

**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
технології»
(код та назва спеціальності)

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

на тему: Розробка системи автоматизації процесу виготовлення пивного суслу
та його виброджування

Виконав: здобувач 4 курсу, групи АК-4-2ск

_____ Сухоставець Денис Віталійович
(прізвище, ім'я, по батькові повністю) (підпис)

Керівник Сідлецький Віктор Михайлович
(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 С. В. 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

Сухоставець Денис Віталійович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи *Розробка системи автоматизації процесу виготовлення пивного суслу та його виброджування*

керівник роботи *доцент Сідлецький Віктор Михайлович*

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

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 Аналіз технологічної ділянки як об'єкта автоматизації. 1.2 Технологічна схема. 1.3 Опис технологічного процесу. 1.4 Технологічні вимоги до системи автоматичного контролю. 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. Висновок

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	Видача та затвердження завдання	Перед переддипломною практикою	
2	Розділ 1	Захист переддипломної практики	
3	Розділ 2	1 тиждень	
4	Розділ 3	2 тиждень	
5	Розділ 4 та 5	3 тиждень	
6	Розділ 6	4 тиждень	
7	Підготовка матеріалів до захисту	5 тиждень	
8	Захист кваліфікаційної роботи	6 тиждень	

Здобувач Сухоставець Д.В.

_____ (підпис)

Керівник роботи Сідлецький В.М.

_____ (підпис)

Анотація

В даній кваліфікаційній роботі розглядається розробка системи автоматизації процесу виготовлення пивного сусла та його виброджування.

В даній кваліфікаційній роботі представлено опис технологічного процесу, завдання на систему автоматизації, схема автоматизації, специфікація технічних засобів автоматизації, монтажна схема технічного засобу автоматизації –рівнеміра рвдарного ЕЛЕМЕР УР-31, схеми підключення датчиків та виконавчих механізмів до ПЛК.

Було розроблено алгоритм та програма для управління процесом виготовлення пивного сусла та його виброджування. Програма розроблена в Machine Expert для Modicon M221 від виробника Schneider Electric. Інтерфейс SCADA-програма технологічного процесу розроблено в програмному забезпеченні Citect SCADA2015 та вигляд дисплейної мнемосхеми представлено в записці.

Ключові слова: пиво, сусло, M221.

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

Annotation

This qualification work considers the development of a system for automating the process of brewing wort and its fermentation.

This qualification work presents a description of the technological process, tasks for the automation system, automation scheme, specification of technical means of automation, assembly diagram of the technical means of automation - level ELVER UR-31, connection diagrams of sensors and actuators to the PLC.

An algorithm and program for controlling the process of brewing wort and its fermentation have been developed. The program is developed in Machine Expert for Modicon M221 from the manufacturer Schneider Electric. The SCADA interface of the technological process is developed in the Citect SCADA2015 software and the appearance of the display mnemonic is presented in the note.

Key words: beer, wort, M221.

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

Зміст

Вступ.....	7
Розділ 1. Опис об'єкта автоматизації.....	9
1.1 Аналіз технологічної ділянки як об'єкта автоматизації.....	9
1.2 Технологічна схема	14
1.3 Опис технологічного процесу.....	18
1.4 Технологічні вимоги до системи автоматичного контролю.....	19
Розділ 2. Система автоматизації.....	22
2.1. Обґрунтування вибору технічних засобів для вимірювання, виконавчих механізмів (ВМ) та регулюючих органів (РО).....	22
2.2 Схема автоматизації.....	35
2.3. Специфікація засобів автоматизації.....	39
Розділ 3. Проектне компонування промислового логічного контролера (ПЛК) та схеми підключення.....	41
3.1. Проектне компонування промислового логічного контролера (ПЛК).....	41
3.2. Схеми підключення датчиків та ВМ до модулів ПЛК.....	43
3.3 Загальна схема підключення датчиків та ВМ до ПЛК.....	46
Розділ 4. Креслення встановлення технічного засобу.....	49
Розділ 5. Опис спеціального програмного забезпечення для промислового логічного контролера (алгоритм та програма для ПЛК).....	54
Розділ 6. Розробка людино-машинного інтерфейсу оператора технолога.....	59
Висновок.....	62
Список використаної літератури.....	63

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

ВСТУП

Пиво - це слабоалкогольний напій, який отримується із солоду і непророщених зернових культур (ячмінь, пшениця, кукурудза, рис та ін.) спиртовим бродінням охмеленого сула пивними дріжджами. Воно вгамовує спрагу, і підвищує тонус організму, покращує обмін речовин і засвоєння їжі. Пиво являє собою досить складну систему органічних і неорганічних кристалоїдів та колоїдів у слабкому водно-спиртовому розчині. До його складу входить більше 400 сполук, які визначають високу якість і необхідність для людини цього продукту.

При приготуванні пива протікає багато фізико-хімічних, біохімічних та інших процесів, які обумовлюють якість і смакові показники готового продукту. Управління цими процесами і отримання напою високої якості вимагає від робітників знання технології та обладнання, передових прийомів роботи, високої відповідальності за доручену справу.

В Україні існують як малі пивоварні, так і великі, які випускають пиво під відомими на весь світ марками. Проте, починаючи з 2013 року, кількість пивоварень почала значно скорочуватися через неякісну продукцію, або ж велику конкуренцію на ринку. Завдяки цьому, найстійкіші виробники пива в Україні посилюють свій вплив на ринку.

Спостерігається тенденція посилення конкурентоспроможності пивного ринку України в світі через дешевизну вітчизняного пива, оскільки в процесі пивоваріння використовується власний солод та власні потужності.

Чим більше часу проходить, тим більше необхідно впроваджувати нові технології. Для того, щоб отримати максимальну якість пива та не втратити економічну користь, потрібно впроваджувати інновації.

Технологія виготовлення пива – це дуже складний як фізичний, так і економічний процес. Система поділена на різні процеси, виникає питання про контроль над кожним з них. Людина самотійно не зможе впоратися з таким масштабом роботи. В цьому якраз і є головна суть автоматизації системи.

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

Автоматизовані системи управління виробництвом пива забезпечить плавну та якісну роботу усіх систем виробництва.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						8
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

РОЗДІЛ 1. ОПИС ОБ'ЄКТА АВТОМАТИЗАЦІЇ

1.1 АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ДІЛЬНИЦІ ЯК ОБ'ЄКТА АВТОМАТИЗАЦІЇ

Пиво — напій дуже давній, і його історію завдяки розкопкам та археологічним знахідкам можна простежити майже 5000 років. Найдавніша згадка пива зустрічається в шумерській (Месопотамія) клинописі, датованій 2800 до н. е., де йдеться про щоденний раціон працівників, що складався з пива та хліба. Приготування і продаж пива в розлив було регламентовано законодавчому акті вавилонського царя Хаммурапі (1728-1686 рр. до зв. е.). Там наводилися і можливі порушення у цій галузі.

Щоб розробити методи аналізу та показники фахівці об'єдналися у різного роду організації, наприклад:

- Аналітичну комісію з пивоваріння Центральної Європи (МЕВАК);
- Європейську конвенцію з пивоваріння (ЄВС);
- Американське товариство хіміків-пивоварів (American Society of Brewing Chemists, ASBC)

Це слабоалкогольний напій, отриманий із солоду і непропечених зернових культур (ячмінь, пшениця, кукурудза, рис та ін.) спиртовим бродінням охмеленого сусла пивними дріжджами.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	<i>Кваліфікаційна робота</i>			
Розроб.		Сухоставець Д.В			<i>Розробка системи автоматизації процесу виготовлення пивного сусла та його виброджування</i>	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Сідлецький В.М				9	13	
Зав. каф		Смітюх Я.В				<i>НУХТ АК-4-2ск</i>		
Секр. ЕК.		Проскурка Е.С..						

Управління цими процесами і отримання напою високої якості вимагає від робітників знання технології та обладнання, передових прийомів роботи, високої відповідальності за доручену справу.

Приготування солоду до середини ХХ століття було дуже трудомістким у зв'язку з застосуванням важкої фізичної праці гігантських струмах. При сушінні для перелопачування солоду також була потрібна ручна праця. Перехід до сучасних пневматичних систем солодорушення було пов'язаний з великою економією енергії та робочої сили. Сьогодні у солодівні майже не можна побачити людей – усім керує комп'ютер.

За останні 150 років відбулися революційні зміни. Після появи холодильних машин наступним великим досягненням стало застосування Лоренцем Енцінгером фільтрування пива (1879 р.). З того часу стало можливим відфільтровувати пиво до блиску - фільтруючи спочатку через фільтрмасу, а потім через кизельгур. За допомогою застосування відповідних стабілізуючих засобів стало можливим забезпечити вельми тривалу стійкість пива і тим самим стало можливим виробляти його незалежно від часу споживання.

Для приготування пива потрібно чотири види сировини: ячмінь, хміль, вода та дріжджі. Якість цієї сировини надає великий вплив на якість продукції, що виготовляється. Завдяки знанням властивостей сировини можна свідомо керувати технологічним процесом.

Основна сировина для приготування пива – ячмень. Його застосування засноване на тому, що в ньому міститься багато крохмалю і що навіть після обмолоту і переробки в солод в ячмені містяться оболонки зерна (м'якові оболонки), які здатні формувати шар, що фільтрує, необхідний у подальшому процесі виробництва. Перед використанням для варіння пива ячмінь повинен бути перероблений на солод.

Пшениця застосовується у вигляді складеної сировини, особливо для виробництва пива верхового бродіння; також у складеному вигляді переробляється і сорго, особливо в Африці.

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

Хмель надає пиву гіркуватий смак та впливає на його аромат. Від якості хмелю суттєво залежить якість пива.

У відсотковому відношенні найбільший обсяг серед усіх видів сировини займає вода, впливає його характер і якість. Крім того, вода безпосередньо бере участь у багатьох процесах солодоруження та пивоваріння.

Спиртне бродіння при приготуванні пива викликається життєдіяльністю дріжджів, які через це необхідні. Одночасно дріжджі впливають на якість пива через побічні продукти бродіння.

Першим етапом його приготування пива є виробництво солоду. Солод можна отримати не тільки з ячменю, але і з інших видів зернових (наприклад, з пшениці, жита або сорго). Тому далі, коли йтиметься про солод, буде матися на увазі головним чином ячмінний солод.

Для виробництва 100 л пива з вмістом готовому суслі 11% сухих речовин потрібно близько 17 кг солоду.

Основним процесом при виробництві пива є зброджування що містяться в суслі сахаров у спирт і двоокис вуглецю. Щоб створити для цього необхідні передумови, перш за все необхідно перетворити спочатку нерозчинні речовини солоду в цукор, що зброджується. Це перетворення та розчинення речовини є метою виробництва сусла. Тим самим створюється вихідна основа для зброджування сусла в бродильному та табірному відділеннях.

Солод із солодового бункера потрапляє в солододробилку, де він відповідним чином подрібнюється.

У варильному цеху дроблений солод змішується з водою (затирається) і в двох заторних ємностях відбувається розщеплення його компонентів з утворенням максимально можливої кількості розчинних екстрактивних речовин. Крім цих ємностей можуть використовуватися додатково котел для розварювання нескладеної сировини, що застосовується при затиранні в якості добавки.

Після затирання сусло потрапляє в фільтраційному чані де розчинні екстрактивні речовини сусла відокремлюють від нерозчинних речовин (дробини).

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

Для перетворення сусла на пиво цукор, що міститься в суслі, повинен бути зброджений ферментами дріжджів на етанол і вуглекислоту.

Виникають побічні продукти бродіння, які суттєво впливають на смак, запах та інші споживчі властивості пива. Утворення та часткове розщеплення цих побічних продуктів тісно пов'язане з обміном речовин дріжджів і може розглядатися тільки разом з ним.

