

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»

«До захисту допущено»

Декан факультету

Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_  
(підпис)                      Форсюк А.В.  
(прізвище та ініціали)

\_\_\_\_\_  
(підпис)                      Ельперін І.В.  
(прізвище та ініціали)

« \_\_\_\_ » червня 2020 р.

« \_\_\_\_ » червня 2020 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 технологічного процесу освітлення та  
охолодження пивного сусла

Виконав: здобувач 4 курсу, групи АК-4-Зск Бондаренко Олексій Олексійович  
(прізвище та ініціали)

Керівник Мацебула Дмитро Валерійович \_\_\_\_\_  
(прізвище та ініціали) (підпис)

Консультанти \_\_\_\_\_  
(прізвище та ініціали) (підпис)

\_\_\_\_\_ (підпис)

Рецензент Загорівська Лариса Григорівна \_\_\_\_\_  
(прізвище та ініціали) (підпис)

Засвідчую, що в цій кваліфікаційній  
роботі немає запозичень із праць  
інших авторів без відповідних  
посилань.

Здобувач \_\_\_\_\_  
(підпис)

Київ – 2020 р.



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 27 квітня 2020 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 Бондаренко О.О.

\_\_\_\_\_ (підпис)

Керівник роботи Мацебула Д.В.

\_\_\_\_\_ (підпис)

## Анотація

В кваліфікаційній роботі розглядається розробка системи автоматизації процесу освітлення та охолодження пивного сусла.

В роботі представлено опис технологічного процесу, завдання на систему автоматизації, схема автоматизації, специфікація технічних засобів автоматизації, монтажна схема технічного засобу автоматизації – ємнісного рівнеміра KOBOLD DOM-R, схеми підключення датчиків та виконавчих механізмів до ПЛК та розширені схеми підключення технічного засобу.

Розроблено алгоритм та програма для управління процесом приготування затору при виробництві пива. Програма розроблена для ПЛК M340 від виробника Schneider Electric в програмному забезпеченні UNITY Pro XL. Інтерфейс SCADA-програма технологічного процесу розроблено в програмному забезпеченні Zenon Editor 7.20 64 bit та вигляд дисплейної мнемосхеми представлено в записці.

**Ключові слова:** M340, Zenon, KOBOLD DOM-R.

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

## Annotation

The qualification work considers the development of a system for automating the process of lighting and cooling of beer wort.

The paper 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 capacitive level meter KOBOLD DOM-R, connection diagrams of sensors and actuators to the PLC and extended connection diagrams.

An algorithm and a program for controlling the process of brewing in the production of beer have been developed. The program is designed for PLC M340 from the manufacturer Schneider Electric in UNITY Pro XL software. The SCADA program interface is developed in the Zenon Editor 7.20 64 bit software and the appearance of the display mnemonic is presented in the note.

**Keywords:** M340, Zenon, KOBOLD DOM-R.

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

## Зміст

<b>Вступ</b> .....	7
<b>Розділ 1. Опис об'єкта автоматизації</b> .....	8
1.1. Технологічний опис об'єкта автоматизації .....	8
1.2. Розробка завдання на систему автоматизації .....	20
<b>Розділ 2. Система автоматизації</b> .....	21
2.1. Обґрунтування вибору технічних засобів для вимірювання, виконавчих механізмів (ВМ) та регулюючих органів (РО) .....	21
2.2. Схема автоматизації .....	33
2.3. Специфікація засобів автоматизації .....	34
<b>Розділ 3. Проектне компонування промислового логічного контролера (ПЛК) та схеми підключення</b> .....	35
3.1. Проектне компонування промислового логічного контролера (ПЛК) .....	35
3.2. Загальна схема підключення датчиків та ВМ до ПЛК .....	41
3.3. Розширені схеми підключення для окремого контуру .....	42
<b>Розділ 4. Креслення встановлення технічних засобів</b> .....	45
<b>Розділ 5. Опис спеціального програмного забезпечення для мікропроцесорного контролера (алгоритм та програма для ПЛК)</b> .....	48
<b>Розділ 6. Розробка людино-машинного інтерфейсу оператора технолога</b> .....	54
6.1. Переліки вхідних та вихідних сигналів та даних SCADA/НМІ.....	55
6.2. Відеокадри дисплейних мнемосхем оператора.....	56
<b>Висновок</b> .....	57
<b>Список використаної літератури</b> .....	58

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

## Вступ

Пивоваріння відіграє важливу роль в житті людей. Пиво - це старовинний слабоалкогольний напій що виготовляється на основі ячменю, солоду, води та хмелю.

Слабоалкогольними називають напої, які містять менше 10% етилового спирту. В середньому пиво містить до 7% етилового спирту.

Процес приготування пива дуже складний та трудомісткий, на його приготування в середньому витрачається три чотири місяці. Напій, перед тим як потрапити до келиха, проходить довгий шлях, починаючи від пророщення ячменю - до відстоювання, дозрівання та розливу.

В давні часи, та й до цього часу пиво вважається корисним напоєм в «розумних» межах, адже цей напій являється хорошим стимулятором апетиту, та містить високу кількість вуглеводів та білків, що сприяють кращому засвоєнню їжі.

Сам процес приготування пива поділяється на декілька етапів, а саме:

- Підготовка солоду;
- Затирання сусла;
- Фільтрація затору;
- Кип'ятіння сусла з хмелем;
- Освітлення і охолодження пивного сусла;
- Бродіння;
- Дозрівання пива;
- Фільтрація та пастеризація.

В даній кваліфікаційній роботі буде розповідатись про один з цих процесів, а саме про процес освітлення та охолодження пивного сусла.

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

**Розділ 1. Опис об'єкта автоматизації.  
1.1. Технологічний опис об'єкта автоматизації.**

**Фізико-хімічні процеси при освітленні сусла**

В гарячому суслі відсутній кисень повітря, який необхідний мікроорганізмам для життєдіяльності, але знаходяться грубі, завислі речовини, які утворилися під час кип'ятіння з хмелем. Наявність цих частинок негативно впливають на процес бродіння, доброджування сусла і колоїдну стійкість пива. З пониженням температури сусла ці речовини випадають в осад і з'являються тонкі зважені частинки, сусло насичується киснем повітря, що сприяє нормальному розмноженню дріжджів і повному виділенню білків.

Таким чином метою освітлення і охолодження сусла є:

1. Зниження температури.
2. Насичення киснем повітря.
3. Осадження зважених частин.

В залежності від методів бродіння ( низове чи верхове) сусло охолоджують до 5- 6° С або до 14-16°С. Сусло охолоджують у дві стадії.

I стадія характеризується охолодженням гарячого сусла до 60 °С. Проводиться повільно на протязі 1,5-2 год для більш повного виділення завислих речовин. Тут для освітлення і охолодження використовують відстійний або гідроциклонний апарат.

II стадія - охолодження сусла від 60°С до 4°С. Ця стадія проводиться швидко, тому що при зниженні температура ( особливо від 40-20°С) сусло є добрим поживним середовищем для розвитку сторонніх мікроорганізмів. Ця небезпека знижується коли в сусло задають дріжджі. Використовують пластинчаті теплообмінники.

					<b>Кваліфікаційна робота</b>			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Бондаренко О.О.			Розробка системи автоматизації технологічного процесу освітлення та охолодження пивного сусла	Літ.	Арк.	Аркуші
Керівник		Мацебула Д.В.					8	13
Зав. каф.		Ельперін І.В.				НУХТ АК-4-Зск		
Секр. ЕК		Проскурка Є.С.						



### 1.1. Розчинення кисню у суслі.

Поглинання кисню сусликом проходить в ході всього процесу охолодження.

При високих температурах ( до 40° С) гази погано розчиняються в рідинах.

Тому при високій температурі суслика кисень витрачається на окислення органічних речовин суслика, внаслідок чого воно темніє, знижується хмелевий аромат і хмелева гіркота. Тому розчинення кисню можливе лише при низькій температурі нижче 40 °С. Кисень, який поглинається сусликом витрачається на розмноження і життєдіяльність дріжджів. Оптимальний вміст його в суслі на початку бродіння 6-7 мг/дм<sup>3</sup>. Поглинання кисню прискорюється при перемішуванні, збільшенні площі поверхні і тривалості контакту суслика з повітрям, з пониженням концентрації сухих речовин в ньому.

### 1.2 Утворення і видалення білкового осаду.

Завислі речовини поділяються на грубий ( гарячий) осад та тонкий ( холодний) осад. Грубий осад утворився при кип'яченні суслика з хмелем. Він майже повністю затримується з хмелевою дробиною, і суслик стає прозорим. Він містить 50-60 % білкових речовин, 3-30% зольних речовин, 16-20 % хмельових смол, 20-30% флавофену. Із суслика він видаляється порівняно легко. Якщо він навіть потрапляє до бродильного апарату, на смак і стабільність напою не впливає, тому що так чи інакше буде відокремлений від пива на одній із стадій його виготовлення. Грубий брук при випаданні в осад адсорбує на своїй поверхні й виводить із суслика 7-32% гірких речовин хмелю й частину мінеральних речовин, а також іони важких металів : алюмінію, заліза, міді. Це сприяє якості пива, оскільки названі метали можуть стати причиною помутніння напою. Тонкий ( холодний) брук починає виділятися при температурі нижче 60°С. Цей осад має протилежну властивість, тобто в разі нагрівання розчиняється. Із суслика він видаляється дуже повільно, але видалення його

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

. більшої частини дуже важливе, тому що залишки цього бреху є причиною терпко-гіркого смаку пива. Якщо в суслі лишається більша частина тонкого осаду, він обволікає поверхню дріжджових клітин і перешкоджає поступанню цукрів, їх зародженню. Тонкий осад видаляють шляхом сепарування під дією відцентрової сили, під дією гідродинамічних сил в гідроциклонному апараті.

### 1.3.Зміна концентрації сусла.

Завдяки охолодженню й одночасному випаровуванню води об'єм сусла зменшується, за рахунок чого концентрація його відповідно зменшується. Кількість води, що випаровується, залежить від застосовуваних апаратів. Найбільше видалення води з сусла ( 10%) спостерігається в разі застосування відкритих відстійних тарілок. Але це обладнання зараз не застосовується. При використанні закритого обладнання об'єм гарячого сусла при охолодженні зменшується в середньому до 3,8 %. Способи освітлення сусла ( відстійні, гідроциклонні апарати).

На практиці сусло охолоджують і відокремлюють брех різними способами. Ще не так давно найбільш поширеним способом було застосування відстійноохолоджуваної тарілки, на якій одночасно видаляли осад і охолоджували сусло приблизно до 60°C. Наступне охолодження сусла здійснювали на зрошувальних теплообмінниках: мутне сусло іноді фільтрували на фільтр –пресах або застосовували сепаратори. Однак це обладнання застаріло і більше не використовується.

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

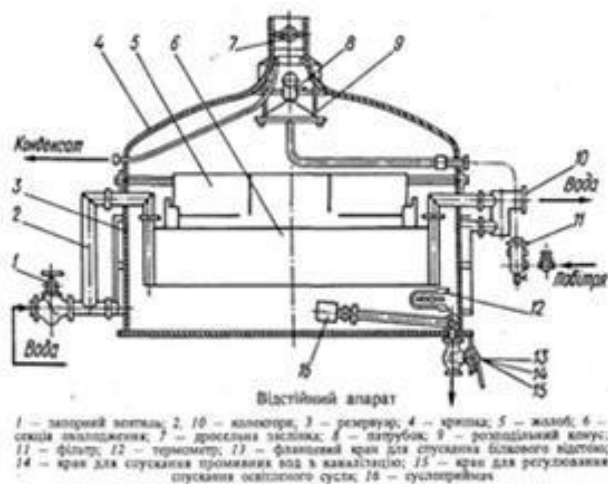
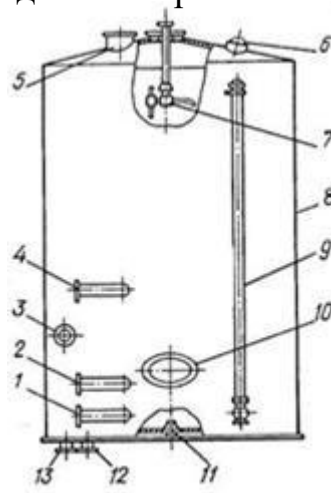


Рис.1.1 Будова відстійного апарату: 1-заторний вентиль; 2,10- колектори; 3-резервуар; 4-кришка; 5- жолоб;6- секція охолодження; 7-дросельна заслінка; 8- патрубок; 9-розподільний конус; 11-фільтр;12-термометр; 13-фланцевий кран для спускання білкового відстою; 14-кран для спускання промивних вод в каналізацію; 15-кран для регулювання спускання освітленого сусла, 16- суслоприймач.

Зараз для видалення осаду з сусла часто застосовують відстійноохолоджувальний апарат, але найчастіше гідроциклонний апарат. Охолодження ж сусла до температури бродіння здійснюють за допомогою високопродуктивних пластинчастих охолоджувачів. Центрифугування сусла використовують лише в окремих випадках, коли необхідно видалити певну частину дрібного бруху. Сучасний відстійний апарат являє собою сталевий циліндричний резервуар з плоским трохи похилим дном і сферичною кришкою. Кришка має витяжну трубу для відведення вторинної пари й люк для спостереження. Під витяжною трубою закріплено розподільний конус, призначений для розподілу сусла на струминки. Для охолодження сусла в середині змонтовано сталевий змієвик, по якому циркулює вода. У дні апарата шарнірно закріплена труба з поплавковим отвором на кінці й три пробкові крани. Поплавковий спусковий клапан забезпечує знімання тільки охолодженого й найбільш освітленого та насиченого киснем сусла.

Висота шару сусла в апараті не перевищує 90 см. Похиле дно сприяє кращому видаленню осаду, а також стіканню промивної води. Випускають чотирьох типорозмірів місткістю 0,5; 0,1; 1,5; 3,0 т зерно продуктів. Варильні агрегати потужністю 5,5 т комплектуються двома апаратами на 3 т.



