

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 процесу виробництва етанолу з  
біологічної сировини

Виконав: здобувач 4 курсу, групи АК-4-1 Однолько Владислав Ігорович  
(прізвище та ініціали)

Керівник Гончаренко Борис Миколайович \_\_\_\_\_  
(прізвище та ініціали) (підпис)

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

\_\_\_\_\_ (підпис)

Рецензент Харкянен Олена Валеріївна \_\_\_\_\_  
(прізвище та ініціали) (підпис)

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

Здобувач \_\_\_\_\_  
(підпис)

Київ – 2020 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

І.В.Ельперін

«27» квітня 2020 р.

## ЗАВДАННЯ

### НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Однолько Владиславу Ігоровичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розробка системи автоматизації процесу виробництва етанолу з біологічної сировини

керівник роботи проф., д.т.н. Гончаренко Борис Миколайович

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від « 27 » квітня 2020 р. №269-кс

2. Строк подання здобувачем роботи « 15 » червня 2020 р.

3. Вихідні дані до роботи

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

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

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

5. Опис спеціального програмного забезпечення для промислового логічного контролера (алгоритм та програма для ПЛК). 6. Розробка людино-машинного інтерфейсу оператора технолога. 6.1. Переліки вхідних та вихідних сигналів та даних SCADA/HMI. 6.2. Відеокадри дисплейних мнемосхем оператора. 7. Комп'ютерне моделювання системи автоматичного регулювання. 7.1. Постановка задачі дослідження. 7.2. Вибір об'єкта керування та його математичної моделі. 7.3. Моделювання САР. 7.4. Опрацювання результатів моделювання та формулювання висновків.

5. Перелік графічного матеріалу

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

3. Креслення встановлення технічного засобу.

6. Дата видачі завдання 27.04.2020

### 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 та 7	4 тиждень	
7	Підготовка матеріалів до захисту	5 тиждень	
8	Захист кваліфікаційної роботи	6 тиждень	

Здобувач Однолько В.І.

\_\_\_\_\_ (підпис)

Керівник роботи Гончаренко Б.М.

\_\_\_\_\_ (підпис)

## Анотація

В кваліфікаційній роботі розглядається розробка системи автоматизації процесу виробництва етанолу з біологічної сировини.

В роботі представлено опис технологічного процесу виробництва етанолу, завдання на систему автоматизації, схема автоматизації, специфікація технічних засобів автоматизації, монтажна схема технічного засобу автоматизації – вихроий витратомір “ЭМИС-ВИХРЬ”, схема підключення датчиків та виконавчих механізмів до ПЛК та розширені схеми підключення технічних засобів.

Розроблено алгоритм та програму для управління процесом адсорбції та десорбції. Програма розроблена для ПЛК Schneider Electric Modicon Premium. Інтерфейс дисплейної мнемосхеми процесу пастеризації молочної суміші для твердих сирів розроблено в програмному забезпеченні Vijeo Citect Scada від фірми Schneider Electric та її вигляд представлено в записці.

**Ключові слова:** Vijeo Citect, Modicon Premium, етанол.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		1

### Annotation

The development of the automation system is considered in the qualification work the process of ethanol production from biological raw materials.

The paper presents a description of the technological process of ethanol production, tasks for automation system, automation scheme, specification of technical means of automation, wiring diagram of technical means of automation - vortex flowmeter "EMIS-VORTEX", connection diagram of sensors and actuators to PLC and extended connection schemes.

An algorithm and a program for controlling the adsorption and desorption process have been developed. The program is designed for Schneider Electric Modicon Premium PLC. The interface of the display mnemonic of the process of pasteurization of milk mixture for hard cheeses is developed in the software Vijeo Citect Scada from the firm Schneider Electric and its form is presented in the note.

**Keywords:** Vijeo Citect, Modicon Premium, ethanol.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		2

## Зміст

<b>Вступ</b> .....	4
<b>Розділ 1. Характеристика об'єкта автоматизації</b> .....	6
<b>1.1. Аналіз технологічної ділянки як об'єкта автоматизації</b> .....	6
<b>1.2. Розробка завдання на систему автоматизації</b> .....	11
<b>Розділ 2. Опис системи автоматизації</b> .....	17
<b>2.1. Схема автоматизації</b> .....	17
<b>2.2. Специфікація засобів автоматизації</b> .....	20
<b>2.3. Обґрунтування вибору технічних засобів</b> .....	25
<b>Розділ 3. Схеми підключення датчиків та ВМ до ПЛК</b> .....	36
<b>3.1. Проектне компонування мікропроцесорного контролера</b> .....	36
<b>3.2. Загальна схема підключення</b> .....	53
<b>Розділ 4. Опис встановлення технічних засобів</b> .....	63
<b>Розділ 5. Опис спеціального програмного забезпечення для</b> .....	79
<b>мікропроцесорного контролера (алгоритм та програма для ПЛК)</b> .....	79
<b>Розділ 6. Розробка людино-машинного інтерфейсу оператора технолога</b> .....	84
<b>6.1. Переліки вхідних та вихідних сигналів та даних SCADA/HMI</b> .....	85
<b>6.2. Відеокадри дисплейних мнемосхем оператора</b> .....	89
<b>Розділ 7. Комп'ютерне моделювання системи автоматичного регулювання</b> .....	92
<b>7.1. Постановка задачі дослідження</b> .....	92
<b>7.2. Вибір об'єкта керування та його математичної моделі</b> .....	92
<b>7.3. Аналіз стійкості системи</b> .....	95
<b>Висновки</b> .....	97
<b>Список використаної літератури</b> .....	98

					<b>Кваліфікаційна робота</b>	Арк.
						3
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## Вступ

В епоху глобалізації та інтенсифікації економічного розвитку нагальною проблемою стає задоволення постійно зростаючих потреб людства, особливо енергетичних, оскільки саме енергія є рушійною силою найрізноманітніших процесів, пов'язаних із забезпеченням життєдіяльності людини. На сьогодні у світі 35 % енергетичних потреб покривається завдяки використанню нафти, 23 % – вугілля, 21 % – природного газу, 7 % – ядерного палива. Усі ці ресурси є непоновлюваними. Мало того, за різними прогнозами, рентабельних енергетичних ресурсів лишилося не так уже й багато: за нинішніх темпів видобування вугілля вистачить приблизно на 200 років, а природного газу, нафти та ядерного палива – на 40 років. Поновлювані енергетичні джерела (сонячна, вітрова, гідроенергія тощо) становлять у загальному балансі енергетичних витрат близько 14 %, причому реальні можливості збільшення їх частки досить обмежені. Поряд з іншими способами енергозабезпечення дедалі актуальнішим стає пошук ефективних альтернативних джерел отримання відновлюваної енергії. В Україні є всі передумови для організації широкомасштабного виробництва біопалив, проте їх частка в енергетичному балансі країни залишається незначною. Враховуючи загальнонаціональну важливість проблеми зниження залежності нашої держави від імпортних енергоносіїв, учені Національної академії наук України завжди приділяли цьому питанню значну увагу.

Проблема виробництва і використання біопалив є багатогранною, тому шляхи її вирішення лежать у кількох площинах. По-перше, це пошук та створення найефективніших джерел біопалив (переважно рослинних ресурсів). По-друге, розроблення сучасних технологій перетворення сировини на потрібні види біопалив, а також використання побічних продуктів. По-третє, пошук і опрацювання ефективних технологій отримання енергії, забезпечення економічного й нормативного супроводу використання біопалив. В Україні є значні перспективи розвитку виробництва біоетанолу та ринку його використання. Щорічне споживання бензину в країні становить близько 5 млн т. З початку 2014 р. законодавчо передбачено заміну частини

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

(5 % – близько 250 тис. т бензину на рік) автомобільного пального на біопаливо. Наразі в Україні немає сировини нехарчового призначення для виконання цього завдання, при тому що потреба в біоетанолі для внутрішнього споживання становить 150–250 тис. т на рік, а собівартість 1 л українського біоетанолу з кукурудзи – 4–5 грн (у цінах 2013 р.). Останнім часом на шести спиртових заводах ДП «Укрспирт» було розпочато промислове виробництво цього виду біопалива, заплановано довести обсяги випуску до 200 тис. т на рік. Досить вагомою мотивацією для подальшого розвитку цього напрямку є зняття державної монополії на виробництво біоетанолу.

Отже, аналіз біологічних ресурсів для виробництва біопалив в Україні свідчить про те, що використання альтернативних джерел має великі потенційні можливості для істотного поліпшення енергозабезпечення держави. Особливо перспективними для виробництва біопалив є побічні продукти аграрного виробництва та лісового господарства. Разом з тим, чільне місце посідає культивування цільових енергетичних рослин різного напрямку використання. На сьогодні в Україні створено одну з найбагатших колекцій енергетичних рослин та їх високопродуктивних сортів. За енергетичним потенціалом ці рослини можуть успішно конкурувати з найкращими світовими аналогами і забезпечувати високий вихід умовного палива та енергії.

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

## Розділ 1. Характеристика об'єкта автоматизації

### 1.1. Аналіз технологічної ділянки як об'єкта автоматизації

#### *Технологічний процес виробництва біоетанолу методом адсорбції.*

Технологічний процес на установці проводять у такій послідовності :

Бражка з передаточного чану бродильного відділення , яка пройшла механічну ловушку, насосом бражки подають, через витратомір на підігрівачі бражки-дефлегматори ректифікаційних колон. Для досягнення оптимальної температури бражки, її додатково підігрівають теплом барди у спіральному теплообміннику. Нагріту бражку направляють в сепаратор CO<sub>2</sub>. Звільнена від CO<sub>2</sub> бражка подається на 28-му тарілку дистиляційної колони ДК. Перегнану бражку відводять з нижньої частини ДК. Гази із сепаратора CO<sub>2</sub> відводяться у конденсатор сепаратора вуглекислого газу. Сконденсовані пари направляються на тарілку живлення ДК, а несконденсовані гази відводяться в атмосферу.

Обігрів ДК проводять котельною парою з колектора пару через барботер колони, або за допомогою циркуляційного кип'ятильника.

Пари бражного дистиляту, пройшовши піновловлювач направляються в зону 16 тарілки ректифікаційних колон.

Верхні частини коло, обігрівуються парами бражного дистиляту , а низи ( нижче 16 тарілки)- гострою парою з колектора за допомогою барботерів колон , або кип'ятильників колон. Конденсат пару з кип'ятильників колон, через конденсатовловлювачі відводиться в збірник конденсату і далі насосом направляється в котельне відділення.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>		
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>Лім.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушів</i>
<i>Розроб.</i>		<i>Однолько В.І.</i>			<i>Розробка системи автоматизації процесу виробництва етанолу з біологічної сировини</i>		
<i>Перевір.</i>		<i>Гончаренко Б.М.</i>				6	97
<i>Секр. Е.К.</i>		<i>Проскурка Є.С.</i>				<i>НУХТ АК-4-1</i>	
<i>Зав.кафедри</i>		<i>Ельперін І.В.</i>					

Сивушна фракція колон відбирається з 5,7,9 і 11 тарілок і направляється в конденсатори сивушної фракції. Пари , що сконденсувались направляються в декантатори сивушного масла. Сивушне масло з декантаторів відводиться в збірник сивушного масла, а підсивушні води – в збірник підсивушних вод.

Сивушне масло зі збірника поступає в спиртоприймальне відділення. А підсивушні води насосом пройшовши підігрівач підсивушних вод, направляються у верхню зону піновловлювача. З куба колон через гідрозатвори відводиться лютерна вода, яка направляється в збірник лютерної води нижній і далі насосом подається у верхній збірник лютера. Лютер використовується в системі СІР мийки та для приготування замісу. Лютер, що не використовується, направляють на очисні споруди.

Водно-спиртові пари із ректифікаційних колон РК1 і РК2 конденсують у підігрівачах бражки–дефлегматорах дефлегматорах, основних конденсаторах, і допоміжних конденсаторах (спиртовловлювачах). Гази, які не сконденсувались відводяться в атмосферу, або відтягуються вакуум насосом. Частину флегми через витратомір відбирають як спирт-сирець і направляють в збірник спирту-сирцю. Величина відбору флегми контролюється по температурі на тарілці живлення РК1, РК2 і повинна бути не менше 93 %. Спирт-сирець насосом через витратомір подається на живильну тарілку 40,38 або 36 регенераційної колони РГК. Спирт-сирець підігрівається теплом лютера або (і) теплом біоетанола за допомогою рекуператорів.

З 12, 14 тарілок РГК відбирають сивушну фракцію , яку направляють через охолоджувач в декантатор сивушної фракції. Сивушне масло направляють в збірник сивушного масла, а підсивушні води – в збірник підсивушних вод.

Підігрів колони здійснюють гострою парою з колектора через барботер, або кип'ятильник РГК. Лютерна вода відводиться з куба колони , рівень в кубі колони підтримується автоматично клапаном ПОУ.

Водно-спиртові пари з регенераційної колони направляють в нижню частину пароперегрівача Е812. Пара з колектора, подається у міжтрубний простір пароперегрівача , конденсат пари відводиться в збірник конденсату . Водно-

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

спиртова суміш міцністю не менше 93 % нагрівається до температури 110-120 °С.

Підвищений тиск (180-185 кПа) в РГК С810 створюють, регулюючи подачу перегрітої пари на адсорбери S821, S822. Для прикладу, якщо працює в стадії адсорбції перший адсорбер S821, а в стадії десорбції другий адсорбер S822, то рух пари організують наступним чином. Відкривають клапан В (НІС 821) і Н (НІС 823), закривають клапан Е (НІС 822) і К (НІС 824). Перегріта водно-спиртова пара проходить через молекулярні сита в першому адсорбері S821, які адсорбують воду і на виході з адсорбера отримують зневоднений спиртовий пар, який направляють в дефлегматор біоетанолу Е829, конденсатор Е830 і спиртовловлювач Е831. Сконденсовані пари біоетанолу направляють в збірник біоетанолу R830, а несконденсовані гази після спиртовловлювача Е 831 відводять в атмосферу.

Підвищений тиск в адсорбері 160-165 кПа створюють, регулюючи витрати пари на дефлегматор біоетанолу, клапаном М (PCV 830). В цей час адсорбер S822 в режимі десорбції, для цього вакуум насосом PV800 А,В через спиртовловлювач Е828, конденсатор Е827, дефлегматор рециклу Е826, в адсорбері S822 створюють вакуум, при цьому відкриті клапани С (НІС 826) і G (НІС 827) та закриті Д (НІС825) і F(НІС 828). Величину вакууму регулюють відбором парів, які не конденсуються, клапаном підсосу PCV 125.

При різкому зниженні тиску і відповідно температури в адсорбері, молекулярні сита охолоджуються і віддають адсорбовану воду у вигляді пари, яка поступає в дефлегматор рециклу Е826, конденсатор рециклу Е827 та спиртовловлювач рециклу Е 828. Сконденсовані пари після Е826, Е827, Е828 відводяться в збірник рециклу R825. Для підігріву сит, в нижню частину другого адсорбера S822 через витратомір FE219 подають частину пари зневодненого спирту після першого адсорбера S821. При цьому проходить десорбція води з молекулярних сит і вони готові до наступного циклу адсорбції водно-спиртової пари.

Після закінчення процесів адсорбції, в адсорбері S821 та десорбції в адсорбері

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

S 822 розпочинається процес вирівнювання тисків в адсорберах. Для цього клапани В(НІС 821) і С(НІС 826 ) закривають. Після вирівнювання тисків в адсорберах клапани Н (НІС 823), J (НІС 829) , G (НІС 827) закриваються.

Після вирівнювання тисків в адсорберах S821 і S822 ставлять під тиск адсорбер S822, для чого відкривають клапан Е (НІС 822) і клапан G (НІС 827), а клапан Д (НІС825) і Н (НІС 823) закривають. Для створення вакууму в S821 відкривають клапани В (НІС 821) і F(НІС 828) . При цьому в адсорберах проходять аналогічні процеси описані раніше, в адсорбері S821 відбувається процес адсорбції, адсорбері S822 - процес десорбції. Витратомір FE 218 вимірює величину водно-спиртової пари, що потрапляє на блок адсорберів. Витратомір FE 217 забезпечує подачу на адсорбер S821 чи S822 20-30 % від витрат водно-спиртової пари, що пройшла через витратомір FE 218.

По закінченні процесу адсорбції в S822 і десорбції в S821 починається процес вирівнювання тисків в адсорберах. Для цього клапани В (НІС 821) і С(НІС 826 ) закриваються і після вирівнювання тисків в адсорберах клапани К (НІС 824), J (НІС 829), F(НІС 828) закриваються.

Після цього цикл повторюється.

Біоетанол зі збірника R830 насосом P830A,B подається на рекуператор E801, холодильник біоетанолу E833, E834, ротаметри FI 209, епруветку F843 і далі на контрольний снаряд F840 , F841. У випадку відпрацювання технологічного режиму і отримання біоетанолу з меншим вмістом спирту, ніж 99,8 % об. Брак скидують в збірники спирту-сирцю R800 для повторної переробки.

Рецикл зі збірника рециклу R 825 насосом P 825 A,B через рекуператор E803 , витратомір FT 825, подається на 18, 16 або на 40 тарілку регенераційної колони C810. Витрати рециклу корегують по рівню рідини в збірнику рециклу R825, який підтримують стабільним.

Перед подачею на спиртовимірювальний апарат в готову продукцію задають денатуранти бензин та (або) МТБЕ( можлива задача інших денатурантів). Для організації прийому та дозування денатурантів змонтована наступна схема: приймальний збірник денатурантів насос напірний збірник, ротаметр. Витрати

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

денатурантів згідно технологічного регламенту на продукцію , що виготовляється.

Після обліку на спиртовимірювальних апаратах біоетанол направляється в спиртоприймальне відділення, де здійснюється остаточна денатурація виробленого продукту бензином.

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

## 1.2. Розробка завдання на систему автоматизації

Норми параметрів технологічного режиму

	Найменування параметра, розмірність	Величина параметра
	2	3
	<p>Продуктивність, кг/год(дал/добу)</p> <p><u>Параметри дистиляційної колони</u></p> <p>Тиск, кПа / мм.вод.ст.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- В кубі колони</li> <li>- над верхньою тарілкою</li> </ul> <p>Температура, °С</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- в кубі колони</li> <li>- на тарілці живлення</li> <li>- бражка перед входом в колону</li> </ul>	<p>48000</p> <p>6000</p>
	<p><u>Параметри ректифікаційної колони РК-1</u></p> <p>Тиск, кПа / мм.вод.ст.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- В кубі колони</li> <li>- над верхньою тарілкою</li> </ul> <p>Температура, °С</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- в кубі колони</li> <li>- на 8 тарілці</li> <li>- на 16 тарілці</li> <li>- над верхньою тарілкою</li> </ul>	

	<p><u>Параметри ректифікаційної колони РК-2</u></p> <p>Тиск, кПа / мм.вод.ст.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- В кубі колони</li> <li>- над верхньою тарілкою</li> </ul> <p>Температура, °С</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- в кубі колони</li> <li>- на 8 тарілці</li> <li>- на 16 тарілці</li> <li>- над верхньою тарілкою</li> </ul>	
	<p><u>Параметри регенераційної колони РК</u></p> <p>Тиск, кПа / мм.вод.ст.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- В кубі колони</li> <li>- над верхньою тарілкою</li> </ul> <p>Температура, °С</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- в кубі колони</li> <li>- на 8 (10,12 ) тарілці</li> <li>- над верхньою тарілкою</li> <li>- рівень в кубі колони</li> </ul>	

	<u>Пароперегрівач</u> Тиск, кПа / мм.вод.ст. - після пароперегрівача Температура після пароперегрівача, °с Рівень в кубі пароперегрівача, см Витрата живлення, м³/год Витрата ре циклу, м³/год Об'ємна частка спирту, % - живлення - пари після РГК - ре циклу	    0,9-2,7 0,5-1,1  93-96,5 93-96 78-85
	<u>Параметри адсорбера</u> Тиск пари , кПа (мм.рт.ст.) - перед адсорбером - після адсорбера Розрідження, кПа (мм.рт.ст.) - в системі - в конденсаторах рециркулу Температура, °С - вверху адсорбера - внизу адсорбера	   180-185 80-85  13-20 20-25  115-135 115-135

	- на виході із адсорберів	110-125
	Температура води після дефлегматорів, °С	
	- рециклу	10-20
	- біоетанолу	20-40

#### Параметри ре циклів

№	Назва параметру	Адсорбер №1	Адсорбер №2
11	Величина вакуума, кПа / м.вод.ст.	30 / 7,0	30 / 7,0
22	Відкриття клапану постановки Під вакуум, %	40	40
33	Постановка під тиск, кПа / мм.вод.ст.	130 (30)	130 (30)
44	Відкриття клапану десорбції, %	22-24,5	24-26,5

55	Відкриття клапана постановки під тиск , %	70-75	70-75
66	Тривалість десорбції , хв	3,5	3,5
67	Тривалість врівноваження тисків , сек	2	2

Технологічне обладнання		
1	ES812	пароперегрівач
2	C810	РГК(регенаційна колона)
3	S821	адсорбер 1
4	S822	адсорбер 2
5	E829	дефлегматор
6	E830	конденсатор
7	E831	спиртовловлювач
8	R830	збірник біоетанолу
9	E826	дефлегматор рециклу
10	E827	конденсатор
11	E828	спиртовловлювач
12	R825	збірник рециклу
13	FE219	витратомір
14	FE218	витратомір
15	FE217	витратомір
16	P830A,B	насос
17	НІС 821	клапан В
18	НІС 822	клапан Е

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Кваліфікаційна робота

Арк.

