхідні сигнали від датчиків поступають на вхідні ПЗО (модулі аналогових входів) після чого програмно обробляються і поступають на вихідні ПЗО (модулі аналогових виходів) і виконавчі механізми та двигуни.

Аналоговий сигнал через клемну колодку поступає на сигнальний модуль аналогових входів, після чого оброблюється в центральному процесорі контролера Modicon TSX Premium, де за алгоритмом робочої програми формується керуючий сигнал, що подається на сигнальний модуль аналогових виходів, після якого він здійснює керуючу дію на виконавчий механізм з необхідним устаткуванням (електропневматичні перетворювачі).

В дипломному проекті більшість механізмів приводяться в дію двигунами, тому важливим фактором є принципи керування і комутаційна апаратура, що управляє двигунами.

Всі двигуни трифазні з включенням через частотний перетворювач, та кнопочну станцію, що знаходяться безпосередньо поруч з об'єктом, та можливе вимкнення двигуна дистанційно з дисплейної мнемосхеми. Для зручності, робота всіх двигунів показується на дисплейній мнемосхемі, тому у випадку поломки чи непередбаченої зупинки оператор може вказати обслуговуючому персоналу на несправність того чи іншого двигуна і зупинити роботу апарату чи відділення якщо це необхідно та при відсутності резервних ліній.

В проекті багато механізмів приводяться в дію двигунами, тому важливим фактором є принципи керування і комутаційна апаратура, що управляє двигунами.

Всі двигуни трифазні з включенням через частотний перетворювач, та кнопочну станцію, що знаходяться безпосередньо поруч з об'єктом, та можливе вимкнення двигуна дистанційно з дисплейної мнемосхеми. Для

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

зручності, робота всіх двигунів показується на дисплейній мнемосхемі, тому у випадку поломки чи непередбаченої зупинки оператор може вказати обслуговуючому персоналу на несправність того чи іншого двигуна і зупинити роботу апарату чи відділення якщо це необхідно та при відсутності резервних ліній.

Опис схеми управління електродвигунами з магнітним пускачем

Схему управління електродвигуном М1 при живленні ланцюга управління фазною напругою зображено на рис.1. За даною схемою здійснюється місцеве управління відповідними приводами.

В ручному режимі роботи електродвигуна М1 при натисканні кнопки SB2 (кнопка “Пуск”) напруга 220 В подається на магнітний пускач KV1, як наслідок замикається його контакт KV1, що забезпечує блокування кнопки “Пуск”, тобто при відпусканні цієї кнопки схема продовжує працювати. Це явище називається самопідхватом. Магнітний пускач, в свою чергу, і запускає двигун. При натисканні кнопки SB1 (кнопка “Стоп”) електричний ланцюг розривається, на магнітний пускач не надходить струм, розмикається його само підхват, електродвигун зупиняється.

При перемиканні на автоматичний режим роботи електродвигуна М1 за допомогою ключа SA, управління відбувається дискретним виходом з промислового контролера KV1.

Двигун оснащений тепловим реле для захисту від перегріву. Отже, коли двигун перегрівається, розмикаються нормально замкнені контакти теплових реле КК1, розривається ланцюг і двигун зупиняється.

Принципова схема регулювання представляє вимірювання значень технологічних параметрів, обробку сигналів та за заданим алгоритмом видання керуючої дії для зміни положення регулюючого органу за допомогою виконавчих механізмів з метою цілеспрямованого регулювання відповідного параметру згідно технологічного регламенту виробництва.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

Всі вхідні сигнали від датчиків поступають на вхідні ПЗО (модулі аналогових входів) після чого програмно обробляються і поступають на вихідні ПЗО (модулі аналогових виходів) і виконавчі механізми та двигуни.

До вхідних ПЗО для контурів регулювання в даному випадку відносяться модуль аналогових входів по 8 каналів кожний TSX AEY 800, який призначений для перетворення уніфікованого сигналу 4-20 мА в цифровий сигнал контролера.

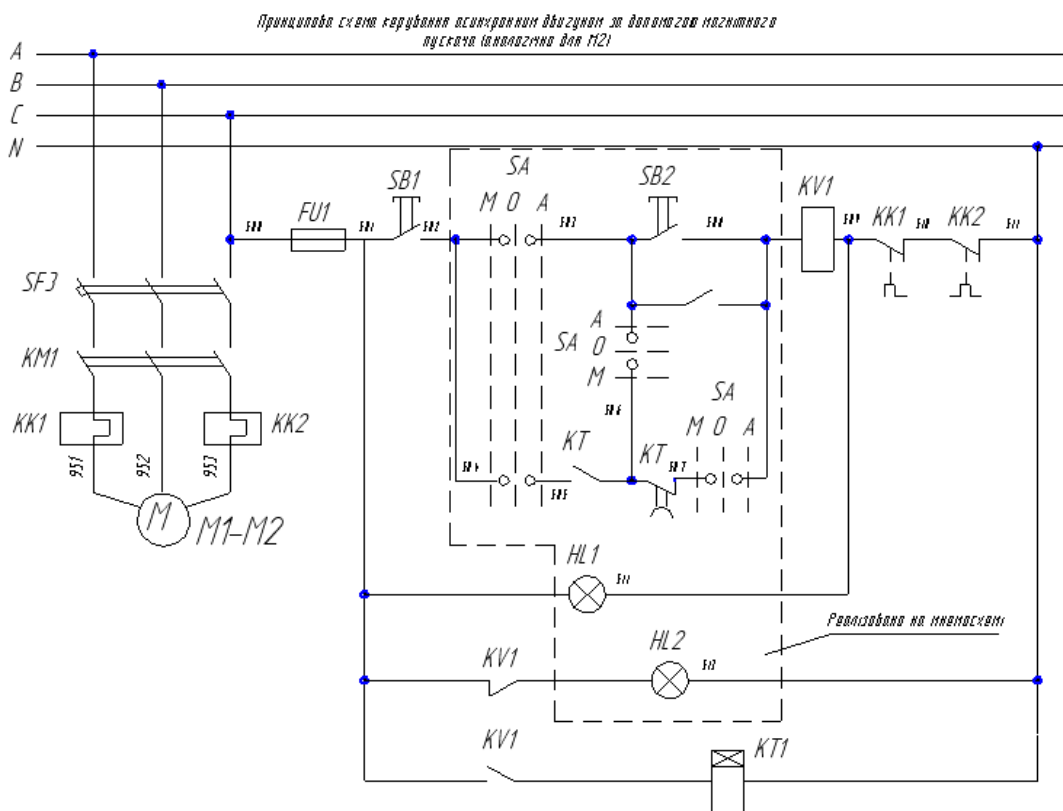


Рис. 3.12 Принципова схема підключення магнітного пускача до асинхронного двигуна

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

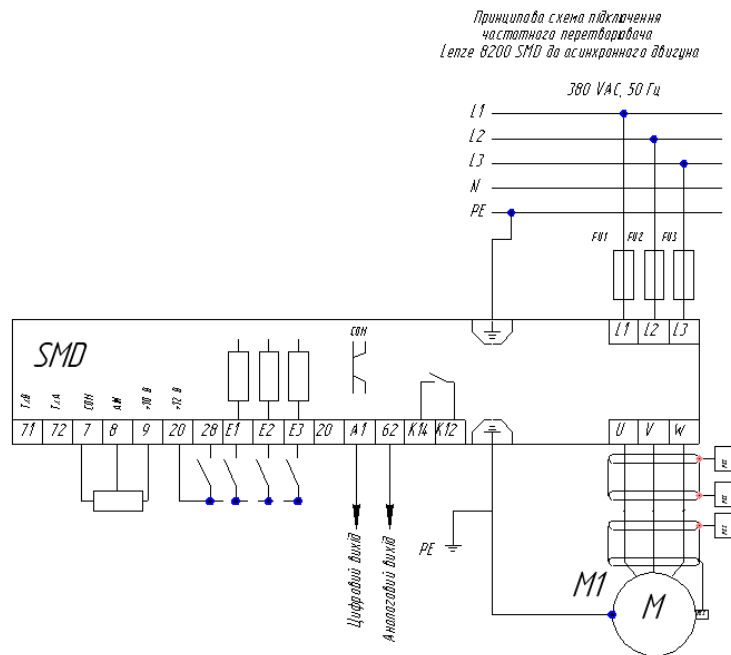


Рис. 3.13 Принципова схема підключення частотного перетворювача Mitsubishi s500 до асинхронного двигуна

