

Міністерство освіти і науки України
Сумський державний університет
Факультет електроніки та інформаційних технологій
Кафедра комп'ютерних наук

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри КН

_____ Довбиш А. С.
_____ 2020 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА
зі спеціальності 151 – Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

на тему: **«Автоматизація процесу рафінації олії»**
(Дипломний проект)

Керівник проекту:
к.т.н., доцент

В.О. Журба

Дипломник:
студент гр. СУдн-61П

В.С. Лисов

РЕФЕРАТ

Лисов Владислав Сергійович. Автоматизація процесу рафінації олії. Дипломний проект. Сумський державний університет. Суми, 2020 р.

Дипломний проект містить 46 аркушів пояснювальної записки, використано 12 літературних джерел, 25 малюнків, 12 таблиць, 2 додатки, презентацію.

Проведено конструктивно-технологічний аналіз процесу рафінації олії, в результаті визначені фактори, що впливають на ефективність процесу. Розроблена функціональна схема автоматизації, сформовано перелік вхідних та вихідних сигналів, який є основою інформаційного забезпечення системи.

На основі вибраних засобів автоматизації та лінійки виробів «ОВЕН» розглянута SCADA система, що забезпечує вирішення завдань керування процесом рафінації

Ключові слова: технічні засоби автоматизації, гідратація, нейтралізація, канали керування, програмований логічний контролер, SCADA-система.

SUMMARY

Lysov Vladislav Sergiyovych. Automation of oil refining process. Degree project. Sumy State University. Sumy, 2020

The diploma project contains 46 sheets of explanatory note, 12 literary sources, 25 drawings, 12 tables, 2 appendices, presentation are used.

The constructive-technological analysis of the oil refining process is carried out, as a result the factors influencing the efficiency of the process are determined. The functional scheme of automation is developed, the list of input and output signals which is a basis of information maintenance of system is formed.

Based on the selected automation tools and the OWEN product line, the SCADA system is considered, which provides the solution of refining process control tasks.

Keywords: technical means of automation, hydration, neutralization, control channels, programmable logic controller, SCADA-system.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет електроніки та інформаційних технологій
Кафедра комп'ютерних наук
Секція комп'ютеризованих систем управління

ЗАТВЕРДЖУЮ
Зав. кафедри комп'ютерних наук
А. С. Довбиш
“ “
2020 р.

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до дипломного проекту

зі спеціальності 151 – Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

На тему: «Автоматизація процесу рафінації олії»

Керівник проекту:
к.т.н., доцент

В.О. Журба

Дипломник:
студент гр. СУдн-61П

В.С. Лисов

Суми – 2020

ЗМІСТ

ВСТУП	3
1 КОНСТРУКТИВНО - ТЕХНОЛОГІЧНИЙ АНАЛІЗ ОБ'ЄКТА УПРАВЛІННЯ	5
1.1 Аналіз процесу рафінації.	5
1.2 Функціонально - технологічний аналіз процесу гідратації	6
1.3 Лужна рафінація (нейтралізація)	9
2 АНАЛІЗ КАНАЛІВ КЕРУВАННЯ, СИГНАЛІЗАЦІЇ ТА БЛОКУВАННЯ	12
2.1 Автоматизація процесу гідратації	12
2.2 Автоматизація процесу нейтралізації	14
2.3 Аналіз інформаційних і керуючих сигналів	18
3. ВИБІР ЗАСОБІВ АВТОМАТИЗАЦІЇ.	20
3.1 Вибір давачів.	20
3.2 Вибір регулюючих органів	31
4. ПОБУДОВА СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ПРОЦЕСОМ РАФІНАЦІЇ.	34
4.1 Компоновка технічного забезпечення	34
4.2 Реалізація SCADA системи	36
Висновки	45
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ	

					СУдн-61П 6.151.09.ПЗ			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>		Лисов В. С.			Автоматизація процесу рафінації олії Пояснювальна записка	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Провер.</i>		Журба О.В.					2	46
<i>Реценз.</i>						СумДУ		
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Утверд.</i>								

