

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

Факультет Автоматизації і комп'ютерних систем

Кафедра Автоматизації та комп'ютерних технологій систем
управління

«До захисту в ЕК»
Декан факультету
Андрій Форсюк
(ім'я та прізвище)

«05» червня 2023 р.

«До захисту допущено»
Завідувач кафедри
Ярослав Смітюх
(ім'я та прізвище)

«05» червня 2023 р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА**

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

освітньо-професійної програми «Комп'ютерні системи та програмна
інженерія в автоматизації»

на тему: Розробка системи автоматизації процесу пастеризації молока

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

Троценко Сергій Олександрович
(прізвище, ім'я, по батькові повністю) (підпис)

Керівник Міркевич Роман Миколайович
(прізвище, ім'я та по батькові повністю) (підпис)

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

_____ (ім'я та прізвище) (підпис)

_____ (ім'я та прізвище) (підпис)

Рецензент Юлія Куєвда
(ім'я та прізвище) (підпис)

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

Здобувач _____
(підпис)

Київ – 2023 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 «Комп'ютерні системи та програмна інженерія в автоматизації»

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. кафедри АКТСУ

_____ Я.В.Смітюх

«03» квітня 2023 р.

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Троценко Сергію Олександровичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розробка системи автоматизації процесу пастеризації молока

керівник роботи к.т.н. доц. Міркевич Роман Миколайович

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від «03» квітня 2023 р. № 204-кс

2. Строк подання здобувачем роботи «05» червня 2023 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 03 квітня 2023 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

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

Здобувач Троценко С.О.

_____ (підпис)

Керівник роботи Міркевич Р.М.

_____ (підпис)

Анотація

В кваліфікаційній роботі описано розробку системи автоматизації процесу пастеризації молока.

Використано ПЛК Schneider Electric M340 в системі автоматизації процесу пастеризації молока.

Наведено схему монтажу ультразвукового рівнеміра KOBOLD NUS-4.

Дисплейна мнемосхема для АРМ (автоматизованого робочого місця) оператора розроблена в програмному середовищі Vijeo Citect 7.20.

Проведене комп'ютерне моделювання дозволило визначити оптимальні параметри налаштування ПІ-регулятора для регулювання температури охолодження молока в резервуарі, що забезпечить найменший час перехідного процесу.

Ключові слова: молоко, пастеризація, система, автоматизація, KOBOLD NUS-4, Vijeo Citect 7.20.

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

Annotation

The qualification work describes the development of the system for automating the milk pasteurization process.

PLC Schneider Electric M340 was used in the automation system of the milk pasteurization process.

The installation diagram of the ultrasonic level meter KOBOLD NUS-4 is presented.

The display mnemonic for the operator's workstation (automated workplace) was developed in the Vijeo Citect 7.20 software environment.

The conducted computer modeling made it possible to determine the optimal setting parameters of the PI controller for regulating the milk cooling temperature in the tank, which will ensure the shortest transition time.

Keywords: milk, pasteurization, system, automation, KOBOLD NUS-4, Vijeo Citect 7.20.

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

Зміст

Вступ	7
Розділ 1. Опис об'єкта автоматизації	8
1.1. Технологічний опис об'єкта автоматизації.....	8
1.2. Розробка завдання на систему автоматизації.....	12
Розділ 2. Система автоматизації	13
2.1. Обґрунтування вибору технічних засобів для вимірювання, виконавчих механізмів (ВМ) та регулюючих органів (РО).....	13
2.2. Схема автоматизації.....	31
2.3. Специфікація засобів автоматизації.....	33
Розділ 3. Проектне компонування промислового логічного контролера (ПЛК) та схеми підключення	35
3.1. Проектне компонування промислового логічного контролера (ПЛК).....	35
3.2. Загальна схема підключення датчиків та ВМ до ПЛК.....	37
3.3. Розширені схеми підключення для окремого контуру.....	38
Розділ 4. Креслення встановлення технічних засобів	42
Розділ 5. Опис спеціального програмного забезпечення для мікропроцесорного контролера (алгоритм та програма для ПЛК)	48
Розділ 6. Розробка людино-машинного інтерфейсу оператора технолога	53
6.1. Переліки вхідних та вихідних сигналів та даних SCADA/HMI.....	53
6.2. Відеокадри дисплейних мнемосхем оператора.....	54
Розділ 7. Комп'ютерне моделювання системи автоматичного регулювання	55
7.1. Постановка задачі дослідження.....	55
7.2. Вибір об'єкта керування та його математичної моделі.....	56
7.3. Моделювання САР.....	57
7.4. Опрацювання результатів моделювання та формулювання висновків.....	59
Висновки	60
Список використаної літератури	61

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

Вступ

Процес пастеризації молока відіграє найважливішу роль для подальшого виробництва молочних продуктів на молочному заводі.

Дотримання технологічних вимог під час процесу пастеризації молока дозволяє в подальшому виробництво молочних продуктів високої якості.

Метою кваліфікаційної роботи є розробка системи автоматизації процесу пастеризації молока.

Система автоматизації процесу пастеризації молока розробляється для проведення оптимально технологічного процесу пастеризації молока. Оптимальне проходження технологічного процесу пастеризації молока дозволить зменшити витрати енергоресурсів на проходження процесу пастеризації молока та збільшить прибутковість на даній ділянці молочного заводу.

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

Розділ 1. Опис об'єкта автоматизації.

1.1. Технологічний опис об'єкта автоматизації.

Пастеризація – це процес теплової обробки молока, що відбувається за температури 65 °С та й вище. На практиці використовують наступні режими пастеризації молока: **короткочасний режим** – нагрівання молока до температури 72 - 76 °С з витримуванням нагрітого молока при цій же температурі протягом 15 - 20 секунд в поточному витримувачі; **тривалий режим** чи **низькотемпературний режим** – це процес нагрівання молока до температури 63 - 65 °С з подальшим витримуванням нагрітого молока протягом 25 - 30 хвилин; **миттєвий режим** – це процес нагрівання молока до температури 85 °С та вище без процесу витримування. Перераховані режими пастеризації молока виконують майже повне знищення вегетативних форм бактерій в молоці.

Метою пастеризації – є процес знищення мікрофлори, що утворюється в молоці під час процесу видоювання та наступної обробки.

Найпростіший та найбільш доступний спосіб процесу теплової обробки молока є процес пастеризації молока у водонагрівних ваннах.

Для початку необхідно ванну заповнити молоком. В простір між стінками заливають воду, що нагрівається парою, яка надходить через труби.

Значення температури молока в ванній контролюють за допомогою датчиків температури. Коли молоко підігрівається до заданої температури, обмежують подачу пари та починають процес витримування молока.

					Кваліфікаційна робота		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Троценко С.О.			Літ.	Арк.	Аркушів
Керівник		Міркевич Р.М.				8	5
Зав. каф.		Смітюх Я.В.			НУХТ АК-4-1		
Секр. ЕК		Проскурка Є.С.					

В кінці процесу витримування молока припиняють подачу пари. Для процесу охолодження молока в простір між стінками починають подавати холодну воду. Такий процес пастеризації виконується в таких апаратах, наприклад, як універсальний молочний танк ТУМ-1200 (рис. 1.1).

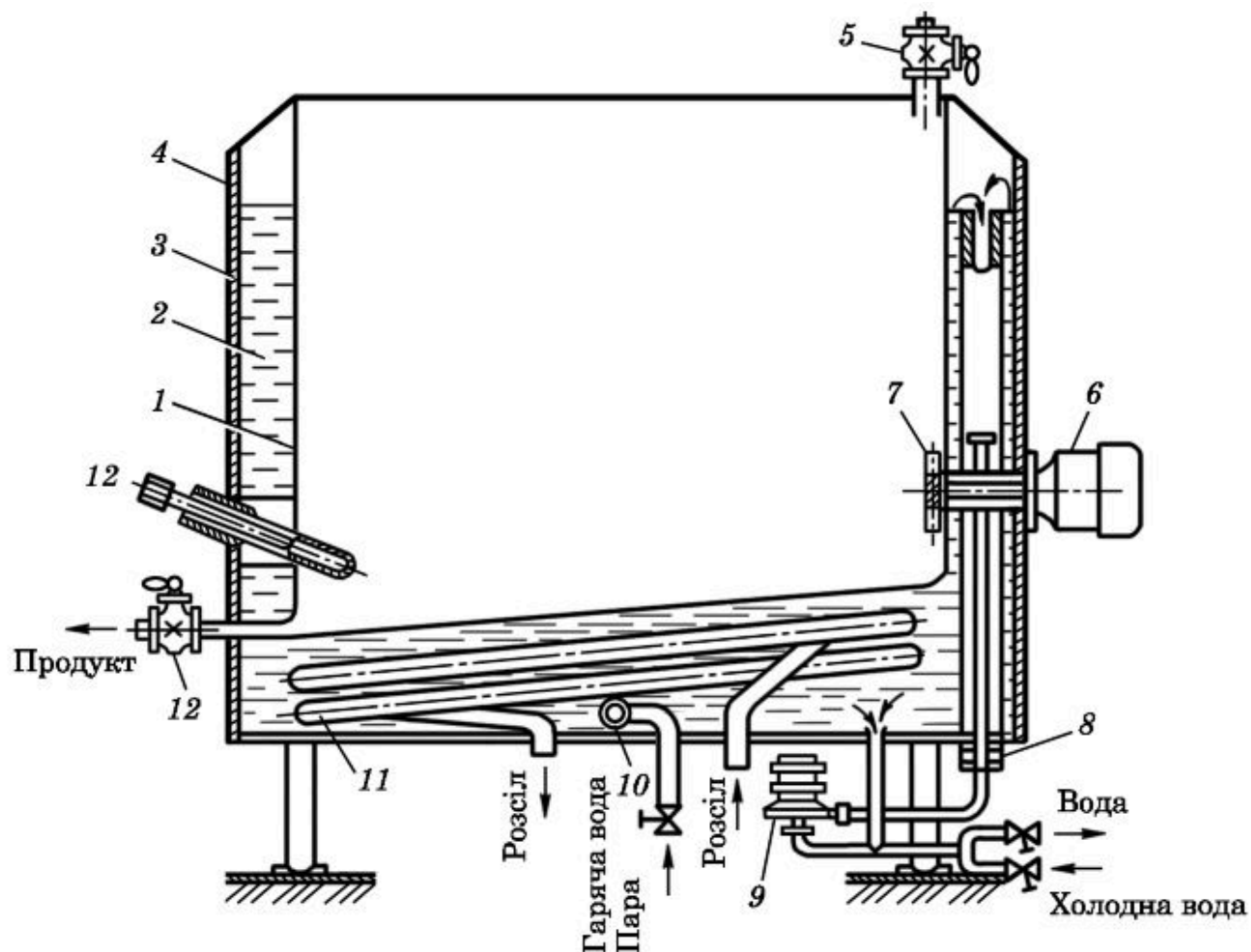


Рис.1.1. Універсальний молочний танк ТУМ-1200:

1 — резервуар; 2 — теплоізоляція; 3 — корпус; 4 — облицювання; 5, 12 — крани; 6 — електродвигун; 7 — мішалка; 8 — переливна трубка; 9 — насос; 10 — барботер; 11 — охолоджувач; 12 — гільза для термометра

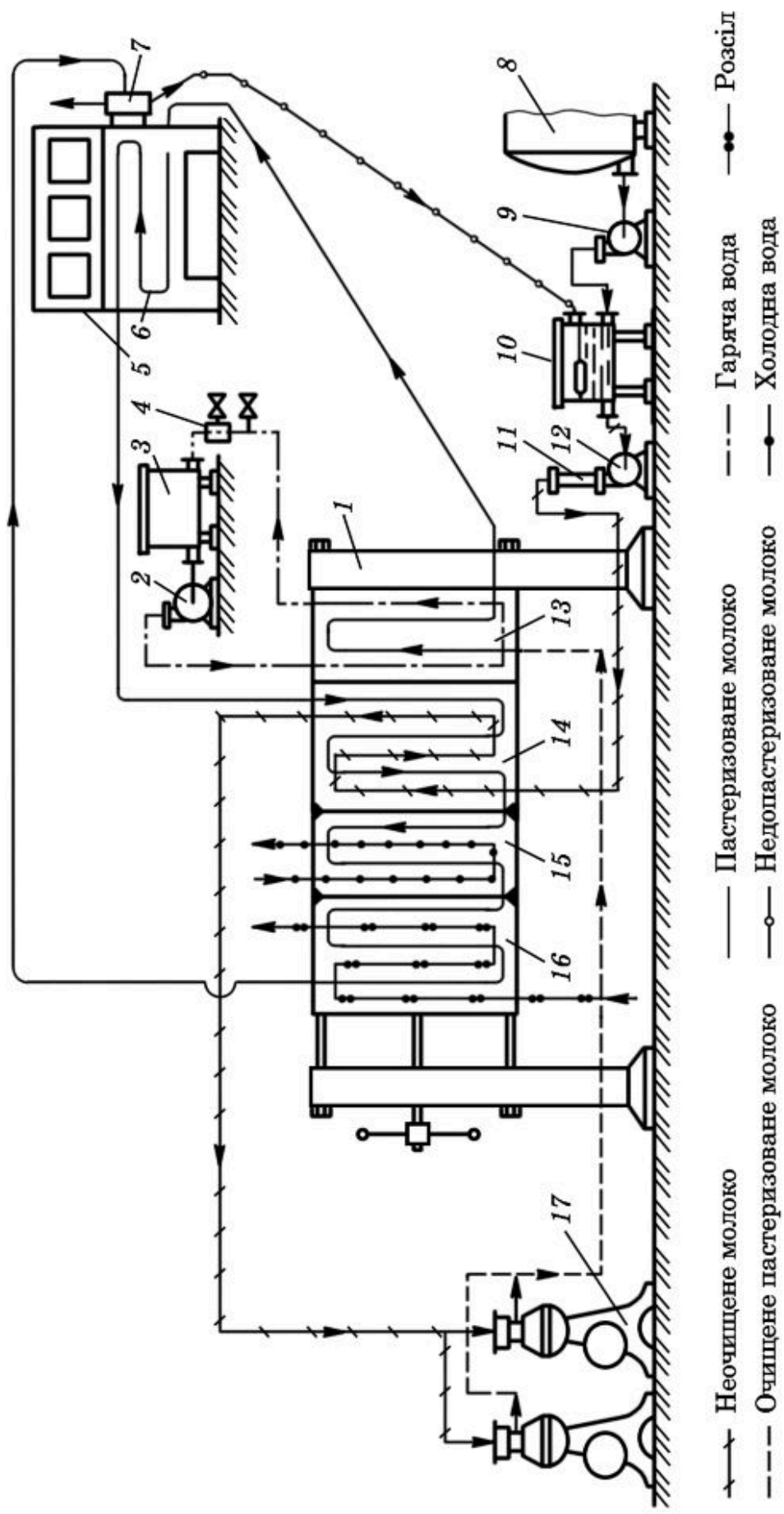
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Для неперервного процесу пастеризації молока використовують пастеризаційно-охолоджувальні установки (рис. 1.2).

Молоко на процес пастеризації подається насосом в зрівнювальний бак, а потім через регулятор потоку – в секцію рекуперації, де молоко попередньо підігрівається до температури 65 - 70 °С за допомогою теплоти гарячого пастеризованого молока, що йде зустрічним потоком. Підігріте молоко потім потрапляє в молокоочисники, що працюють поперемінно, а потім під тиском подається в секцію пастеризації, в ній молоко підігрівається до температури 76 - 80 °С гарячою водою, потім молоко потрапляє у трубчастий витримувач, а далі надходить в секцію рекуперації. Далі молоко проходить секції водяного і розсільного охолодження, а далі виводиться з апарату охолодженням до температури 4 °С.

При температурі пастеризації нижчій від заданої, молоко направляють в зрівнювальний бак для повторного проходження процесу пастеризації. [1]

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



— Неочищене молоко — Пастеризоване молоко - - - - - Гаряча вода —●— Розсіл
 - - - - - Очищене пастеризоване молоко —●— Холодна вода

Рис. 1.2. Схема роботи автоматизованої пастеризаційно-охолоджувальної установки:

1 — теплообмінний апарат; 2 — насос для гарячої води; 3 — бойлер; 4 — інжектор; 5 — щит керування; 6 — трубчастий витримувач; 7 — клапан автоматичного повернення недопастеризованого молока; 8 — танк; 9 — насос для молока; 10 — проміжний бак; 11 — стабілізатор потоку; 12 — насос; 13 — секція пастеризації; 14 — секція пастеризації; 15 — секція водяного охолодження; 16 — секція розсільного охолодження; 17 — молокоочисники

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

1.2. Розробка завдання на систему автоматизації

Таблиця 1.2. Завдання на розробку системи автоматизації.