Гідроциклонний апарат

Рис 1.2 Гідроциклонний апарат: 1, 2, 4 - відвідні патрубки; 3 - підводить патрубок; 5 - паропровідний патрубок; 6 - освітлювач; 7 - миюча головка; 8 - корпус; 9 - показчик рівня; 10 - люк; 11 - размиватель; 12, 13 - патрубки для видалення осаду і каламутного сусла.

Перша стадія охолодження у відстійному апараті відбувається досить швидко : за 20 хв температура знижується до 50 - 40°C, а вода нагрівається майже до 60°C і може бути використана для затирання. Отже, відстійний апарат дає змогу використовувати теплоту охолоджуваного сусла.

Проте найчастіше для освітлення і первинного охолодження сусла використовуються гідроциклонні апарати(рис.1.2). Вони найпростіші за конструкцією, а працюють досить надійно. Такий апарат являє собою циліндричний резервуар з невеличким конусом посередині дна. Апарат має люк, підвідну трубу й випускний штуцер для видалення відстою. Принцип швидкого відокремлення бруху полягає в тому, що гаряче сусло подається в апарат тангенційно і з відносно великою швидкістю насосом, внаслідок чого набуває обертового руху, а тверді частинки доцентрової сили. Крім того утворюється глибока воронка, яка тисне на стовбур бруху, що утворюється у центрі рідини, й осад швидко концентрується на дні у центра апарата

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

Важливим моментом ефективної роботи апарата є правильне підключення нагнітального трубопроводу: він повинен знаходитися на 1/3 висоти апарата. При більш низькому підключенні може не утворитися воронка, а при більш високому – не відбудеться розкручування всього сусла. Крім того висота апарата повинна перевищувати його діаметр. Взагалі ж після заповнення апарата для видалення осаду потрібно не більше як 60 хв. на практиці дуже часто сусло витримують тільки 20-30 хв. Після спорожнення гідро циклонного або іншого апарата в ньому лишається густа сіра маса, що називається білково-дубильним відстоєм. Він містить багато сусла, яке бажано відокремити й використати. Існує кілька способів відокремлення цього сусла. Найпростішим з них передбачене фільтрування настою через сукняний мішок у вигляді конуса. Такий мішок підвішують над збірником і виливають у нього відстій. Другий спосіб передбачає фільтрування відстою за допомогою рамного фільтрпреса й видалення залишків сусла з апарата стисненням повітрям. Але сусло, яке видалене з відстою завжди інфіковане м/о й потребує стерилізації. Тому його найчастіше додають до сусла наступної варки й кип'ятять з хмелем або зброджують окремо. На відносно невеликих пивоварних заводах відстою збирається не так уже багато і його просто виливають в каналізацію. Цього ні в якому разі не слід робити, тому що він забруднює стічні води і різко підвищує біологічну потребу у кисню. За хімічним складом білковий відстій міг би бути кормом для тварин, але внаслідок великої хмелевої гіркоти його часто викидають, хоча з нього можна відокремити гіркі хмелюві речовини й використати їх повторно.[7]

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

## Освітлення сусли сепаруванням

Хорошу прозорість сусли і швидке його освітлювання забезпечують сусливі сепаратори-освітлювачі з відцентровою пульсуючим вивантаженням осаду. Робочий орган сепаратора - барабан, в якому встановлений тарілотримач з набором конічних тарілок. Дно барабана рухливе. Воно притиснуте до ущільнюючого кільця допоміжної рідиною. Каламутне сусли надходить в барабан через внутрішню порожнину тарілотримача. Зважені частки під дією відцентрової сили відкидаються в шламівий простір, а освітлене сусли відтісняється до центру барабана по каналах між тарілками і надходить у напірну камеру, захоплюється диском і виводиться з сепаратора. Коли грязьовий простір заповнюється осадом, автоматично припиняється подача сусли в сепаратор. У барабан подається промивна вода і витісняє залишки сусли. Автоматично припиняється подача рідини, яка притискає дно барабана. Вона викидається назовні через спеціальний клапан, і дно барабана опускається. Через що утворилася кільцеву щілину осад з грязьового простору разом з промивної водою викидається з барабана. Схематично принцип роботи сусливого сепаратора представлений на рис. 1.3

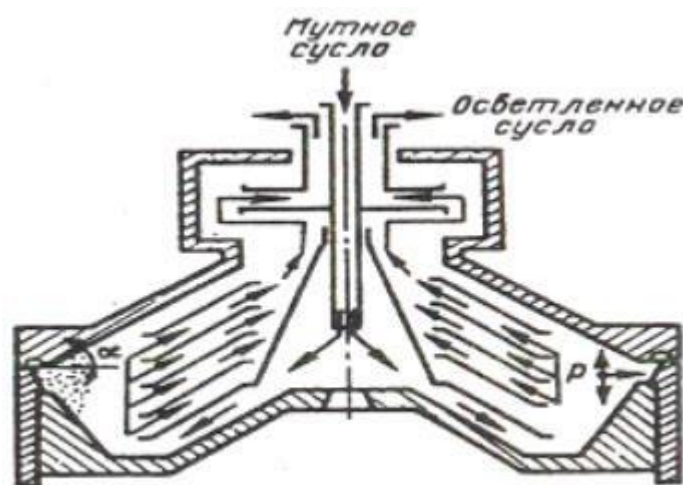


Рис.1.3 Сусливий сепаратор

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Останнім часом набув поширення спосіб освітлення холодного сусла шляхом флотації. Сутність способу полягає в тому, що сусло перенасичується повітрям і суспензії, адсорбованих на поверхні пухирців газу, піднімаються вгору. Після теплообмінника сусло змішують в потоці з дрібнодиспергироване обеспоженним повітрям в спеціальному аеруючому пристрої, наприклад, Ш4-ВПК. Робочий орган Ш4-ВПК - дрібнопориста металева свічка, куди подається повітря під тиском 0,1-0,25 МПа. Витрата повітря 0,1-2,1 м<sup>3</sup> / м<sup>3</sup> сусла на годину. Сусло, насичене повітрям, подається у флотаційну ємність, в якості якої можна використовувати чани попереднього бродіння або бродильні апарати. У флотаційну ємність на початку подачі сусла задають насінні дріжджі. Дріжджі можуть задаватися також у ток аерована сусла. Сусло витримують під флотаційної ємності при температурі 6-9 °С протягом 6-10 годин. За цей час на поверхню сусла виносяться разом з бульбашками повітря суспензії і мертві дріжджові клітини. Сусло освітлюється, і одночасно йде процес його попереднього бродіння. Сусло передають на бродіння, а піна, що містить суспензії, осідає на стінах флотаційної ємності. При використанні флотації спостерігається прискорення бродіння за рахунок високого ступеня освітлення сусла і хорошого фізіологічного стану дріжджів. Охолодження сусла Для охолодження сусла раніше застосовували зрошувальні теплообмінники, теплообмінники типу «труба в трубі» і пластинчасті охолоджувачі. В даний час зрошувальні теплообмінники вже не застосовуються. Практично повсюдно використовуються пластинчасті теплообмінники. На окремих старих заводах продовжують експлуатуватися теплообмінники типу «труба в трубі» (рис.1.4)

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

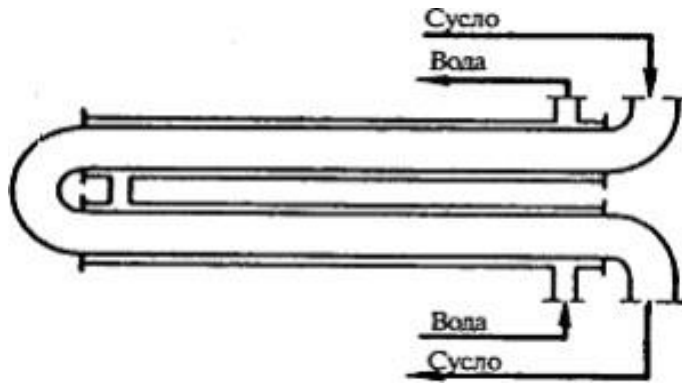


Рис.1.4 Теплообмінник типу “труба в трубі”

Теплообмінник "труба в трубі" складається з послідовно з'єднаних мідних труб, в які подається сусло. Труби з охолоджувани продуктом знаходяться в сталевих трубах більшого обсягу, за якими в протилежному напрямку тече охолоджуюча рідина. Такі теплообмінники мають низький коефіцієнт теплопередачі, утруднений процес їх миття та дезінфекції.[8]

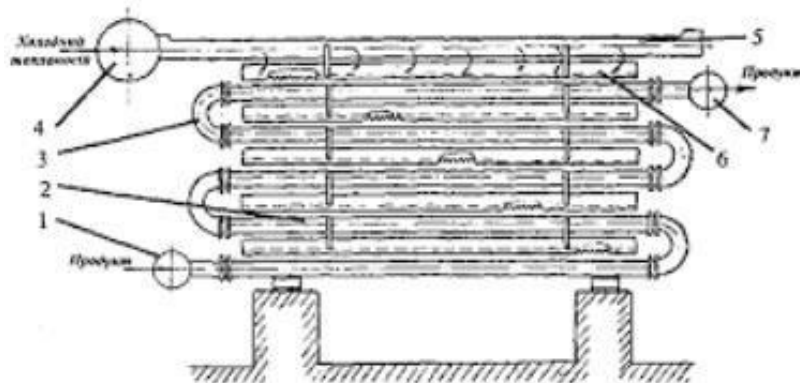


Рис.1.5 Зрошувальний теплообмінник

### Охолодження сусла в пластинчатому теплообміннику.

Охолодження сусла до початкової температури бродіння на більшості заводів проводять в пластинчастих теплообмінниках. Це є найбільш ефективним і гігієнічним способом підготовки сусла до бродіння.

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



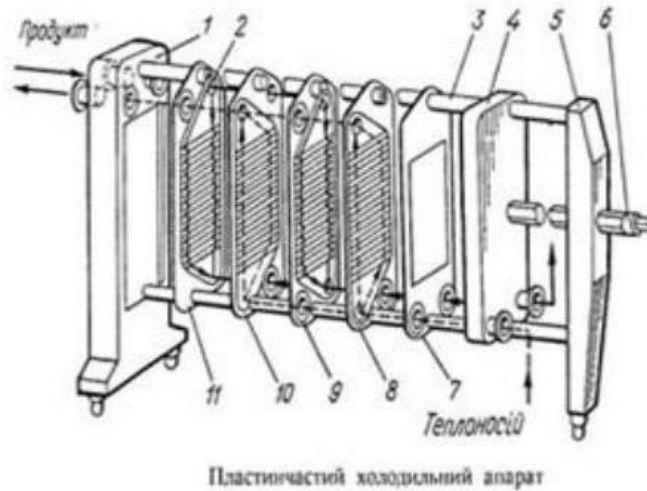


Рис.1.6 Пластинчастий теплообмінник: 1, 5 - стійки; 2 - канал для подачі сусла; 3 - штанга; 4 - плита; 6 - гвинт; 7 - канал для хладагента; 7, 8, 9, 10, 11 - пластини.

Апарат зібраний із тонких сталевих плит, встановлених паралельно на штангах, кінці яких закріплені у стойках. За допомогою плити і гвинта пластини стискаються так, що між кожною парою утворюється вузький простір, через який тече рідина. Прокладки на пластинах розміщують так, щоб у результаті збирання апарата в ньому утворилися дві системи каналів: однією текла рідина (продукт), другою – холодна або гаряча вода, пара залежно від того для чого призначений апарат (охолодження, стерилізація, деаерація, карбонізація пива). Продукт, який подається у верхній кутовий канал, тече каналами між пластинами, а холодоагент рухається назустріч каналами між пластинами. Таким чином, потоки продукту і теплоносія чергуються і теплообмін у кожному потоці відбувається через дві граничні поверхні. Пластинчасті теплообмінники мають у кілька разів більшу поверхню теплопередачі порівняно з трубчастими. Пластинчасті теплообмінники являються найбільш сучасним апаратом для охолодження сула, вони мають велику площу поверхні теплопередачі і малі розміри.

Конструкція цих теплообмінників дає можливість змінювати схему руху потоків продукту і теплоносія і в одному теплообміннику мати секції для нагрівання, охолодження і регенерації тепла. Вони легко розбираються, що дає можливість проводити ретельну очистку всіх елементів. Недоліком являється швидкий знос ущільнюючих прокладок між пластинами.[7]

### **Порівняльна характеристика освітлення і охолодження сусла.**

Використання відстійних апаратів в порівнянні з холодильними тарілками дає можливість економити виробничі площі, зменшується небезпечність інфікування сусла. Але у відстійних апаратах гірше осаджуються зважені частинки. Використання гідроциклонів полегшує і прискорює процес освітлення сусла і дає можливість використовувати молотий брикетований хміль, забезпечується стерильність процесу.

### **Білковий відстій і його утилізація**

З 100 кг зернопродуктів одержують у середньому 2-3 кг білкового відстою вологістю 80%. Він містить більше 35% білкових речовин і міг би служити відмінним кормом для худоби, але цьому перешкоджає його сильна гіркота. Білковий отстой можна реалізувати на корм тваринам в суміші з солодовою дробиною. Для цього його зі збірки для відстою перекачують у фільтраційний апарат на дробину після збору першого сусла. При цьому прискорюється процес фільтрування, так як шар дробини за рахунок великих часток відстою стає більш прохідним, і знижуються втрати сусла. Сусло з білкового відстою відділяється також шляхом сепарування або на фільтрпресах. .

