

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

**Факультет** Автоматизації і комп'ютерних систем

**Кафедра** Автоматизації та комп'ютерних технологій систем  
управління

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

«8» лютого 2022 р.

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

«8» лютого 2022 р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА  
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА**

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

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

на тему: Розробка системи автоматизації технологічного процесу фільтрації  
сатураційного соку на цукровому заводі

Виконав: здобувач 3 курсу, групи ЗАК-3-Іск

\_\_\_\_\_ Довгий Назар Олексійович \_\_\_\_\_  
(прізвище, ім'я, по батькові повністю) (підпис)

Керівник \_\_\_\_\_ Киричук Сергій Андрійович \_\_\_\_\_  
(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 \_\_\_\_\_  
(ім'я та прізвище) (підпис)

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

Здобувач \_\_\_\_\_  
(підпис)

Київ – 2022 р.

# Національний університет харчових технологій

Факультет *Автоматизації і комп'ютерних систем*

Кафедра *Автоматизації та комп'ютерних технологій систем управління*

Освітній ступінь *«Бакалавр»*

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

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

ЗАТВЕРДЖУЮ:

В.о. зав. кафедри АКТСУ

\_\_\_\_\_ Я.В.Смітюх

«11» листопада 2021 р.

## ЗАВДАННЯ

### НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

*Довгому Назару Олексійовичу*

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи *Розробка системи автоматизації технологічного процесу фільтрації сатураційного соку на цукровому заводі*

керівник роботи *ст. викл. Киричук Сергій Андрійович*

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від «11» листопада 2021 р. № 886-кв

2. Строк подання здобувачем роботи «15» лютого 2022 р.

3. Вихідні дані до роботи

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

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

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

5. Опис спеціального програмного забезпечення для промислового логічного контролера (алгоритм та програма для ПЛК). 6. Розробка людино-машинного інтерфейсу оператора технолога. 6.1. Переліки вхідних та вихідних сигналів та даних SCADA/HMI. 6.2. Відеокадри дисплейних мнемосхем оператора. 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 11 листопада 2021 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 Довгий Н.О.

\_\_\_\_\_ (підпис)

Керівник роботи Киричук С.А.

\_\_\_\_\_ (підпис)

## Анотація

В кваліфікаційній роботі описано розробку системи автоматизації технологічного процесу фільтрації сатураційного соку на цукровому заводі.

Система автоматизації технологічного процесу фільтрації сатураційного соку на цукровому заводі розроблена на основі промислового логічного контролера Schneider Electric M340.

Розглянуто також монтаж технічного засобу автоматизації – ємнісного рівнеміра KOBOLD NMC.

Використано Citect SCADA 2015 для розробки дисплейної мнемосхеми для АРМ оператора – автоматизованого робочого місця.

Проведено комп'ютерне моделювання процесу регулювання рівня в збірнику соку з знаходження настройок ПІ-регулятора.

**Ключові слова:** цукор, фільтрація автоматизація, M340, KOBOLD NMC.

					<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 a system for automating the technological process of filtration of saturating juice at a sugar factory.

The system of automation of technological process of filtration of saturating juice at sugar factory is developed on the basis of the industrial logic controller Schneider Electric M340.

Installation of technical means of automation – capacitive level meter KOBOLD NMC is also considered.

Citect SCADA 2015 was used to develop a display mnemonic for the operator's workstation – an automated workplace (AWP).

With used the computer simulation of the process of level control in the juice collector was finding the settings of the PI controller.

**Keywords:** sugar, filtration automation, M340, KOBOLD NMC.

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

## Зміст

<b>Вступ</b> .....	7
<b>Розділ 1. Опис об'єкта автоматизації</b> .....	8
1.1. Технологічний опис об'єкта автоматизації.....	8
1.2. Розробка завдання на систему автоматизації.....	19
<b>Розділ 2. Система автоматизації</b> .....	20
2.1. Обґрунтування вибору технічних засобів для вимірювання, виконавчих механізмів (ВМ) та регулюючих органів (РО).....	20
2.2. Схема автоматизації.....	41
2.3. Специфікація засобів автоматизації.....	42
<b>Розділ 3. Проектне компонування промислового логічного контролера (ПЛК) та схеми підключення</b> .....	45
3.1. Проектне компонування промислового логічного контролера (ПЛК).....	45
3.2. Загальна схема підключення датчиків та ВМ до ПЛК.....	46
3.3. Розширені схеми підключення для окремого контуру.....	47
<b>Розділ 4. Креслення встановлення технічних засобів</b> .....	50
<b>Розділ 5. Опис спеціального програмного забезпечення для мікропроцесорного контролера (алгоритм та програма для ПЛК)</b> .....	54
<b>Розділ 6. Розробка людино-машинного інтерфейсу оператора технолога</b> .....	59
6.1. Переліки вхідних та вихідних сигналів та даних SCADA/HMI.....	59
6.2. Відеокадри дисплейних мнемосхем оператора.....	61
<b>Розділ 7. Комп'ютерне моделювання системи автоматичного регулювання</b> .....	62
7.1. Постановка задачі дослідження.....	62
7.2. Вибір об'єкта керування та його математичної моделі.....	63
7.3. Моделювання САР.....	64
7.4. Опрацювання результатів моделювання та формулювання висновків.....	68
<b>Висновки</b> .....	69
<b>Список використаної літератури</b> .....	70

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

## Вступ

Процес фільтрації соку другої сатурації проводять для видалення осаду який утворився в соці після процесу другої сатурації.

Фільтрація соку дозволить проводити процес випарювання в випарному відділенні цукрового заводу з зменшим утворенням накипу на нагрівальних елементах в корпусах випарної установки.

Метою кваліфікаційної роботи є розробка системи автоматизації технологічного процесу фільтрації сатураційного соку на цукровому заводі забезпечення для оптимального проходження даного технологічного процесу з використанням сучасних засобів автоматизації.

Використання сучасних засобів автоматизації при розробці системи автоматизації технологічного процесу фільтрації сатураційного соку на цукровому заводі дозволить зменшити витрати енергоресурсів для проведення процесу випарювання в випарному відділенні, зменшити собівартість виробництва готового продукту та збільшити прибутковість виробництва.

					<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.

Процес фільтрації сатураційного соку виконується для видалення нецукрів, що випали в осад під час процесу сатурації.

Процесу фільтрації характеризується швидкість, а саме кількість соку, що проходить через одиницю фільтраційної поверхні за одиницю часу.

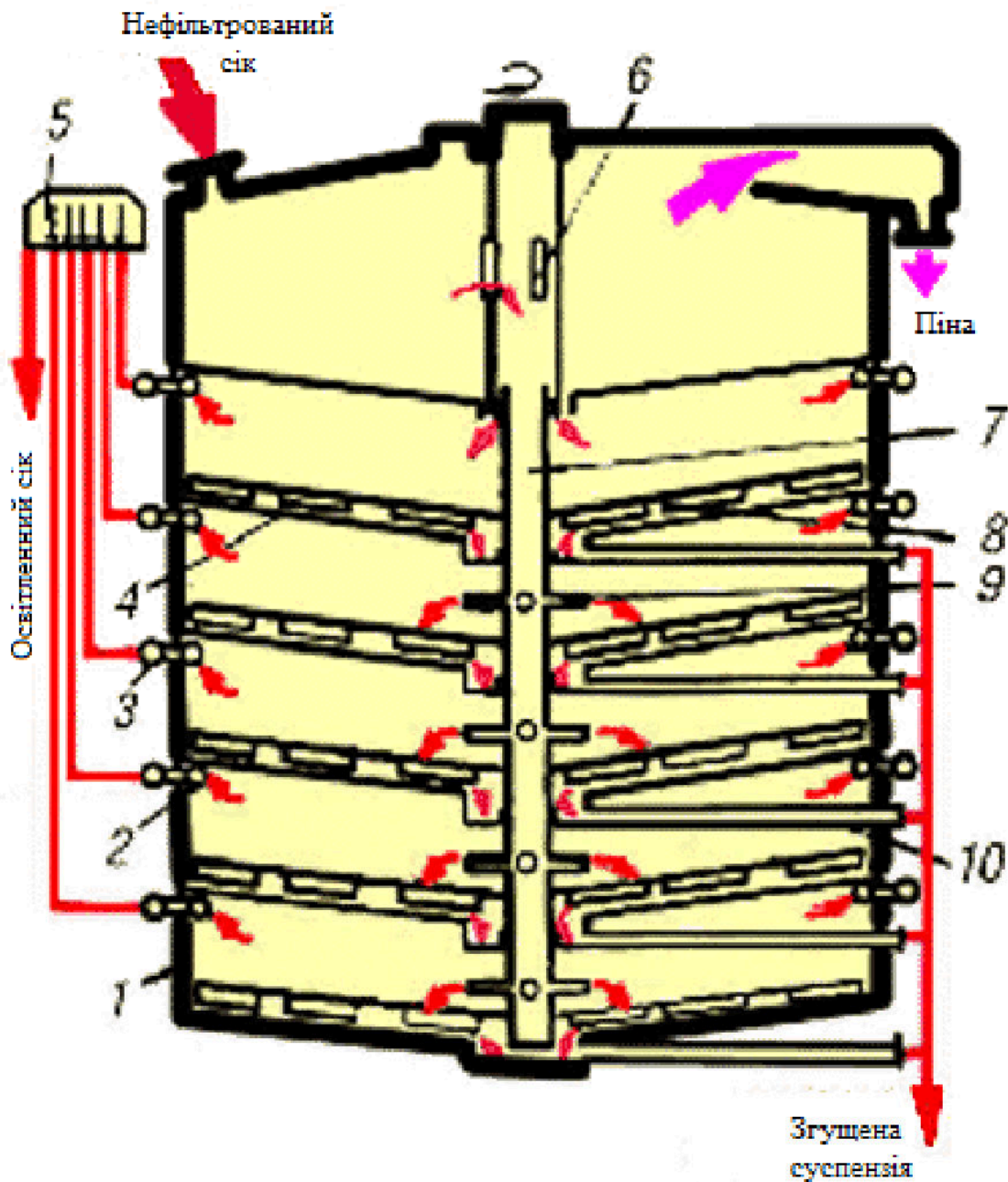
Фільтрація відбувається при наявності різниці тисків по обидві сторони фільтраційної перегородки в напрямку зниження тиску. Тому по одну сторону перегородки повинен бути надлишковий тиск або тиск розрідження, а по іншу сторону перегородки – атмосферний тиск. йде Процес фільтрації проходить інтенсивніше при більшій різниці тисків.

Фільтри на цукровому заводі класифікують за наступними характеристиками:

- за характером їх роботи – фільтри періодичної дії (дискові фільтри, листові фільтри, фільтр-преси) і фільтри безперервної дії (вакуум-фільтри);
- за способом утворення різниці тисків – гідростатичного тиску (листові фільтри), вакууму (вакуум-фільтри), тиску від насосу (дискові фільтри, фільтр-преси);
- за способом напрямку руху фільтрату – перпендикулярно (дискові фільтри, фільтр-преси з вертикальними плитами), що збігається (фільтри з горизонтальними дисками, фільтр-преси з горизонтальними плитами).

					<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>Аркушів</i>
<i>Розроб.</i>		<i>Довгий Н.О.</i>			<i>Розробка системи автоматизації технологічного процесу фільтрації сатураційного соку на цукровому заводі</i>		
<i>Керівник</i>		<i>Киричук С.А.</i>				8	12
<i>Зав. каф.</i>		<i>Смітюх Я.В.</i>				<i>НУХТ ЗАК-3-1ск</i>	
<i>Секр. ЕК</i>		<i>Проскурка Є.С.</i>					

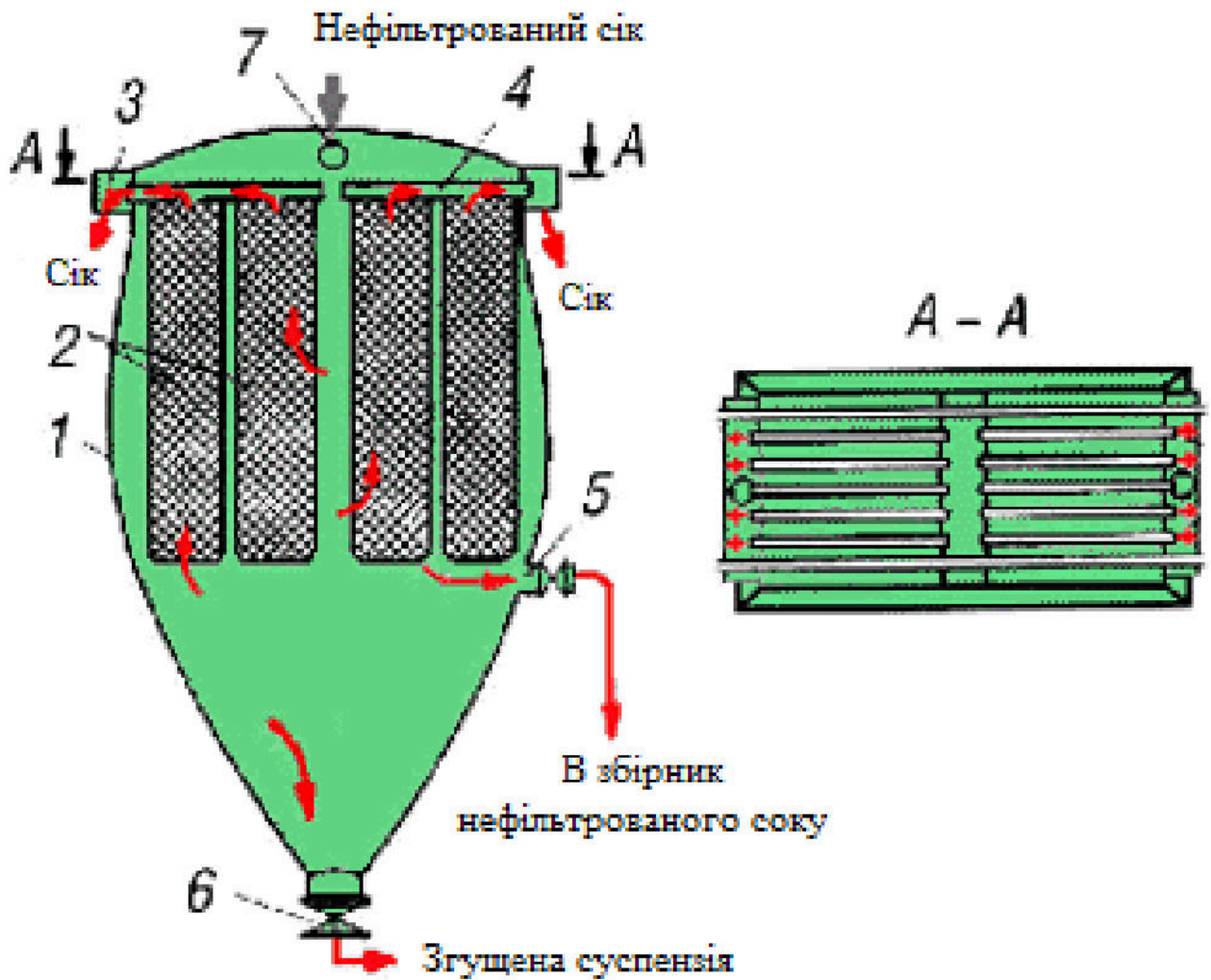
Фільтрація соку першої сатурації виконують в згущувачах, де сік поділяється на 2 фракції – чистий сік та згущена суспензія. На цукрових заводах для цього застосовуються відстійники (рис. 1.1) і листові фільтри-згущувачі періодичної дії (рис. 1.2). У відстійниках осад в соці осідає під дією сили тяжіння. Відстійники розрізняють за кількістю ярусів осадження.



1 – циліндричний корпус; 2 – кільцеві барботери; 3 – кільцеві збірники; 4 – конічні перегородки; 5 – контрольний переливний збірник; 6 – вікна; 7 – конічними перегородками; 8 – шкребки; 9 – патрубки; 10 – трубки.

Рис. 1.1. Будова відстійника.

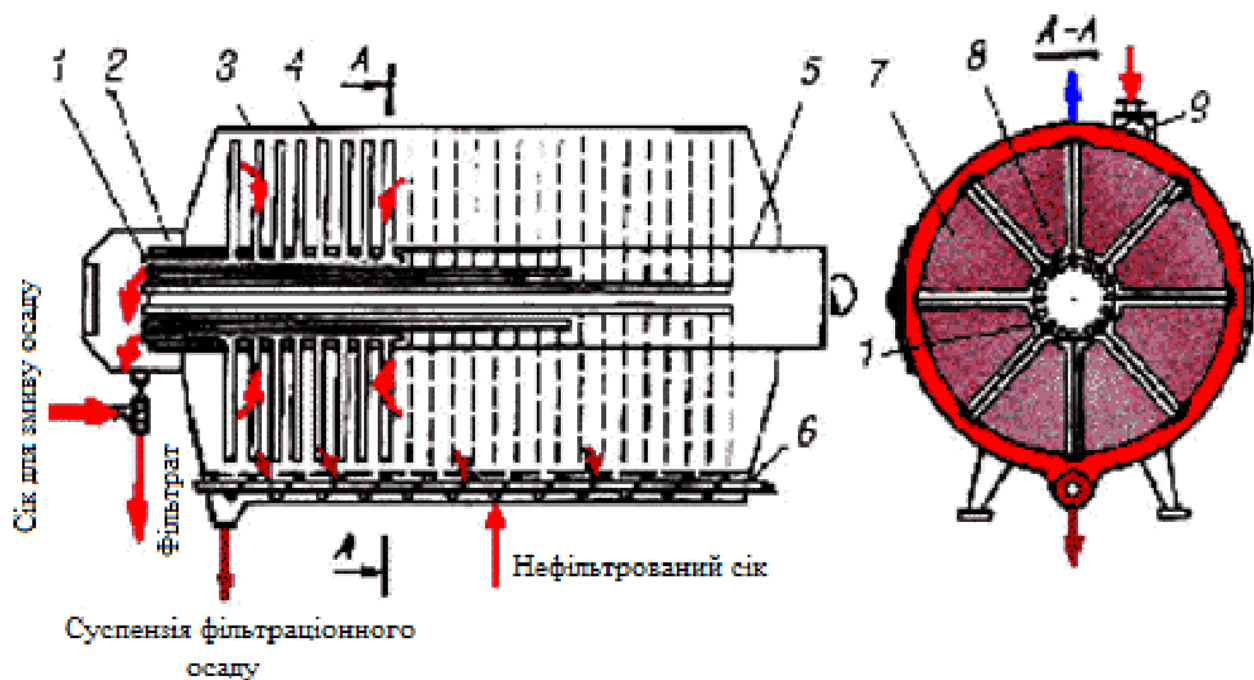
					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9



1 – корпус; 2 – листи; 3 – коробки; 4 – трубки; 5 – засувка часткового спорожнення; 6 – засувка повного спорожнення; 7 – складальний патрубок.

Рис. 1.2. Будова листового фільтра-згущувача періодичної дії.

Для фільтрації соку першої сатурації, фільтрації соку другої сатурації та сульфітованого соку і сиропів також застосовуються дискові фільтри (рис. 1.3).



1 – колекторні трубки; 2 – приймач; 3 – циліндричний корпус; 4 – диски; 5 – вал;  
6 – шнек; 7 – простір між дисками; 8 – жолоб шнека; 9 – форсунки.

Рис. 1.3. Будова дискового фільтра.

На цукрових заводів для фільтрації соку першої та другої сатурації застосовується також автоматичний камерний фільтр-прес (рис. 1.4) з горизонтальним розташуванням плит, а його будова зображена на рис. 1.5.