3.2. Розширені схеми підключення для окремих контурів

Схема автоматизації окремого контуру

Контури регулювання вологості в камері вистоювання

Вологість вимірюється за допомогою автоматичного вологоміра UAFT/A (7а), Сигнал 4-20 мА із вторинного перетворювача надходить на МПК (аналоговий вхідний модуль), якщо є розузгодження із заданим значенням, то на виході з МПК подається пропорційний управляючий сигнал 4-20 мА, який надходить на вхід блоку ручного управління БРУ 107 (7г). Вихід БРУ-107 з'єднаний із каналом аналогового вхідного модуля. У разі автоматичного режиму сигнал із датчика надходить на БРУ-7, а БРУ-7 «пропускає» його на моду от МПК, не змінюючи його величини. Далі цей сигнал опрацьовується в контролері, якщо є розузгодження, то через модуль аналогових виходів сигнал 4-20 мА надходить на електропневмоперетворювач ЕПП-1211 (7б), який перетворює пропорційний уніфікований струмовий сигнал 4-20 мА в пропорційний уніфікований

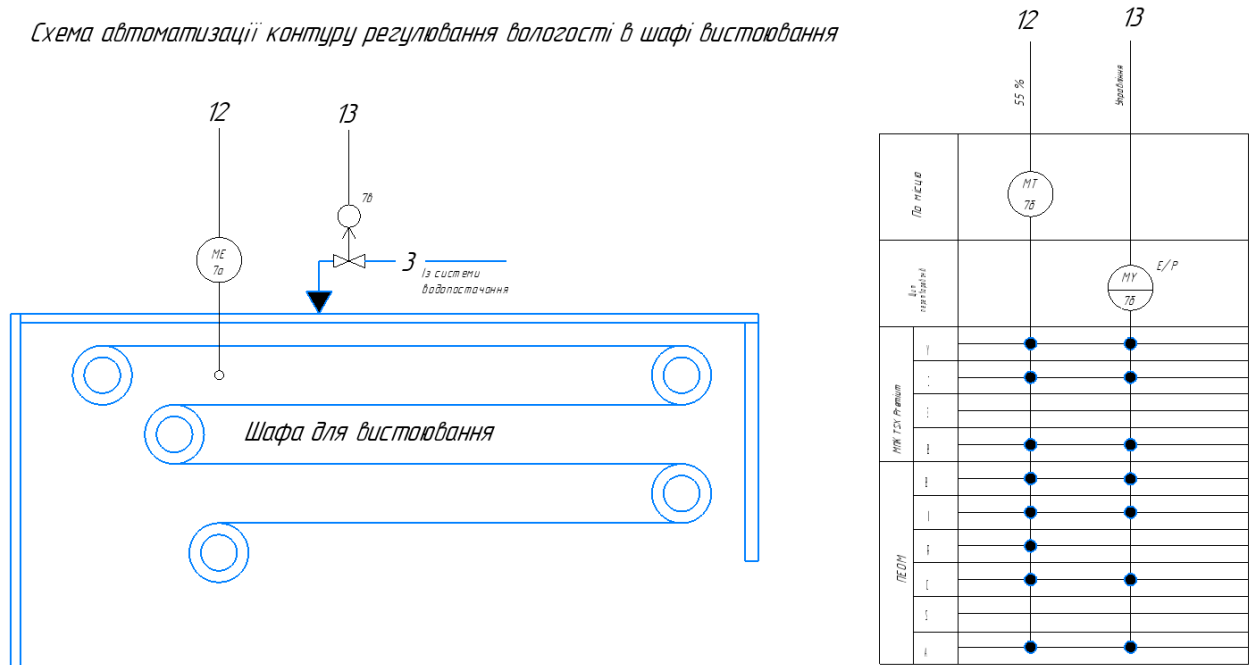
					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

пневматичний сигнал 20-100 КПа, який поступає на пневматичний клапан Метран 8560 (7в), який змінює положення регулюючого органу в діапазоні 0...100%, і змінює подачу аерозолю водяного в шафу для вистоювання тістових заготовок.

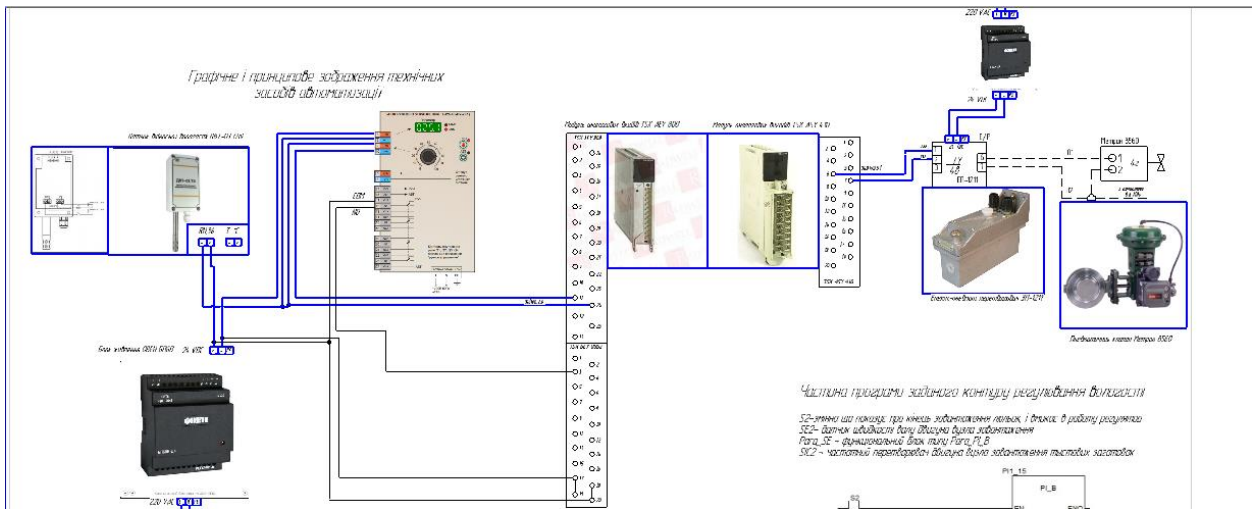
У разі ручного режиму значення вологості задає БРУ-7, таким чином якщо певний час потрібно тримати вологість підвищеною, БРУ-7 задає занижене значення вологості, і таким чином програма відпрацьовує максимальне відкриття клапану подачі аерозолю в шафу вистоювання.