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

Отримане сусло збирають у спеціальних збірниках-мірниках, де його стерилізують, охолоджують і перекачують на бродіння

Білковий відстій може реалізуватися на корм риbam в ставкове господарство. З білкового відстою можна готувати гідролізати, багаті амінного азоту, і додавати їх в сусло для інтенсифікації його зброджування.[8]

### **Основні джерела інфекції**

Зовнішніми джерелами інфекції є повітря, вода. На якість сусла й пива суттєво впливає технологічна вода, в якій завжди містяться різні мікроорганізми. Частка води, необхідна при виробництві пива, становить близько 85%. Ця вода повинна відповідати всім біологічним вимогам. Внутрішнім джерелом інфекції в процесі виробництва пива є залишки живильного середовища та інших напівпродуктів у важкодоступних для очищення місцях об'єднання, на трубопроводах. Суслопроводи для перекачування рідини в апарати і освітлення сусла також можуть бути носіями інфекції, особливо у випадках, коли їх промивають недостатньо ретельно та нерегулярно. У тріщинах, швах, стиках, фланцевих з'єднаннях, ямках, заглибинах на покриттях гіворюються вогнища інфекції, які складно виявити й своєчасно видалити. Таким же є безпечним джерелом інфекції є пориста структура пивного каменю, що затримує значну кількість шкідливих мікроорганізмів. Для запобігання інфікування слід ретельно промивати використовувані апарати після кожного їх звільнення і видаляти пивний камінь.

### **Втрати сусла при охолодженні і освітленні сусла, шляхи їх скорочення**

. Контроль охолодження та освітлення сусла полягає в встановленні нормативного ступеня зброджування, втрат екстракту між сусло варильним і бродильним апаратами, ступеня освітлення сусла та біологічному контролю. Втрати екстракту від варильного до бродильного відділення визначають, виходячи з різниці між виходами екстракту в цих відділеннях.[7]

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

На основі одержаних даних встановлюють кількість сусла у бродильному апараті. Втрати сусла при охолодженні поділяються на дійсні і уявні. До дійсних відносять: сусло, що залишається у білковому відстої, у хмелевій шротині, втрати на змочування трубопроводів і поверхонь апаратури, на розбризкування. Вони становлять 1-3 % і залежать від концентрації сусла. До уявних втрат відносять зменшення об'єму сусла у результаті стиснення його при охолодженні, випаровуванні води та видалення із сусла білково-дубильного осаду. Вони становлять 4%. Таким чином, сумарні втрати сусла при охолодженні становлять 5-7%. Втрати ж екстракту від варильного до бродильного цеху не повинні перевищувати 1%.

## 1.2. Розробка завдання на систему автоматизації.

Таблиця 1.1. Завдання на розробку системи 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	Трубопровід	Облік солоду	500 л	Управління	Стан	Вплив на стан роботи насоса М1	
2	Гідроциклонний апарат	Рівень	80 %	Управління	Стан	Вплив на стан роботи насоса М1 та М2	
		Температура	55-60 С	Регулювання	Стабілізація	Вплив на клапан TV1 (поз.1в.)	
		Мутність солоду	2%	Контроль	Регулювання	Вплив на двигун М4	
3	Пластинчастий теплообмінник	Температура	7-10 С	Регулювання	Стабілізація	Вплив на насос М3 та клапан TV2(поз.2в)	

## Розділ 2. Система автоматизації

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

Вимірювання температури пивного сусла в гідрциклоні та після охолоджувача. Для цього використовується вставний термометр опору JUMO.



Рис. 2.1 Зовнішній вигляд датчиків температури JUMO

					<b>Кваліфікаційна робота</b>		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Літ.	Арк.	Аркуші
Розроб.		Бондаренко О.О.					
Керівник		Мацебула Д.В.				21	14
Зав. каф.		Ельперін І.В.			НУХТ АК-4-Зск		
Секр. ЕК		Проскурка В.С.					
					Розробка системи автоматизації технологічного процесу освітлення та охолодження пивного сусла		

Вставний термометр опору використовується для вимірювання температури в рідких і газоподібних середовищах. Областю застосування, зокрема, є кліматична, холодильна і нагрівальна техніка, машинобудування, а також різні технологічні процеси. Приєднувальна головка може використовуватися для температур до +100 градусів Цельсія. Поряд зі стандартною приєднувальною головкою форми В поставляються також виконання форми BUZ, BUZH, ВВК.

Згідно стандарту DIN EN 60 751 класу В з 2-х провідною схеми підключення, можливо також виконання з Pt 500 або Pt 1000. Підключення можливо як по 3-х провідний, так і по 4-х провідній схемі. В якості опції в приєднувальну головку може бути вмонтований вимірювальний перетворювач.[1]

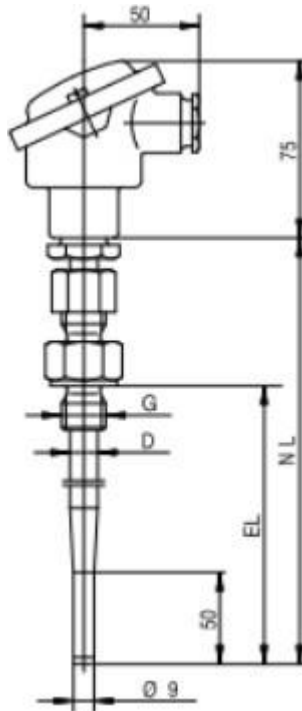


Рисунок 2.2 Габаритні розміри датчика температури JUMO 902120/11.

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

Код заказа                    (1)                    (2)                    (3)                    (4)                    (5)                    (6)                    (7)                    (8)  
 Пример заказа            902120/11 - 402 - 1001 - 1 - 12 - 410 - 000 / 000<sup>1</sup>

Позиція	Код	Ім'я	Опис
2	150	Робоча температура	-200...+600°C
	402	Робоча температура	-50...+400°C(стандарт)
	415	Робоча температура	-50...+600°C
3	1001	Вимірювальна частина	1×Pt100 по 3-х провідній схемі підключення
	1003	Вимірювальна частина	1×Pt100 по 2-х провідній схемі підключення
	1011	Вимірювальна частина	1×Pt100 по 4-х провідній схемі підключення
	2001	Вимірювальна частина	2×Pt100 по 3-х провідній схемі підключення
	2003	Вимірювальна частина	2×Pt100 по 2-х провідній схемі підключення
4	1	Клас точності	B(стандарт)
	2	Клас точності	A
5	12	Діаметр захисної трубки	Ø 12 мм
6	180	Номінальна довжина	180 мм, монтажна довжина
	270	Номінальна довжина	270 мм, монтажна довжина
	290	Номінальна довжина	290 мм, монтажна довжина
	350	Номінальна довжина	350 мм, монтажна довжина

	410	Номінальна довжина	410 мм, монтажна довжина
	500	Номінальна довжина	500 мм, монтажна довжина
7	000	Підключення до процесу	Без підключення
	254	Підключення до процесу	рухливе різьбове з'єднання
	663	Підключення до процесу	пластинчастий фланець
	665	Підключення до процесу	пластинчастий фланець
	668	Підключення до процесу	опірний фланець
8	000	Додаткові опції	Без додаткових опцій
	320	Додаткові опції	З'єднувальна головка типу BUZ
	321	Додаткові опції	З'єднувальна головка типу BUZH
	322	Додаткові опції	З'єднувальна головка типу ВВК
	330	Додаткові опції	1× аналоговий вимірювальний перетворювач, вихід 4...20мА
	331	Додаткові опції	1× програмований вимірювальний перетворювач, вихід 4...20мА/20...4мА
	333	Додаткові опції	1×аналоговий вимірювальний перетворювач, вихід 0...10В
	334	Додаткові опції	2×аналоговий вимірювальний перетворювач, вихід 4...20мА
	335	Додаткові опції	2×програмований вимірювальний перетворювач, вихід 4...20мА/20...4мА
	337	Додаткові опції	2×аналоговий вимірювальний перетворювач, вихід 0...10В
	859	Додаткові опції	WtransB, програмований перетворювач з передачею даних по радіоканалу

Таблиця 2.1 Специфікація датчика JUMO 902120/11.

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

## Електропневматичні перетворювачі

Для управління пневматичними клапанами в процесі фільтрування пивного суслу задіяні електропневматичні перетворювачі (ЕПП) ASCO NUMATICS Sentronic LP. Зовнішній вигляд ЕПП ASCO NUMATICS Sentronic LP наведено на рис. 2.4.



Рисунок 2.4 Зовнішній вигляд ЕПП ASCO NUMATICS Sentronic LP



Рис. 2.5 Схема з'єднання ЕПП ASCO NUMATICS Sentronic LP і регулюючого клапана.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата



Клапан SentronicLP працює з електромагнітними пілотними клапанами, які змінюють тиск в камері контролю. Підсилювач подачі потоку (підсилювач тиску) перетворює тиск живлення у вихідний тиск. Вихідний тиск вимірюється датчиком тиску і подається в цифрову схему управління. Цільове значення встановлюється через 5-піновий штекер як стандартний сигнал [0 до 10 В або 0 (4) до 20 мА]. SentronicLP особливо підходить для процедур контролю тиску, коли потрібен постійний тиск різні витрати, такі як дозування повітря через форсунки або регулювання швидкості обертання турбіни. Використовуючи доступне програмне забезпечення DaS (Data Acquisition Software), клапан можна адаптувати до програми, якщо це необхідно.[2]

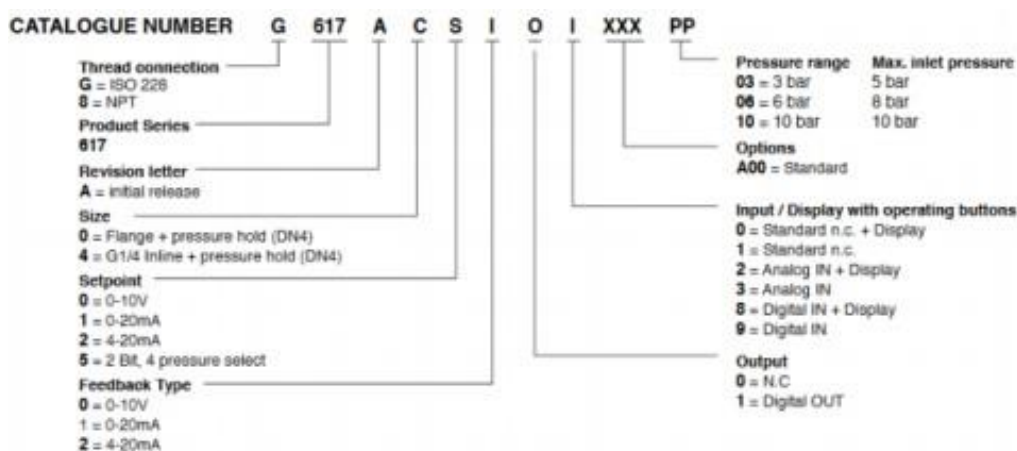


Рис. 2.6 Специфікація ЕПП ASCO NUMATICS Sentronic LP.

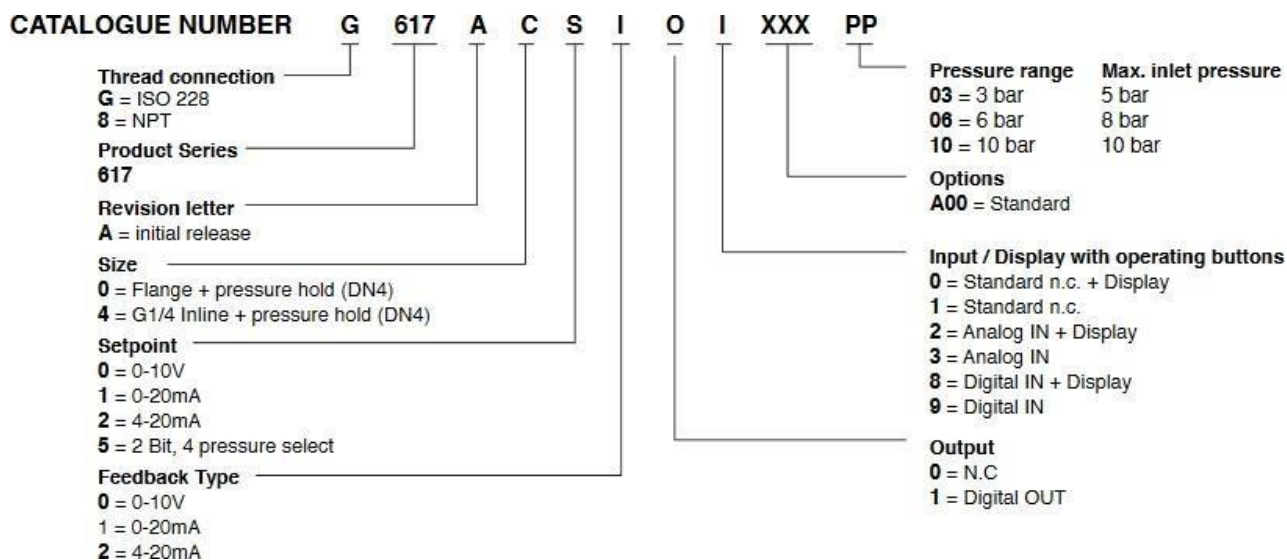
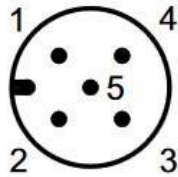


Рис. 2.8. Специфікація ЕПП ASCO NUMATICS Sentronic LP.

### CONNECTOR PINNING / CABLE WIRING



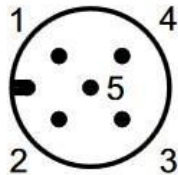
View from soldering side

pin	description	5-wire cable (2m)	6-wire cable (5m, 10m)
1	24V voltage supply	brown	brown
2	Analog setpoint input	white	white
3	Supply ground	blue	green
	Analog ground *		yellow
4	Analog output (feedback) <sup>1</sup>	black	pink
5	Digital output (pressure switch)	grey	grey
<b>Body</b>	EMC shield	shield	shield

\* A 6-wire cable with separate analog ground is used for cable lengths over 2 m to set off the voltage drop for the setpoint.