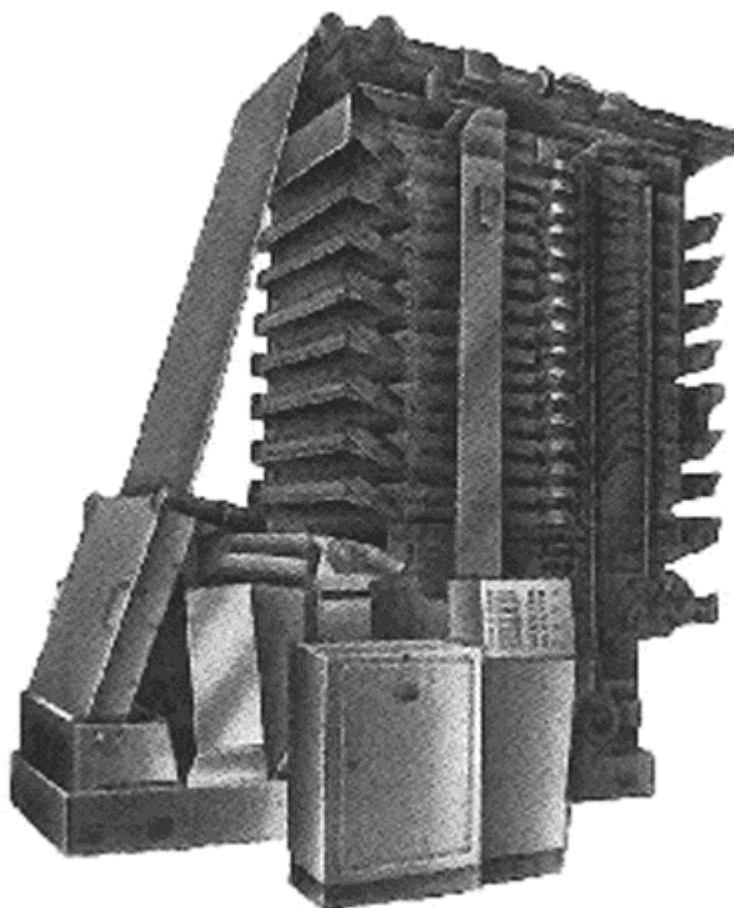
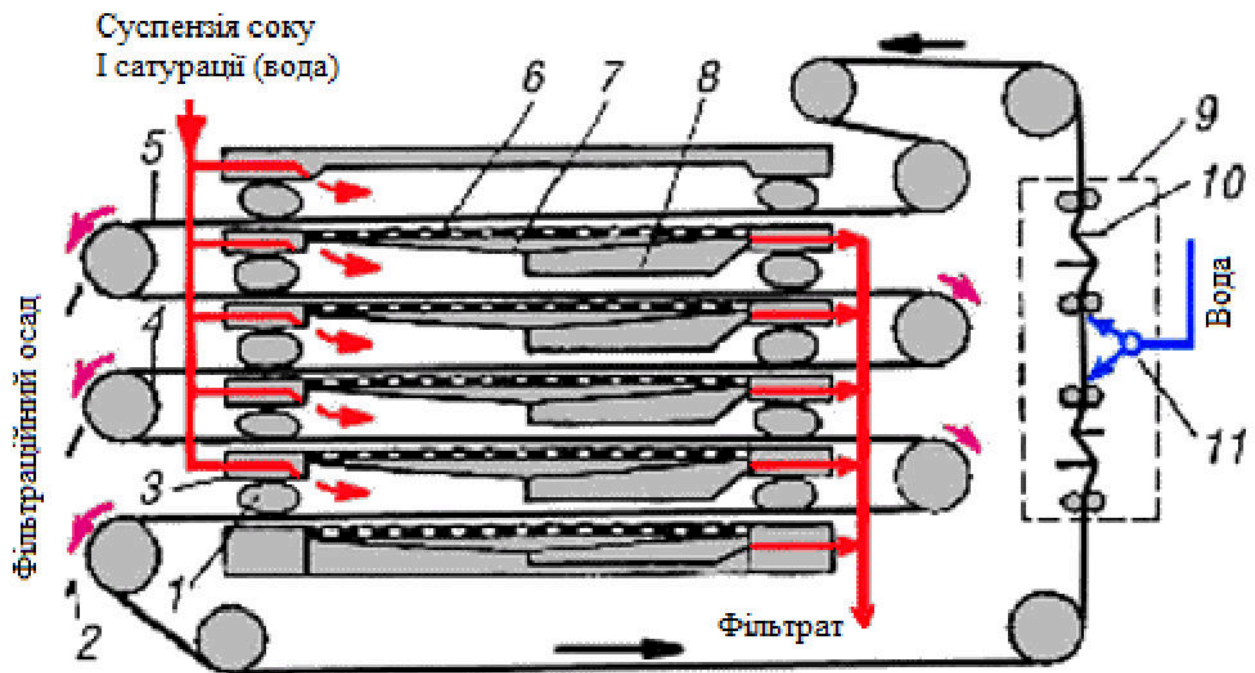


Рис. 1.4. Автоматичний камерний фільтр-прес з горизонтальним розташуванням плит.

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

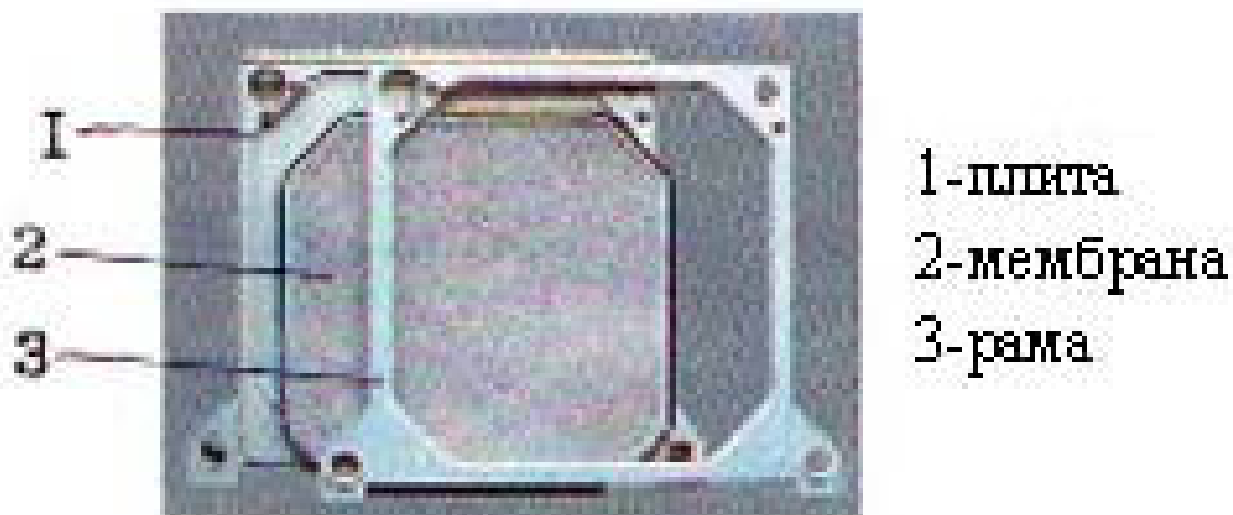


1 – шланги-прокладки еліпсоїдної форми; 2 – ножі; 3 – плити прямокутної форми; 4 – ролики; 5 – фільтрувальна тканина; 6 – сито; 7 – конічне днище; 8 – труба; 9 – регенераційна камера; 10 – скребки; 11 – форсунки.

Рис. 1.5. Будова фільтр-преса з горизонтальним розташуванням плит.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Вдосконалення фільтр-преса привело до створення камерних мембранних фільтр-пресів з вертикальним розташуванням фільтраційних елементів, процес в цих фільтрах автоматизований. На рис. 1.6 представлено фільтраційні елементи фільтра, а на рис. 1.7 – вигляд мембранного фільтр-преса.



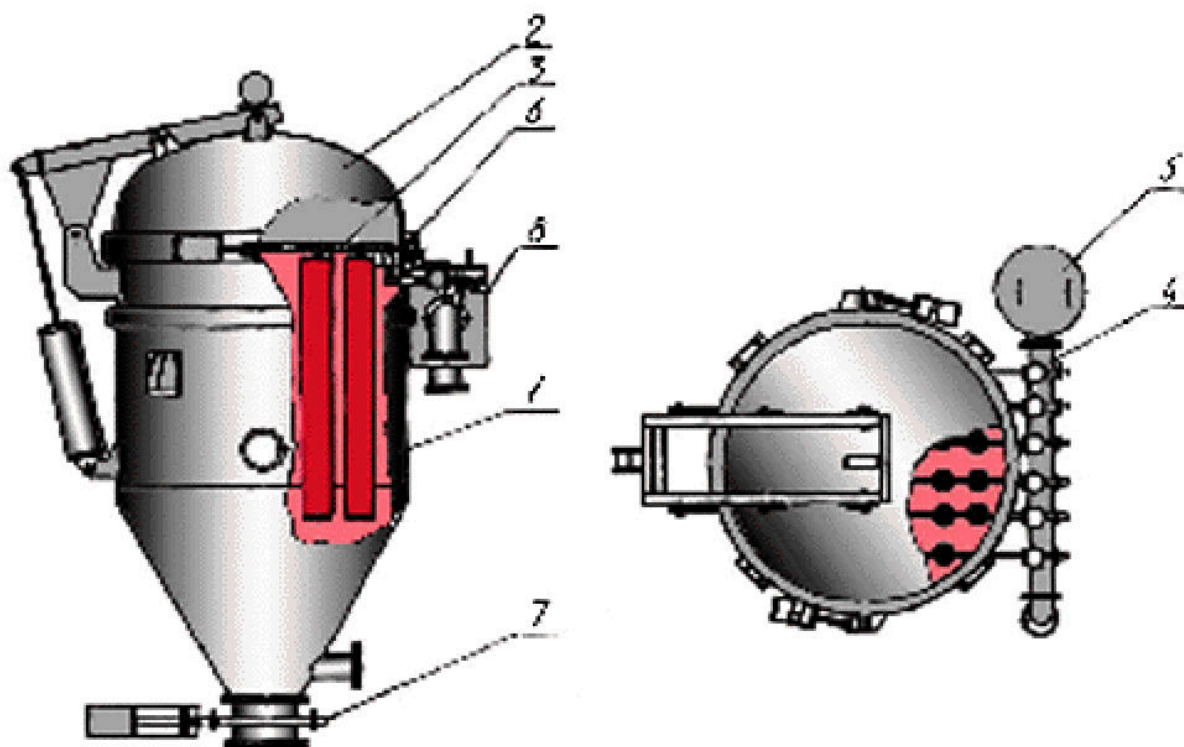
1-плита  
2-мембрана  
3-рама

Рис. 1.6. Фільтраційні елементи.



Рис. 1.7. Вигляд мембранного фільтр-преса.

Для фільтрації соків та сиропів цукрового виробництва використовують також патронні фільтри. На рис. 1.8 представлено будова патронного фільтра, а на рис. 1.9 – вигляд патронного фільтра.



1 – циліндричний корпус; 2 – кришка; 3 – секції з фільтрувальними елементами – патронами; 4 – загальний колектор; 5 – індикатор витрати; 6, 7 – затвори; 8 – скляний ковпачок.

Рис. 1.8. Будова патронного фільтра.

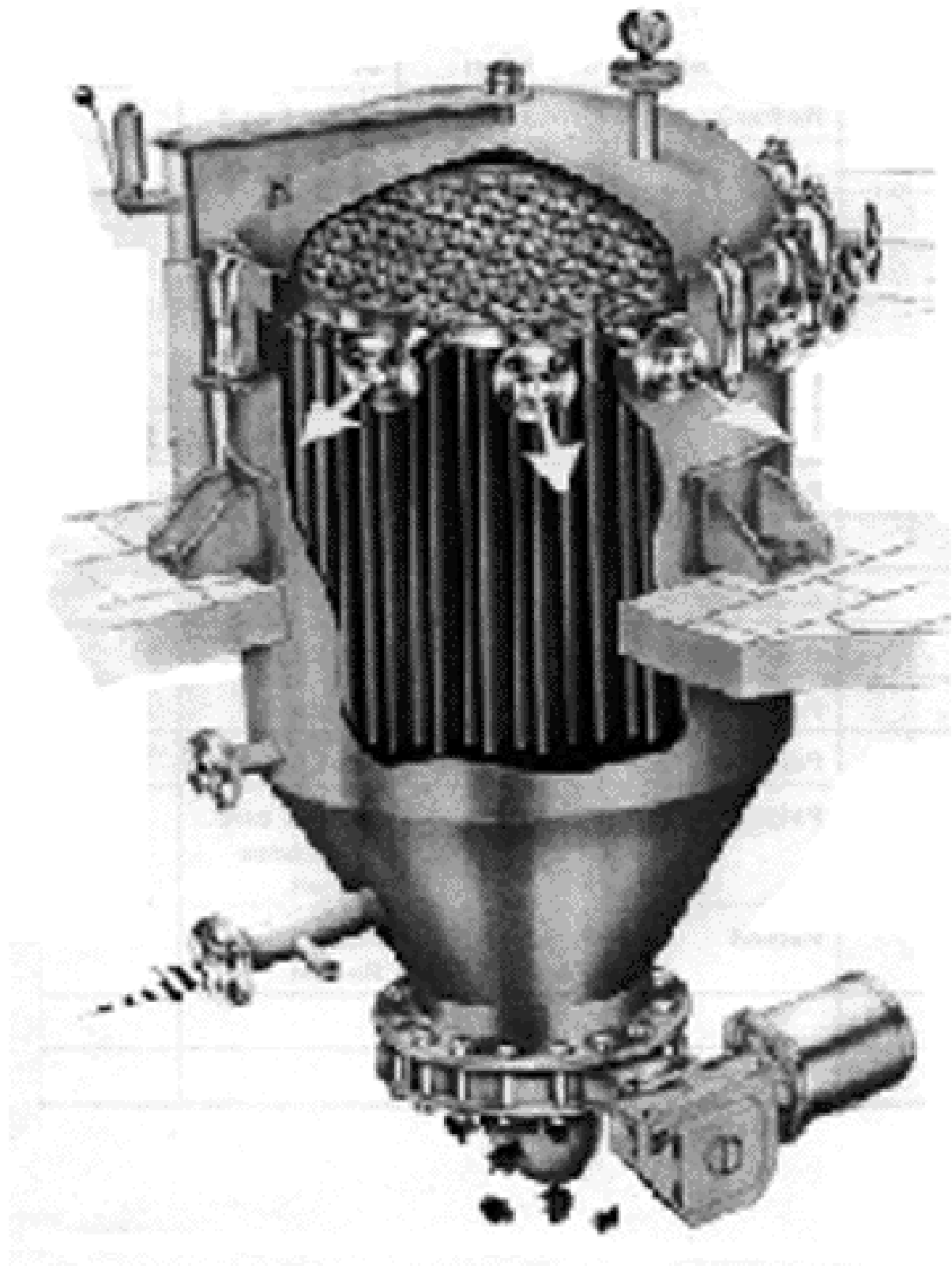


Рис. 1.9. Вигляд патронного фільтра.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Кваліфікаційна робота

Арк.

16

Окрім дискових фільтрів для фільтрації соку другої сатурації та сиропу використовуються тарілчасті фільтри з центробіжним вивантаженням осаду (ТФЦВО) (рис. 1.10).

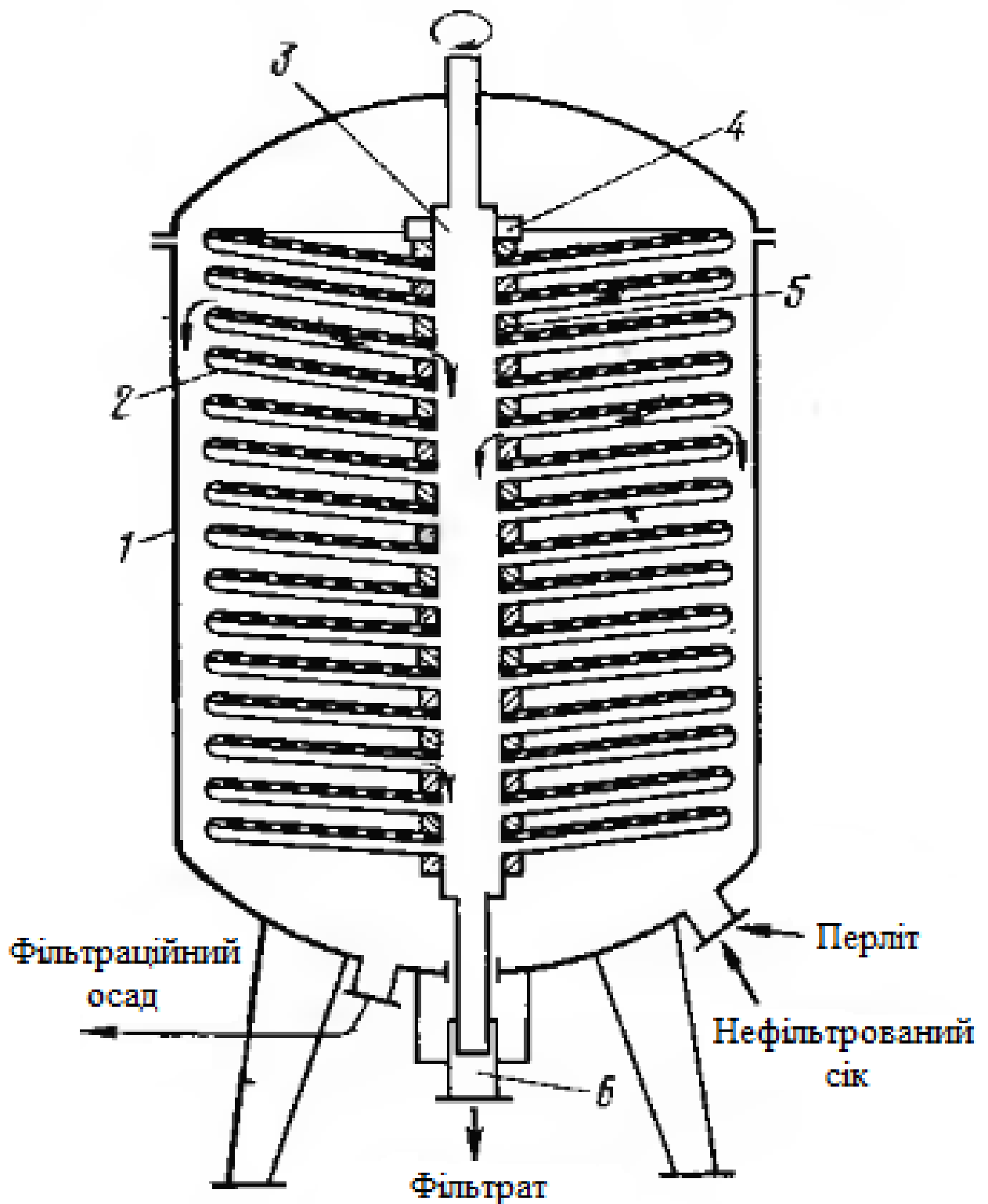


Рис. 1.13. Будова тарілчастого фільтра з центробіжним вивантаженням осаду.

Цикл фільтрації починається з нанесенням на фільтраційну поверхню тарілки 2 шар перліту з розрахунку 0,3 кг перліту на 1 м<sup>2</sup> фільтраційної поверхні. Під тиском 0,10–0,15 МПа подається сік другої сатурації. Затримуються осад в шарі перліту, а фільтрований сік проходить через порожнини тарілок всередину порожнього валу 3 та за допомогою патрубку 6 знизу відбирається. Під час процесу фільтрації тарілки нерухомі.

Цикл фільтрації закінчується при досягненні 0,30-0,35 МПа надлишкового тиску в фільтрі.

Для видалення осаду через вал в тарілки протитечії подається фільтрувальний сік другої сатурації та приводиться в обертання вал з тарілками при частоті обертання 270 об/хв).

При протитечії соку виникає відцентрова сила і тоді осад сповзає з тарілок, спускається вниз та надходить в збірник суспензії.

Перевага тарілчастого фільтра з центробіжним вивантаженням осаду в тому, що горизонтальне розташування осаду на тарілках забезпечує рівномірну і ефективну роботу всієї фільтраційної поверхні. В шарі осаду не створюється тріщини чи потовщені ділянки, як це є при зміні тиску в фільтрах з вертикальними елементами. [1]

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

## 1.2. Розробка завдання на систему автоматизації.

Таблиця 1.1. Завдання на розробку системи автоматизації.

№	Машина, агрегат, установка	Параметр, місце відбору сигналу	Припустиме значення параметра	Вид автоматизації	Характер контролю чи управління	Засоби управління та контролю, реалізації управляючої дії	Додаткові умови
1	Тарілчастий фільтр 1 (ТФ1)	Двигун М5	Вкл/Викл	Управління	Стан	Вплив на стан роботи двигуна М5	
2	Тарілчастий фільтр 2 (ТФ2)	Двигун М6	Вкл/Викл	Управління	Стан	Вплив на стан роботи двигуна М6	
3	Збірник нефільтрованого соку	Рівень	80%	Управління	Стабілізація	Вплив на насос М1	
4	Збірник фільтрованого соку	Рівень	80%	Управління	Стабілізація	Вплив на насос М2	
5	Трубопровід	Тиск перед ТФ1	300 кПа	Контроль	Відображення, реєстрація	АРМ оператора	
		Тиск перед ТФ2	300 кПа	Контроль	Відображення, реєстрація	АРМ оператора	
		Витрата	70 м3/год	Управління	Стабілізація	Вплив на насос М3 та клапани 5в та 5д	
		Насос М4	Вкл/Викл	Управління	Стан	Вплив на стан роботи насоса М4	
		Клапан 6б	Вкл/Викл	Управління	Стан	Вплив на клапан 6б	
		Клапан 6г	Вкл/Викл	Управління	Стан	Вплив на клапан 6г	

## Розділ 2. Система автоматизації

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

#### Визначення тиску

Для визначення тиску в трубопроводі перед фільтрами під час проходження технологічного процесу фільтрації сатураційного соку на цукровому заводі використано цифровий манометр KOBOLD MAN (рис. 2.1). [2]



Рис. 2.1. KOBOLD MAN.