Схема автоматизації контуру регулювання вологості в шафі вистоювання

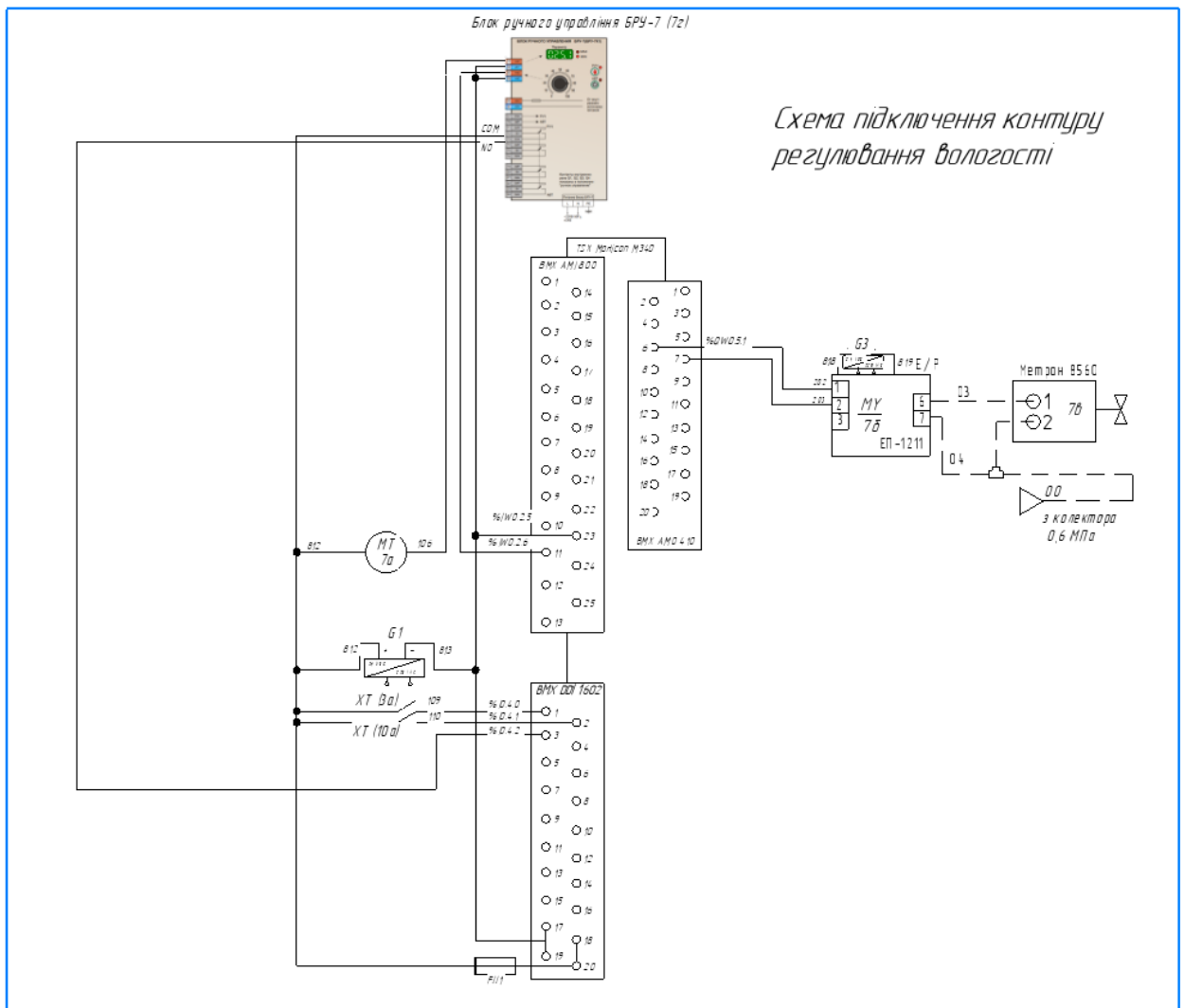
Схема автоматизації контуру регулювання вологості в шафі вистоювання



Графічне зображення з'єднання між собою технічних засобів автоматизації



Принципова схема з'єднання між собою технічних засобів автоматизації



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

Кваліфікаційна робота

Арк.

47

Опис схеми підключення

В якості датчика використовуємо автоматичний вологомір UAFT/A (7а), який надходить на вхід блоку ручного управління БРУ 107 (7г). Вихід БРУ-107 з'єднаний із каналом аналогового вхідного модуля. У разі автоматичного режиму сигнал із датчика надходить на БРУ-7, а БРУ-7 «пропускає» його на моду от МПК, не змінюючи його величини. Далі цей сигнал опрацьовується в контролері, якщо є розузгодження, то через модуль аналогових виходів сигнал 4-20 мА надходить на електропневмоперетворювач ЕПП-1211 (7б), який перетворює пропорційний уніфікований струмовий сигнал 4-20 мА в пропорційний уніфікований пневматичний сигнал 20-100 КПа, який поступає на пневматичний клапан Метран 8560 (7в), який змінює положення регулюючого органу в діапазоні 0...100%, і змінює подачу аерозолу водяного в шафу для вистоювання тістових заготовок.

Для перемикавання режиму «Ручний/Автомат» використовуємо блок ручного управління БРУ-107(8г). Блок ручного управління БРУ-107 призначений для використання в локальних і комплексних системах промислової автоматизації виробничих процесів в якості станції ручного управління аналоговими виконавчими механізмами або ручного задатчика аналогових сигналів з індикацією. Відмінною особливістю блоку БРУ-107 (БРУ-17) є наявність гальванічної ізоляції між входами, виходами, ланцюгом живлення і інтерфейсом.

Блок БРУ-107 призначений для перемикавання ланцюгів управління виконавчими пристроями і механізмами, індикації режимів робіт, вимірювання та індикації одного технологічного параметра.

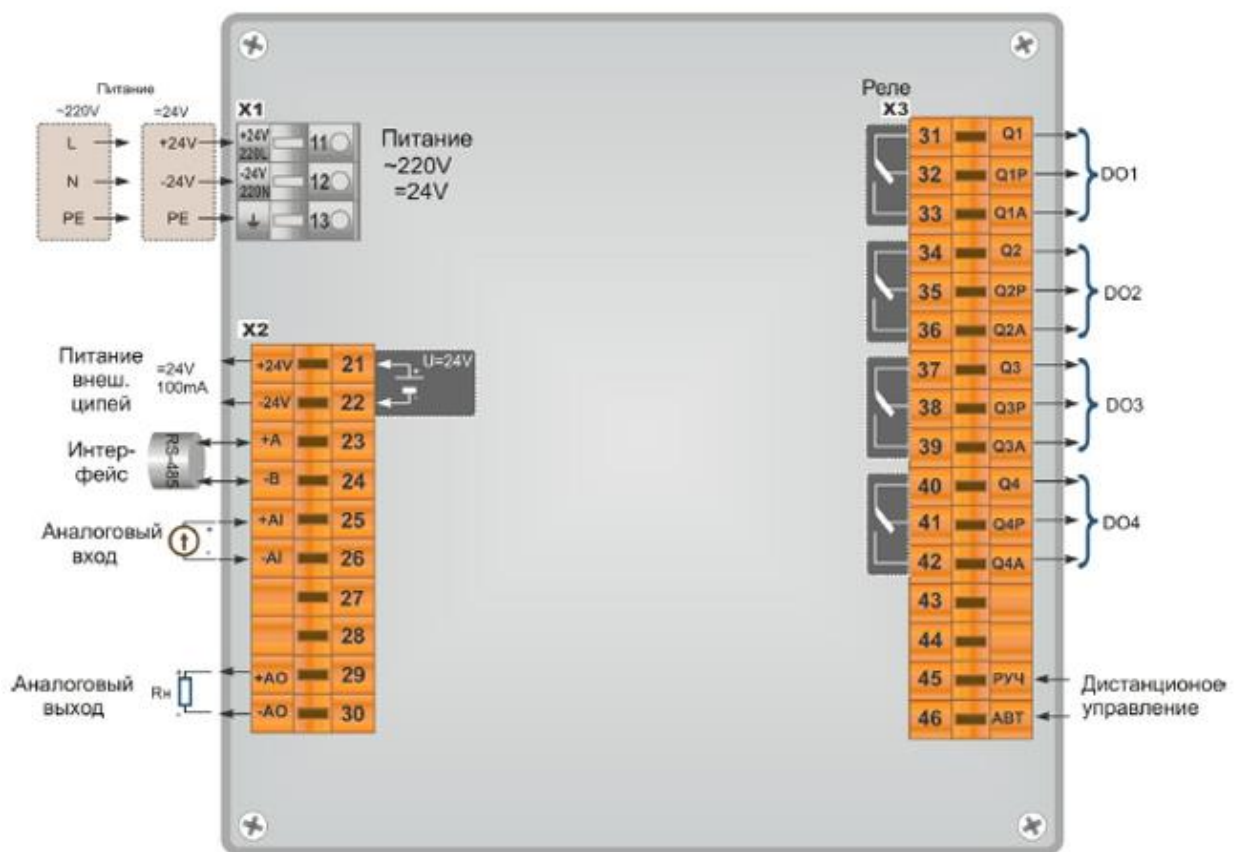
Блок БРУ-107 працює під управлінням сучасного, високоінтегрованого мікроконтролера RISC архітектури, виготовленого за високошвидкісний КМОП технології з низьким енергоспоживанням.

Блок ручного управління БРУ може використовуватися в якості:

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

- Станції ручного управління імпульсним виконавчим механізмом. Є індикація режимів робіт.
- Блок БРУ призначений для вимірювання вхідного фізичного параметра (температура, тиск, витрата, рівень і т. д.), обробки, перетворення і відображення його поточного значення на вбудованому чотирьохрозрядному цифровому індикаторі, а також формування вихідних сигналів технологічної сигналізації, на передній панелі є індикатори для сигналізації технологічно небезпечних зон, сигнали перевищення (заниження) вимірюваного параметра.