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ

- АРМ– автоматизоване робоче місце оператора
- АЦП – аналого цифровий перетворювач
- БКВ – блок кінцевих вимикачів
- БСП– блок сигналізації положення вихідного вала
- ВМ– виконавчі механізми
- ДУ – умовний діаметр
- КВП – контрольно вимірювальний прилад
- МК – Мікроконтролер
- ПЕМ – Привод електричний багатооборотний
- НМІ– людино машинний інтерфейс
- ОРМ – програмне забезпечення Owen Process Manager
- ПЧ – Частотний перетворювач
- ПЗА –пускозахисна апаратура
- ПК– промисловий комп'ютер
- ПЛК– програмно-логічний контролер
- ПО –Панель Оператора
- НПТ– нормуючий перетворювач
- ТСМ – термометр опору мідний
- ТОК–технологічний об'єкт керування
- АРМ– автоматизоване робоче місце оператора

ВСТУП

Якість олії, що споживається, залежить від рівня технологій, що використовуються для видалення домішок та супутніх речовин, що містяться у первинному продукті. Споживачами рафінованих жирів є багато галузей народного господарства, такі як хлібопекарська, кондитерська, консервна, їжеконцентратна та інші. Вторинні продукти з олії використовуються з технічною метою (оліфоварення, машинобудування, хімічна, текстильна промисловості та ін.).

Умовою протікання процесу очищення олій та жирів є безперервність процесу, незважаючи на наявність декількох етапів цього процесу. Оскільки якість кінцевого продукту переробки, а також ефективність процесу залежить від параметрів проміжних стадій, то ведення процесу рафінації потребує постійного контролю, не тільки за технологічними, але й за економічними параметрами, які характеризують вихід продукту на конкретній стадії процесу.

Проте більшість заводів по виробництву олій та жирів мають низький ступінь автоматизації виробництва, що можна пояснити низьким рівнем автоматизованих систем керування, їх локальністю та високою вартістю. Недоліками контролю параметрів продукції є те, що в технологічному потоці використовуються об'ємні методи, які мають велику похибку, а також неефективні в роботі. Недостатня точність контролю витрат та додатків напівфабрикатів і кінцевого продукту процесів рафінації обумовлює втрати продукції. Додатковою проблемою вирішення завдань виробництва олії є недостатня ефективність каналів впливу на хід процесу рафінації олії, який би дозволив зменшувати дії збурень і завад процесу.

Впровадження автоматизації процесу рафінації спрямовано на забезпечення якісного контролю (з архівацією даних) за витратами сировини, проміжних та фінішного продукту. Отже, реалізація завдань автоматизації контрольно-вимірювальних операцій є передумовою по досягненню сучасного рівня розвитку систем керування, що базуються на використанні мікропроцесорних засобів керування.

Недостатній системний аналіз процесів очищення олії призводить до нераціонального підходу побудови структури системи керування, що знижує надійність та ефективність процесів рафінації взагалі.

					СУдн-61П. 6.151.09.ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		3

Визначальним фактором успішного вирішення зазначених завдань є впровадження в виробництво сучасних наукоємних технологій і ліній рафінації та дезодорації олій і жирів, гарантією ефективності яких є наявність автоматизованих систем контролю і управління технологічним процесом [1]. У разі поєднання засобів вимірювання витрат сировини, основних і допоміжних матеріалів із засобами контролю температурних і гідродинамічних параметрів вдається значно підвищити ефективність процесів переробки соняшникової олії.

Найбільш об'єктивним показником якості олії є кислотне число, яке характеризує вміст вільних жирних кислот у продукті, відповідно свідчує ефективність процесу рафінації олії. Проте більшість відомих методів оцінки кислотного числа базується на титрометричних методах [2], де вагомий внесок у значення похибок вимірювання вносить «людський фактор». Саме автоматизація контролю кислотного числа повинна забезпечити не тільки об'єктивність вимірювань, але й умови інтеграції цих вимірювань у контури керування процесом очищення олії.