№ №	Машина, агрегат, установка	Параметр, місце відбору сигналу	Припус- тимо значення пара- метра	Вид автомати- зації	Характер контролю чи управління	Засоби управління та контролю, реалізації управляючої дії	Додаткові умови
1	Трубоп- ровід	Темпера- тура	75 °С	Регулю- вання	Стабілізація	Вплив на клапан подачі гарячої води	
		Темпера- тура	4 °С	Регулю- вання	Стабілізація	Вплив на клапан подачі холодоагенту	
			Вкл/ Викл	Управлі- ння	Стан	Вплив на стан роботи насосів М1 та М2	
		Клапани	Позиція 1/ Позиція 2	Управлі- ння	Стан	Вплив на позицію клапанів 2д, 5б, 5в	
2	Ємність	Рівень	80 %	Управ- ління	Стан	Вплив на стан роботи насосів М3 та М4	
		Темпера- тура	6 °С	Регулю- вання	Стабілізація	Вплив на клапан подачі холодоагенту	
		Змішувач	Вкл/ Викл	Управлі- ння	Стан	Вплив на стан роботи двигуна М5	

Розділ 2. Система автоматизації

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

Температура пастеризації та в резервуарі

Температура пастеризації та в резервуарі вимірюється датчиком KOBOLD LTS-A (рис. 2.1). [2]



Рис. 2.1. KOBOLD LTS-A.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Троценко С.О.</i>			<i>Розробка системи автоматизації процесу пастеризації молока</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Керівник</i>		<i>Міркевич Р.М.</i>					13	22
<i>Зав. каф.</i>		<i>Смітюх Я.В.</i>				<i>НУХТ АК-4-1</i>		
<i>Секр. ЕК</i>		<i>Проскурка Є.С.</i>						

Technical Details

Measuring sensor

Measuring principle: Pt 100, Klasse A nach DIN IEC 751

Sensors: 1 or 2 Pt 100 per device
(2-wire)

Measuring range: without transmitter:
-50 ... +250 °C (from 70 °C use

only with neck well!)

Ambient temperature: -20 ... +80 °C

Tolerances Class A: 0 °C: ±0,15K, 100 °C: ±0,35K

Max. pressure: 10 bar

Material: stainless steel 1.4404

Process connection: M 12 x 1,5 hygienic
(with sleeve LZE),
G ½ hygienic
(with sleeve LZE),
G ½ ,ale
without screw thread
(for clamp screwing
LZE-M1, LZE-S1)

Sensor length: 20, 50, 100, 150, 250 mm,
special length up to max. 1000 mm

Electrical connection

Compact device: LTS-K: M 12 x 1-plug

Connection box: LTS-A: cable connection
M 16 x 1.5
optional: M 12 x 1-plug

Max. current: 1 mA

Protection: IP 67

Weight: LTS-K: 0.3-2 kg
LTS-A: 0.5-2 kg

Transmitter for LTS-K (compact version)

Material

Standard meas. range: -10 ... +40 °C
0 ... 50 °C
0 ... 100 °C
0 ... 150 °C
0 ... 200 °C
(from 70 °C only with neck well)

Special meas. range: within -50 ... +250 °C
min. measuring range: 50 °C

Accuracy of electronics: ±0.2 % of reading ±0.2 °C

Accuracy of sensor: DIN Class B

Output: 4-20 mA corresponds to
measuring range (2-wire)

Power supply: 10 ... 30 V_{DC}

Allowable load: $R_A \leq (U_V - 10 \text{ V}) / 0,022 \text{ A}$

Ambient temperature: -25 ... +70 °C

Humidity: 0 ... 98 % r. H. (non-condensing)

Electrical connection: M 12 x 1-plug

Transmitter for LTS-A (with connection box)

Input: 3-wire, Pt 100

Standard meas. range: -10 ... +40 °C
0 ... 50 °C
0 ... 100 °C
0 ... 150 °C
0 ... 200 °C
(from 70 °C only with neck well)

Special meas. range: within -50 ... +250 °C
min. measuring range: 10 °C

Typical accuracy: ±0,15 % of measuring range

Output: 4 ... 20 mA, temperature linear

Function: sensor breakage detection

Power supply: 8 ... 32 V_{DC}

Ambient temperature: -40 ... +85 °C

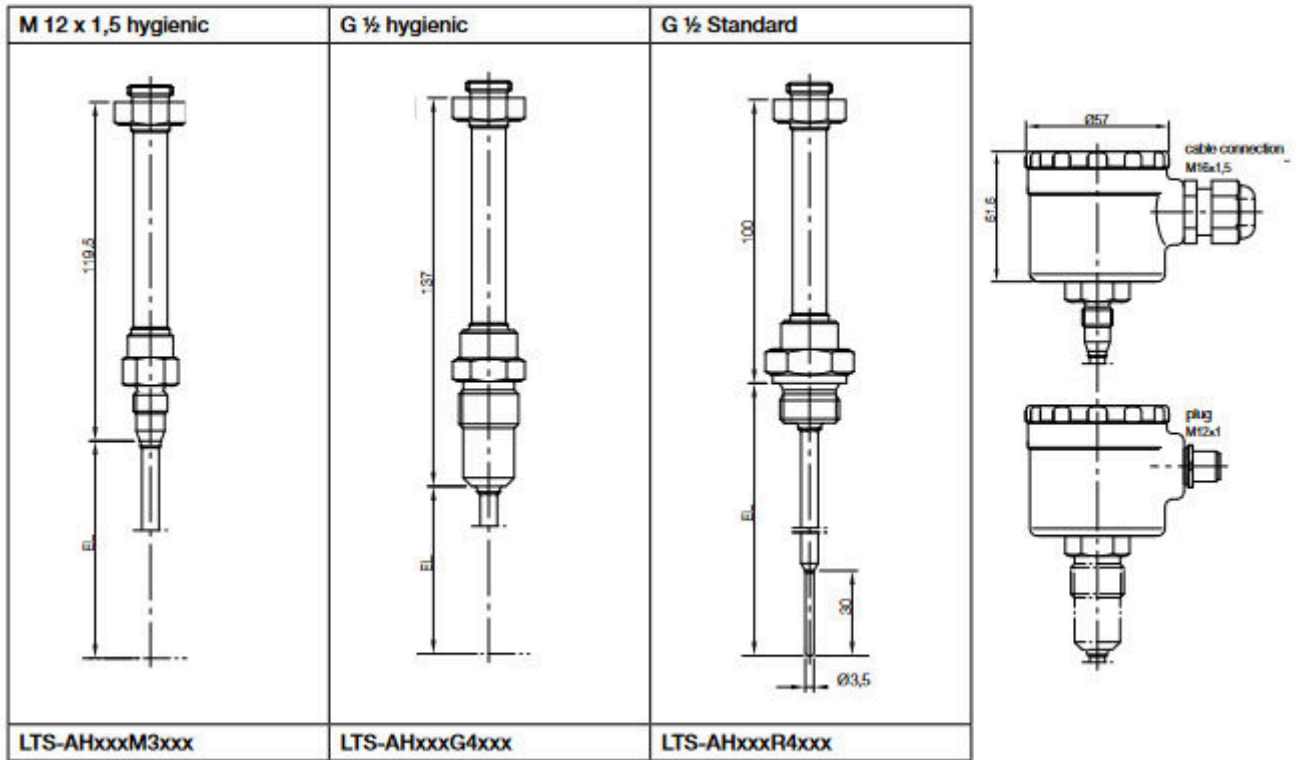
Galvanic isolation: no

Electrical connection: screw terminal

Рис. 2.2. Технічні дані KOBOLD LTS-A.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

LTS-A (with connection box)
Process connection (with neck well)



Sensor tip \varnothing 3.5 mm possible for all connection versions, however not for 2 Pt 100 sensors

Рис. 2.3. Розміри KOBOLD LTS-A.

Order Details (Example: LTS- K 0 3 02 M3 1 K 0)

Model	Version	Screw thread	Sensor tip	Sensor length	Process connection
LTS-	K = compact A = connection box	0 = without neck well H = with neck well	3 = \varnothing 3.5 mm (not for 2 sensors)	02 = 20 mm	M3 = M12 x 1,5 hygienic
			3 = \varnothing 3.5 mm (not for 2 sensors) 6 = \varnothing 6 mm	05 = 50 mm 10 = 100 mm 15 = 150 mm 25 = 250 mm YY = special length max. 1000 mm	M3 = M12 x 1,5 hygienic G4 = G ½, hygienic R4 = G ½, standard (for threaded jacket) K0 = without screw thread

Order Details (continued)

Sensor	Electrical connection	Transmitter
1 = 1 Pt 100, Class A, 2-wire (not for compact version K) 2 = 2 Pt 100, Class A, 2-wire 3 = 1 Pt 100, Class A, 3-wire	K = cable connection M16x1,5 (not for compact version) M = M12-plug	0 = without transmitter
6 = with transmitter		A = -10... +40°C B = 0... 50°C C = 0... 100°C D = 0... 150°C E = 0... 200°C S = special

Рис. 2.4. Замовлення KOBOLD LTS-A.

Електричний привод Dwyer EVA3M

Для управління клапанами подачі теплоносіїв задіяні електричні приводи Dwyer EVA3M (рис. 2.5). [3]



Рис. 2.5. Dwyer EVA3M.

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

SPECIFICATIONS

SERIES EVA2, EVA3

Output Force: EVA2: 225 lb (1000 N); EVA3: 337 lb (1500 N).

Power Requirements: 24 VAC.

Power Consumption: EVA2F (EVA3F): 5.5 VA; EVA2M (EVA3M): 7.5 VA.

Cycle Time: EVA2F (EVA2M): 97 sec/in. (3.8 sec/mm); EVA3F (EVA3M): 164 sec/in. (6.45 sec/mm).

Enclosure Rating: IP40.

Housing Material: Fire-proof ABS plastic (UL94V-0).

Bracket Material: Aluminum.

Operating Temperature: 36 to 131°F (2 to 55°C).

Storage Temperature: -4 to 149°F (-20 to 65°C).

Humidity Limit: <90%, non-condensing.

Electrical Connection: Screw terminal.

Modulating Input: 0 to 10 VDC or 4 to 20 mA.

Weight: EVA2F (EVA3F): 2.43 lb (1.1 kg); EVA2M (EVA3M): 3.31 lb (1.15 kg).

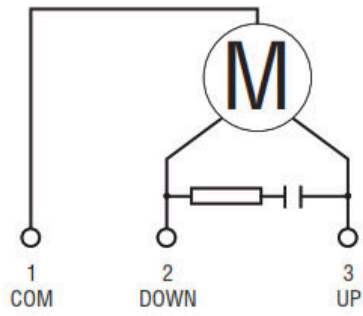
FEATURES

- Manual override
- Compact size
- Floating control or selectable 0-10 VDC or 4-20 mA proportional control
- Reversible direction on proportional models
- Magnetic clutch protects motor in stall conditions

Model	Actuator Action	Output Force	Valve Size	Compatible Valve Models
EVA2F	Floating	225 lb (1000 N)	1" to 2-1/2"	GV2__, GV3__
EVA2M	Modulating	225 lb (1000 N)	1" to 2-1/2"	GV2__, GV3__
EVA3F	Floating	337 lb (1500 N)	1" to 2-1/2"	GV2__, GV3__
EVA3M	Modulating	337 lb (1500 N)	1" to 2-1/2"	GV2__, GV3__

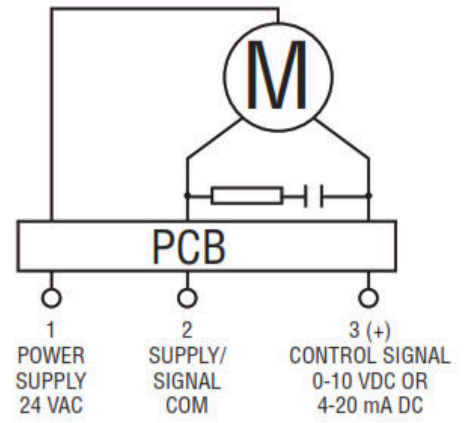
Рис. 2.6. Технічні дані Dwyer EVA3M.

EVA2F (EVA3F) WIRING DIAGRAM



Terminals	Actuator Rod
1-2	Down Extend
1-3	Up Contract

EVA2M (EVA3M) WIRING DIAGRAM



Input Control Signal		Actuator Rod
DA	RA	
Increase	Decrease	Down
Decrease	Increase	Up

Рис. 2.7. Підключення Dwyer EVA3M.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Регулюючий орган Dwyer GV1

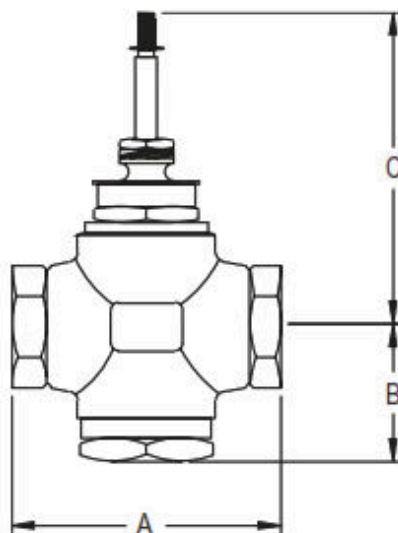
Для управління подачею теплоносіїв задіяні клапани – регулюючі органи Dwyer GV1 (рис. 2.8). [4]



GV1

Рис. 2.8. Dwyer GV1.

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



GV1

SPECIFICATIONS

GV1

Service: Compatible liquids and gases.

Line Size: 1" to 2".

Body Style: 2-way, push to open globe; 3-way globe.

End Connections: 1" to 2" female NPT.

Pressure Limit: 232 psi (16 bar).

Wetted Materials:

Body Material: Brass.

Stem: 302 SS.

Disc: Brass with Nitrile gasket.

Packing: Fluon[®] filler with Nitrile O-ring.

Temperature Limits: 35 to 201°F (2 to 94°C).

Flow Characteristic: Equal percentage.

Flow Leakage: Less than 0.05% of Cv factor.

Stem Connection: M8 thread.

DIMENSIONS

Model	A	B	C
GV121	4-11/32" (110 mm)	2-3/8" (60 mm)	4-3/8" (111 mm)
GV122	4-47/64" (120 mm)	2-39/64" (66 mm)	4-3/8" (111 mm)
GV123	5-1/8" (130 mm)	2-11/16" (68 mm)	4-1/2" (114 mm)
GV124	5-23/32" (145 mm)	2-27/32" (72 mm)	4-31/32" (126 mm)
GV131	4-11/32" (110 mm)	3-5/64" (78 mm)	4-3/8" (111 mm)
GV132	4-47/64" (120 mm)	3-15/64" (82 mm)	4-3/8" (111 mm)
GV133	5-1/8" (130 mm)	3-15/64" (82 mm)	4-1/2" (114 mm)
GV134	5-23/32" (145 mm)	3-19/32" (91 mm)	4-31/32" (126 mm)

Рис. 2.9. Технічні дані та розміри Dwyer GV1.

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

SERIES GV1

Model	Type	Pipe Size	Cv	Max. Diff. Pres.	Stroke in. (mm)
				Fit with EVA1-	
GV121	2-Way	1"	9.3	87 psi (6 bar)	19/32" (15)
GV122		1-1/4"	17.4	58 psi (4 bar)	3/4" (19)
GV123		1-1/2"	25.5	43 psi (3 bar)	3/4" (19)
GV124		2"	40.6	29 psi (2 bar)	3/4" (19)
GV131	3-Way	1"	9.3	87 psi (6 bar)	19/32" (15)
GV132		1-1/4"	17.4	58 psi (4 bar)	3/4" (19)
GV133		1-1/2"	25.5	43 psi (3 bar)	3/4" (19)
GV134		2"	40.6	29 psi (2 bar)	3/4" (19)

FLOW DIRECTION DIAGRAM

TWO-WAY VALVE

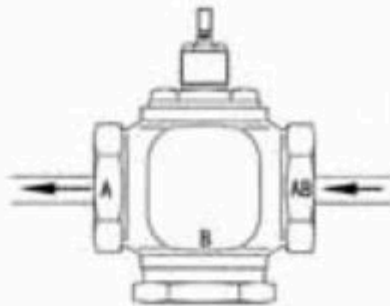


Рис. 2.10. Технічні дані моделі Dwyer GV1 та діаграма потоку.