15

19	НІС 823	клапан Н
20	НІС 824	клапан К
21	НІС 825	клапан Д
22	НІС 826	клапани С
23	НІС 827	клапан G
24	НІС 828	клапан F
25	НІС 829	клапан J
26	PCV 830	клапан М
27	PV800A,B	вакуум насос
28	PCV 125	клапан підсосу

## Розділ 2. Опис системи автоматизації

### 2.1. Схема автоматизації

#### *Схема автоматизації*

Функціональна схема автоматизації (ФСА) призначена для визначення основних контурів контролю і регулювання основних технологічних параметрів. Наш процес починається після досягнення стабільного режиму роботи РГК С810, тоді приступають до прогріву( молекулярних сит) адсорберів. Для цього відкривають клапани відводу спиртової пари після адсорберів на дефлегматор Е829, конденсатор Е830, спиртовловлювач Е831, біоетанолу та подачі спиртової пари на адсорбер S821, S822 , закривають лінію подачі спиртової пари на теплообмінник ре циклу.

Дозволяється подача спиртової пари на адсорбер з об'ємною часткою етилового спирту не менше 93 % !

Слідкують за рівнем в збірнику біоетанолу R830 та при його підвищенні включають насос біоетанолу P830 А,В і відправляють перші порції продукта в збірник спирту-сирцю R800 . Включають в роботу контур автоматичного регулювання рівня в збірнику R830.

Піднімають вакуум в системі до 15-20 кПа. Слідкують за підтримкою режиму в регенераційній колоні С810 та в пароперегрівачі ES812, прогривають молекулярні сита в адсорберах.

Молекулярні сита прогривають в адсорберах S821, S822 до температури 120-130 °С по всій висоті адсорбера, при цьому температура спиртової пари після адсорбера повинна бути не менше 110°С.

У випадку першого пуску на нових молекулярних ситах , вони прогриваються до температури значно вище 130°С і потрібно працювати в заданому режимі для її

					<i>Кваліфікаційна робота</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Однолько В.І.</i>			<i>Розробка системи автоматизації процесу виробництва етанолу з біологічної сировини</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Гончаренко Б.М.</i>					17	97
<i>Секр. Е.К.</i>		<i>Проскурка Є.С.</i>				<b>НУХТ АК-4-1</b>		
<i>Зав.кафедри</i>		<i>Ельперін І.В.</i>						

зниження до 125-130 °С. Прогрів відбувається протягом 12-24 год.

Після досягнення заданої температури по всій висоті адсорберів включають в роботу цикли адсорберів. При цьому один адсорбер працює в стадії адсорбції, тобто на нього поступає водно-спиртова пара після пароперегрівача ES812 зневоднену спиртову пару після адсорбера направляють на дефлегматор біоетанолу E829. Другий адсорбер підключають до вакууму для десорбції молекулярних сит. При зниженні тиску в адсорбері утворюється водно-спиртова пара за рахунок охолодження молекулярних сит, яку направляють на дефлегматор рециклу E826. Для додаткового підігріву молекулярних сит на стадії десорбції використовують частину зневодненої спиртової пари після першого адсорбера.

Після закінчення стадії десорбції відключають другий адсорбер від вакууму та переводять його під тиск, подаючи зневоднену спиртову пару після першого адсорбера. При вирівнюванні тиску в адсорберах переключають їх роботу. Перший адсорбер переводять під вакуум та проводять процес десорбції, а другий адсорбер працює в режимі адсорбції, тобто проходять процеси аналогічно першому випадку. Після закінчення стадії десорбції, відключають від вакууму перший адсорбер та переводять його під тиск, подаючи зневоднену спиртову пару після другого адсорбера. Після вирівнювання тиску в адсорберах, на стадію адсорбції переводять перший адсорбер і т.д.

Після включення циклів продовжують слідкувати за підтриманням стабільного технологічного режиму на регенераційній колоні РГК С810, стабільним витратам живлення та рециклу, котельної пари на кип'ятильник E810 та пароперегрівач ES812.

Для вирівнювання температур на адсорберах змінюють в кожному із них тривалість адсорбції, витрату зневодненої пари на десорбцію та для постановки адсорбера під тиск після вакууму. Відбирають проби біоетанолу після насосів біоетанолу P830AB і при досягненні об'ємної долі спирту 99,8 % направляють біоетанол в збірник готової продукції. Промивають вказаний збірник біоетанолу від залишків води, вертаючи біоетанол насосом в збірник сирцю. Після досягнення в збірнику готової продукції заданої концентрації спирту,

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

направляють біоетанол після насоса через лічильники F840, F841 в мірне відділення.

Уточнюють продуктивність по виробництву біоетанолу і, відповідно, витрату котельної пари на кип'ятильник регенераційної колони РГК Е810, яка знаходиться в прямій пропорційності з продуктивністю установки (більшій витраті котельної пари відповідає більша продуктивність по біоетанолу).

Тривалість циклу в одному адсорбері		
№пп	Назва етапу	Тривалість, сек
1	Постановка під вакуум	80
2	Десорбція	210
3	Постановка під тиск	90
4	Врівноваження	5
Всього		385

## 2.2. Специфікація засобів автоматизації

Поз. позначення	Найменування	Кіл.
1-31а,б	Витратомір-лічильник електромагнітний	1
	РСМ-05,03С-ПРП-050мм-2-0-0-0-1-1-1-0-1- 230	
1-33а	Перетворювач тиску РС-28/Ех/0...40кПа/PD/М	2
	вихідний сигнал 4...20мА	
1-35а,	Перетворювач тиску РС-28/Ех/- 10...+40кПа/PD/М	2
1-40а	вихідний сигнал 4...20мА	
1-37а,	Перетворювач тиску РС-28/Ех/- 40...+10кПа/PD/М	2
1-42а	вихідний сигнал 4...20мА	
1-46а	Перетворювач тиску РС- 28/Ех/0...0,25МПа/PD/М	2
2-17а	вихідний сигнал 4...20мА	
1-34а,	Термоперетворювач опору мідний	7
1-36а,	ТСМ1-3, вихідний сигнал 4...20мА	
1-38а,		
1-41а,		
1-43а,		
1-48а,		
2-16а,		
1-45а	Перетворювач різниці тисків пневматичний	
	13ДД11, перепад тиску 25кПа,	
	вихідний сигнал 20...100кПа	

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

прВ,прС,	Пневморозподілювач 354-015-021L, соленоїд~220В	8
прD,прЕ		
прF,прG,		
прH,прK		
1-33в,	Електропневмоперетворювач ЭП3324,	9
1-35в...	вхідний сигнал 4...20мА,	
1-37в,	вихідний сигнал 20...100кПа	
1-39в...		
1-42в		
1-44в,		
1-46в,		
KV*	Реле інтерфейсне Р16-1Р,=24В	32
ХТ1	Блок затискачів = 24В	1
ХТ2	Блок затискачів ~ 220В	1
1-39б	Перетворювач пневмоелектричний ПЭП11	9
1-44б		
1-45б,		
1-47б,		
1-49б		
2-15б		
1-39а,	Витратомір РП-1,6жуз, границі вимірів	2
	0...1,6м <sup>3</sup> /ч	
1-44а	вихідний сигнал 0,02...0,1МПа	

1-49а	Витратомір РП-4,0жуз, границі вимірів 0...4,0м/ч	2
	вихідний сигнал 0,02...0,1МПа	
1-45а	Перетворювач різниці тисків пневматичний 13ДД11, перепад тиску 25кПа, вихідний сигнал 20...100кПа	1
1-47а, 2-15а	Перетворювач різниці тисків пневматичний 13ДД11, перепад тиску 10кПа, вихідний сигнал 20...100кПа	2
2-18а	Витратомір вихровий вибухозахищеного виконання ЭМИС-ВИХРЬ200, границі вимірів 0...3,0т/год, Ду100мм, вихідний сигнал 4...20мА	1
2-19а	Витратомір вихровий вибухозахищеного виконання ЭМИС-ВИХРЬ200, границі вимірів 0...2,0т/год, Ду80мм, вихідний сигнал 4...20мА	1
2-17в,	Електропневмопозиціонер УТ-1000R, вхідний сигнал 4...20мА,	1
1-36д, 1-41д, 1-46д	Пневмопозиціонер ПП100, вхідний сигнал 20...100кПа	3
1-31г, 1-32г, 1-49г	Перетворювач частоти ATV212	3

2-15г,	Пристрій виконавчий пневматичний ПОУ-8	
	НЗ, Ду 15мм, Ру16МПа	
К4...К10	Кран кулевий 1/2"	7
РДФ2...	Редуктор тиску з фільтром РДФ-3М	4
РДФ5		
1-37г,	Пристрій виконавчий пневматичний ПОУ-8,	5
1-39г	НЗ, Ду 20мм, Ру16МПа	
1-42г,		
1-44г		
1-47г		
1-41г,	Клапан регулюючий з МВМ,	1
	НО, Ду 50мм, Ру25МПа	
1-33г	Клапан регулюючий з МВМ,	1
	НО, Ду 100мм, Ру25МПа	
1-35г,	Клапан регулюючий з МВМ,	3
1-40г,	НЗ, Ду 50мм, Ру25МПа	
1-46г		
1-36г,	Клапан регулюючий з МВМ,	2
1-41г,	НО, Ду 50мм, Ру25МПа	
2-17г(L)	Заслінка поворотна з поршнеvim пневмоприводом	1
	2Е-5590В, Ду 125мм, Ру25МПа	

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

2-19г(J)	Заслінка поворотна з поршневим пневмоприводом	
	2E-5590B, Ду 80мм, Ру25МПа	
A3,A4	Модуль введення аналогових сигналівTSX AEY1600	2
A5...A7	Модуль виведення аналогових сигналівTSX ASY 800	3
ABE3-1,	Конектор ABE-7CPA02	5
ABE3-2,		
ABE4-1,		
ABE5...		
ABE7		
2-26...	Заслінка поворотна з поршневим пневмоприводом	8
2-33	2E-5590B, Ду 125мм, Ру25МПа	
БИ12...	Бар'єр іскрозахисту ТФ 3388	17
БИ28		
2-16г	Клапан регулюючий з MBM, НЗ, Ду 25мм, Ру25МПа	
2-19в	Бар'єр іскрозахисту БИС-А-111-Ех	

### 2.3. Обґрунтування вибору технічних засобів

#### *Температура:*

Для вимірювання температури у нашому дипломному проекті були обрані перетворювачі температури ТСМ 1-3.



Датчик температури ТСМ 1-3 використовують для вимірювання температури рідких, газоподібних і сипучих середовищ.

#### *Технічні характеристики:*

Тип і НСХ	<ul style="list-style-type: none"><li>- ТСМ (50М, 100М)</li><li>- ТСП (50П, 100П, Pt100, Pt500, Pt1000)</li><li>- ТСТ (10k NTC)</li><li>- ТХА (К), ТХК (L), ТЖК (J)</li></ul>
Кількість ЧЕ	<ul style="list-style-type: none"><li>- 1</li><li>- 2</li></ul>

Клас допуску	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 1 / 3В, А, В (для ТЗ)</li> <li>- 1% (для ТСТ)</li> <li>- 1, 2 (для термопар)</li> </ul>
Схема з'єднання ЧЕ для ТЗ і ТСТ	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 2-,</li> <li>- 3-,</li> <li>- 4-х провідна,</li> <li>- 2-х провідна з двома ЧЕ</li> </ul>
Тип спаю для термопар	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ізолюваний,</li> <li>- неізолюваний,</li> <li>- подвійний ізолюваний</li> </ul>
Різьбове з'єднання	<ul style="list-style-type: none"> <li>- M20x1,5</li> <li>- G1 / 2, G1 / 4, M27x2</li> </ul>
Тип головки	<ul style="list-style-type: none"> <li>- склопластикові (до 250 ° С)</li> <li>- алюмінієва (до 300 ° С)</li> </ul>
Діапазон температури, ° С	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 50 ... 150 (для ТСМ)</li> <li>- 100 ... 250, -50 ... 250, -50 ... 500, -50 ... 600 (для ТСП)</li> <li>- 40 ... 120, -20 ... 200 (для ТСТ)</li> <li>- 40 ... 250, -40 ... 500, -40 ... 850 (для ТХА)</li> <li>- 40 ... 250, -40 ... 500 (для ТЖК)</li> <li>- 40 ... 250, -40 ... 600 (для ТХК)</li> </ul>
Показник інерції, с	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 18 ... 25</li> </ul>
Робочий тиск, МПа	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 0.63</li> </ul>
матеріал захисту арматури	<ul style="list-style-type: none"> <li>- сталь 12Х18Н10Т</li> </ul>

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Кваліфікаційна робота

Арк.

26

Конструктивні особливості: є одним з найпоширеніших стандартних конструктивів для загальнопромислового застосування. Захисна арматура з рухомим штуцером М20х1,5 (фіксований штуцер - модель 1-3н) і склопластикової головкою. Може поставлятися в комплекті з гільзою Гз-3, Гз-9 або Гз-10.

Можлива наявність вбудованого перетворювача з виходом 4-20 мА або RS485 (протокол T-bus або ModBus).

*Перелік стандартних довжин і діаметрів*

Довжина монтажної частини, L, мм	60, 80, 100, 120, 160, 200, 250, 320, 400, 500, 600, 800, 1000
Довжина зовнішньої частини, мм *	– 40, 120
Діаметр монтажної частини, мм	– 6, 8, 10

*Рівень:*

У якості приладів для вимірювання рівня були обрані рівнеміри LR2750.



Це електронний датчик рівня для вимірювання у рідких середовищах.

*Технічні характеристики:*

- Підключення до процесу G 1 Aseptoflex Vario;
- Робоча напруга DC 18 ... 30 V;
- Тип напруги DC;
- Електричне виконання PNP / NPN;
- Загальна кількість виходів 2;
- Функція вихідного сигналу нормально відкритий / нормально закритий; (Параметризуемих); аналоговий;
- Вихідний сигнал комутаційний сигнал; аналоговий сигнал; IO-Link;
- Аналоговий вихід по току 4 ... 20, оборотний; (Масштабований) mA;
- Вимірювання рівня 0,02 ... 1,98 m;
- Довжина зонда L 150 ... 2000 mm;
- З'єднання M12 Роз'єм;
- Матеріал нерж. сталь (1.4404 / 316L); PEI; PFA; PBT (полібутилентерефталат); FKM;
- Матеріали корпусу в контактi з iзм. середовищем нерж. сталь (1.4404 / 316L); PEEK; EPDM;

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

- Дисплей Дисплей: 3 x світлодіод зелений; Стан виходу: 2 x світлодіод жовтий; Рівень заповнення: буквено-цифровий дисплей 4-значний; параметрування: буквено-цифровий дисплей 4-значний;
- Температура навколишнього середовища -40 ... 80 ° C;
- Температура вимірюваного середовища -40 ... 150; (Для застосування в середовищі, що відповідає стандартам 3А, температура середовища була обмежена на 121 ° C і необхідна СОР-очищення.) ° C;
- Комунікаційний інтерфейс IO-Link.

*Витрати:*



Витратоміри-лічильники РСМ-05 електромагнітні (модифікації РСМ-05.03, РСМ-05.05, РСМ-05.05-П, РСМ-05.05-ПА, РСМ-05.07) призначені для вимірювання об'ємної витрати і об'єму електропровідних рідин, води і рідких харчових продуктів; масової витрати і маси води, контролю витрати рідини в системах автоматичного регулювання об'єктів промислового призначення, а також у складі лічильника теплової енергії.

Регулятор потоку РСМ-05.03 (роздільне конструктивне виконання) - комплектується вимірювально-обчислювальним блоком і первинним перетворювачем витрати, двоканальний - 2 канали вимірювання витрати, 2 канали вимірювання температури, 2 канали вимірювання тиску, з струмовим виходом.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

*Особливості та переваги витратоміра-лічильника РСМ-05.03*

*електромагнітного:*

- роздільне конструктивне виконання;
- відсутність додаткового гідравлічного опору потоку рідини;
- можливість вимірювання температури рідини;
- можливість програмування щільності робочої рідини для вимірювання масової витрати і маси технологічних рідин;
- наявність індикації реверсивного витрати;
- передбачена функція дозованої подачі встановлюється користувачем об'єму рідини;
- вимірювання витрати рідких харчових продуктів (модифікація ППР в нержавіючому виконанні).

*Технічні характеристики:*

- Конструктивне виконання роздільне
- Діаметр умовного проходу, Ду мм 15,25,32,50,80,100,150
- Кількість каналів вимірювання витрати шт 2
- Кількість каналів вимірювання температури шт 2
- Кількість каналів вимірювання тиску шт 2
- Частотний (імпульсний) вихід 1
- Токовий вихід +
- Робочий тиск рідини в трубопроводі МПа 1,6
- Температура вимірюваної рідини 0С 0,1-150
- Діапазон вимірювання витрати м<sup>3</sup> / ч 0,03-500
- Ступінь пилеводозащити корпусу IP54
- Напруга живлення В 230 + 10%
- Споживана потужність ВА 10
- Робоча температура навколишнього середовища, Тос ° С від + 5 до + 50

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

- Гарантійний термін експлуатації 48 місяців
- Міжповірочний інтервал (МПІ) 4 роки

*Тиск:*

Перетворювач різниці тисків 13ДД11 пневматичний



Перетворювачі вимірювальні різниці тиски пневматичні 13ДД11 призначені для роботи в системах автоматичного контролю й керування виробничими процесами з метою видачі інформації у вигляді уніфікованого пневматичного сигналу про перепад тиску, витраті рідини й газу, а також рівні рідини. Перетворювачі експлуатуються разом із вторинними реєстраторами й регуляторами, що працюють від стандартного сигналу 20-100 кпа.

Принцип дії перетворювача різниці тиску 13ДД11 (дифманометра) заснований на пневматичній силовій компенсації. Під впливом різниці тиску (перепаду), що підводяться до плюсової «+» і мінусовій «-» камерам, на чутливому елементі вимірювального блоку виникає пропорційне перепаду тисків зусилля.

Під дією вимірюваного зусилля важіль повертається на невеликий кут і переміщує заслінку щодо сопла, в результаті чого змінюється тиск в камері пневмореле і в пов'язаному з нею сильфоні зворотного зв'язку. Це тиск є вихідним сигналом перетворювача 13ДД11.

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

### *Умови експлуатації*

- Кліматика (кліматичне виконання) -УХЛ2, Т2 (температура навколишнього середовища Тос від -10 до + 50 ° С для УХЛ2; від -50 до + 50 ° С для Т2).

### *Виконання і метрологічні характеристики перетворювача різниці тиску 13ДД11 пневматичного*

- Вихідний сигнал перетворювача різниці тиску 13ДД11 - пневматичний, від 20 до 100 кПа, віддається по лінії зв'язку на відстань до 300 м (при внутрішньому діаметрі лінії зв'язку - 6 мм).
- Харчування пневматичного перетворювача 13ДД11 - стиснене повітря 140 ± 14 кПа, витрата повітря - до 3 л / хв.

За стійкістю до механічних впливів перетворювач різниці тиску 13ДД11 відповідає групі виконання L3 по ГОСТ Р52931. Ступінь пиловодозахисту корпусу - IP54 по ГОСТ 14254.

### *Частотний перетворювач*



ATV212 - Частотний перетворювач Altivar 212 для вентиляторів і насосів на потужності від 0,75 до 75 кВт.

Орієнтований на продуктивність, управління і захист будівель. Altivar 212 (ATV212) - це перетворювач частоти для управління 3-х фазними асинхронними електродвигунами на потужності від 0,75 кВт до 75 кВт.

					<b>Кваліфікаційна робота</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

Спеціально розроблений для для найбільш часто зустрічаються застосувань в будівлях обслуговуючого сектора (HVAC): опалення, вентиляція, кондиціонування повітря і насоси. Завдяки ATV212, забезпечується економія електроенергії до 70%.

#### *Технічні характеристики:*

Altivar 212 призначений для управління 3-х фазними асинхронними електродвигунами на потужності від 0,75 кВт до 75 кВт при харчуванні мережі:

- 200 ... 240 В, 3 фази, від 0,75 кВт до 30 кВт, IP 21
- 380 ... 480 В, 3 фази, від 0,75 кВт до 75 кВт, IP 21
- 380 ... 480 В, 3 фази, від 0,75 кВт до 75 кВт, 12 / IP 55 типу UL

Діапазон регулювання 1:50

- Максимальний момент: 110% протягом 60 с.
- Вбудований фільтр електромагнітної сумісності, категорії C1 - C3, в залежності від моделі
- Вбудовані комунікації: Modbus, METASYS N2, APOGEE FLN P1 і BACnet.