Таким чином вирішення завдань підвищення якості продукції, надійності функціонування обладнання, зниження собівартості залежить від рівня автоматизації процесу рафінації олії, яка, в свою чергу, визначається об'ємом використання програмних і мікропроцесорних засобів керування.

					СУдн-61П. 6.151.09.ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		4

1 КОНСТРУКТИВНО - ТЕХНОЛОГІЧНИЙ АНАЛІЗ ОБ'ЄКТА КЕРУВАННЯ

1.1 Аналіз процесу рафінації

Складність процесу рафінації олії полягає в взаємопов'язаності хімічних та фізичних параметрів, які дотично характеризують впливи на процеси, які відбуваються при видаленні трігліцеридів з олії.

Рафінація являє собою складний комплекс різних фізичних і хімічних процесів, застосування яких дозволяє вибірково впливати на супутні речовини, залишати їх зв'язку з трігліцерідами і виводити з масла. Як зазначалося, необхідність використання тих чи інших процесів, що формують процес очищення, залежить від якості сировини та необхідним рівнем очищення.

Класифікація методів рафінації жирів приведена в табл. 1

Табл. 1 Класифікація методів рафінації жирів

Процеси	Методи рафінації	Основне призначення
Гідромеханічні	Відстоювання	Поділ утворених фаз
	Центрифугування	
	Фільтрування	
Фізико-хімічні	Гідратація	Видалення фосфоліпідів та інших гідрофільних речовин
	Виморожування	Видалення високоплавких речовин
	Нейтралізація	Видалення вільних жирних кислот
	Промивання	Видалення мила та інших водорозчинних речовин
Масообмінні	Висушування	Видалення вологи
	Відбілювання	Видалення пігментів та інших забарвлених речовин
	Дезодорація	Видалення одоруючих речовин
	Дистиляційна рафінація (безлужна)	Видалення вільних жирних кислот одоруючих речовин

Таблиця 1 підтверджує різний характер процесів, що використовують при рафінації жиру олійних продуктів.

					СУдн-61П. 6.151.09.ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		5

Швидкість *гідромеханічних процесів* визначається законами гідродинаміки. Ці процеси використовуються для поділу рідинних неоднорідних середовищ в гравітаційному полі. Інший варіант- застосування дії відцентрових сил, або дії різниці тисків при переміщенні продукту через пористу речовину;

Швидкість *фізико-хімічних процесів* залежить від природи хімічної кінетики та умов масопереносу реагуючих речовин. Стан цих процесів визначається ступенем фізичного впливу на умови масопереносу.

Адсорбція, екстракція з розчинів, дистиляція та інші, відносяться до *масообмінних процесів*, для яких характерні переходом однієї чи декількох компонентів вихідної суміші з однієї фази в іншу.

Окрім головної мети рафінації олії – отримати найбільший вміст вільних жирних кислот, додатким завданням підвищення ефективності процесу є мінімізувати втрати цінних супутніх речовин, що можуть використовуватись як самостійні продукти. До цих продуктів відносяться воскові речовини та фосфоліпіди.

Довільні початкові умови процесу, які полягають в зміні параметрів олії та жирів, що надходять на рафінацію, а також прагнення виробника задовольнити різних замовників, що пред'являють різні вимоги до фінішного продукту, призводять до використання різних методів процесу рафінації або різних комбінацій їх поєднання [3].

1.2 Функціонально-технологічний аналіз процесу гідратації.

Для видалення фосфатидів із необробленої олії використовується процес гідратації, який проходить в результаті змішування олії з паром. Найбільш широкого використання здобув метод лужної рафінації, який передбачає попереднє видалення фосфоровмісних сполук в процесі гідратації.