Зброджування та дозрівання пива відбувається у бродильному та табірному відділеннях. На підприємствах, оснащених сучасним обладнанням, бродіння та дозрівання проводиться у циліндроконічних танках. Оскільки між обладнанням, що використовується в тому чи іншому випадку, є істотні відмінності, ці варіанти повинні розглядатися окремо.

Після завершення бродіння, дозрівання та дображивання пиво фільтрують і піддають біологічної та колоїдної стабілізації. Це відбувається за допомогою фільтрів та пастеризатора. Після цього пиво можна подавати на розлив

Пиво розливають:

- переважно у пляшки;
- частково у банки;
- решту — в кегі, спеціальні барила та інші види скло- та банкота-ри невеликої ємності.

Для виконання розливу, починаючи з моменту подачі пива і до відправки споживачеві, необхідна наявність системи упаковки та транспортування.

Більшість пива розливається в скляні пляшки багаторазового використання, менша — одноразові скляні пляшки. Все більшого інтересу у сфері розливу пива набувають також пластикові ПЕТ- або ПЕН-пляшки, або зроблені з іншого матеріалу.

Скло є у багатьох відношеннях ідеальним пакувальним матеріалом для напоїв. Воно

- нейтрально для смаку;
- газонепроникний;

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

- термостійкий;
- не деформується.

Проте скло

- досить важке (разом із ящиками склотара важить стільки ж, скільки її вміст);

- матеріал, що б'ється, що створює проблему ми для споживача чи персоналу;
- створює проблеми з видаленням бою скла.

Скло виробляється на склозаводах в середньому з 72% кварцового піску (SiO_2), 13% CaO , 10% CaO , 2% MgO , 1,5% Al_2O_3 і барвників у вигляді оксидів металів (Fe_2O_3 , Cr_2O_3).

Пляшки видавлюються з розпечених заготовок у потужних установках. Надання пляшці зовнішнього вигляду, включаючи форму горщика, рівномірне формування внутрішньої частини, включаючи рівномірну товщину стінок, виконується автоматично і перевіряється після повільного остигання пляшки.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						13
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Позн.	Найменування
I	Змішувач
II	Бак промивної води
III	Бак гарячої води
IV	Заторний котел I
V	Заторний котел II
VI	Фільтраційний чан
VII	Сусловарочний чан
VIII	Предсмеситель ПСМ 1- 4
- 1х -	Холодна вода
- 2 -	Пара
- 30 -	Дроблений солод
- 31 -	Затор
- 32 -	Сусло
- 1г -	Гаряча вода
- 1т -	Тепла вода
- 1п -	Промивна вода

Рисунок 1.2 – Позначення на технологічній схемі процесу виготовлення пивного сусла та його виброджування

Змішувач

В змішувачі відбувається вимірювання і регулювання температурою вимірювання проводиться за допомогою термометра опору, припустиме значення $- 40^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$. За температурою ведеться контроль на АРМ оператора, за допомогою відображення та реєстрації значень.

Бак гарячої води

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

В баку гарячої води відбувається вимірювання і регулювання температурою вимірювання проводиться за допомогою термометра опору, припустиме значення - $30^{\circ}\text{C} \pm 20\text{C}$. С. Також відбувається вимірювання рівня, вимірювання проводиться за допомогою рівненіметра, припустиме значення – 80%, за температурою та рівнем ведеться контроль на АРМ оператора, за допомогою відображення та реєстрації значень.

Заторний котел I і II

В заторних котлах I і II відбувається вимірювання і регулювання температурою вимірювання проводиться за допомогою термометра опору, припустимі значення в I котлі - $50-52^{\circ}$; $60-62^{\circ}\text{C}$ в II - $70-72^{\circ}$; 76°C . Також відбувається регулювання стану мішалок за допомогою стану двигунів M1 і M2. За температурою і станом двигунів ведеться контроль на АРМ оператора, за допомогою відображення та реєстрації значень.

Сусловарочний чан

В Сусловарочному чані відбувається вимірювання і регулювання температурою вимірювання проводиться за допомогою термометра опору, припустиме значення - $60^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$. Також відбувається регулювання стану мішалки за допомогою стану двигун M4. За температурою і станом двигунів ведеться контроль на АРМ оператора, за допомогою відображення та реєстрації значень.

Фільтраційний чан

В Фільтраційному чані відбувається вимірювання різниці тисків, припустиме значення - 3 МПа. За різницею тисків ведеться контроль на АРМ оператора, за допомогою відображення та реєстрації значень.

Предсмеситель ПСМ 1- 4

В Предсмесителях ПСМ 1- 4 відбувається вимірювання і регулювання температурою вимірювання проводиться за допомогою термометра опору, припустиме значення - $50^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$. За температурою ведеться контроль на АРМ оператора, за допомогою відображення та реєстрації значень.

Трубопровід затору.

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

В трубопроводі затору відбувається контроль за станом насоса який контролюється за допомогою двигуна МЗ. За за стоном двигуна ведеться контроль на АРМ оператора, за допомогою відображення та реєстрації значень.

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

1.3 ОПИС ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ

Процес виготовлення пивного сусла передбачає проведення в заторних котлах I і II по заданій оператором програмі варіння сукупності операцій:

білкову паузу – змішування солода з водою, нагрів до 50-52 °С і витримка 25 хв.;

мальтозну паузу – нагрів маси до 60-62 °С і витримка 30 хв.;

декстриную паузу - нагрів маси до 70-72 °С і витримка 45 хв.;

Вода з предсмесителя ПСМІ і подрібнений солод надходить в заторний котел I, які ретельно перемішуються мішалкою, що приводиться в дію електродвигуном. Після перемішування включається схема автоматичного управління, яка реалізується за встановленою програмою необхідні паузи. Перекачування між котлами I і II затору проводиться насосом з електроприводом. Після цього процес виробництва передбачає нагрів маси до 76 °С і витримку 10 хв, після витримки - фільтрацію - поділ на тверду і рідку фракції; охмеління - кип'ятіння рідкої фракції з хмелем; декантацію - відділення зважених часток, сепарування.

Тепла вода, готується в змішувачі, в який надходять гаряча вода з бака гарячої і холодна води, подається в предсмесителі ПСМ-1 - заторного котла I, ПСМ-2- заторного котла II, ПСМ-3 - суслварного котла. У предсмеситель ПСМ-4 фільтраційного чана надходить гаряча вода з виходу із змішувача. Гаряча вода подається з бака гарячої води, в якому здійснюється підігрів паром надходить холодної води.

Після закінчення програми варіння яку задав оператор, після її останньої (декстрин) паузи і витримки затор перекачується в фільтраційний чан, де розділяється на сусло і дробарку. Сусло з чана надходить в суслварочний котел, що обігривається паром, а з нього подається в хмелецедильник і далі на охолодження. Заторні котли I II, фільтраційний чан і суслварний котел забезпечені мішалками.

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

1.4 ТЕХНОЛОГІЧНІ ВИМОГИ ДО СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО КОНТРОЛЮ

Технологічні вимоги до системи автоматичного контролю є основою (технічним завданням) для розробки функціональної схеми автоматизації заданої ділянки.

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

№ №	Машина , агрегат, установ ка	Параметр , місце відбору сигналу	Припуст име значенн я парамет ру	Вид автомат изації	Характер контролю чи управляючої дії	Засоби управління та контролю, реалізації управляючої дії	Дода ткові умов и
1	Бак гарячої води	Рівень води	0-100%	Регулюв ання	Відображенн я, сигналізація, стабілізація .	Вплив на клапан подачі води	
		Температ ура води	30°C	Регулюв ання	Відображенн я, сигналізація, стабілізація .	Вплив на клапан подачі пари	
2	Змішува ч	Температ ура води	40°C	Регулюв ання	Відображенн я, сигналізація, стабілізація .	Вплив на клапан подачі пари	
3	Предсме сітель ПСМ 1- 4	Температ ура води	50°C	Контрол ь	Відображенн я.	Вплив на клапан подачі пари	
4	Заторни й котел I	Двигун M1	Вкл/ Викл	Управлі ння	Стан	Вплив на стан мішалки	

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

		Температура	50-52°; 60-62°C	Регулювання	Відображення, стабілізація .	Вплив на клапан подачі пари	
5	Заторний котел I	Двигун М2	Вкл/ Викл	Управління	Стан	Вплив на стан мішалки	
		Температура	70- 72°;76°C	Регулювання	Відображення, стабілізація .	Вплив на клапан подачі пари	
6	Трубопровод	Двигун М3	Вкл/ Викл	Управління	Стан	Вплив на стан насос	
7	Суслівний чан	Двигун М4	Вкл/ Викл	Управління	Стан	Вплив на стан мішалку	
		Температура	60°C	Регулювання	Відображення, стабілізація .	Вплив на клапан подачі пари	

РОЗДІЛ 2. СИСТЕМА АВТОМАТИЗАЦІЇ

2.1. ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ ДЛЯ ВИМІРЮВАННЯ, ВИКОНАВЧИХ МЕХАНІЗМІВ (ВМ) ТА РЕГУЛЮЮЧИХ ОРґАНІВ (РО)

Температура

В промисловій термометрії використовується 2 основних методи вимірювання температури:

- контактний
- безконтактний,

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);

					Кваліфікаційна робота			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Сухоставець Д.В.			Розробка системи автоматизації процесу виготовлення пивного сусла та його виброджування	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Сідлецький В.М.					22	19
Зав. каф.		Смітюх Я.В.				НУХТ АК-4-2ск		
Секр. ЕК		Проскурка Е.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 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.

Термометри опору

Принцип дії термометрів опору ґрунтується на властивості провідника та напівпровідників змінювати свій електричний опір R в залежності від зміни їхньої температури t .

Переваги:

Висока точність вимірювань (зазвичай біля $\pm 0,1$ °С)

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.

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

В даному курсовому проєкті термометри опору є найбільш оптимальними засобами для вимірювання температури.

Вибір ПВП та ВП.

Останнім часом виготовляються мідні термометри типу ТСМУ з нормувальними перетворювачами, розміщеними у їхніх головках, а також аналогічні платинові ТСПУ, з уніфікованими вихідними сигналами (4-20 мА). Це, так звані, інтелектуальні датчики.

До таких інтелектуальних датчиків останнього покоління відноситься універсальний термоперетворювач Елемер ТПУ 0304

Термоперетворювач Елемер ТПУ 0304 - призначені для перетворення значення температури різних середовищ в різних галузях промисловості в уніфікований струмовий вихідний сигнал 4 ... 20 мА + HART.

До складу термопреобразователей входять:

- первинний перетворювач:
- термоперетворювачі опору (ТС) по ДСТУ ГОСТ 6651-2014
або
- перетворювачі термоелектричні (ТП) по ДСТУ 2857-94;
- перетворювач вимірювальний типу ІІ 0304 / М1-Н.

Вхід: 100М: $-50...+200$ °С;

Вихід: уніфікований сигнал 4...20 мА по дротам живлення.

Абсолютна похибка при температурі навколишнього середовища в межах (від -50 до +200) °С складає: $< \pm 0,25$.

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



Рисунок 2.1 - Термоперетворювач Елемер ТПУ 0304 М2.

Основні характеристики

- Вихід термопреобразователей - струмова петля 4-20 мА суміщений з ланцюгом харчування від джерела постійного струму;
- Потужність, споживана термопреобразователями від джерела постійного струму - при номінальній напрузі 24 В, не перевищує 0,6 Вт, при номінальній напрузі 36 В - 1 Вт;
- Маса термопреобразователей - від 0,3 до 2,4 кг в залежності від габаритних розмірів;
- Довжина монтажної частини термоперетворювачів - від 50 до 3550 мм відповідно до ГОСТ 6651-2009 і ГОСТ 6616-94;
- Межа додаткової похибки, викликані відхиленням опору навантаження до граничного значення $R_{нагр} = 0,43 \text{ кОм}$ для $U_{ном} = 24 \text{ В}$ і $R_{нагр} = 0,96 \text{ кОм}$ для $U_{ном} = 36 \text{ В}$ на мінус 25% не перевищує 0,05%.