Опціонально: LonWorks Optional: LonWorks

- Відповідає міжнародним стандартам і сертифікаціям: UL, CSA, C-Tick і NOM
- Технологія антигармонік дозволяє домогтися THDI <30% без використання додаткових фільтрів

#### *Переваги*

1. Система аварійно-попереджувальної сигналізації

- Моніторинг енергопотреблення.
- Виявлення несправностей для оперативного втручання: розрив ременя, робота насоса вхолосту, обрив фази, перебіг передачі харчування і т. Д.
- Профілактичне технічне обслуговування для зниження витрат і оптимізації обладнання: сигнал про несправності, час експлуатації і т. Д.

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

- Підключення до системи управління будівлею, по вбудованим протоколам.

## 2. Проста установка, конфігурація і експлуатація

- Пропонується значна кількість діалогових засобів і засобів конфігурації, що дозволяють виконати установку, настройку і введення в експлуатацію швидко і ефективно (виносної графічний термінал на 8 мовах, мульти-завантажувач, Bluetooth і SoMove Mobile).

- Компактний розмір.
- Простота технічного обслуговування.

## 3. Особлива увага на захисті

Забезпечує надійну роботу і захист обладнання.

Універсальні функції, спеціального призначення - розроблені для використання перетворювача частоти в будівлях і спорудах (протипожежний режим, контроль засувкою, функція механічного захисту.

Вбудований фільтр електромагнітної сумісності, технологія антигармонік (THDI ~ 30%).

### *Застосування*

#### *Вентиляція:*

- Менше шумових перешкод (пневмогидравлический шум, шум електродвигуна).
- Виявлення розриву компонентів передачі.
- Димовидалення: примусовий пуск з придушенням несправностей.
- Автоматичний повторний пуск.
- Дозволяє контролювати засувку.

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

*Опалення та кондиціювання повітря:*

- Оптимізація управління при очищенні рідин.
- Використання ПДД-регулятора (температура, витрата, тиск).
- Регулювання витрат для кращого управління енергоспоживанням.
- Придушення механічного резонансу.

*Насоси:*

- Виявлення недовантаження / перевантаження, робота насоса всуху.
- Конфігурація для декількох електродвигунів.
- Обмеження часу експлуатації при низькій швидкості.
- Функція очікування / включення.
- Придушення сплесків тиску для продовження терміну служби обладнання.

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

**Розділ 3. Схеми підключення датчиків та ВМ до ПЛК**  
**3.1. Проектне компонування мікропроцесорного контролера**

*Modicon Premium*



Modicon Premium – ПЛК для виробничих процесів.

Модель Premium забезпечує неперевершену продуктивність, скорочуючи час виробничого циклу і виключаючи необхідність в оптимізації, завдяки інтеграції більшої кількості даних діагностики та виробничих даних, свободу зв'язку і доступу до загального програмування

Промисловий контролер автоматизації Modicon Premium призначений для управління складними спеціалізованими виробничими процесами, що включають завдання по забезпеченню безпеки, рахунки, позиціонування, переміщення, зважування, обробки і передачі даних. Механічною основою контролера є монтажна шина (кошик), на яку встановлюються блок живлення, процесорний модуль і модулі розширення. Архітектура дозволяє з'єднувати до 16-ти таких кошиків в єдину систему з одним головним процесором, а самі кошики можна винести на сумарну довжину до 700 метрів.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Однолько В.І.</i>			<i>Розробка системи автоматизації процесу виробництва етанолу з біологічної сировини</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Гончаренко Б.М.</i>					36	97
<i>Секр. Е.К.</i>		<i>Проскурка Є.С.</i>				<i>НУХТ АК-4-1</i>		
<i>Зав.кафедри</i>		<i>Ельперін І.В.</i>						

Таким чином віддалений введення / виведення організовується «всередині» контролера і не потрібно впровадження додаткових польових шин.

Продуктивність процесорних модулів Premium дозволяє використовувати до 2048 каналів дискретного введення-виведення, 512 - аналогового, до 64 спеціальних каналів (рахунки, управління рухом, зважування, послідовної шини зв'язку), до 4 мереж (Ethernet Modbus / TCP, EtherNet / IP, Fipway, Modbus Plus, Ethway, CANopen), до 8 AS-interface мереж.

У сімействі Premium Schneider Electric пропонує два класи процесорних модулів:

- Unity-процесори програмуються за допомогою програмного середовища Unity Pro;
- PL7-процесори програмуються в PL7Pro.

UnityPro і PL7Pro підтримують всі стандартні мови MEK 61131-3: список інструкцій (LI), мова сходових діаграм (LD), мову функціональним блок-схем (FBD), мова послідовних функціональних блоків (SFC) і мову структурованого тексту (ST). Вбудована пам'ять програм і даних процесора може бути розширена додатковими PCMCIA-картами. Для контролера Premium є більшість сучасних мережевих протоколів обміну: Ethernet Modbus / IP, Ethernet TCP / IP, CANopen, AS-interface, Modbus, Modbus Plus, Profibus DP, Interbus, Uni-Telway.

Дискретні модулі пропонуються з щільністю від 8 до 64 каналів на модуль. При цьому доступні напруги 24, 48 В пост. струму, 24, 48, 110 і 220 В змін. струму. Вихідні канали можуть бути транзисторні, тиристорні або релейні. Підключення здійснюється або через звичайні клемні блоки, або, для модулів високої щільності, через спеціальні роз'єми HE10.

Аналогові модулі пропонуються з густиною 4, 8 і 16 каналів на модуль. Модулі підтримують стандартні уніфіковані діапазони (4-20 мА, 0-10 В, термопари і термоопору в різних варіаціях). Підключення здійснюється або через звичайні клемні блоки, або через спеціальні роз'єми HE10.

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

Наявність спеціалізованих каналів дозволяє контролеру Premium вирішувати більш широке коло завдань. Наприклад, в систему можна додати:

- модулі безпеки для роботи з кнопковими постами, кінцевими вимикачами, релейними модулями та іншим обладнанням безпеки Preventa;
- рахункові модулі для підключення інкрементальних енкодерів, імпульсних датчиків, електронних кулачкових перемикачів;
- модулі для управління приводами серво- і крокових двигунів;
- ваговимірювальний модуль для підключення тензодатчиків.

Процесорні модулі, блоки живлення і більшість модулів розширення можуть бути виготовлені з поліуретановим покриттям електронних плат для роботи в умовах агресивного навколишнього середовища. Крім того, в такому виконанні розширено діапазон робочих температур, з 0 ... + 60 С для стандартного виконання до -25 ... + 70 С для покритого поліуретаном.

Використовуючи нові процесори Premium в контролерах лінійки Unity, можна не хвилюватися про обмеження ...

- 5 мов МЕК: LD, ST, FBD, SFC, IL.
- Високопродуктивні ЦП зі швидкістю 37 нс на інструкцію і до 7 Мб для програми
- Багатоцільова система високого рівня
- Компактна система (модулі з дуже великою кількістю каналів) в розширених архітектурах (розподіл до 16 стійок в режимі реального часу без повторювача)
- Великий каталог прикладних модулів (модулі безпеки, обробка рефлексів, лічильники, позиційне керування, рух, зважування, зберігання даних)
- Нові процесори високого рівня
- Всі служби Ethernet TCP / IP Transparent Ready: Сканування введення / виведення, Глобальні Дані, веб-сервер, обмін повідомленнями по електронній пошті, прямий доступ до баз даних, TCP Open, Network Time Protocol і т.д.
- Безліч вбудованих портів: USB-порт, порт Ethernet TCP / IP з веб-сервером, CANopen або порт FIP-майстер, послідовний порт Modbus

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

- Найширше на ринку пропозиція інтерфейсів обміну даними: AS-Interface, Modbus Plus, INTERBUS або PROFIBUS DP

*Переваги:*

- Передове обладнання для будь-якої галузі
- Більша гнучкість і відкритість ...
- Модель Premium забезпечує неперевершену продуктивність, скорочуючи час циклу і виключаючи необхідність в оптимізації програм. Все це завдяки інтеграції більшої кількості діагностичних і виробничих даних, свободу комунікації та доступу до загального програмування.

*Застосування:*

- Складне і спеціалізоване обладнання
- виробничі процеси
- інфраструктура

*Modicon Premium*

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

*Вибір процесорного модуля:*

Враховуючи кількість каналів ввідів/виводів, кількість пам'яті під програму користувача і наявність комунікацій обираємо процесорний модуль TSX P572823M.

*Вибір модулів вводу/виводу:*

модуль введення аналогових сигналів TSX AEY1600

модуль виведення аналогових сигналів TSX ASY 800

модуль швидкісного введення аналогових сигналів MB110-8AC

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

Модулі вводу/виводу		Характеристики
Найменування	Кількість	
TSX P572823M Центральний базовий модуль	1	<p>Кількість слотів: 96, 64, 128</p> <p>Температура навколишнього повітря для роботи: 32 ... 140 F (0 ... 60 C)</p> <p>Ємність дискретного вводу / виводу: 2040 вводу / виводу</p> <p>Температура навколишнього повітря для зберігання: -13 ... 158 F (-25 ... 70 C)</p> <p>Ємність аналогового вводу / виводу процесора: 256 вводу / виводу</p> <p>Кількість конкретного каналу програми: <math>\leq 64</math></p> <p>Кількість каналу управління процесом: <math>\leq 20</math> до 60 простих циклів</p>
модуль введення аналогових сигналів TSX AEY1600	3	<p>16 каналів</p> <p>Між каналами: загальна точка</p> <p>Між шиною і каналами: 1000В еф.</p> <p>Між каналами і землею: 1000В еф.</p> <p>51 мс (нормальне сканування)</p> <p>3 мс / робочий канал (швидке сканування)</p> <p>Призначена для користувача фільтрація від 0 до 6,50 с</p> <p>12 біт</p> <p>Два 25-контактних роз'єми SUB-D або 2 колодки</p>
модуль виведення аналогових сигналів TSX ASY 800	3	<p>8 каналів</p> <p>Між каналами: <math>\pm 200В</math></p> <p>Між шиною і каналами: 1000 В еф.</p> <p>Між каналами і землею: 1000 В еф.</p> <p>126,4 мс (нормальне сканування)</p> <p>3,3 мс/ робочий канал (швидке сканування)</p>

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

*Кваліфікаційна робота*

Арк.

40

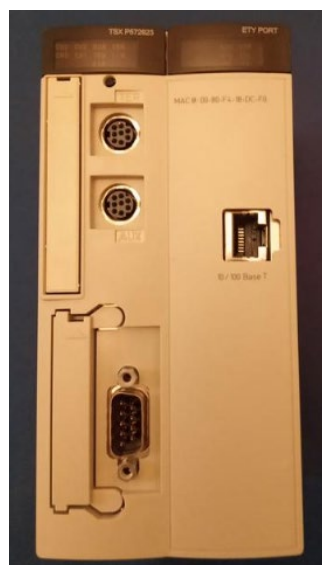
		Призначена для користувача фільтрація від 0 до 3,82 з 16 біт 25-контактний роз'єм SUB-D або 1 колодка Telefast 2
--	--	---

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

Таблиця 3. Вибір аксесуарів для модулів вводу/виводу.

<p>Модуль швидкісного введення аналогових сигналів MB110-8AC</p>	<p>2</p>	<p>8 каналів аналогового введення                  Типи вхідних сигналів: уніфіковані сигнали струму (0-20 мА, 4-20 мА, 0-5 мА) і напруги (0-10 В)                  Частота вимірів: до 200 вибірок в секунду                  Напруга живлення: ~ 220 В або 24 В (в залежності від модифікації)                  Вбудоване джерело живлення датчиків: 24 В, 180 мА (для модифікації MB110-220.8AC)</p>
<p>Модуль живлення TSX PSY 5500M</p>	<p>1</p>	

Процесорний модуль TSX P572823M



*Опис:*

- процесор PL7 подвійного формату - прозорий готовий - 1440 мА
- Асортимент продукції: платформа Modicon Premium Automation
- Ступінь захисту IP: IP20
- Стандарти: 89/336 / ЄЕС, 93/68 / ЄЕС, 73/23 / ЄЕС, CSA C22.2 № 213 Клас I Відділ 2 Група А, IEC 61131-2, CSA C22.2 No 213 Клас I Відділ 2 Група В , CSA C22.2 No 142, CSA C22.2 No 213 Клас I Відділ 2 Група С, UL 508, 92/31 / ЄЕС, CSA C22.2 No 213 Клас I Відділ 2 Група D
- Захисне лікування: ТК
- Робоча висота: 0 ... 6561,68 футів. (0 ... 2000 м)
- Відносна вологість повітря: 10 ... 95% без конденсату для роботи, 5 ... 95% без конденсату для зберігання
- Концепція: прозорий готовий
- Тип продукту чи компонента: двоформатний процесор PL7
- Кількість стелажів: 16 слотів 4/6/8, 8 12 слотів
- Сертифікати продукції: ABS, RMRS, DNV, BV, GL, LR, RINA
- Призначення програмного забезпечення: PL7 Junior / Pro
- Кількість слотів: 96, 64, 128
- Температура навколишнього повітря для роботи: 32 ... 140 F (0 ... 60 C)
- ємність дискретного вводу / виводу: 2040 вводу / виводу
- Температура навколишнього повітря для зберігання: -13 ... 158 F (-25 ... 70 C)
- Ємність аналогового вводу / виводу процесора: 256 вводу / виводу
- Кількість конкретного каналу програми: <= 64
- Кількість каналу управління процесом: <= 20 до 60 простих циклів
- Тип інтегрованого підключення: Firio manager (127 агентів) SUB-D 9, Ethernet TCP / IP RJ45 10/100 Мбіт / с, Неізольована послідовна ланка 2 міні міні DIN 19,2 / 115 кбіт / с

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

- Ємність процесора комунікаційного модуля: 1 CANopen, 4 мережевий модуль, 2 модулі fieldbus (1, якщо CANopen використовується), 8 модулів шини AS-інтерфейсу
- Ступінь забруднення: 2
- Структура програми: 1 швидке завдання, 64 завдання на події, 1 головне завдання
- Час виконання за інструкцію: 0,06 с булевим з РСМСІА карткою, 0,06 с булевим без карт РСМСІА, 0,08 с словом або арифметичним з фіксованою точкою з карткою РСМСІА, словом 0,08 с або арифметикою з фіксованою точкою без карт РСМСІА, 1,7 с плаваючими точками з карткою РСМСІА , 1,7 с плаваючими точками без РСМСІА карти
- Кількість інструкцій на мс: 13,82 Кінст / мс 100% Булеве з карткою РСМСІА, 13,82 Кінст / мс 100% Булева без карт РСМСІА, 8,8 Кінст / мс 65% Булева + 35%
- фіксована арифметика з РСМСІА карткою, 8,8 Кінст / мс 65% Булева + 35%
- фіксованої арифметики без РСМСІА карти
- Накладні витрати системи: швидке завдання 0,22 мс, головне завдання 1,15 мс
- Маркування: СЕ
- Локальна сигналізація: 1 світлодіодний зелений Ethernet TCP / IP порт готовий (RUN), 1 світлодіодний процесор зеленого кольору (RUN), 1 світлодіодна активність червоного кольору на шині Fіріо (FIP), 1 світлодіодне виявлення червоного зіткнення (COL), 1 світлодіодний червоний Ethernet TCP Несправність порту / IP (ERR), 1 світлодіодний червоний модуль вводу / виводу або помилка конфігурації (введення / виведення), 1 світлодіодний червоний процесор або несправність системи (ERR), 1 світлодіодна активність жовтого кольору на термінальному порту (TER), 1 світлодіод жовтий Діагностика зв'язку Ethernet (STS), 1 активність прийому жовтого світлодіода (RX), 1 активність передачі жовтого світлодіода (TX)

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Струм споживання: 1440 мА 5 В постійного струму
- Формат модуля: подвійний

*Модуль введення аналогових сигналів TSX AEY1600*



Призначення модуля «Аналоговий вхід TSX AEY 1600» використовується для визначення входів термопар, датчиків температур, датчиків тиску і т.д.

Модулі аналогово вводу при ПЛК Premium оснащені двома 25-контактними роз'ємами SUB-D

Модулі можна розміщувати в будь-якому установчому місці шасі крім місць, зарезервованих для модулів живлення.

Модулі аналогового вводу / виводу можна від'єднувати, що не знеструмлюють ПЛК.

Максимальна кількість аналогових каналів в конфігурації ПЛК Premium залежить від застосовуваного процесора.

*На передній панелі модулів аналогового вводу знаходяться:*

- блок індикації та діагностики модуля;
- роз'єм для підключення гвинтовий клемної колодки;
- поворотна опора з фіксуючим пристроєм модуля;
- знімна гвинтова клема для прямого підключення входів / виходів до датчиків і виконавчих пристроїв TSX BLY 01 (замовляється окремо);

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

- поворотна кришка для захисту гвинтів клемної колодки і кріплення етикетки з позначенням;
- кодує пристрій гвинтовий клемної колодки;
- 25-контактний роз'єм SUB-D для підключення датчиків.

Модуль TSX AEY 1600 – це модуль аналогового вводу з 16 входами високого рівня. Вони застосовуються з датчиками або датчиками - перетворювачами для реалізації функцій контролю, вимірювання і управління безперервними технологічними процесами.

- Сканування вхідних каналів, захист від перенапруги, перетворення сигналів шляхом аналогової фільтрації, сканування шляхом твердотільного мультиплексування.
- Перетворення вхідних сигналів: регулювання посилення, компенсація відхилень.
- Оцифровка сигналів: 12-бітове аналого-цифрове перетворення
- Перетворення результатів вимірювань на вході в призначений для користувача формат, коефіцієнт перекалібрування, фільтрація і масштабування.
- Контроль модуля: тестування ланцюгів перетворення, контроль виходу з діапазону, перевірка наявності клемної колодки, "сторожовий" тест.

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

*модуль виведення аналогових сигналів TSX AEY800*



Модуль TSX AEY 800 оснащений 8-а виходами з загальною точкою.

Залежно від обраної конфігурації кожен з входів модулів може працювати в одному з наступних режимів:  $\pm 10$  В, 0 ... 20 мА і 4 ... 20 мА без зовнішнього живлення.

*Функції*

- Захист модуля від перенапруги.
- Підстроювання під різні виконавчі механізми: вольтової або струмовий вихід.
- Цифро-аналогове перетворення сигналів (11 біт + знак у модуля TSX ASY 410 і 13 біт + знак у TSX ASY 800).
- Перетворення даних додатка в дані, які можуть використовуватися ЦАП.
- Контроль модуля і сигналізація помилок в додаток: тестування перетворювача, контроль виходу з діапазону, перевірка наявності клемної колодки, "сторожовий" тест.

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

*ПО Unity забезпечує реалізацію  
функцій конфігурації та налагодження:*

- Вибір застосовуваного модуля;
- Конфігурація каналів відповідно до типу модуля: сканування (нормальне або швидке), компенсація холодного спаю (внутрішня або зовнішня), діапазон, фільтрація, формат відображення, завдання (головна (MAST) або швидка (FAST)), виявлення клемних колодок, перевірка проводки;
- Налаштування, доступ до налаштування ряду параметрів, діагностика модулів / каналів, перевстановлення, калібрування.

*Модуль живлення TSX PSY 5500M*



*Характеристики:*

первинна напруга

- 100 ... 120 В змінного струму 85 ... 140 В
- 200 ... 240 В змінного струму 190 ... 264 В

мережева частота

- 50/60 Гц

обмеження частоти мережі

- 47... 63 Гц

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

вхідний струм

- 1700 мА 100 В
- 500 мА 240 В

струм струму

- 38 А 100 В
- 38 А 240 В

тип захисту

- Внутрішній запобіжник 4 А 5 x 20 мм затримка в часі
- Захист від перевантаження вторинного контуру
- Захист від перенапруги вторинного контуру
- Захист від короткого замикання вторинний ланцюг

загальна корисна вторинна потужність

- 50 Вт

вторинна потужність

- 19 Вт 24 В постійного струму
- 35 Вт 5 В постійного струму

струм при вторинній напрузі

- 0,8 Джерело постійного струму 24 В постійного струму
- 0,8 Блок живлення датчика постійного струму 24 В
- 7 А 5 В постійного струму

опір ізоляції

- = 100 МОм первинний / основний
- = 100 МОм первинний / вторинний

маркування

- СЕ

локальна сигналізація

- 1 світлодіод (зелений) наявність напруги датчика (24 В):
- 1 світлодіод (зелений) наявність напруг (ОК):

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

- 
- 1 світлодіодна (червона) несправність акумулятора (ВАТ):

формат модуля

- Подвійний

вага

- 0,62 кг

### *Навколишнє середовище*

імунітет до мікророзривів

- 10 мс

діелектрична міцність

- 2000 V первинна / земля
- 2000 V первинний / вторинний

### *Модуль швидкісного введення аналогових сигналів MB110-8AC*



Прилад призначений для перетворення вимірюваних аналогових сигналів в цифровий код і передачі результатів вимірювання в мережу RS-485.