					Кваліфікаційна робота			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Довгий Н.О.			Розробка системи автоматизації технологічного процесу фільтрації сатураційного соку на цукровому заводі	Літ.	Арк.	Аркушів
Керівник		Киричук С.А.					20	25
Зав. каф.		Смітюх Я.В.				НУХТ ЗАК-3-1ск		
Секр. ЕК		Проскурка Є.С.						

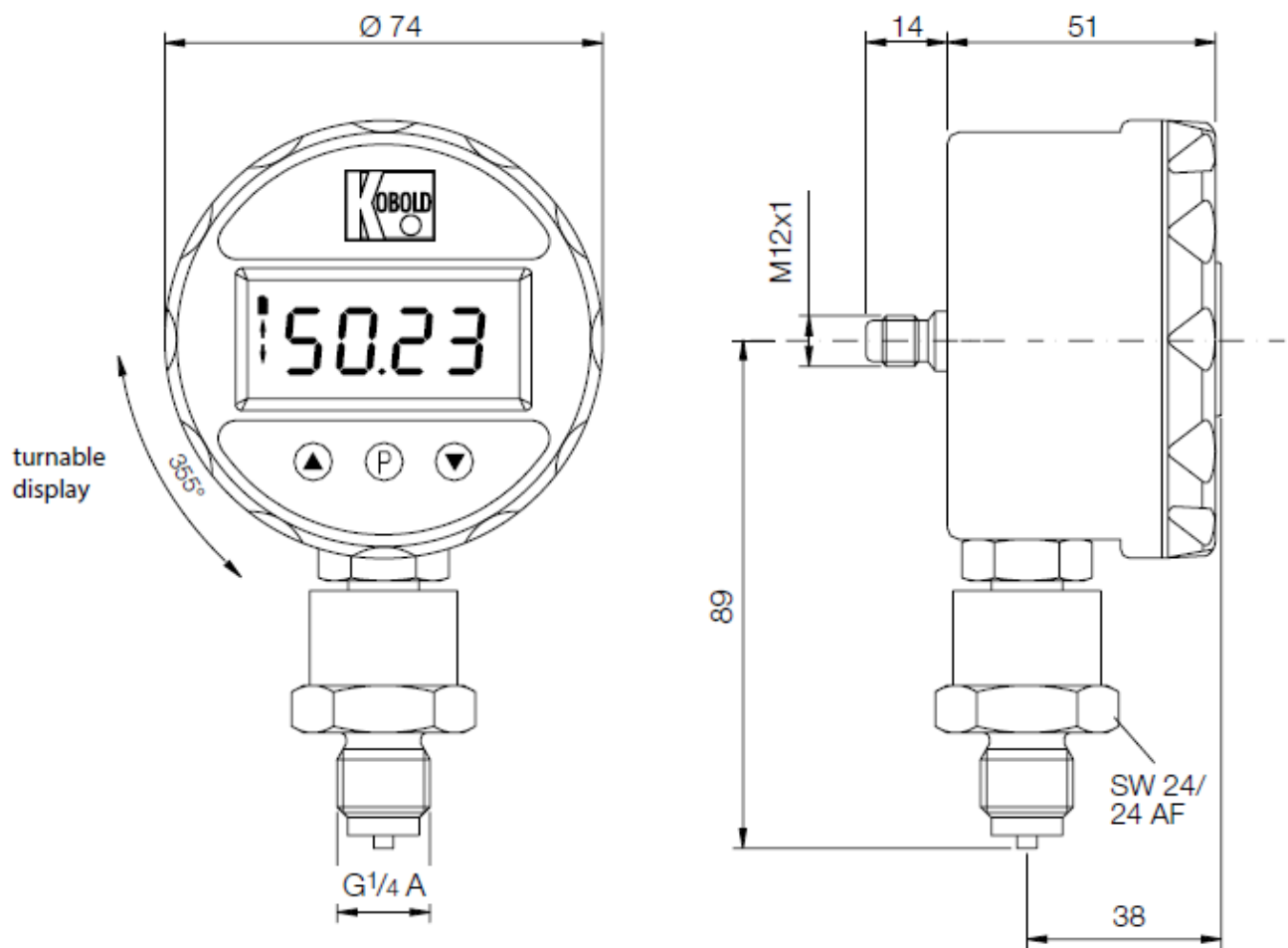


Рис. 2.2. Габаритні розміри манометра KOBOLD MAN.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

**Order Details** (Example: **MAN-SD1S 5 AD 0**)

Version	Power supply	Model	Mechanic connection	Measuring range	Electric connection
Standard	9 V battery	<b>MAN-SD1S...</b>	<b>5</b> = G ¼ male <b>6</b> = G ⅙ male <b>R</b> = ¼" NPT male <b>S</b> = ½" NPT male	<b>AD</b> = -1...0 bar <b>A1</b> = -1...+1.5 bar <b>A2</b> = -1...+3 bar <b>A3</b> = -1...+5 bar <b>A4</b> = -1...+9 bar <b>A5</b> = -1...+15 bar <b>B1</b> = 0...+0.6 bar <b>B2</b> = 0...+1 bar <b>B3</b> = 0...+1.6 bar <b>B4</b> = 0...+2.5 bar <b>B5</b> = 0...+4 bar <b>B6</b> = 0...+6 bar <b>B7</b> = 0...+10 bar <b>B8</b> = 0...+16 bar <b>B9</b> = 0...+25 bar <b>B0</b> = 0...+40 bar <b>C1</b> = 0...+60 bar <b>C2</b> = 0...+100 bar <b>C3</b> = 0...+160 bar <b>C4</b> = 0...+250 bar <b>C5</b> = 0...+400 bar <b>C6</b> = 0...+600 bar <b>C7</b> = 0...+700 bar <b>D7</b> = 0...+1000 bar <b>D8</b> = 0...+1600 bar	<b>0</b> = none  <b>S</b> = connector M12x1 <b>K</b> = 0.5 m cable
Relay output	9 V battery	<b>MAN-SD2S..</b>		<b>S</b> = connector M12x1 <b>K</b> = 0.5 m cable	
Output 0-2 V	9 V battery	<b>MAN-SD3S...</b>			
Standard	24 V <sub>DC</sub>	<b>MAN-LD1S...</b>		<b>S</b> = connector M12x1	
Relay output	24 V <sub>DC</sub>	<b>MAN-LD2S...</b>			
Output 4...20 mA	24 V <sub>DC</sub>	<b>MAN-LD3S...</b>			

Рис. 2.3. Специфікація при виборі манометра KOBOLD MAN.

## Визначення витрати

Для визначення витрати в трубопроводі перед під час проходження технологічного процесу фільтрації сатураційного соку використано індукційний витратомір KOBOLD DMH (рис. 2.4). [3]



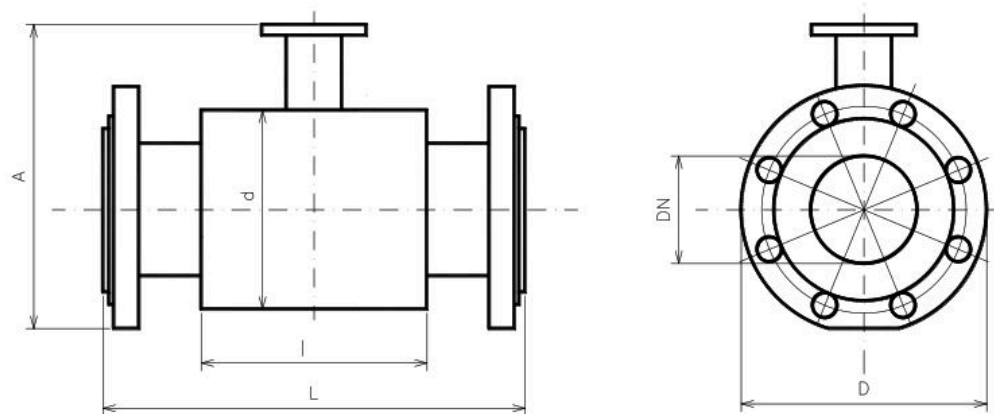
Рис. 2.4. Витратомір KOBOLD DMH.

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

Order Details (Example: DMH-1 A15 H 1 0 A 1 0)

Model/ flange- material	Process connection (flange acc. to EN 1092-1 Form B1)	Lining	Measuring electrode material	Earth electrode material	Versions/ cable lengths	Electronics	Power supply/ cable entry point
DMH-2 = stainless steel 1.4301	A06 = DN10/6 mm, PN16 A08 = DN10/8 mm, PN16 A10 = DN10/10 mm, PN16						
DMH-1 = enamelled steel	A15 = DN15, PN40 A20 = DN20, PN40 A25 = DN25, PN40 A32 = DN32, PN40 A40 = DN40, PN40 A50 = DN50, PN40 C65 = DN65, PN16 A65 = DN65, PN40 C80 = DN80, PN16 A80 = DN80, PN40 C1H = DN100, PN16 A1H = DN100, PN40 C1Z = DN125, PN16 A1Z = DN125, PN40 C1F = DN150, PN16 A1F = DN150, PN40						
DMH-2 = stainless steel 1.4301	D2H = DN200, PN10 C2H = DN200, PN16 A2H = DN200, PN40 D2F = DN250, PN10 A2F = DN250, PN40	H = hard rubber W = soft rubber	1 = stainless steel 3 = Hastel- loy® C4 4 = Titan 5 = tantalum 7 = platinum	0 = without 1 = stainless steel 3 = Hastel- loy® C4 4 = Titan 5 = tantalum 7 = platinum			
DMH-5 = wafer version	D3H = DN300, PN10 C3H = DN300, PN16 A3H = DN300, PN40 A3F = DN350, PN10 C3F = DN350, PN16 D4H = DN400, PN10 C4H = DN400, PN16 D4F = DN450, PN10 D5H = DN500, PN10 C5H = DN500, PN16 D6H = DN600, PN10 C6H = DN600, PN16 E7H = DN700, PN6 E8H = DN800, PN6 E9H = DN900, PN6 ET0 = DN1000, PN6 ET2 = DN1200, PN6	T = PTFE/ PFA					
DMH-6 = food connection	H 15 = DN15 H 20 = DN20 H 25 = DN25 H 32 = DN32 H 40 = DN40 H 50 = DN50 H 65 = DN65 H 80 = DN80 H 1H = DN100						

Рис. 2.5. Специфікація при виборі витратоміра KOBOLD DMH.



	DN	ASME (в дюймах)	D	d	A*	L	l	Вес [ кг ]
PN 40	15	1/2"	95	62	164	200	66	3
	20	3/4"	105	62	170	200	66	3
	25	1"	115	72	180	200	96	3
	32	1 1/4"	140	82	199	200	96	4
	40	1 1/2"	150	92	209	200	96	4
PN 16	50	2"	165	107	223	200	96	6
	65	2 1/2"	185	127	244	200	96	9
	80	3"	200	142	260	200	96	14
	100	4"	220	162	280	250	96	16
	125	5"	250	192	310	250	126	19
	150	6"	285	218	340	300	126	25
	200	8"	340	274	398	350	211	41
PN 10	250	10"	395	370	480	450	211	54
	300	12"	445	420	535	500	320	77

Рис. 2.6. Розміри первинного перетворювача витратоміра KOBOLD DMH.

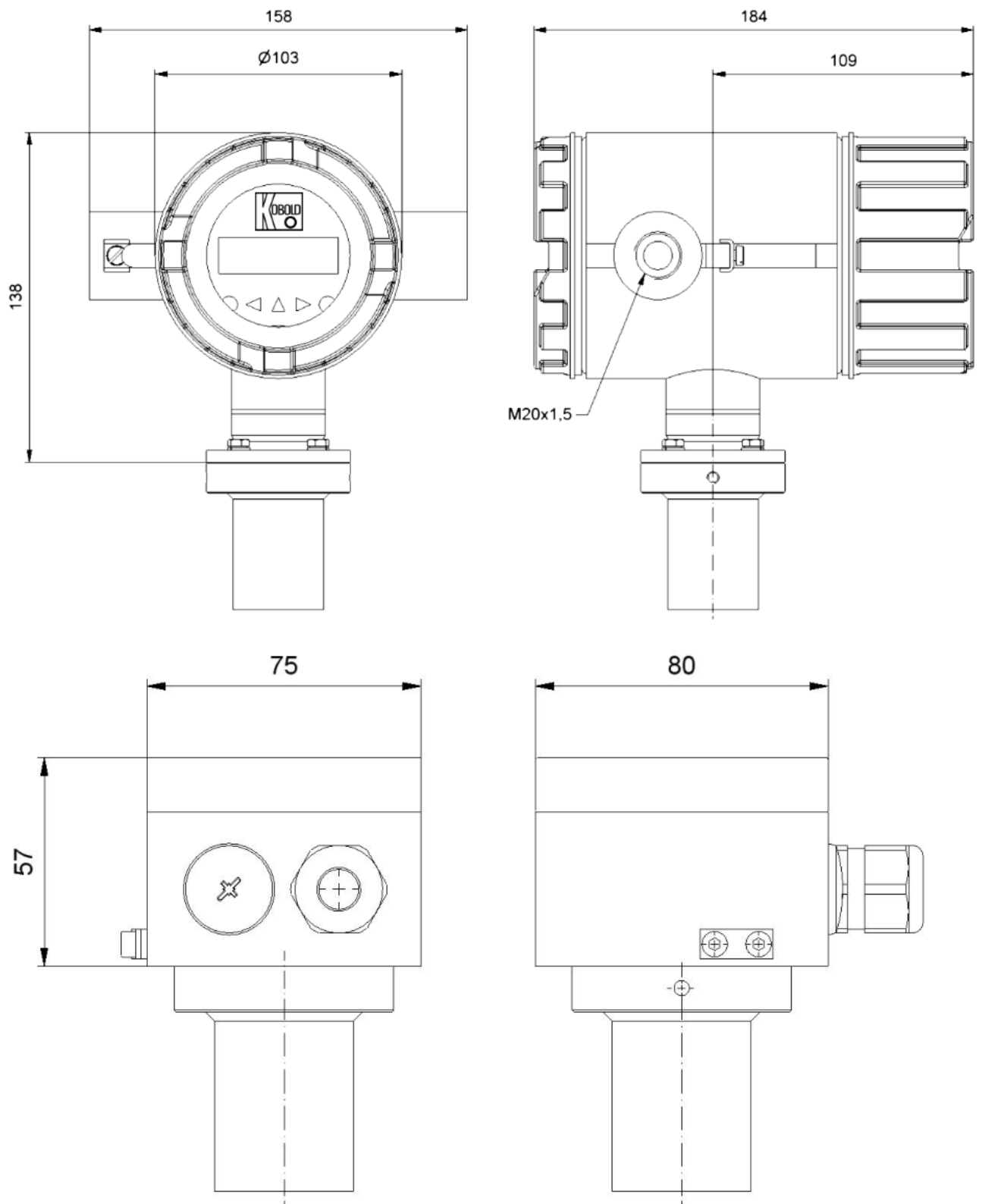


Рис. 2.7. Розміри вторинного перетворювача витратоміра KOBOLD DMH.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Кваліфікаційна робота

Арк.

26

## Електропневматичний перетворювач

Для управління пневматичними клапанами під час проходження технологічного процесу фільтрації сатураційного соку на цукровому заводі використані електропневматичні перетворювачі ASCO NUMATICS SentronicLP (рис. 2.8). [4]



Рис. 2.8. ASCO NUMATICS SentronicLP.

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

## GENERAL

<b>Fluids</b>	Air or neutral gas filtered at 50 $\mu\text{m}$ , without condensate, lubricated or unlubricated, class 5 according to ISO 8573-1:2010 [7:4:4]
<b>Max. allowable pressure (MAP)</b>	At least 1 bar above the maximum outlet pressure
<b>Pressure range</b>	0-3 bar, 0-6 bar, 0-10 bar
<b>Fluid temperature</b>	0°C to +60°C
<b>Ambient temperature</b>	0°C to +50°C
<b>Flow (Qv at 6 bar)</b>	470 Nl/min
<b>Setpoint</b>	0 - 10 V (Impedance 100 k $\Omega$ ) 0 - 20 mA / 4 - 20 mA (Impedance 250 $\Omega$ )
<b>Hysteresis</b>	1% of span
<b>Linearity</b>	1% of span
<b>Repeatability</b>	1% of span
<b>Minimum setpoint</b>	100 mV (0,2 mA/4,2mA) with shutoff function
<b>Minimum outlet pressure</b>	1% of span
<b>Failsafe behaviour</b>	Pressure hold on loss of power, without control

## CONSTRUCTION

<b>Body</b>	Aluminium
<b>Internal parts</b>	POM (polyacetal)
<b>Seals</b>	NBR (nitrile)

## ELECTRICAL CHARACTERISTICS

nominal diameter DN (mm)	stabilised voltage	max. power (W)	max. current (mA)	Insulation class	degree of protection	electrical connection
4	24VDC	3,8 W (<1W compensate)	160	H	IP 65	5-pin M12 connector (to be ordered separately)

## SPECIFICATIONS

$\emptyset$ port	$\emptyset$ orifice DN (mm)	$K_v$ -coefficient (Nm <sup>3</sup> /h)	flow at 6 bar (Nl/min)
G 1/4	4	0,43	470

Рис. 2.9. Технічний опис ASCO NUMATICS SentronicLP.

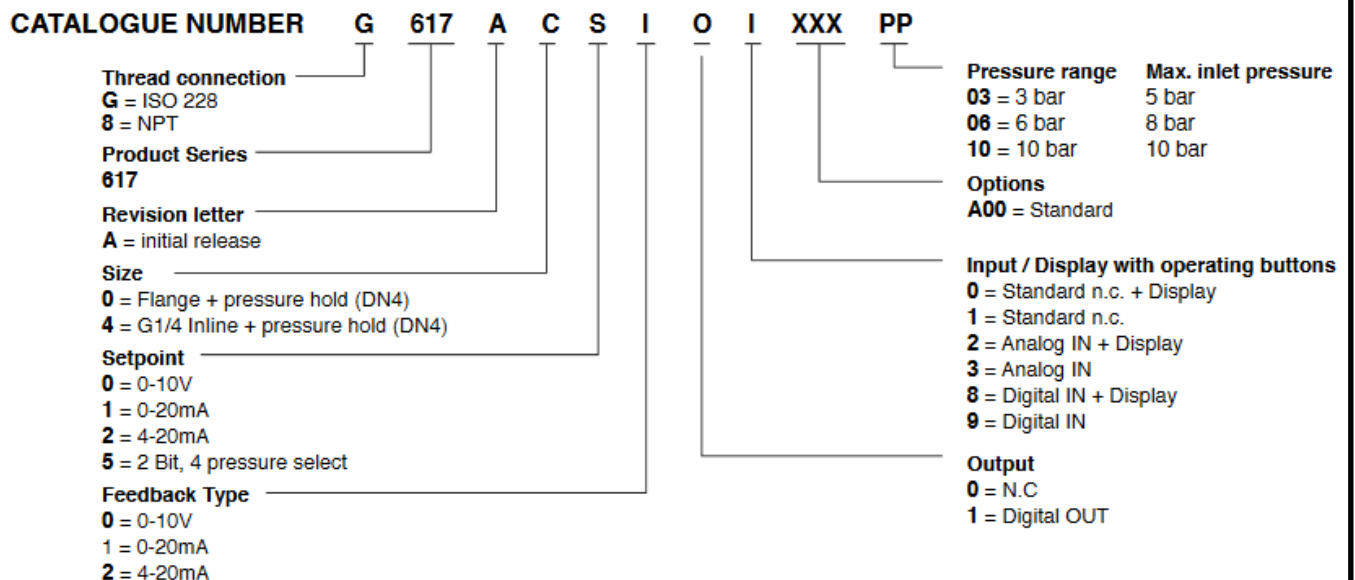
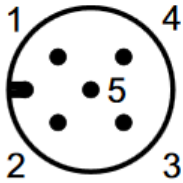


Рис. 2.10. Вибір моделі ASCO NUMATICS SentronicLP.

### CONNECTOR PINNING / CABLE WIRING



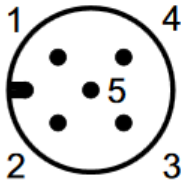
View from soldering side

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

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

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

### CONNECTOR PINNING / 2BIT - SETPOINT



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

Рис. 2.11. Опис контактів ASCO NUMATICS SentronicLP.