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

Рівень

Прилади рівня поділяються на дві основні групи: рівнеміри — для одержання безперервної інформації про положення рівня у резервуарі у будь-який момент часу; та сигналізатори рівня — для одержання інформації (дискретного сигналу) про досягнення певного рівнем.

Промисловість випускає широку номенклатуру приладів рівня і їх в залежності від призначення і конструкції класифікуються наступним:

-за видом контролюваного матеріалу: а) прилади рівня для рідини; б) прилади рівня для сипких матеріалів;

-за принципом дії: 1) вказівні стекла; 2) поплавкові та буйкові; 3) гідростатичні; 4) ємнісні; 5) акустичні (ультразвукові); 6) індуктивні; 7) радарні та мікрохвильові; 8) радіоактивні; 9) електроконтактні;

-за способом відліку: а) з безпосереднім відліком; б) з електричною передачею показів; в) з пневматичною передачею показів;

-за типом ємності: а) для відкритих та для закритих ємностей під тиском.

Радіолокаційні (радарні) рівнеміри

Принцип дії всіх радарних рівнемірів ґрунтується на вимірюванні часу розповсюдження радіохвилі від антени рівнеміра до поверхні продукту, рівень до якого вимірюється, і назад, при відомій швидкості її розповсюдження.

Переваги:

висока точність вимірювання;

надійність конструкції;

стійкість до агресивних середовищ;

Висновки: Радіолокаційні рівнеміри не торкаються рідини і мають велику точність.

Вибір ПВП (первинного вимірювального перетворювача) та ВП (вторинного приладу). Принцип дії ПВП.

Останнім часом найбільше розповсюдження дістають рівнеміри, які

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

використовують безперервне модульоване по частоті радіовипромінювання (технологія), наприклад, рівнемір УР-31 (ЗАО «ЭЛЕМЕР»). Суть роботи такого рівнеміра в тому, що мікрохвильовий генератор сенсора рівня формує радіосигнал, частота якого змінюється в часі по лінійному закону – лінійний частотно-модульований сигнал. Цей сигнал випромінюється у напрямку продукту, відбивається від нього, і частина сигналу через певний час, який залежить від швидкості світла і відстані, повертається назад у антену. Випромінюваний та відбитий сигнали змішуються в сенсорі рівня і в результаті утворюється сигнал, частота якого дорівнює різниці частот прийнятого і випромінюваного сигналів, і відповідно, відстані від антени до вимірюваного за рівнем продукту. Подальше опрацювання сигналу здійснюється мікропроцесорною системою сенсора, яка здійснює високоточне визначення частоти результуючого сигналу і перерахунку її значення в значення рівня наповнення резервуару.

Всі радарні рівнеміри складаються із таких основних блоків: антени, приймаючого – передавального (НВЧ) блоку, сигнального процесора та контролера комутації.

Задача антени – формування та випромінювання радіо променя.

Приймаючий – передавальний (НВЧ) блок – основний блок рівнеміра, який визначає весь його комплекс характеристик від точності до ціни..

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						27
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		



Рисунок 2.2 - Рівнеміри радарні ЕЛЕМЕР-УР-31

Основні характеристики:

- Максимальний тиск контрольованого середовища - 1,6 Мпа;
- Діапазон вимірювання рівня - 500 ... 20 000 мм;
- Межа абсолютної похибки вимірювання - ± 3 мм;
- Монтажні розміри антен:
 - Ду 50; Ду 100; Ду 150 (внутрішній монтаж);
 - Ду 50; Ду 100 (зовнішній монтаж);
- Напруга живлення - = 24 В;
- Вихідні сигнали: 4 ... 20 мА,
- Температури вимірюваного середовища від мінус 40 до плюс 90 ° С в залежності від модифікації УР-31.
- Ступінь захисту від пилу і вологи - IP67;
- Межі основної абсолютної похибки перетворення цифрового сигналу в уніфікований вихідний сигнал сили постійного струму ΔI не перевищують $\pm 0,008$ мА .

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

pH-метр

Це прилади які призначені для вимірювання водневого показника (показника pH), який характеризує активність іонів водню в розчинах, воді, харчовій продукції, сировині, об'єктах довкілля і виробничих системах безперервного контролю технологічних процесів, у тому числі в агресивних середовищах

Було вибрано комплекс технічних засобів автоматизації модульний датчик pH S8300 який здатний вимірювати pH в трубопроводі і перетворювач pH/ОВП TX10



Рисунок 2.3- Комплекс технічних засобів модульний датчик pH S8300 і перетворювач pH/ОВП TX10

Основні характеристики:

- Струмний вихід 4-20 мА
- Блок живлення 100-240 В змінного струму
- Діапазон вимірювань: 0-14 pH (низька NA + помилка іонів)

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Температурний діапазон: 0-100°C
- Діапазон тиску: 0 – 100 PSIG

Тиск

Тиск це один з головних технологічних параметрів. Це фізична величина, яка чисельно дорівнює сили, що діє на одиницю площі поверхні тіла та діє за напрямом зовнішньої нормалі до цієї поверхні.

Для вимірювання тиску було вибрано датчик диференціальний Елемер 100 ДД який дозволяє вимрювати різниць тисків в фільтраційному чані.



Рисунок 2.4 - Датчик тиску ЕЛЕМЕР-100 ДД.

Основні характеристики:

- Вид і верхня межа вимірювання тиску:
- Диференціальне (ДД) - 0,04 кПа ... 16 МПа;
- Швидкодія - 100 мс;
- Вихідні сигнали - 0 ... 5 мА, 4 ... 20 мА;
- Похибка - від $\pm 0,15\%$;
- Ступінь захисту від впливу пилу і води - IP65;
- По стійкості до кліматичних впливів датчики мають наступні виконання по ГОСТ 15150-69: УХЛ 3.1, У2, Т3,ТВ1, ТС1.
- Споживана потужність, не перевищує:

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- 0,7 Вт для напруги живлення 24 В;
- 1,0 Вт для напруги живлення 36 В .

Інші засоби автоматизації і їх характеристики:

Механізм електричний однооборотний МЭО-100/25-0,25-99



Рисунок 2.5 - Механізм електричний однооборотний МЭО-100/25-0,25-99

Основні характеристики:

- Номінальний крутний момент на вихідному валу, $N \cdot m$ – 100 ;
- Номінальний час повного ходу вихідного валу, сек – 25 ;
- Маса, не більше, кг – 32;
- Електродвигун ЗДСТР 135-1,8-150
- Параметри мережі живлення механізмів - однофазна напругою 220 В, 230 В, 240 В частотою 50 Гц і 220 В частотою 60 Гц;
- Відхилення, що допускаються: напруги живлення - від мінус 15 до плюс 10%, частоти струму - від мінус 2 до плюс 2%;
- Значення допустимої рівня шуму не перевищує 80 дБА по ГОСТ 12.1003-83.

Блок ручного управління БРУ-10.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 2.6 - Блок ручного управління БРУ-10

Основні характеристики:

- Кількість аналогових входів – 2 ;
- Тип вхідного аналогового сигналу:
- 0-5 мА, ($R_{вх} = 400 \text{ Ом}$);
- 0-20 мА, ($R_{вх} = 100 \text{ Ом}$);
- 4-20 мА, ($R_{вх} = 100 \text{ Ом}$);
- 0-10 В, ($R_{вх} > 25 \text{ кОм}$);
- Роздільна здатність цифрової індикації - $\pm 0,01\%$;
- Кількість аналогових виходів – 1;
- Тип вихідного аналогового сигналу:
- 0-5 мА, ($R_{вх} = 400 \text{ Ом}$);
- 0-20 мА, ($R_{вх} = 100 \text{ Ом}$);
- 4-20 мА, ($R_{вх} = 100 \text{ Ом}$);
- 0-10 В, ($R_{вх} > 25 \text{ кОм}$);
- Електроживлення (підключення до мережі) $\sim 220 (+22, -33) \text{ В}$, $(50 \pm 1) \text{ Гц}$
- Розміри фронтальної рамки 96 x 96 мм;
- Монтажна глибина 190 мм тах;

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

- Кліматичне виконання виконання групи 4 згідно ГОСТ 22261, але для роботи при температурі від мінус 40 ° С до 70 ° С [10].

Індикатор технологічний мікропроцесорний ІТМ-11



Рисунок 2.7 - Індикатор технологічний мікропроцесорний ІТМ-11

Індикатори ІТМ-11 є новий колектив сучасних універсальних одноканальних цифрових індикаторів з дискретними виходами.

Індикатор ІТМ-11 дозволяє забезпечити високу точність вимірювання технологічного параметра. Відмінною особливістю індикатора ІТМ-11 є наявність трирівневої гальванічної ізоляції між входами, виходами і ланцюгом харчування.

Основні характеристики:

- Кількість аналогових входів – 1;
- Межа основної зведеної похибки вимірювання - $\leq 0,2\%$
- Точність індикації - 0,01%
- Електроживлення від 12В до 30В
- Корпус (ВхШхГ) - щитове виконання 48 x 96 x 162 мм
- Виріз на панелі - 45x 92 мм
- Вага, не більше 330 г .

Пускач безконтакторний реверсивний ПБР-21

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 2.8 - Пускач безконтакторний реверсивний ПБР-21

Пускач ПБР-21 призначений для безконтактного управління електричним виконавчим механізмом з електромеханічним гальмом

Основні характеристики:

- Комутований струм А - не більше 4
- Напруга живлення (мережа змінного струму частотою 50 Гц) В - 220
- Кріплення на DIN рейку (DIN35x7,5 EN50022)
- Маса кг - 0,55.

Світлова сигналізація забезпечує візуальне спостереження за небезпечними відхиленням параметрів. Реалізується на модулі дискретних виходів контролера . До виходів підключена сигнальна арматура AD16-16DS 24V AC/DC, колір лінзи - білій зі напругой живлення 24 В.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

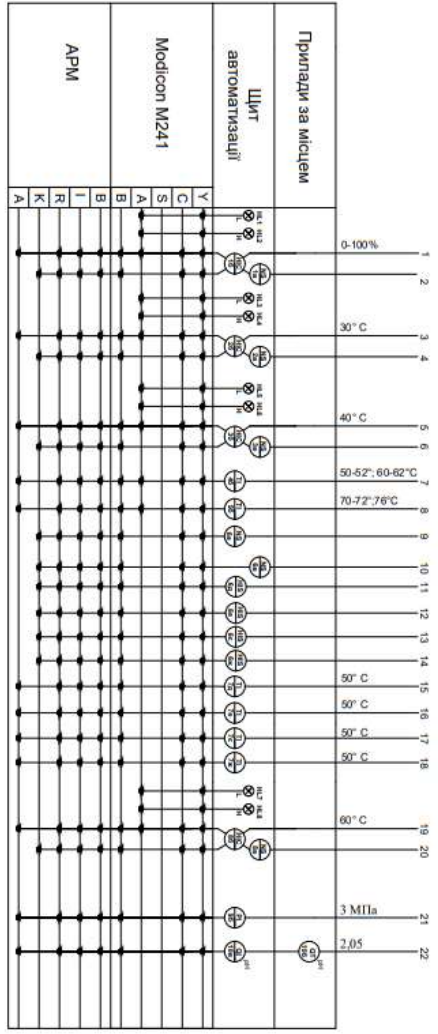
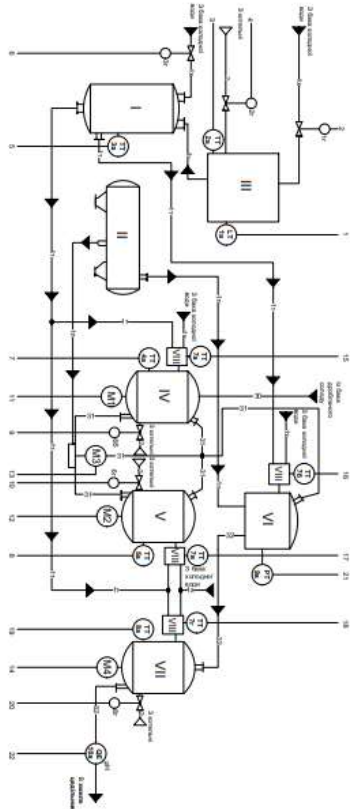
2.2 СХЕМА АВТОМАТИЗАЦІЇ

Схема автоматизації зображена на аркуші 1. Виконана згідно вимог, які зазначені в методичних рекомендаціях.