Призначається для побудови автоматизованих систем збору даних в різних

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

областях промисловості, сільського та комунального господарства, на транспорті.

*Аналогові входи приладу можуть працювати в наступних режимах:*

- вимір струму в діапазоні від 4 до 20 мА;
- вимір струму в діапазоні від 0 до 20 мА;
- вимір струму в діапазоні від 0 до 5 мА;
- вимір напруги в діапазоні від 0 до 10 В.

Прилад працює в мережі RS-485 за протоколами ОВЕН, ModBus-RTU, ModBus-ASCII, DCON.

*Прилад має наступні групи гальванічних ізольованих ланцюгів:*

- ланцюга живлення приладу;
- ланцюги інтерфейсу RS-485;
- ланцюга виходу вбудованого джерела постійної напруги 24 В (тільки для MB110-220.8AC);
- ланцюга вимірювальних входів.

Електрична міцність ізоляції всіх груп ланцюгів, крім групи ланцюгів харчування, відносно один одного - 750 В, щодо групи ланцюгів харчування - 3000 В.

Прилад не є Майстром мережі, тому мережа RS-485 повинна мати Майстер мережі, наприклад, ПК із запущеною на ньому SCADA-системою, контролер або регулятор.

До приладу надається безкоштовний OPC-драйвер і бібліотека стандарту WIN DLL, які рекомендується використовувати при підключенні приладу до SCADA-системам і контролерам інших виробників.

Конфігурація приладу здійснюється на ПК через адаптер інтерфейсу RS-485 / RS-232 або RS-485 / USB (наприклад, ОВЕН АС3-М або АС4) за допомогою програми «Конфігуратор М110», що входить в комплект поставки.

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

Прилад відповідає вимогам по стійкості до впливу перешкод відповідно до ГОСТ Р 51522 для обладнання класу А.

*Основні особливості модуля швидкісного  
введення аналогових сигналів MB110-8AC*

8 каналів аналогового введення

- Типи вхідних сигналів: уніфіковані сигнали струму (0-20 мА, 4-20 мА, 0-5 мА) і напруги (0-10 В)
- Частота вимірів: до 200 вибірок в секунду
- Напруга живлення: ~ 220 В або 24 В (в залежності від модифікації)
- Вбудоване джерело живлення датчиків: 24 В, 180 мА (для модифікації MB110-220.8AC)

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

### 3.2. Загальна схема підключення

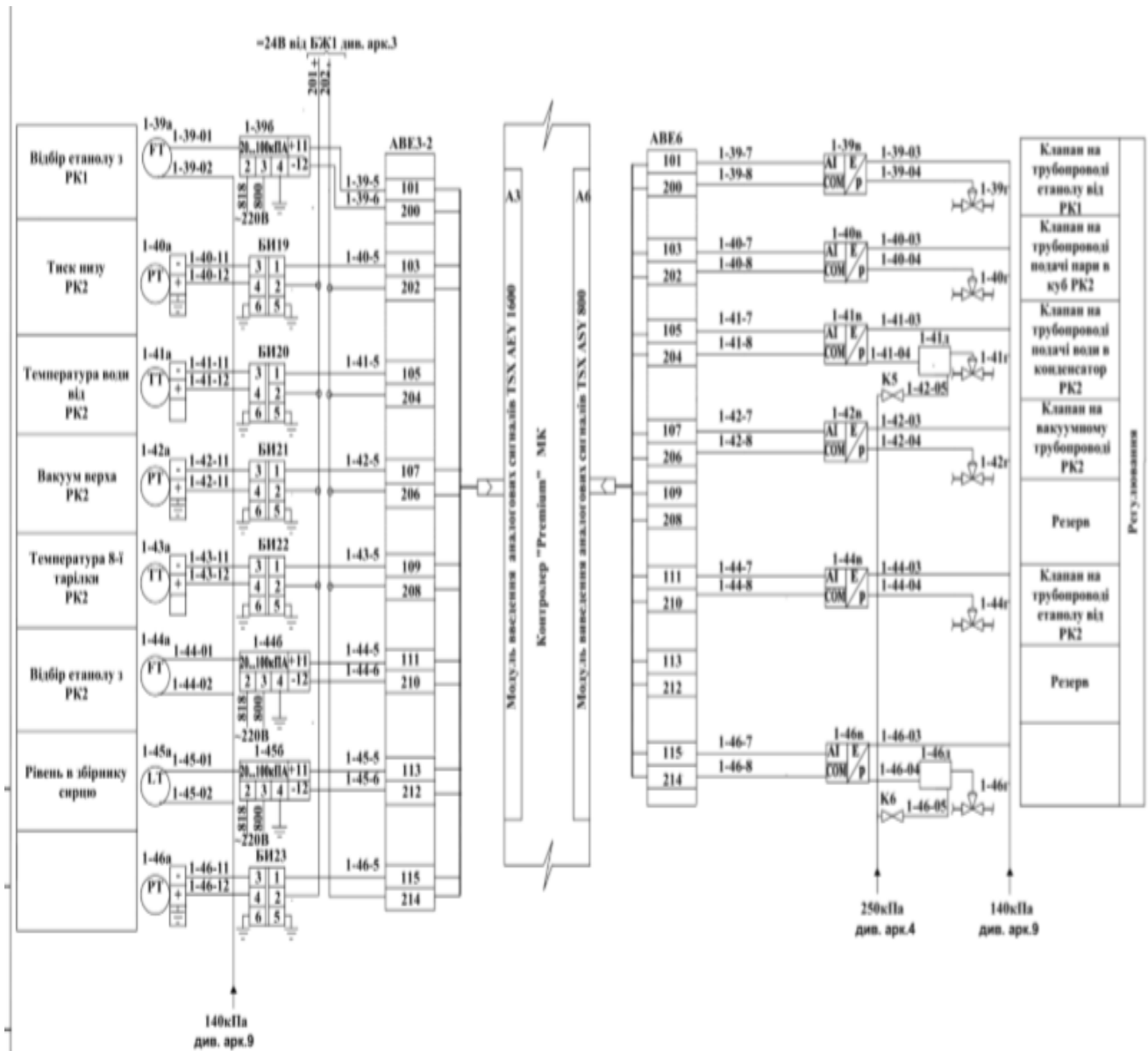


Рис. Підключення датчиків до першого модуля аналогових входів і виходів  
 Датчик витрат FT (1.39a) під'єднаний до пневмоелектричного перетворювача, який передає сигнал до першого модуля введення аналогових сигналів TSX AEY 1600. Після отримання інформації аналоговим входом модуля TSX AEY 1600, вона передається в контролер PREMIUM, де в залежності від отриманої інформації та написаної програми, опрацьовується, реєструється і формується керуючий вихідний сигнал та передається на перший модуль аналогових виходів

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

TSX АЕУ 800. Де до нього під'єднаний електропневматичний перетворювач(1.39в), що регулює подачу етанолу від РК1.

Перетворювач тиску РТ(1,40а) під'єднаний до бар'єру іскрозахисту, який пов'язує його з першим модулем введення аналогових сигналів TSX АЕУ 1600. Після отримання інформації аналоговим входом модуля TSX АЕУ 1600, вона передається в контролер PREMIUM, де в залежності від отриманої інформації та написаної програми , опрацьовується, реєструється і формується керуючий вихідний сигнал та передається на перший модуль аналогових виходів TSX АЕУ 800. Де до нього під'єднаний електропневматичний перетворювач(1,40в), що регулює подачу пари в куб РК2.

Термоперетворювач опору ТТ(1,41а) під'єднаний до бар'єру іскрозахисту, який пов'язує його з першим модулем введення аналогових сигналів TSX АЕУ 1600. Після отримання інформації аналоговим входом модуля TSX АЕУ 1600, вона передається в контролер PREMIUM, де в залежності від отриманої інформації та написаної програми , опрацьовується, реєструється і формується керуючий вихідний сигнал та передається на перший модуль аналогових виходів TSX АЕУ 800. Де до нього під'єднаний електропневматичний перетворювач(1,40в), який в свою чергу йде на пневмопозиціонер, звідки йде дія на клапан подачі води в конденсатор РК2.

Перетворювач тиску РТ(1,42а) під'єднаний до бар'єру іскрозахисту, який пов'язує його з першим модулем введення аналогових сигналів TSX АЕУ 1600. Після отримання інформації аналоговим входом модуля TSX АЕУ 1600, вона передається в контролер PREMIUM, де в залежності від отриманої інформації та написаної програми , опрацьовується, реєструється і формується керуючий вихідний сигнал та передається на перший модуль аналогових виходів TSX АЕУ 800. Де до нього під'єднаний електропневматичний перетворювач(1,42в), що регулює клапан на вакуумному трубопроводі РК2.

Термоперетворювач опору ТТ(1,43а) під'єднаний до бар'єру іскрозахисту, який

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

пов'язує його з першим модулем введення аналогових сигналів TSX AEY 1600. Після отримання інформації аналоговим входом модуля TSX AEY 1600, вона передається в контролер PREMIUM, де в залежності від отриманої інформації та написаної програми , опрацьовується, реєструється.

Датчик витрат FT (1.44а) під'єднаний до пневмоелектричного перетворювача, який передає сигнал до першого модуля введення аналогових сигналів TSX AEY 1600. Після отримання інформації аналоговим входом модуля TSX AEY 1600, вона передається в контролер PREMIUM, де в залежності від отриманої інформації та написаної програми , опрацьовується, реєструється і формується керуючий вихідний сигнал та передається на перший модуль аналогових виходів TSX AEY 800. Де до нього під'єднаний електровневатичний перетворювач(1.44в), що регулює подачу етанолу від РК2.

Датчик рівня LT (1.45а) під'єднаний до пневмоелектричного перетворювача, який передає сигнал до першого модуля введення аналогових сигналів TSX AEY 1600. Після отримання інформації аналоговим входом модуля TSX AEY 1600, вона передається в контролер PREMIUM, де в залежності від отриманої інформації та написаної програми , опрацьовується, реєструється.

Перетворювач тиску РТ(1.46а) під'єднаний до бар'єру іскрозахисту, який пов'язує його з першим модулем введення аналогових сигналів TSX AEY 1600. Після отримання інформації аналоговим входом модуля TSX AEY 1600, вона передається в контролер PREMIUM, де в залежності від отриманої інформації та написаної програми , опрацьовується, реєструється і формується керуючий вихідний сигнал та передається на перший модуль аналогових виходів TSX AEY 800. Де до нього під'єднаний електровневатичний перетворювач(1,42), який в свою чергу йде на пневмопозиціонер, звідки йде дія на регулюючий клапан.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

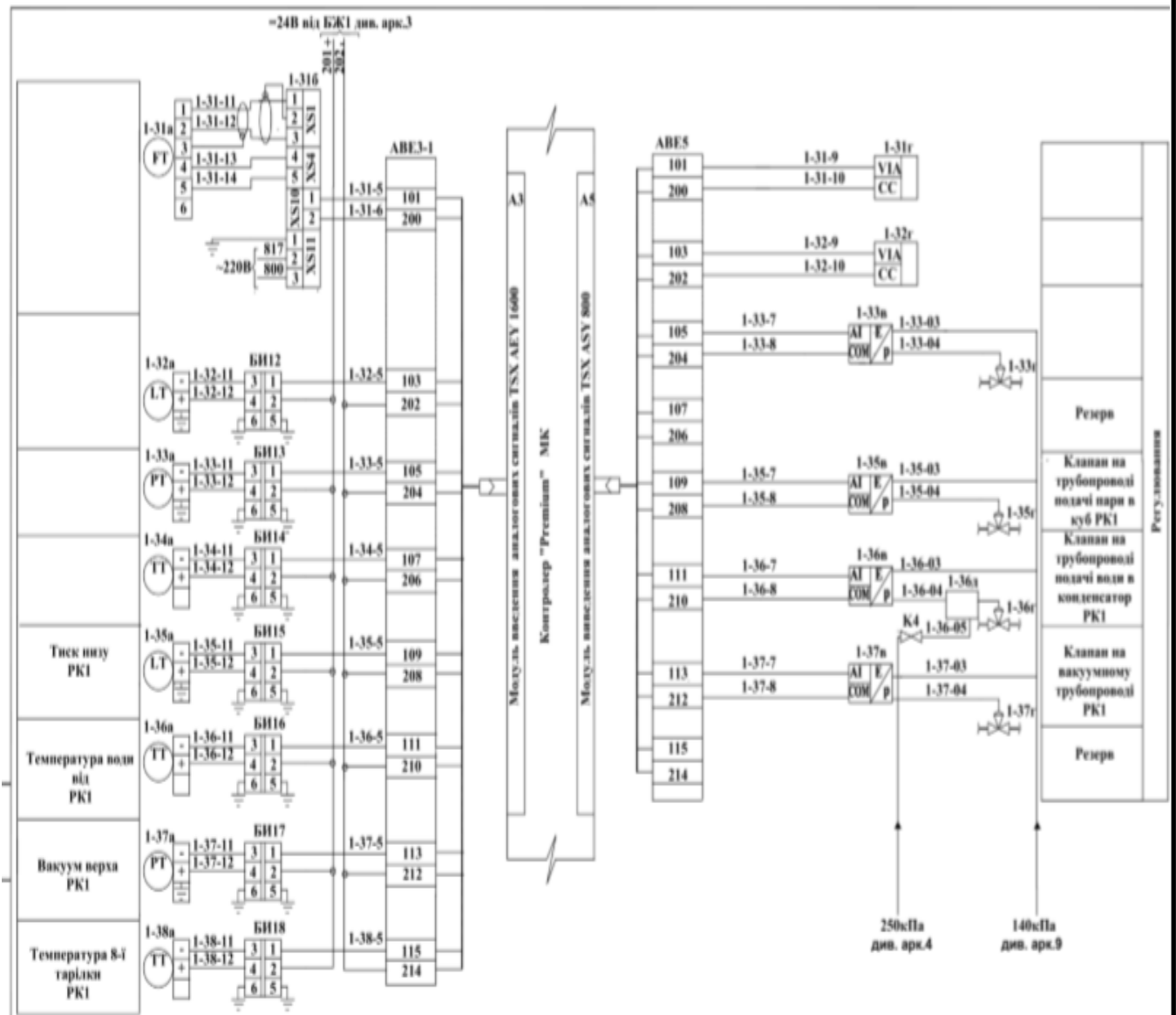


Рис. Підключення датчиків до другого модуля аналогових входів і виходів

Електромагнітний витратомір-лічильник (1.31а.б) під'єднаний до другого модуля введення аналогових сигналів TSX AEY 1600. Після отримання інформації аналоговим входом модуля TSX AEY 1600, вона передається в контролер PREMIUM, де в залежності від отриманої інформації та написаної програми, опрацьовується, реєструється і формується керуючий вихідний сигнал та передається на другий модуль аналогових виходів TSX AEY 800. Де до нього під'єднаний перетворювач частоти(1,31г).

Датчик рівня LT під'єднаний до бар'єру іскрозахисту, який пов'язує його з першим модулем введення аналогових сигналів TSX AEY 1600. Після отримання

інформації аналоговим входом модуля TSX AEY 1600, вона передається в контролер PREMIUM, де в залежності від отриманої інформації та написаної програми , опрацьовується, реєструється і формується керуючий вихідний сигнал та передається на перший модуль аналогових виходів TSX AEY 800. Де до нього під'єднаний перетворювач частоти(1,32г).

Перетворювач тиску PT(1.33а) під'єднаний до бар'єру іскрозахисту, який пов'язує його з першим модулем введення аналогових сигналів TSX AEY 1600. Після отримання інформації аналоговим входом модуля TSX AEY 1600, вона передається в контролер PREMIUM, де в залежності від отриманої інформації та написаної програми , опрацьовується, реєструється і формується керуючий вихідний сигнал та передається на перший модуль аналогових виходів TSX AEY 800. Де до нього під'єднаний електровневатичний перетворювач(1,33в), який діє на регулюючий клапан.

Термоперетворювач опору TT(1.34а) під'єднаний до бар'єру іскрозахисту, який пов'язує його з першим модулем введення аналогових сигналів TSX AEY 1600. Після отримання інформації аналоговим входом модуля TSX AEY 1600, вона передається в контролер PREMIUM, де в залежності від отриманої інформації та написаної програми , опрацьовується, реєструється.

Перетворювач тиску LT(1.35а) під'єднаний до бар'єру іскрозахисту, який пов'язує його з першим модулем введення аналогових сигналів TSX AEY 1600. Після отримання інформації аналоговим входом модуля TSX AEY 1600, вона передається в контролер PREMIUM, де в залежності від отриманої інформації та написаної програми , опрацьовується, реєструється і формується керуючий вихідний сигнал та передається на перший модуль аналогових виходів TSX AEY

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

800. Де до нього під'єднаний електровневматичний перетворювач(1,35в), який діє на регулюючий клапан подачі пари в куб РК1.

Термоперетворювач опору ТТ(1,36а) під'єднаний до бар'єру іскрозахисту, який пов'язує його з першим модулем введення аналогових сигналів TSX AEY 1600.

Після отримання інформації аналоговим входом модуля TSX AEY 1600, вона передається в контролер PREMIUM, де в залежності від отриманої інформації та

написаної програми, опрацьовується, реєструється і формується керуючий вихідний сигнал та передається на перший модуль аналогових виходів TSX AEY

800. Де до нього під'єднаний електровневматичний перетворювач(1,36в), який в свою чергу йде на пневмопозиціонер, звідки йде дія на клапан подачі води в конденсатор РК1.

Перетворювач тиску РТ(1,37а) під'єднаний до бар'єру іскрозахисту, який пов'язує його з першим модулем введення аналогових сигналів TSX AEY 1600.

Після отримання інформації аналоговим входом модуля TSX AEY 1600, вона передається в контролер PREMIUM, де в залежності від отриманої інформації та

написаної програми, опрацьовується, реєструється і формується керуючий вихідний сигнал та передається на перший модуль аналогових виходів TSX AEY

800. Де до нього під'єднаний електровневматичний перетворювач(1,37в), який діє на регулюючий клапан на вакууму трубопроводі РК1.

Термоперетворювач опору ТТ(1,38а) під'єднаний до бар'єру іскрозахисту, який пов'язує його з першим модулем введення аналогових сигналів TSX AEY 1600.

Після отримання інформації аналоговим входом модуля TSX AEY 1600, вона передається в контролер PREMIUM, де в залежності від отриманої інформації та

написаної програми, опрацьовується, реєструється.

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

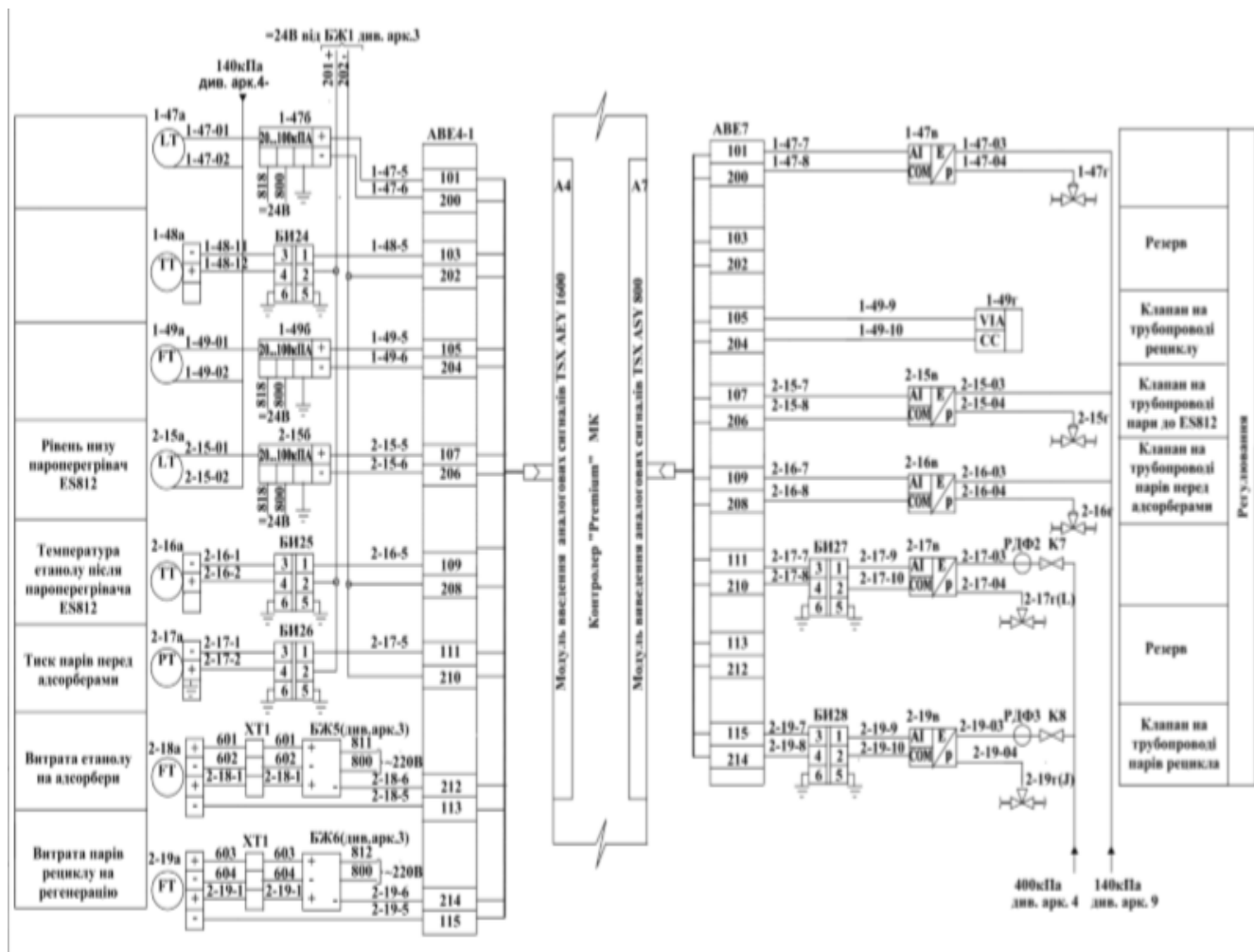


Рис. Підключення датчиків до третього модуля аналогових входів і виходів

Датчик рівня LT(1.47a) під'єднаний до пневмоелектричного перетворювача, який пов'язує його з третім модулем введення аналогових сигналів TSX AEY 1600. Після отримання інформації аналоговим входом модуля TSX AEY 1600, вона передається в контролер PREMIUM, де в залежності від отриманої інформації та написаної програми, опрацьовується, реєструється і формується керуючий вихідний сигнал та передається на третій модуль аналогових виходів TSX AEY 800. Де до нього під'єднаний електропневматичний перетворювач(1,47в), який діє на регулюючий клапан.