<sup>1</sup> Analog input when using cascade control

### CONNECTOR PINNING / 2BIT - SETPOINT



pin	description
1	24V voltage supply
2	Input signal 1 (LSB)
3	Supply ground
4	Input signal 2 (MSB)
5	unused

Рис. 2.9. Схема електричних контактів ЕПП ASCO NUMATICS Sentronic LP

## Пневматичні клапани

Для управління подачею пивного сусла в процесі фільтрування та охолодження задіяно пневматичні клапани виробника Valsteam ADCA ADCATrol PV25G.

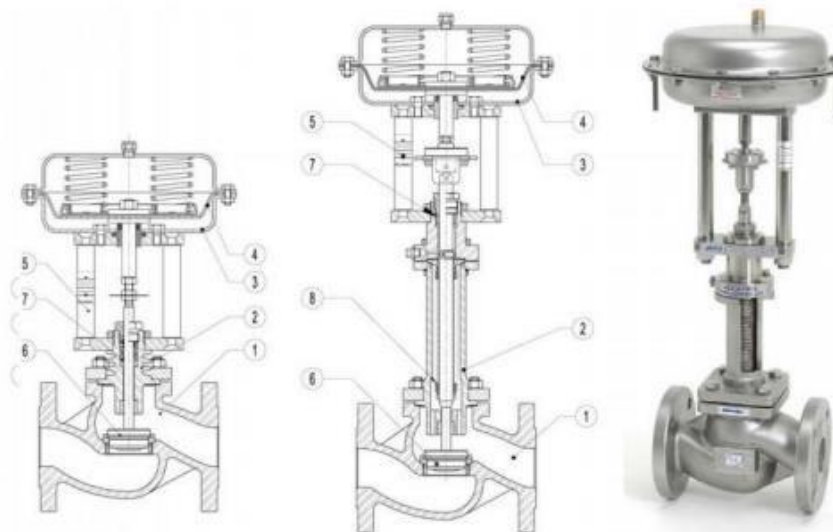


Рис 2.8 Загальний вигляд клапану

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Кваліфікаційна робота

Арк.

26

Регулюючі клапани PV25G є двоходові односідельними клапанами з прямими з'єднаннями. Клапани можуть поставлятися з пневматичними приводами мембранного типу серії PA прямої дії DA (подача повітря закриває клапан) або зворотної дії RA (подача повітря відкриває клапан). Регулюючі клапани PV25G були розроблені для забезпечення точного управління в будь-яких умовах процесу. Широкі діапазони застосування регулюючих клапанів дозволяють використовувати їх з найбільш поширеними технологічними рідинами, такими як вода, перегріта вода, насичений і перегрітий пар, повітря, газ і іншими неагресивними рідинами та газами. Верхній фланець клапана міцно прикріплений до корпусу. Заміна приводу може проводитися без вилучення клапана з лінії трубопроводу. Клапани випускаються з м'якими сідлами або сідлами метал-по-металу. Додатково клапани можуть випускатися з перфорованим плунжером (з низьким рівнем шуму). В якості опції доступні датчик положення, пневматичні і електропневматичні позиціонери. Клапани випускаються з плунжерами, які забезпечують рівнопропорційну або лінійну характеристику. Корпус клапанів випускається з чавуну, кришка – з вуглецевої сталі, внутрішні деталі – з нержавіючої сталі. Максимально допустима робоча температура – +220 ° С. Максимальний робочий тиск – 40 бар. Приєднання – фланцеві по EN 1092-1 PN40.[3]

### Витратоміри

Для регулювання витрати пивного суслу використовується лічильник KOBOLD DOMR.



Рис. 2.9 Загальний вигляд лічильника.

Механічні дозатори DOM-R є витратоміри витіснювального типу. Під дією потоку рідини овальні шестерні, що знаходяться в вимірювальній камері, починають обертатися, з кожним обертом переганяючи через витратомір фіксований обсяг рідини. Магніти, розташовані уздовж шестерень, викликають серію імпульсів з високою роздільною здатністю.

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

Імпульсний вихід може передаватися по проводам безпосередньо на обладнання технологічного моніторингу та контролю, а також може використовуватися в якості входу для приладів, які використовуються в комплекті з дозатором



Рис. 2.10 Принцип дії витратоміра з зубчатим колесом.

### Основні характеристики:

1. Діапазон вимірювання: 0.5-36 л/год і 150-2500 л/хв.
2. Діапазон в'язкості: 0-1000 (більший діапазон при використанні спеціальних різьблених роторів).
3. Діапазон вимірювання: 0.5-36 л/год і 150-2500 л/хв.
4. Діапазон в'язкості: 0-1000 (більший діапазон при використанні спеціальних різьблених роторів).
5. Похибка:  $\pm 0.2\% \dots 1\%$ .
6. Матеріал: алюміній, пластичний чавун або нержавіюча сталь.
7. Максимальний тиск: 400 бар.
8. Максимальна температура: 120 °С.
9. Імпульсний вихід, ЖК дисплей, 4 ... 20 мА, сигналізація, механічний лічильник.[4]

Измеряемый диапазон [л/мин]	С внутренней резьбой	Материал корпуса			Материал уплотнительного кольца	Электроника	Опции
		Алюминий	Нержавеющая сталь	Ковкий чугун			
0.5 - 36 л/ч	G 1/4	DOM-A05H R1	DOM-S05H R1	-		<b>H0</b> = Датчик Холла (NPN) импульсный выход с герконом <b>D0</b> = квадруплетный датчик Холла с 2 фазными выходами (NPN) <b>Z1</b> = двинный ЖК сумматор, импульсный выход (Z0D-Z1) <b>Z3</b> = ЖК сумматор, скорость, выходы: 4-20 мА, сигнал, импульс (Z0D-Z3) <b>Z4</b> = Электроника "Z3" + АТЕХ, <b>Z5</b> = Сдвоенный ЖК сумматор/ скорость, выходы: сигнал, импульс (Z0D-Z5) <b>B1</b> = ЖК периодический контроллер, сумматор, импульсный выход (Z0D-B1) <b>M1</b> = механический 3-цифровой сумматор <b>M3</b> = механический 4-цифровой сумматор <b>XX</b> = специальная опция, указывается четким текстом	<b>0</b> = без <b>A**</b> = связан с воздушным фильтром - выпрямителем ZAL <b>C</b> = охлаждающий радиатор для ЖК электроники <b>D**</b> = опция A + C <b>R**</b> = опция A + запорный клапан <b>E**</b> = опция R + C <b>B***</b> = специальные роторы для уменьшения высокой вязкости <b>Y</b> = специальная опция (указать четким текстом)
2 - 100 л/ч	G 1/2	DOM-A10H R2	DOM-S10H R2	-			
15 - 550 л/ч	G 3/4	DOM-A15H R3	DOM-S15H R3	-	1 = фторкаучук (стандарт) 2 = Этилен пропиленовый каучук 3 = тефлон, инкапсулированный фторкаучуком 4 = бутадиев нитрильный каучук		
1 - 40	G 1/2	DOM-A20H R4	DOM-S20H R4	-			
10 - 150	G 1	DOM-A25H R6	DOM-S25H R6	-			
15 - 250	G 1 1/2	DOM-A30H R8	DOM-S30H R8	-			
30 - 450	G 2	DOM-A35H R9	DOM-S35H R9	-			
50 - 580	G 2	DOM-A40H R9	-	-			
35 - 750	G 3	DOM-A45H RB	DOM-S45H RB	DOM-D45H RB	1 = фторкаучук (стандарт) 2 = Этилен пропиленовый каучук 4 = бутадиев нитрильный каучук		
50 - 1000	G 3	DOM-A50H RB	-	-			
75 - 1500	G 4	DOM-A55H RC	-	DOM-D55H RC			
150 - 2500	G 4	DOM-A60H RC	-	-			

Рис. 2.11 Специфікація вибору датчика KOBOLD DOM-R

### Датчики рівня

Для регулювання рівня в гідроциклоні використовується датчик Pepperl+Fuchs F260. Вимірювачі рівня серії F260 оцінюють рівень як рідких, так і твердих речовин. Всі датчики серії F260 оснащені численними опціями програмування і вихідних сигналів, а конструкція оптимально підходить до умов відкритих виробництв. Від інших (наприклад, серії F65) відрізняються великим робочим діапазоном і змінним кутом повороту (до 10 °). Всі датчики забезпечені аналоговими і дискретними виходами різних типів. Дискретні виходи захищені від короткого замикання і перенапруги[5].



Рис.2.12 Вигляд датчику Pepper+Fuchs F260

Основні технічні характеристики серії F260:

Робочий діапазон: 800 ... 10000 мм

Робоча частота: 60 кГц

Довжина кабелю даних: макс. 300 м

Індикація: 1 жовтий світлодіод

Живлення: 15 ... 30В DC  $\pm$  10%, 24В DC ном.

Входи: 1 двонаправлений вхід синхронізації, «0»: 0 ... 3 В «1»: 15 ... 30 В

Вхідний імпеданс 0,9 кОм, До 10 датчиків

Затримка включення: 800 мс

Точність:  $\leq$ 1,5%

Точність позиціонування:  $\pm$  15 мм

Температура середовища: -25 ... + 70 °С

Температура зберігання: -40 ... + 85 °С

Приєднання: під гвинт, кабельний сальник PG13.5

Захист: IP65

Матеріал корпусу: UP 1225 SF / R8 Маса: 1800 г[5]

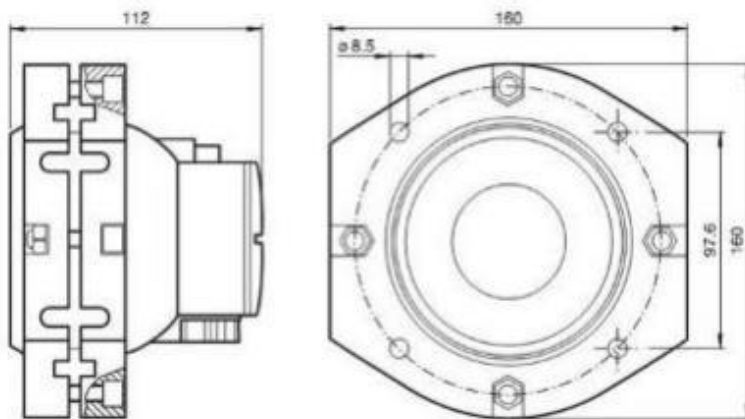


Рис.2.13 Габаритні розміри датчика температури Реррег+Fuchs F260

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Кваліфікаційна робота

Арк.

30

## Датчики мутності

Для контролю освітленості пивного сусла використовується датчик SATRON VOM.



Рис.2.14 Загальний вигляд датчику SATRON VOM

Аналізатор каламутності SATRON VO дозволяє підвищити економію сировини, продуктів, допоміжних розчинів в різних технологічних процесах:

- Моніторинг перехідних процесів при старті, остановці, зміні продукту
- Моніторинг зворотньої лінії СІР мийки
- Вимірювання жирності молока і вершків
- Контроль цілісності фільтрів

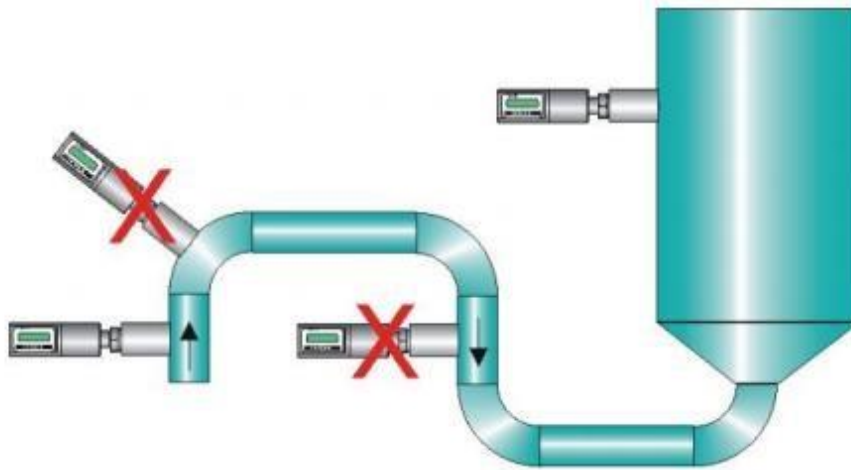
Контроль цілісності охолоджуючих контурів і запобігання потрапляння продукту у допоміжні середовища

Датчик каламутності встановлюється в процес урівень, має вихідний сигнал 4 ... 20 мА і комунікаційний протокол HART.

Рекомендації по монтажу (Рис.2.15):

- Направлення підключення до процесу: горизонтальне
- Направлення кабельного вводу: знизу
- Направлення з'єднувальної муфти, напрям для калібрування: горизонтальне
- Направлення потоку: вгорі [6]

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата



Для получения оптимальных результатов установите анализатор в восходящем потоке. Не устанавливайте анализатор сверху или снизу трубы. Перед измерительной линзой может находиться воздух или грязь, что может привести к ошибочным результатам.