Розглянемо схему автоматизації відділення приготування пивного сусла та його виброджування (креслення 1).

Функціональна схема автоматизації (ФСА) призначена для визначення основних контурів контролю і регулювання основних технологічних параметрів.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		35



Позн.	Найменування	к-ть	Примітка
1	Підігрівач води	1	
2	Решітчастий фільтр	1	
3	Мембранний фільтр	1	
4	Мембранний фільтр	1	
5	Мембранний фільтр	1	
6	Мембранний фільтр	1	
7	Мембранний фільтр	1	
8	Мембранний фільтр	1	
9	Мембранний фільтр	1	
10	Мембранний фільтр	1	
11	Мембранний фільтр	1	
12	Мембранний фільтр	1	
13	Мембранний фільтр	1	
14	Мембранний фільтр	1	
15	Мембранний фільтр	1	
16	Мембранний фільтр	1	
17	Мембранний фільтр	1	
18	Мембранний фільтр	1	
19	Мембранний фільтр	1	
20	Мембранний фільтр	1	
21	Мембранний фільтр	1	
22	Мембранний фільтр	1	

Позн.	Найменування	к-ть	Примітка
I	Напілювальна машина	1	
II	Запілювач	1	
III	Бак пріємної води	1	
IV	Бак гарячої води	1	
V	Запорний вентиль I	1	
VI	Запорний вентиль II	1	
VII	Фільтр-грата	1	
VIII	Сувальний вентиль	1	
IX	Предохранитель ПКМ 1-4	1	
X	Холодна вода	1	
XI	Гара	1	
XII	Двошаровий насос	1	
XIII	Запор	1	
XIV	Сушко	1	
XV	Гаряча вода	1	
XVI	Тепла вода	1	
XVII	Прохолода вода	1	

№	Позн.	Найменування	к-ть	Примітка
1	1	Підігрівач води	1	
2	2	Решітчастий фільтр	1	
3	3	Мембранний фільтр	1	
4	4	Мембранний фільтр	1	
5	5	Мембранний фільтр	1	
6	6	Мембранний фільтр	1	
7	7	Мембранний фільтр	1	
8	8	Мембранний фільтр	1	
9	9	Мембранний фільтр	1	
10	10	Мембранний фільтр	1	
11	11	Мембранний фільтр	1	
12	12	Мембранний фільтр	1	
13	13	Мембранний фільтр	1	
14	14	Мембранний фільтр	1	
15	15	Мембранний фільтр	1	
16	16	Мембранний фільтр	1	
17	17	Мембранний фільтр	1	
18	18	Мембранний фільтр	1	
19	19	Мембранний фільтр	1	
20	20	Мембранний фільтр	1	
21	21	Мембранний фільтр	1	
22	22	Мембранний фільтр	1	

Рисунок 2.9 – Схема автоматизації

Контур вимірювання та регулювання рівня.

Вимірювання рівня в баку гарячої води відбувається радарним рівнеміром фірми Елемер УР-31 (1а) сигнал 4-20 мА надходить блок ручного управління (1б). Сигнал з БРУ надходить через аналоговий виходи на контролер де відбувається управління. З контролера через відповідні клеми подається на блок ручного управління (1б) з якого на пускач безконтактний реверсивний фірми Мікрол ПБР-21(1в) з якого іде керування механізма електричного однооборотний МЕО-100 (1г). Рівень регулюється подачей холодної води.

Контур регулювання температури.

Вимірювання температури в баку гарячої води, в змішувачі, і в суловарочному чані відбувається термоперетворювачем фірми Елемер УР-31(2а 3а 8а) сигнал 4-20 мА надходить блок ручного управління фірми Мікрол БРУ- 10 (2б 3б 8б). Сигнал з БРУ-10 надходить через аналоговий виходи на контролер де відбувається управління. З контролера через відповідні клеми подається на блок ручного управління БРУ-10 (2б 3б 8б) з якого на пускач безконтактний реверсивний фірми Мікрол ПБР-21(2в 3в 8в) з якого іде керування механізма електричного однооборотний МЕО-100 (2г 3г 8г).

Контур контролю температури в предсмесителях ПСМ 1-4.

Вимірювання температури в предсмесителях ПСМ 1-4 відбувається термоперетворювачем фірми Елемер УР-31 (7а 7б 7в 7г) сигнали 4-20 мА надходять на одноканальний індикатор технологічний мікропроцесорний фірми Мікрол ІТМ-11 (7д) де відбувається відображення інформації по кожному каналу. З ІТМ-11 сигнал надходить на контролер.

Контур контролю різниці тисків в фільтраційному чані.

Вимірювання різниці тисків в фільтраційному чані відбувається датчиком тиску Елемер 100ДД (9а) сигнали 4-20 мА надходять на одноканальний індикатор

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						37
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

технологічний мікропроцесорний фірми Мікрол ІТМ-11 (9б) де відбувається відображення інформації. З ІТМ-11 сигнал надходить на контролер.

Контур контролю показника рН в трубопроводі.

Вимірювання показника рН в трубопроводі відбувається перетворювачем рН/ОВП ТХ10 (10б) сигнали 4-20 мА надходять на одноканальний індикатор технологічний мікропроцесорний фірми Мікрол ІТМ-11 (10в) де відбувається відображення інформації. З ІТМ-11 сигнал надходить на контролер.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		38

2.3. СПЕЦИФІКАЦІЯ ЗАСОБІВ АВТОМАТИЗАЦІЇ

№ Позиції за схемою	Найменування і технічна характеристика виробу	Тип, марка	Оди- ниця вимі- рювання	К- ть	Приміт ка
1а	<ul style="list-style-type: none"> - Рівнемір радарний - Вихідні сигнали: 4 ... 20мА - Діапазон вимірювання рівня - 500 ... 20 000 мм - Температури контролюваного середовища - -40 ... + 90 ° С - Похибки вимірювання - ± 3 мм; 	УР-31	%	1	Елемер
2а 3а 4а 5а 7а 7б 7в 7г 8а	<ul style="list-style-type: none"> - Універсальний термоперетворювач - Вихідні сигнали: 4 ... 20мА - Діапазон температури 100М: -50...+100 - Класи точності: А (від 0,1); В (від 0,2); 	ТПУ 0304	°С	9	Елемер
1г 2г 3г 6г бд 8г	<ul style="list-style-type: none"> - Механізм електричний однооборотний - Напруга живлення 220В 	МЭО- 100/25- 0,25-99	%	6	ЗЭиМ
1в 2в 3в ба бв 8в	<ul style="list-style-type: none"> - Пускач безконтактний реверсивний - Коммутируемая способность 220В 4А. 	ПБР-21		6	Мікрол

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

бд бє бє бж	<ul style="list-style-type: none"> - Частотний перетворювач - Номінальна напруга мережі, В 400...500 - Номинальная частота сети, Гц 50...60 	ACS85 0-04- 06АО-5		4	ABB
16 26 36 86	<ul style="list-style-type: none"> - Блок ручного управління БРУ-10 - Температура навколишнього середовища від -40 ° С до + 70° С - Напруга живлення: 220 VAC 	БРУ-10		4	Мікрол
9а	<ul style="list-style-type: none"> - Датчик диференціальний - Диференціальний тиск (ДД) - 0,063 кПа ... 16 МПа; - Вихідний сигнал - 0 ... 5 мА; 0...20 мА; 4...20 мА; HART; Modbus RTU; 	Елемер 100 ДД		1	Елемер
10б	<ul style="list-style-type: none"> - Перетворювач - Струмний вихід 4-20 мА - Напруга живлення: 220 VAC 	pH/OB П ТХ10		1	Сенсор
10а	<ul style="list-style-type: none"> - Модульний датчик - Діапазон вимірювань: 0-14 рН - Діапазон тиску: 0 – 100 PSIG 	pH S8300		1	Сенсор

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						40
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

РОЗДІЛ 3. ПРОЄКТНЕ КОМПОНУВАННЯ ПРОМИСЛОВОГО ЛОГІЧНОГО КОНТРОЛЕРА (ПЛК) ТА СХЕМИ ПІДКЛЮЧЕННЯ.

3.1. ПРОЄКТНЕ КОМПОНУВАННЯ ПРОМИСЛОВОГО ЛОГІЧНОГО КОНТРОЛЕРА (ПЛК)

Документація на замовлення мікропроцесорного контролера (МПК) тісно пов'язана з завданням на виготовлення щитів і пультів, оскільки в щитових конструкціях розміщується, як сам МПК, так і його блоки живлення.

Основним документом при замовленні МПК є замовна специфікація в якій вказується модель, кількість модулів та їх опис. Для виконання поставлених задач було вибрано контролер фірми Schneider Electric серії Modicon M221.

Таблиця 3.1 - Компонування промислового логічного контролера

№ п/п	Найменування блока, його параметри	Кільк.
1	2	3
TM221C16T	Процесорний модуль з блоком живлення	1
TM3DQ16R	Модуль дискретних виходів (16)	1
TM3AI8G	Модуль аналогових входів 8	1
TM3AQ4G	Модуль аналогових виходів 4	1
TMC2AI2	Картридж аналогових входів 2	1

					<i>Кваліфікаційна робота</i>			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Сухоставець Д.В.			Розробка системи автоматизації процесу виготовлення пивного сусла та його вищроджування	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Сідлецкий В.М.					41	8
Зав. каф.		Смітюх Я.В.				НУХТ АК-4-2ск		
Секр. ЕК		Проскурка Е.С.						



Рисунок 3.1 - Вибрані модулі ПЛК M221

Аналогові входи. До 8-ми каналного модуля аналогових входів TM3AI8G підключаються датчики температури та різниці тиску з уніфікованими струмовими сигналами 4-20 mA для зчитування показів технологічного процесу.

Також для підключення аналогових входів використано картридж TMC2AI2 на 2 входа до якого підключено датчики температури і рівня.

До аналогового входу які розташовані на CPU TM221C16T підключено аналізатор рН і датчики температури.

Аналогові виходи. До 4-х каналного модуля аналогових виходів TM3AQ4G підключаються блоки ручного управління з уніфікованими струмовими сигналами 4-20 mA для управління електричними клапанами.

Дискретні виходи. До 16-ти каналного модуля дискретних виходів TM3DQ16R підключаються лампочки сигналізації, частотні перетворювачі, і виконавчі механізми.