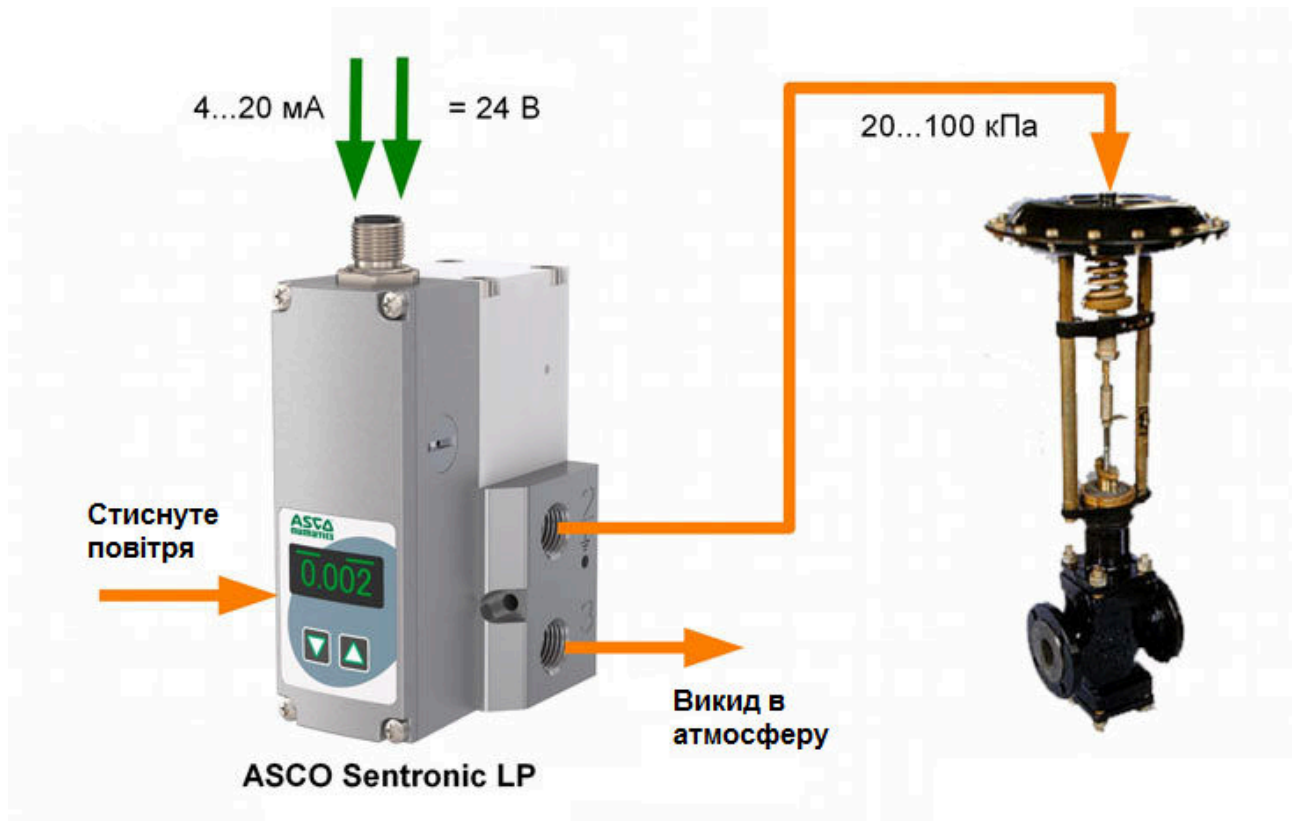


Рис. 2.12. Спосіб використання ASCO NUMATICS SentronicLP.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

## Пневматичний клапан

Для регулювання подачі соку під час проходження технологічного процесу фільтрації сатураційного соку на цукровому заводі використано пневматичний клапан ADCATrol PV25G рис. 2.13 [5].



Рис. 2.13. Пневматичний клапан ADCATrol PV25G.

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

## ORDERING CODES V25/OF

<b>VALVE CODES</b>	V	.25	G				.X.
<b>Actuator Type (1)</b>							
Pneumatic Actuator	P						
Electric Actuator	E						
<b>Group Designation</b>							
Globe valve, two way, straight body	V						
<b>Valve Model</b>							
Class PN16, GJS-400-15 body, stainless steel trim		.25	G				
Class PN16, CF8M body, stainless steel trim		.25	I				
<b>Stem Sealing</b>							
PTFE/GR-V-Rings / Standard bonnet						1	
Virgin PTFE V-Rings / Standard bonnet						2	
Graphite / Standard bonnet						3	
Graphite / Finned bonnet						4	
<b>Valve Plug</b>							
PT (on-off) - Soft (PTFE/GR)							9
PT (on-off) - Metal AISI 316 / 1.4401							10
<b>Pipe Connection</b>							
Flanged EN1092-2 PN16							L
<b>Size</b>							
DN15							15
DN20							20
...							
<b>Actuator</b>							(1)
<b>Extras (3)</b>							E

### ACTUATOR CODES ( pneumatic )

P.				
<b>Group Designation</b>				
Multi-spring , pneumatic linear actuator	P.			
<b>Actuator Size</b>				
205		1		
280		3		
340 A - From DN15 to DN50		5		
340 B - From DN65 to DN100		6		
435 A - From DN15 to DN50		7		
435 B - From DN65 to DN100		8		
<b>Actuator</b>				
Direct Action		D		
Reverse Action		R		
<b>Actuator Construction</b>				
Steel construction (painted) - standard			(2)	
Stainless steel construction		I		
<b>Control Signal</b>				
0,2 - 1 bar (3/15 psi)				15
0,4 - 1,2 bar (6/18 psi)				18
0,4 - 2 bar (6/30 psi)				30
0,4 - 2,4 bar (6/35 psi)				35

→ To be introduced on ".X.", if supplied in combination with the valve.

Example:

V25G valve model PT soft plug, PTFE/GR stem sealing DN50 complete with reverse action actuator signal 0,4-1,2bar, size340A steel.

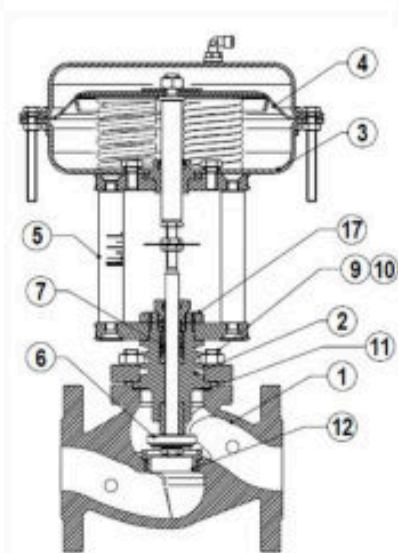
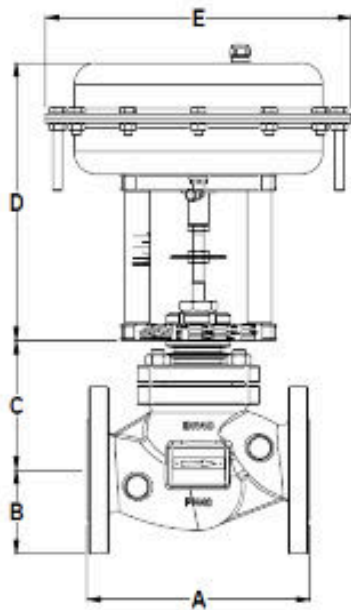
Code: PV.25G.18L50.5R15

#### REMARKS:

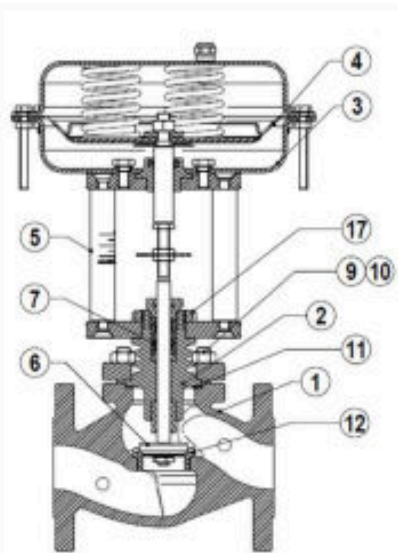
- (1)- Indicate actuator type.
  - (2)- Omitted if the standard actuator is selected.
  - (3)- To be used only when a non-standard combination valve is supplied.
- ADCATROL control valves are identified by a serial number on a nameplate, located on the actuator yoke.
- Always order spares by using that serial number. If the valve has non-standard extras the serial number has also an E (extras).

Рис. 2.14. Вибір моделі ADCATrol PV25G.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата



PV25 DA – Direct action



PV25 RA – Reverse action

DIMENSIONS - VALVE BODY				
DN	A (mm)	B (mm)	C (mm) BONNET	
			STD.	FINN.
15	130	48	85	150
20	150	53	85	150
25	160	58	90	170
32	180	70	110	190
40	200	75	115	195
50	230	83	125	215
65	290	93	175	275
80	310	100	175	275
100	350	110	190	310

MATERIALS			
POS.	DESIGNATION	MATERIAL PV25G-OF	MATERIAL PV25I-OF
1	Valve Body	GJS-400-15 / 0.7040	CF8M / 1.4408
2	Bonnet	CF8 / 1.4308	CF8 / 1.4308
3	Actuator (Steel)	S235JRG2 / 1.0038	S235JRG2 / 1.0038
	Actuator (St. steel)	AISI 304 / 1.4301	AISI 304 / 1.4301
4	Diaphragm	NBR 70	NBR 70
5	Yoke (Steel)	C45E / 1.1191	C45E / 1.1191
	Yoke (St. Steel)	AISI 304 / 1.4301	AISI 304 / 1.4301
6	Valve plug (Soft)	St. Steel / PTFE/GR	St. Steel / PTFE/GR
6	Valve plug (Metal)	AISB16 / 1.4401	AISB16 / 1.4401
7	Standard packing	PTFE/GR	PTFE/GR
9	Studs	34CrNiMo6 / 1.6562	A4 - 70
10	Nuts	Steel 5.8	A4 - 70
11	Gasket	St. Steel / Graphite	St. Steel / Graphite
12	Seat	AISB16 / 1.4401	AISB16 / 1.4401
17	Lock nut	St. Steel	St. Steel

DIMENSIONS - ACTUATOR			
Type	e E (mm)	D (mm)	WEIGHT Kgs
		DN15-100 DA/RA	
PA-205	210	235	5,7
PA-260	275	240	8,8
PA-340	335	265	14,3
PA-435	430	295	24,5

ACTUATOR STROKE IN mm									
	SIZES								
	DN15	DN20	DN25	DN32	DN40	DN50	DN65	DN80	DN100
Stroke	5	5	7	8	10	13	17	20	25

FLOW RATE COEFFICIENTS									
	SIZES								
	DN15	DN20	DN25	DN32	DN40	DN50	DN65	DN80	DN100
Kvs	3,8	5,1	9,4	15,4	22,2	40,1	63,4	89,7	136,7

Kvs in m<sup>3</sup>/h , see data sheet IS PV10.00 E ; For conversion Kvs = Cv(US) x 0,855

Рис. 2.15. Розміри моделі ADCATrol PV25G.

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

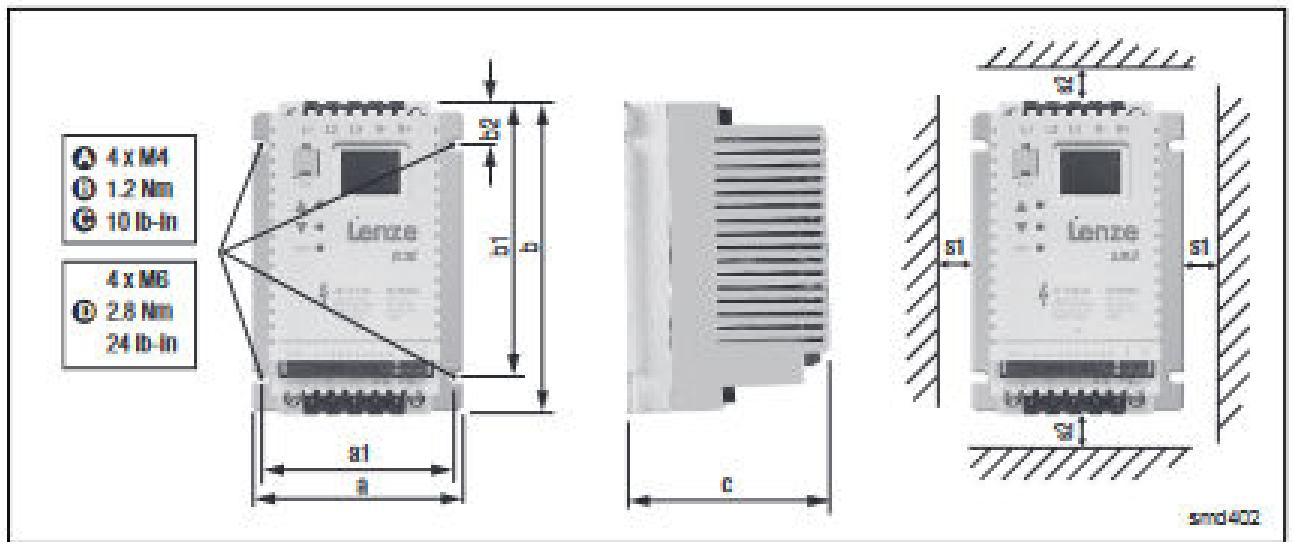
## Частотний перетворювач

Для управління насосів подачі соку під час проходження технологічного процесу фільтрації сатураційного соку на цукровому заводі використані частотні перетворювачі Lenze SMD рис. 2.16. [6]



Рис. 2.16. Частотний перетворювач Lenze SMD.

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



Type		a [mm]	a1 [mm]	b [mm]	b1 [mm]	b2 [mm]	c [mm]	s1 [mm]	s2 [mm]	m [kg]
<b>A</b>	ESMD371L2YXA ESMD371L4TXA	93	84	146	128	17	100	15	50	0.6
	ESMD751L2YXA ESMD751L4TXA	93	84	146	128	17	120	15	50	0.9
	ESMD112L4TXA	93	84	146	128	17	146	15	50	1.0
<b>B</b>	ESMD112L2YXA	114	105	146	128	17	133	15	50	1.4
	ESMD152L4TXA	114	105	146	128	17	122	15	50	1.4
	ESMD222L4TXA	114	105	146	128	17	139	15	50	1.4
	ESMD152L2YXA, ESMD222L2YXA ESMD302L2TXA ESMD302L4TXA	114	105	146	128	17	171	15	50	2.0
	ESMD402L2TXA ESMD402L4TXA, ESMD552L4TXA	114	105	146	100	17	171	15	50	2.0
<b>C</b>	ESMD552L2TXA, ESMD752L2TXA ESMD752L4TXA, ESMD113L4TXA	146	137	197	140	17	182	30	100	3.2
<b>D</b>	ESMD113L2TXA, ESMD153L2TXA ESMD153L4TXA... ESMD223L4TXA	195	183	248	183	23	203	30	100	6.4

Рис. 2.17. Розміри частотного перетворювача Lenze SMD.

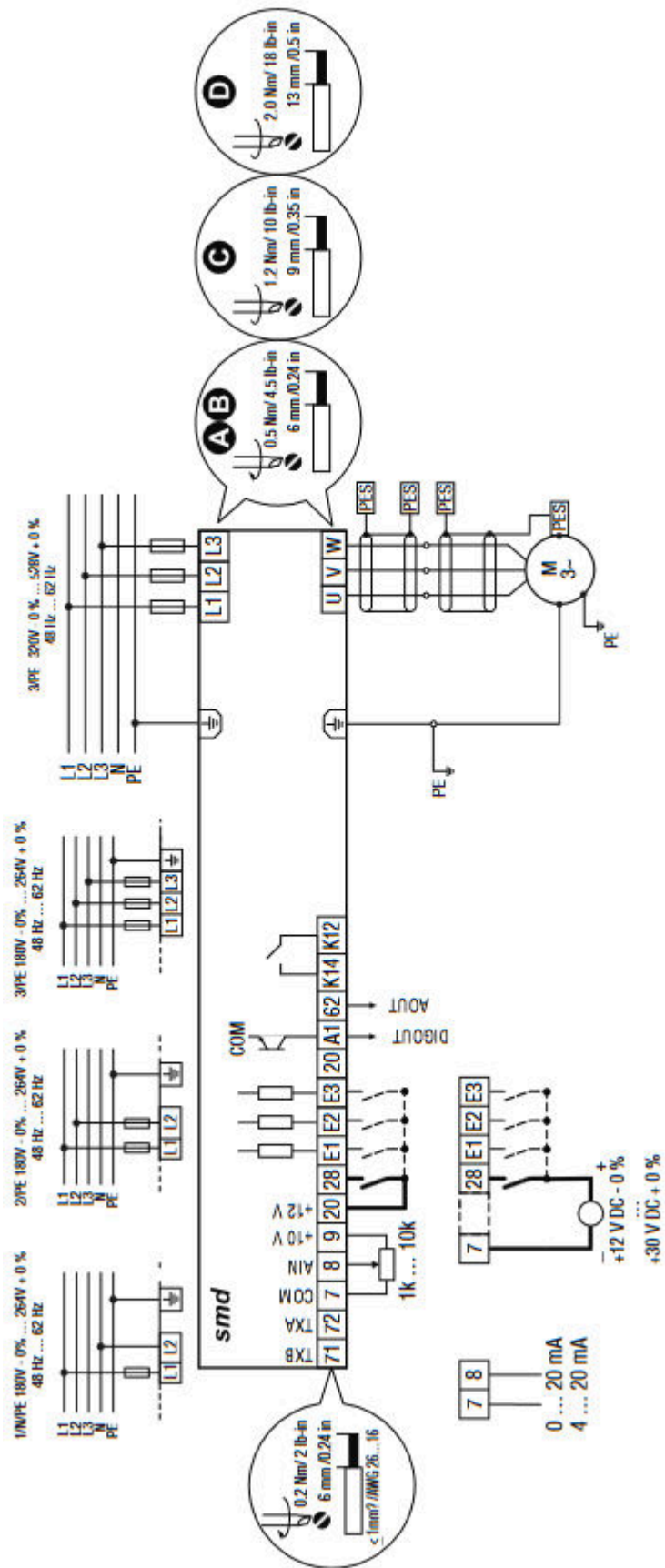


Рис. 2.18. Схема контактів частотного перетворювача Lenz SMD.

Type	Power [kW]	Mains			Output Current <sup>(2)</sup>									
		Voltage, frequency	Current [A] <sup>(2)</sup>		$I_N$				$I_{max}$ for 60 s					
			1~	3~	[A] <sup>(1)</sup>		[A] <sup>(2)</sup>		[A] <sup>(1)</sup>		[A] <sup>(2)</sup>			
					3~	3~	3~	3~	3~	3~	3~	3~		
ESMD371L2YXA	0.37	1/N/PE 230 V OR 3/PE 230 V (180 V -0%...264 V +0%) 50/60 Hz (48 Hz -0%...62 Hz +0%)	4.7	2.7	2.2	2.0	3.3	3.0						
ESMD751L2YXA	0.75		8.4	4.8	4.0	3.7	6.0	5.6						
ESMD112L2YXA	1.1		12.0	6.9	6.0	5.5	9.0	8.3						
ESMD152L2YXA	1.5		12.9	7.9	6.8	6.3	10.2	9.5						
ESMD222L2YXA	2.2		17.1	10.8	9.6	8.8	14.4	13.2						
ESMD302L2TXA	3.0	3/PE 230 V (180 V -0%...264 V +0%) 50/60 Hz (48 Hz -0%...62 Hz +0%)		13.5	12.0	11.0	18.0	16.5						
ESMD402L2TXA	4.0			17.1	15.2	14.0	23	21						
ESMD552L2TXA	5.5			25	22	20	33	30						
ESMD752L2TXA	7.5			32	28	26	42	39						
ESMD113L2TXA	11			48	42	39	63	58						
ESMD153L2TXA	15			59	54	50	81	75						
					400V	480V	400V	480V	400V	480V	400V	480V	400V	480V
ESMD371L4TXA	0.37	3/PE 400/480 V (320 V -0%...528 V +0%) 50/60 Hz (48 Hz -0%...62 Hz +0%)	1.6	1.4	1.3	1.1	1.2	1.0	2.0	1.7	1.8	1.5		
ESMD751L4TXA	0.75		3.0	2.5	2.5	2.1	2.3	1.9	3.8	3.2	3.5	2.9		
ESMD112L4TXA	1.1		4.3	3.6	3.6	3.0	3.3	2.8	5.4	4.5	5.0	4.2		
ESMD152L4TXA	1.5		4.8	4.0	4.1	3.4	3.8	3.1	6.2	5.1	5.7	4.7		
ESMD222L4TXA	2.2		6.4	5.4	5.8	4.8	5.3	4.4	8.7	7.2	8.0	6.6		
ESMD302L4TXA	3.0		8.3	7.0	7.6	6.3	7.0	5.8	11.4	9.5	10.5	8.7		
ESMD402L4TXA	4.0		10.6	8.8	9.4	7.8	8.6	7.2	14.1	11.7	12.9	10.8		
ESMD552L4TXA	5.5		14.2	12.4	12.6	11.0	11.6	10.1	18.9	16.5	17.4	15.2		
ESMD752L4TXA	7.5		18.1	15.8	16.1	14.0	14.8	12.9	24	21	22	19.4		
ESMD113L4TXA	11		27	24	24	21	22	19.3	36	32	34	29		
ESMD153L4TXA	15		35	31	31	27	29	25	47	41	43	37		
ESMD183L4TXA	18.5		44	38	39	34	36	31	59	51	54	47		
ESMD223L4TXA	22		52	45	46	40	42	37	69	60	64	55		

Рис. 2.19. Специфікація частотного перетворювача Lenze SMD.