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

Термоперетворювач опору ТТ(1,48а) під'єднаний до бар'єру іскрозахисту, який пов'язує його з третім модулем введення аналогових сигналів TSX AEY 1600. Після отримання інформації аналоговим входом модуля TSX AEY 1600, вона передається в контролер PREMIUM, де в залежності від отриманої інформації та написаної програми , опрацьовується, реєструється.

Датчик витрат FT (1.49а) під'єднаний до пневмоелектричного перетворювача, який передає сигнал до третього модуля введення аналогових сигналів TSX AEY 1600. Після отримання інформації аналоговим входом модуля TSX AEY 1600, вона передається в контролер PREMIUM, де в залежності від отриманої інформації та написаної програми , опрацьовується, реєструється і формується керуючий вихідний сигнал та передається на третій модуль аналогових виходів TSX AEY 800. Де до нього під'єднаний перетворювач частоти.

Пневматичний перетворювач різниці тисків LT(2.15а) під'єднаний до пневмоелектричного перетворювача, який пов'язує його з третім модулем введення аналогових сигналів TSX AEY 1600. Після отримання інформації аналоговим входом модуля TSX AEY 1600, вона передається в контролер PREMIUM, де в залежності від отриманої інформації та написаної програми , опрацьовується, реєструється і формується керуючий вихідний сигнал та передається на третій модуль аналогових виходів TSX AEY 800. Де до нього під'єднаний електропневматичний перетворювач(2,15в), який діє на регулюючий клапан на трубопроводі пари до ES812.

Термоперетворювач опору ТТ(2,16а) під'єднаний до бар'єру іскрозахисту, який пов'язує його з третім модулем введення аналогових сигналів TSX AEY 1600. Після отримання інформації аналоговим входом модуля TSX AEY 1600, вона передається в контролер PREMIUM, де в залежності від отриманої інформації та написаної програми , опрацьовується, реєструється реєструється і формується керуючий вихідний сигнал та передається на третій модуль аналогових виходів

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

TSX АЕУ 800. Де до нього під'єднаний електропневматичний перетворювач(2,16в), який діє на регулюючий клапан на трубопроводі парів перед адсорберами.

Перетворювач тиску РТ(1,37а) під'єднаний до бар'єру іскрозахисту, який пов'язує його з третім модулем введення аналогових сигналів TSX АЕУ 1600. Після отримання інформації аналоговим входом модуля TSX АЕУ 1600, вона передається в контролер PREMIUM, де в залежності від отриманої інформації та написаної програми , опрацьовується, реєструється і формується керуючий вихідний сигнал та передається на третій модуль аналогових виходів TSX АЕУ 800. Де до нього під'єднаний до бар'єр іскрозахисту, який у свою чергу під'єднаний до електропневматичного перетворювача(2,17в), який діє на регулюючий клапан на трубопроводі парів перед адсорберами.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		61

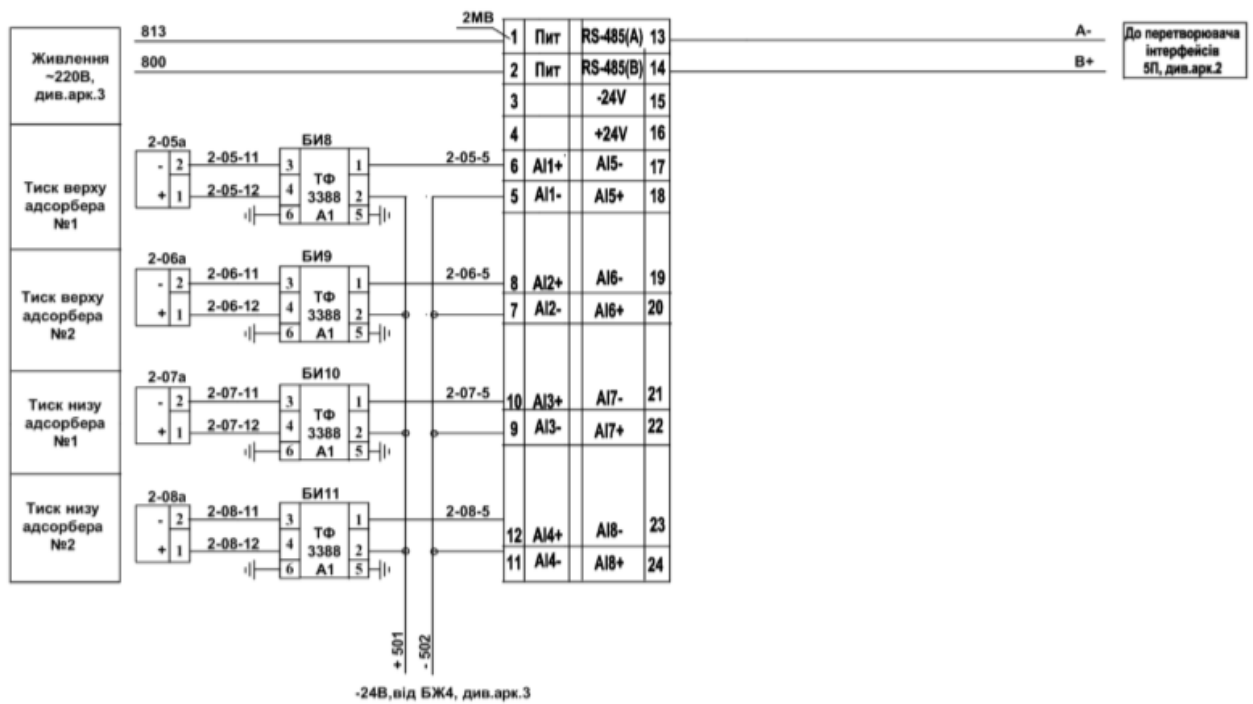


Рис. Підключення датчиків до першого модуля швидкісного введення аналогових сигналів

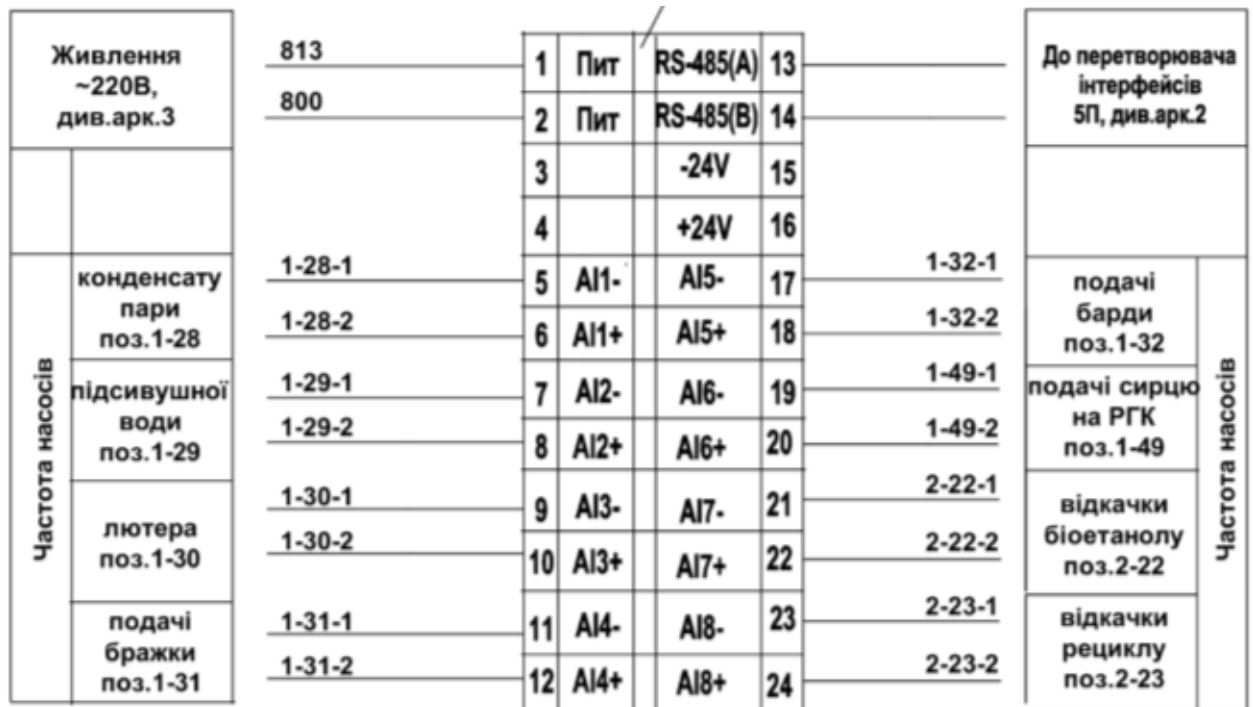


Рис. Підключення датчиків до другого модуля швидкісного введення аналогових сигналів

## Розділ 4. Опис встановлення технічних засобів

### Витратомір вихровий ЭМИС-ВИХРЬ200



Вихровий витратомір газу та пара ЭМИС-ВИХРЬ 200 призначений для вимірювання об'ємної витрати рідини, газу та пара в широкому діапазоні зміни витрати, тиску і температури вимірюваного середовища.

Вихрові витратоміри відрізняються високою надійністю і невибагливістю, тому широко застосовуються для вимірювання витрати технологічних газів і рідин, наприклад:

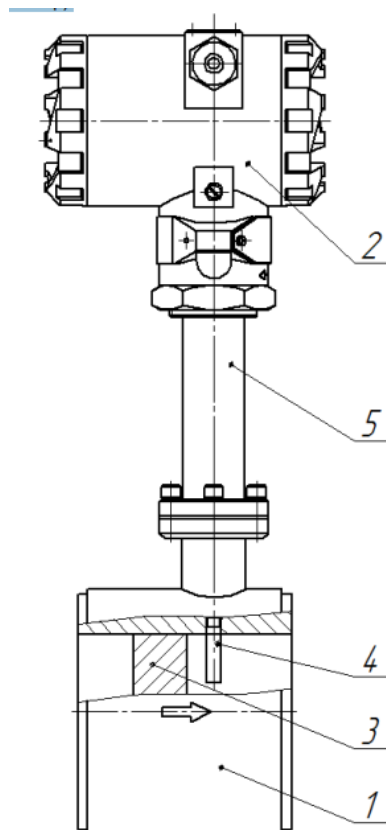
- витрата стисненого повітря і вуглекислого газу
- витрата кисню, водню та інших газів
- витрата нафти з водою і нафтопродуктів невисокою в'язкості
- витрата технологічних рідин, в тому числі агресивних і вибухонебезпечних

					<i>Кваліфікаційна робота</i>		
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушів</i>
<i>Розроб.</i>		<i>Однолько В.І.</i>			<i>Розробка системи автоматизації процесу виробництва етанолу з біологічної сировини</i>		
<i>Перевір.</i>		<i>Гончаренко Б.М.</i>					<i>63</i>
<i>Секр. Е.К.</i>		<i>Проскурка Є.С.</i>			<i>НУХТ АК-4-1</i>		
<i>Зав.кафедри</i>		<i>Ельперін І.В.</i>					

Максимальна ефективність використання приладів забезпечується, якщо:

- Необхідно вимірювати витрату пари або газу з досить високим вмістом рідини
- Газ в трубопроводі містить тверді механічні включення, і установка фільтра не допускається або економічно не вигідна
- Необхідно забезпечити максимальну надійність і безпеку при вимірюванні витрати середовищ з високою температурою і агресивних середовищ
- Параметри витрати, тиску, температури, щільності вимірюваного середовища можуть змінюватися в процесі вимірювання, в тому числі і стрибкоподібно.

Повнопрохідний перетворювач складається з проточної частини (1) і електронного блоку (2). Проточна частина являє собою порожнистий циліндр, в поперечному перерізі якого встановлено тіло обтікання (3). За тілом обтікання розташований чутливий елемент (4) (Сенсор).

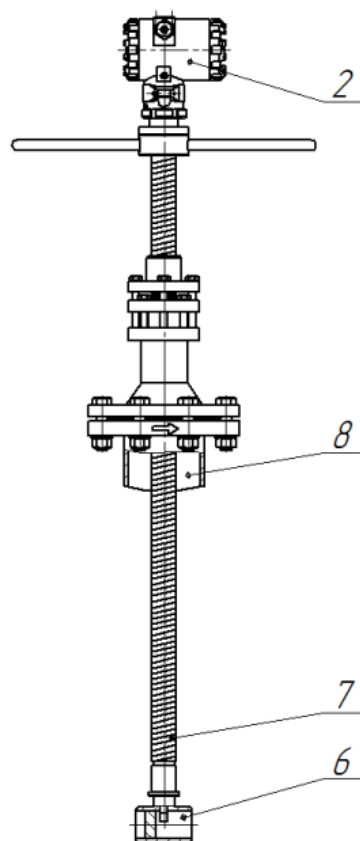


*Повнопрохідний*

Електронний блок (2) кріпиться на циліндрі проточної частини за допомогою трубчастої стійки (5). Електронні плати розміщені в електронному блоці.

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

У перетворювачі реалізований метод вимірювання витрати, заснований на вимірюванні частоти вихорів. У циліндрі проточної частини встановлено тіло обтікання, яке викликає утворення вихорів в набігає потоці вимірюваного середовища. Вихори поширюються по черзі вздовж і ззаду кожної зі сторін тіла обтікання. Частота зриву вихорів з тіла обтікання пропорційна швидкості потоку середовища, а, отже, пропорційна об'ємній витраті вимірюваного середовища. Ці завихрення викликають коливання тиску вимірюваного середовища по обидва боки крила сенсора. Крило передає пульсації тиску на п'єзоелемент. П'єзоелемент перетворює пульсації в електричні сигнали. Електронний блок формує вихідні сигнали перетворювача після посилення, фільтрації, перетворень і цифрової обробки сигналу. У перетворювачах температурного виконання «460» за тілом обтікання по обидва боки від нього розташовані два датчики пульсації тиску без вступання в проточну частину. Ці датчики також містять п'єзоелементи, які перетворюють пульсації тиску в електричні сигнали.



загльбний

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Кваліфікаційна робота

Арк.

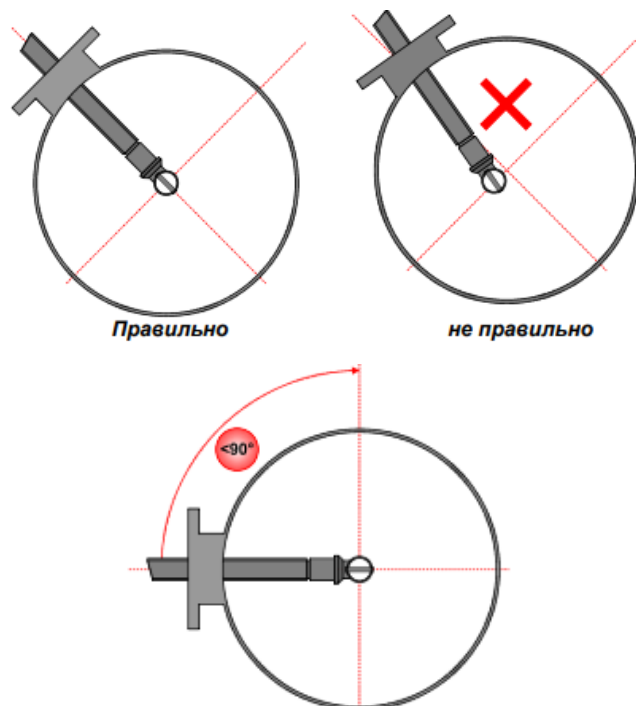
65

Заглибний перетворювач складається з датчика (6), штанги (7), приварного патрубка (8) і електронного блоку (2). Датчик конструктивно виконаний як проточний вихровий витратомір і вимірює швидкість потоку в одній точці.

### *Вимоги до монтажу*

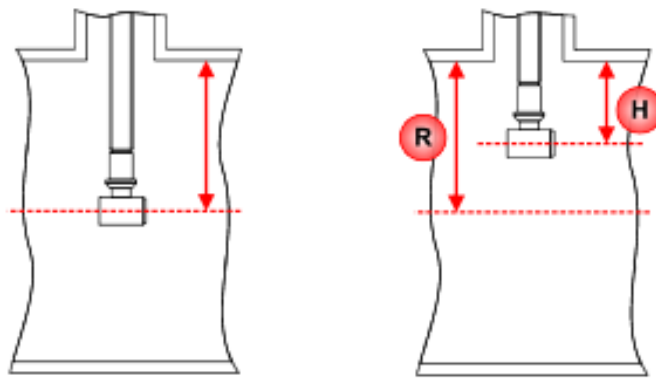
При монтажі перетворювача на трубопроводі слід забезпечити виконання таких вимог:

- напрямок стрілки на датчику перетворювача повинен співпадати з напрямком потоку в трубопроводі; напрямок ручок на штанзі має максимально співпадати з віссю трубопроводу;
- приварний патрубок і заглибна штанга повинні бути встановлені перпендикулярно до поверхні трубопроводу в місці установки перетворювача;
- в разі не вертикальної установки перетворювача кут відхилення заглибної штанги від вертикалі не повинен перевищувати  $90^\circ$



Датчик заглибного перетворювача може бути встановлений в центрі труби (R) (рекомендується для діаметрів 200 ... 800 мм) або на колі середньої швидкості потоку (H) (рекомендується для діаметрів 800..2000 мм).

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



Метрологічна точність заглибних витратомірів забезпечується якістю монтажу та якістю вимірів внутрішнього діаметру труби. Датчик вимірює швидкість потоку і для одержання витрати необхідно провести заміри по визначенню внутрішнього діаметра, після чого значення фактичного діаметра за допомогою програми «ЭМИС-Интегратор» внести в пам'ять приладу. Для правильного розташування чутливого елемента всередині трубопроводу для перетворювачів з виконанням по тиску 1,6 МПа необхідно обчислити і контролювати розмір А (див. Рис. 2.16), відповідний необхідній глибині занурення датчика:

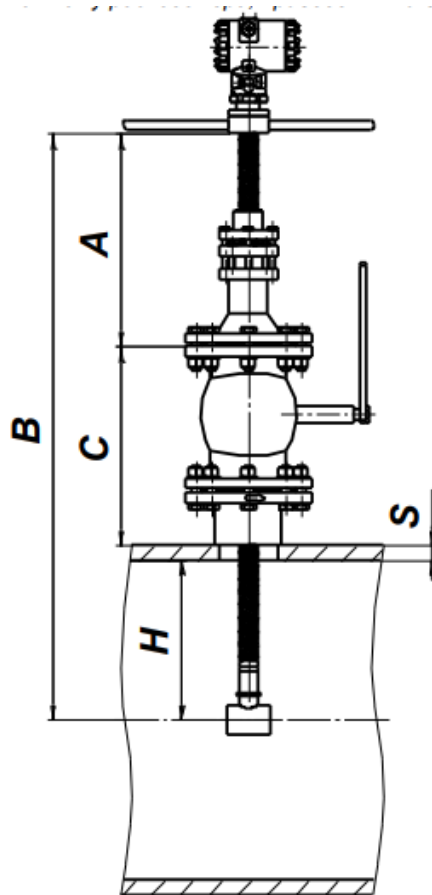
$A = B - C - H - S$ , мм, де:

- А - відстань від торця фланця кульового крана або патрубку до торцевої поверхні обертається втулки (розмір відповідний глибині занурення);
- В - відстань від осі датчика швидкості до торцевої поверхні обертається втулки;
- С - відстань від зовнішньої поверхні труби до фланця кульового крана або фланця патрубка;
- Н - глибина занурення датчика (R або  $0,242R$ );
- S - товщина стінки труби.