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

3.2. СХЕМИ ПІДКЛЮЧЕННЯ ДАТЧИКІВ ТА ВМ ДО МОДУЛІВ ПЛК

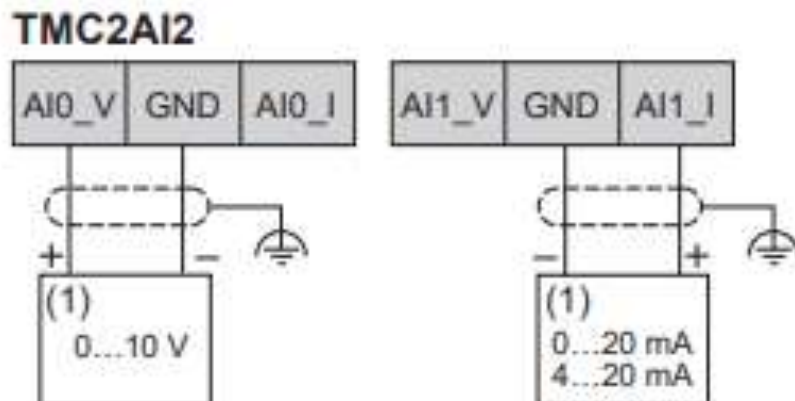


Рисунок 3.2 - Схема підключення датчиків до картриджа TMC2AI2

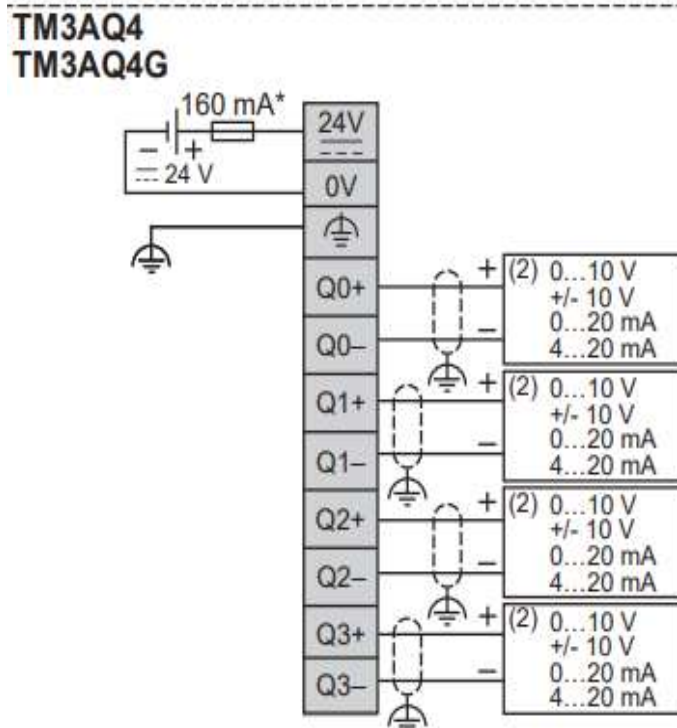


Рисунок 3.3 - Схема підключення до модуля аналогових виходів
TM3AQ4G.

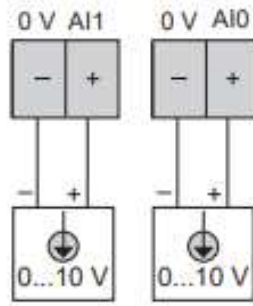


Рисунок 3.6 - Схема підключення до аналогових входів центрального процесора TM221C16T.

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

3.3 ЗАГАЛЬНА СХЕМА ПІДКЛЮЧЕННЯ ДАТЧИКІВ ТА ВМ ДО ПЛК

Принципова електрична та/або пневматична схеми регулювання, управління зображена на аркуші 2. Виконана згідно вимог, які зазначені в методичних рекомендаціях.

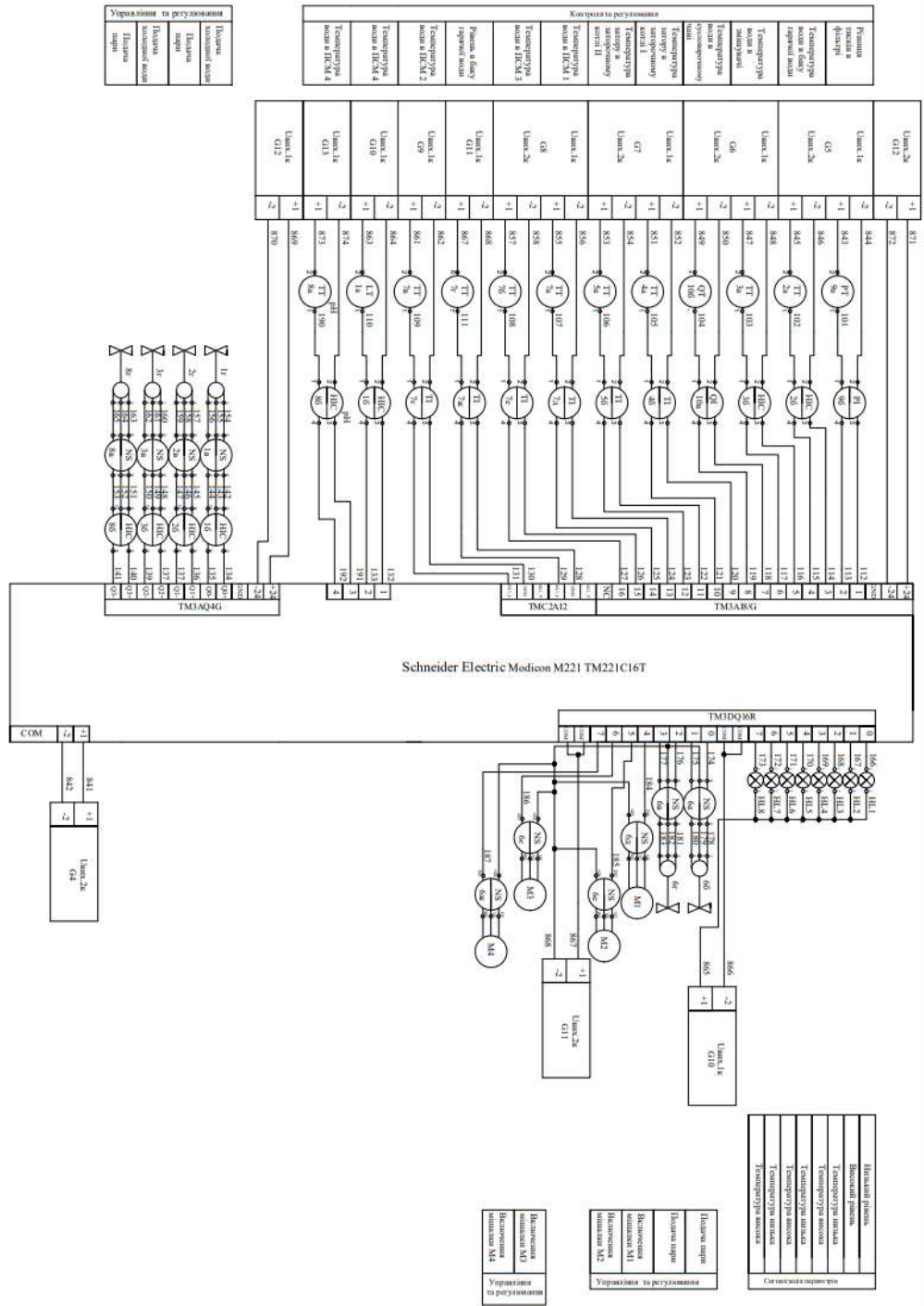


Рисунок 3.7 – Схема підключення до контролера Modicon M221

Позн.	Найменування	К-ть	Примітка
	<u>Прилади за місцем</u>		
1а	Рівнеміри радарні Елемер-УР-31	1	
2а 3а 4а 5а	Універсальний термоперетворювач Елемер ТПУ 0304	9	
7а 7б 7в 7г 8а			
1г 2г 3г 6г	Механізм електричний однооборотний МЗО-100/25-0,25-99	6	
6д 8г			
9а	Датчик диференціальний Елемер 100 ДД	1	
10б	Перетворювач рН/ОВП ТХ10	1	
10а	Модульний датчик рН S8300	1	
	<u>Прилади на щиті автоматизації</u>		
1в 2в 3в 6а	Пускач безконтактний реверсивний Мікрол ПБР-21	6	
6в 8в			
6д 6е 6с 6ж	Частотний перетворювач АВВ АСC850-04-06АО-5	4	
1б 2б 3б 8б	Блок ручного управління Мікрол БРУ-10	4	
4б 5б 7а 7с 7с	Індикатор технологічний ІТМ-11	7	
7ж 9б			
HL1-HL8	Сигнальна арматура AD16-16DS 24V AC/DC, копір лінзи - білий	8	
G4-G12	Промисловий блок живлення SDR-75-24 3,2А	9	
	Контролер Modicon M241		
TM221C16T	Центральний процесор	1	
TM3AI8/G	Модуль аналогових входів 8 AI	1	
TM3AQ4G	Модуль аналогових виходів 4 AO	1	
TMC2AI2	Картридж аналогових входів 2 AI	1	
TM3DQ16R	Модуль дискретних виходів 16 DO	1	

Рисунок 3.8 – Позначення на схемі підключення до контролера

Від усіх датчиків надходить струмовий сигнал 4-20 мА на показуючі прилади з них сигнал 4-20 мА або 0-10 В (Аналогові входа на центральному процесорі) надходить на контролер. Сигнали 0-10 В це сигнали які виходять із БРУ-10 контуру регулювання температури в сусло варочному чані і контуру регулювання рівня в баку гарячої води. Всі інші сигнали надходять по струмовому сигналу 4-20 мА.

Для підключення термометрів опору було використано двох провідну схему.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

З датчиків температури ТПУ 0304 і датчика рівня УР-31 сигнал надходить на блоки ручного управління БРУ 10 де відбувається відображення параметр і відкритості клапану. З нього сигнал надходить через вихід надходить на контролер з якого на другий вхід блоку ручного управління надходить сигнал керування. З БРУ 10 через відповідні клеми надходить сигнали на відкриття або закриття клапану на пускач безконтакторний реверсивний ПБР 21 який управляє виконавчим механізмом.

З датчиків температури ТПУ 0304 з датчика різниці тисків ЕЛЕМЕР 100 ДД і рН-метра рН/ОВП ТХ10 сигнал надходить на індикатор технологічний мікропроцесорний ІТМ 11, де відбувається відображення параметр. З ІТМ 11 сигнал надходить на контролер.

Регулювання станом мішалок і насосом відбувається з модуля дискретних виходів контролера через частотний перетворювач що забезпечує плавний пуск.

Регулювання температури в заторочних котлах 1 і 2 відбувається через дискретні виходи з яких сигнал подається на ПБР 21.

Сигналізація відбувається через дискретні виходи контролера.

Від усіх датчиків надходить струмовий сигнал для

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

РОЗДІЛ 4. КРЕСЛЕННЯ ВСТАНОВЛЕННЯ ТЕХНІЧНОГО ЗАСОБУ.

Рівнеміри радарні ЕЛЕМЕР-УР-31 призначені для безконтактного вимірювання значення рівня рідин, сипких та шматкових продуктів, у тому числі: нафти та нафтопродуктів, кислот, лугів, різних водних розчинів у резервуарах різного типу та безперервного перетворення виміряного значення у вихідний аналоговий або цифровий сигнал.