Структура БРУ-107



Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Підключення сигналів до БРУ-17 і БРУ-107 здійснюється за допомогою роз'ємів-клем з пружинними сполуками, які встановлюються на задній стінці приладу.

Основні характерні переваги монтажу обладнання з використанням роз'єм-клем:

1. Монтаж проводиться провідниками: одножильними, багатожильними, тонкопроволочними з кінцевими втулкою або з штифтовим наконечником.

Перетин підключаються провідників 0,08 - 2,5 мм².

2. Після монтажу є можливість оперативного демонтажу обладнання без відключення провідників - необхідно тільки відключити роз'єми. Аналогічним чином можливо відключити будь-яку групу сигналів, підключену до одного роз'єму.

3. Якість з'єднання - вібростійкий, забезпечується пружинним соединителем. Не потребує періодичного обслуговування і не залежить від ретельності роботи монтажного та обслуговуючого персоналу.

Технічна характеристика БРУ-107

Аналогові вхідні сигнали

Кількість аналогових входів: 1

Типи вхідних аналогових сигналів:

- уніфіковані

0-5мА ($R_{вх} = 400 \text{ Ом}$), 0 (4) -20 мА ($R_{вх} = 100 \text{ Ом}$), 0-10 ($R_{вх} > 25\text{кОм}$) Роздільна здатність АЦП: 16 розрядів

Гальванічна ізоляція: Входи гальванічески ізольовані від виходів і інших ланцюгів, напруга гальванічної розв'язки не менше 500 В

Межа основної зведеної похибки вимірювання вхідних параметрів: $\leq 0.2\%$ Межа додаткової похибки, викликаного зміною температури навколишнього середовища: $< 0.2\% / 10^\circ \text{C}$

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Період вимірювання, не більше: 0.1 сек

Аналогові вихідні сигнали

Кількість аналогових виходів: 1

Тип вихідного аналогового сигналу: 0-5 мА ($R_n \leq 2\text{кОм}$), 0 (4) -20 мА ($R_n \leq 500\text{ Ом}$), 0-10 ($R_n > 2\text{кОм}$)

Основна приведена похибка формування вихідного сигналу: $\pm 0,2\%$

Цифрова індикація

Точність індикації: $\pm 0,01\%$

Висота цифр світлодіодних індикаторів: 20 мм

Послідовний інтерфейс RS-485

Тип каналу: Асинхронний напівдуплексний (прийом і передача йдуть по одній парі проводів з поділом за часом)

Кількість приймачів: 32 приймача на одному сегменті

Максимальна довжина лінії в межах одного сегмента мережі: 1200 метрів

Кількість активних передавачів: 1 (тільки один передавач активний)

Максимальна кількість вузлів в мережі: 250 з урахуванням магістральних підсилювачів

Вид кабелю: вита пара, екранована вита пара

Гальванічна розв'язка:

інтерфейс гальванічески ізольований від інших входів-виходів і інших ланцюгів (напруга гальванічної розв'язки не менше 500 В)

Протокол зв'язку: Modbus режим RTU (Remote Terminal Unit)

Електричні дані

Напруга живлення БРУ-105:

- змінного струму: від 100 В до 242 В, 50 Гц
- постійного струму: від 15 В до 36 В

Споживана потужність від мережі змінного струму, не більше: $\leq 8.0\text{ ВА}$

Струм споживання по харчуванню 24В, не більше: не більше 160 мА.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

4. Креслення встановлення технічних засобів

Вологість

Вологість повітря, газів, твердих та сипких матеріалів необхідно контролювати в ході різних технологічних процесів, а також під час зберігання продуктів в складських приміщеннях та холодильних камерах.

Вміст вологи в газовому середовищі характеризується абсолютною або відносною вологістю.

Абсолютна вологість газового середовища - це масова кількість (концентрація) водяної пари, що міститься в 1 м³ газового середовища. Одиниці вимірювання абсолютної вологості: кг/м³ або г/м³.

Відносна вологість газового середовища ($\psi, \%$) або степінь його насичення - це відношення абсолютної вологості газового середовища M_A певного об'єму до масової концентрації (кількості) водяної пари M_H , яка насичує це середовище за даної температури.

$$\psi = \frac{M_A}{M_H} 100\%. \quad (8.7)$$

Для вимірювання вологості газових середовищ найбільше використовуються методи: сорбційний, точки роси та психрометричний.

Суть сорбційного методу полягає у використування властивості деяких речовин, із пористою структурою, поглинати вологу на поверхню цих пор із навколишнього газового середовища. І ця поглинута волога знаходиться у стані рівноваги з вологістю контрольованого за вологістю середовища. Кількість води, що адсорбується на поверхні такого ПВП, збільшується із збільшенням вологості газового середовища.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Коробченко			Розробка системи автоматизації вистоявання тістових заготовок у вистійній шафі на базі ПЛК Modicon M340	Літ.	Арк.	Акрушів
Керівник		Полупан В.В.					52	3
Зав каф		Смітюх Я.В.				НУХТ АК-4-1		
Секретар ЕК		Проскурка Є.С.						

Одночасно з цим, змінюються механічні (довжина ПВП, що виготовлений, наприклад, із капронової нитки чи целофану), електричні (електричний опір чи ємність ПВП, який виготовлений, наприклад, із мікропористого ебоніту) , масові, кольорові та інші властивості матеріалу (сорбенту), з якого виготовлений ПВП вологості.

В якості сорбентів використовують також пористе скло, кварц, оксидні алюмінієві плівки, плівки із йодистого срібла , кадмію чи свинцю, або спеціальні ПВП, що заповнені насиченим розчином хлористого літію. На рис.21 наведена схема чутливого елемента сорбційно-електролітичного вологоміра, насиченого розчином хлористого літію.

Існує багато видів вимірювальних перетворювачів з двухпровідно. схемою. Вихідним сигналом є постійний струм від 4 до 20 мА. Вимірювальні перетворювачі з типом вибухозахисту "Іскробезпека" і "вибухонепроникний корпус" можуть монтуватися всередині вибухонебезпечних зон (зона 1) або в зоні 0.

Датчики відносної вологості і температури UAFT/Аекономічні з струмовим виходом. Датчик UAFT/Ає економічним аналогом UAFT/А.Т. Датчик не має індикатора, а по точності відповідає UAFT/А.Т виконання 2.

Датчик має вбудовану систему захисту від конденсації вологи на чутливому елементі (ЧЕВТ). При відносній вологості вище 95% автоматично включається нагрів ЧЕВТ датчика приблизно на 5 ° С вище температури навколишнього середовища. При цьому значення відносної вологості поблизу ЧЕВТ зменшується і запобігається конденсація вологи

Принцип дії датчика

Виміряні значення відносної вологості і температури перетворюються в уніфіковані струмові сигнали 4-20 мА для передачі на видалені прилади контролю.

Переваги:

Низька вартість при високих технічних параметрах;

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Низька інерційність;

Покращена тимчасова стабільність;

Вбудований мікронагрівач ЧЕ для захисту від конденсації

вологи;

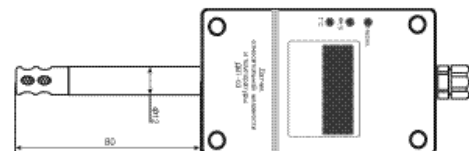
Різні конструктивні виконання;

Акcesуари для монтажу і юстирування датчика.

Взаємозамінний чутливий елемент;

Применение	Конструктивное исполнение
Погрешность преобразования: температуры относительной влажности	H1
Вентиляционные системы	K1, K2, H2
Интеллектуальные здания и офисы, музеи и выставочные залы	KM
Цеха по производству электронных компонентов, ж/б тканей, мед. учреждения	H1
Склады, хранилища	H1
Наружная установка	У

Конструктивное исполнение ДВТ-03.ТЭ, настенное исполнение H1



Наименование	Значение
Габаритные размеры вторичного преобразователя (эл. блока)	115x65x40 мм
Габаритные размеры первичного преобразователя: диаметр зонда длина зонда	12 мм 80 мм
Выходной сигнал	2 x 4...20 мА
Напряжение питания	10...36 В
Диапазон преобразования сигнала в 4...20 мА/раб. диапазон измерения по каналу температуры	-40...+100°C*
Диапазон преобразования сигнала в 4...20 мА/раб. диапазон измерения по каналу влажности	0...100%
Основная абс. погрешность измерений для данного диапазона влажности	10...90% (±3,0%) 0...10% и 90...100% (±4,0%)
Основная абс. погрешность измерений для данного диапазона температуры (без доп. юстировки)	-10... 60°C (±1,5°C) -40...-10°C и +60...+100°C (±2,5°C)
Постоянная времени измерения температуры и относ. влажности при скорости потока воздуха 1 м/с	не более 60 сек. (без защитного фильтра)
Степень защиты первичного преобразователя (сенсора)	IP50
Степень защиты вторичного преобразователя (эл. блока)	IP65
Материал защитного фильтра	Нержавеющая сталь
Масса	не более 240 гр.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Кваліфікаційна робота

Арк.