Основні етапи процесу гідратації формуються в результаті виконання таких складових:

- 1) змішування масла з водою або водяною парою;
- 2) експозиція суспензії олія-вода що забезпечує коагуляцію фосфатидів;
- 3) розподіл фаз гідратоване масло- фосфатидна емульсія;
- 4) процес сушіння гідратованого масла;

					СУдн-61П. 6.151.09.ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		6

5) висушування фосфатидного емульсії та отримання фосфатидного концентрату.

Аналізу процесу гідратації [4], показує, що основними технологічними параметрами, які визначають хід цього процесу, є час експозиції, кількість агента гідратації та температура гідратації.

Необхідна кількість агента гідратації визначається вмістом фосфатидів та їх якісного складу. Діапазон коливань вмісту фосфатидів становить 0,5 – 6,0%. Тому завданням керування процесу гідратації полягає в утриманні оптимального значення кількості пари, оскільки недостатня її кількість призводить до неповного відділення фосфатидів, а перевищення значення – до утворення стабільних емульсій. Це утворення викликає додаткові енерговитрати, оскільки ускладнюється поділ фаз.

Вибір оптимального температурного режиму процесу гідратації ускладнений широким діапазоном його значень: 20° – 120°C, тому враховуються наступні обставини.

При температурі 20° – 40°C зберігаються міцні зв'язки між молекулами води та фосфоліпідів. Відповідно, внаслідок високої в'язкості олії, спостерігається мала швидкість процесу гідратації, оскільки процес дифузії води всередину міцел фосфоліпідів обмежений. Тому до теперішнього часу, з метою енергозбереження, використовувався режим, в якому підтримувалась температура 50°- 60°C, при вмісті пари 1– 4 %. В результаті проведення такого режиму після гідратації отримували вміст фосфоліпідів в діапазоні 0,15...0,25 %. При впровадженні сучасних технологій, які передбачають використання різних фізичних полів [5], що впливають на процес, вдається підвищити ступінь очищення олій.

Більш енергоємним є процес гідратації, що здійснюється при температурі 105°–120°C. Він передбачає наступне охолодження суспензії до 60°– 80°C. За таких умов збільшується швидкість дифузії та розчинення води в олії. Внаслідок цього збільшується дисоціація міцел на окремі молекули, відповідно полегшується гідратація фосфоліпідів. Міцність асоціатів фосфоліпідів з водою підвищується при наступному охолодженні суспензії. Такий режим дозволяє отримати 0,05 – 0,12% вмісту фосфоліпідів в соняшниковій олії.

Ефективність відділення фосфатидної емульсії залежить від розміру агрегатів частинок фосфоліпідів та різниці густини поділюваних фаз.

					СУдн-61П. 6.151.09.ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		7

Оскільки набухання та розростання гідратних оболонок не відбувається миттєво, то для досягнення необхідних параметрів відводиться час 10 – 30 хвилин

Поділ двофазної системи здійснюється на сепараторі, в результаті отримуються гідратована олія та фосфатидна емульсія. На наступному етапі вони висушуються в вакуум-сушильних апаратах при температурі 80°- 90°С , залишковому тиску не більше 3 кПа.

Технологічна схема гідратації приведена на рис. 1.