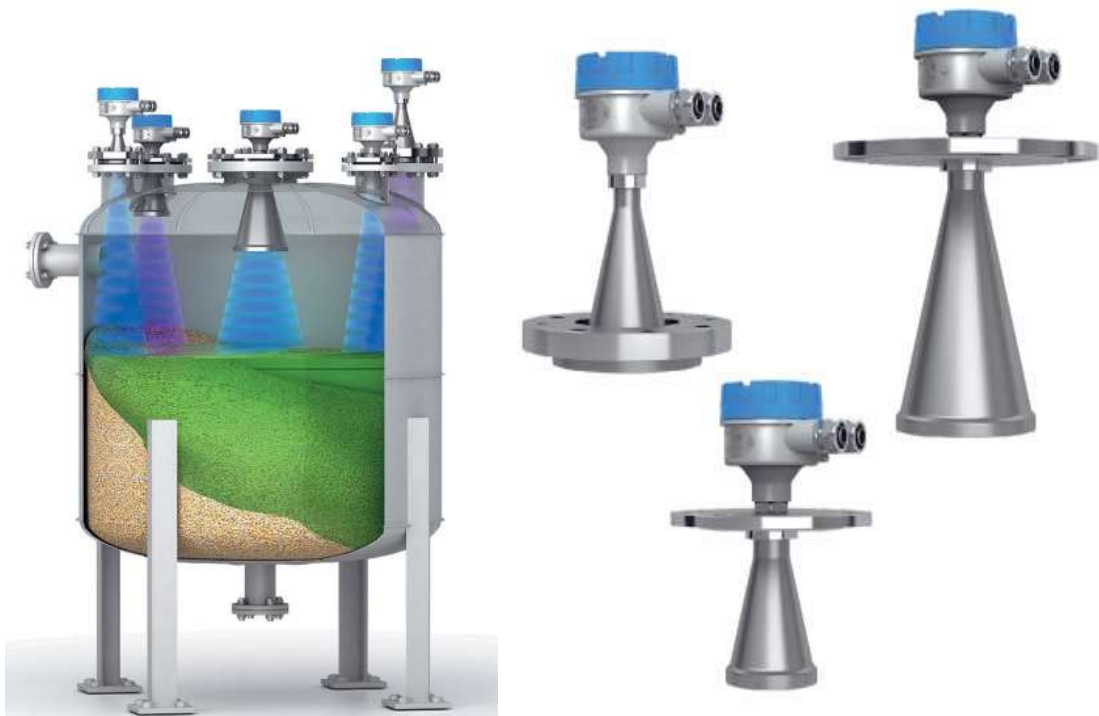


Рисунок 4.1 - Рівнемір радарний ЕЛЕМЕР-УР-31

					<i>Кваліфікаційна робота</i>		
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>			
<i>Розроб.</i>		<i>Сухоставець Д.В.</i>			<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Сідлецький В.М</i>			49	5	
<i>Зав. каф.</i>		<i>Смітюх Я.В</i>			<i>НУХТ АК-4-2ск49</i>		
<i>Секр. ЕК</i>		<i>Проскурка Е.С</i>					

Розробка системи автоматизації процесу виготовлення пивного сусла та його вищроджування

Принцип дії рівнеміра ЕЛЕМЕР-УР-31 заснований на вимірюванні різниці частот радіосигналу, випромінюваного радаром та відображеного від поверхні контрольованого середовища. В результаті обробки сигналу електронним блоком формуються цифровий та струмовий вихідні сигнали, пропорційні поточному значенню рівня, що вимірюється.

Метрологічні характеристики

- Діапазон вимірювань рівня – 500...20000 мм;
- Межі абсолютної похибки вимірювань рівня за цифровим сигналом, що допускається, Δ — не більше: ± 3 мм;
- Діапазон уніфікованого вихідного сигналу – 4...20 мА;
- Межі основної абсолютної похибки перетворення цифрового сигналу в уніфікований вихідний сигнал сили постійного струму Δ_1 не перевищують $\pm 0,008$ мА;
- Межі допустимої додаткової абсолютної похибки перетворень цифрового сигналу на уніфікований вихідний сигнал сили постійного струму, спричиненої зміною температури навколишнього середовища від нормальної до будь-якої температури в межах робочих температур на кожні 10°C – не більше $\pm 0,008$ мА.

Показники надійності

- за стійкістю до електромагнітних перешкод відповідає групі виконання та критерію якості функціонування ША;
- за стійкістю до впливу температури навколишнього повітря - $40 \dots +70^\circ \text{C}$ за ГОСТ Р 52931-2008;
- ступінь захисту від впливу пилу та води – IP67;
- середнє напрацювання на відмову - 120000 год;
- середній термін служби – 15 років;
- міжповірочний інтервал – 2 роки.

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

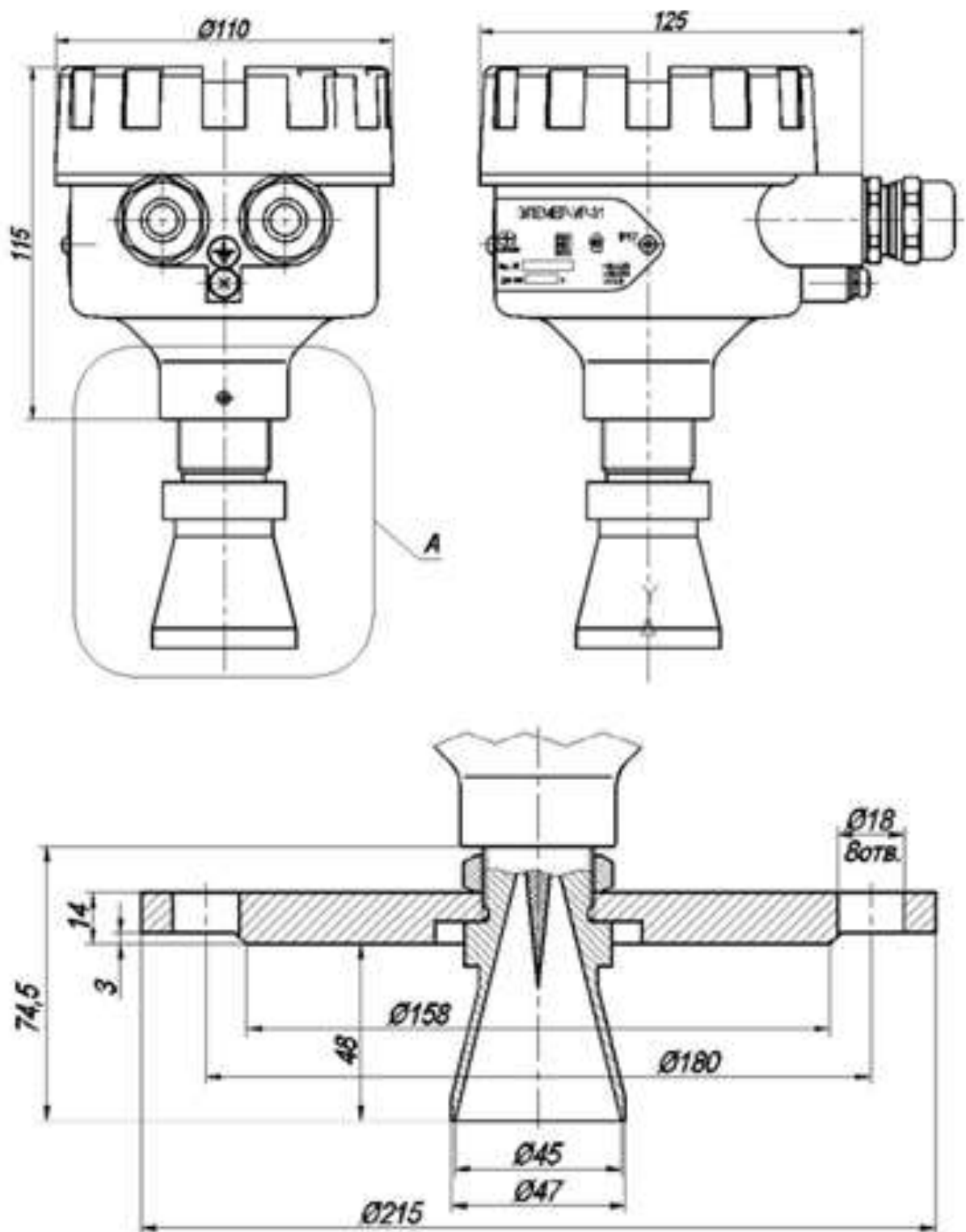


Рисунок 4.2 – Монтажні розміри рівнеміра радарного ЕЛЕМЕР-УР-31

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Кваліфікаційна робота

Арк.

51

Значення параметрів «Початок пошуку сигналу», «Кінець пошуку сигналу», «Нmin, 4 мА», «Нmax, 20 мА» задають за допомогою програми

Значення кута випромінювання круглої конічної антени на рівні половинної потужності Q, °, відповідає наведеному в таблиці.

Таблиця 4.1 - Значення кута випромінювання

Діаметр антени , мм	Q, °
45	18
54	15
88	10
94	9
138	6

Значення діаметра розкриття променя D, мм визначається за формулою

$$D = 2 \cdot H \cdot \operatorname{tg} \frac{Q}{2}$$

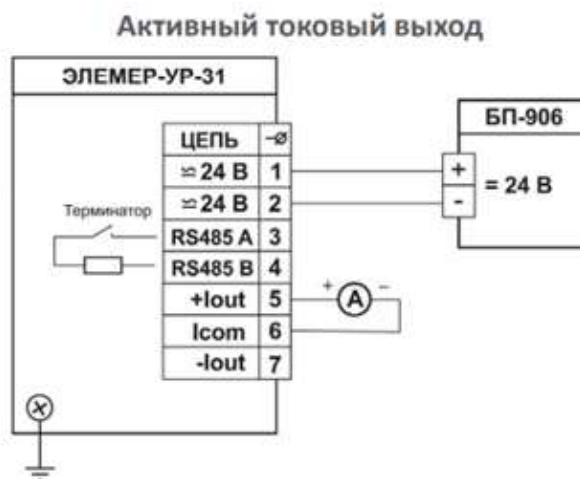


Рисунок 4.4 – Схема підключення електричної цепи ЕЛЕМЕР-УР-31

РОЗДІЛ 5. ОПИС СПЕЦІАЛЬНОГО ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ПРОМИСЛОВОГО ЛОГІЧНОГО КОНТРОЛЕРА (АЛГОРИТМ ТА ПРОГРАМА ДЛЯ ПЛК)

Після початку процесу приготування пива запускається декілька підпрограм це програма набору рівня в баку гарячої води і підпрограма контролю температури. Які реалізовані як ПІД-регулятори.

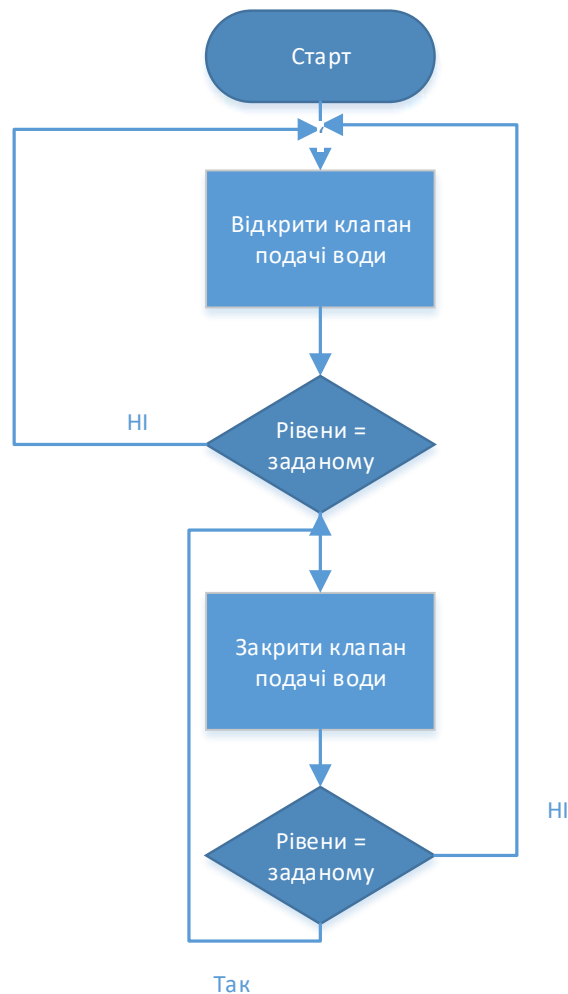


Рисунок 5.1 – Алгоритм роботи контура вимірювання та регулювання рівня.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Сухоставець Д.В.			Розробка системи автоматизації процесу виготовлення пивного сусла та його виброджування	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Сідлецький В.М.					54	5
Зав. каф.		Смітюх Я.В.				НУХТ АК-4-2ск		
Секр. ЕК		Проскурка Е.С.						