54

5. Опис спеціального програмного забезпечення для мікропроцесорного контролера (алгоритм та програма для ПЛК).

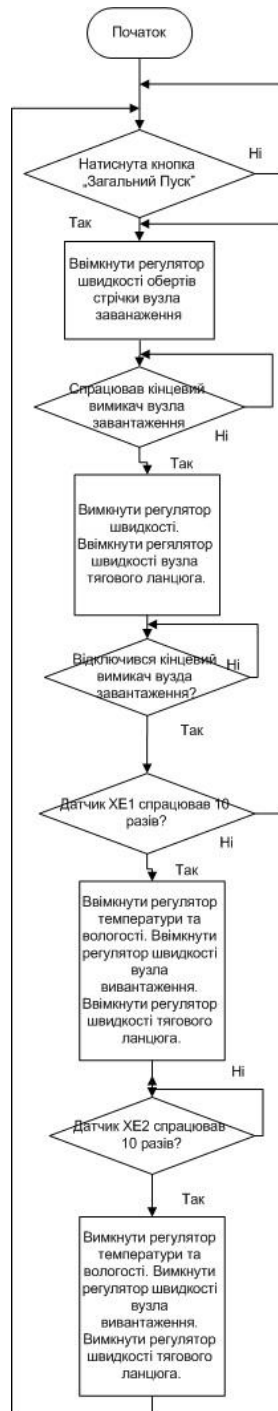


Рис.5.1. Блок-схема алгоритму управління

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	<i>Кваліфікаційна робота</i>					
Розроб.		Коробченко			Розробка системи автоматизації вистоявання тістових заготовок у вистійній шафі на базі ПЛК Modicon M340	Літ.	Арк.	Акрушів		
Керівник		Полупан В.В.					55	4		
Зав каф		Смітюх Я.В.				НУХТ АК-4-1				
Секретар ЕК		Проскурка Є.С.								

В середовищі Unity Pro створюються змінні яким присвоюється значення технологічних параметрів



Variables DDT Types Function Blocks DFB Types				
Filter   Name =				
Name	Type	Address	Value	Comment
LE17	EBOOL			
LE18	EBOOL			
Level1	REAL			
Level2	REAL			
Level3	REAL			
Level4	REAL			
Level5	REAL			
Level6	REAL			
Level7	REAL			
Level8	REAL			
Level9	REAL			
M1	EBOOL			
M2	EBOOL			
M3	EBOOL			
PT1	REAL			
S	BOOL			
S1	BOOL			
S2	BOOL			
S3	BOOL			
S4	BOOL			
S5	BOOL			
S6	BOOL			
S7	BOOL			
S8	BOOL			
S9	BOOL			
Start	EBOOL			
Stop	EBOOL			
TE1	REAL			
TE2	REAL			
WE1	REAL			

Рис 5.2. Анлогові та дискретні змінні

Табл.5.1 Параметри функціонального блока PI_V

Вхідні		
PV	<u>REAL</u>	значення вимірювальної величини (плинне значення)
SP	REAL	задане значення (уставка)
RCPY	REAL	дійсне положення виконавчого механізму (використовується при управлінні серво-ВМ разом з EFB SERVO)
MAN_A UTO	<u>BOOL</u>	Режим роботи ПІ-регулятора: 1 : Автоматичний режим 0 : Ручний режим
PARA	<u>Para PI_V</u>	Параметри регулятора (див. таб.5.2)
TR_I	REAL	Значення ініціалізації
TR_S	BOOL	Команда на включення ініціалізації (1: Включити ініціалізацію)
Вхідні/вихідні		
OUT	REAL	Вихід ПІ-регулятора (в ручному режимі може змінюватися з зовні PI_V)
Вихідні параметри		
OUTD	REAL	різниця між вихідною величиною в плинному і попередньому циклах перерахунку PI_V
MA_O	BOOL	Плинний режим виконання ПІ-регулятора 1: Автоматичний режим 0: інший режим (ручний або режим ініціалізації)
DEV	REAL	Значення розузгодження (PV - SP)
STATUS	<u>WORD</u>	Слово статусу (використовується для контролю за помилками виконання PI_V)

Табл.5.2 Опис структурного типу Para_PI_V

id	<u>UINT</u>	Використовується для алгоритму автопідстройки (AUTOTUNING)
pv_inf	<u>REAL</u>	обмеження по мінімуму вхідної величини завдання
pv_sup	REAL	обмеження по максимуму вхідної величини завдання
out_inf	REAL	обмеження по мінімуму вихідної величини
out_sup	REAL	обмеження по максимуму вихідної величини
rev_dir	<u>BOOL</u>	0: пряма робота ПІ-регулятора (PV-SP) 1: зворотна робота ПІ-регулятора (SP-PV)
en_rcpy	BOOL	1: використати вхід RCPY (тільки для управління серво-ВМ)
kp	REAL	Коефіцієнт пропорційності
ti	<u>TIME</u>	Час інтегрування
dband	REAL	Зона нечутливості
outbias		зміщення виходу регулятора в П-режимі функціонування (при ti=0s)

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Кваліфікаційна робота

Арк.

57

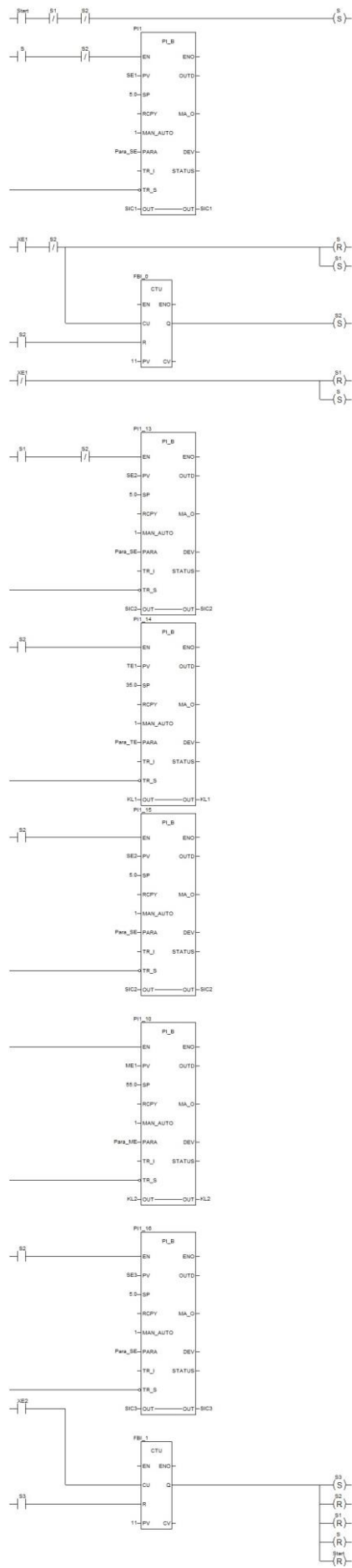


Рис.5.3. Програма ПЛК

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Кваліфікаційна робота

Арк.

58

6. Розробка людино-машинного інтерфейса оператора технолога.

6.1. Переліки вхідних та вихідних сигналів та даних SCADA/HMI.

За допомогою програмного забезпечення Vijeo Citect розробляємо SCADA-систему, яка дасть можливість оператору переглядати перебіг технологічного процесу та значення усіх технологічних параметрів. У вікні «Редактор проектів Citect» описуємо всі змінні, створюємо змінні для трендів, алармів та описуємо настройки до них. В меню «Теги»/«Змінні теги» описуємо всі змінні.