Рис.2.15 Правильне монтування датчику мутності

Настройка VOM	ШКАЛА, мин.	ШКАЛА, макс.
	0...1000 NTU	0...300 000 NTU
Температура процесса	N M**)	Стандартная версия: -5...+100 °C (120 °C в течение 10 минут) Высокотемпературная версия: -5...+140 °C (160 °C в течение 30 минут)
Выходной сигнал	S J	4-20mA DC/HART® for 50Hz (Европа) 4-20mA DC/HART® for 60Hz (США / Япония)
Материал смачиваемых частей	Корпус	Линза
	2 AISI316L 3 Hast. C.276 6 Титан G2 9 Duplex (EN 1.4462) 9 Peek	2 Селфур 4 Шпатель 3 FPM (Viton®) 2 FPM (Kalsec®) 4 (*) PTFE (Teflon)
		Уплотнение 3A 14-02 Class II Class I Class I
Тип корпуса	N H L	Корпус с дисплеем и кнопками управления Корпус без дисплея (только один тревожный выход) Высокий корпус электроники с дисплеем
Тип датчика	O R	Компактное исполнение Раздельное исполнение датчика (не доступно для корпуса L), IP68
Электрическое подключение	S T V	DIN 43650 with PCB, IP66 M12, IP67 POB (только с корпусом L), IP66
Материал кабеля	0 1 2 3 4	нет для VOO, или выбрана опция L, R кабель PUR PTFE рукав с AISI316L оплеткой PUR рукав армированный сталью кабель ПВХ (стандарт)
Длина кабеля	0 1 2	нет для VOO или выбрана опция L, R 5 м 10 м (ПВХ)
	3 4	15 м (PUR) 20 м
Источник света	6 7 8 9	640 нм 880 нм 950 нм IR*
		*другое по запросу
Присоединение к процессу	G1 TA TB TN H1 HX B1 BX	Стандартная резьба G1A + уплотнительное кольцо Tri-Clamp 25/38 (ISO 2852) Tri-Clamp 40/51 (ISO 2852) Tuchenhagen "N" / Valvent DN50 Удлинительная трубка фикс. длина, (см. рис. H1) Удлинительная трубка (заказная длина) Подключение через шаровой вентиль G1A, Удлинение 19 см, диаметр в 24 мм Шаровой вентиль G1A (удлинение по запросу)
Документация		
Калибровочный сертификат	AE	Английский
Инструкция по эксплуатации	IE	Английский IF Финский FR Французский
Сертификаты на материалы		
0		Нет сертификатов
MC1		Сертификат на материал без прилоблений, согласно стандарту SFS-EN 10204-2.1 (DIN 50049-2.1)
MC2		Сертификат на материал для смачиваемых частей, согласно стандарту SFS-EN 10204-2.2 (DIN 50049-2.2)
MC3		Сертификат на материал для смачиваемых частей, согласно стандарту SFS-EN 10204-3.1 B (DIN 50049-3.1 B)

Рис.2.16 Специфікація вибору датчика Satron VOM

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



## 2.2. Схема автоматизації

Функціональною схемою автоматизації технологічного процесу освітлення та охолодження пивного сусла передбачається:

1. регулювання температури пивного сусла:

- в гідроциклоні: датчик JUMO 902120/11 (поз. 1а), електропневматичний перетворювач ASCO Numatics Sentronic LP (поз. 1б), пневматичний клапан Valsteam ADCA ADCATrol PV25G (поз. 1в);

- після охолоджувача: датчик JUMO 902120/11 (поз. 2а), електропневматичний перетворювач ASCO Numatics Sentronic LP (поз. 2б), пневматичний клапан Valsteam ADCA ADCATrol PV25G (поз. 2в);

2. регулювання рівня в гідроциклоні: датчик Pepperl+Fuchs F260 (поз. 3а), магнітні пускачі (поз. КМ1-КМ3), що управляють насосами (поз. М1-М3);

3. регулювання витрати пивного сусла: лічильник KOBOLD DOM-R (поз. 4а);

4. контроль освітленості пивного сусла: датчик SATRON VOM (поз. 5а);

5. управління двигуном змішувача (поз. М4) – магнітним пускачем (поз. КМ4).

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### 2.3. Специфікація засобів автоматизації

№ п/п	№ поз. За схемою	Місце встановлення	Найменування і технічна характеристика виробу	Тип, марка	К-сть	Виробник
1	2	3	4	5	6	7
1	1а-2а	По місцю	Термометр опору в комплекті з Pt100 з уніфікованим вихідним сигналом 4-20мА, напруга живлення 24 DC, діапазон вимірювань -50...+400°C	902120/11	2	JUMO, Німеччина
2	1б-2б	На щиті	Перетворювач електропневматичний для перетворення аналогового сигналу постійного струму: 4-20 мА в уніфікований пневматичний сигнал 20- 100 КПа. Рживл.=140 кПа, напруга живлення 24 DC.	Sentronic LP G617A45 200A0003	2	ASCO Numatics, Ірландія
3	1в-2в	По місцю	Пневматичний виконавчий механізм поршневий Ржив. = 140 кПа, Рвих. = 20-100 кПа	ADCA Tr o 1 PV.25G.1 1L100.1R 15	2	Valsteam ADCA, Португалія
4	3а	По місцю	Ультразвуковий рівнемір з уніфікованим вихідним сигналом 4-20мА, напруга живлення 24 DC, діапазон вимірювань 0...10 м	UC10000-F260-IE8R2-Y250792	1	Pepperl+Fuchs, Німеччина
5	4а	По місцю	Імпульсний лічильник рідини, імпульсний вихід 1,5 ім./л. Напруга живлення 24 В. Діаметр умовного проходу: 50 мм	DOM-Rx50	1	KOBOLD, Німеччина
6	5а	По місцю	Датчик мутності, діапазон вимірювань 0-100 %, уніфікований вихідний сигнал 4-20мА, напруга живлення 24 В DC	SATRON VOM	1	SATRON Instruments, Фінляндія
7	К М 1- К М 4	По місцю	Електромагнітне реле. 3 контакти. Напруга макс. 440В АС, струм комутації 20А.	relpol R3(N)-2013-23-5024-WTL	4	СВ Альтера м.Київ
8	М1-М3	По місцю	Трьохфазний асинхронний двигун, потужність 3кВт, напруга живлення 380В.	AIP90L2	3	ООО "Системакс" м. Київ
9	М4	По місцю	Насос з трьохфазним асинхронним двигуном, потужність 5.5 кВт, напруга живлення 380 В	Grundfos TP 150-110/6	1	Насос-Монтаж м. Київ

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Кваліфікаційна робота

Арк.

34

## Розділ 3. Система автоматизації

### 3.1. Проектне компонування промислового логічного контролера (ПЛК)

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

Основним документом при замовленні ПЛК є замовна специфікація в якій вказується модель, тобто кількість та опис модулів. Конфігурація модулів для ПЛК М340 наведено в таблиці 3.1 нижче:

Модулі вводу/виводу		Примітка
Найменування	Кількість	
BMX P34 2020	1	Процесор
BMX CPS 2000	1	Блок живлення
BMX AMI 0810	1	8 аналогових входів
BMX AMO 0802	1	8 аналогових виходів
BMX DDI 1602	1	16 дискретних входів
BMX DDO 1602	1	16 дискретних виходів

#### Аналогові входи

До 8-ми каналного модуля аналогових входів BMX AMI 0810 підключаються датчики температури, рівня, датчик мутності з уніфікованими струмовими сигналими 4- 20 мА для зчитування показів технологічного процесу

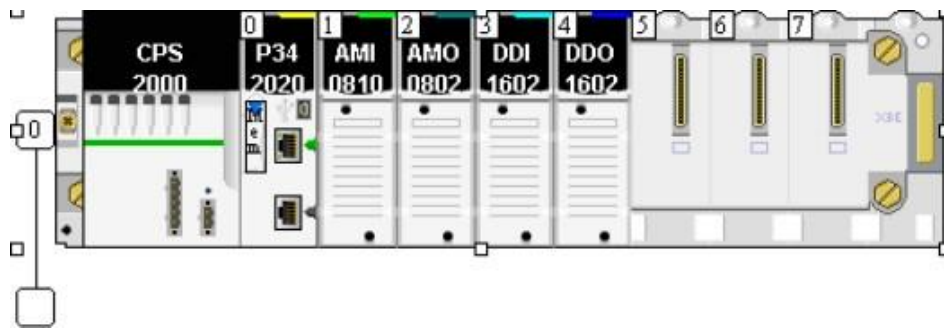
#### Аналогові виходи.

До 8-ми каналного модуля аналогових виходів BMX AMO 0802 підключаються електропневматичні перетворювачі з уніфікованими струмовими сигналами 4-20 мА для управління пневматичними клапанами, що управляють подачею холодоагентів.

#### Дискретні входи.

До 16-ти каналного модуля дискретних входів BMX DDO 1602 підключається імпульсний лічильник для визначення кількості пивного суслу, що надійшло на освітлення та охолодження

					<b>Кваліфікаційна робота</b>			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Бондаренко О.О.			Розробка системи автоматизації технологічного процесу освітлення та охолодження пивного суслу	Літ.	Арк.	Аркуші
Керівник		Мацебула Д.В.					35	10
Зав. каф.		Ельперін І.В.				НУХТ АК-4-Зск		
Секр. ЕК		Проскурка Є.С.						



На рисунку 3.1 наведено конфігурування контролера в програмному пакеті Unity Pro

### Дискретні виходи.

До 16-ти каналного модуля дискретних виходів BMX DDO 1602 підключаються магнітні пускачі для управління насосами та змішувачем

### Обґрунтування вибору процесорного модуля

BMXR342020 - це процесорний модуль Modicon M340 з інтегрованим портом Ethernet і роз'ємом RJ45 для послідовного з'єднання або посилення в режимі символів (RS 232C / RS 485). На задній панелі модуля можна знайти 2 поворотних вимикача для призначення IP-адреси в одному з трьох режимів. Перший режим дозволяє встановити адресу двома комутаторами. Другим методом є встановлення адреси за допомогою параметрів програми, а останній метод - встановлення адреси через Ethernet TCP / IP BootP-сервер.

Характеристики BMXR342020:

- 7 тис. інструкцій/мс
- Багатозадачна система для гарантованного часу відгуку
- USB порт для програмування.
- 2 додаткових порта за бажанням: Ethernet, CANopen, Modbus

Напруга живлення	24 В
Пам'ять	4096 кВ
Робоча пам'ять	3584 кВ
- інтегрована	256 кВ
Час обробки процесора	
- для бітових операцій	0.12 $\mu$ s
- для операцій зі словами	0.25 $\mu$ s

### Обґрунтування вибору модуля аналогових входів

Модулі вводу аналогових сигналів призначені для аналого-цифрового перетворення вхідних аналогових сигналів контролера і формування цифрових величин, використовуються центральним процесором в процесі виконання програми. До входів модулів можуть підключатися датчики з уніфікованими вихідними електричними сигналами напруги або сили струму, термопари, термометри опору.

В аналогових модулях AMI 0810 вибір виду вхідного сигналу визначається схемою підключення датчика

					<b>Кваліфікаційна робота</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата		36



Modicon M340	DDI 1602
К-ть входів	16
Фронтальний з'єднувач	20-полюсний
Вхідна напруга	
- номінальне значення	=24В
Живлення датчика	19...30В
Струм на канал	3.5мА
Споживана потужність	2.5Вт

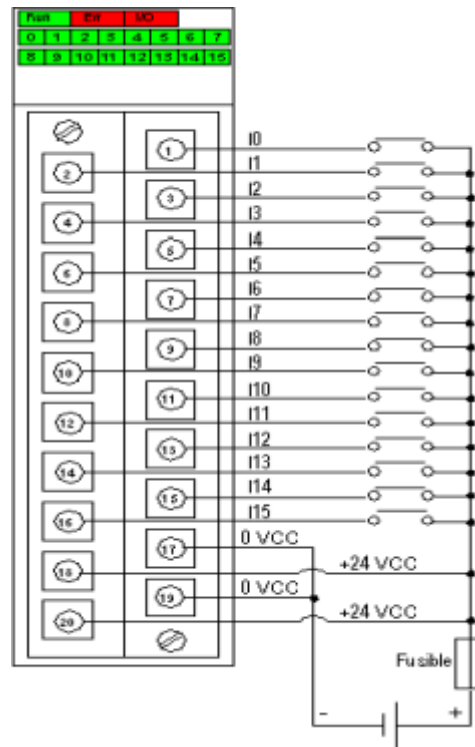


Рис. 3.3 Схема підключення зовнішніх ланцюгів до модуля дискретних входів ВМХ DDI1602

### Обґрунтування вибору модуля дискретних виходів

Модулі виводу дискретних сигналів призначені для перетворення внутрішніх логічних сигналів контролера в його вихідні дискретні сигнали. До виходів модулів можуть підключатися виконавчі пристрою або їх комутаційні апарати. Модуль ВМХ DDO 1602 є модулем дискретних транзисторних виходів 24 В постійного струму з підключенням через 20-контактний клемник. Це модуль з позитивною логікою підключення: його 16 вихідних каналів передають струм до виконавчих механізмів.