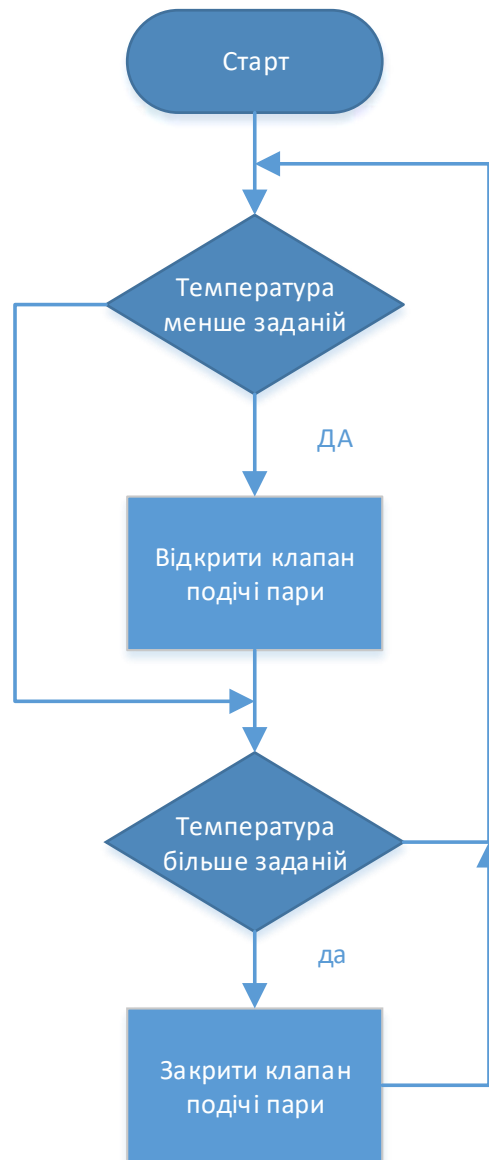


Рисунок 5.2 – Алгоритм роботи контурів регулювання температури.

Згідно представлених алгоритмів вище відбувається програмування ПЛК.

Програмування відбувалося в програмному забезпеченні EcoStruxure Machine Expert. Ця програма дозволяє провести унікальне рішення для розробки, налаштування та введення в експлуатацію всього парку обладнання в єдиному програмному середовищі, включаючи логіку, управління рухом, робототехніку / мехатроніку, моделювання, діагностику, інтелектуальне управління двигуном, навантаженням і приводами, ЛМІ (Vijeo Designer), функції промислового Інтернету речей і відповідні функції автоматизації мережі.

Програмне забезпечення дозволяє програмувати контролери на трох мовах програмування: LD, IL і Grafset

Перед написанням програми виконується настройка модулів яка показана на рисунку 5.3.

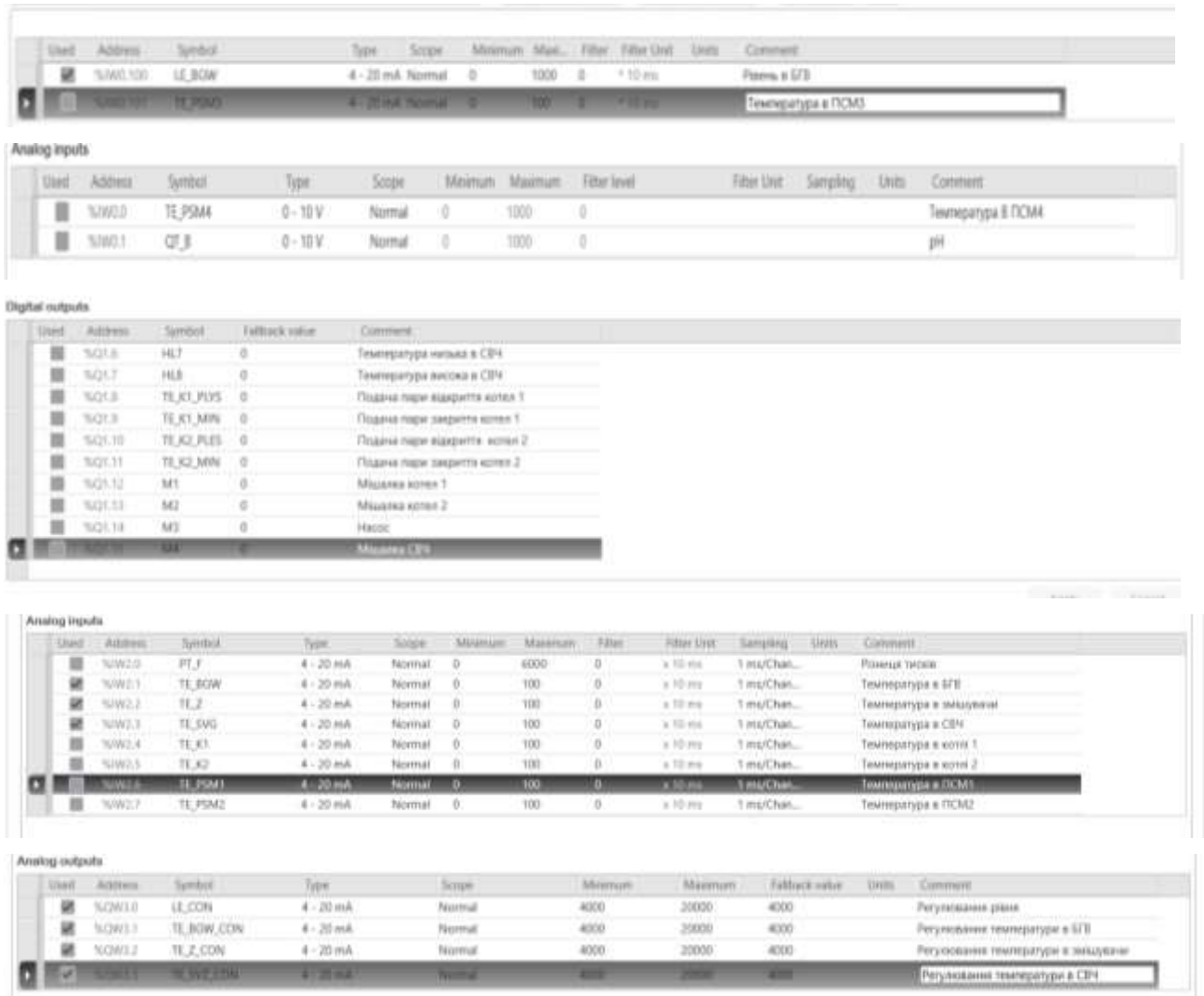


Рисунок 5.3 – Змінні в програмі.

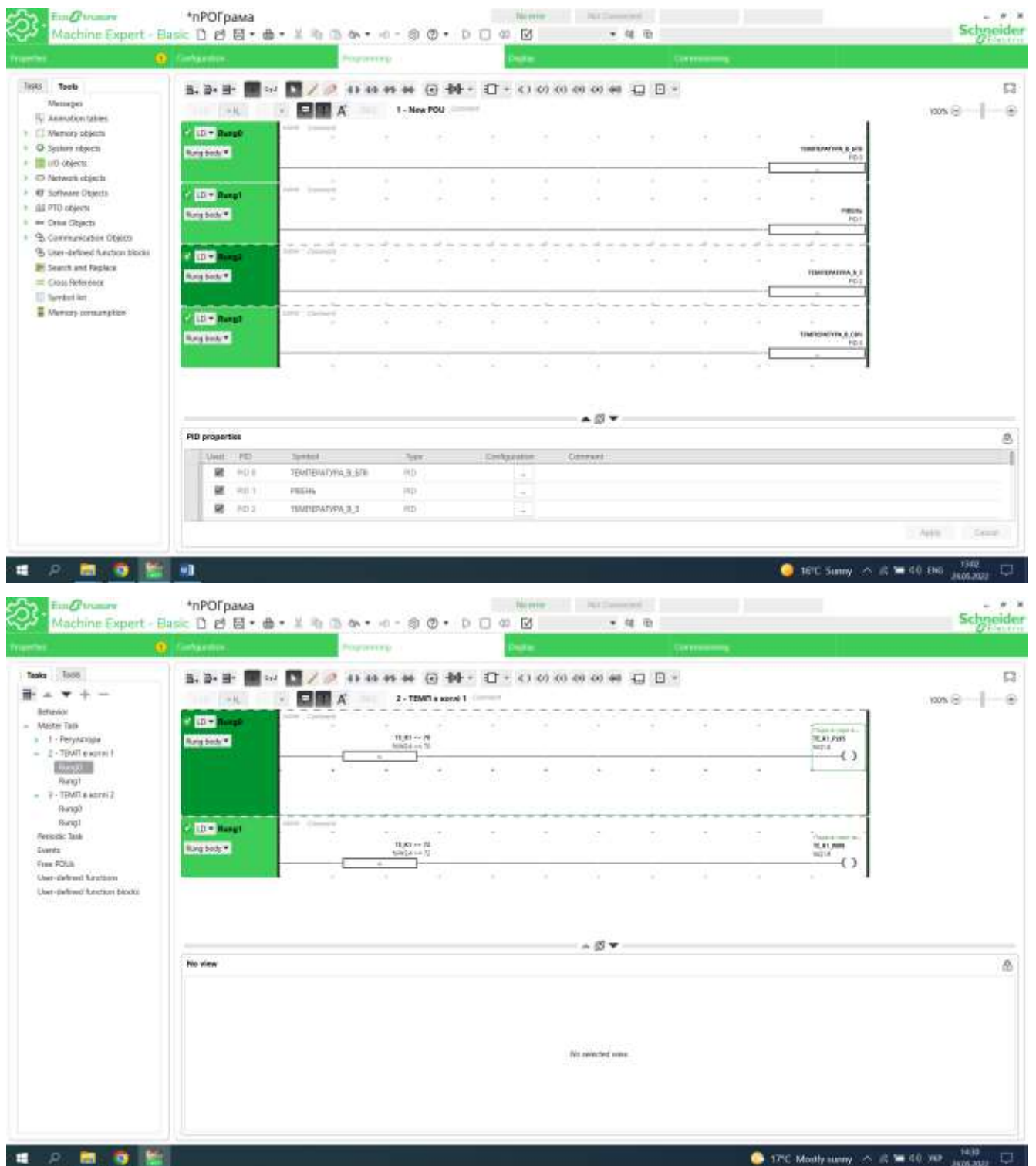


Рисунок 5.4 – Програма для контролера.

На рисунку 5.4 показана програма для регулювання температури і рівня. Регулювання здійснюється за допомогою функції ПД-регулятора. Також на

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

рисунку показано регулювання температури в заторних котлах 1 і 2 яка відбувається за двохапозиційнім регулювання.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		58

РОЗДІЛ 6. РОЗРОБКА ЛЮДИНО-МАШИННОГО ІНТЕРФЕЙСУ ОПЕРАТОРА ТЕХНОЛОГА

Дисплейна мнемосхема процесу виготовлення пивного сусла та його виброджування дозволяє оператору контролювати проходження технологічного процесу, спостерігати за зміною технологічних параметрів і за необхідності корегувати управляючі дії, відносно клапанів, змішувача та насосів.

Мнемосхема була побудована в Citect SCADA виробництва AVENE.

Citect SCADA надає інтуїтивно зрозумілі інструменти налаштування та потужні функції проектування, які допоможуть вам об'єднати та спростити управління зростаючим масивом вхідних даних.