Рівень молока

Для вимірювання рівня молока в резервуарі задіяно KOBOLD NUS-4 (рис. 2.11). [5]



Рис. 2.11. KOBOLD NUS-4.

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

Technical Details

Measuring principle:	ultrasonic principle, echo time measurement
Frequency:	see order table
Beam cone:	NUS-4x04: 6°, NUS-4x06, -4x10, -4x15: 5° NUS-4x08, NUS-4x25: 7°
Delay time:	10, 30, 60 seconds; programmable
Meas. accuracy (at 20 °C):	±0.2 % of reading +0.05 % of full scale
Resolution:	depending on measuring distance <2 m: 1 mm 2 ... 5 m: 2 mm 6 ... 10 m: 5 mm >10 m: 10 mm
Mounting position:	vertical to the product surface
Process temperature:	-30 ... +90 °C
Ambient temperature:	-30 ... +70 °C -25 ... +70 °C (with programming unit)
Operating pressure:	0.5 ... 3 bar abs. (<1 bar abs. on request)

Materials

Housing:	aluminium, powder-coated
Sensor and connection:	polypropylene, PVDF
Process connection:	
NUS-4x04:	G 1½*, 1½ NPT
NUS-4x06, NUS-4x08:	G 2*, 2 NPT
NUS-4x10:	flange DN 80, ANSI 3"
NUS-4x15:	flange DN 125, ANSI 5"
NUS-4x25:	flange DN 150, ANSI 6"

* G-thread with counter nut and EPDM-gasket

Electrical connection:	2 x M20 x 1,5 cable gland cable diameter 6 ... 12 mm and 2 x ½" NPT wire cross section: 0.5 ... 1.5 mm ²
Switching output:	relay (SPDT) 30 V _{DC} , 1A
Analogue output:	4 ... 20 mA (3.9 ... 20.5 mA) galvanically isolated, protection against surge transients
Load:	max. (U _s – 11.4 V) / 0.02 A,
Power supply:	12 - 36 V _{DC} , 2-wire (reverse polarity protected)
Display (pluggable):	6-digit LCD-display, symbols and bar graph, PBT, glass fibre reinforced, flame proof (DuPont®)
Protection:	sensor IP 68, Housing: IP 67
Weight:	with thread: approx. 1.1 kg with flange: approx. 2.5 kg

Рис. 2.12. Технічні дані KOBOLD NUS-4.

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

Electrical Connection

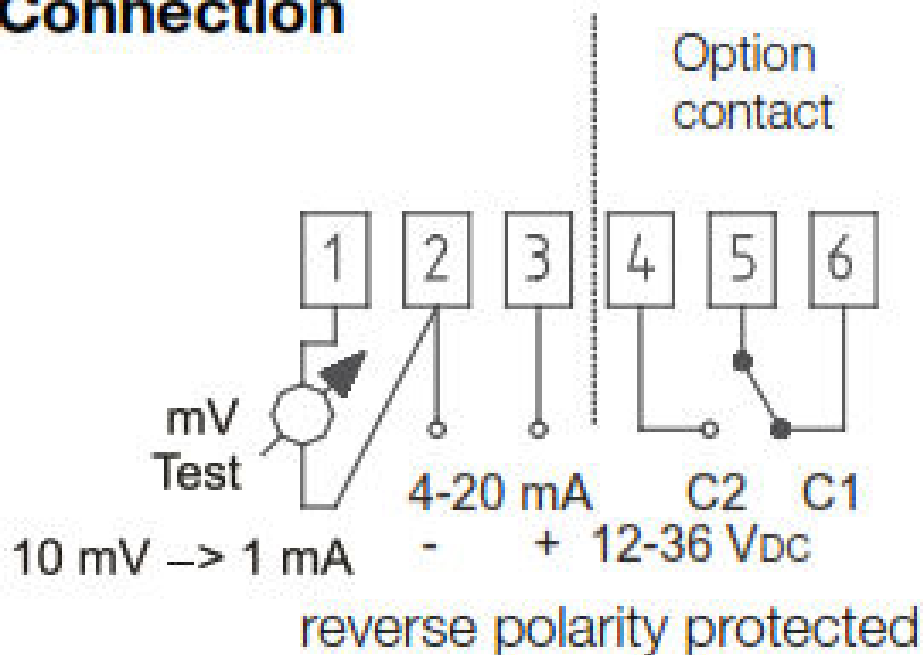


Рис. 2.13. Схема підключення KOBOLD NUS-4.

Order Details (Example: NUS-4x04 R8 340)

Model	Sensor material	Measuring range	Frequency [kHz]	Connection	Power supply	Output/display
NUS-4...	0 = polypropylene 9 = PVDF	04 = 0.2 - 4 m liquids 0.2 - 1.6 m solids	80	R8 = 1½ BSP N8 = 1½ NPT	3 = 12 - 36 V _{DC}	40 = 4 - 20 mA R0 = 4 - 20 mA and relay
		06 = 0.25 - 6 m liquids 0.25 - 2.4 m solids	80	R9 = 2 BSP N9 = 2 NPT		4H = 4-20 mA + HART®
		08 = 0.35 - 8 m liquids 0.35 - 3.2 m solids	60			RH = 4-20 mA + HART® + relay
		10 = 0.35 - 10 m liquids 0.35 - 4 m solids	60	FB = flange DN80 AB = ANSI-flange 3"		4P = pluggable programming unit with LCD-display, 4 - 20 mA
		15 = 0.45 - 15 m liquids 0.45 - 6 m solids	40	FD = flange DN125 AD = ANSI-flange 5"		RP = pluggable programming unit with LCD-display, 4 - 20 mA, relay
		25 = 0.6 - 25 m liquids 0.6 - 10 m solids	20	FE = flange DN150 AE = ANSI-flange 6"		
NUS-400P		pluggable programming unit with LCD-Display				

Рис. 2.14. Замовлення KOBOLD NUS-4.

Installation (Liquid Level Measurement)

- Never mount two ultrasonic level-measuring devices in one container, because the two devices can interfere with each other's functioning.

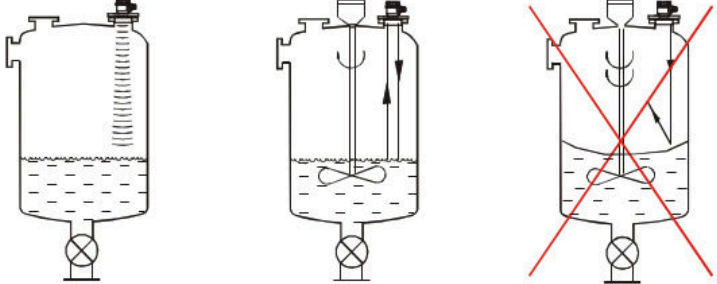
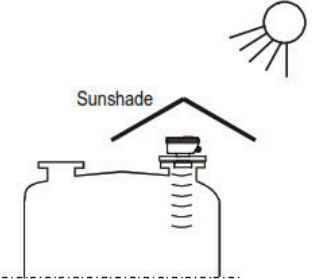
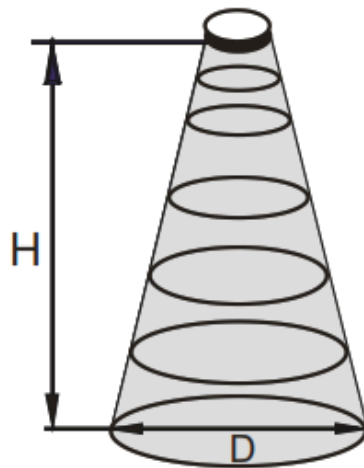
<p>POSITION</p> <p>The optimal position of the NUS-4 is on the radius $r = (0.3 \dots 0.5) R$ of the (cylindrical) tank / silo. (Take also sonic cone on page 39 into consideration.)</p>	
<p>SENSOR ALIGNMENT</p> <p>The sensor face has to be parallel to the surface of the liquid within $\pm 2-3^\circ$.</p>	<p>TEMPERATURE</p> <p>Make sure that the transmitter will be protected against overheating by direct sunshine.</p> 
<p>OBSTACLES</p> <p>Make sure that no in-flow path or objects (e.g. cooling pipes, ladders, bracing members, thermometers, etc.) or no tank wall of the ragged surface protrude into the sensing cone of the ultrasonic beam. One fix object in the tank / silo that disturb the measurement can be blocked out by the optional programming unit.</p>	<p>FOAM</p> <p>Foaming of the liquid surface may render ultrasonic level metering impossible. If possible, a location should be found, where foaming is the least (device should be located as far as possible from liquid inflow) or a stilling pipe or well should be used.</p> <p>WIND</p> <p>An intensive air (gas) movement in the vicinity of the ultrasonic cone is to be avoided. A strong draft of wind may "blow away" the ultrasound. Devices with lower measuring frequency (40, 20 kHz) are recommended.</p> <p>FUMES / VAPOURS</p> <p>For closed tanks containing chemicals or other liquids, which creates fume/gases above the liquid surface especially for outdoor tanks exposed to the sun, a strong reduction of the nominal measuring range of the ultrasonic device is to be considered during device selection. Devices with lower measuring frequency (40, 20 kHz) are recommended in these cases units.</p>

Рис. 2.15. Методи встановлення KOBOLD NUS-4.



Conical beam diameter D (m)

H	NUS-4x04	NUS-4x06	NUS-4x08	NUS-4x10	NUS-4x15	NUS-4x25
1 m	0.15 m	0.14 m	0.18 m	0.16 m	0.21 m	0.27 m
2 m	0.25 m	0.23 m	0.30 m	0.25 m	0.30 m	0.39 m
4 m	0.46 m	0.40 m	0.54 m	0.42 m	0.47 m	0.64 m
6 m	-	0.58 m	0.79 m	0.60 m	0.65 m	0.88 m
8 m	-	-	-	0.77 m	0.82 m	1.13 m
10 m	-	-	-	0.95 m	1.00 m	1.37 m
15 m	-	-	-	-	1.43 m	1.98 m
25 m	-	-	-	-	-	3.21 m

Рис. 2.16. Принцип випромінювання хвиль в KOBOLD NUS-4.

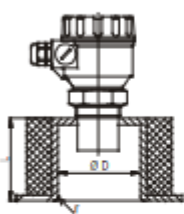
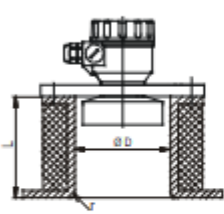
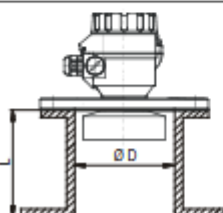
STAND-OFF PIPE										
The structure of the stand off pipe should be rigid; the inner rim where the ultrasonic beam leaves the pipe should be rounded.										
	L	D _{min}				L	D _{min}			
		NUS-4x04	NUS-4x06	NUS-4x08			NUS-4x10	NUS-4x15	NUS-4x25*	
	150	50	60	60		90	80	130	-	
	200	50	60	75		200	80	140	-	
	250	65	65	90		350	85	150	-	
	300	80	75	105		500	90	160	-	
	350	95	85	120						
	L	D _{min}								
		NUS-4x10		NUS-4x15						
		90	80	130						
		200	80	140						
		350	85	150						
500	90	160								

Рис. 2.17. Методи монтажу KOBOLD NUS-4.

Dimensions

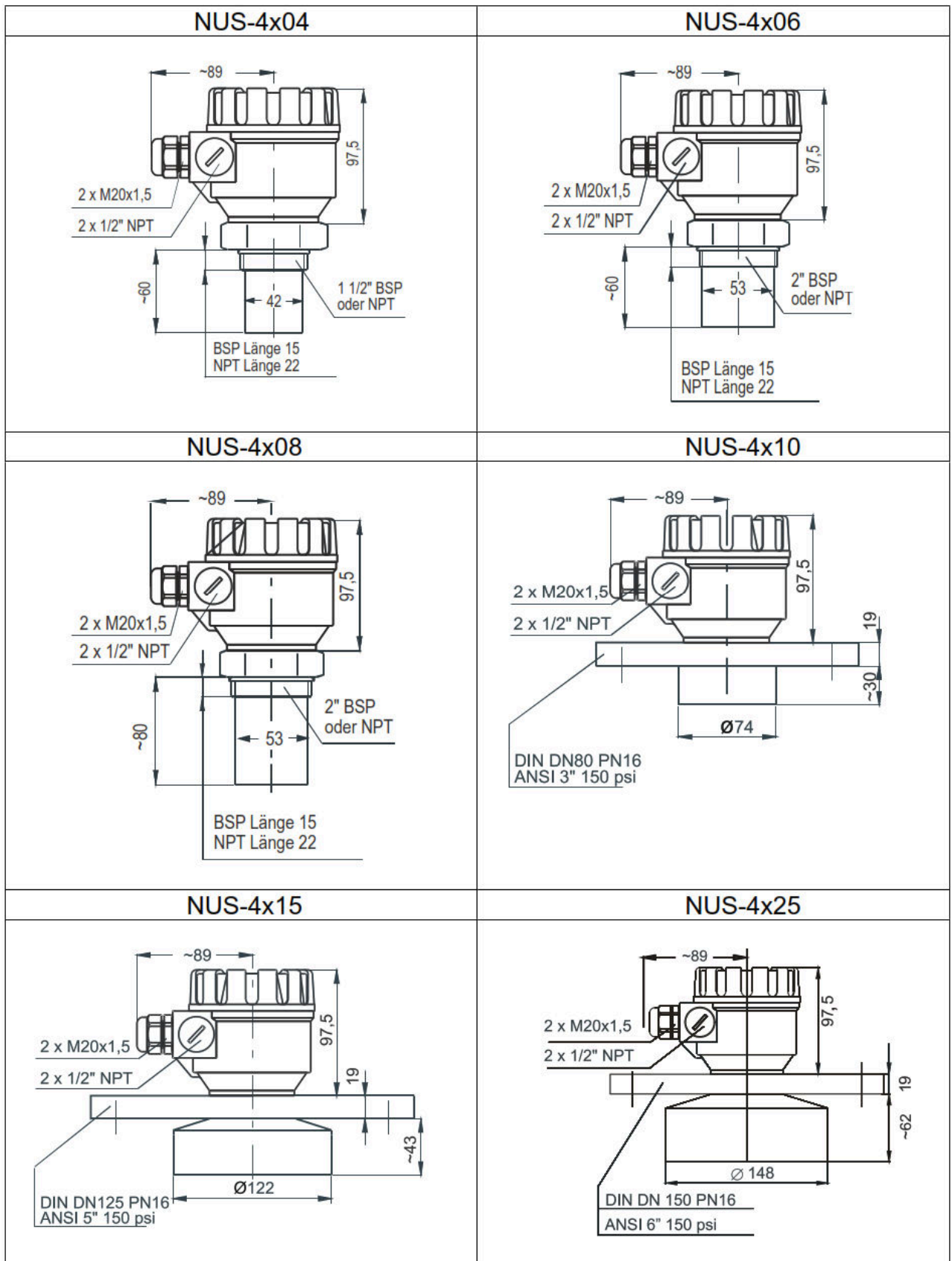


Рис. 2.18. Розміри KOBOLD NUS-4.

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

3-х ходові клапани управляючі потоком

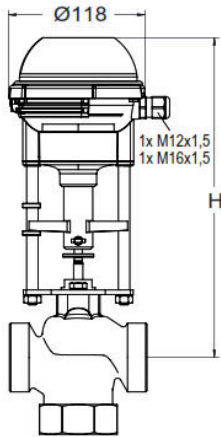
Для управління потоком молока чи миючого розчину задіяні 3-х ходові клапани управляючі потоком CV316 RGA з електричним приводом TA-MC55/24 фірми IMI Hydronic Engineering (рис. 2.19). [6]



Рис. 2.19. IMI Hydronic Engineering TA-MC55/24 + CV316 RGA.

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

Actuator TA-MC55



TA-MC55/24, TA-MC55/230, TA-MC55Y

DN	H	Kg
15	267	1,5
20	272	1,5
25 - 32	277	1,5
40 - 50	282	1,5

Technical description

		TA-MC55/24	TA-MC55/230	TA-MC55Y
Actuating time ¹⁾	s/mm	9 · 5*		
Actuating thrust	kN	0,6		
Stroke	mm	max. 20		
Power supply	VAC	24 ±10%	230 +6% -10%	24 ±10%
Power supply	VDC	24 ±10%	-	24 ±10%
Frequency	Hz	50/60 ±5%		
Power consumption	VA	3,5	7	3,5
Input signal ³⁾		3-point		0(2)...10 VDC, 70 kΩ 0(4)...20 mA, 0,51 kΩ
Output signal ³⁾		0..10 VDC max. 8 mA min. 1200 Ω		
Hysteresis	V	0,3		

Enclosure class:

Automatic operation: IP 54

Manual operation: IP 30

Resolution:

Electric: 0,04 VDC

Mechanical: 0,06 mm

Electrical connection:

Actuator with screwed terminals.