Modicon M340	DDO1602
К-ть виходів	16
Напруга живлення нагрзуки	
- номінальні значення	24 В
- допустимий діапазон зміни	Від 19 до 30 В (до 34 В, протягом 1 година / день)
- струм	0.5А
- струм на канал	0.625 А
- струм на модуль	10 А
Захист від короткого замикання	за допомогою обмежувача струму і автомат.вимикача $1,5 I_n < I_d < 2 I_n$
Споживана потужність	До 4 Вт

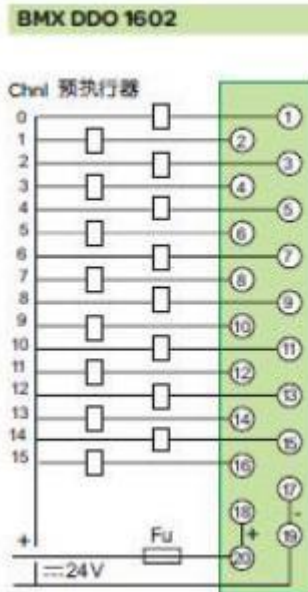


Рис. 3.4. Схема підключення зовнішніх ланцюгів до модуля дискретних виходів BMX DDO 1612

### Обґрунтування вибору модуля аналогових виходів

Модулі виведення аналогових сигналів призначені для цифро-аналогового перетворення внутрішніх цифрових величин контролера і формування його вихідних аналогових сигналів. До виходів модулів можуть підключатися виконавчі пристрої, керовані уніфікованими сигналами сили струму або напруги. BMX АМО 0802 - аналоговий модуль високої щільності, оснащений 8 неізолюваними каналами. Він пропонує наступні поточні діапазони для кожного виходу: 0..20 мА, 4..20 мА Діапазон вибирається під час конфігурації

Modicon M340	АМО 0802
Загальна кількість виходів	8
Роздільна здатність	15 біт + знак
Напруга живлення електроніки модуля	=5В, від внутрішньої шини
Гальванічне розділення	
- між каналами і внутрішньої шиною контролера	Так
Параметри вихідних сигналів каналу підключення:	
тип	струм
- датчик сили струму	0...20мА;4...20мА
Довжина кабелю	ВМХ FTA **0 (1,5, 3 та 5 м)
Фронтальний з'єднувач	8-полюсний

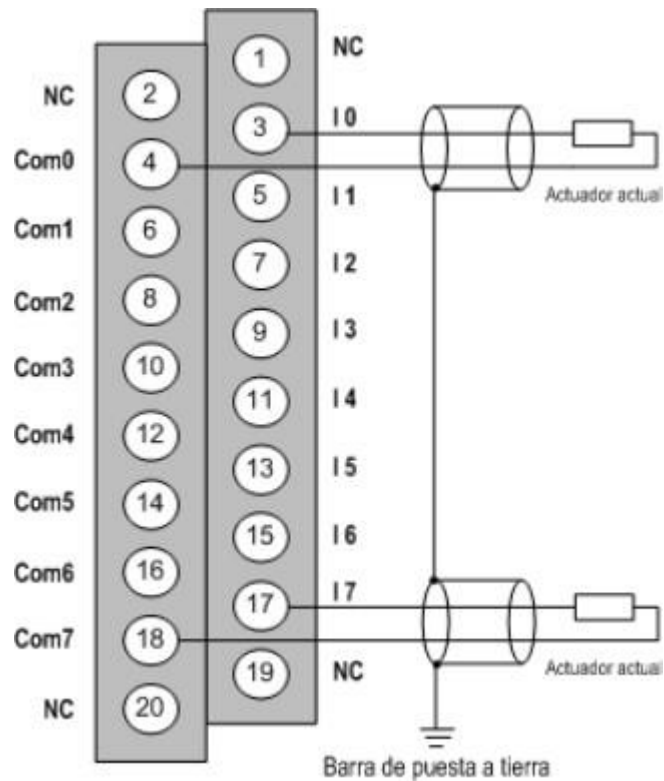


Рис. 3.5. Схема підключення зовнішніх ланцюгів до модуля аналогових виходів ВМХ АМО 0802



### 3.2. Загальна схема підключення датчиків та ВМ до ПЛК

В принциповій електричній схемі живлення та в принциповій схемі підключення датчиків та ВМ до ПЛК застосовувалася наступна нумерація провідників:

1. нумерація провідників в яких протікає змінний струм починалася з 800 (800- 833);
2. нумерація провідників в яких протікає постійний струм починалася з 900 (900- 903);
3. нумерація провідників в яких проходить пневматичний сигнал управління починалася з 0200 (0200-0201);
4. нумерація провідників в яких проходить пневматичний сигнал живлення— 0800;
5. нумерація провідників в яких проходить вимірювальний сигнал від датчиків до ПЛК починалася з 100 (100-104);
6. нумерація провідників в яких проходить сигнал управління від ПЛК до електропневматичних перетворювачів та магнітних пускачів починалася з 200

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

### 3.3. Розширені схеми підключення для окремого контуру

#### Контур регулювання подачі солоду в гідроциклонний апарат

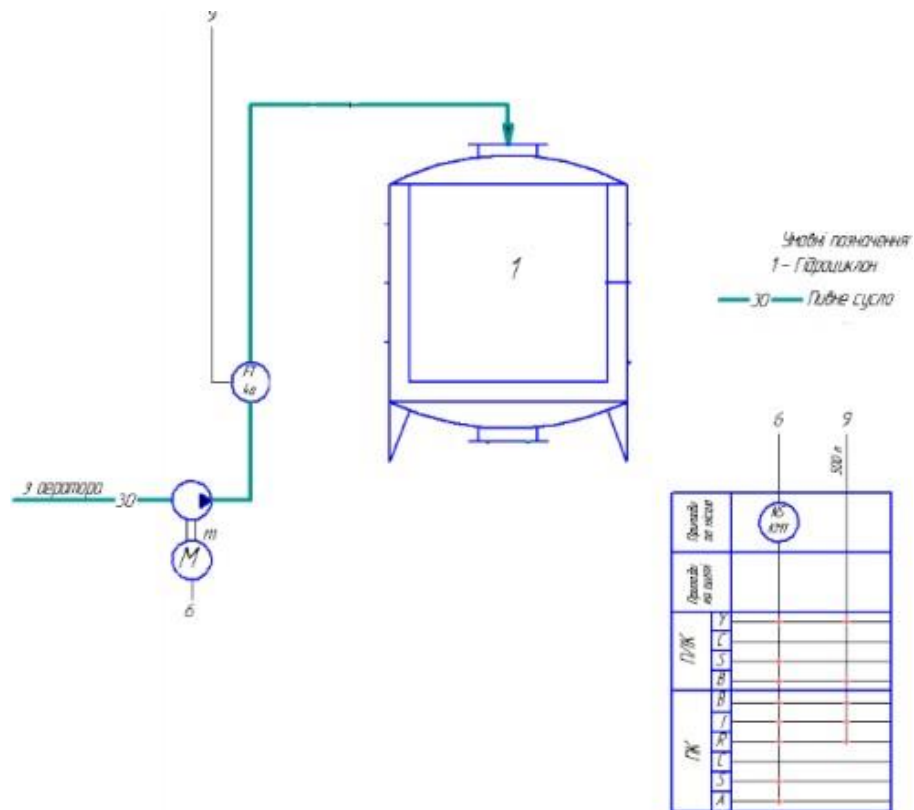


Рис. 3.6. Функціональна схема автоматизації контуру регулювання подачі сусла в гідроциклонний апарат.

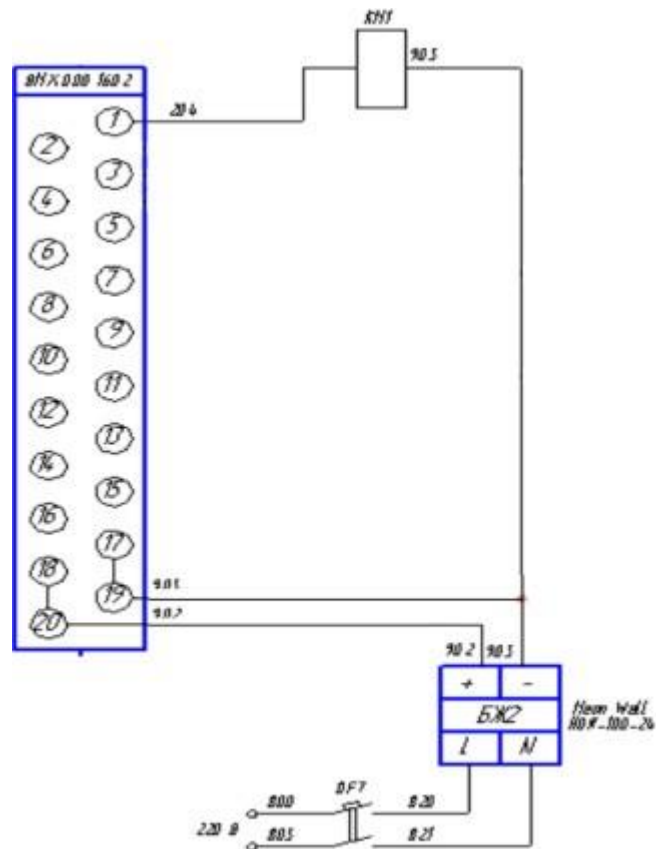


Рис. 3.7. Принципова розширена схема підключення магнітного пускача до модуля дискретних виходів BMX DDO 1602.

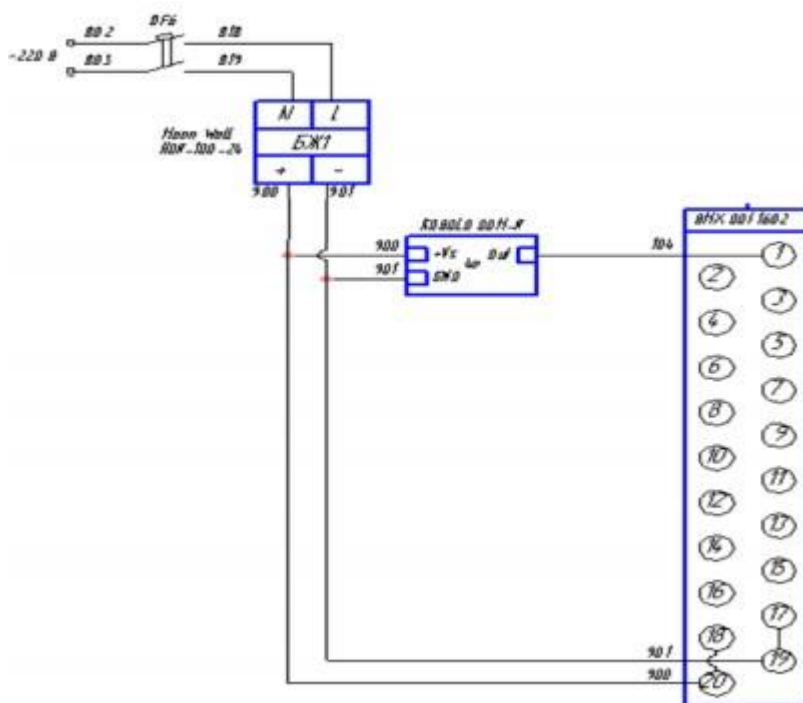


Рис. 3.8. Принципова розширена схема підключення лічильника KOBOLD DOM-R до модуля дискретних входів BMX DDI 1602

Кількість сусли, що поступає в гідроциклон визначається лічильником KOBOLD DOM-R (поз. 4а). Лічильник генерує імпульсні сигнали, що підраховується модулем дискретних входів BMX DDI 1602. В залежності від кількості сусли, що поступила в гідроциклонний апарат, ПЛК через модуль дискретних виходів BMX DDO 1602 управляє магнітним пускачем relpol R3(N)- 2013-23-5024-WTL (поз. KM1), що включає чи виключає насос AIP90L2 (поз. M1). Лічильник KOBOLD DOM-R та модулі дискретних входів/виходів живляться постійною напругою 24 В, що надходить від блоків живлення Mean Well HDR100-24 (поз. БЖ1 та БЖ2). Напруга на блоки живлення подається через автоматичні вимикачі QF7 та QF6 з вбудованим захистом по струму.

					<b>Кваліфікаційна робота</b>	Арх.
Змн.	Арх.	№ докум.	Підпис	Дата		44

## Розділ 4. Креслення встановлення технічного засобу.

Механічні дозатори DOM-R є витратоміри витіснювального типу. Під дією потоку рідини овальні шестерні, що знаходяться в вимірювальній камері, починають обертатися, з кожним обертом переганяючи через витратомір фіксований обсяг рідини. Магніти, розташовані уздовж шестерень, викликають серію імпульсів з високою роздільною здатністю. Імпульсний вихід може передаватися по проводам безпосередньо на обладнання технологічного моніторингу та контролю, а також може використовуватися в якості входу для приладів, які використовуються в комплекті з дозатором

### Основні характеристики:

1. Діапазон вимірювання: 0.5-36 л/год і 150-2500 л/хв.
2. Діапазон в'язкості: 0-1000 (більший діапазон при використанні спеціальних різьблених роторів).
3. Похибка:  $\pm 0.2\% \dots 1\%$ .
4. Матеріал: алюміній, пластичний чавун або нержавіюча сталь.
5. Максимальний тиск: 400 бар.
6. Максимальна температура: 120 °С.
7. Імпульсний вихід, ЖК дисплей, 4 ... 20 мА, сигналізація, механічний лічильник

					<b>Кваліфікаційна робота</b>		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Бондаренко О.О.			Літ.	Арк.	Аркуші
Керівник		Мацебула Д.В.				45	3
Зав. каф.		Ельперін І.В.			НУХТ АК-4-Зск		
Секр. ЕК		Проскурка Е.С.					
Розробка системи автоматизації технологічного процесу освітлення та охолодження пивного сусла							

## Сфера застосування

Призначений для будь-яких в'язких, неабразивних, чистих рідин, таких як:

1. нафта;
2. нафтопродукти;
3. хімікати;
4. мастильні матеріали;
5. паливо;
6. чорнило;
7. клей;

Витратоміри з нержавіючої сталі прекрасно підходять для більшості водних розчинів і хімікатів, а алюмінієві витратоміри – оптимальний варіант для палива, нафтового палива, рідких мастил. Дозатор може бути укомплектований імпульсним передавачем без сигналу підтвердження або може бути з'єднаний інтерфейсом з більшістю контролюючих приладів, а також може бути укомплектований або приєднаний до суматора витрати, дозаторам. Ці прилади також володіють можливостями контролю, такими як 4-20 мА вихід, нормований імпульс, сигнал витрати, запрограмоване дозування. Дана технологія забезпечує максимально точне вимірювання витрати більшості чистих рідин незалежно від їх провідності і інших характеристик. При використанні даної технології відпадає необхідність у регулюванні потоку, а також у використанні тільки прямих трубопроводів (що є необхідною умовою функціонування багатьох інших витратомірів). В результаті ми отримуємо компактну і економічну установку. Витратоміри витіснювального типу являють собою засіб економічного і точного вимірювання витрати рідини з високою в'язкістю. Проте, при виборі дозатора необхідно враховувати величину перепаду тиску на основному вимірювальному елементі (овальний ротор), дана величина не повинна перевищувати максимально допустиме значення.