Монтаж заглибного перетворювача витрати з виконанням по тиску 1,6 МПа може бути здійснений без зупинки потоку в трубопроводі («гаряча врізка»). Послідовність операцій «гарячої врізки» заглибного перетворювача описана в додатку Л. Для виконань по тиску 2,5 і 4 МПа фланець перетворювача жорстко закріплений на заглибній штанзі, таким чином обертання і регулювання глибини занурення датчика неможливі. У зв'язку

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

з цим відсутній кульовий кран і «гаряча врізка» також неможлива. При замовленні заглибного перетворювача на тиск 2,5 і 4 МПа для забезпечення необхідної глибини занурення датчика споживач повинен вказати точну внутрішній діаметр трубопроводу і товщину його стінки.



*Розрахунки глибини заглиблення датчика*

Перед монтажем перетворювач повинен бути оглянутий. Особливу увагу слід звернути на маркування вибухозахисту, попереджувальні написи, відсутність пошкоджень перетворювача, наявність заземлюючого затискача, наявність засобів ущільнення для кабелів і кришок, стан кабелю, що підключається.

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

## Датчики тиску - Вимірювальний перетворювач РС-28



Датчик тиску РС-28 призначений для вимірювання розрідження, а також надлишкового та абсолютного тиску газу, пари та рідини.

- Межі вимірювань тиску: від -0,1 до 100 МПа
- Мінімальна ширина діапазона 2,5 кПа
- Вихідний сигнал: (4÷20)мА або (0÷10)В
- Іскробезпечне виконання 0ЕхiaIICT6X

### *Технічні дані*

### *Конструкція*

Вимірювальним елементом датчика тиску є п'єзрезистивна кремнієва монолітна структура, вбудована в приймач тиску, що відділений від вимірюваного середовища роздільною мембраною і заповнений спеціальною манометричною рідиною.

### *Налагодження та калібрування*

Споживач за допомогою потенціометрів має можливість коректування "нуля" і діапазону вимірювань перетворювача в межах до 10% без взаємодії налаштувань.

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

## Монтаж

Враховуючи, що перетворювач має невелику масу, він монтується безпосередньо на об'єкті. У разі вимірювань тиску пари або інших гарячих середовищ необхідно використовувати сільфонну чи імпульсну трубку. Застосування спеціального манометричного вентиля перед перетворювачем полегшує монтаж, допомагає при коректуванні нуля і обнулення або при заміні перетворювача під час роботи об'єкта. У разі замовлення перетворювача з різьбою відмінної від зазначених, пропонується перехідний штуцер. З метою вимірювань рівня та тиску, що потребують спеціальних приєднань до вимірюваного процесу (харчова, хімічна промисловість і т. П.) Датчик може бути оснащений одним з роздільників виробництва фірми «Аплісенс».



*Tun PD*

- Ступінь захисту IP 65
- Штепсельний роз'єм типу DIN 43650

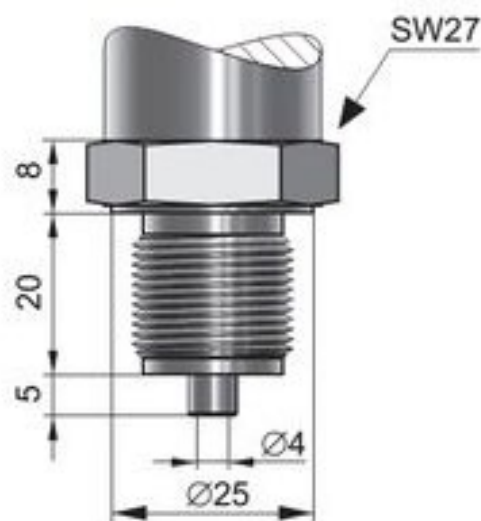
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Кваліфікаційна робота

Арк.

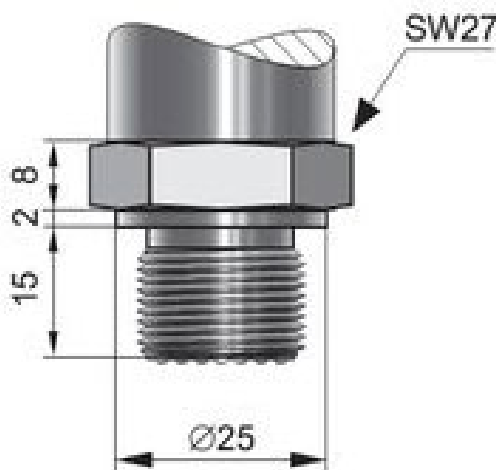
70

### Приєднання до процесу



- Тип М
- Штуцер М20\*1.5, отвір 4

### Спеціалізовані приймачі тиску з лицьовими мембранами



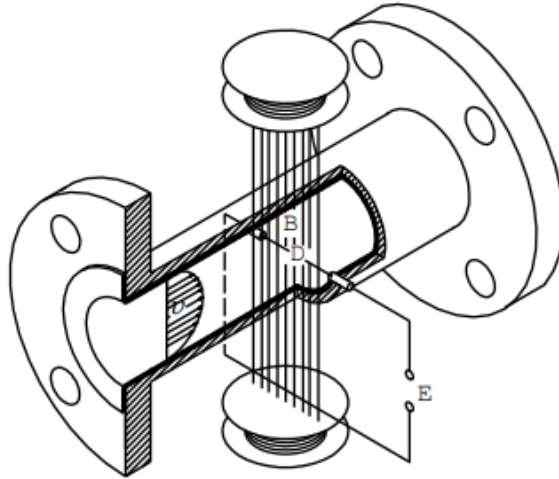
- Штуцер СМ20\*1.5 з лицьовою мембраною  $1 \text{ МПа} \leq p \leq 40 \text{ МПа}$
- Матеріал змочуваних частин: 316Lss
- Штуцери з лицьовими мембранами призначені для вимірювання тиску запиленних газів, в'язких або забруднених рідин. Перетворювачі з цими штуцерами застосовуються також у харчовій і фармацевтичній промисловості на асептичних установках. Рекомендується застосування монтажних гнізд і ущільнень виробництва фірми Аплісенс.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		71

## Принцип дії

Принцип дії витратоміра заснований на явищі електромагнітної індукції

### Принцип дії і пристрій ППР



При русі електропровідної рідини в магнітному полі, створюваному електромагнітною системою ППР, між електродами виникає ЕРС (E):

$$E = B \cdot v \cdot D, \text{ Де:}$$

B - індукція магнітного поля, створюваного електромагнітною системою ППР;

v - середня швидкість потоку рідини;

D - відстань між електродами.

Для даного типорозміру витратоміра B і D є постійними величинами, тому ЕРС E залежить тільки від середньої швидкості потоку рідини. Наводиться ЕРС передається в ППМ, де обчислюється об'ємний витрата рідини

### Склад і структура витратоміра

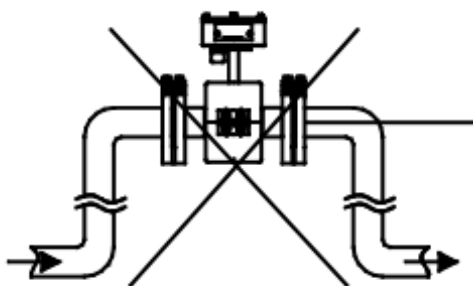
- Витратомір РСМ-05.03 є багатофункціональним мікропроцесорним пристроєм з вбудованим цифробуквене індикатором.
- Регулятор потоку складається з ППМ і підключаються до нього ППР і ТЗ.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						72
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Значення вимірюваних, що обчислюються і настановних параметрів індицируються на дворядковому цифробуквене рідкокристалічному індикаторі, установленому на передній панелі ППМ. Вибір яку вказують параметрів проводиться натисненням кнопок, що знаходяться
- на передній панелі. На передній панелі так само розміщені три світлодіодні індикатори роботи витратоміра.
- На замовлення витратомір поставляється з модулем F / N перетворення сигналу в імпульсний або частотний сигнал.
- На замовлення витратомір може поставлятися з гальванічно
- розв'язаним модулем струмового виходу 4-20 мА.

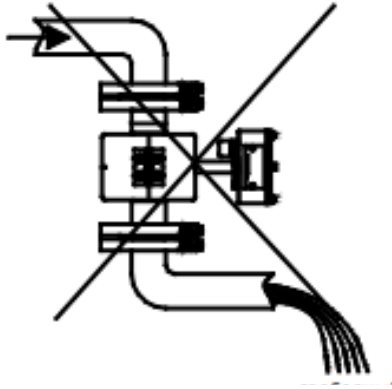
*Вимоги до місця установки витратоміра (ППР)*

- ППР витратоміра може бути встановлений на вертикальних,
- горизонтальних і похилих ділянках трубопроводу за умови заповнення всього обсягу трубопроводу ППР рідиною. Таким чином,
- не допускається установка ППР:
  - на найвищому місці системи;
  - на вертикальній трубі з вільним виходом рідини.
- Приклади неправильної установки ППР наведені на малюнку



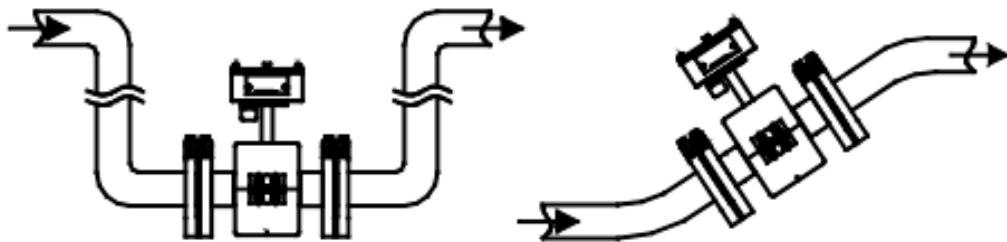
Де зображений максимальний рівень системи.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		73

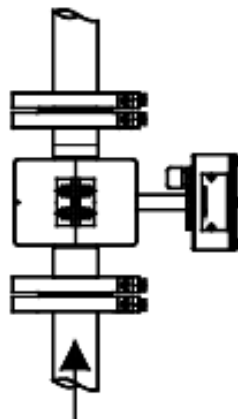


Де зображений вільний вихід рідини.

У місці установки ППР в трубопроводі не повинен накопичуватися повітря. Найбільш підходяще місце для монтажу - нижній або висхідний ділянку трубопроводу



При можливому випаданні осаду в рідині, ППР теплोलічильника повинен встановлюватися вертикально, при цьому напрямок потоку має бути від низу до верху



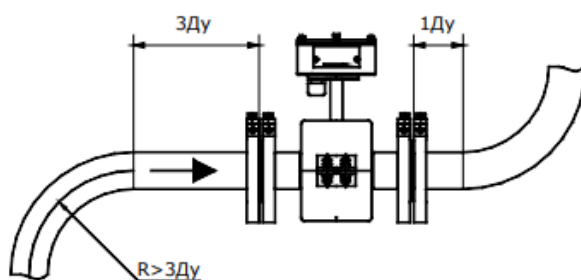
Випадання струмопровідного осаду на футеровці трубопроводу ППР може

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		74

привести до зниження точності вимірювання об'ємної витрати теплоносія, тому не допускається використання витратоміра в гідравлічних трактах з вугільними фільтрами.

Регулятор потоку необхідно розташовувати в тій частині трубопроводу, де пульсації і завихрення мінімальні. При установці витратоміра необхідно забезпечити прямолінійні ділянки трубопроводу довжиною не менше  $3 D_u$  до і  $1 D_u$  після ППР.

При наявності гідравлічних опорів перед ППР довжини прямолінійних ділянок рекомендується вибирати відповідно до додатку Е. Якщо відсутня можливість забезпечити рекомендовані прямолінійні ділянки, то допускається установка струє випрямляч на відстані  $3-5 D_u$  перед ППР.



Якщо діаметр ППР не збігається з внутрішнім діаметром трубопроводу, то необхідно використовувати перехідні конуса (конфузор і дифузори). Між перехідними конусами і ППР також необхідно забезпечити прямолінійні ділянки трубопроводу  $3 D_u$  до і  $1 D_u$  після ППР. На цих ділянках не повинно бути ніяких пристроїв або елементів, що викликають завихрення потоку рідини.

Забороняється встановлювати витратомір під запірною арматурою або іншими пристроями, при несправності яких може витікати рідина.

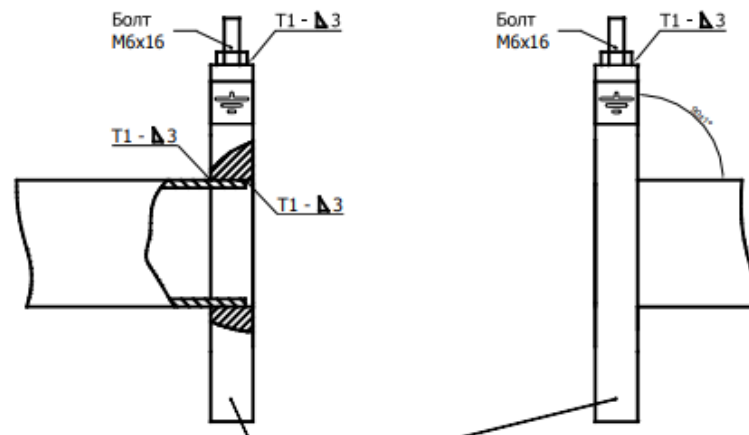
Забороняється видаляти герметичні вводи ППМ або кільця ущільнювачів в них.

#### *Монтаж витратоміра (ППР)*

До прямолінійним ділянок трубопроводу приварити фланці відповідно до ГОСТ12820-80, при цьому кут між віссю трубопроводу і площиною фланця повинен бути  $90 \pm 1^\circ$ . Фланці слід приварювати таким чином, щоб після установки витратоміра (ППР) вісь електродів ППР лежала в горизонтальній

					<b>Кваліфікаційна робота</b>	Арк.
						75
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

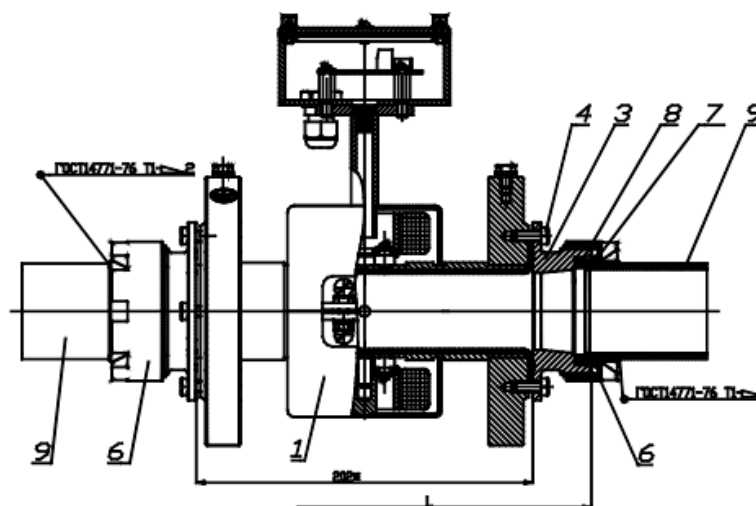
площині (допустиме відхилення від лінії горизонту  $\pm 10^\circ$ ). При монтажі відповідних фланців необхідно приварити болт заземлення до верхньої частини, що монтується фланця



Встановити витратомір (ППР) між привареними фланцями, зафіксувавши його двома болтами (шпильками), що кріплять ППР до фланців. Регулятор потоку (ППР) слід встановлювати таким чином, щоб корпус ППМ (клемна коробка ППР) перебувала над трубопроводом, а стрілка на ППР збігалася з напрямком потоку рідини.

Укласти у фланці паронітові прокладки, що поставляються в комплекті з витратоміром

### *Особливості монтажу ППР харчового виконання*



відцентрувати канал муфти (3) і ПРП (1). Закріпити муфту на ПРП за допомогою болтів (4). Паронітових прокладку при цьому встановлювати не потрібно!

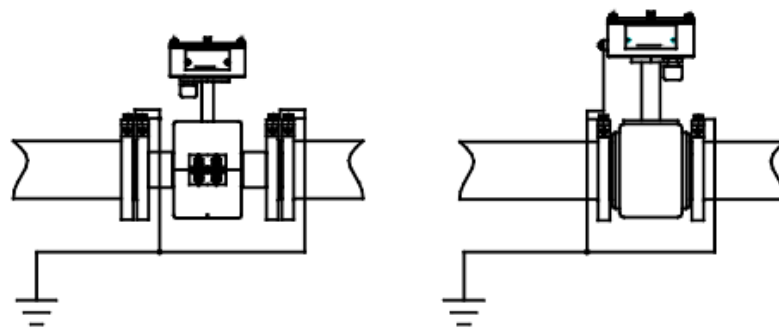
					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		76

Вирізати ділянку трубопроводу (9) з урахуванням установки 2-х конічних штуцерів (7) і відстані між торцями муфт.

<i>Ду</i>	<i>L</i>
32	272
50	272

Одягти шліцьові гайки (6) і приварити конічні штуцера (7).

Встановити ущільнювальні кільця (8) в муфти (3) і закріпити ПРП на трубопроводі шліцьовими гайками (6).



Заземлення слід виконувати таким чином.

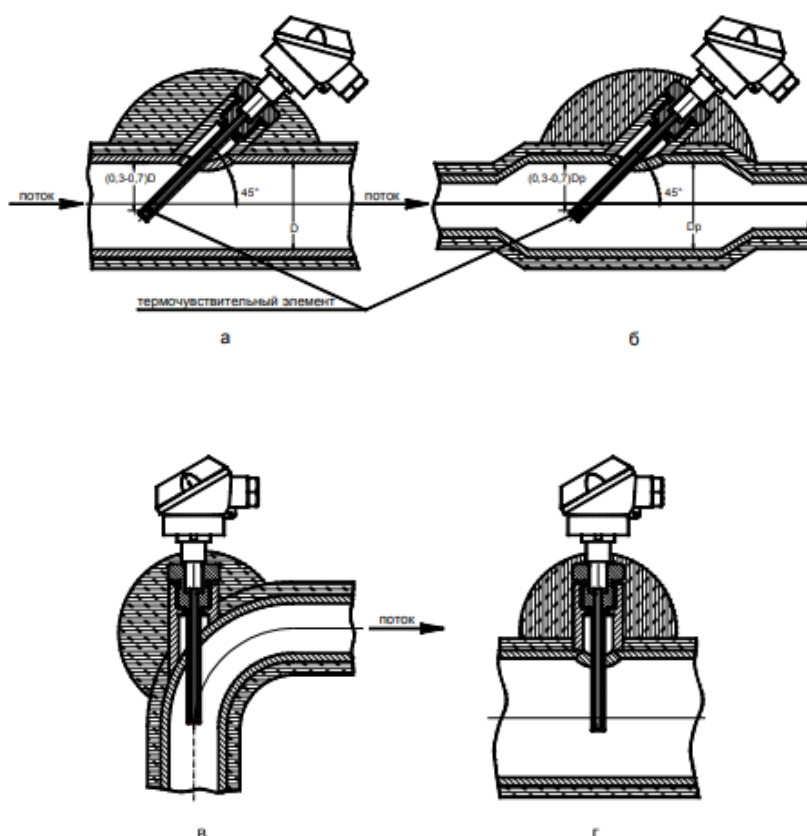
#### *Монтаж ТС*

- В обраному місці установки ТС у верхній частині трубопроводу робиться отвір під захисну гільзу. Глибина занурення чутливого елемента ТС повинна бути  $(0,3-0,7) D$ , де  $D$  – внутрішній діаметр трубопроводу
- Якщо діаметр чутливого перетворювача ТЗ перевищує  $0,13D$ , то допускається при установці ТС застосовувати розширювач, де  $D_p$  - внутрішній діаметр розширювача.
- До трубопроводу приварюється штуцер таким чином, щоб центри отворів в трубопроводі і в штуцері збігалися. Похилі штуцера зварюють таким чином, щоб ТС встановлювався відповідно до ЄП 1434.
- Захисна гільза угвинчується в штуцер. При зварюванні слід звернути увагу на збереження різьби штуцера. Вся поверхня захисної гільзи повинна мати контакт з рідиною, температура якої вимірюється. Потім в захисну гільзу

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						77
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- вставляється ТС і фіксується затискним гвинтом.
- При похилій установці ТЗ, його необхідно встановлювати таким чином, щоб герметичний введення ТС був спрямований вниз.
- Після установки ТС, штуцер і ділянки трубопроводу в місці установки ТС рекомендується теплоізулювати за допомогою теплоізолюючих матеріалів.