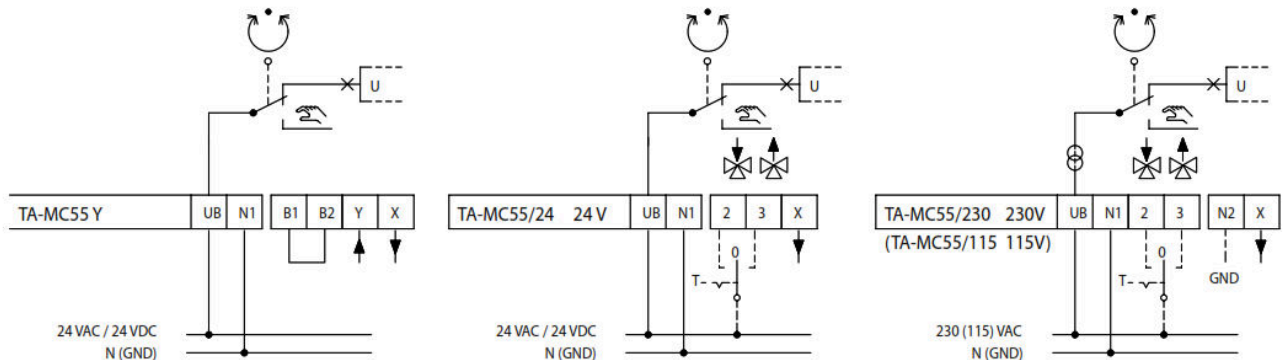
Ambient temperature:

0 - 60°C

Operation mode:

S3-50% ED c/h 1200 EN 60034-1

Wiring diagram:



End position switch-off:

Load-dependent

Actuator variants:

- Voltage: 115 VAC

- Adapter with coupling for external products

For variants and accessories please contact IMI Hydronic Engineering.

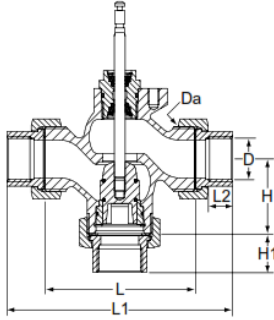
1) Actuating time freely adjustable, presetting is marked with *

3) Invertible input and output signal

Рис. 2.20. Технічні дані та підключення IMI Hydronic Engineering TA-MC55/24.

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

CV316 RGA (3-way)



Female threads according to ISO 7

DN	D	Da	L	L1	L2	H	H1	Kvs	Kg	Article No
15	Rp1/2	G1	62	114	13	40	66	0,63	0,9	60-330-115
15	Rp1/2	G1	62	114	13	40	66	1,25	0,9	60-330-215
15	Rp1/2	G1	62	114	13	40	66	1,6	0,9	60-330-315
15	Rp1/2	G1	62	114	13	40	66	2,5	0,9	60-330-415
15	Rp1/2	G1	62	114	13	40	66	4	0,9	60-330-515
20	Rp3/4	G1 1/4	75	127	15	41	67	5	1,4	60-330-120
20	Rp3/4	G1 1/4	75	127	15	41	67	6,3	1,4	60-330-220
25	Rp1	G1 1/2	80	138	17	45	74	8	1,7	60-330-125
25	Rp1	G1 1/2	80	138	17	45	74	10	1,7	60-330-225
32	Rp1 1/4	G2	120	184	19	55	89	12,5	3,4	60-333-132
32	Rp1 1/4	G2	120	184	19	55	89	16	3,4	60-333-232
40	Rp1 1/2	G2 1/4	130	198	19	60	94	20	4,0	60-333-140
40	Rp1 1/2	G2 1/4	130	198	19	60	94	25	4,0	60-333-240
50	Rp2	G2 3/4	150	222	24	65	101	31,5	5,7	60-333-150
50	Rp2	G2 3/4	150	222	24	65	101	40	5,7	60-333-250

Actuators

Note: DC – Direct-current rectified alternating voltage.

*) DC – Direct current flat voltage.

Type	Power supply	Actuating thrust [kN]	Input signal	Article No
TA-MC55/24	24 VAC/DC	0,6	3-point	61 055-001
TA-MC55/24	24 VDC *	0,6	3-point	61 055-402
TA-MC55/230	230 VAC	0,6	3-point	61 055-002
TA-MC55Y	24 VAC/DC	0,6	0(2)-10 V, 4(0)-20 mA	61 055-003
TA-MC55Y	24 VDC *	0,6	0(2)-10 V, 4(0)-20 mA	61 055-004
TA-MC100/24	24 VAC/DC	1,0	3-point, 0(2)-10 V, 4(0)-20 mA	61 100-001
TA-MC100/24	24 VDC *	1,0	3-point, 0(2)-10 V, 4(0)-20 mA	61 100-003
TA-MC100/230	230 VAC	1,0	3-point, 0(2)-10 V, 4(0)-20 mA	61 100-002
TA-MC161/24	24 VAC/DC	1,6	3-point, 0(2)-10 V, 4(0)-20 mA	61 161-001
TA-MC161/230	230 VAC	1,6	3-point, 0(2)-10 V, 4(0)-20 mA	61 161-002
TA-MC100FSE/24	24 VAC	1,0	3-point, 0(2)-10 V, 4(0)-20 mA	61 100-101
TA-MC100FSE/230	230 VAC	1,0	3-point	61 100-102
TA-MC100FSR/24	24 VAC	1,0	3-point, 0(2)-10 V, 4(0)-20 mA	61 100-201
TA-MC100FSR/230	230 VAC	1,0	3-point	61 100-202

Рис. 2.21. Технічні дані IMI Hydronic Engineering CV316 RGA + TA-MC55/24.

2.2. Схема автоматизації

На схемі автоматизації процесу пастеризації молока відображено регулювання: температури пастеризації молока; температури охолодження молока; підтримки температури охолодженого молока в резервуарі; управління клапанами та насосами в залежності від рівня молока в резервуарі та температури пастеризації.

Температура пастеризації молока, а також температура охолодженого молока та підтримка температури охолодженого молока в резервуарі вимірюється датчиками (поз. 1а-3а) та регулюється клапанами (поз. 1в-3в), що регулюють подачу гарячої води та холодоагенту, що приводяться в дію електричними виконавчими механізмами (поз. 1б-3б), які отримують уніфікований електричний сигнал 4-20 мА від ПЛК.

При недотриманні температури пастеризації в пастеризаційно-охолоджувальній установці 3-х ходовий клапан (поз. 2д) перемикається в друге положення за допомогою електричного виконавчого механізму (поз. 2г), який отримує дискретні сигнали від ПЛК та вмикається насос (поз. М1) від магнітного пускача (поз. КМ1) і молоко знову надходить в резервуар.

При дотриманні температури пастеризації в пастеризаційно-охолоджувальній установці 3-х ходовий клапан (поз. 2д) залишається в першому положенні та вмикається насос (поз. М2) від магнітного пускача (поз. КМ2) і молоко через секцію охолодження надходить на виробництво.

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

Вимірювання рівня молока в резервуарі здійснюється радарним рівнеміром (поз. 4а). Залежно від рівня молока в відбувається управління насосами (поз. М3-М4) від магнітних пускачів (поз. КМ3-КМ4), які отримують дискретні сигнали від ПЛК.

При виконанні процесу мийки резервуара та пастеризаційно-охолоджувальної установки 3-х ходові клапани (поз. 2д, 5б, 5г) перемикаються в друге положення за допомогою електричних виконавчих механізмів (поз. 2г, 5а, 5в), які отримують дискретні сигнали від ПЛК та відбувається процесу мийки.

Реалізація управління змішувачем (поз. М5) відбувається від магнітного пускача (поз. КМ5), який отримує дискретний сигнал від ПЛК.

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

2.3. Специфікація засобів автоматизації

Таблиця 2.1. Специфікація приладів та засобів автоматизації.

№ п/п	№ поз. за схемою	Місце встановлення	Найменування і технічна характеристика виробу	Тип, Марка	К-сть	Виробник
1	2	3	4	5	6	7
1	1а, 2а, 3а	по місцю	Термометр опору Pt100 з уніфікованим вихідним сигналом 4-20мА, напруга живлення 24 В DC, діапазон вимірювань -50...+250 °С	LTS-A	3	KOBOLD, Німеччина
2	1б, 2б, 3б	по місцю	Виконавчий механізм, ан. вих. сигналу постійного струму: 4-20 мА Uживл. ~24 V AC.	EVA-3M	3	Dwyer, США
4	1в, 2в, 3в	по місцю	Клапан, Ду = 2-1/2"	GV1	3	Dwyer, США
6	4а	по місцю	Ультразвуковий рівнемір з уніфікованим вихідним сигналом 4-20 мА, напруга живлення 24 В DC, діапазон вимірювань 0...25 м	NUS-4	1	KOBOLD, Німеччина

Продовження таблиці 2.1.

1	2	3	4	5	6	7
7	2г 5а, 5в	по місцю	Привід 3-х ходового клапану, напруга живлення 24 В DC	IMI Hydronic TA-MC161/24	3	IMI Hydronic Engineering, США
8	2д, 5б, 5г	по місцю	3-х ходовий клапан, Dy = 50 мм	IMI Hydronic CV316RGA	3	IMI Hydronic Engineering, США
10	KM1- KM5	по місцю	Електромагнітне реле, 3 контакти, напруга макс. 400 В АС, струм комутації 40 А	Carlo Gavazzi RZ3A60D40P	5	СВ «Альтера» м. Київ
11	M1- M4	по місцю	Насос з трьохфазним асинхронним двигуном, потужність 5.5 кВт, напруга живлення 380В.	Grundfos TP 150-110/6	4	Насос- Монтаж м. Київ
12	M5	по місцю	Трьохфазний асинхронний двигун, потужність 3 кВт, напруга живлення 380В.	AIP90L2	1	ООО "Систе- макс" м. Київ

Таблиця 3.1. Вибір модулів для ПЛК.

Модулі вводу/виводу		Примітка
Найменування	Кількість	
BMX P34 2020	1	Модуль процесора Schneider Electric Modicon M340.
BMX CPS 2000	1	Модуль блоку живлення ПЛК
BMX AMI 0810	1	Модуль на 8 аналогових входів
BMX AMO 0410	1	Модуль на 4 аналогових виходів
BMX DDO 1602	1	Модуль на 16 дискретних виходів

3.2. Загальна схема підключення датчиків та ВМ до ПЛК

В системі автоматизації процесу пастеризації молока в принциповій електричній схемі автоматичного регулювання зображені використані елементи:

- автоматичні вимикачі з захистом від короткого замикання (QF1-QF4);
- блоки живлення постійною напругою 24 В (БЖ1-БЖ2).
- блок живлення змінної напруги 24 В (БЖ3).

В системі автоматизації процесу пастеризації молока на принциповій електричній схемі автоматичного регулювання нумерація проводів задіяна така:

- проводи зі змінною напругою (800-813);
- проводи з постійною напругою (900-903);
- проводи з вимірювальними сигналами (100-103);
- проводи з сигнали регулювання та управління (200-216).

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

3.3. Розширені схеми підключення для окремого контуру

Контур регулювання температури в резервуарі

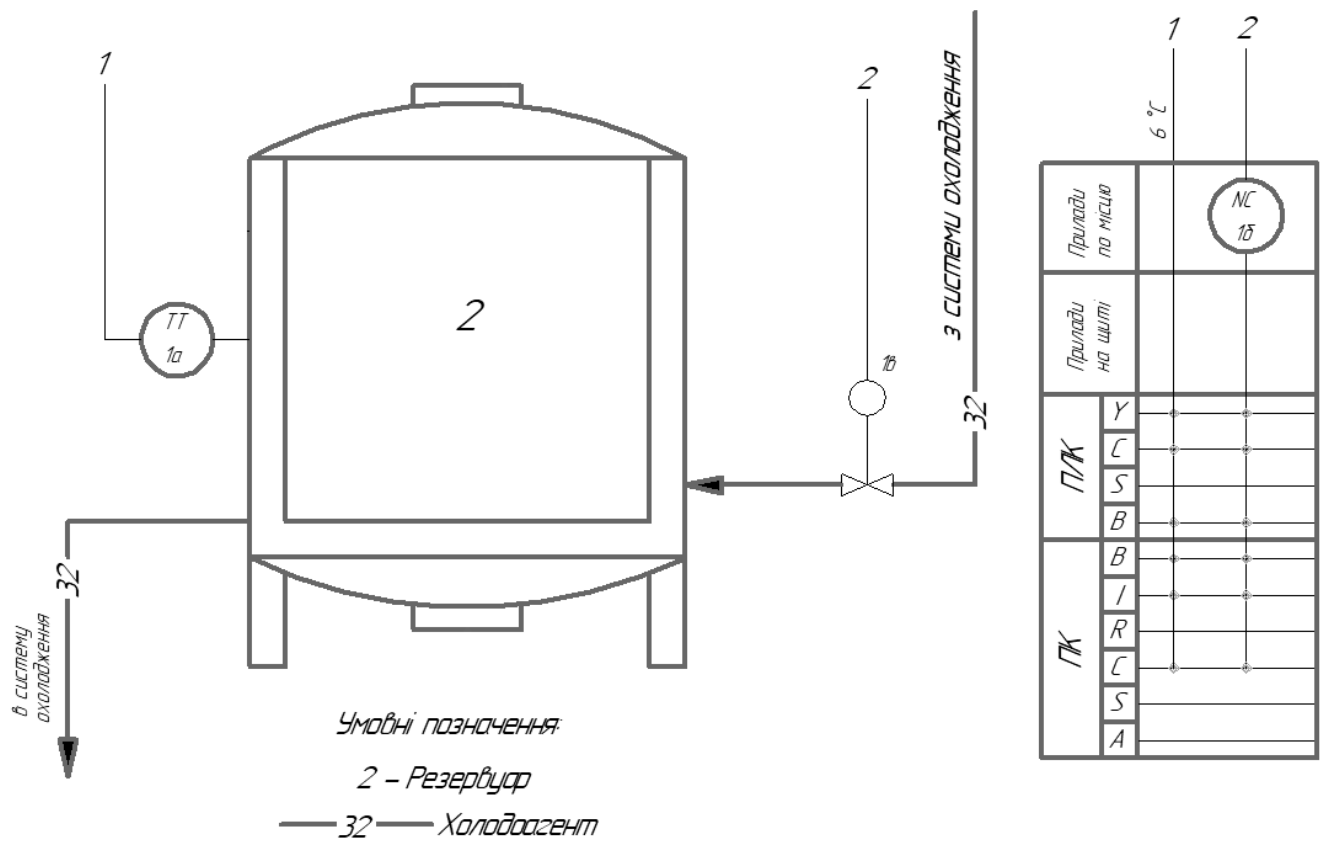


Рис. 3.2. Контур регулювання температури в резервуарі.

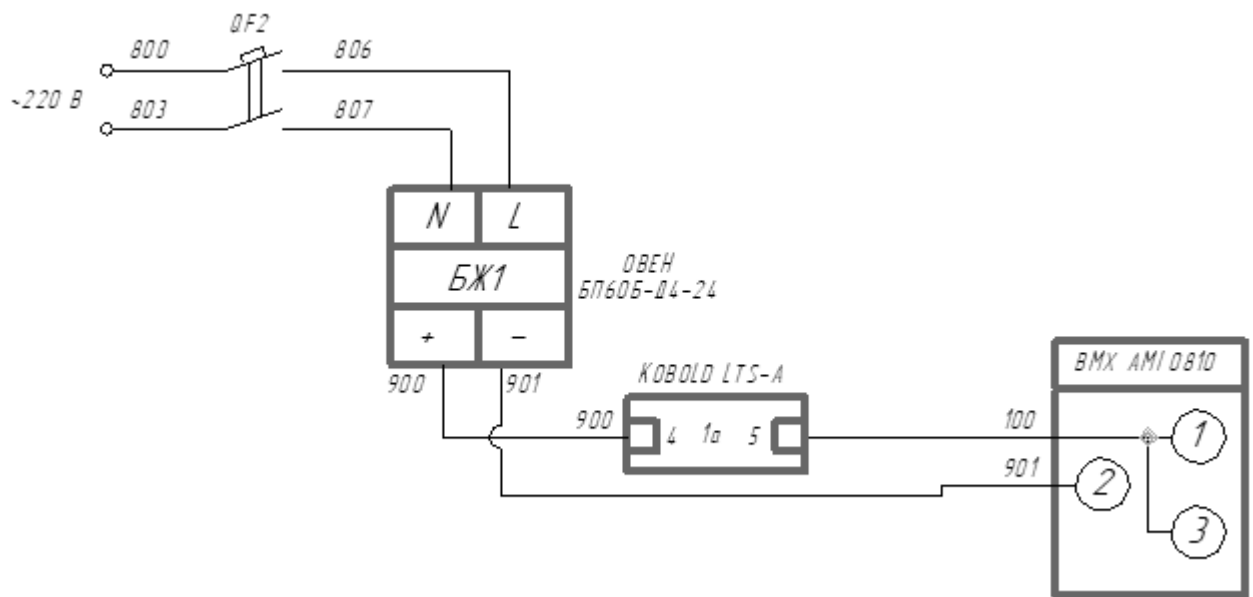


Рис. 3.3. Схема підключення KOBOLD LTS-A до BMX AMI 0810.