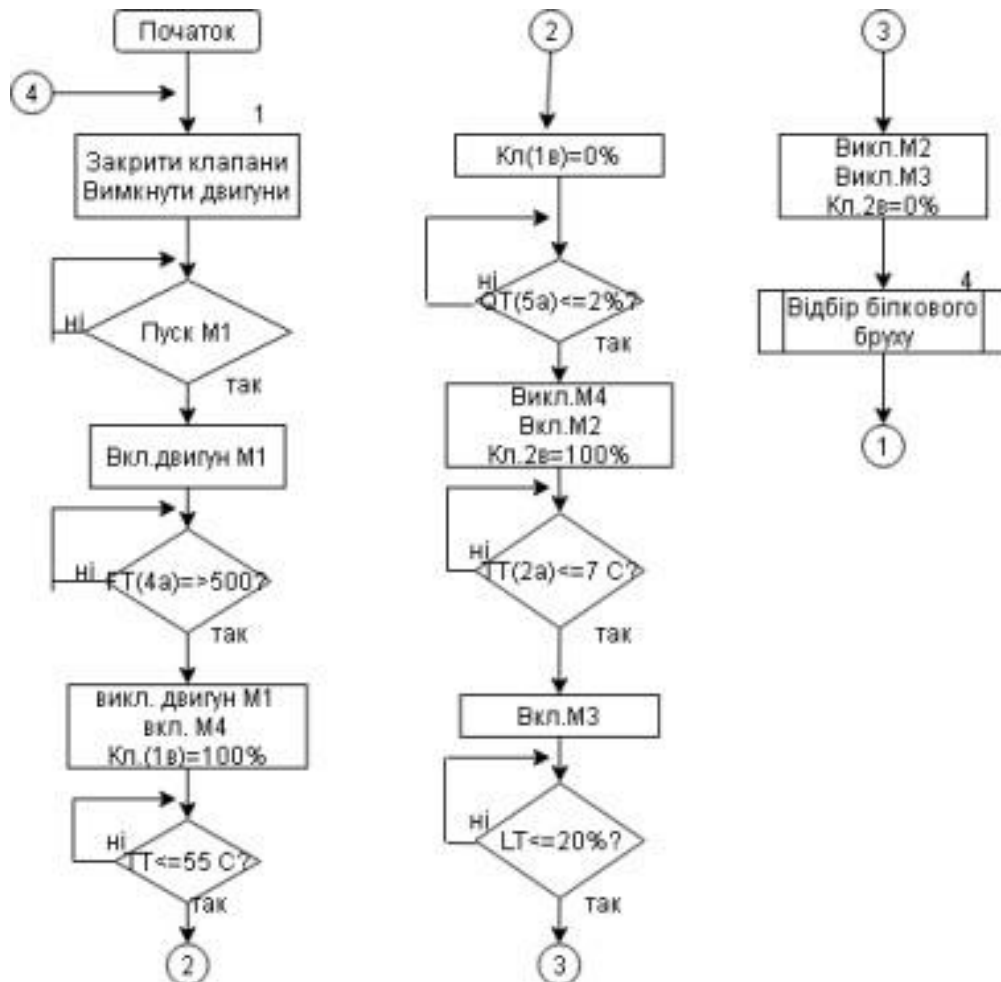
					<b>Кваліфікаційна робота</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

## **Імпульсний вихід герконового перемикача.**

Імпульсний вихід герконового перемикача являє собою 2-провідний зазвичай відкритий однополюсний сухий контакт SPST, що ідеально підходить для безконтактної установки, а також для використання в небезпечних умовах, коли необхідна іскробезпека. При використанні виходу герконового вимикача, необхідно стежити, щоб температура рідини не змінювалася швидше, ніж на 10 °С в хвилину. В середньому, герконовий вимикач витримує більше 2 млрд. включень.

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

## Розділ 5. Опис спеціального програмного забезпечення для промислового логічного контролера (алгоритм та програма для ПЛК)



Згідно представленого алгоритму вище відбувається програмування ПЛК. На рис.5.1 зображено змінні, які використовуються під час написання програми для функціонування процесу освітлення і охолодження пивного сусла.

					<b>Кваліфікаційна робота</b>			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		Літ.	Арк.	Аркушів
					Розробка системи автоматизації технологічного процесу освітлення та охолодження пивного сусла			
Розроб.		Бондаренко О.О.					48	6
Керівник		Мацебула Д.В.				НУХТ АК-4-Зск		
Зав. каф.		Ельперін І.В.						
Секр. ЕК		Проскурка Є.С.						



Name	Type	Address	Value	Comment	Time stamping	R/W Rights of Referenced Variable	Exchange On STBY
FT	INT	3Q0.3.0		Инициальный к...			<input checked="" type="checkbox"/>
FT_M	REAL						<input checked="" type="checkbox"/>
LT_iven	INT	3QW0.1.2		Результат гидро...			<input checked="" type="checkbox"/>
LT_iven_M	REAL						<input checked="" type="checkbox"/>
M1	EBBOOL	3Q0.4.0		Магн пускач нас...	None		<input checked="" type="checkbox"/>
M1_M	EBBOOL				None		<input checked="" type="checkbox"/>
M2	EBBOOL	3Q0.4.1		Магн пускач нас...	None		<input checked="" type="checkbox"/>
M2_PROM	REAL						<input checked="" type="checkbox"/>
M3	EBBOOL	3Q0.4.2		магн пускач нас...	None		<input checked="" type="checkbox"/>
M4	EBBOOL	3Q0.4.3		Магн пускач нас...	None		<input checked="" type="checkbox"/>
MAN_AUTO	EBBOOL				None		<input checked="" type="checkbox"/>
PUSK	EBBOOL				None		<input checked="" type="checkbox"/>
PUSK_SCADA	EBBOOL				None		<input checked="" type="checkbox"/>
QT	REAL	3QW0.1.3		Датчик кпучности			<input checked="" type="checkbox"/>
QT_M	REAL						<input checked="" type="checkbox"/>
Step_Prog	INT						<input checked="" type="checkbox"/>
TT_hydr	REAL	3QW0.1.0		Температура в г...			<input checked="" type="checkbox"/>
TT_hydr_M	REAL						<input checked="" type="checkbox"/>
TT_teplo	REAL	3QW0.1.1		Температура п...			<input checked="" type="checkbox"/>
TT_teplo_M	REAL						<input checked="" type="checkbox"/>
TV_1	REAL	3QW0.2.0		Хладогент в т...			<input checked="" type="checkbox"/>
TV_1_M	REAL						<input checked="" type="checkbox"/>
TV_2	REAL	3QW0.2.1		Хладогент в т...			<input checked="" type="checkbox"/>
TV_2_M	REAL						<input checked="" type="checkbox"/>
VNUTR	EBBOOL				None		<input checked="" type="checkbox"/>
VNUTR_2	EBBOOL				None		<input checked="" type="checkbox"/>
VNUTR_3	EBBOOL				None		<input checked="" type="checkbox"/>

Рис. 5.1 Використані змінні у програмі

Ana 8 Out Current No Isolated

BMX.AMD.0802

- Channel 0
- Channel 1
- Channel 2
- Channel 3
- Channel 4
- Channel 5
- Channel 6
- Channel 7

**Configuration**

	Symbol	Range	Scale	Fallback	Fallback value	Wiring CTRL
0	TV_1	0.20 mA	%	<input checked="" type="checkbox"/>	0	<input type="checkbox"/>
1	TV_2	0.20 mA	%	<input checked="" type="checkbox"/>	0	<input type="checkbox"/>
2		0.20 mA	%	<input checked="" type="checkbox"/>	0	<input type="checkbox"/>
3		0.20 mA	%	<input checked="" type="checkbox"/>	0	<input type="checkbox"/>
4		0.20 mA	%	<input checked="" type="checkbox"/>	0	<input type="checkbox"/>
5		0.20 mA	%	<input checked="" type="checkbox"/>	0	<input type="checkbox"/>
6		0.20 mA	%	<input checked="" type="checkbox"/>	0	<input type="checkbox"/>
7		0.20 mA	%	<input checked="" type="checkbox"/>	0	<input type="checkbox"/>

Рис.5.2 Конфігурування модуля аналогових виходів

Ana 8 U/I In Isolated High Speed

BMX.AMI.0810

- Channel 0
- Channel 1
- Channel 2
- Channel 3
- Channel 4
- Channel 5
- Channel 6
- Channel 7

**Configuration**

	Used	Symbol	Range	Scale	Filter
0	<input checked="" type="checkbox"/>	TT_hydr	1.5 V / 4.20 mA	%	0
1	<input checked="" type="checkbox"/>	TT_teplo	1.5 V / 4.20 mA	%	0
2	<input checked="" type="checkbox"/>	LT_iven	1.5 V / 4.20 mA	%	0
3	<input checked="" type="checkbox"/>	QT	1.5 V / 4.20 mA	%	0
4	<input checked="" type="checkbox"/>		+/- 10 V	%	0
5	<input checked="" type="checkbox"/>		+/- 10 V	%	0
6	<input checked="" type="checkbox"/>		+/- 10 V	%	0
7	<input checked="" type="checkbox"/>		+/- 10 V	%	0

Рис.5.3 Конфігурування модуля аналогових входів

Змн.	Арх.	№ докум.	Підпис	Дата

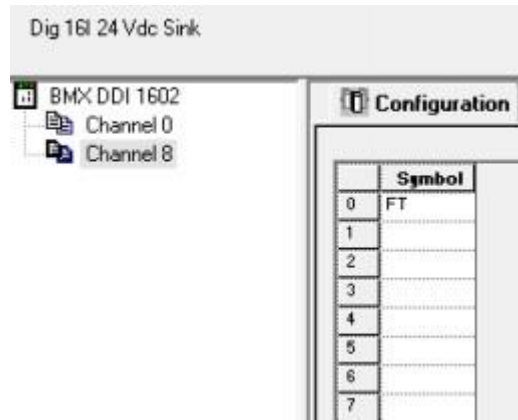


Рис.5.4 Конфігурування модуля дискретних входів

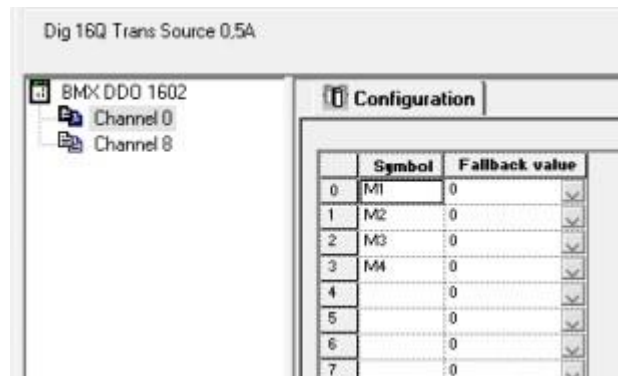


Рис.5.5 Конфігурування модулю дискретних виходів

Variables DDT Types Function Blocks DFB Types									
Name	no.	Type	Value	Comment	R/W Rights of Referenced Variable	Exchange On STBY	Task	Retar	
SCALING_LT		SCALING				<input checked="" type="checkbox"/>	MAST	<input checked="" type="checkbox"/>	
SCALING_TT		SCALING				<input checked="" type="checkbox"/>	MAST	<input checked="" type="checkbox"/>	
SCALING_QT		SCALING				<input checked="" type="checkbox"/>	MAST	<input checked="" type="checkbox"/>	
SCALING_FT		SCALING				<input checked="" type="checkbox"/>	MAST	<input checked="" type="checkbox"/>	
PL_B		PL_B				<input checked="" type="checkbox"/>	MAST	<input checked="" type="checkbox"/>	
SCALING_TV		SCALING				<input checked="" type="checkbox"/>	MAST	<input checked="" type="checkbox"/>	
PL_B_1		PL_B				<input checked="" type="checkbox"/>	MAST	<input checked="" type="checkbox"/>	
PL_B_2		PL_B				<input checked="" type="checkbox"/>	MAST	<input checked="" type="checkbox"/>	
LAG_FILTER...		LAG_FILTER				<input checked="" type="checkbox"/>	MAST	<input checked="" type="checkbox"/>	
LAG_FILTER...		LAG_FILTER				<input checked="" type="checkbox"/>	MAST	<input checked="" type="checkbox"/>	

Рис.5.6 Перелік функціональних блоків, використаних у програмі.

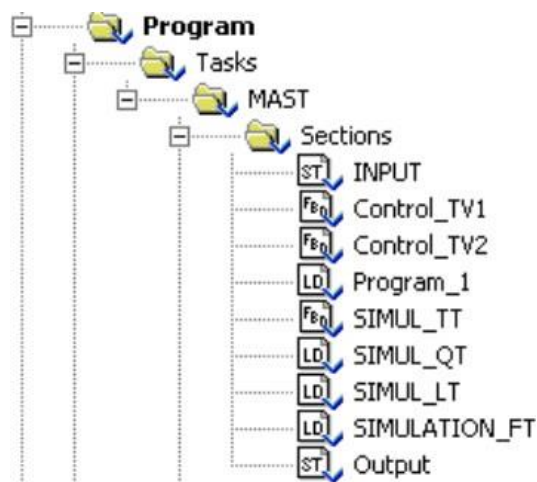


Рис.5.7 Структура програми

```

SCALING_LT(IN:=int_to_real(LT_riven),
OUT=>LT_riven_M);

SCALING_TT(IN:=(TT_hydr),
OUT=>TT_hydr_M);

SCALING_TT(IN:=(TT_teplo),
OUT=>TT_teplo_M);

SCALING_QT(IN:=(QT),
OUT=>QT_M);

SCALING_FT(IN:=int_to_real(FT),
OUT=>FT_M);

```

Рис.5.8 Секція INPUT

В даній секції відбувається масштабування значень датчиків рівня, температури, освітленості, витрати за допомогою функціонального блока SCALING. Параметри масштабування зазначені безпосередньо в блоках.

```

SCALING_TV(IN:=(TV_1_M),
OUT=>TV_1);

SCALING_TV(IN:=(TV_2_M),
OUT=>TV_2);

```

Рис. 5.9 Секція OUT

В даній секції відбувається масштабування значень аналогових клапанів.