## Визначення рівня

Для визначення рівня під час проходження технологічного процесу фільтрації сатураційного соку на цукровому заводі використано ємнісний рівнемір KOBOLD NMC (рис. 2.20).



Рис. 2.20. KOBOLD NMC.

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

**Принцип роботи KOBOLD NMC.** Визначення рівня рідини в ємності засновано на ємнісному методі вимірювання. Чутливий елемент рівнеміра та стінка резервуара або другий електрод рівнеміра створюють обкладки конденсатора. Ємність створюваного конденсатора залежить від середовища в якому відбувається вимірювання. Значення ємності визначається вбудованим модулем електроніки і перетворюється у вигляд процентного співвідношення або електричного уніфікованого сигналу в діапазоні 4-20 мА в залежності від значення рівня в ємності. [7]

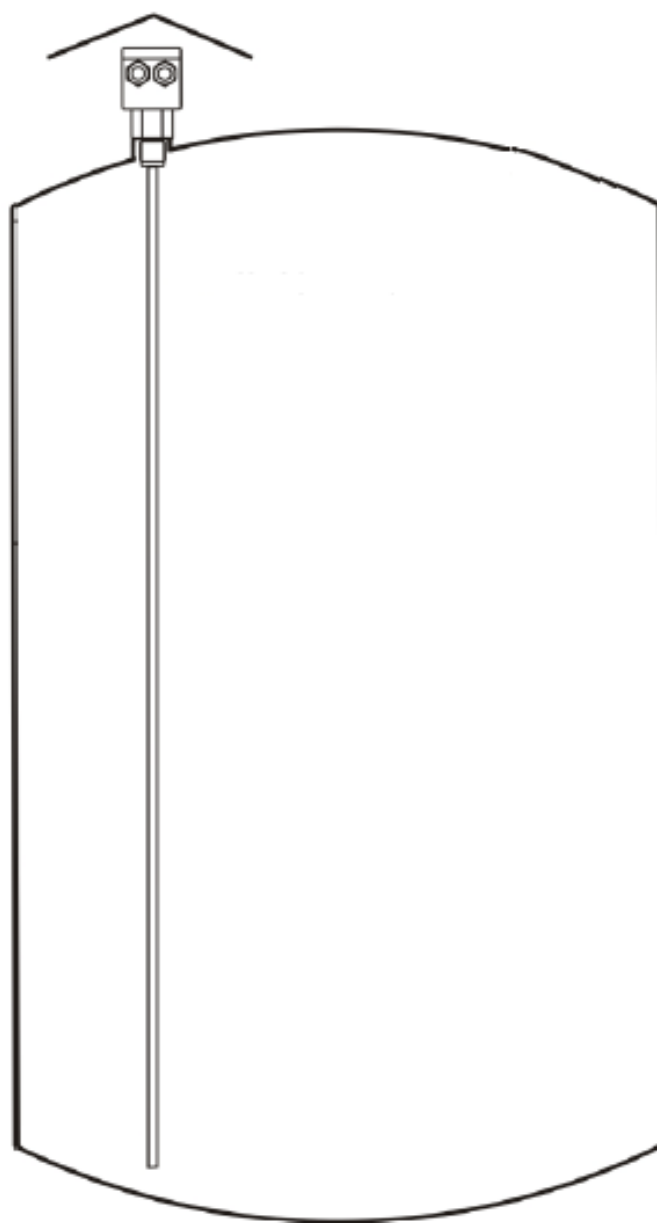


Рис. 2.21. Принцип встановлення KOBOLD NMC.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

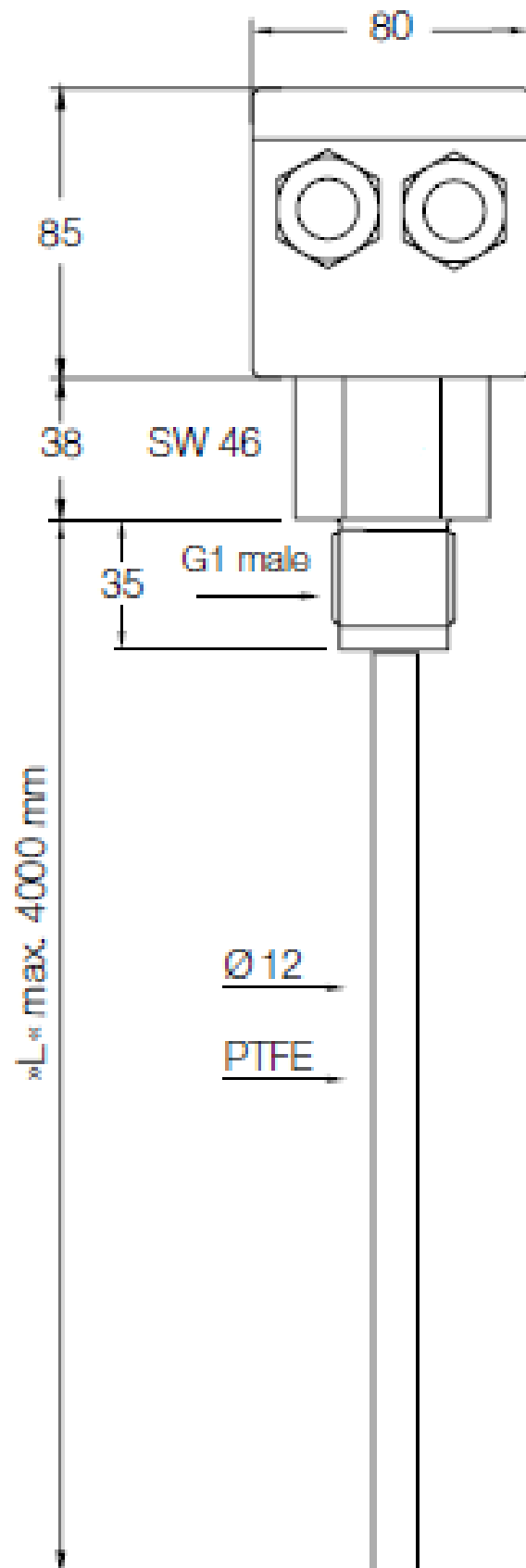


Рис. 2.22. Розміри KOBOLD NMC.

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

Order Details (Example: NMC-N 1 2G6 0 3)

Version	Probe length	Mechanical connection	ATEX	Supply
<b>NMC-N</b> (Standard)	1 = up to 1 metre	<b>2G6</b> = G1, stainless steel	<b>0</b> = without <b>E</b> = ATEX	<b>3</b> = 10...35 V <sub>DC</sub> (12...30 V <sub>DC</sub> for ATEX)
<b>NMC-H</b> (High temperature)	2 = up to 2 metre			
<b>NMC-T</b> (with reference pipe)	3 = up to 3 metre			
<b>NMC-S</b> (two probe sensor with PVDF connection)	4 = up to 4 metre	<b>9G9</b> = G2, PVDF		

Рис. 2.23. Специфікація KOBOLD NMC.

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

## 2.2. Схема автоматизації

На функціональній схемі автоматизації технологічного процесу фільтрації сатураційного соку на цукровому заводі відображено процеси контролю та регулювання технологічних параметрів, що описані нижче.

Контроль тиску соку в трубопроводі перед фільтрами вимірюється цифровими манометрами (поз. 1а та 2а).

Визначення витрати соку в фільтри здійснюється індукційним витратоміром (поз. 5а). Регулювання витрати здійснюється частотним перетворювачем (поз. 5е), що управляє насосом (поз. М3), а управління потоком соку на фільтри виконується пневматичними клапанами (поз. 5в та 5д), які управляються електропневматичними перетворювачами (поз. 5б та 5г).

Вимірювання рівня соку збірниках здійснюється ємнісними рівнемірами (поз. 3а та 4а). Регулювання рівня здійснюється частотними перетворювачами (поз. 3б та 4б), що управляють насосами (поз. М1 та М2).

Управління потоком фільтрованим соком на фільтри для їх очистки виконується пневматичними клапанами (поз. 6б та 6г), які управляються електропневматичними перетворювачами (поз. 6а та 6в), та насосом (поз. М4), що запускається за допомогою магнітного пускача (поз. КМ1).

Управління двигунами (поз. М5 та М6), що запускають механізми очистки фільтрів відбувається за допомогою магнітних пускачів (поз. КМ2-КМ3).

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

## 2.3. Специфікація засобів автоматизації

Таблиця 2.1. Специфікація засобів автоматизації.

№ п/п	№ поз. за схемою	Місце встановлення	Найменування і технічна характеристика виробу	Тип, Марка	К-сть	Виробник
1	2	3	4	5	6	7
1	1а, 2а	по місцю	Цифровий манометр з уніфікованим вихідним сигналом 4-20мА, напруга живлення 24 В DC, діапазон вимірювань 0...4 бар	MAN-LD1S 6 B4 S	2	КOBOLD, Німеччина
2	3а, 4а	по місцю	Ємнісний рівнемір з уніфікованим вихідним сигналом 4-20 мА, напруга живлення 24 V DC, діапазон вимірювань 0...2 м	NMC-N 2 2G6 0 3	2	КOBOLD, Німеччина
3	3б, 4б	на щиті	Частотний перетворювач діапазон потужності 0.37-22 кВт, напруга живлення 380В.	Lenze SMD	2	СВ «Альтера» м. Київ
4	5а	по місцю	Витратомір електромагнітний, Ду=100 мм, діапазон вимірювань 0-288 м <sup>3</sup> /год	DMH-1 A1H H 1 0 A 1 8	1	КOBOLD, Німеччина

Продовження таблиці 2.1

1	2	3	4	5	6	7
5	5б, 5г	на щиті	Перетворювач електропневматичний для перетворення дискретного сигналу: 0-24 V в уніфікований пневматичний сигнал 20-100 кПа. Уживл.=24 V.	Sentronic LPG617A 45200A00 03	2	ASCO Numatics, Ірландія
6	5в, 5д	по місцю	Пневматичний виконавчий механізм, Ржив. = 140 кПа, Рвих. = 20-100 кПа.	ADCA Trol PV.25G.1 1L100.1R 15	2	Valsteam ADCA, Португалія
7	5е	на щиті	Частотний перетворювач діапазон потужності 0.37-22 кВт, напруга живлення 380В.	Lenze SMD	1	СВ «Альтера» м. Київ
8	6а, 6в	на щиті	Перетворювач електропневматичний для перетворення дискретного сигналу: 0-24 V в уніфікований пневматичний сигнал 20-100 кПа. Уживл.=24 V.	Sentronic LPG617A 45200A00 03	2	ASCO Numatics, Ірландія
9	6б, 6г	по місцю	Пневматичний виконавчий механізм, Ржив. = 140 кПа, Рвих. = 20-100 кПа.	ADCA Trol PV.25G.1 1L100.1R 15	2	Valsteam ADCA, Португалія

Продовження таблиці 2.1

1	2	3	4	5	6	7
10	КМ1, КМ2, КМ3	по місцю	Електромагнітне реле. 3 контакти. Напруга макс. 440В АС, струм комутації 20А.	relpol R3(N)-2013- 23-5024- WTL	3	СВ «Альтера» м. Київ
11	М1, М2, М3, М4,	по місцю	Насос з трьохфазним асинхронним двигуном, потужність 2.2 кВт, напруга живлення 380В.	Grundfos TP 80-140/2	4	Насос- Монтаж м. Київ
12	М5, М6	по місцю	Трьохфазний асинхронний двигун, потужність 3 кВт, напруга живлення 380В	АИР90L2	2	ООО "Систе- макс" м. Київ

### Розділ 3. Проектне компонування промислового логічного контролера (ПЛК) та схеми підключення

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

В системі автоматизації технологічного процесу фільтрації сатураційного соку на цукровому заводі використано ПЛК Schneider Electric M340.

Використані модулі ПЛК Schneider Electric M340 для автоматизації технологічного процесу фільтрації сатураційного соку на цукровому заводі вказані в таблиці 3.1 та їх компонування вказано на рис. 3.1.

Таблиця 3.1. Використані модулі для ПЛК M340.

Модулі вводу/виводу		Примітка
Найменування	Кількість	
BMX P34 2020	1	Процесор
BMX CPS 2000	1	Блок живлення
BMX AMI 0810	1	8 аналогових входів
BMX AMO 0410	1	4 аналогових виходів
BMX DDO 1602	1	16 дискретних виходів

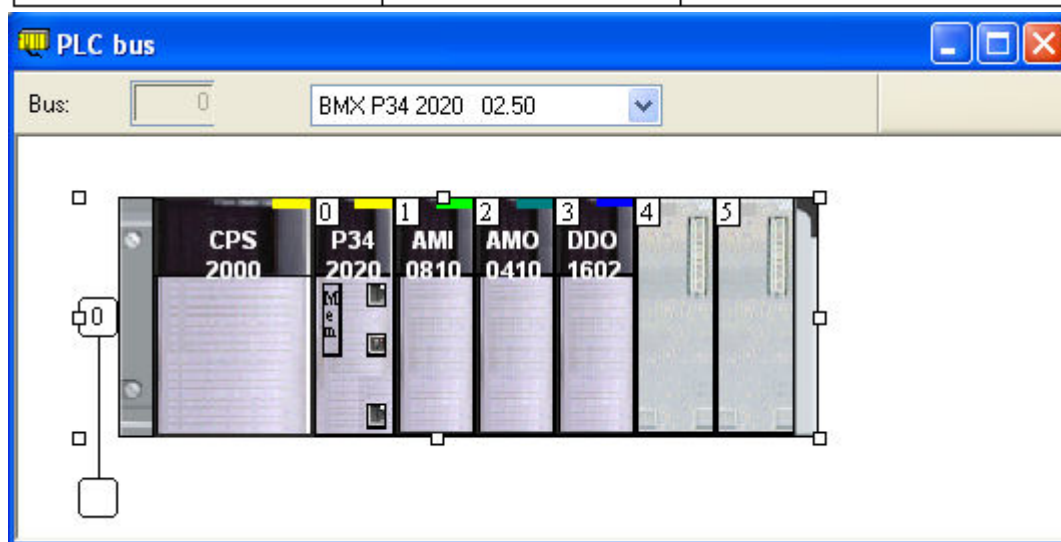


Рис. 3.1. Компоновка модулів ПЛК M340.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Довгий Н.О.			Розробка системи автоматизації технологічного процесу фільтрації сатураційного соку на цукровому заводі	Літ.	Арк.	Аркуші
Керівник		Киричук С.А.					45	5
Зав. каф.		Смітюх Я.В.				НУХТ ЗАК-3-1ск		
Секр. ЕК		Проскурка Є.С.						

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

Принципова електрична схема автоматичного регулювання технологічного процесу фільтрації сатураційного соку на цукровому заводі включає такі елементи:

- QF1-QF3 – трьох полюсні вимикачі з захистом від короткого замикання;
- QF4-QF7 – двох полюсні вимикачі з захистом від короткого замикання;
- БЖ1-БЖ2 – блоки живлення на 24 В постійної напруги.

В принциповій електричній схемі автоматичного регулювання технологічного процесу фільтрації сатураційного соку на цукровому заводі задіяна така нумерація провідників:

- 800-829 – провідники з змінною напругою;
- 900-903 – провідники з постійною напругою;
- 100-105 – провідники вимірювальних сигналів;
- 200-212 – провідники сигналів регулювання і управління;
- 0800 – провідник з сигналом пневматичного живлення;
- 0200-0203 – провідники з сигналами пневматичного управління.

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

### 3.3. Розширені схеми підключення для окремого контуру

#### Контур регулювання рівня соку в збірнику фільтрованого соку

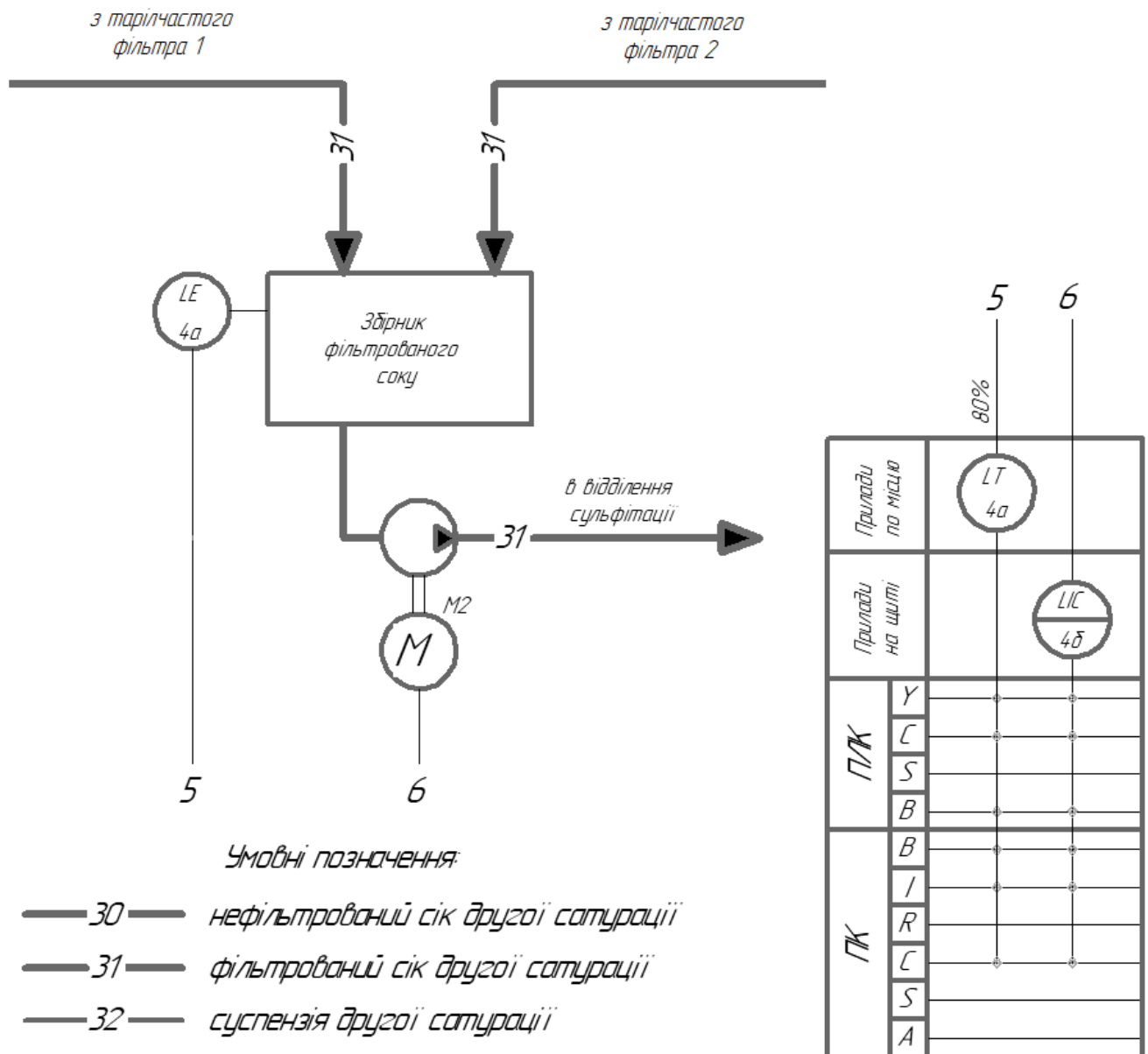


Рис. 3.2. Схема автоматизації контуру регулювання рівня соку в збірнику фільтрованого соку.