Рис.6.1. Вікно опису змінної

					<i>Кваліфікаційна робота</i>			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Коробченко			Розробка системи автоматизації вистоявання тістових заготовок у вистійній шафі на базі ПЛК Modicon M340	Літ.	Арк.	Акрушів
Керівник		Полупан В.В.					59	6
Зав каф		Смітюх Я.В.				НУХТ АК-4-1		
Секретар ЕК		Проскурка Є.С.						

Таблиця 6.1. Змінні та їх настройки

Ім'я змінного тега	Адреса	Мін. вихідне значення	Макс. вихідне значення	Мін. значення в одиницях виміру	Макс. значення в одиницях виміру	Тип даних
1	2	3	4	5	6	7
SE1	%IW0.2.0	0	10000	0	1000	INT
SE2	%IW0.2.1	0	10000	0	1000	INT
SE3	%IW0.2.2	0	10000	0	1000	INT
TE1	%IW0.2.3	0	10000	0	100	INT
TE2	%IO.2.4	0	10000	0	100	INT
TE3	%IO.2.5	0	10000	0	100	INT
ME1	%IO.2.6	0	10000	0	60	INT
ME2	%IO.2.7	0	10000	0	60	INT
ME3	%IO.3.0	0	10000	0	60	INT
KL1	%QW0.5.0	0	10000	0	100	INT
KL2	%QW0.5.1	0	10000	0	100	INT
M1	%QW0.5.2	0	10000	0	650	INT
M2	%QW0.5.3	0	10000	0	650	INT
M3	%QW0.6.0	0	10000	0	650	INT

В меню «Теги»/« Теги Тренда» описуємо всі змінні, що будуть використовуватись в трендах.

Рис.6.2. Вікно опису змінної для тренду

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Кваліфікаційна робота

Арк.

60

В меню «Аларми»/«Аналогові аларми» описуємо аналогові аларми.

Рис.6.3. Вікно опису аналогового аларму

Таблиця 6.2. Аларми аналогові

Тег аларма	Ім'я аларма	Змінний тег	Критично низький	Критично високий
1	2	3	4	5
A_ME_1	Вологість в першій зоні шафи вистоювання	ME1	20	75
A_TE_1	Температура в першій зоні шафи вистоювання	TE1	10	45

В меню «Аларми/Категорій алармів» описуємо як будуть відображатись аларми:

Номер категории	<input type="text" value="1"/>	Приоритет	<input type="text" value="1"/>
Вывод на странице алармов	<input type="text" value="TRUE"/>	Вывод на сводной странице	<input type="text" value="TRUE"/>
	Неквитированный		Квитированный
Шрифт для неактивных алармов	<input type="text" value="Alarm1nekvitnea"/>		<input type="text" value="Alarm1kvit"/>
Шрифт для активных алармов	<input type="text" value="Alarm1nekvita"/>		<input type="text" value="Alarm1kvit"/>
Шрифт для заблокированных алармов	<input type="text" value="Alarm1kvit"/>		
Действие при возникновении аларма	<input type="text"/>		
Действие при сбросе аларма	<input type="text"/>		
Действие при подтверждении аларма	<input type="text"/>		
Формат аларма	<input type="text" value="{TAG,16}^v {NAME,12}^v {DESC,32}^v {ERRPAGE,20}^v {ERRDESC,20}"/>		
Сводный формат	<input type="text" value="{TAG,16}^v {NAME,12}^v {COMMENT,32}^v {ERRPAGE,20}^v {ERRDESC,20}"/>		
Устройство сводной информации	<input type="text"/>	Регистрировать переходы алармов	
Устройство логов	<input type="text"/>	<input type="text" value="ON"/>	<input type="text" value="OFF"/>
Комментарий	<input type="text" value="Аларми вищого пріорітету"/>		
<input type="button" value="Добавить"/> <input type="button" value="Заменить"/> <input type="button" value="Удалить"/> <input type="button" value="Справка"/>			
Запись : 1			

Рис.6.3. Вікно опису категорії алармів

В меню «Система»/«Користувачі» створюємо запис користувача.

Имя пользователя	<input type="text" value="Babych"/>
Полное имя	<input type="text"/>
Пароль	<input type="text"/>
Подтверждение пароля	<input type="text"/>
Роли	<input type="text" value="Alarm"/>
Тип	<input type="text"/>
Комментарий	<input type="text"/>
<input type="button" value="Добавить"/> <input type="button" value="Заменить"/> <input type="button" value="Удалить"/> <input type="button" value="Справка"/>	
Запись : 1	

Рис.6.4. Вікно створення запису користувача

6.2. Відеокадри дисплейних мнемосхем оператора

Тут відображається дані з датчиків, відкриття чи закриття клапанів, кнопки запуску та зупинки, анімаційне відображення переходу на наступну стадію технологічного процесу. Оператор слідкує за перебігом технологічного процесу з робочого місця оператора. В разі необхідності оператор може перейти до ручного, або автоматичного режиму управління.

Для переходу в ручний чи автоматичний режим роботи оператор повинен натиснути на кнопку яка відповідає за той чи інший режим. Оператор може змінювати ступінь відкриття клапанів, оберти двигуна. Для того щоб на виробництві не сталася аварія і не порушився перебіг технологічного процесу на екрані оператор може спостерігати за значенням параметрів і як тільки це значення цього параметру перевищить максимальні допустимі значення то оператор побачить зміну кольору цього параметру. Якщо параметр буде більше ніж граничне значення то колір буде червоним, якщо ж нижче – то жовтим. Двигуни коли працюють мають зелений колір, якщо двигун вимкнений і готовий до роботи – білий.