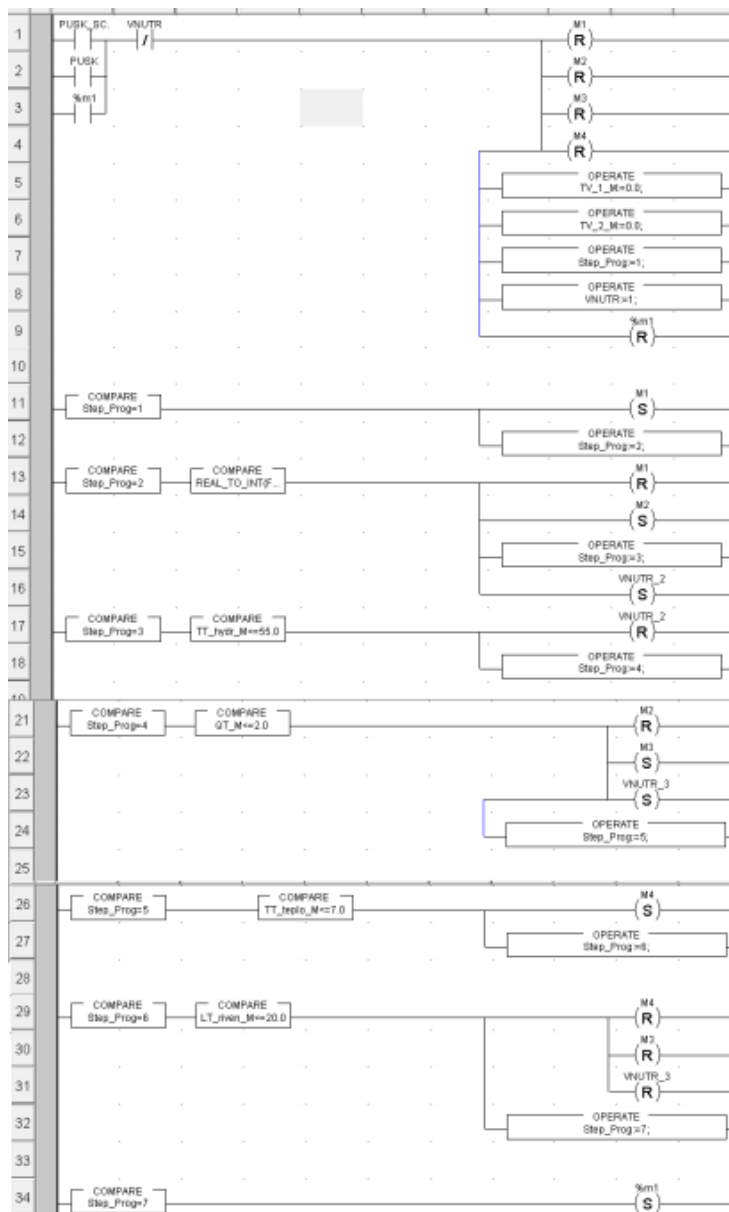


Рис.5.10 Секція Program\_1

Основна програма, яка реалізує заданий алгоритм керування. Сама секція написана на мові LD.

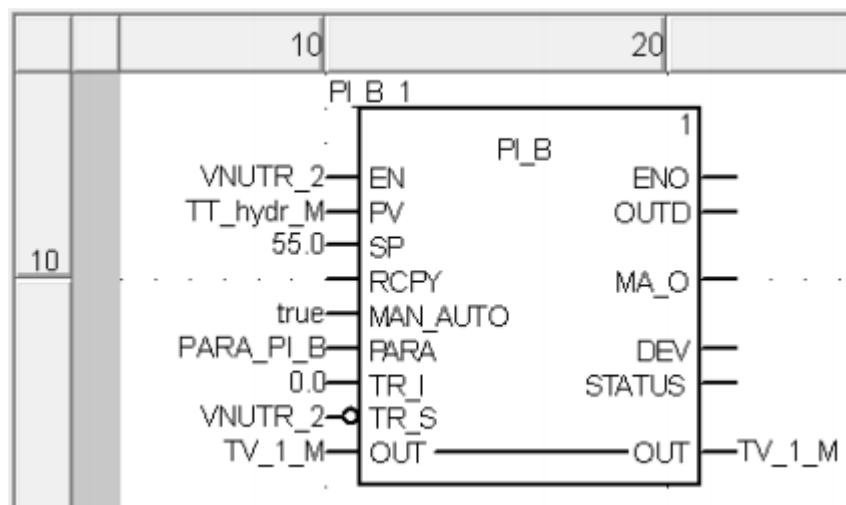


Рис. 5.11 Секція Control\_TV1

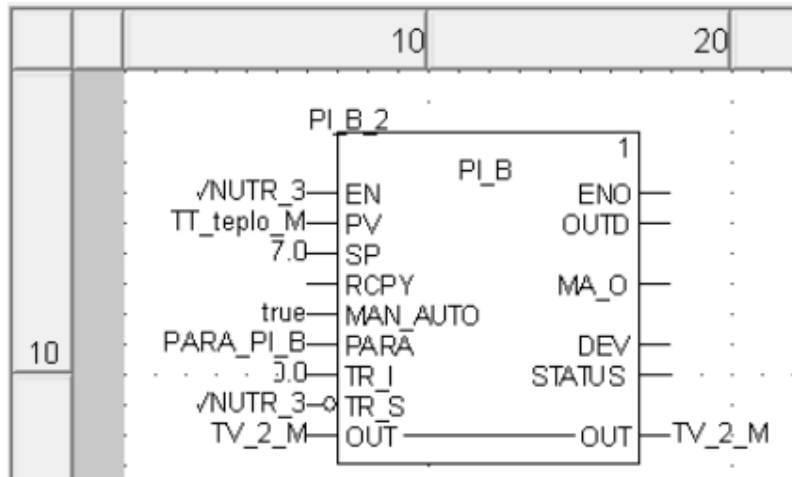


Рис.5.12 Секція Control\_TV2

Дана секція, займається регулюванням клапану TV2(2в). Сама секція написана на мові FBD.

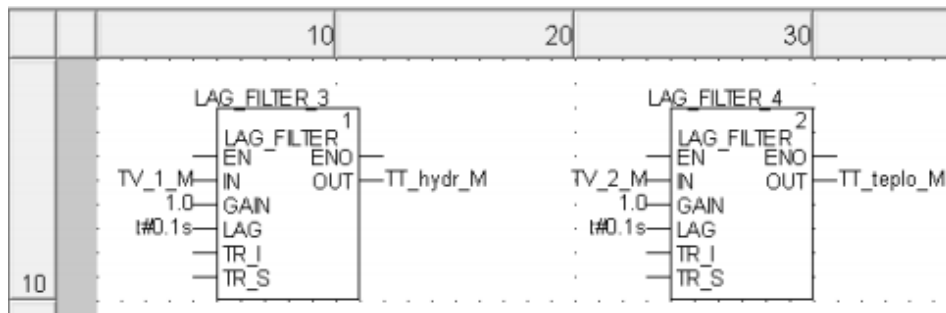


Рис.5.13 Секція SIMUL\_TT.

В даній секції за допомогою функціонального блоку LAG\_FILTER відбувається симулювання температури(в залежності від ступеню відкриття клапанів подачі холодоагентів).

## Розділ 6. Розробка людиномашинного інтерфейсу оператора технолога

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

Дисплейна мнемосхема процесу освітлення і охолодження пивного сусла при виробництві пива розроблялася в програмному забезпечення Zenon Editor 7.20 64 bit. Змінні, що використовувалися при розробці дисплейної мнемосхеми наведені в таблиці 6.1

					<b>Кваліфікаційна робота</b>			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Бондаренко О.О.			Розробка системи автоматизації технологічного процесу освітлення та охолодження пивного сусла	Літ.	Арк.	Аркуші
Керівник		Мацебула Д.В.					54	3
Зав. каф.		Ельперін І.В.				НУХТ АК-4-Зск		
Секр. ЕК		Проскурка Є.С.						

Ім'я змінного тега	Адреса	Мін. вихідне значення	Макс. вихідне значення	Мін. значення в одиницях виміру	Макс. значення в одиницях виміру	Тип даних
FT	%I0.3.0	0	10000	0	600	INT
LT_riven	%IW0.1.2	0	10000	0	10	INT
M1	%Q0.4.0	0	1	0	1	BOOL
M2	%Q0.4.1	0	1	0	1	BOOL
M3	%Q0.4.2	0	1	0	1	BOOL
M4	%Q0.4.3	0	1	0	1	BOOL
QT	%IW0.1.3	0	10000	0	100	REAL
TT_hydr	%IW0.1.0	0	10000	-40	500	REAL
TT_teplo	%IW0.1.1	0	10000	-40	500	REAL
TV_1	%QW0.2.0	0	10000	0	100	REAL
TV_2	%QW0.2.	0	10000	0	100	REAL

## 6.2. Відеокадри дисплейних мнемосхем оператора

Дисплейна мнемосхема процесу освітлення та охолодження пива дозволяє оператору контролювати проходження технологічного процесу, спостерігати за зміною технологічних параметрів і за необхідності корегувати управляючі дії, відносно клапанів, та насосів.

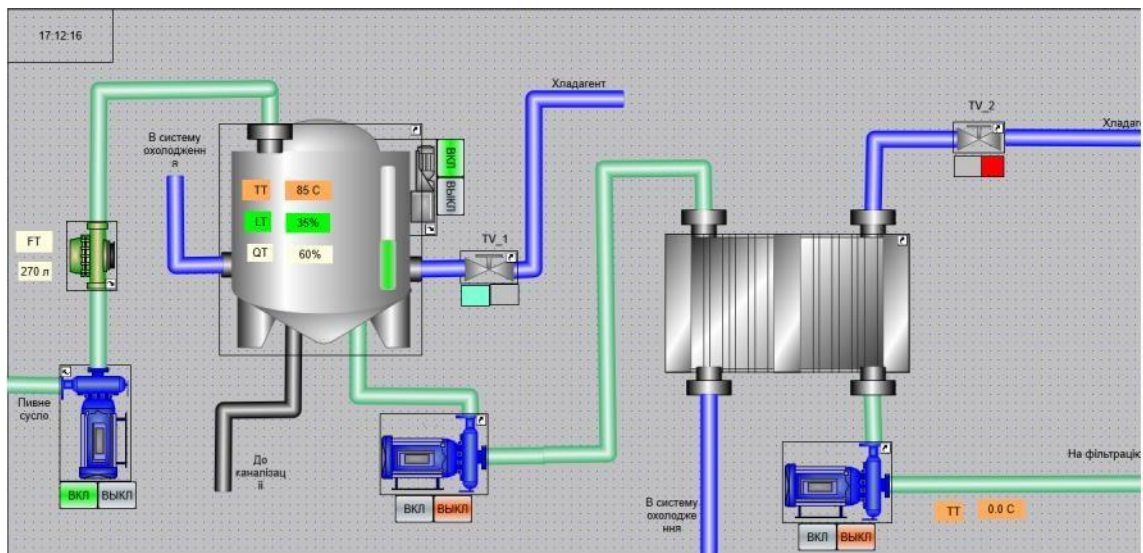


Рис. 6.2. Дисплейна мнемосхема процесу освітлення та охолодження пивного суслу.



## Висновок

В дипломному проєкті розглянуто розробку системи автоматизації процесу освітлення та охолодження пивного сусла. При розробці системи автоматизації процесу освітлення та охолодження пивного сусла задіяні новітні технічні засоби автоматизації та промисловий логічний контролер (ПЛК). При автоматизації процесу приготування затору при виробництві пива вибрано промисловий логічний контролер (ПЛК) Schneider Electric M340, який був запрограмований в середовищі Unity PRO XL.

Дисплейна мнемосхема процесу освітлення та охолодження пивного сусла розроблялася в програмному забезпеченні Zenon Editor 7.20 64bit .

Розроблена система автоматизації з задіянням новітніх технічних засобів дозволяє забезпечити оптимальне проведення технологічного процесу освітлення та охолодження пивного сусла при виробництві пива для отримання в подальшому освітленого пивного сусла високої якості для виготовлення якісного пива, зменшення витрати теплоносіїв на його охолодження за рахунок використання новітніх технічних засобів автоматизації призведе до збільшення прибутковості виробництва пива.

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

## Список використаної літератури

1.Теплодатчик JUMO

<http://www.jumo.ru/catalog/termometry-soprotivleniya-90/termometr-soprotivleniya-jumo-s-golovkoj-formy-j-590/>

2.ЕПП Sentronic LP

[www.emerson.com/documents/automation/installation-manual-sentronic-lp-series-617-asco-en-4275324.pdf](http://www.emerson.com/documents/automation/installation-manual-sentronic-lp-series-617-asco-en-4275324.pdf)

3. Клапан Valsteam ADCATrol PV25G\_

[http://energoalyans.ru/sites/default/files/product-files/3\\_10\\_r\\_pv25-en.pdf](http://energoalyans.ru/sites/default/files/product-files/3_10_r_pv25-en.pdf)

4. Расходомер с зубчатым колесом DOM (KOBOLD).

<http://www.koboldgroup.ru/opisanie/rashodomer-dom>

5. F260 – серия бесконтактных датчиков уровня жидкостей и порошков

[https://rusautomation.ru/datchiki\\_urovnya/pepperl-fuchs-f260](https://rusautomation.ru/datchiki_urovnya/pepperl-fuchs-f260)

6.Satron VOM optical sensor\_

<https://satron.com/product/satron-vom-optical-sensor/>

7. Л.О.Мусієнко, А.І.Буглак Електронний посібник з дисципліни "Технологія пивоварного і безалкогольного виробництва", стор. 231-239

8. Т.Н. Борисенко Технологія галузі ТЕХНОЛОГІЯ ПИВА Навчальний посібник, стор.4

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		