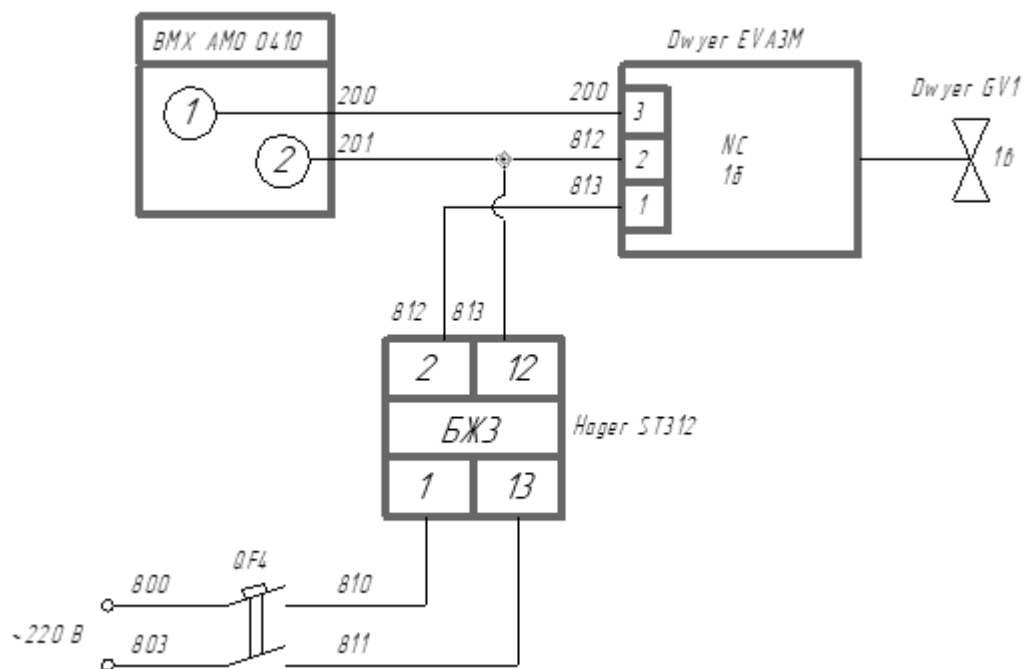


Рис. 3.4. Схема підключення Dwyer EVA3M до BMX AMO 0410.

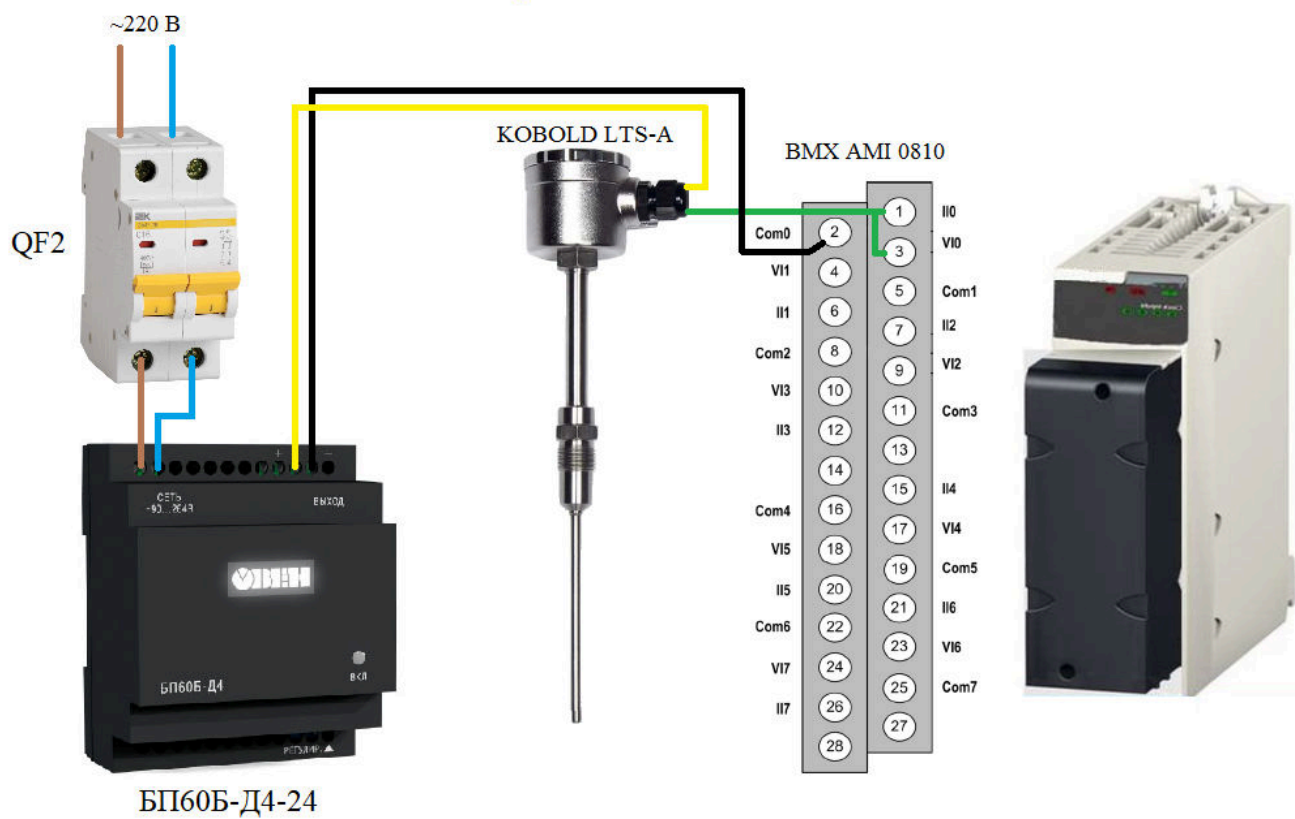


Рис. 3.5. Графічна схема підключення KOBOLD LTS-A до BMX AMI 0810.

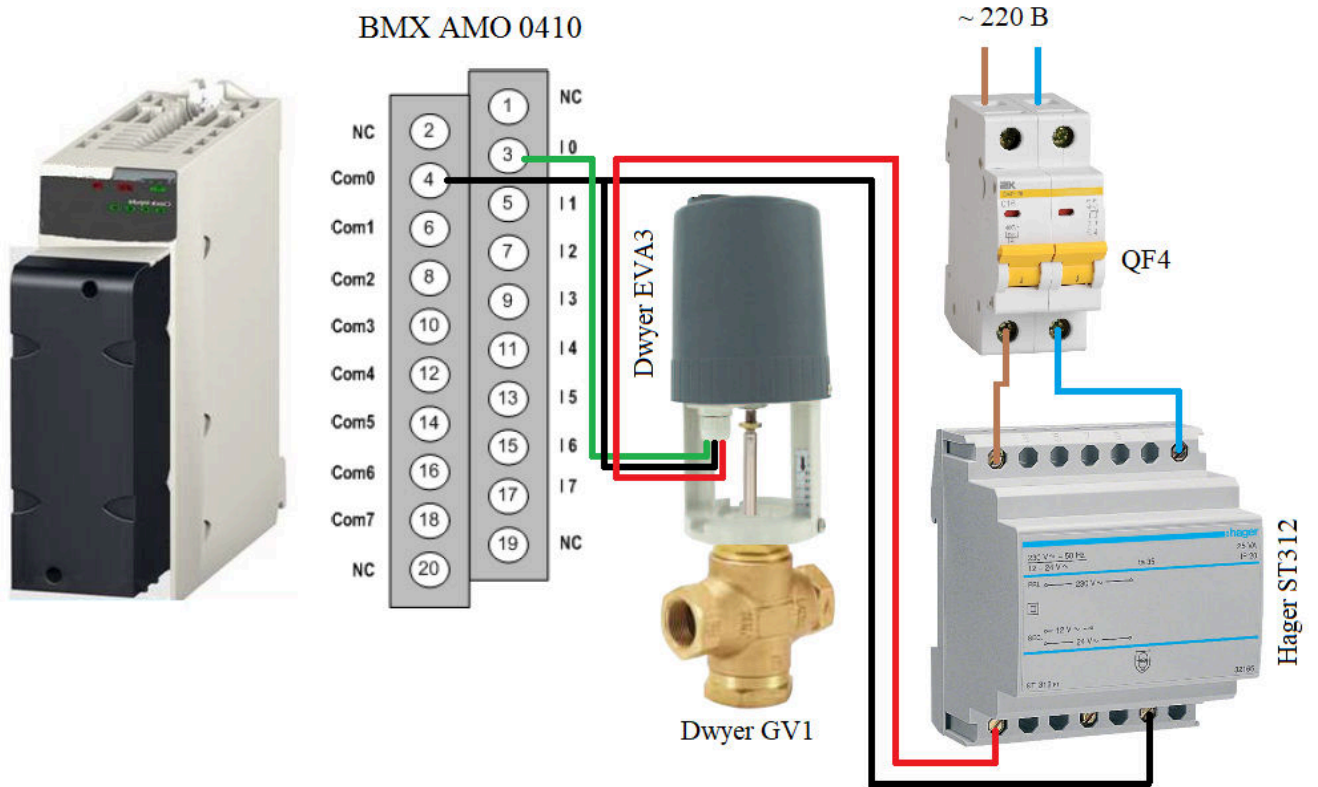


Рис. 3.6. Графічна схема підключення Dwyer EVA3M до BMX AMO 0410.

Розділ 4. Креслення встановлення технічного засобу

Для вимірювання рівня молока в резервуарі задіяно KOBOLD NUS-4 (рис. 4.1). [5]



Рис. 4.1. KOBOLD NUS-4.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Троценко С.О.</i>			<i>Розробка системи автоматизації процесу пастеризації молока</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Керівник</i>		<i>Міркевич Р.М.</i>					42	6
<i>Зав. каф.</i>		<i>Смітюх Я.В.</i>			<i>НУХТ АК-4-1</i>			
<i>Секр. ЕК</i>		<i>Проскурка Є.С.</i>						

Technical Details

Measuring principle:	ultrasonic principle, echo time measurement
Frequency:	see order table
Beam cone:	NUS-4x04: 6°, NUS-4x06, -4x10, -4x15: 5° NUS-4x08, NUS-4x25: 7°
Delay time:	10, 30, 60 seconds; programmable
Meas. accuracy (at 20 °C):	±0.2 % of reading +0.05 % of full scale
Resolution:	depending on measuring distance <2 m: 1 mm 2 ... 5 m: 2 mm 6 ... 10 m: 5 mm >10 m: 10 mm
Mounting position:	vertical to the product surface
Process temperature:	-30 ... +90 °C
Ambient temperature:	-30 ... +70 °C -25 ... +70 °C (with programming unit)
Operating pressure:	0.5 ... 3 bar abs. (<1 bar abs. on request)

Materials

Housing:	aluminium, powder-coated
Sensor and connection:	polypropylene, PVDF
Process connection:	
NUS-4x04:	G 1½*, 1½ NPT
NUS-4x06, NUS-4x08:	G 2*, 2 NPT
NUS-4x10:	flange DN 80, ANSI 3"
NUS-4x15:	flange DN 125, ANSI 5"
NUS-4x25:	flange DN 150, ANSI 6"
* G-thread with counter nut and EPDM-gasket	
Electrical connection:	2 x M20 x 1,5 cable gland cable diameter 6 ... 12 mm and 2 x ½" NPT wire cross section: 0.5 ... 1.5 mm ²
Switching output:	relay (SPDT) 30 V _{DC} , 1A
Analogue output:	4 ... 20 mA (3.9 ... 20.5 mA) galvanically isolated, protection against surge transients
Load:	max. (U _s – 11.4 V) / 0.02 A,
Power supply:	12 - 36 V _{DC} , 2-wire (reverse polarity protected)
Display (pluggable):	6-digit LCD-display, symbols and bar graph, PBT, glass fibre reinforced, flame proof (DuPont®)
Protection:	sensor IP 68, Housing: IP 67
Weight:	with thread: approx. 1.1 kg with flange: approx. 2.5 kg

Рис. 4.2. Технічні дані KOBOLD NUS-4.

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

Electrical Connection

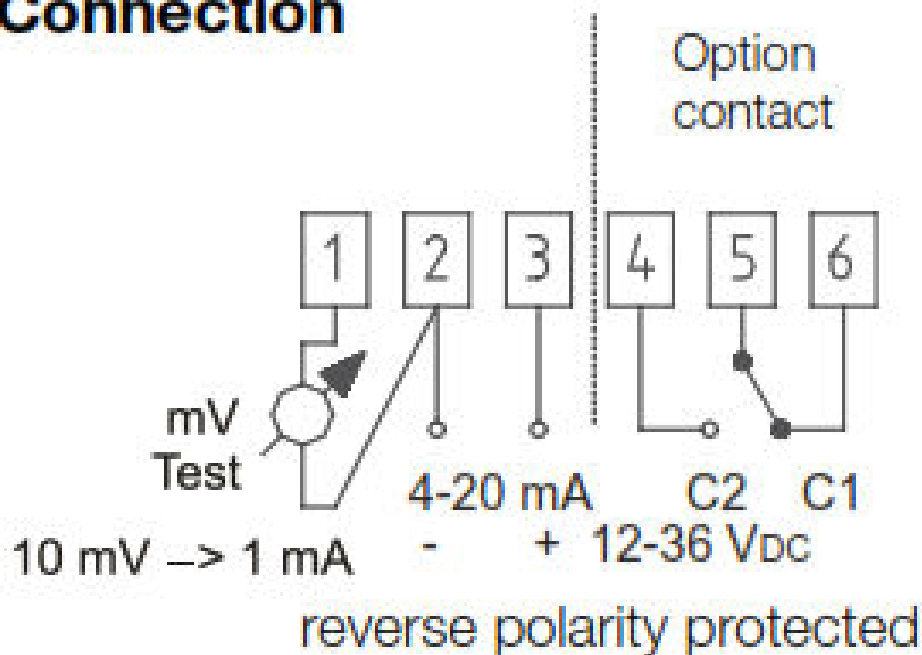


Рис. 4.3. Схема підключення KOBOLD NUS-4.

Order Details (Example: NUS-4x04 R8 340)

Model	Sensor material	Measuring range	Frequency [kHz]	Connection	Power supply	Output/display
NUS-4...	0 = polypropylene 9 = PVDF	04 = 0.2 - 4 m liquids 0.2 - 1.6 m solids	80	R8 = 1½ BSP N8 = 1½ NPT	3 = 12 - 36 V _{DC}	40 = 4 - 20 mA R0 = 4 - 20 mA and relay
		06 = 0.25 - 6 m liquids 0.25 - 2.4 m solids	80	R9 = 2 BSP N9 = 2 NPT		4H = 4-20 mA + HART®
		08 = 0.35 - 8 m liquids 0.35 - 3.2 m solids	60			RH = 4-20 mA + HART® + relay
		10 = 0.35 - 10 m liquids 0.35 - 4 m solids	60	FB = flange DN80 AB = ANSI-flange 3"		4P = pluggable programming unit with LCD-display, 4 - 20 mA
		15 = 0.45 - 15 m liquids 0.45 - 6 m solids	40	FD = flange DN125 AD = ANSI-flange 5"		RP = pluggable programming unit with LCD-display, 4 - 20 mA, relay
		25 = 0.6 - 25 m liquids 0.6 - 10 m solids	20	FE = flange DN150 AE = ANSI-flange 6"		
NUS-400P		pluggable programming unit with LCD-Display				

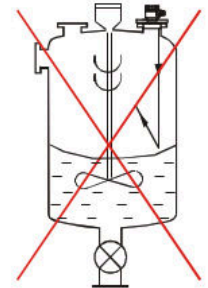
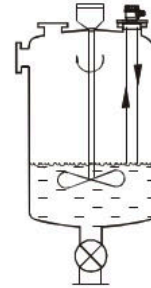
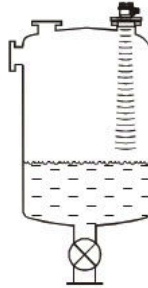
Рис. 4.4. Замовлення KOBOLD NUS-4.