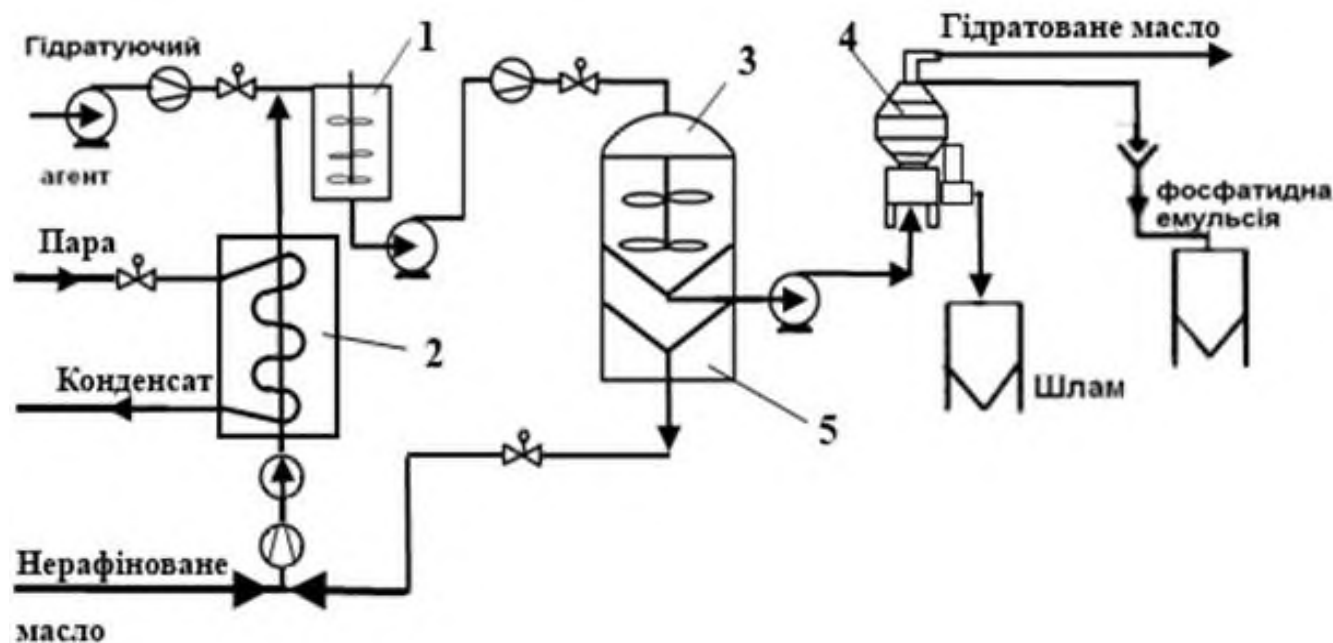


Рис. 1 – Технологічна схема гідратації олії.

1-Змішувач; 2-Теплообмінник (нагрівач); 3-Коагулятор; 4- Сепаратор; 5- Бак

Нерафінована олія и олія з баку 5 крізь теплообмінник 2 подаються у змішувач 1. Агент гідратації також надходить в змішувач 1. В результаті зволоження олія надходить в коагулятор 3, де знаходиться 30– 40 хвилин. Використання пропелерного перемішувача, який обертається з частотою 400 об /хв, дає змогу запобігти осіданню пластівців фосфатидів. З коагулятора суміш подається насосом в герметичний сепаратор 4. Витрати насоса встановлюються таким чином, щоб узгодити надходження суміші на сепарування. Синхронізація витрат/ втрат сприяє підвищенню рівномірності суміші. Збереження структури агрегованих частинок фосфатидів досягається завдяки спеціальній конструкції насосу. В результаті сепарації суміш розділяється на три фази: гідратована олія, фосфатидна емульсія, які виводяться безперервно, та шлам, який накопичується в грязьовому просторі сепаратора.

					СУдн-61П. 6.151.09.ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		8

1.3 Лужна рафінація (нейтралізація)

Для очищення олії від залишків вільних жирних кислот здійснюється лужна рафінація [6]. Суть процесу полягає в обробці гідратованої олії 15...20%-ним розчином NaOH або їдкого калі KOH і аміачної води NH₄OH. Для стимулювання процесу рафінації олію та розчин NaOH підігрівають до 80...90°C. Протягом певного часу в нейтралізаторі проходить лужна рафінація, після якої суміш розділяється з допомогою сепаратора. Крім видалення продуктів сульфатування і фосфатування в результаті нейтралізації утворюються натрієві мила (соапсток), які використовують як сировину для виробництва мила.

В наш час продовжуються дослідження по інтенсифікації процесів лужної рафінації рослинної олії [7], які засновані на прискоренні лужної нейтралізації. Саме завдяки прискоренню вдається знизити втрати матеріально-сировинних ресурсів, а також підвищити якість олії та здобуток продукції.