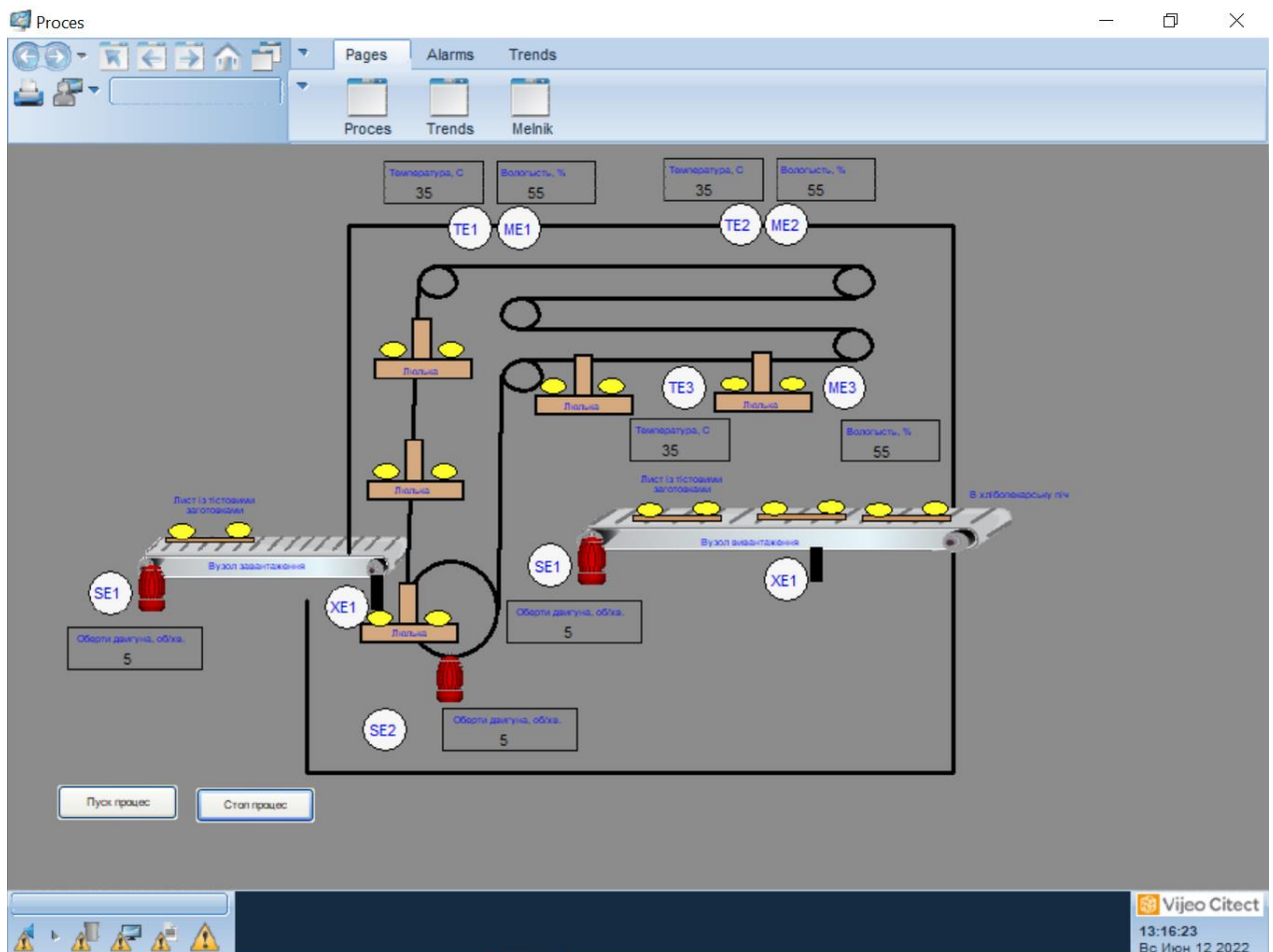


Рис.6.5. Мнемосхема відділення

На сторінці Alarm ми можемо налаштувати, змінювати аларми, дивитися історію в вікнах алармових повідомлень:

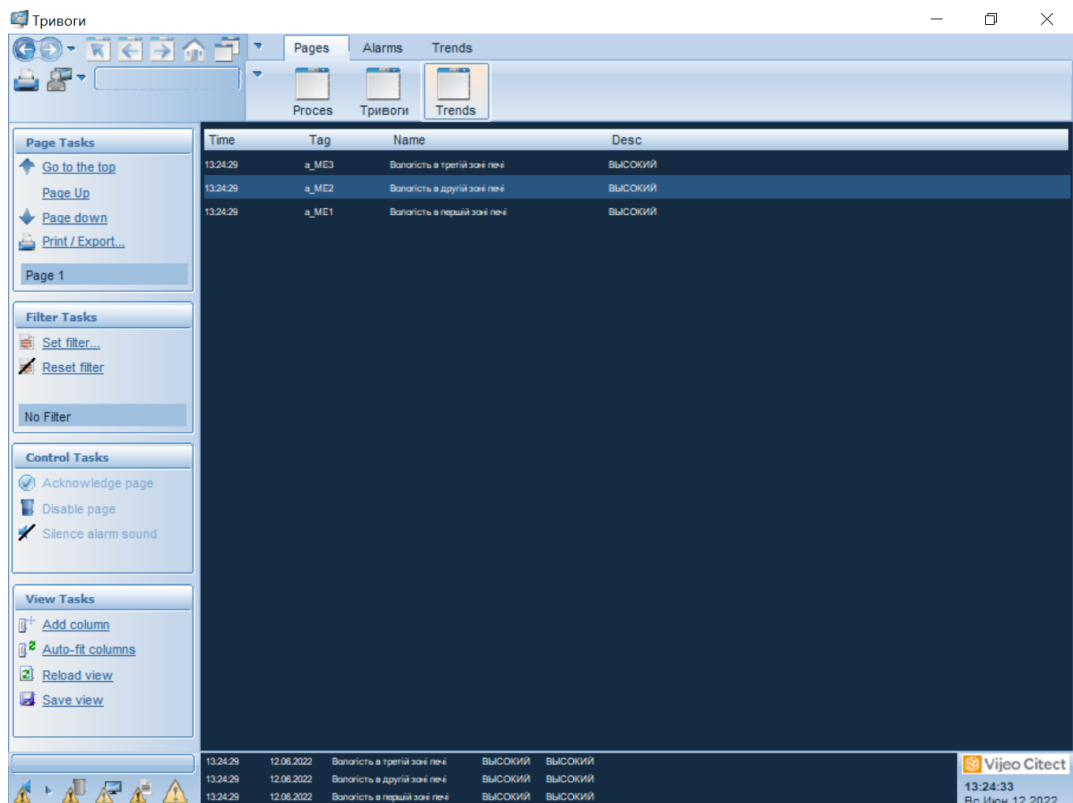


Рис.6.6. Вікно алармів

На сторінці Trend ми можемо спостерігати за графіком змінної та налаштувати її: Можна подивитись архівні записи які зберігаються в пам'яті.

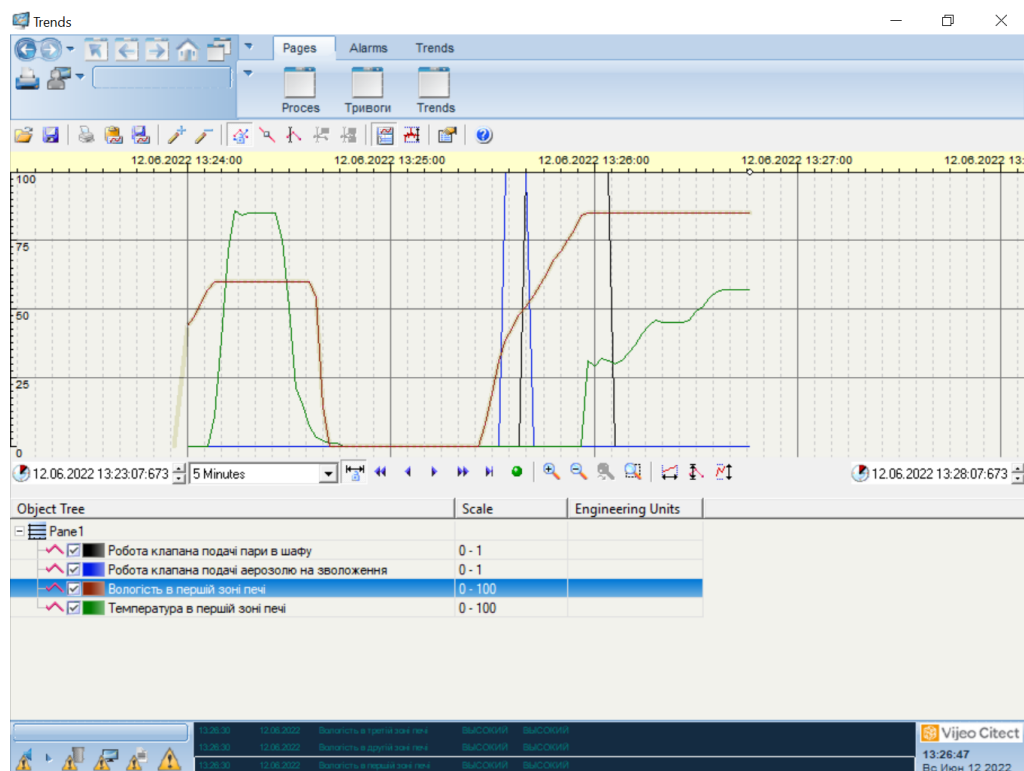


Рис.6.7. Вікно трендів

Висновки

При роботі над кваліфікаційною роботою було зібрано багато інформації про відділення вистоювання тіста, на основі якої було розроблено функціональну схему автоматизації, в якій передбачено контроль і регулювання таких параметрів:

- регулювання температури в шафі вистоювання;
- регулювання вологості в шафі вистоювання;
- регулювання шв. руху люльок із заготовками ;

Важливим рішенням в даному дипломному проекті було використання механізмів електричних обертів, при регулювання надходження сировини в дозатор. Їх перевагою є менша вартість в порівнянні із пневматичними клапанами, та менші затрати енергії при регулювання, оскільки електричне регулювання процесом є менш затратним ніж пневматичне.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		65