*Рекомендовані варіанти установки термометров на трубопроводі*



Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Кваліфікаційна робота

Арк.

78

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

Програма для дипломного проекту була розроблена у програмному середовищі Unity Pro від компанії Schneider Electric.

UNITY PRO - це програмне середовище конфігурування, програмування, налагодження та діагностики виконавчої системи промислових контролерів Modicon від Schneider Electric: Modicon M340, TSX Premium (включно Atrium) та Quantum.

UNITY PRO є результатом розвитку та інтегрування двох програмних середовищ:

- **PL7 PRO** яке використовувалось для програмування контролерів TSX Micro і TSX Premium;
- **Concept**, яке використовувалось для програмування контролерів Modicon Momentum та Modicon Quantum.

*Основні функції UNITY PRO:*

- конфігурування апаратної частини виконавчого проекту ПЛК;
- конфігурування апаратної частини розподіленої периферії, які являються функціональною частиною ПЛК (тільки для ряду засобів розподіленої периферії Schneider Electric);

					<i>Кваліфікаційна робота</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Однолько В.І.</i>			<i>Розробка системи автоматизації процесу виробництва етанолу з біологічної сировини</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Гончаренко Б.М.</i>					79	97
<i>Секр. Е.К.</i>		<i>Проскурка Є.С.</i>				<b>НУХТ АК-4-1</b>		
<i>Зав.кафедри</i>		<i>Ельперін І.В.</i>						

- створення виконавчих програм користувача (ПРК);
- завантаження проекту в ПЛК;
- вивантаження/завантаження проектних даних (Upload Information);
- управління операційним режимом ПЛК: старт, стоп, ініціалізація;
- налагодження програми в ПЛК: перегляд та зміна змінних, зміна частини програми в онлайн і т.ін;
- діагностика роботи ПЛК;
- імітація роботи ПЛК для можливості налагодження виконавчого проекту без наявного апаратного забезпечення.

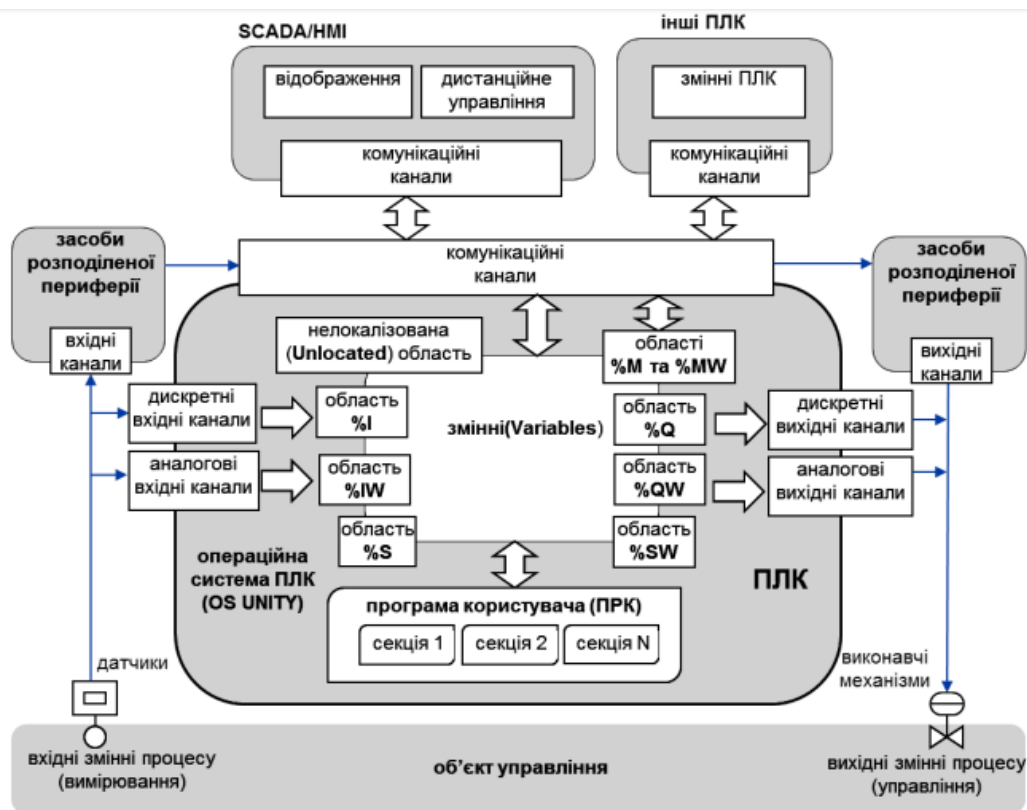


Рис. Функціональна структура ПЛК з операційною системою UNITY

Програма користувача оперує змінними ПЛК (Variables), частина з яких вміщує вхідні значення (вхідні змінні), частина вміщує вихідні значення змінних процесу (вихідні змінні), частина використовуються для збереження проміжних

результатів розрахунку або обміну з іншими засобами через комунікаційні канали (внутрішні змінні), а частина – для спілкування з операційною системою ПЛК (системні змінні). Операційна система UNITY забезпечує взаємозв'язок всіх складових та порядок їх взаємодії. Алгоритм роботи виконавчої системи залежить від операційного режиму роботи ПЛК та налаштувань виконавчого проекту.

### *Мови програмування*

При розробці програми користувача можуть використовуватись п'ять мов програмування, які відповідають стандарту МЕК 61131-3: IL, LD, ST, FBD чи SFC.

Мова IL (Instruction List), являє собою список інструкцій, які виконуються послідовно, подібно до мови Асемблера.

Мова LD (Ladder Diagram) це графічна мова програмування, яка представляє собою діаграму крокової логіки. Це одна з мов програмування контролерів, які вперше були використані для заміни релейно-контактних схем управління. У вітчизняній техніці мова LD має назву “Мова релейно-контактних схем” (РКС).

Мова FBD (Function Block Diagram) - графічна мова програмування, яка дозволяє створювати програми у вигляді взаємопов'язаних інформаційними зв'язками функцій, процедур та функціональних блоків.

Мова ST (Structured Text, структурований текст) – це текстова мова, яка подібна до PASCAL, C, BASIC і т.п.

Мова SFC (Sequential Function Charts) – графічна мова програмування, в якій поведінка системи задається послідовністю кроків, де вказуються необхідні дії, та переходів між кроками, які задаються умовами.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		81

### Алгоритм програми:

Процес складається з 8 циклів, тому:

1-ий цикл: адсорбер 1 S821 знаходиться у стані адсорбції, адсорбер 2 S822 має постановку під вакуум . Тоді для цього відкриваються В, Н, М та Е клапани.

2-ий цикл: адсорбер 1 S821 знаходиться у стані адсорбції, адсорбер 2 S822 знаходиться у стані десорбції . Тоді для цього відкриваються ще клапани J та G.

3-ий цикл: адсорбер 1 S821 знаходиться у стані адсорбції, адсорбер 2 S822 встановлюють під тиск. Тоді для цього закриваються клапан Е.

4-ий цикл: Врівноваження тисків в обох адсорберах. Тоді для цього закриваються клапан G та J, відкривають клапани С та К.

5-ий цикл: адсорбер 1 S821 встановлюється під вакуум, адсорбер 2 S822 знаходиться у стані адсорбції. Тоді для цього закривають клапани В, Н. Відкривають клапан D.

6-ий цикл: адсорбер 1 S821 знаходиться у стані десорбції, адсорбер 2 S822 знаходиться у стані адсорбції. Тоді для цього відкривають клапани F та J.

7-ий цикл: адсорбер 1 S821 встановлюють під тиск, адсорбер 2 S822 знаходиться у стані адсорбції. Тоді для цього зачиняють клапан D.

8-ий цикл: Врівноваження тисків в обох адсорберах. Тоді для цього зачиняють клапан F. Відкривають клапани В та Н.

І останній момент це прогрів РГК для чого відкритий тільки клапан А.

### Адреси входів-виходів на МПК М340

Name	Type	Address	Value	Comment	Time stamping	R/W Rights of Referenced Variable
Valve_a	BOOL	%Q0.2.0			None	
Valve_b	BOOL	%Q0.2.1			None	
Valve_c	INT	%Q0.4.0	0-10000			
Valve_d	INT	%Q0.4.1	0-10000			
Valve_e	INT	%Q0.4.2	0-10000			
Valve_f	BOOL	%Q0.2.2			None	
Valve_g	BOOL	%Q0.2.3			None	
Valve_h	BOOL	%Q0.2.4			None	
Valve_j	BOOL	%Q0.2.5			None	
Valve_m	BOOL	%Q0.2.6			None	
Valve_i	BOOL	%Q0.2.7			None	

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Кваліфікаційна робота

Арк.

82

## Программа:

```
sec:=%S6;

CTD_1 (CD := sec, LD :=Start_CT,PV := T_cycle,Q =>Out_CT,CV => T_current);
IF (T_current<=0) then set (Start_CT);END_IF;

IF RE (Start_ads)and Number_cycle=0 AND (Start_CT) THEN RESET (Start_ads_0);Number_cycle:=8;END_IF;

if (Start_ads and Number_cycle=8 and Start_CT=1 and T_current=T_cycle) then
T_cycle:=T_cycle_2_6;Number_cycle:=1;reset (Start_CT);
if(Start_ads and Number_cycle=1) then
SET (Valve_a);RESET (Valve_b);SET (Valve_f);RESET (Valve_g);RESET (Valve_h);RESET (Valve_i);RESET (Valve_m);
Valve_c:=0;Valve_d:=10000;(*Valve_e:=0;*)
END_IF;
END_IF;

if (Start_ads and Number_cycle=1 and Start_CT=1 and T_current=T_cycle) then
T_cycle:=T_cycle_3_7;Number_cycle:=2;reset (Start_CT);
if(Start_ads and Number_cycle=2) then
SET (Valve_a);RESET (Valve_b);SET (Valve_f);RESET (Valve_g);RESET (Valve_h);RESET (Valve_i);SET (Valve_m);
Valve_c:=0;Valve_d:=10000;(*Valve_e:=2500;*)
END_IF;
END_IF;

if (Start_ads and Number_cycle=2 and Start_CT=1 and T_current=T_cycle) then
T_cycle:=T_cycle_4_8;Number_cycle:=3;reset (Start_CT);
if(Start_ads and Number_cycle=3) then
SET (Valve_a);RESET (Valve_b);SET (Valve_f);RESET (Valve_g);RESET (Valve_h);RESET (Valve_i);SET (Valve_m);
Valve_c:=0;Valve_d:=0;(*Valve_e:=2500;*)
END_IF;
END_IF;

if (Start_ads and Number_cycle=4 and Start_CT=1 and T_current=T_cycle) then
T_cycle:=T_cycle_2_6;Number_cycle:=5;reset (Start_CT);
if(Start_ads and Number_cycle=5) then
RESET (Valve_a);SET (Valve_b);RESET (Valve_f);SET (Valve_g);RESET (Valve_h);RESET (Valve_i);RESET (Valve_m);
Valve_c:=10000;Valve_d:=0;(*Valve_e:=0;*)
END_IF;
END_IF;

if (Start_ads and Number_cycle=5 and Start_CT=1 and T_current=T_cycle) then
T_cycle:=T_cycle_3_7;Number_cycle:=6;reset (Start_CT);
if(Start_ads and Number_cycle=6) then
RESET (Valve_a);SET (Valve_b);RESET (Valve_f);SET (Valve_g);RESET (Valve_h);SET (Valve_i);RESET (Valve_m);
Valve_c:=10000;Valve_d:=0;(*Valve_e:=2500;*)
END_IF;
END_IF;

if (Start_ads and Number_cycle=6 and Start_CT=1 and T_current=T_cycle) then
T_cycle:=T_cycle_4_8;Number_cycle:=7;reset (Start_CT);
if(Start_ads and Number_cycle=7) then
RESET (Valve_a);SET (Valve_b);RESET (Valve_f);SET (Valve_g);RESET (Valve_h);SET (Valve_i);RESET (Valve_m);
Valve_c:=0;Valve_d:=0;(*Valve_e:=2500;*)
END_IF;
END_IF;
```

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Кваліфікаційна робота

Арк.

83

## Розділ 6. Розробка людино-машинного інтерфейсу оператора технолога

ЛМІ інтерфейс для нашої системи автоматизації був розроблений за допомогою програмного забезпечення Vijeo Citect Scada від компанії COPA-DATA.

Vijeo Citect від Schneider Electric - це компонент PlantStruxure, що виконують функції управління і контролю. Завдяки своїм широким можливостям в області візуалізації і управління, він прискорює надання важливої інформації та дозволяє підвищити ефективність за рахунок своєчасної реакції на порушення процесу.

### *Масштабна архітектура*

Масштабованість - це можливість зміни (Збільшення або зменшення) розміру системи без заміни існуючого апаратного та програмного забезпечення. Інноваційна масштабна архітектура Vijeo Citect дозволяє вашій системі рости разом з вашими вимогами, захищаючи ваші початкові інвестиції. Наприклад, для створення додаткового інтерфейсу оператора в системі, досить встановити новий комп'ютер, підключити його в мережу і запустити майстер настройки комп'ютера. Після цього нове робоче місце оператора буде готово до роботи в складі системи.

### *Управління установками або локальне управління*

Рішення Vijeo Citect працює під управлінням Windows Embedded і надає користувачам систему управління, що відповідає сучасним вимогам. Наші вбудовані системи мають функціональними можливостями повного пакета SCADA і можуть працювати як автономні системи або як місцеві пульти управління в інтегрованої системі управління.

### *Стандартне управління*

Системи, побудовані на базі Vijeo Citect, можуть рости в розмірах від простих систем управління на одному комп'ютері, до величезних систем управління, що складаються з сотень комп'ютерів. Така можливість, яка досягається без змін в

					<i>Кваліфікаційна робота</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Однолько В.І.</i>			<i>Розробка системи автоматизації процесу виробництва етанолу з біологічної сировини</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Гончаренко Б.М.</i>					84	97
<i>Секр. Е.К.</i>		<i>Проскурка Є.С.</i>				<i>НУХТ АК-4-1</i>		
<i>Зав.кафедри</i>		<i>Ельперін І.В.</i>						

конфігурації, дозволяє користувачам Vijeo Citect бути впевненими в довгостроковій захисту своїх інвестицій.

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

Таблиця аналогових входів:

Назва сигналу	Позначення на СА	Адреса
Температура від пароперегрівача	TIC812	%MD52
Витратомір від пароперегрівача	FT812	%MD12
Температура при виході з дефлемгатора рециклу	TT827	%MD16
Температура у верху першого адсорбера	TT821	%MD28
Температура внизу другого адсорбера	TT823	%MD20
Температура у верху другого адсорбера	TT822	%MD28
Температура внизу другого адсорбера	TT824	%MD20
Тиск у першому адсорбері	PT821	%MD24
Тиск у другому адсорбері	PT822	%MD24
Температура в збірнику рециклу	TT825	%MD32
Рівень в збірнику рециклу	LT825	%MD48

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Кваліфікаційна робота

Арк.

85

Тиск подачі від насосу	PIC820	%MD24
------------------------	--------	-------

*Таблиця аналогових виходів:*

Назва сигналу	Позначення на СА	Адреса
Керування клапаном подачі 94% спирту у перший абсорбер	XV 821	%MD2
Керування клапаном подачі 94% спирту у другий абсорбер	XV 822	%MD2
Керування клапаном подачі 94% спирту конденсатор рециклу	XV 829	%MD2
Керування першим клапаном подачі біостанолу в конденсатор рецикла	XV 825	%MD2
Керування другим клапаном подачі біостанолу в конденсатор рецикла	XV 826	%MD2

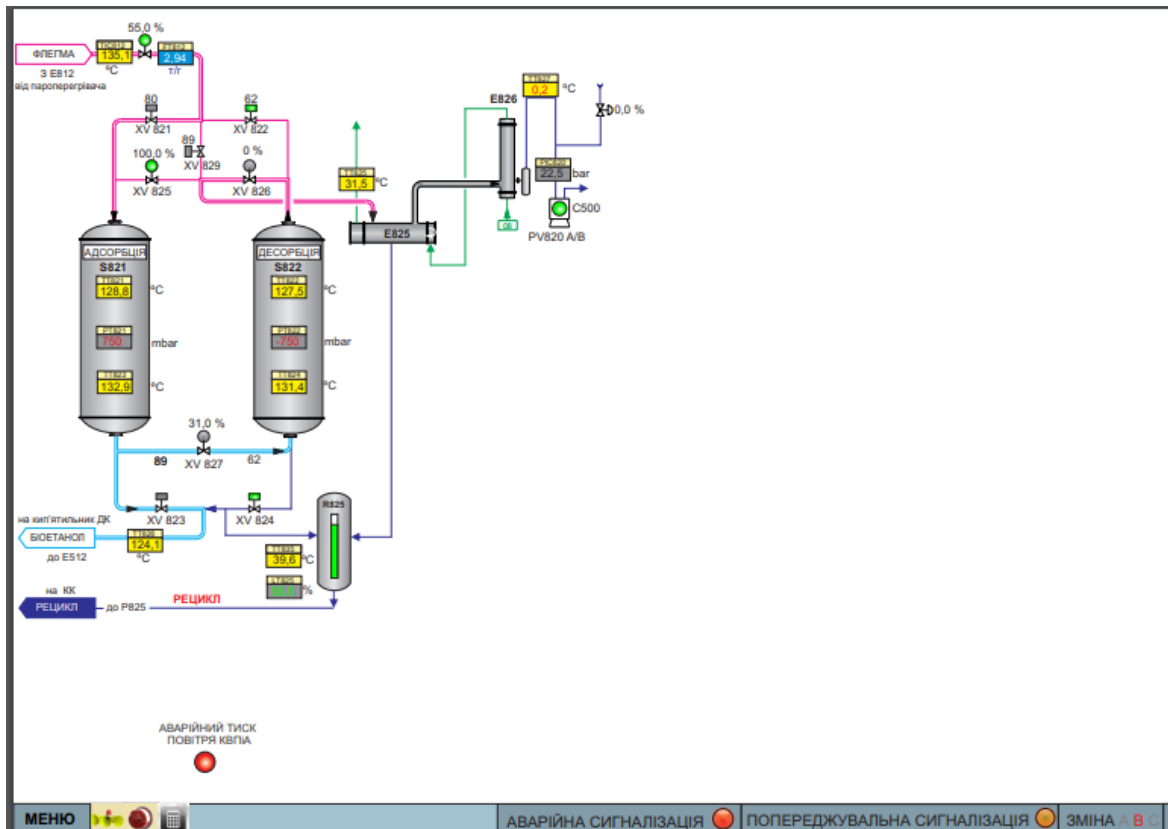
Керування клапаном подачі біоетанолу на інший абсорбер	XV 827	%MD2
Керування першим клапаном подачі біоетанолу в збірник	XV 823	%MD2
Керування другим клапаном подачі біоетанолу в збірник	XV 824	%MD2
Керування клапаном подачі 94% спирту до абсорберів	XV 820	%MD2

Таблиця даних SCADA/HMI:

Name	Measur..	Identi..
Filter text	Filter...	Filter
FT812	м3/год	
Т С812	°C	
ТТ827	°C	
ТТ821	°C	
ТТ823	°C	
ТТ822	°C	
ТТ824	°C	
ТТ825	°C	
TE 1a	°C	
TE 2a	°C	
TE 3a	°C	
PT821	mbar	
PT822	mbar	
P C820	mbar	
нТ825	%	
XV821	%	
XV822	%	
XV825	%	
XV826	%	
XV829	%	
XV827	%	
XV823	%	
XV824	%	

## 6.2. Відеокадри дисплейних мнемосхем оператора

### Автоматичний режим роботи SCADA-системи



Також можна побачити тривоги системи автоматизації (ALARM). Тут відображаються всі тривоги які виникли, який параметр, коли усунутий чи є дійсним.