Дисплейна мнемосхема процесу приготування затору при виробництві пива зображена на рис. 6.1

					<i>Кваліфікаційна робота</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Сухоставець Д.В.</i>			<i>Розробка системи автоматизації процесу виготовлення пивного сусла та його виброджування</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Сідлецький В.М.</i>					59	3
<i>Зав. каф.</i>		<i>Смітюх Я.В.</i>				<i>НУХТ АК-4-2ск</i>		
<i>Секр. ЕК</i>		<i>Проскурка Е.С.</i>						

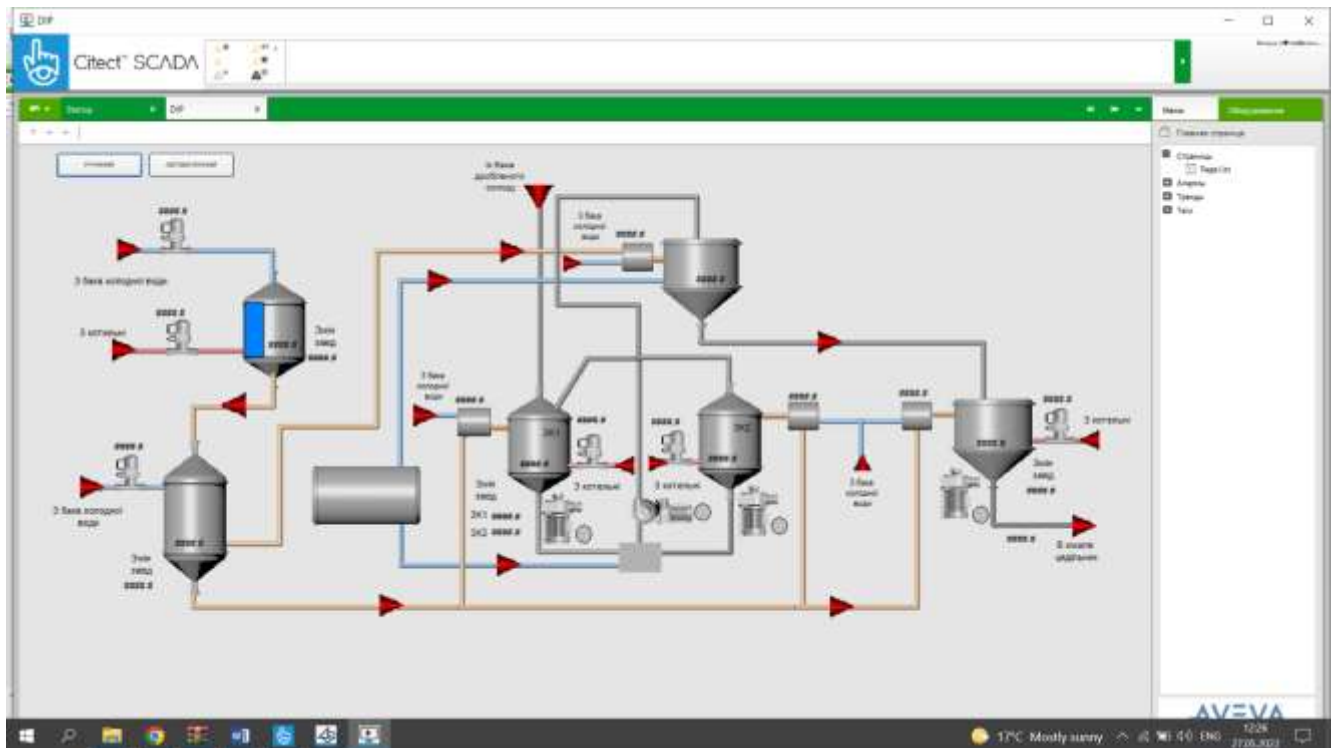


Рисунок 6.1 - Дисплейна мнемосхема процесу виготовлення пивного сусла та його виброджування.

Для переходу від автоматичного керування до ручного і навпаки використовується відповідна кнопки.

Для ручного керування мішалками для зміни значення використовується натисканням на значок відповідної мішалки.

Для керування значенням відкритості клапанами потрібно підвести мишку до відповідного клапану і вести необхідне значення і нажати Enter.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		60

Siect Studio - DIP [Активный Проект]

Модель системы | Оборудование | Теги | Алармы | Тренды | Аккумуляторы | SPC

Сохранить | Обзор | Копировать | Вставить | Удалить строку(-и) | Экспортировать все | Импортировать все | Обновить все теги

Имя тега	Адрес	Тип данных	Единицы измерения	Устройство ввода/вывода	Формат	Проект
TE_PSM4	%IW0.0	INT	°C	PLC		DIP
QT_B	%IW0.0	INT		PLC		DIP
LE_BGW	%IW0.100	INT	%	PLC		DIP
TE_PSM3	%IW0.101	INT	°C	PLC		DIP
PT_F	%IW2.0	INT	МПА	PLC		DIP
TE_BGW	%IW2.1	INT	°C	PLC		DIP
TE_Z	%IW2.2	INT	°C	PLC		DIP
TE_SVG	%IW2.3	INT	°C	PLC		DIP
TE_K1	%IW2.4	INT	°C	PLC		DIP
TE_K2	%IW2.5	INT	°C	PLC		DIP
TE_PSM1	%IW2.6	INT	°C	PLC		DIP
TE_PSM2	%IW2.7	INT	°C	PLC		DIP
LE_CON	%QW3.0	INT	%	PLC		DIP
TE_BGW_CON	%QW3.1	INT	%	PLC		DIP
TE_Z_CON	%QW3.2	INT	%	PLC		DIP
TE_SVZ_CON	%QW3.3	INT	%	PLC		DIP

Рисунок 6.2 - Змінні в Siect SCADA 2018 R2

ВИСНОВОК

В кваліфікаційній роботі було розглянуто розробку системи автоматизації процесу виготовлення пивного сусла та його виброджування.

Для розробки системи автоматизації було використані новітні засоби автоматизації та сучасний промисловий логічний контролер Modicon M221.

Дісплейні мнемосхеми процесу було виконано в програмному забезпеченні Citect SCADA 2018 R2.

Розроблена система автоматизації процесу виготовлення пивного сусла та його виброджування дозволяє проводити оптимальне і швидке регулювання і управління усіма необхідними параметрами. Використання сучасних засобів автоматизації призведе до збільшення прибутку і до збільшення якості пива.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						62
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Методичні рекомендації до виконання випускної кваліфікаційної роботи на здобуття освітнього ступеня «бакалавр» спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» денної та заочної форм навчання / Уклад.: І.В. Ельперін, В.М. Сідлецький, Н.М. Луцька, Є.С. Проскурка. [Електронний ресурс]. – К. : НУХТ, 2020. – 73 с
2. ВОЛЬФГАНГ К. Технология солода и пива / КУНЦЕ ВОЛЬФГАНГ., 2001.
3. Автоматизация производственных процессов и АСУ А22 ТП в пищевой промышленности / Л. А. Широков, В. И. Михайлов, Р. З. Фельдман и др.; под ред. Л. А. Широкова. — М.: Агропромиздат, 1986. — 311 с.
4. Термоперетворювачі УНІВЕРСАЛЬНІ ТПУ 0304 / М2-Н. Інструкція з експлуатації. – 58 с. – (НКГЖ.411611.004РЭ).
5. ДАТЧИКИ ТИСКУ «ЕЛЕМЕР-100» Інструкція з експлуатації, 2008. – 128 с. – (НКГЖ.406233.029РЭ).
6. Рівнемірив радарних «ЕЛЕМЕР-УР-31» Інструкція з експлуатації. – 35 с. – (НКГЖ.407529.001РЭ).
7. Технические характеристики МЭО-100, МЭО-250 [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://mehanizmy.ru/technical-meo-100-250>.
8. БЛОК РУЧНОГО УПРАВЛІННЯ БРУ-10 ІНСТРУКЦІЯ З ЕКСПЛУАТАЦІЇ – м Івано-Франківськ: підприємство МІКРОЛ, 2013. – 62 с. – (ПРМК.422419.001 РЭ).
9. ИНДИКАТОР МИКРОПРОЦЕССОРНЫЙ ИТМ-11 – г.Ивано-Франковск, 2012.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						63
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

10. Пускатель бесконтактный реверсивный ПБР-21 РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ ПРМК. 421235.001 РЭ – г. Ивано-Франковск, 2019.
11. Частотный преобразователь АВВ АС850-04-06А0-5, 2.2 кВт, 6А (ACS850-04-06А0-5) [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <https://luxelectro.com.ua/ru/chastotnyj-preobrazovatel-abb-acs850-04-06a0-5-2-2-kvt-6a-detail.html>.
12. Modicon M221 Logic Controller User Guide. – (Schneider Electric).
13. МОДУЛЬ ТМ3 8 АНАЛОГ ВХ 12 БИТ ПРУЖ [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <https://www.se.com/ua/uk/product/TM3AI8G/%D0%BC%D0%BE%D0%B4%D1%83%D0%BB%D1%8C-tm3-8-%D0%B0%D0%BD%D0%B0%D0%BB%D0%BE%D0%B3-%D0%B2%D1%85-12-%D0%B1%D1%96%D1%82-%D0%BF%D1%80%D1%83%D0%B6/>.
14. МОДУЛЬ ТМ3 16 ВИХ 2А РЕЛЕ ПРУЖ [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <https://www.se.com/ua/uk/product/TM3DQ16RG/%D0%BC%D0%BE%D0%B4%D1%83%D0%BB%D1%8C-tm3-16-%D0%B2%D0%B8%D1%85-2%D0%B0-%D1%80%D0%B5%D0%BB%D0%B5-%D0%BF%D1%80%D1%83%D0%B6/>.
15. МОДУЛЬ ТМ3 4 АНАЛОГ ВИХ 12 БИТ ПРУЖ [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <https://www.se.com/ua/uk/product/TM3AQ4G/%D0%BC%D0%BE%D0%B4%D1%83%D0%BB%D1%8C-tm3-4%D0%B0%D0%BD%D0%B0%D0%BB%D0%BE%D0%B3-%D0%B2%D0%B8%D1%85-12-%D0%B1%D1%96%D1%82-%D0%BF%D1%80%D1%83%D0%B6/>.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						64
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- 16.КАРТРИДЖ ТМС2 2 ВХ АНАЛОГ 0-10В/4-20МА [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу:
<https://www.se.com/ua/uk/product/TMC2AI2/%D0%BA%D0%B0%D1%80%D1%82%D1%80%D0%B8%D0%B4%D0%B6-tmc2-2-%D0%B2%D1%85-%D0%B0%D0%BD%D0%B0%D0%BB%D0%BE%D0%B3-010%D0%B2-420%D0%BC%D0%B0/>.
- 17.Citect SCADA [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу:
<https://www.aveva.com/ru-ru/products/plant-scada/>.
- 18.EcoStruxure™ Machine Expert [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.se.com/ua/uk/product-range/2226-ecostruxure-machine-expert/#documents>.

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

Загальна характеристика роботи: актуальність, наукова та/або практична цінність

Проект є актуальним, оскільки в ньому застосовано сучасні засоби

автоматизації, даний проект можна застосовувати на практиці

Аналіз змісту кваліфікаційної роботи. Оцінка ступеня використання останніх досягнень науки і техніки, комп'ютерної техніки та інформаційних технологій, САПР для виконання графічної частини кваліфікаційної роботи тощо:

Тема проекту широко розкрита, використано основні досягнення науки і

техніки, зокрема, використано сучасні засоби автоматизації та програмне

забезпечення. Графічна частина проекту виконана з дотриманням стандартів

СКД.

Перелік основних недоліків кваліфікаційної роботи:

До недоліків роботи, можна, віднести наступне, в роботі присутні рисунки

(ст.36, 46...) низької якості, що і є важкими в розумінні

Загальний висновок про кваліфікаційну роботу:

Проект виконаний на високому рівні та заслуговує відмінної оцінки.

Висновок про можливість присвоєння випускнику освітньої кваліфікації за заявленим освітнім ступенем:

Здобувач Сухоставець Денис Віталійович заслуговує присвоєння освітньо-

кваліфікаційного рівня бакалавр з автоматизації і комп'ютерно-інтегрованих

технологій.

Рецензент _____ (Гривков С.В.)

Завідувач кафедри інформатики НУХТ, доцент, доктор технічних наук.

(вказати посаду і місце роботи, вчені звання та ступінь)

“ ” _____ 2022 р.