Бібліографічний список

1. Автоматизація виробничих процесів: підручник / І.В. Ельперін, О.М. Пупена, В.М. Сідлецький, С.М. Швед. — К. : Видавництво Ліра-К, 2015. — 378 с.
2. Ладанюк А.П. Теорія автоматичного керування технологічними об'єктами: навчальний посібник / А.П. Ладанюк, Архангельська К.С., Власенко Л.О.— К.: НУХТ, 2014. —274 с.
3. Трегуб В.Г. Проектування систем автоматизації: навчальний посібник / В.Г. Трегуб. — К. : Видавництво Ліра-К, 2014. — 344 с.
4. Трегуб В.Г. Основи комп'ютерно-інтегрованого управління: навчальний посібник / В. Г. Трегуб.— К.: НУХТ, 2006 – 139 с.
5. Гончаренко Б.М. Автоматизація виробничих процесів харчових технологій [Текст]: підручник / Б.М. Гончаренко, А.П. Ладанюк. — К. : НУХТ, 2014. – 600 с.
6. Системний аналіз складних систем управління: навчальний посібник / А.П. Ладанюк, Я.В. Смітюх, Л.О. Власенко, Н.А. Заєць, І.В. Ельперін. – К., НУХТ, 2013. – 276 с.
7. Ладанюк А.П. Конспект лекцій з дисципліни «Теорія автоматичного керування», ч.1 / А.П. Ладанюк. – К.: НУХТ, 2004. – 184 с.
8. Ладанюк А.П. Конспект лекцій з дисципліни «Теорія автоматичного керування», ч.2 / А.П. Ладанюк. – К.: НУХТ, 2005. – 115 с.
9. Гончаренко Б.М. Цифрові системи керування: навчальний посібник / Б.М. Гончаренко, О.П. Лобок, А.П. Ладанюк. – Вінниця: Нова книга, 2007.— 160 с.
10. Автоматизоване управління технологічними процесами. Конспект лекцій до вивчення дисципліни для студентів спеціальності 6.08040 „Інформаційні управляючі системи та технології” напряму підготовки 0804 “Комп'ютерні науки” ден. та заоч. форм навчання/ Уклад.: І.В.Ельперін, С.М.Швед – К: НУХТ, 2007. – 71 с.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		66

11. Луцька Н.М. Оптимальні та робастні системи керування технологічними об'єктами : монографія / Н.М.Луцька, А.П.Ладанюк. – К. : Видавництво Ліра-К, 2015. – 288 с.
12. Ельперін І.В. Промислові контролери [Текст]: навчальний посібник / І.В. Ельперін. – К.: НУХТ, 2003. – 320 с.
13. Пупена О.М. Контролери та їх програмне забезпечення. Курс лекцій для студ. напр. 6.50202 "Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології" денної та заочної форм навчання. Частина 3. / О.М. Пупена, І.В. Ельперін. – К.: НУХТ, 2011. – 48 с.
14. Промислові мережі та інтеграційні технології в автоматизованих системах [Текст]: навчальний посібник / А.М. Пупена, І.В. Ельперін, Н.М. Луцька, А.П. Ладанюк. – К.: Вид-во «Ліра-К», 2011. – 552 с.
15. Пупена О.М. Програмування промислових контролерів у середовищі UNITY PRO [Текст]: Навч. посібник / О.М. Пупена, І.В. Ельперін. – К.: Видавництво Ліра – К, 2013. – 376 с.
16. Пупена О.М. Промислові мережі та інтеграційні технології: курс лекцій для студ. напряму 6.050202 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» денної та заочної форм навчання. / О.М. Пупена. – К.: НУХТ, 2011. – 67 с.
17. Ладанюк А.П. Сучасні технології конструювання систем автоматизації складних об'єктів (мережеві структури, адаптація, діагностика та прогнозування) : монографія / А.П.Ладанюк, Заєць Н.А., Л.О.Власенко. – К. : Видавництво Ліра-К, 2016. – 312 с.
18. Трегуб В.Г. Автоматизація об'єктів періодичної дії: підручник / В.Г. Трегуб. – Київ: Видавництво Ліра-К, 2017. – 136 с.
19. Інноваційні технології в управлінні складними біотехнологічними об'єктами агропромислового комплексу [Текст]: монографія / А.П. Ладанюк, В.М. Решетюк, В.Д. Кишенько, Я.В. Смітюх. – Київ: Центр учбової літератури, 2014. – 280 с.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		67

20. Innovative energy-saving technologies in biotechnological objects control / A. Chochowski, I. Chernyshenko, V. Kozyrskiy, V. Kyshenko, A. Ladaniuk, V. Lysenko, V. Reshetiuk, I. Smitiukh, V. Shtepa, V. Shcherbatiuk. - K.: Tsentr Uchbovnoi Literatury, 2014.- 240 p.
21. Сучасні методи автоматизації технологічних об'єктів [Текст] : монографія / А.П. Ладанюк, О.А. Ладанюк, Р.О. Бойко, В.В. Іващук, Д.О. Кроніковський, Д.А. Шумигай. – К.: Інтер Логістик Україна, 2015. – 408 с.
22. Ладанюк А.П. Сучасні технології конструювання систем автоматизації складних об'єктів (мережеві структури, адаптація, діагностика та прогнозування) [Текст]: монографія / А.П. Ладанюк, Н.А. Заєць, Л.О. Власенко. - К.: Видавництво Ліра-К, 2016. – 312с.
23. Методи сучасної теорії управління [Текст]: навчальний посібник / А.П. Ладанюк, В.Д. Кишенько, Н.М. Луцька, В.В. Іващук.– К.: НУХТ, 2010. – 196 с.
24. Системний аналіз складних систем управління [Текст]: навчальний посібник / А.П. Ладанюк, Я.В. Смітюх, Л.О. Власенко, Н.А. Заєць, І.В. Ельперін. - К.: НУХТ, 2013. – 274 с.
25. Системний аналіз складних систем управління. Практикум. [Текст]: навчальний посібник / А.П. Ладанюк, Я.В. Смітюх, Л.О. Власенко, Н.А. Заєць, І.В. Ельперін. – К.: НУХТ, 2014. – 157 с. (№37.49 - 02.07.2014)
26. Методи сучасної теорії управління [Текст] : підручник / А.П. Ладанюк Н.М. Луцька, В.Д. Кишенько, Л.О. Власенко, В.В. Іващук. – К.: Видавництво Ліра-К, 2018. – 368 с.
27. Ладанюк А.П. Методологія наукових досліджень [Текст]: навчальний посібник / А.П. Ладанюк, Л.О. Власенко, В.Д. Кишенько. – К.: Видавництво Ліра-К, 2018. – 352 с.
28. Пупена О. М. Програмування промислових контролерів у середовищі Unity Pro [Текст]: навчальний посібник / О. М. Пупена, І. В. Ельперін. — Київ : Ліра-К, 2015. — 376 с.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		68

29. Сценарний підхід при автоматизації технологічних процесів [Текст]: монографія / Я.В. Смітюх, А.П. Ладанюк, В.Д. Кишенько, Б.М. Гончаренко . – LAP LAMBERT Academic Publishing, 2019. – 173 с. – ISBN: 978-613-9-87035-6
30. Оптимізація процесів переробки сільськогосподарської сировини [Текст]: монографія / В.О. Мірошник В.О., М.А. Гачковська, В.Д.Кишенько, О.В. Грабовська.– К.:ЦП “Компринт”, 2019.– 479 с.
31. Кишенько В. Д. Ідентифікація та моделювання об'єктів автоматизації [Текст]: конспект лекцій для студ. спец. 6.092500 "Автоматизовані системи управління технологічними процесами", 6.092500 "Комп'ютерно- інтегровані процеси та виробництва" напряму 0925 ден. та заоч. форм навч. / В. Д. Кишенько. – К. : НУХТ, 2007. — 102 с.
32. Кишенько В. Д. Інтелектуальні системи [Текст]: конспект лекцій для студ. спец. 6.092500 "Автоматизовані системи управління технологічними", 6.092500 "Комп'ютерно-інтегровані процеси та виробництва" напряму 0925 "Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології" ден. та заоч. форм навч. / В. Д. Кишенько. – К. : НУХТ, 2008. — 133 с.
33. Кишенько В.Д. Інтелектуальні системи. Практикум [Електронний ресурс]: навчальний посібник / В. Д. Кишенько, Ю. О. Самойленко, Я. В. Смітюх. – Київ : НУХТ, 2017. — 67 с.
34. Кишенько В.Д. Моделювання систем [Електронний ресурс]: конспект лекцій для студ. освіт. ступ. "Магістр" спец. 151 "Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології" спеціал. "Автоматизація та інтелектуальні системи керування технологічними комплексами" ден. форми навч. / В. Д. Кишенько. – К. : НУХТ, 2016. — 205 с.
35. Романов М.С. Синергетичні основи сталого інноваційного розвитку харчової промисловості [Текст]: концептуальний підхід, наукове видання / М.С. Романов. – К.: НУХТ, 2019. – 71 с.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		69