Installation (Liquid Level Measurement)

- Never mount two ultrasonic level-measuring devices in one container, because the two devices can interfere with each other's functioning.

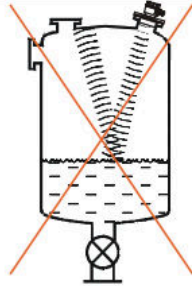
POSITION

The optimal position of the NUS-4 is on the radius
 $r = (0.3 \dots 0.5) R$ of the (cylindrical) tank / silo.
 (Take also sonic cone on page 39 into consideration.)



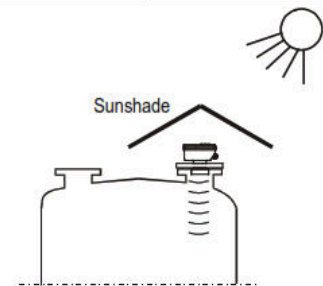
SENSOR ALIGNMENT

The sensor face has to be parallel to the surface of the liquid within $\pm 2-3^\circ$.



TEMPERATURE

Make sure that the transmitter will be protected against overheating by direct sunshine.



OBSTACLES

Make sure that no in-flow path or objects (e.g. cooling pipes, ladders, bracing members, thermometers, etc.) or no tank wall of the ragged surface protrude into the sensing cone of the ultrasonic beam.
 One fix object in the tank / silo that disturb the measurement can be blocked out by the optional programming unit.



FOAM

Foaming of the liquid surface may render ultrasonic level metering impossible. If possible, a location should be found, where foaming is the least (device should be located as far as possible from liquid inflow) or a stilling pipe or well should be used.

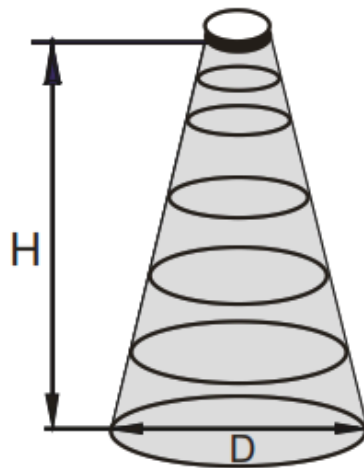
WIND

An intensive air (gas) movement in the vicinity of the ultrasonic cone is to be avoided. A strong draft of wind may "blow away" the ultrasound.
 Devices with lower measuring frequency (40, 20 kHz) are recommended.

FUMES / VAPOURS

For closed tanks containing chemicals or other liquids, which creates fume/gases above the liquid surface especially for outdoor tanks exposed to the sun, a strong reduction of the nominal measuring range of the ultrasonic device is to be considered during device selection.
 Devices with lower measuring frequency (40, 20 kHz) are recommended in these cases units.

Рис. 4.5. Методи встановлення KOBOLD NUS-4.



Conical beam diameter D (m)

H	NUS-4x04	NUS-4x06	NUS-4x08	NUS-4x10	NUS-4x15	NUS-4x25
1 m	0.15 m	0.14 m	0.18 m	0.16 m	0.21 m	0.27 m
2 m	0.25 m	0.23 m	0.30 m	0.25 m	0.30 m	0.39 m
4 m	0.46 m	0.40 m	0.54 m	0.42 m	0.47 m	0.64 m
6 m	-	0.58 m	0.79 m	0.60 m	0.65 m	0.88 m
8 m	-	-	-	0.77 m	0.82 m	1.13 m
10 m	-	-	-	0.95 m	1.00 m	1.37 m
15 m	-	-	-	-	1.43 m	1.98 m
25 m	-	-	-	-	-	3.21 m

Рис. 4.6. Принцип випромінювання хвиль в KOBOLD NUS-4.

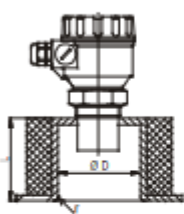
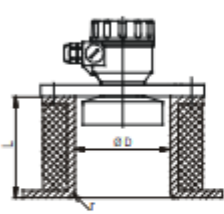
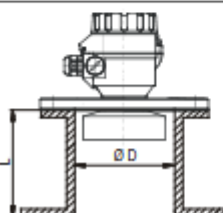
STAND-OFF PIPE									
The structure of the stand off pipe should be rigid; the inner rim where the ultrasonic beam leaves the pipe should be rounded.									
	L	D _{min}				L	D _{min}		
		NUS-4x04	NUS-4x06	NUS-4x08			NUS-4x10	NUS-4x15	NUS-4x25*
	150	50	60	60		90	80	130	-
	200	50	60	75		200	80	140	-
	250	65	65	90		350	85	150	-
	300	80	75	105		500	90	160	-
	350	95	85	120					
	L	D _{min}							
		NUS-4x10	NUS-4x15						
	90	80	130						
	200	80	140						
	350	85	150						
500	90	160							

Рис. 4.7. Методи монтажу KOBOLD NUS-4.

Dimensions

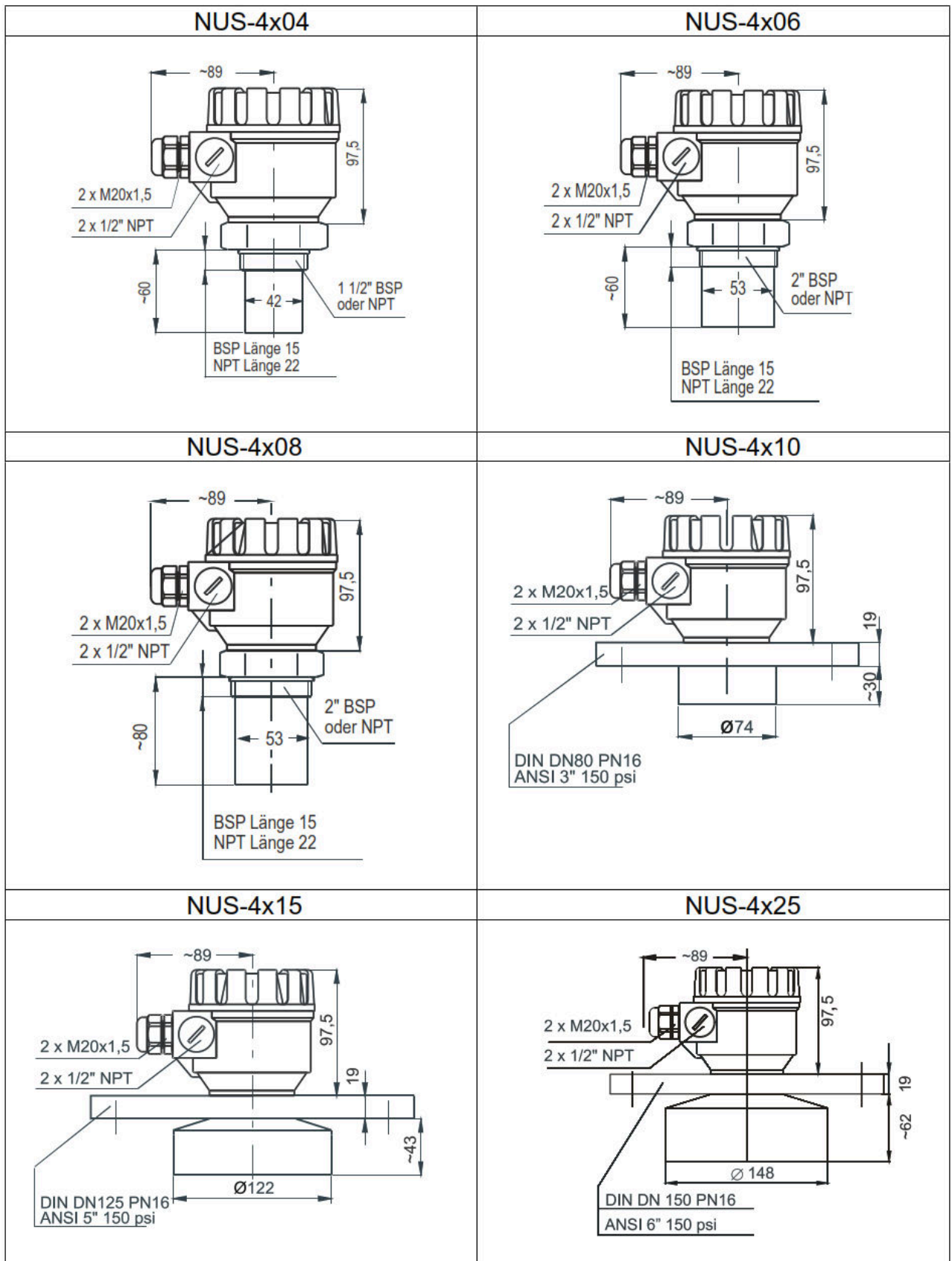
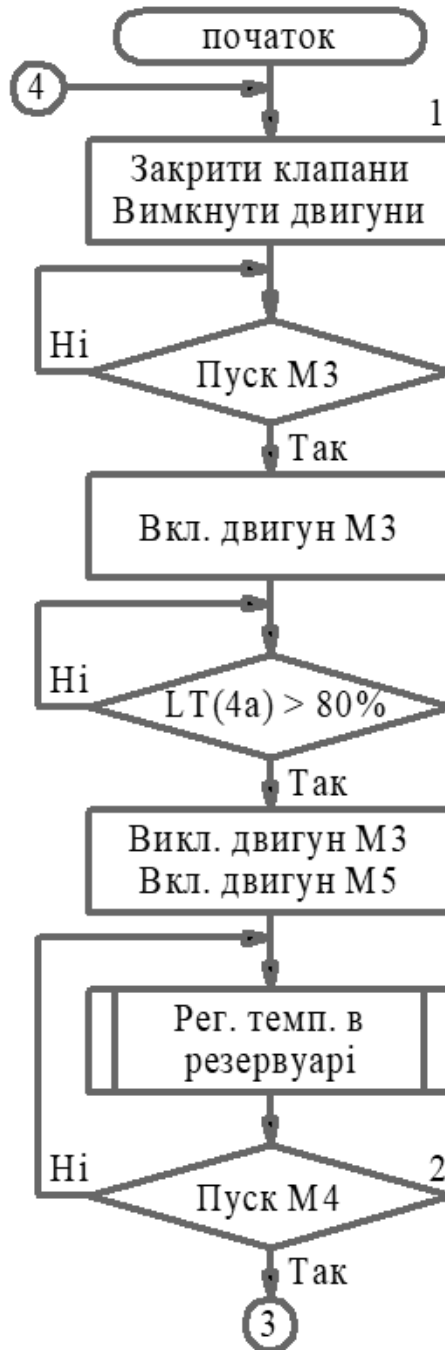


Рис. 4.8. Розміри KOBOLD NUS-4.

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

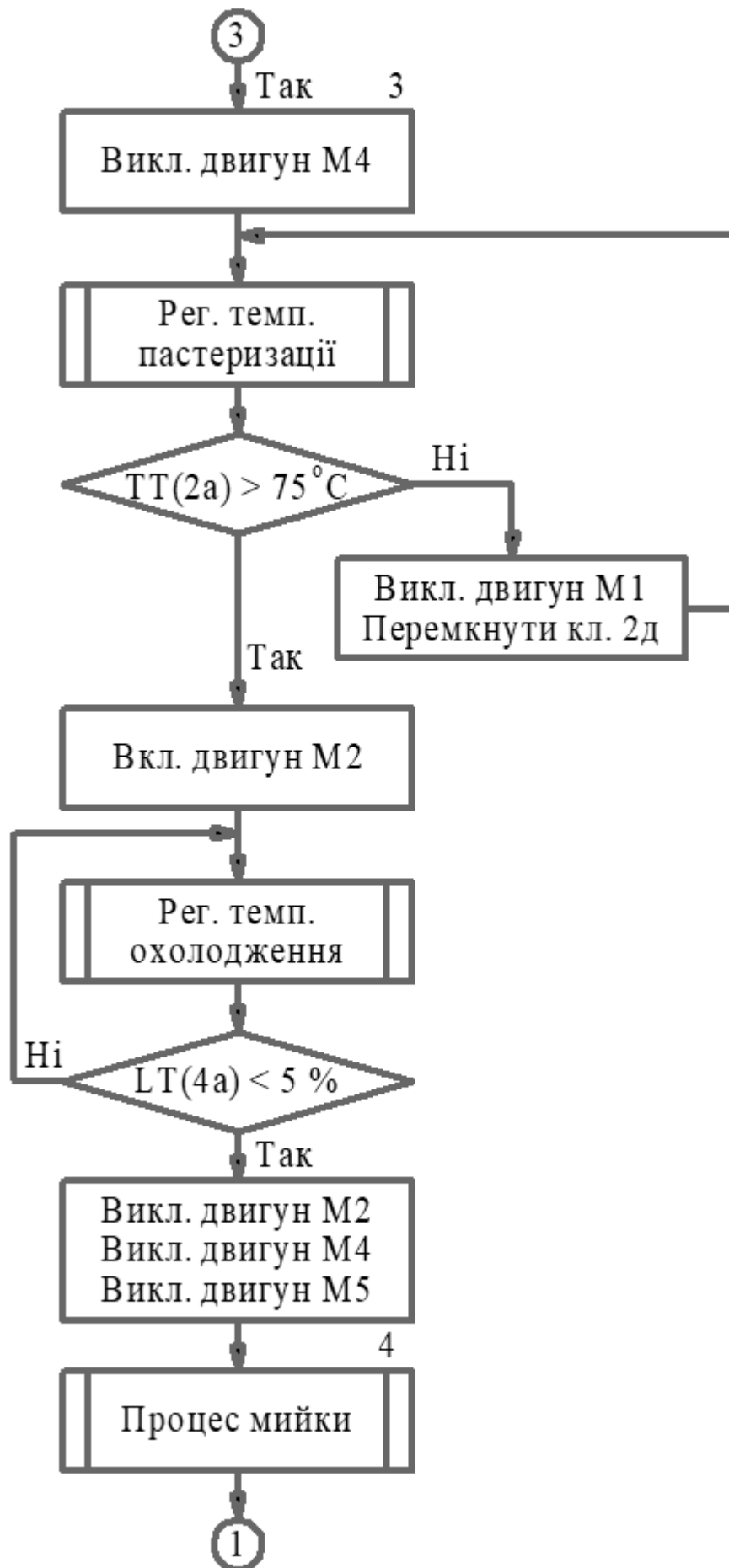
Розділ 5. Опис спеціального програмного забезпечення для промислового логічного контролера (алгоритм та програма для ПЛК)

Процес пастеризації молока описується наступним алгоритмом:



					Кваліфікаційна робота			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Троценко С.О.			Літ.	Арк.	Аркушів	
Керівник		Міркевич Р.М.				48	5	
Зав. каф.		Смітюх Я.В.			НУХТ АК-4-1			
Секр. ЕК		Проскурка Є.С.						