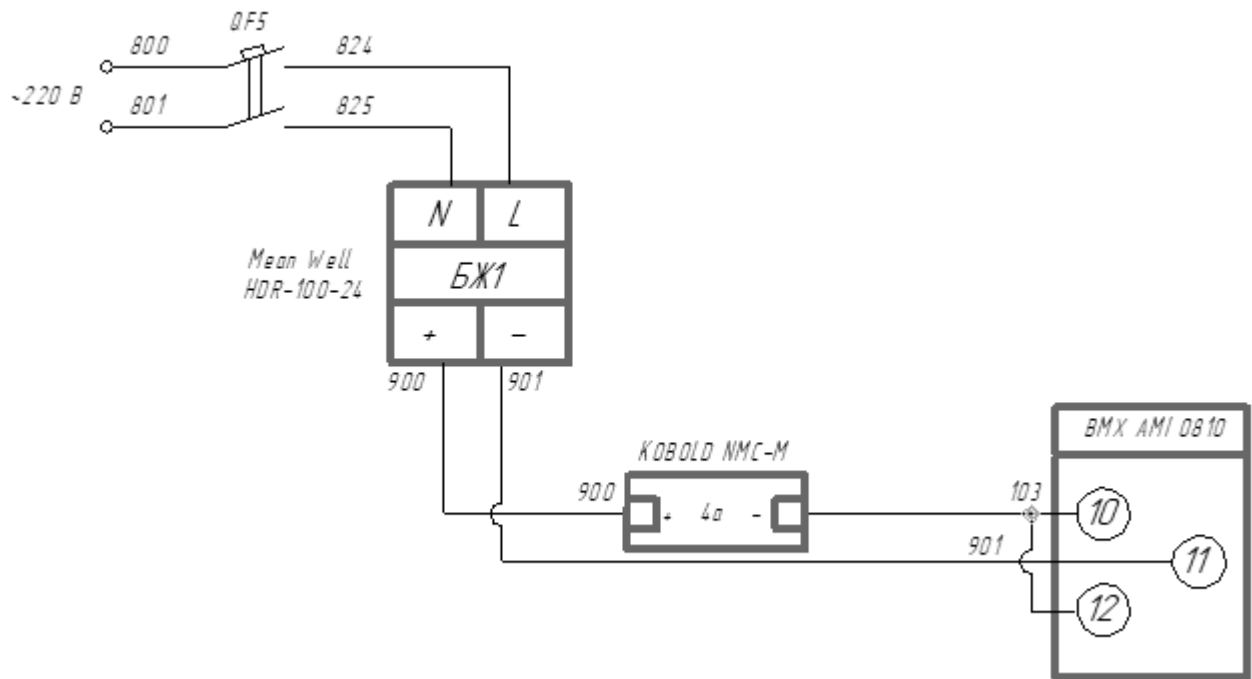


Рис. 3.3 Схема підключення KOBOLD NMC-M до BMX AMI 0810.

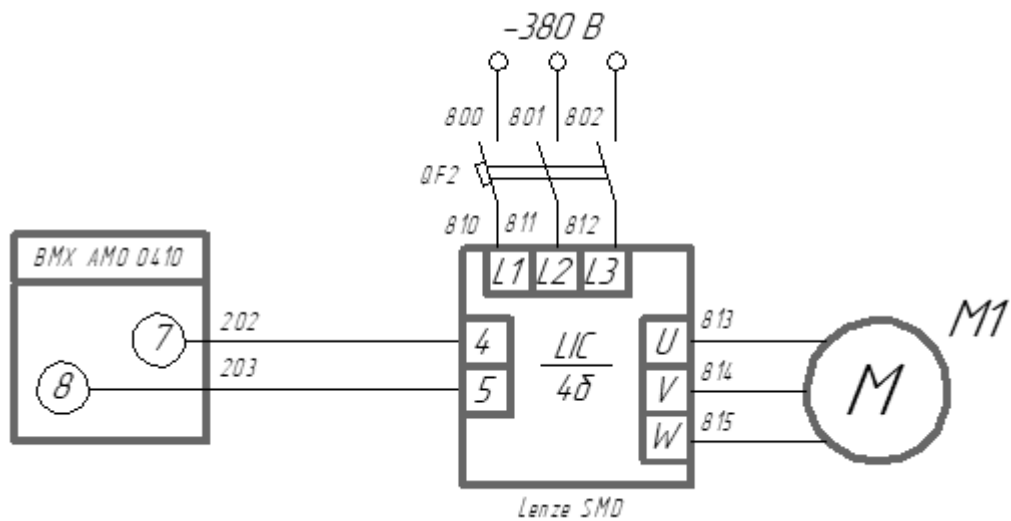


Рис. 3.4. Схема підключення Lenze SMD до BMX AMO 0410.

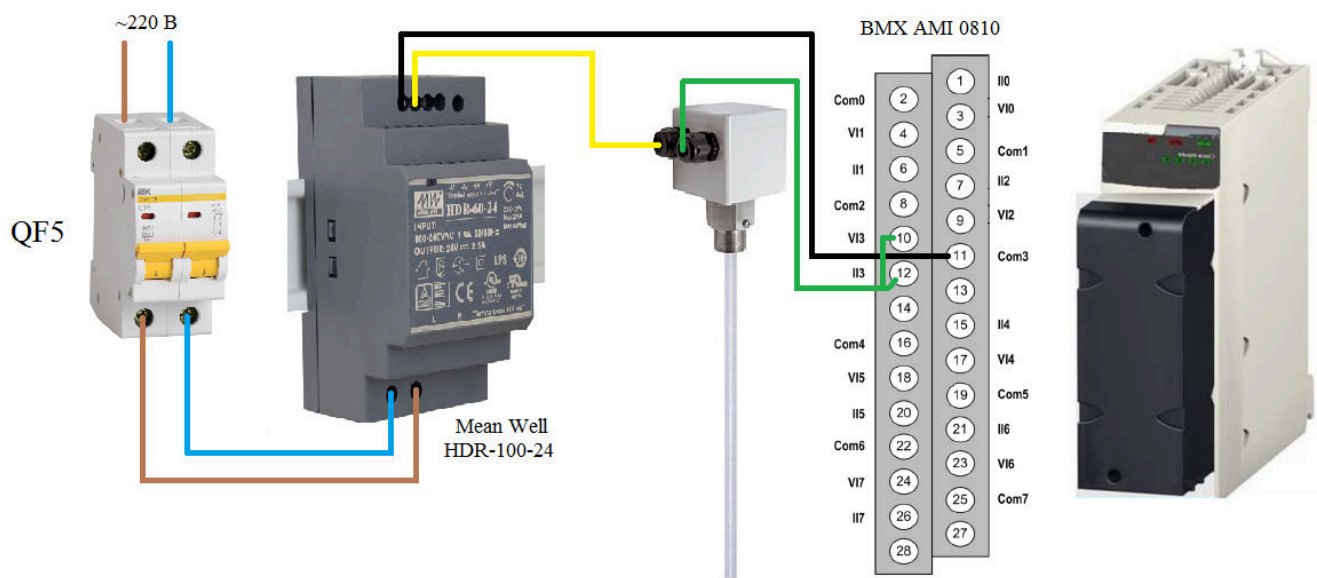


Рис. 3.5. Графічна схема підключення KOBOLD NMC-M до BMX AMI 0810.

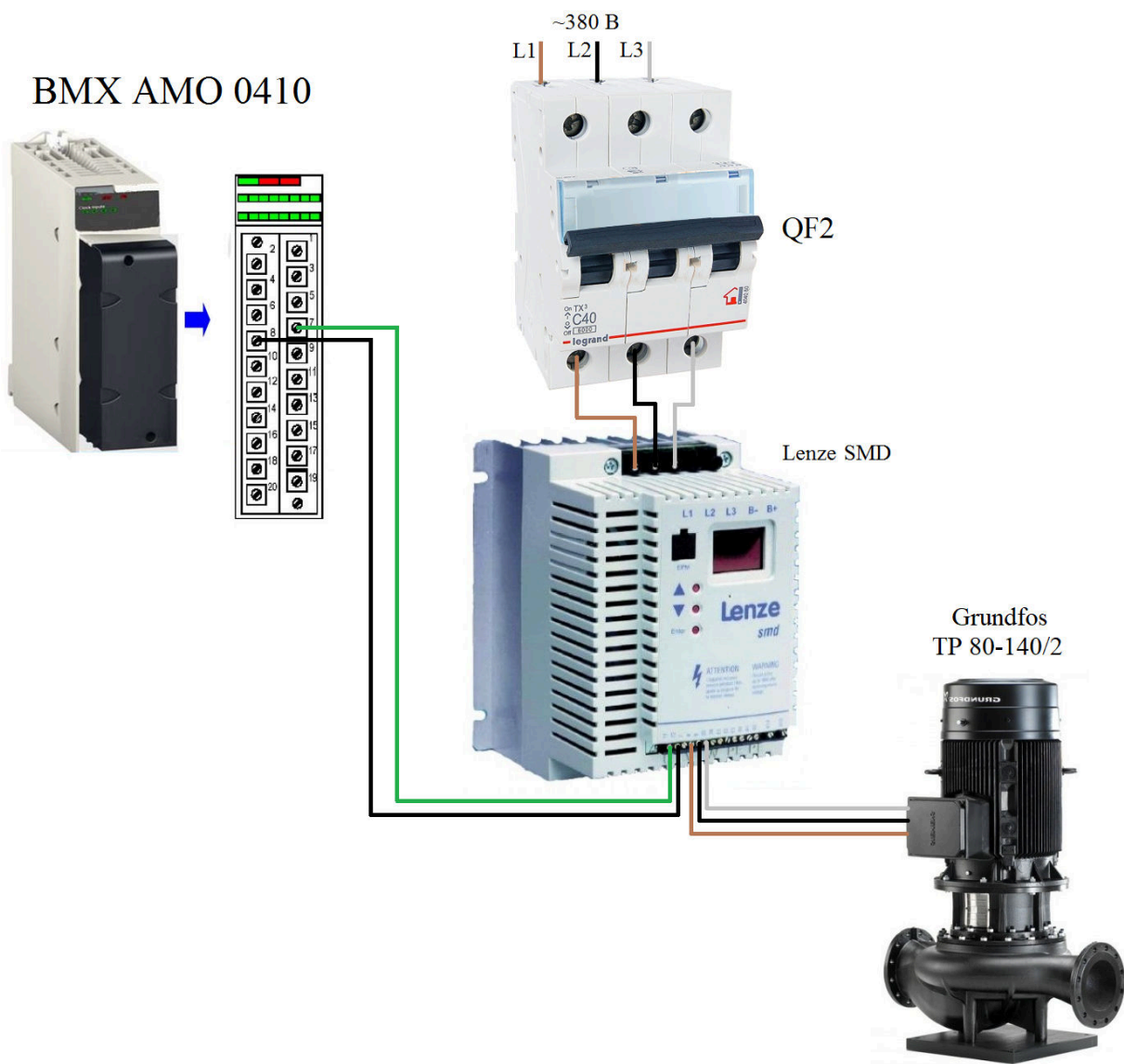


Рис. 3.6. Графічна схема підключення Lenze SMD до BMX AMO 0410.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

## Розділ 4. Креслення встановлення технічного засобу

Для визначення рівня під час проходження технологічного процесу фільтрації сатураційного соку на цукровому заводі використано ємнісний рівнемір KOBOLD NMC (рис. 4.1).



Рис. 4.1. KOBOLD NMC.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
					Розробка системи автоматизації технологічного процесу фільтрації сатураційного соку на цукровому заводі	Літ.	Арк.	Аркушів
Розроб.		Довгий Н.О.					50	4
Керівник		Киричук С.А.				НУХТ ЗАК-3-1ск		
Зав. каф.		Смітюх Я.В.						
Секр. ЕК		Проскурка Є.С.						

**Принцип роботи KOBOLD NMC.** Визначення рівня рідини в ємності засновано на ємнісному методі вимірювання. Чутливий елемент рівнеміра та стінка резервуара або другий електрод рівнеміра створюють обкладки конденсатора. Ємність створюваного конденсатора залежить від середовища в якому відбувається вимірювання. Значення ємності визначається вбудованим модулем електроніки і перетворюється у вигляд процентного співвідношення або електричного уніфікованого сигналу в діапазоні 4-20 мА в залежності від значення рівня в ємності. [7]

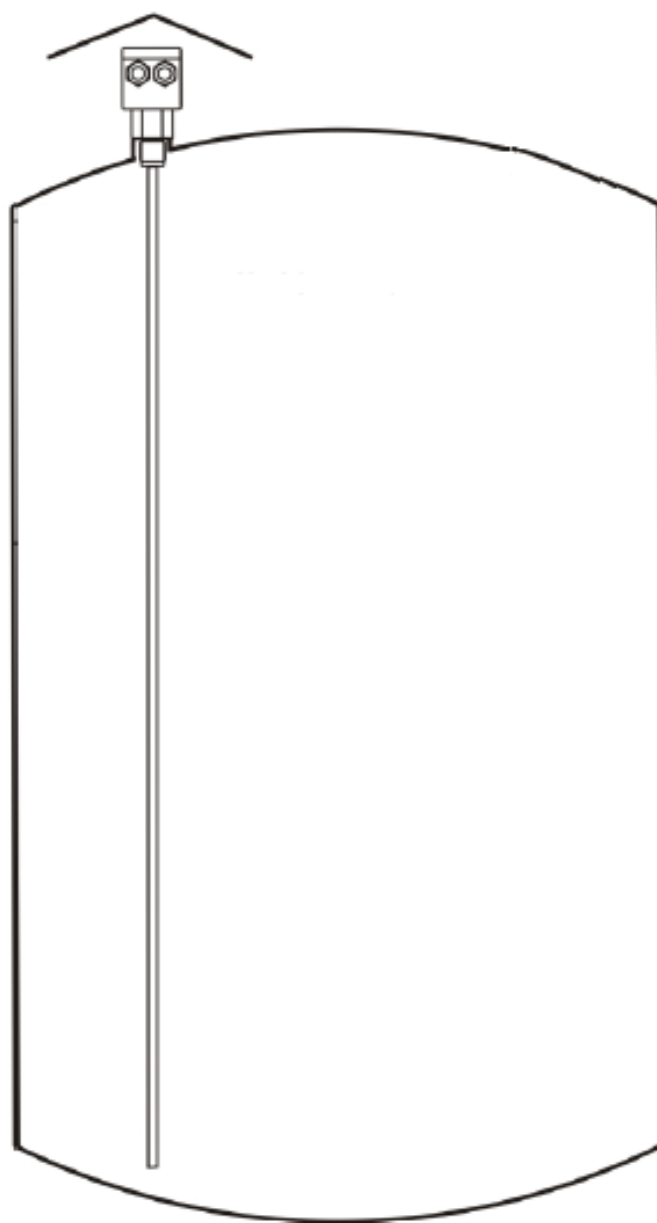


Рис. 4.2. Принцип встановлення KOBOLD NMC.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата



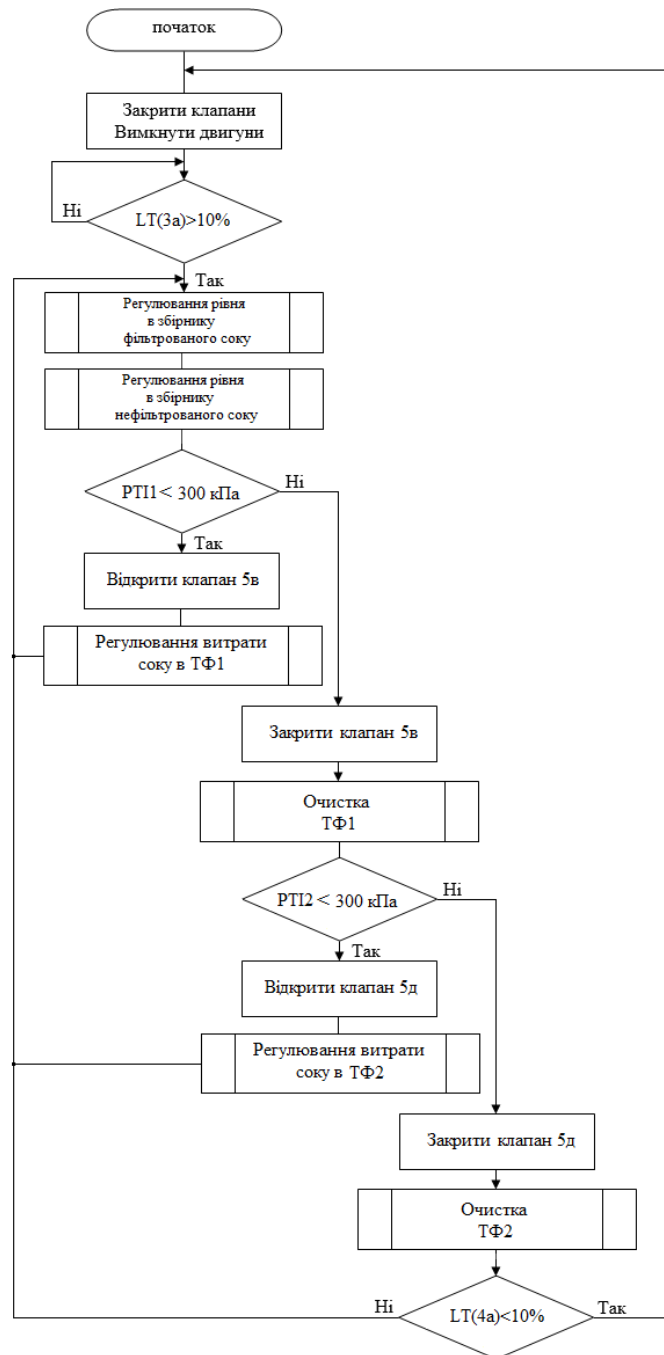
Order Details (Example: NMC-N 1 2G6 0 3)

Version	Probe length	Mechanical connection	ATEX	Supply
<b>NMC-N</b> (Standard)	1 = up to 1 metre	<b>2G6</b> = G1, stainless steel	<b>0</b> = without <b>E</b> = ATEX	<b>3</b> = 10...35 V <sub>DC</sub> (12...30 V <sub>DC</sub> for ATEX)
<b>NMC-H</b> (High temperature)	2 = up to 2 metre			
<b>NMC-T</b> (with reference pipe)	3 = up to 3 metre			
<b>NMC-S</b> (two probe sensor with PVDF connection)	4 = up to 4 metre	<b>9G9</b> = G2, PVDF		

Рис. 4.4. Специфікація KOBOLD NMC.

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

Проходження технологічного процесу фільтрації сатураційного соку на цукровому заводі описується за наступним алгоритмом:



Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	<b>Кваліфікаційна робота</b>				
Розроб.		Довгий Н.О.			Розробка системи автоматизації технологічного процесу фільтрації сатураційного соку на цукровому заводі				
Керівник		Киричук С.А.							
Зав. каф.		Смітюх Я.В.							
Секр. ЕК		Проскурка Є.С.							
							Лім.	Арк.	Аркушів
							54	5	
					<b>НУХТ ЗАК-3-1ск</b>				

Змінні задіяні в програми в ПЛК вказані в табл. 5.1.

Таблиця 5.1. Змінні програми та їх адреса для ПЛК.

Ім'я змінної	Адреса	Найменування
1	2	3
PTI1	%IW0.1.0	Тиск в трубопроводі перед ТФ1
PTI2	%IW0.1.1	Тиск в трубопроводі перед ТФ2
LN	%IW0.1.2	Рівень в збірнику нефільтрованого соку
LF	%IW0.1.3	Рівень в збірнику фільтрованого соку
FS	%IW0.1.4	Витрата нефільтрованого соку
NS1	%QW0.2.0	Насос М1
NS2	%QW0.2.1	Насос М2
NS3	%QW0.2.2	Насос М3
NS4	%Q0.3.0	Насос М4
DM5	%Q0.3.1	Двигун М5 фільтра ТФ1
DM6	%Q0.3.2	Двигун М6 фільтра ТФ2
KL5v	%Q0.3.3	Клапан 5в фільтра ТФ1
KL5d	%Q0.3.4	Клапан 5д фільтра ТФ2
KL6b	%Q0.3.5	Клапан 6б очистки ТФ1
KL6g	%Q0.3.6	Клапан 6г очистки ТФ2

Програма процесу написана на мові програмування Structured Text:

```
%L1:
NS1:=0;
NS2:=0;
NS3:=0;
RESET NS4;
RESET DM5;
RESET DM6;
RESET KL5v;
RESET KL5d;
RESET KL6b;
RESET KL6g;
IF (LN > 1000) THEN
    SET %M1;
    DO
        (*Регулювання рівня в збірнику нефільтрованого соку*)
        PID(' ',' ', LN, NS1, %M10, %MW1:43);
        (*Регулювання рівня в збірнику фільтрованого соку *)
        PID(' ',' ', LF, NS2, %M20, %MW50:43);
        IF (PTI1 < 1200 AND %M1) THEN
            SET KL5v;
            (*Регулювання витрати соку в ТФ1*)
            PID(' ',' ', FS, NS3, %M30, %MW100:43);
        ELSE
            RESET KL5v;
            RESET %M1;
        SET %M2;
        JMP %L2;
    END_IF;
```

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						56
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

```

IF (PTI2 < 1200 AND %M2) THEN
SET KL5d;
    (*Регулювання витрати соку в ТФ2*)
    PID(' ' ', FS, NS3, %M30, %MW100:43);
    ELSE
        RESET KL5d;
        RESET %M2;
        SET %M1;
        JMP %L3;
        END_IF;
UNTIL (LF < 1000)
END_REPEAT;
END_IF;

```

(\*Очистка ТФ1\*)

%L2:

```

SET KL6b;
SET NS4;
SET DM5;
START %TM1;
    IF %TM1.V > 5
        DOWN %TM1;
        RESET KL6b;
        RESET NS4;
        RESET DM5;
    END_IF;

```

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

(\*Очистка ТФ2\*)

%L3:

SET KL6g;

SET NS4;

SET DM6;

START %TM2;

IF %TM2.V > 5

DOWN %TM2;

RESET KL6g;

RESET NS4;

RESET DM6;

END\_IF;

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						58
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 технологічного процесу фільтрації сатураційного соку на цукровому заводі розроблена в SCADA-програмі Citect SCADA 2015. Опис задіяних змінних при розробці мнемосхеми для SCADA-програми вказано в таблиці 6.1.