Сос...	Время появления	Время исчезновения	Время подтверждения	Имя переменной	Знач...	Еди...	Текст	Пользователь ...	Имя компьютера	Комме...
●	>>25.04.2020 15:12:42	<<25.04.2020 15:38:15		TT 821	100	°C				
●	>>25.04.2020 15:12:42	<<25.04.2020 15:38:40		FT 812	50	м3/год				
●	>>25.04.2020 15:12:42	<<25.04.2020 15:38:02		TT 823	100	°C				
●	>>25.04.2020 15:12:42	<<25.04.2020 15:38:49		LT 825	50	%				
●	>>25.04.2020 15:35:10	<<25.04.2020 15:38:44		TT 823	50	°C				
●	>>25.04.2020 15:35:10	<<25.04.2020 15:39:39		TT 21	10					
●	>>25.04.2020 15:35:10	<<25.04.2020 15:39:18		FT 812	50	м3/год				
●	>>25.04.2020 15:35:10	<<25.04.2020 15:40:19		TT 23	50	°C				
●	>>25.04.2020 15:42:38			TT 823	100	°C				
●	>>25.04.2020 15:43:34			TT 822	66	°C				
●	>>25.04.2020 15:43:37			TT 824	11	°C				

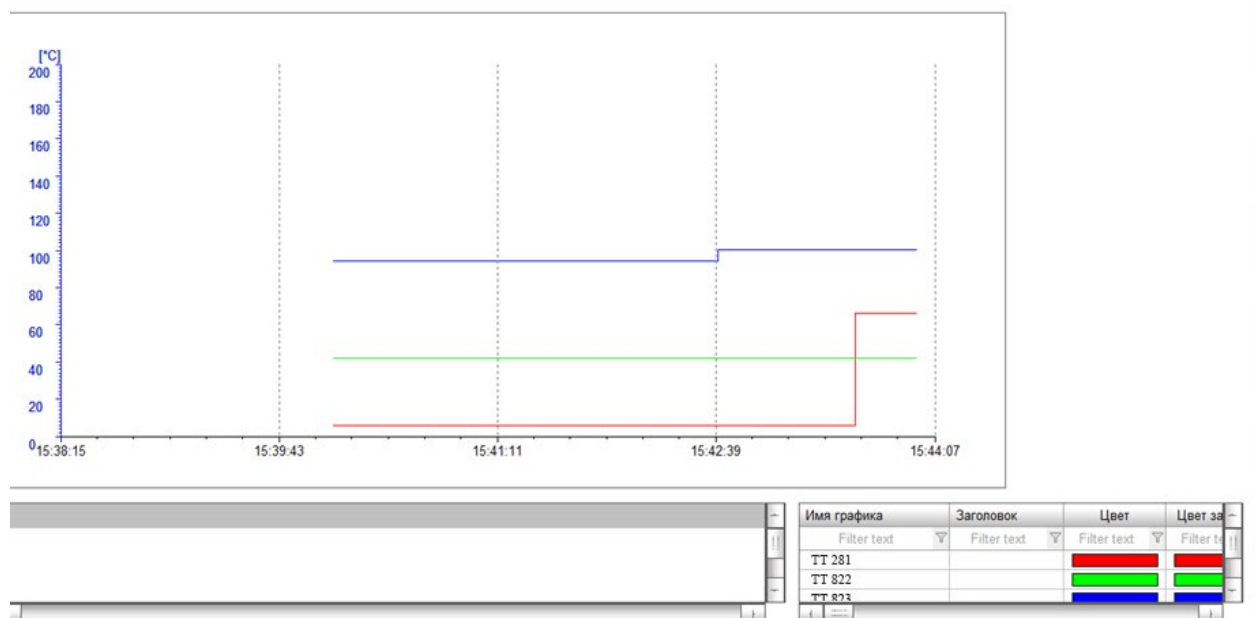
Спрацювання тривоги і відображення в інформаційному списку тривог визначається індивідуально для кожної змінної в лімітах (вкладка «Ліміти»).

При досягненні рівня верхнього лімітного значення (у визначеному нами діапазоні для конкретної змінної), спрацює тривога, яка буде відображена в журналі тривог. При цьому вона буде мати статус «Активна» (червоне коло).

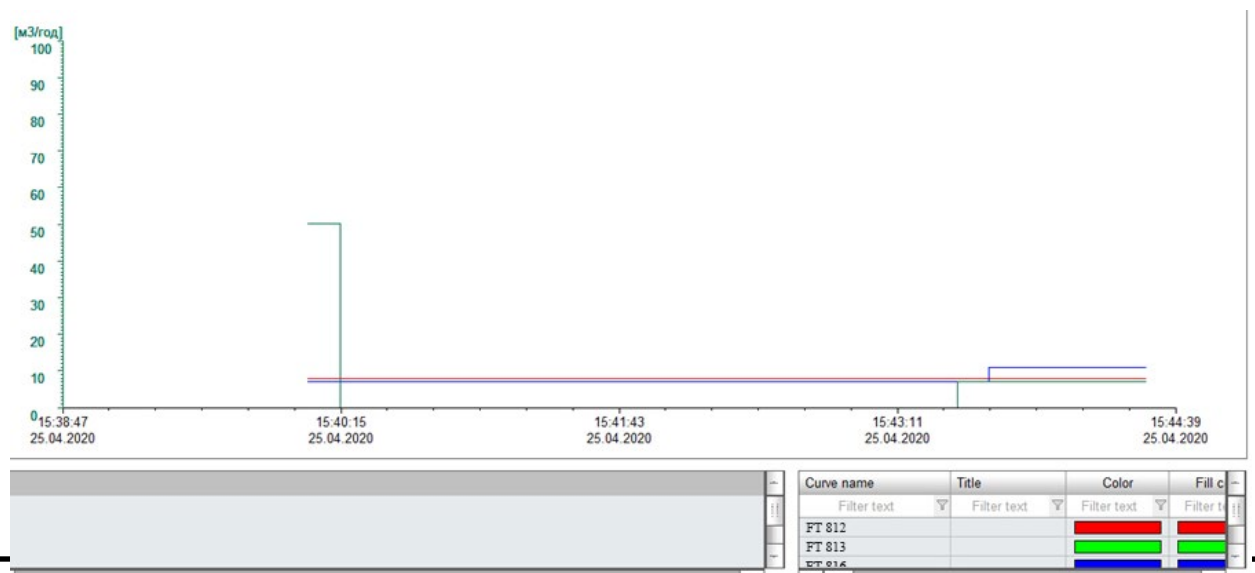
Якщо рівень впаде нижче лімітного значення, то вона змінить свій статус на «Не активна» (зелене коло). Також, тривога може змінити свій статус на «Підтверджена» (синє коло), якщо оператор натисне кнопку 'Acknowledge'. Оскільки ми активували опцію To delete, то даний запис пропаде зі списку тільки якщо ми вручну видалимо його відповідною кнопкою.

Вікна вкладок трендів системи автоматизації. Тут представленні у вигляді графіків всі зміни котролюючих параметрів (можна побачити навіть миттєві зміни)

*Тренди температури:*

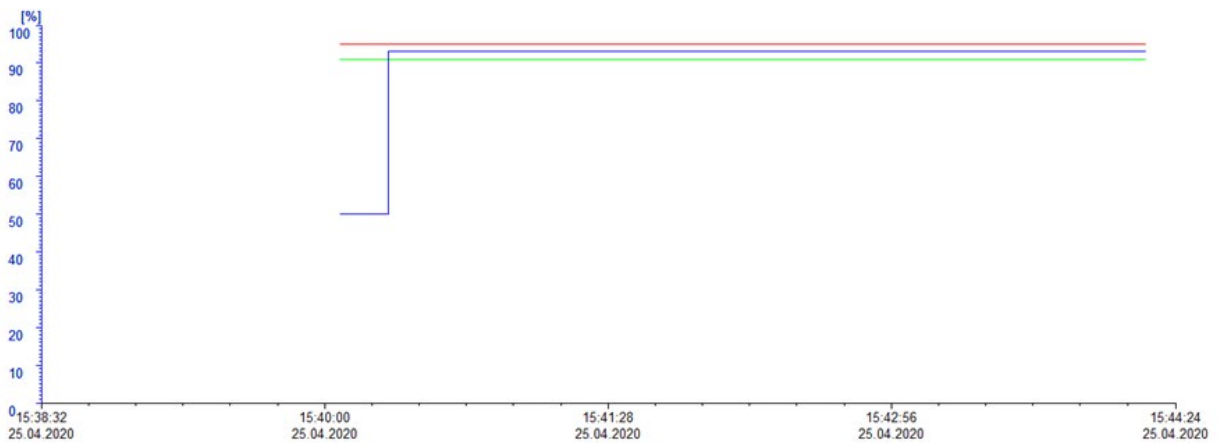


*Тренди рівня:*



Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

## Тренди витрати:



Curve name	Title	Color	Fill color
LT 825		Red	Red
LT 826		Green	Green
LT 827		Blue	Blue

## Розділ 7. Комп'ютерне моделювання системи автоматичного регулювання.

### 7.1. Постановка задачі дослідження.

Комп'ютерне моделювання – це інструмент математичного моделювання, який застосовується для вивчення складних систем. Комп'ютерні моделі використовуються для отримання нових знань про об'єкт або для наближеної оцінки поведінки систем, занадто складних для аналітичного чи натурного дослідження.

В дипломному проекті комп'ютерне моделювання виконується для підсистеми регулювання технологічної змінної для наступних задач:

- визначення оптимальної структури та/або параметрів САР;
- дослідження властивостей САР (стійкість, якість, енерговитрати);
- дослідження САР технологічними об'єктами, що функціонують в умовах нестационарності/нелінійності/невизначеності і т.п.

Постановка задачі: Для системи автоматизації процесу пастеризації молочної суміші для твердих сирів провести розрахунки перевірки системи на стійкість за допомогою методу Михайлова.

### 7.2. Вибір об'єкта керування та його математичної моделі.

Для проведення зазначеного вище аналізу потрібно вивести передаточні функції для об'єкту за каналами різних діянь, скласти структурну схему об'єкта. За потреби виконати структурні перетворення (перенесення суматорів, точок), в результаті чого структурна схема зводиться до еквівалентної однолінійної.

Запишемо систему рівнянь в операторному вигляді, враховуючи нульові

					<i>Кваліфікаційна робота</i>			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Однолько В.І.			Розробка системи автоматизації процесу виробництва етанолу з біологічної сировини	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Гончаренко Б.М.					92	97
Секр. Е.К.		Проскурка Є.С.			НУХТ АК-4-1			
Зав.кафедри		Ельперін І.В.						

початкові умови та підставивши числові значення коефіцієнтів та сталих часу.

$$T_1 \frac{d\Delta x_1(t)}{dt} + \Delta x_1(t) = K_{1u}\Delta u_1(t) + K_{1z}\Delta z_1(t) + K_{2-1}\Delta x_2(t)$$

$$T_2 \frac{d\Delta x_2(t)}{dt} + \Delta x_2(t) = K_{2z}\Delta z_2(t) + K_{1-2}\Delta x_1(t) + K_{3-2}\Delta x_3(t) + K_{2u}\Delta u_2(t)$$

$$T_3 \frac{d\Delta x_3(t)}{dt} + \Delta x_3(t) = K_{3z}\Delta z_3(t) + K_{2-3}\Delta x_2(t) + K_{3u}\Delta u_3(t)$$

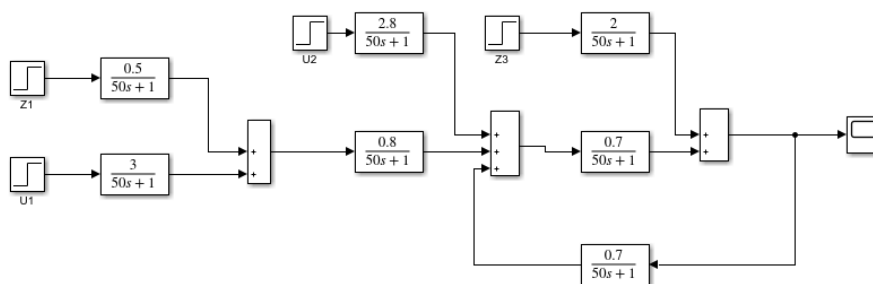
Визначимо передаточні функції для різних ємностей:

$$W_{u1}(p) = \frac{3}{50p + 1}; W_{u2}(p) = \frac{2.8}{50p + 1}; W_{z1}(p) = \frac{0.5}{50p + 1};$$

$$W_{z3}(p) = \frac{2}{50p + 1}; W_{x1}(p) = \frac{0.8}{50p + 1}; W_{x2}(p) = \frac{0.7}{50p + 1};$$

$$W_{x3}(p) = \frac{0.7}{50p + 1};$$

Складаємо структурну схему об'єкта:



За виглядом структурної схеми визначаємо еквівалентні передаточні функції:

- за каналом управління U1:

$$\begin{aligned}
W_{u1}^{\text{екв}}(p) &= \frac{3}{50p+1} \cdot \frac{0.8}{50p+1} \cdot \frac{\frac{0.7}{(50p+1)}}{1 - \frac{0.7}{(50p+1)} \cdot \frac{0.7}{(50p+1)}} \\
&= \frac{2.4}{250p^2 + 100p + 1} \cdot \frac{\frac{0.7}{(50p+1)}}{\frac{250p^2 + 100p + 1 - 0.49}{250p^2 + 100p + 1}} = \\
&= \frac{2.4}{250p^2 + 100p + 1} \cdot \frac{0.7 \cdot (250p^2 + 100p + 1)}{(50p + 1) \cdot (250p^2 + 100p + 0.51)} \\
&= \frac{1.68}{12500p^3 + 5250p^2 + 150p + 0.51}
\end{aligned}$$

- за каналом управління U2:

$$\begin{aligned}
W_{u2}^{\text{екв}}(p) &= \frac{2.8}{50p+1} \cdot \frac{\frac{0.7}{(50p+1)}}{1 - \frac{0.7}{(50p+1)} \cdot \frac{0.7}{(50p+1)}} = \\
&= \frac{2.8}{50p+1} \cdot \left( \frac{0.7 \cdot (50p+1)^2}{(50p+1) \cdot (250p^2 + 100p + 1) - 0.49} \right) = \\
&= \frac{1.96}{250p^2 + 100p + 0.51}
\end{aligned}$$

- за каналом збурення Z1:

$$\begin{aligned}
W_{z1}^{\text{екв}}(p) &= \frac{0.5}{50p+1} \cdot \frac{0.8}{50p+1} \cdot \frac{\frac{0.7}{(50p+1)}}{1 - \frac{0.7}{(50p+1)} \cdot \frac{0.7}{(50p+1)}} \\
&= \frac{0.4}{50p+1} \cdot \frac{0.8}{50p+1} \cdot \frac{0.7 \cdot (50p+1)^2}{(50p+1) \cdot (250p^2 + 100p + 1) - 0.49} = \\
&= \frac{1.96}{12500p^3 + 5250 + 150p + 0.51}
\end{aligned}$$

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		94

- за каналом збурення Z3:

$$W_{z3}^{\text{екв}}(p) = \frac{\frac{2}{(50p+1)}}{\frac{0.7}{(50p+1)}} \cdot \frac{\frac{0.7}{(50p+1)}}{1 - \frac{0.7}{(50p+1)} \cdot \frac{0.7}{(50p+1)}} = \frac{2(50p+1)}{(50p+1)^2 - 0.49}$$

Зведемо отримані передаточні функції до робочого вигляду таким чином, щоб у знаменнику отримати вільний член рівний одиниці (ділимо чисельник і знаменник на 0,19).

$$W_{u1}^{\text{екв}}(p) = \frac{1.68}{12500p^3 + 5250p^2 + 150p + 0.51}$$

$$W_{u2}^{\text{екв}}(p) = \frac{1.96}{250p^2 + 100p + 0.51}$$

$$W_{z1}^{\text{екв}}(p) = \frac{0.28}{12500p^3 + 5250 + 150p + 0.51}$$

$$W_{z3}^{\text{екв}}(p) = \frac{2(50p+1)}{(50p+1)^2 - 0.49}$$

### 7.3. Моделювання САР

#### Аналіз стійкості системи:

Розроблена САР в першу чергу має бути перевіреною на стійкість. Найбільше розповсюдження для перевірки стійкості отримали алгебраїчний критерій стійкості Рауса-Гурвиця та частотний критерій Найквіста.

Коефіцієнт передачі П-регулятора  $K_p > 5,53$ .

У відповідності до критерія Гурвиця потрібно скласти визначник Гурвиця за характеристичним рівнянням замкненої системи  $W_{\text{зам}}(p)$  за каналом управління із розрахованим у прикладі 3.1 коефіцієнтом передачі  $K_{p \min}$ :

$$W_{\text{зам}}(p) = \frac{W_p(p) \cdot W_{U1}(p)}{1 + W_p(p) \cdot W_{U1}(p)} = \frac{\frac{3.64 \cdot 1.68}{12500p^3 + 5250p^2 + 150p + 0.51}}{1 + \frac{3.64 \cdot 1.68}{12500p^3 + 5250p^2 + 150p + 0.51}}$$

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						95
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$= \frac{6.1152}{12500p^3 + 5250p^2 + 150p + 6.6252}$$

$$a_3 \quad a_2 \quad a_1 \quad a_0$$

Складаємо визначник Гурвиця:

$$\Delta_3 = \begin{vmatrix} a_2 & a_0 & 0 \\ a_3 & a_1 & 0 \\ 0 & a_2 & a_0 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 5250 & 6.6252 & 0 \\ 12500 & 150 & 0 \\ 0 & 5250 & 6.6252 \end{vmatrix}$$

Звідси діагональні мінори:

$$\Delta_1 = 5250 > 0$$

$$\Delta_2 = 5250 \cdot 150 - 12500 \cdot 6.6262 = 704685 > 0$$

$$\Delta_3 = 11.98576 \cdot \Delta_2 = 1534530 > 0$$

Робимо висновок, що відповідно до критерія Гурвиця замкнена система є стійкою.

Також зробивши перевірку стійкості системи, використовуючи частотний критерій стійкості Найквіста. Отримали  $A(0.109) = 0.000439 \cdot 3.64 = 0.00159797 < 1$

Отже, можна зробити висновок, що АФХ розімкненої системи не огинає точку з координатами  $(-1; j0)$ , що свідчить про стійкість системи у замкненому стані.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						96
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## Висновки

В даній кваліфікаційній роботі була розглянута система автоматизації процесу виробництва етанолу з біологічної сировини. Мною була розроблена АСУ на базі контролера Modicon Premium від Schneider Electric, для даного об'єкта, тут були застосовані пристрої для виміру температури, пристрої для вимірювання рівня, засоби обліку витрати етанолу і парів, та пристрої відслідковування тиску для реалізації ефективного процесу адсорбції. Всі пристрої сумісні з роботою в парі з контролером, що дало змогу реалізувати роботу всього об'єкта на АРМ оператора. Я розробив алгоритм роботи об'єкта, реалізував програму та імітацію роботи об'єкта, підібрав пристрої для підключення до контролера, навів схеми підключень, складена специфікація на замовлення пристроїв, відповідно була розроблена та реалізована SCADA/HMI для оператора.

В подальшому використанні цієї апаратури, воно буде застарілим та нестиме втрати в прибутку підприємству, якщо порівнювати з новітніми технологіями, що буде розроблено, тому рекомендовано модернізувати АСУ по досягненню певного прибутку після окупності задля підвищення ККД об'єкта та збільшенню прибутку підприємству.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		97

## Список використаної літератури

1. <https://owen.ua/ru/moduli-vvoda-vyvoda/modul-skorostnogo-vvoda-analogovyh-signalov-oven-mv110-8as>[1]
2. <https://www.santaclarasystems.com/telemecanique/tsxp574823am>[2]
3. <https://www.se.com/ww/en/product/TSXPSY5500M/power-supply-module---24-v-dc---500-1700-ma---19-w/>[3]
4. <https://www.electrocentr.com.ua/products/plc/premium.html>[4]
5. <https://ksimexelectro.com.ua/catalog/avtomatizaciya/logicheskiekontrolery/modicon-tsxpremium/>[5]
6. [https://plc.ucoz.net/index/moduli\\_analogovogo\\_vvoda\\_vyvoda/0-19](https://plc.ucoz.net/index/moduli_analogovogo_vvoda_vyvoda/0-19)[6]
7. <https://aplisens.com.ua/prod/1>[7]
8. [https://tem.pro-solution.ru/wp-content/uploads/2018/05/rsm-05\\_03.pdf](https://tem.pro-solution.ru/wp-content/uploads/2018/05/rsm-05_03.pdf)[8]
9. <http://www.teplocom.msk.ru/data/support/docs/rashodomer/emis-vihr-200/rukovodstvo.pdf>[9]
10. Пупена О.М. Програмування промислових контролерів у середовищі Unity Pro. / О.М. Пупена, І.В. Ельперін // Навч. посібник. – К.: Видавництво Ліра-К. – 2013. – 340с. [10]
11. [http://www.nas.gov.ua/siaz/Ways\\_of\\_development\\_of\\_Ukrainian\\_science/article/15016.3.001.pdf](http://www.nas.gov.ua/siaz/Ways_of_development_of_Ukrainian_science/article/15016.3.001.pdf)[11]
12. МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ до виконання випускної кваліфікаційної роботи на здобуття освітнього ступеня «бакалавр» - НУХТ, 2020 , Укладачі: І.В. Ельперін, В.М. Сідлецький, Н.М. Луцька, Є.С. Проскурка. [12]
13. «ОБ'ЄКТИ АВТОМАТИЗАЦІЇ В ГАЛУЗІ» - НУХТ, 2013 Укладачі: О.І. ЛЕВЧЕНКО М.С. ГЛУЩЕНКО О.Й. РІШАН О.М. ПУПЕНА [13]

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		98