Розробка системи автоматизації процесу пастеризації молока



Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Для написання програми в ПЛК створені наступні змінні:

The screenshot shows the 'Data Editor' window with the following data:

Name	Address	Type	Value	Comment
KL2gP1	%Q0.3.5	EBOOL		Клапан 2г - положення 1
KL2gP2	%Q0.3.6	EBOOL		Клапан 2г - положення 2
KL5aP1	%Q0.3.7	EBOOL		Клапан 5а - положення 1
KL5aP2	%Q0.3.8	EBOOL		Клапан 5а - положення 2
KL5vP1	%Q0.3.9	EBOOL		Клапан 5в - положення 1
KL5vP2	%Q0.3.10	EBOOL		Клапан 5в - положення 2
KM1	%Q0.3.0	EBOOL		Насос М1
KM2	%Q0.3.1	EBOOL		Насос М2
KM3	%Q0.3.2	EBOOL		Насос М3
KM4	%Q0.3.3	EBOOL		Насос М4
KM5	%Q0.3.4	EBOOL		Змішувач М5
KL1b	%QW0.2.0	INT		Клапан 1б
KL2b	%QW0.2.1	INT		Клапан 2б
KL3b	%QW0.2.2	INT		Клапан 3б
LRezerv	%IW0.1.3	INT		Рівень в резервуарі
TOxol	%IW0.1.2	INT		Температура охолодження
TPast	%IW0.1.1	INT		Температура пастеризації
TRezerv	%IW0.1.0	INT		Температура в резервуарі

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Програма процесу пастеризації молока написана на мові програмування ST
(Structured Text):

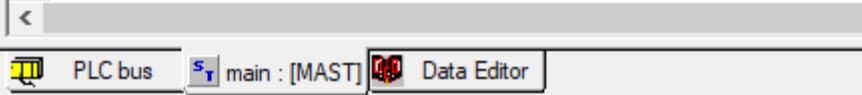
```
REPEAT
RESET (KM1);
RESET (KM2);
RESET (KM3);
RESET (KM4);
RESET (KM5);
SET (KL2gP1);
RESET (KL2gP2);
SET (KL5aP1);
RESET (KL5aP2);
SET (KL5vP1);
RESET (KL5vP2);
KL1b:=0;
KL2b:=0;
KL3b:=0;
UNTIL (NOT %M1)
END_REPEAT;

IF (%M1) THEN
SET (KM3);
END_IF;

IF (LRezerv > 8000) THEN
RESET (%M1);
RESET (KM3);
SET (KM5);
SET (%M2);
END_IF;

IF (%M2) THEN
PID_INT('', '', TRezerv, %M10, Params1, KL1b);
END_IF;

IF (%M3) THEN
SET (KM4);
SET (%M4);
END_IF;
```



```

END_IF;

IF (%M3) THEN
SET (KM4);
SET (%M4);
END_IF;

IF (%M4) THEN
RESET (%M3);
PID_INT('',' ', TPast, %M11, Params2, KL2b);
END_IF;

IF (TPast > 4163) THEN
PID_INT('',' ', TOxol, %M12, Params3, KL3b);
SET (KM2);
ELSE
SET (KM1);
RESET (KL2gP1);
SET (KL2gP2);
END_IF;

IF (LRezerv < 500) THEN
RESET (%M2);
RESET (%M4);
RESET (KM2);
RESET (KM4);
RESET (KM5);
RESET (%M10);
RESET (%M11);
RESET (%M12);
KL1b:=0;
KL2b:=0;
KL3b:=0;
RESET (KM3);
SET (KM5);
SET (%M2);
END_IF;

```

<



PLC bus



main : [MAST]



Data Editor

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Розділ 6. Розробка людино-машинного інтерфейсу оператора технолога

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

Мнемосхема для оператора АРМ (автоматизованого робочого місця) процесу пастеризації молока була розроблена в Vijeo Citect 7.20. Використані змінні для розробки мнемосхеми вказано в таблиці 6.1.

Таблиця 6.1. Опис змінних для Vijeo Citect 7.20.

Ім'я змінного тега	Адреса	Мін. вихідне значення	Макс. вихідне значення	Мін. значення в одиницях виміру	Макс. значення в одиницях виміру	Тип даних
1	2	3	4	5	6	7
TRezerv	%IW0.1.0	0	10000	-50	250	INT
TPast	%IW0.1.1	0	10000	-50	250	INT
TOxol	%IW0.1.2	0	10000	-50	250	INT
LRezerv	%IW0.1.3	0	10000	0	25	INT
KL1b	%QW0.2.0	0	10000	0	100	INT
KL2b	%QW0.2.1	0	10000	0	100	INT
KL3b	%QW0.2.2	0	10000	0	100	INT
KM1	%Q0.3.0	0	1	0	1	EBOOL
KM2	%Q0.3.1	0	1	0	1	EBOOL
KM3	%Q0.3.2	0	1	0	1	EBOOL
KM4	%Q0.3.3	0	1	0	1	EBOOL
KM5	%Q0.3.4	0	1	0	1	EBOOL
KL2gP1	%Q0.3.5	0	1	0	1	EBOOL
KL2gP2	%Q0.3.6	0	1	0	1	EBOOL
KL5aP1	%Q0.3.7	0	1	0	1	EBOOL
KL5aP2	%Q0.3.8	0	1	0	1	EBOOL
KL5vP1	%Q0.3.9	0	1	0	1	EBOOL
KL5vP2	%Q0.3.10	0	1	0	1	EBOOL

					<i>Кваліфікаційна робота</i>			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Троценко С.О.			Розробка системи автоматизації процесу пастеризації молока	Літ.	Арк.	Аркуші
Керівник		Міркевич Р.М.					53	2
Зав. каф.		Смітюх Я.В.				НУХТ АК-4-1		
Секр. ЕК		Проскурка Є.С.						

6.2. Відеокадри дисплейних мнемосхем оператора

Мнемосхема процесу пастеризації молока забезпечує оператора змогою контролювати технологічний процес з АРМ оператора, а при необхідності, ще й вносити вручну управляючі дію для клапанів, насосів, змішувача та змінювати завдання регуляторам.

Вигляд мнемосхеми для АРМ оператора п процесу пастеризації молока зображено на рис. 6.2.

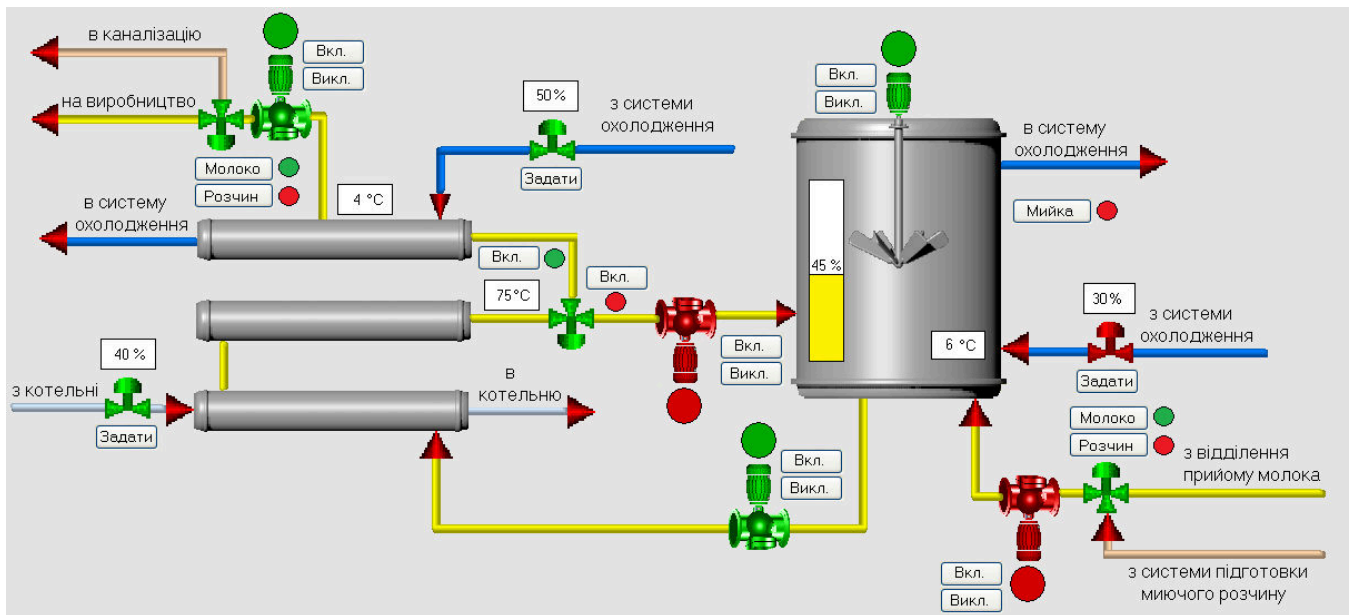


Рис. 6.2. Мнемосхема для АРМ оператора процесу пастеризації молока.

Розділ 7. Комп'ютерне моделювання системи автоматичного регулювання

7.1. Постановка задачі дослідження

В резервуарі під час процесу пастеризації молока виникає необхідність оптимально регулювати температуру охолодження молока в резервуарі (рис. 7.1).

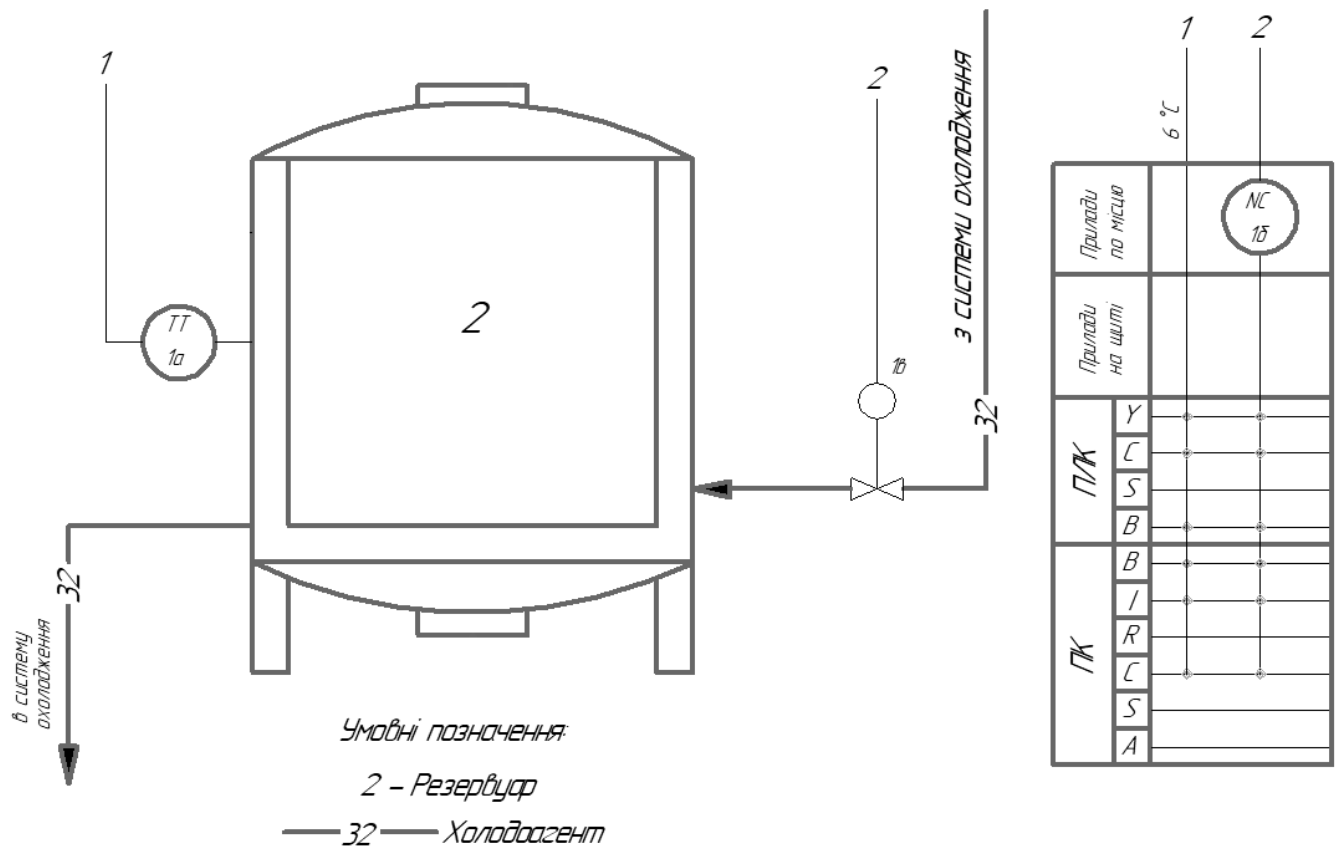


Рис. 7.1. Регулювання температури охолодження молока в резервуарі.

Постановка задачі комп'ютерного моделювання: визначити оптимальні параметри налаштування (ОПН) ПІ-регулятора для регулювання температури охолодження молока в резервуарі.

					Кваліфікаційна робота		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Троценко С.О.			Літ.	Арк.	Аркушів
Керівник		Міркевич Р.М.				55	5
Зав. каф.		Смітюх Я.В.			НУХТ АК-4-1		
Секр. ЕК		Проскурка Є.С.					

7.2. Вибір об'єкта керування та його математичної моделі

На параметричній схемі зображено обрані входні та вихідні канали по каналу температури охолодження молока в резервуарі (рис. 7.2).



Рис. 7.2. Параметрична схема по каналу регулювання температури охолодження молока в резервуарі.

$z(t)$ – початкова температура молока, °С, T_{pm} (рис. 7.3);

$u(t)$ – клапан подачі холодоагенту, % ходу регулюючого органу (%Х.Р.О.), KLh (рис. 7.3);

$y(t)$ – температура молока в резервуарі, °С, T_{ml} (рис. 7.3).

Модель по каналу регулювання температури охолодження молока в резервуарі реалізована з ланки запізнення та аперіодичної ланки (рис. 7.3):

- аперіодична ланка:

$$W_1(s) = \frac{k}{Ts + 1}$$

- ланка запізнювання:

$$W_4(s) = e^{\tau_{зп}s}$$

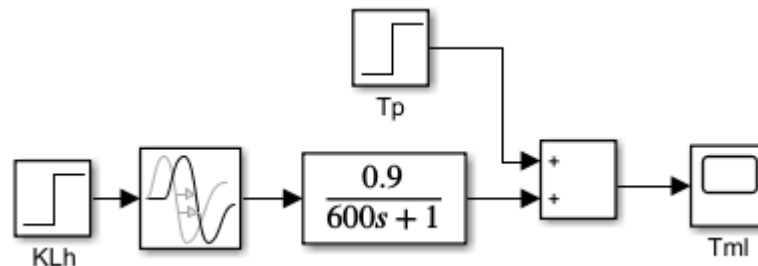


Рис. 7.3. Модель по каналу регулювання температури охолодження молока в резервуарі.

7.3. Моделювання САР

Вибираємо для регулювання температури охолодження молока в резервуарі метод – процес з мінімальним часом регулювання з таблиці [7]:

Закон регулювання	Критерій		
	Процес з мінімальним часом регулювання	Процес з 20% пере регулювання та мінімальним часом першого півперіоду коливань	Процес з мінімальною інтегрально-квадратичною оцінкою
I	$k_{p1} = \frac{1}{4.5 k_{об} T}$	$k_{p1} = \frac{1}{1.7 k_{об} T}$	$k_{p1} = \frac{1}{1.7 k_{об} T}$
II	$k_p = \frac{0.3T}{k_{об} \tau}$	$k_p = \frac{0.9T}{k_{об} \tau}$	$k_p = \frac{0.7T}{k_{об} \tau}$
III	$k_p = \frac{0.6T}{k_{об} \tau}$ $T_i = T$	$k_p = \frac{T}{k_{об} \tau}$ $T_i = T$	$k_p = \frac{0.7T}{k_{об} \tau}$ $T_i = 0.7T$
ПД	$k_p = \frac{0.95T}{k_{об} \tau}$ $T_i = 2.4\tau$ $T_\delta = 0.4\tau$	$k_p = \frac{1.4T}{k_{об} \tau}$ $T_i = 1.3\tau$ $T_\delta = 0.5\tau$	$k_p = \frac{1.2T}{k_{об} \tau}$ $T_i = 2\tau$ $T_\delta = 0.4\tau$

Розрахунки налаштувань для ІІІ-регулятора:

$$k_{об} = 0,9; T = 600; \tau_{зп} = 30;$$

$$k_p = (0,6 * 600) / (0,9 * 30) = 13,3;$$

$$T_i = T_{об} = 600; k_i = k_p / T_i = 13,3 / 600 = 0,02.$$

Визначені налаштування для ІІІ-регулятора підставимо в модель (рис. 7.4).