Таблиця 6.1. Опис Змінних та параметрів.

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
PTI1	%IW0.1.0	0	10000	0	2500	INT
PTI2	%IW0.1.1	0	10000	0	2500	INT
LN	%IW0.1.2	0	10000	0	100	INT
LF	%IW0.1.3	0	10000	0	100	INT
FS	%IW0.1.4	0	10000	0	288	INT
NS1	%QW0.2.0	0	10000	0	100	INT
NS2	%QW0.2.1	0	10000	0	100	INT
NS3	%QW0.2.2	0	10000	0	100	INT

					<b>Кваліфікаційна робота</b>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
Розроб.		Довгий Н.О.			Розробка системи автоматизації технологічного процесу фільтрації сатураційного соку на цукровому заводі	<i>Лім.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
Керівник		Киричук С.А.					59	3
						НУХТ ЗАК-3-1ск		
Зав. каф.		Смітюх Я.В.						
Секр. ЕК		Проскурка Є.С.						

Продовження таблиці 6.1.

1	2	3	4	5	6	7
NS4	%Q0.3.0	0	1	0	1	BOOL
DM5	%Q0.3.1	0	1	0	1	BOOL
DM6	%Q0.3.2	0	1	0	1	BOOL
KL5v	%Q0.3.3	0	1	0	1	BOOL
KL5d	%Q0.3.4	0	1	0	1	BOOL
KL6b	%Q0.3.5	0	1	0	1	BOOL
KL6g	%Q0.3.6	0	1	0	1	BOOL

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

## 6.2. Відеокадри дисплейних мнемосхем оператора

Мнемосхема технологічного процесу фільтрації сатураційного соку на цукровому заводі забезпечує оператора можливість контролювати за тим, як змінюються технологічні параметри з АРМ оператора – автоматизованого робочого місця, а також дозволяє за необхідністю вносити управляючу дію вручну, відносно клапанів, насосів та двигунів.

Вигляд мнемосхеми технологічного процесу фільтрації сатураційного соку на цукровому заводі представлено на рис. 6.2.

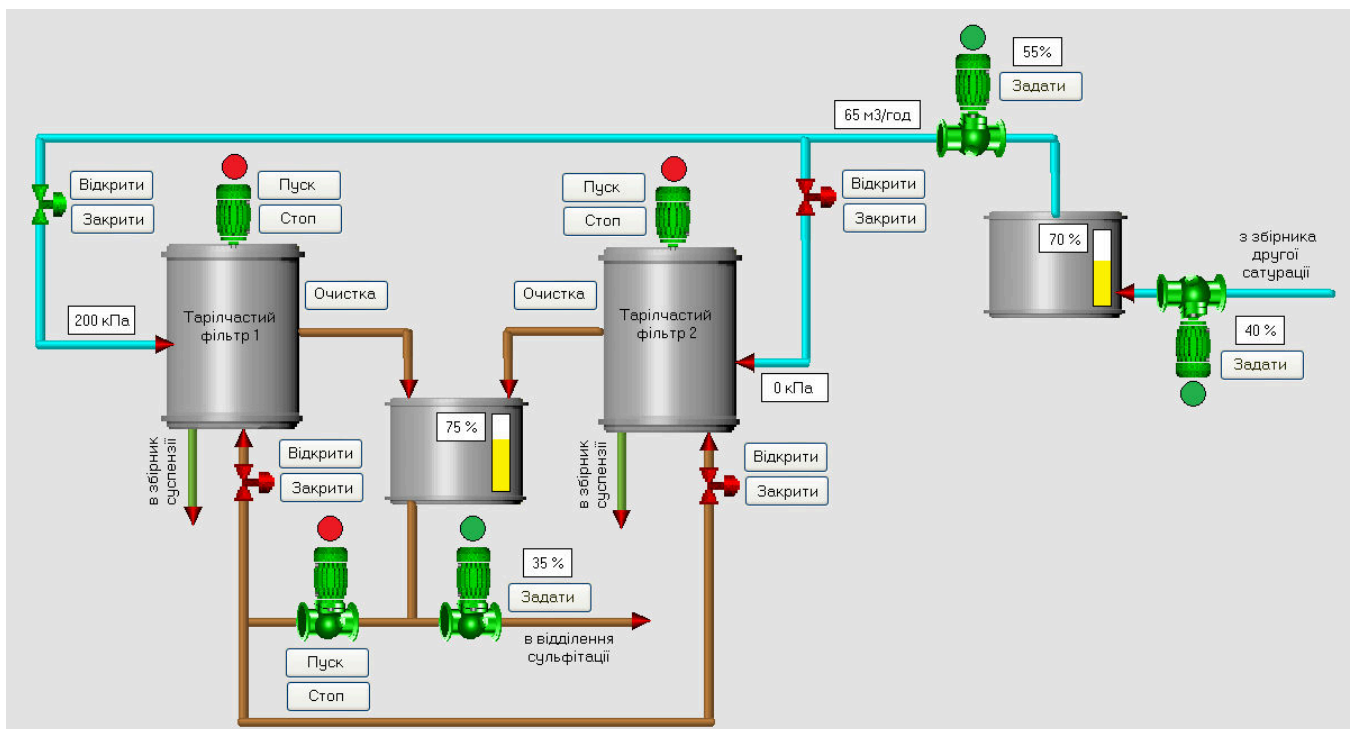


Рис. 6.2. Мнемосхема технологічного процесу фільтрації сатураційного соку на цукровому заводі.

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

### 7.1. Постановка задачі дослідження

Під час технологічного процесу фільтрації сатураційного соку на цукровому заводі виникає необхідність забезпечити підтримку рівня в збірнику на певному значенні – висоті, при незмінній витраті соку на фільтри (рис. 7.1).

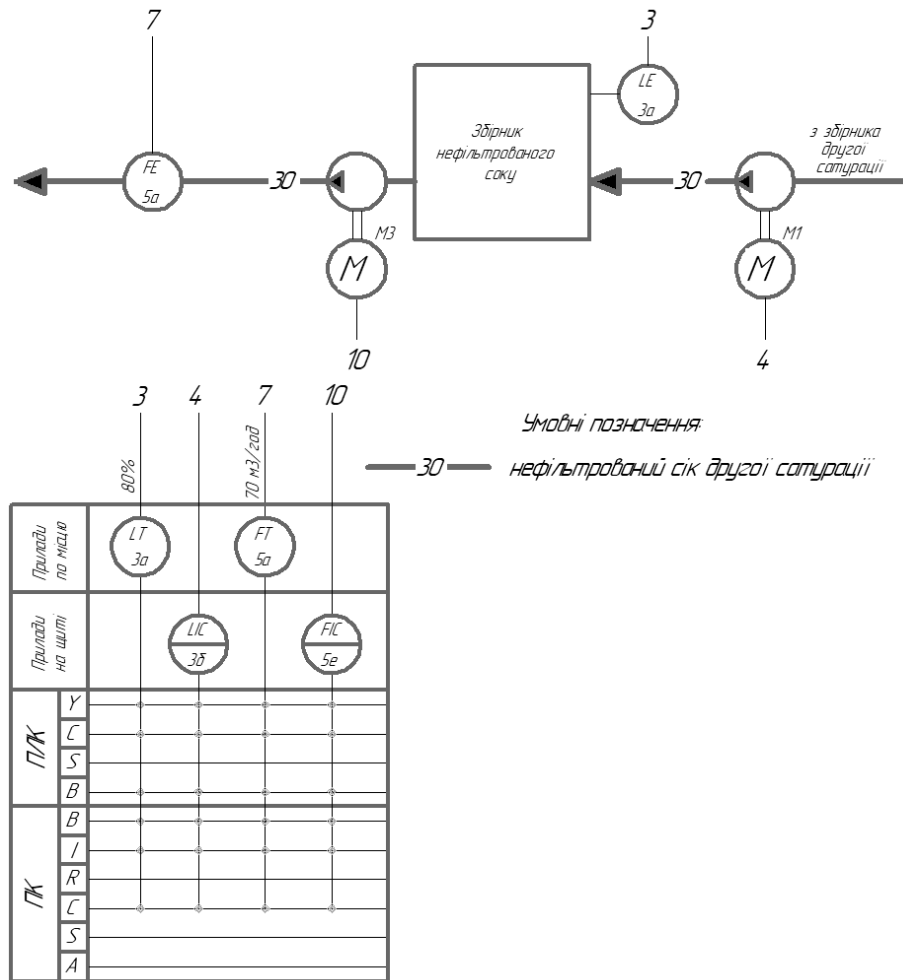


Рис. 7.1. Схема регулювання рівня в збірнику.

**Постановка задачі комп'ютерного моделювання:** промоделювати підтримку рівня в збірнику на певному значенні – висоті, при використанні ПП-регулятора.

					<b>Кваліфікаційна робота</b>		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.	Довгий Н.О.				Лім.	Арк.	Аркуші
Керівник	Киричук С.А.					62	7
Зав. каф.	Смітюх Я.В.				<b>НУХТ ЗАК-3-1ск</b>		
Секр. ЕК	Проскурка Є.С.						
Розробка системи автоматизації технологічного процесу фільтрації сатураційного соку на цукровому заводі							

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

Згідно поставленої задачі обираємо вхідні та вихідні канали та збурення і зображаємо їх на параметричній схемі (рис. 7.2).

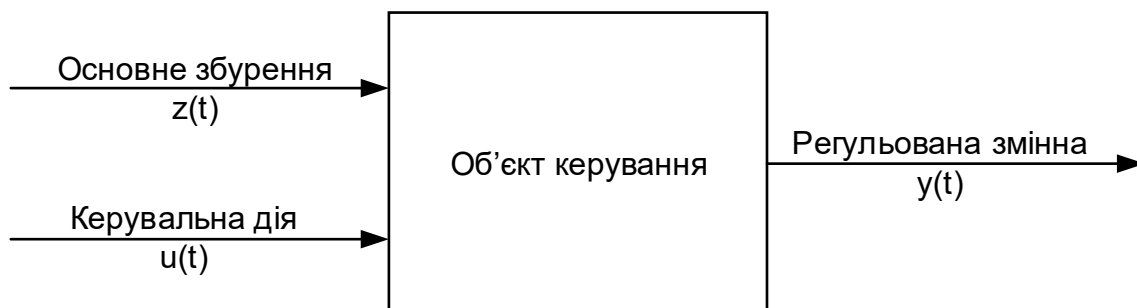


Рис. 7.2. Параметрична схема збірника.

$z(t)$  – збурення – витрата соку зі збірника, м<sup>3</sup>/год;

$u(t)$  – управляюча дія – витрата соку в збірник, м<sup>3</sup>/год;

$y(t)$  – рівень соку в збірнику, м.

Математична модель збірника складається з ланок підсилення та ланок інтегрування (рис. 7.3):

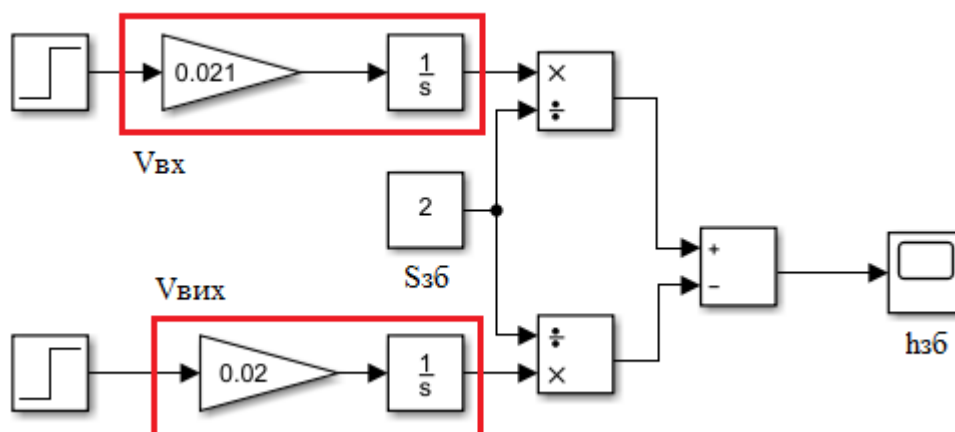


Рис. 7.3. Математична модель збірника.

$V_{\text{вх}} = 76 \text{ м}^3/\text{год} / 3600 = 0,021 \text{ м}^3/\text{с}$  – витрата на вході в збірник.

$V_{\text{вих}} = 72 \text{ м}^3/\text{год} / 3600 = 0,02 \text{ м}^3/\text{с}$  – витрата на виході з збірника.

$S_{\text{зб}} = 2 \text{ м}^2$  – площа збірника.

$h_{\text{зб}} = (V_{\text{вх}} / S_{\text{зб}}) - (V_{\text{вих}} / S_{\text{зб}})$  – рівень в збірнику.

### 7.3. Моделювання САР

Для підтримки рівня в збірнику на певному значенні при не змінній витраті на виході збірника, витрата на вході в збірник повинна бути такою ж або більшою ніж витрата на виході. При більшій витраті соку на вході збірника, ніж витрати соку на виході, рівень в збірнику змінюється наступним чином, як на представлено на рис. 7.4.

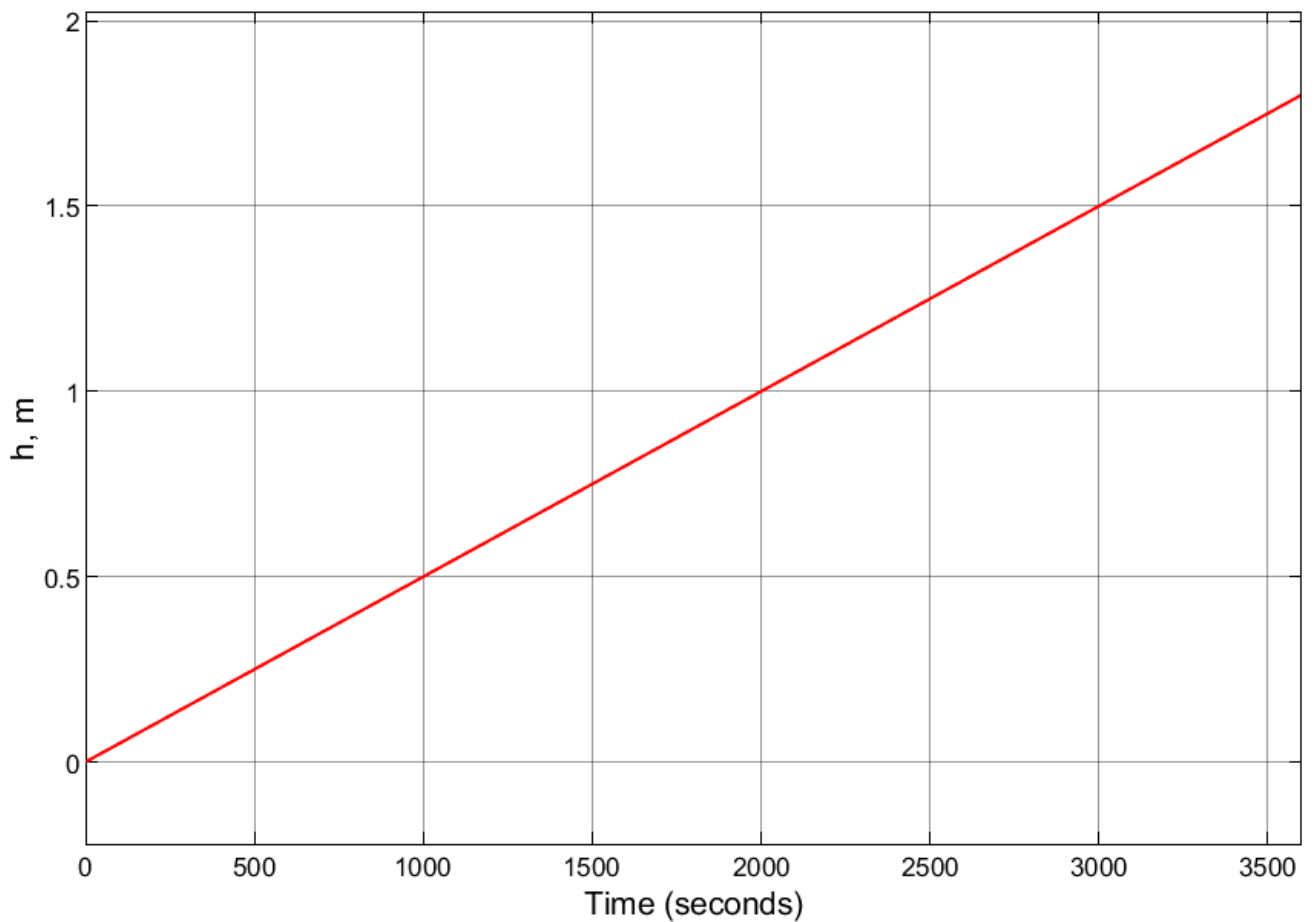


Рис. 7.4. Зміна рівня соку в збірнику.

Для визначення настройок ПІ-регулятора використаємо метод Циглера-Нікольсона. Для цього за допомогою ПІ-регулятора введемо систему в автоколивання. Модель та перехідний процес зображені на рис. 7.5 та 7.6.

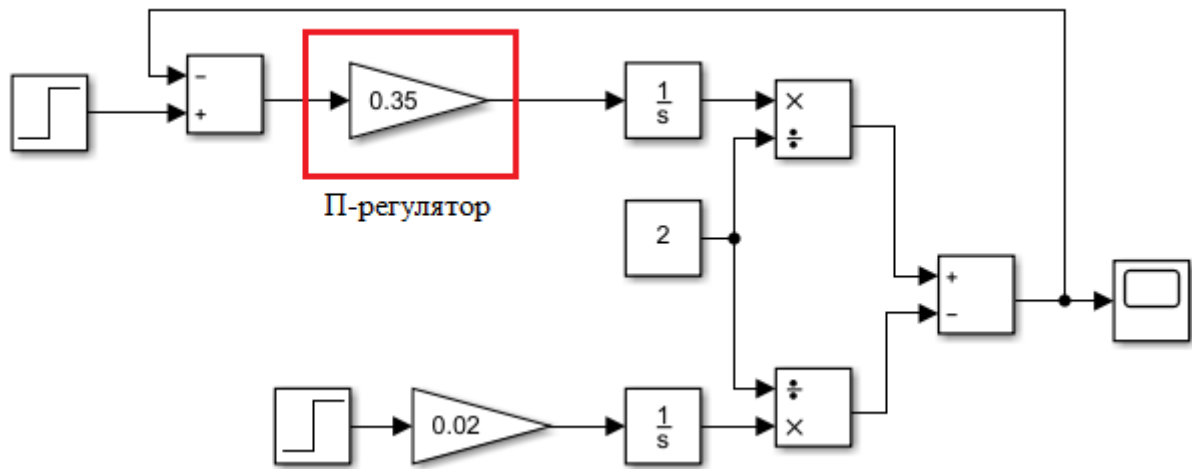


Рис. 7.5. Модель збірника з ПІ-регулятором.