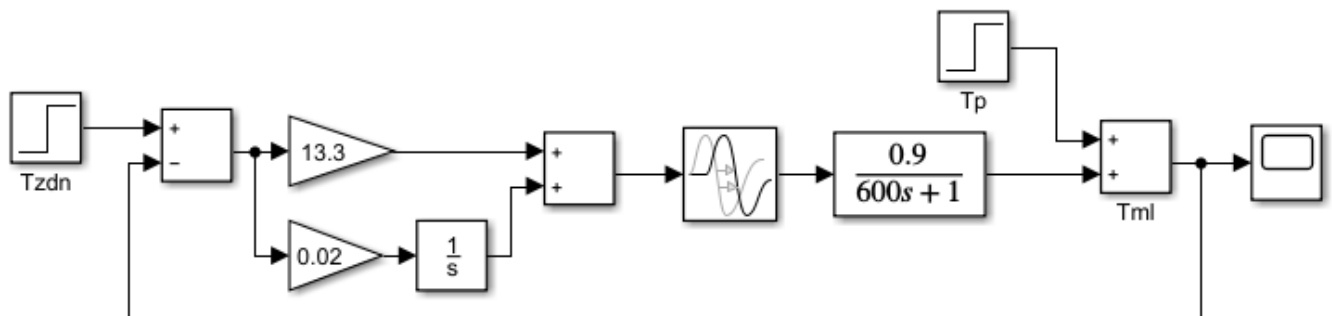


Рис. 7.4. Модель по каналу регулювання температури охолодження молока в резервуарі з ІІІ-регулятором.

Перехідний процес по каналу регулювання температури охолодження молока в резервуарі з ПІ-регулятором з знайденими налаштуваннями представлено на рис. 7.5

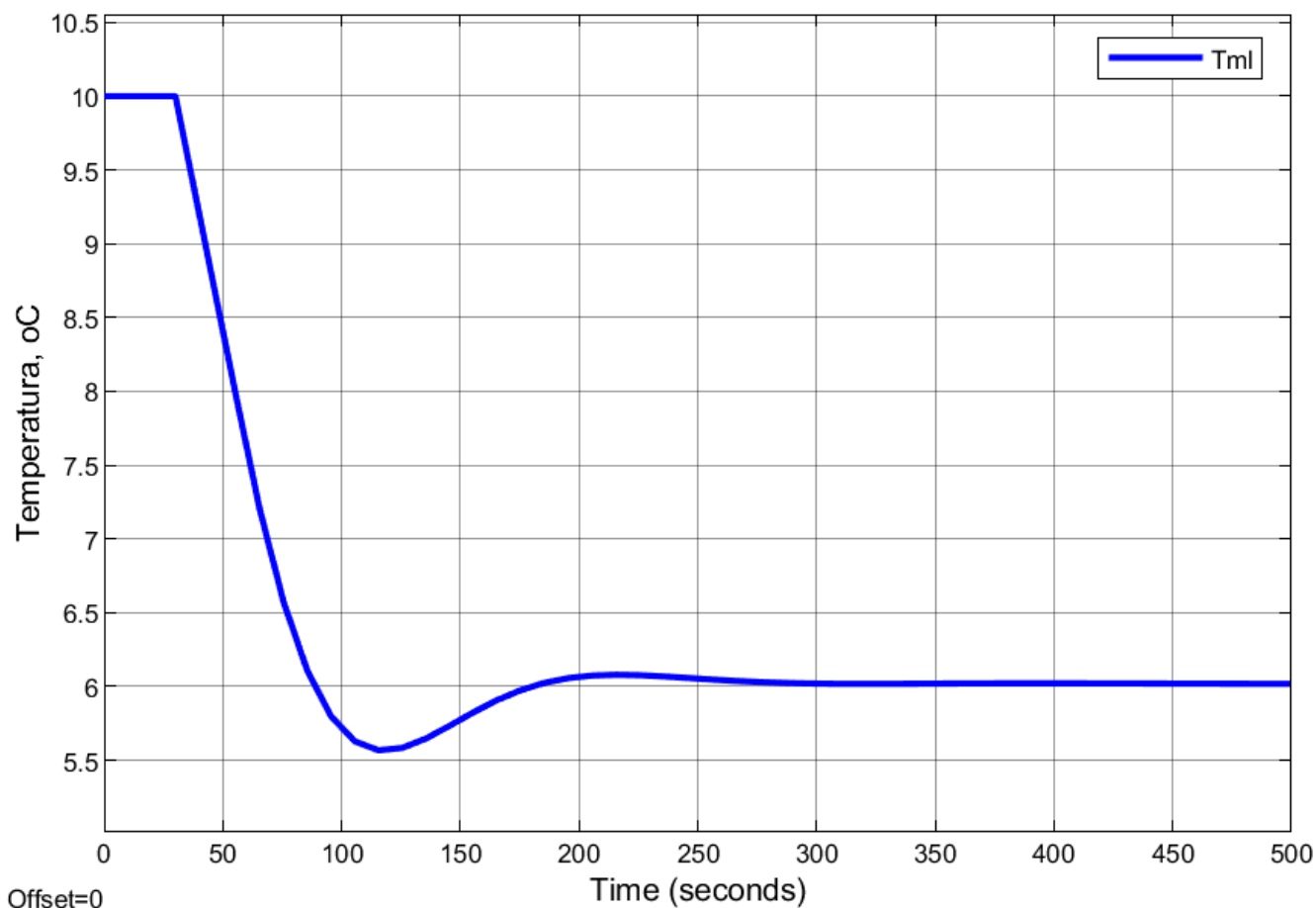


Рис. 7.5. Перехідний процес по каналу регулювання температури охолодження молока в резервуарі з ПІ-регулятором.

7.4. Опрацювання результатів моделювання та формулювання висновків

За результатами комп'ютерного моделювання по каналу регулювання температури охолодження молока в резервуарі знайдено ОПН ПІ-регулятора з мінімальним часом регулювання:

- знайдено коефіцієнта підсилення – $k_p = 13,3$;
- знайдено час інтегрування – $T_i = 600$;
- знайдено коефіцієнта інтегрування – $k_i = 0,02$.

Час перехідного процесу температури охолодження молока в резервуарі становить – 350 сек.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						59
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Висновки

В кваліфікаційній роботі представлено розробку системи автоматизації процесу пастеризації молока.

В системі автоматизації процесу пастеризації молока використано ПЛК Schneider Electric M340.

Програмне забезпечення Vijeo Citect 7.20 використано для розробки дисплейної мнемосхеми процесу пастеризації молока. Дана дисплейна мнемосхема буде використовуватися в автоматизованому робочому місці (АРМ) оператора.

Комп'ютерне моделювання, яке було проведено, дозволило знайти оптимальні параметри налаштування (ОПН) ПІ-регулятора для регулювання температури охолодження молока в резервуарі.

Розроблена системи автоматизації дозволить оптимально проводити процес пастеризації молока, що дозволять зменшити витрати енергоресурсів на проходження процесу пастеризації молока та збільшить прибутковість молочного заводу.

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

Список використаної літератури

1. Машкін М.І. Технологія молока і молочних продуктів: Навчальне видання. / М.І. Машкін, Н.М. Париш // — К.: Вища освіта, 2006. — 351 с.: іл. Technical
2. Operating Instructions for Resistive Temperature Sensor Model: LTS. URL: https://www.kobold.com/uploads/files/11gbm_lts.pdf
3. Series EVA2 and EVA3 Electric Actuators. Specifications - Installation and Operating Instructions. URL: https://dwyer-inst.com/PDF_files/V_8_rev2.pdf
4. Series GV Globe Control Valves. Specifications - Installation and Operating Instructions. URL: https://dwyer-inst.com/PDF_files/GV1-GV2-GV3_iom.pdf
5. Instruction Manual for Ultrasonic Level Meter. URL: https://www.kobold.com/uploads/files/n2gbm_nus-4.pdf
6. IMI Hydronic Engineering CV216/316 RGA. URL: https://assets.imi-hydronic.com/Documents/Catalogues/English_International/PDF_low/CV216_316_RGA_EN_low.pdf
7. Автоматизація технологічних процесів та виробництв (Модуль 1) [Електронний ресурс]: лабораторний практикум для студентів освітнього ступеня “Бакалавр” спеціальності 151 “Автоматизація та комп’ютерно-інтегровані технології” денної та заочної форм навчання // уклад.: Н.М. Луцька, Є.С. Проскурка, Л.О. Власенко, Н.А. Заєць. – К.: НУХТ, 2016. – 29 с.
8. Трегуб В.Г. Проектування систем автоматизації: навч. посібник / В.Г. Трегуб. – К.: Ліра-К, 2014.
9. Ельперін І.В. Промислові контролери: Навчальний посібник / І.В. Ельперін // К.: НУХТ. – 2003. – 320 с.
10. Ладанюк А.П. Автоматизація технологічних процесів та виробництв харчової промисловості: Підручник / Ладанюк А.П., Трегуб В.Г., Ельперін І.В., Цюцюра В.Д. // К.: Аграрна освіта. – 2001. – 224 с.
11. Автоматизація виробничих процесів: підручник / І.В. Ельперін, О.М. Пупена, В.М. Сідлецький, С.М. Швед. — К. : Видавництво Ліра-К, 2015. — 378 с.

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

12. Ладанюк А.П. Теорія автоматичного керування технологічними об'єктами: навчальний посібник / А.П. Ладанюк, Архангельська К.С., Власенко Л.О.— К.: НУХТ, 2014. —274 с.
13. Трегуб В.Г. Основи комп'ютерно-інтегрованого управління: навчальний посібник / В. Г. Трегуб.— К.: НУХТ, 2006 – 139 с.
14. Гончаренко Б.М. Автоматизація виробничих процесів харчових технологій: підручник / Б.М. Гончаренко, А.П. Ладанюк. — К. : НУХТ, 2014. – 600 с.
15. Системний аналіз складних систем управління: навчальний посібник / А.П. Ладанюк, Я.В. Смітюх, Л.О. Власенко, Н.А. Заєць, І.В. Ельперін. – К., НУХТ, 2013. – 276 с.
16. Ладанюк А.П. Конспект лекцій з дисципліни «Теорія автоматичного керування», ч.1 / А.П. Ладанюк. – К.: НУХТ, 2004. – 184 с.
17. Ладанюк А.П. Конспект лекцій з дисципліни «Теорія автоматичного керування», ч.2 / А.П. Ладанюк. – К.: НУХТ, 2005. – 115 с.
18. Гончаренко Б.М. Цифрові системи керування: навчальний посібник / Б.М. Гончаренко, О.П. Лобок, А.П. Ладанюк. – Вінниця: Нова книга, 2007.—160 с.
19. Автоматизоване управління технологічними процесами. Конспект лекцій до вивчення дисципліни для студентів спеціальності 6.08040 „Інформаційні управляючі системи та технології” напряму підготовки 0804 “Комп'ютерні науки” ден. та заоч. форм навчання/ Уклад.: І.В.Ельперін, С.М.Швед – К: НУХТ, 2007. – 71 с.
20. Луцька Н.М. Оптимальні та робастні системи керування технологічними об'єктами : монографія / Н.М.Луцька, А.П.Ладанюк. – К. : Видавництво Ліра-К, 2015. – 288 с.
21. Пупена О.М. Контролери та їх програмне забезпечення. Курс лекцій для студ. напр. 6.50202 "Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології" денної та заочної форм навчання. Частина 3. / О.М. Пупена, І.В. Ельперін. – К.: НУХТ, 2011. – 48 с.

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

- 22.Промислові мережі та інтеграційні технології в автоматизованих системах: навчальний посібник / А.М. Пупена, І.В. Ельперін, Н.М. Луцька, А.П. Ладанюк. – К.: Вид-во «Ліра-К», 2011. – 552 с.
- 23.Пупена О.М. Програмування промислових контролерів у середовищі UNITY PRO: Навч. посібник / О.М. Пупена, І.В. Ельперін. – К.: Видавництво Ліра – К, 2013. – 376 с.
- 24.Пупена О.М. Промислові мережі та інтеграційні технології: курс лекцій для студ. напряму 6.050202 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» денної та заочної форм навчання. / О.М. Пупена. – К.: НУХТ, 2011. – 67 с.
- 25.Ладанюк А.П. Сучасні технології конструювання систем автоматизації складних об'єктів (мережеві структури, адаптація, діагностика та прогнозування) : монографія / А.П.Ладанюк, Заєць Н.А., Л.О.Власенко. – К. : Видавництво Ліра-К, 2016. – 312 с.
- 26.Трегуб В.Г. Автоматизація об'єктів періодичної дії: підручник / В.Г. Трегуб. – Київ: Видавництво Ліра-К, 2017. – 136 с.
- 27.Інноваційні технології в управлінні складними біотехнологічними об'єктами агропромислового комплексу: монографія / А.П. Ладанюк, В.М. Решетюк, В.Д. Кишенько, Я.В. Смітюх. – Київ: Центр учбової літератури, 2014. – 280 с.
- 28.Innovative energy-saving technologies in biotechnological objects control / A. Chochowski, I. Chernyshenko, V. Kozyrskyi, V. Kyshenko, A. Ladaniuk, V. Lysenko, V. Reshetiuk, I. Smitiukh, V. Shtepa, V. Shcherbatiuk. - K.: Tsentr Uchbovooi Literatury, 2014.- 240 p.
- 29.Сучасні методи автоматизації технологічних об'єктів: монографія / А.П. Ладанюк, О.А. Ладанюк, Р.О. Бойко, В.В. Іващук, Д.О. Кроніковський, Д.А. Шумигай. – К.: Інтер Логістик Україна, 2015. – 408 с.
- 30.Ладанюк А.П. Сучасні технології конструювання систем автоматизації складних об'єктів (мережеві структури, адаптація, діагностика та прогнозування): монографія / А.П. Ладанюк, Н.А Заєць, Л.О. Власенко. - К.: Видавництво Ліра-К, 2016. – 312с.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						63
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

31. Методи сучасної теорії управління: навчальний посібник / А.П. Ладанюк, В.Д. Кишенько, Н.М. Луцька, В.В. Іващук. – К.: НУХТ, 2010. – 196 с.
32. Системний аналіз складних систем управління: навчальний посібник / А.П. Ладанюк, Я.В. Смітюх, Л.О. Власенко, Н.А. Заєць, І.В. Ельперін. - К.: НУХТ, 2013. – 274 с.
33. Системний аналіз складних систем управління. Практикум: навчальний посібник / А.П. Ладанюк, Я.В. Смітюх, Л.О. Власенко, Н.А. Заєць, І.В. Ельперін. – К.: НУХТ, 2014. – 157 с. (№37.49 - 02.07.2014)
34. Методи сучасної теорії управління: підручник / А.П. Ладанюк Н.М. Луцька, В.Д. Кишенько, Л.О. Власенко, В.В. Іващук. – К.: Видавництво Ліра-К, 2018. – 368 с.
35. Ладанюк А.П. Методологія наукових досліджень: навчальний посібник / А.П. Ладанюк, Л.О. Власенко, В.Д. Кишенько. – К.: Видавництво Ліра-К, 2018. – 352 с.
36. Пупена О. М. Програмування промислових контролерів у середовищі Unity Pro: навчальний посібник / О. М. Пупена, І. В. Ельперін. — Київ : Ліра-К, 2015. — 376 с.
37. Сценарний підхід при автоматизації технологічних процесів: монографія / Я.В. Смітюх, А.П. Ладанюк, В.Д. Кишенько, Б.М. Гончаренко . – LAP LAMBERT Academic Publishing, 2019. – 173 с. – ISBN: 978-613-9-87035
38. Оптимізація процесів переробки сільськогосподарської сировини: монографія / В.О. Мірошник В.О., М.А. Гачковська, В.Д. Кишенько, О.В. Грабовська. – К.: ЦП “Компринт”, 2019. – 479 с.
39. Кишенько В.Д. Ідентифікація та моделювання об'єктів автоматизації: конспект лекцій для студ. спец. 6.092500 "Автоматизовані системи управління технологічними процесами", 6.092500 "Комп'ютерно- інтегровані процеси та виробництва" на пряму 0925 ден. та заоч. форм навч. / В. Д. Кишенько. – К. : НУХТ, 2007. — 102 с.

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

40. Кишенько В.Д. Інтелектуальні системи: конспект лекцій для студ. спец. 6.092500 "Автоматизовані системи управління технологічними", 6.092500 "Комп'ютерно-інтегровані процеси та виробництва" напряму 0925 "Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології" ден. та заоч. форм навч. / В. Д. Кишенько. – К. : НУХТ, 2008. — 133 с.
41. Кишенько В.Д. Моделювання систем [Електронний ресурс]: конспект лекцій для студ. освіт. ступ. "Магістр" спец. 151 "Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології" спеціал. "Автоматизація та інтелектуальні системи керування технологічними комплексами" ден. форми навч. / В. Д. Кишенько. – К. : НУХТ, 2016. — 205 с.
42. Методичні рекомендації до виконання випускної кваліфікаційної роботи на здобуття освітнього ступеня «бакалавр» спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» денної та заочної форм навчання : уклад. І.В. Ельперін, В.М. Сідлецький, Н.М. Луцька, Є.С. Проскурка. – НУХТ, 2020. – 73 с.

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