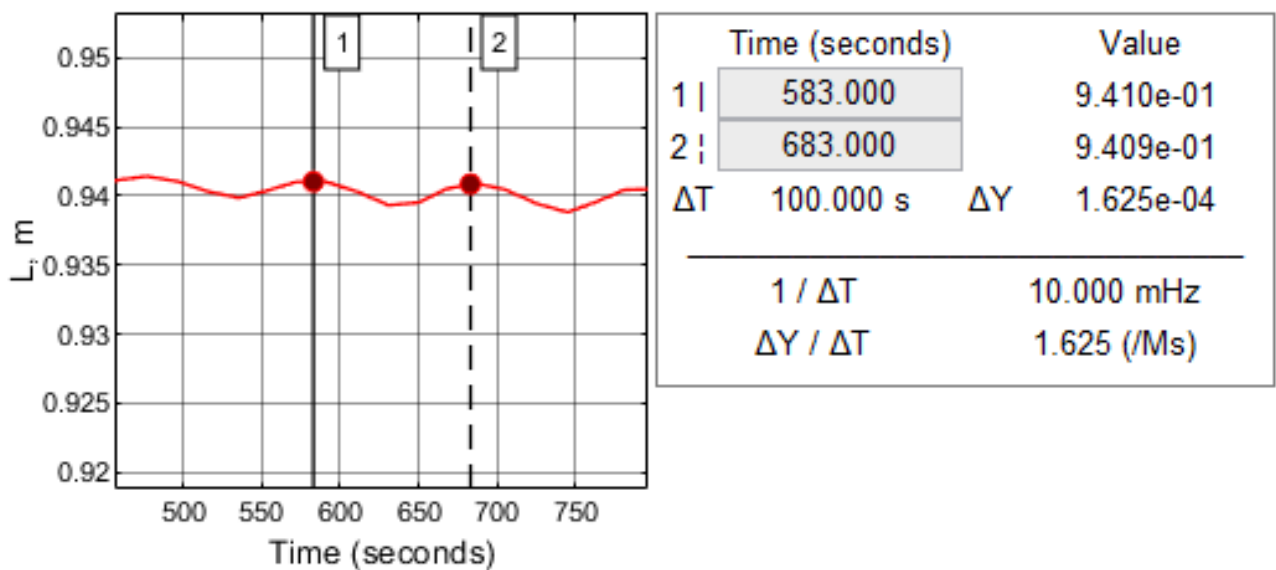


Рис. 7.6. Перехідний процес в режимі автоколивань.

При  $k_{кр} = 0.35$  отримуємо період автоколивань –  $T_{кр} = 100$  с. Тоді за методом Циглера-Нікольсона настройки ПІ-регулятора отримуємо наступні:

$$k_p = 0,45 * k_{кр} = 0,45 * 0,35 = 0,16$$

$$T_i = T_{кр} / 1,2 = 100 / 1,2 = 83,33; k_i = k_p / T_i = 0,16 / 83,33 = 0,002$$

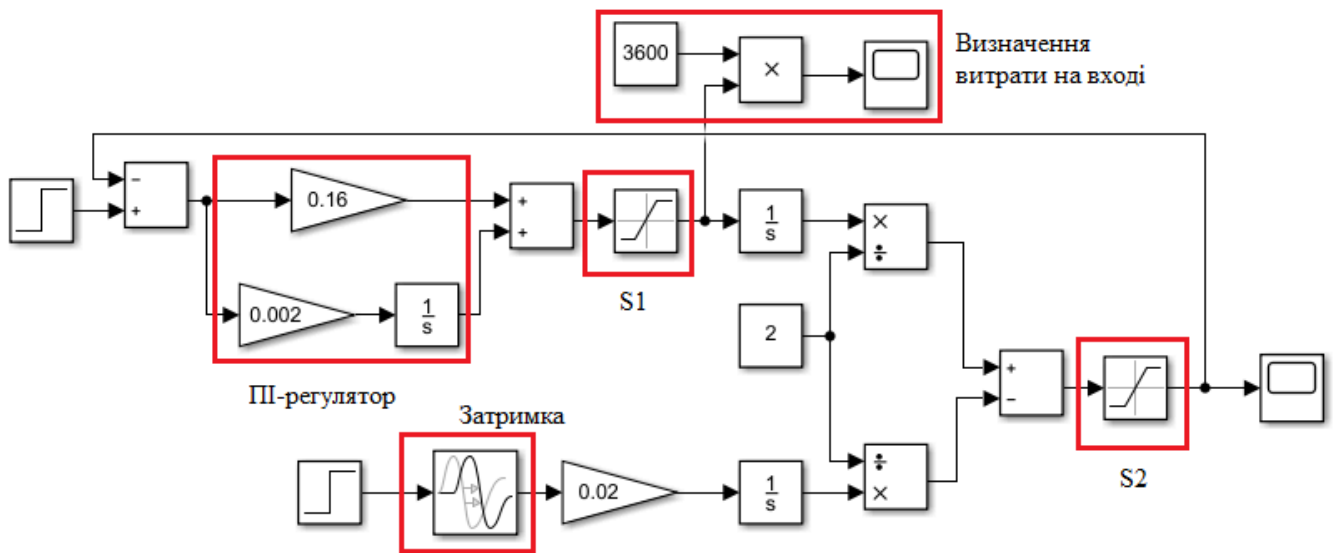


Рис. 7.7. Модель збірника з ПІ-регулятором.

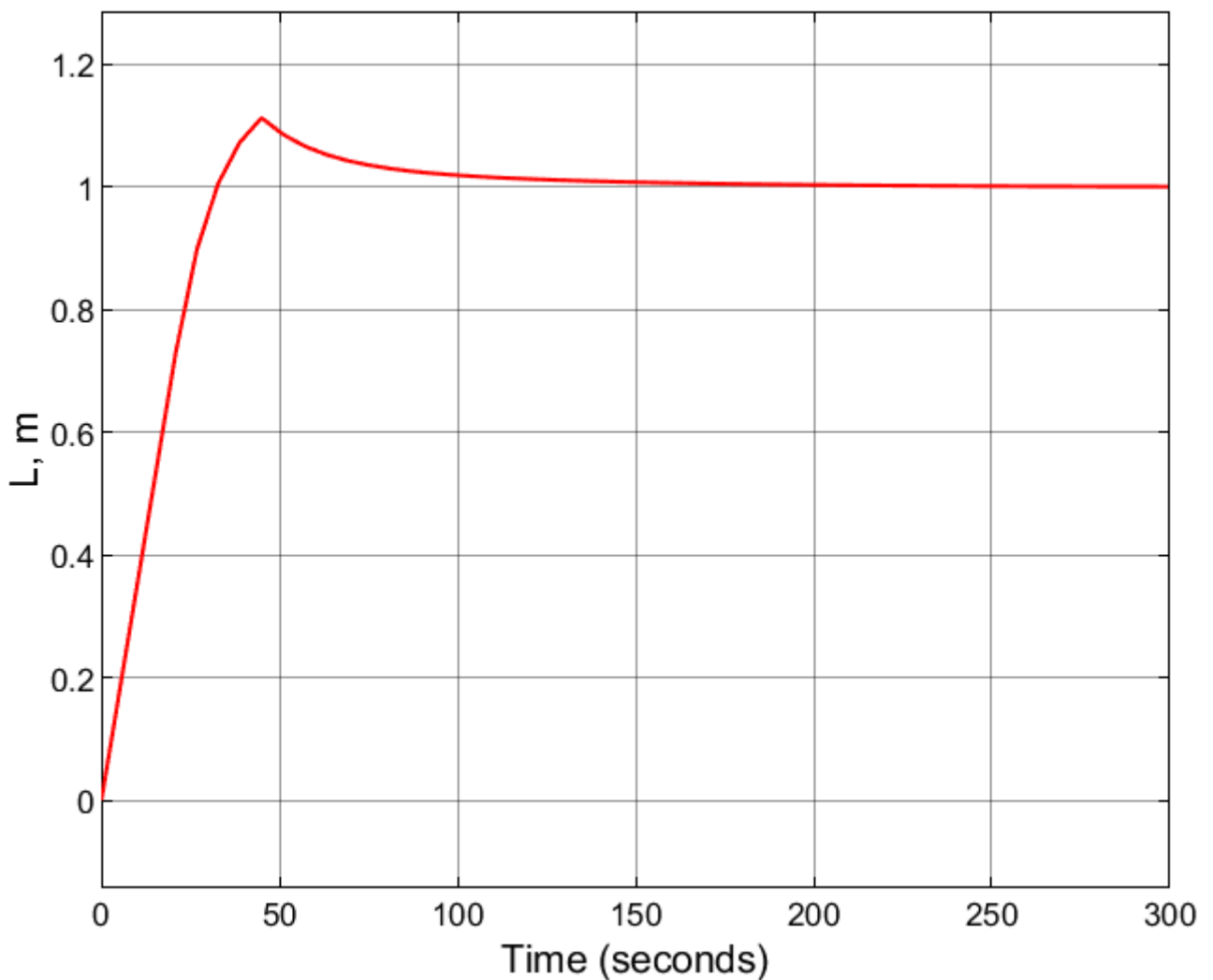


Рис. 7.8. Перехідний процес регулювання рівня в збірнику.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Блок обмежень S1 – блок Saturation – задає обмеження на діапазон зміни витрати від 0-255 м<sup>3</sup>/год, оскільки діапазону зміни витрати обмежена і залежить від технічних характеристик обладнання.

Блок обмежень S2 – блок Saturation – задає обмеження на діапазон зміни рівня від 0-2 м. Використовується в основному, щоб не отримати рівень нижче 0 м.

В області визначення витрати відбувається переведення витрати з м<sup>3</sup>/с в м<sup>3</sup>/год. Зміна витрати на вході представлена на рис. 7.9.

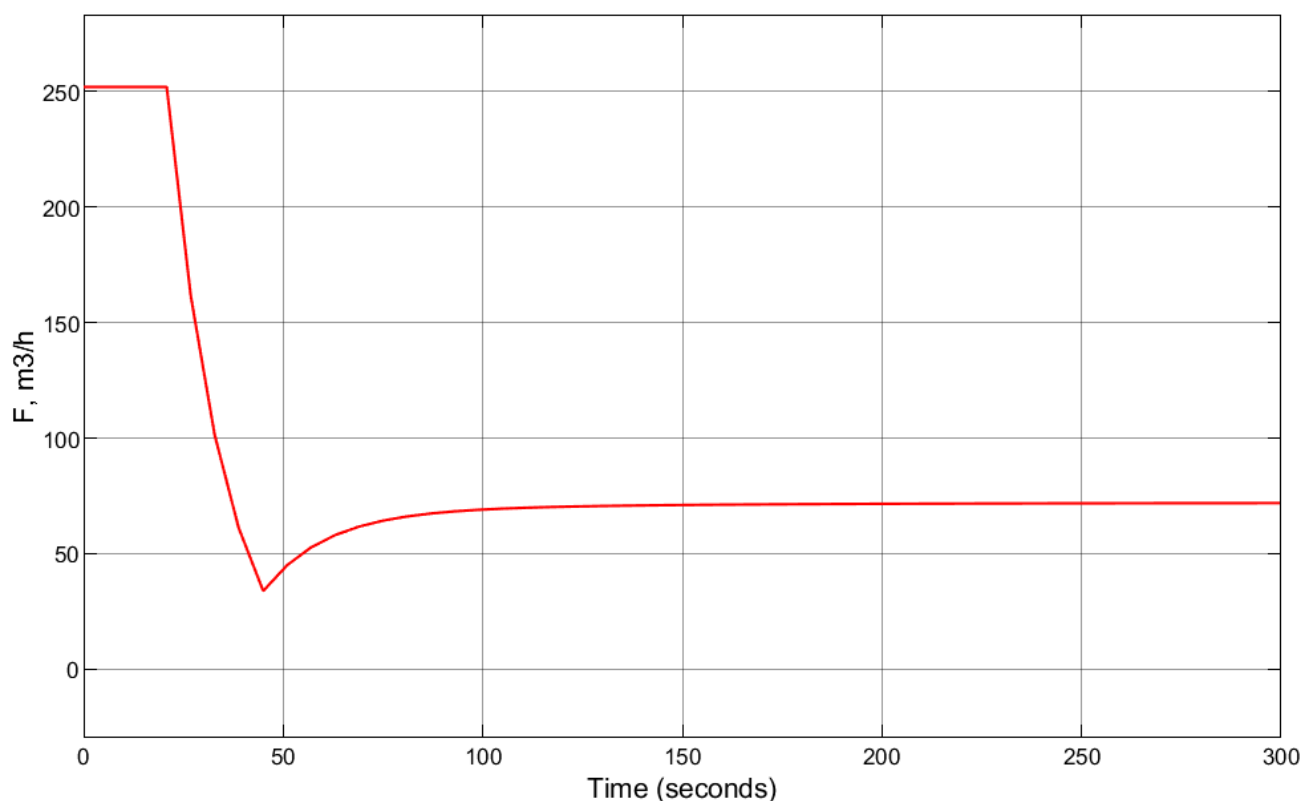


Рис. 7.8. Перехідний процес зміни витрати на вході в збірник.

На графіках рис.7.7-7.8 представлено процес зміни рівня в збірнику та зміни витрати на вході в збірник коли регулювання витрати на виході зі збірника починається на 45 секунд пізніше чим регулювання витрати на вході в збірник. Для забезпечення певної кількості соку в збірнику перш ніж включиться насос і почнеться регулювання витрати соку з виходу збірника. Цю затримку забезпечує блок Transport Delay.

#### 7.4. Опрацювання результатів моделювання та формулювання висновків

Комп'ютерне моделювання для системи автоматичного регулювання (САР) зміни рівня в збірнику соку дозволило знайти оптимальні параметри налаштування ПІ-регулятора методом Циглера-Нікольсона:

- коефіцієнта підсилення:  $k_p = 0,16$ ;
- час інтегрування:  $T_i = 83,33$ ;
- коефіцієнта інтегрування:  $k_i = 0,002$ .

Дані настройки ПІ-регулятора забезпечать оптимальний процес регулювання рівня соку в збірнику. Це забезпечить підтримку рівня в збірнику на певній висоті для виключення випадку коли в збірнику не буде соку, а насос на виході з збірника буде працювати.

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

## Висновки

В кваліфікаційній роботі наведено опис розробки системи автоматизації в технологічного процесу фільтрації сатураційного соку на цукровому заводі з використанням сучасних засобів автоматизації.

Система автоматизації технологічного процесу фільтрації сатураційного соку на цукровому заводі побудована на основі ПЛК Schneider Electric M340.

З використанням програмного забезпечення Citect SCADA 2015 розроблена дисплейна мнемосхема технологічного процесу фільтрації сатураційного соку на цукровому заводі для АРМ оператора – автоматизованого робочого місця.

В кваліфікаційній роботі проведено комп'ютерне моделювання процесу регулювання рівня в збірнику соку з знаходження налаштувань ПІ-регулятора.

Використання сучасних засобів автоматизації при розробці системи автоматизації технологічного процесу фільтрації сатураційного соку на цукровому заводі зменшує витрати енергоресурсів для проведення процесу випарювання в випарному відділенні цукрового заводу, дозволяє зменшити собівартість виробництва готового продукту та збільшити прибутковість виробництва.

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

## Список використаної літератури

1. Очистка сока. URL: <http://sugar.ru/node/12167>
2. Digital Manometer with LCD Display. URL: <https://www.kobold.com/uploads/files/man-sd-ld-gb-pressure.pdf>
3. Electromagnetic Flowmeter for conductive fluids. URL: <https://www.kobold.com/uploads/files/dmh-gb-flow.pdf>
4. ASCO NUMATICS Sentronic LP. URL: [https://www.valves-direct.com/wp-content/uploads/2017/11/Series\\_617\\_-\\_ASCO\\_NUMATICS\\_Sentronic\\_LP\\_Proportional\\_Valves.pdf](https://www.valves-direct.com/wp-content/uploads/2017/11/Series_617_-_ASCO_NUMATICS_Sentronic_LP_Proportional_Valves.pdf)
5. ADCATROL PNEUMATIC CONTROL VALVESPV25–ON-OFF. URL: <https://www.cdfteccon.es/sites/default/files/pdf/valvula-neumatica-paso-recto-dn15-100-pn16-pv25g.pdf>
6. SMD Frequency Inverter 0.37 kW...22 kW. URL: <https://inverterdrive.com/file/Lenze-SMDL-Manual>
7. Capacitive Level Meter for Liquids. URL: <https://www.kobold.com/uploads/files/nmc-gb-level.pdf>
8. 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.
9. Трегуб В.Г. Проективання систем автоматизації: навч. посібник / В.Г. Трегуб. – К.: Ліра-К, 2014.
10. Нестеров А.Л. Проектирование АСУТП. Книга 1 / А.Л. Нестеров // СПб.: Издательство ДЕАН. – 2006. – 844 с.
11. Нестеров А.Л. Проектирование АСУТП. Книга 2 / А.Л. Нестеров // СПб.: Издательство ДЕАН. – 2009. – 944 с.
12. Ельперін І.В. Промислові контролери: Навчальний посібник / І.В. Ельперін // К.: НУХТ. – 2003. – 320 с.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		70

13. 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.
14. Magnetostrictive Level Meters for Liquids. URL:  
[https://www.kobold.com/uploads/files/n2gb\\_nmt.pdf](https://www.kobold.com/uploads/files/n2gb_nmt.pdf)
15. Автоматизація виробничих процесів: підручник / І.В. Ельперін, О.М. Пупена, В.М. Сідлецький, С.М. Швед. — К. : Видавництво Ліра-К, 2015. — 378 с.
16. 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.
17. Трегуб В.Г. Основи комп'ютерно-інтегрованого управління: навчальний посібник / В. Г. Трегуб.— К.: НУХТ, 2006 – 139 с.
18. Гончаренко Б.М. Автоматизація виробничих процесів харчових технологій: підручник / Б.М. Гончаренко, А.П. Ладанюк. — К. : НУХТ, 2014. – 600 с.
19. 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.
20. Ладанюк А.П. Конспект лекцій з дисципліни «Теорія автоматичного керування», ч.1 / А.П. Ладанюк. – К.: НУХТ, 2004. – 184 с.
21. Ладанюк А.П. Конспект лекцій з дисципліни «Теорія автоматичного керування», ч.2 / А.П. Ладанюк. – К.: НУХТ, 2005. – 115 с.
22. Гончаренко Б.М. Цифрові системи керування: навчальний посібник / Б.М. Гончаренко, О.П. Лобок, А.П. Ладанюк. – Вінниця: Нова книга, 2007.—160 с.
23. Автоматизоване управління технологічними процесами. Конспект лекцій до вивчення дисципліни для студентів спеціальності 6.08040 „Інформаційні управляючі системи та технології” напряму підготовки 0804 “Комп'ютерні науки” ден. та заоч. форм навчання/ Уклад.: І.В.Ельперін, С.М.Швед – К: НУХТ, 2007. – 71 с.

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

24. 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.
25. 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.
26. 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.
27. 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.
28. 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.
29. 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.
30. Трегуб В.Г. Автоматизація об'єктів періодичної дії: підручник / В.Г. Трегуб. – Київ: Видавництво Ліра-К, 2017. – 136 с.
31. 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.
32. 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 Uchbovoii Literatury, 2014.- 240 p.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						72
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

33. 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.
34. 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.
35. Методи сучасної теорії управління: навчальний посібник / А.П. Ладанюк, В.Д. Кишенько, Н.М. Луцька, В.В. Іващук. – К.: НУХТ, 2010. – 196 с.
36. 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.
37. 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)
38. 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.
39. Ладанюк А.П. Методологія наукових досліджень: навчальний посібник / А.П. Ладанюк, Л.О. Власенко, В.Д. Кишенько. – К.: Видавництво Ліра-К, 2018. – 352 с.
40. Пупена О. М. Програмування промислових контролерів у середовищі Unity Pro: навчальний посібник / О. М. Пупена, І. В. Ельперін. — Київ : Ліра-К, 2015. — 376 с.
41. 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
42. 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.

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

43. 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" наряду 0925 ден. та заоч. форм навч. / В. Д. Кишенько. – К. : НУХТ, 2007. — 102 с.
44. Кишенько В.Д. Інтелектуальні системи: конспект лекцій для студ. спец. 6.092500 "Автоматизовані системи управління технологічними", 6.092500 "Комп'ютерно-інтегровані процеси та виробництва" наряду 0925 "Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології" ден. та заоч. форм навч. / В. Д. Кишенько. – К. : НУХТ, 2008. — 133 с.
45. Кишенько В.Д. Інтелектуальні системи. Практикум [Електронний ресурс]: навчальний посібник / В. Д. Кишенько, Ю. О. Самойленко, Я. В. Смітюх. – Київ : НУХТ, 2017. — 67 с.
46. 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.
47. Романов М.С. Синергетичні основи сталого інноваційного розвитку харчової промисловості: концептуальний підхід, наукове видання / М.С. Романов. – К.: НУХТ, 2019. – 71 с.
48. 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>	Арк.
						74
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		