Особливістю процесу нейтралізації є утворення солевої жирної кислоти - мила. Внаслідок властивості мила лужних металів добре розчинюватись у воді утворюються колоїдні розчини- соапстоки.

Оскільки процес нейтралізації жирних кислот оборотний, то для спрямування в бік утворення мила, утворюють надлишок луги. Швидкість нейтралізації визначається швидкістю протікання найбільш повільної стадії процесу, якою є дифузія жирних кислот до міжфазної поверхні.

При лужній рафінації можуть протікати побічні хімічні процеси, головним з яких є омилення нейтрального жиру з утворенням гліцерину і мила. До побічних фізико-хімічних процесів відноситься розчинення нейтрального жиру в міцелах мила. Ефективність і економічність процесу нейтралізації характеризується коефіцієнтом нейтралізації K_n . В ідеальному випадку $K_n = 1$, тобто при рафінації відділяються тільки вільні жирні кислоти. Насправді ж він завжди більше 1, тому що в відходи в тій або іншій кількості потрапляє нейтральний жир, омилений жир, які уносяться з соапстоком, а також домішки і продукти їх розкладання. Широке застосування при використанні слабких розчинів лугу отримав метод рафінації жирів в мильно-лужному середовищі (Рис. 2). Він заснований на безперервному пропусканні крапель жиру крізь розбавлений розчин луги з концентрацією 10г/л.

					СУдн-61П. 6.151.09.ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		9

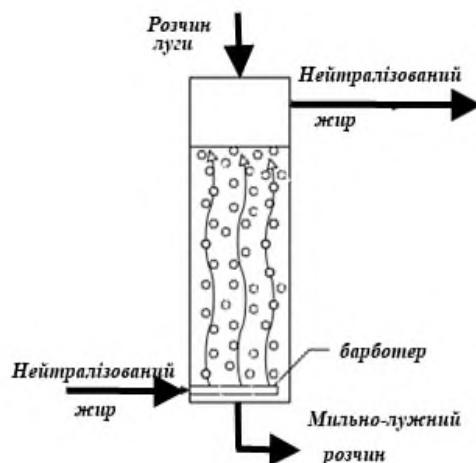


Рис. 2– Схема роботи нейтралізатора з протилежними течіями

Мило, що утворюється при нейтралізації кислот майже повністю розчиняється в слабо лужному розчині, а жир, що спливає, відокремлюється від мильно лужного розчину в спеціальному протитечійному нейтралізаторі. Перевагами цього методу є мінімальна кількість відходів і втрат при рафінації ($K_n < 1,3$), мінімальний надлишок луги (5 -15%), максимальне видалення вільних жирних кислот з жиру. Добрі результати виходять при використанні цього методу для рафінації саломасов. Недолік методу нейтралізації в мильно-лужному середовищі - утворення розбавлених соапстоків, які потребують подальшого концентрування шляхом випарювання під вакуумом.

Для здійснення способу в верхній частині циліндричного корпусу монтується розширювач для збільшення поверхні розділу фаз олія -мильно-лужний розчин. Для підтримки необхідної температури апарат забезпечується пароводяною сорочкою. Обов'язковою умовою проведення нейтралізації за цим способом є ретельна підготовка сировини, яка забезпечує не тільки ефективне здійснення процесу і успішний поділ жирової і водної фаз, але і подальшу обробку мильно-лужних розчинів для виділення з них соапсточних ліпідів.

Перед початком роботи нейтралізатор заповнюється лужним розчином концентрацією 12-20 г/л. Коли розчин нагрівається до 70-95°C, розпочинають до подачу нагрітого до тієї ж температури олії. По мірі нейтралізації вільних жирних кислот луга витрачається, і коли її концентрація в масі розчину знизиться до 1 -3 г/л, апарат переводять на безперервний режим роботи.

Технологічна схема нейтралізації олії приведена на рис. 3.

					СУдн-61П. 6.151.09.ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		10

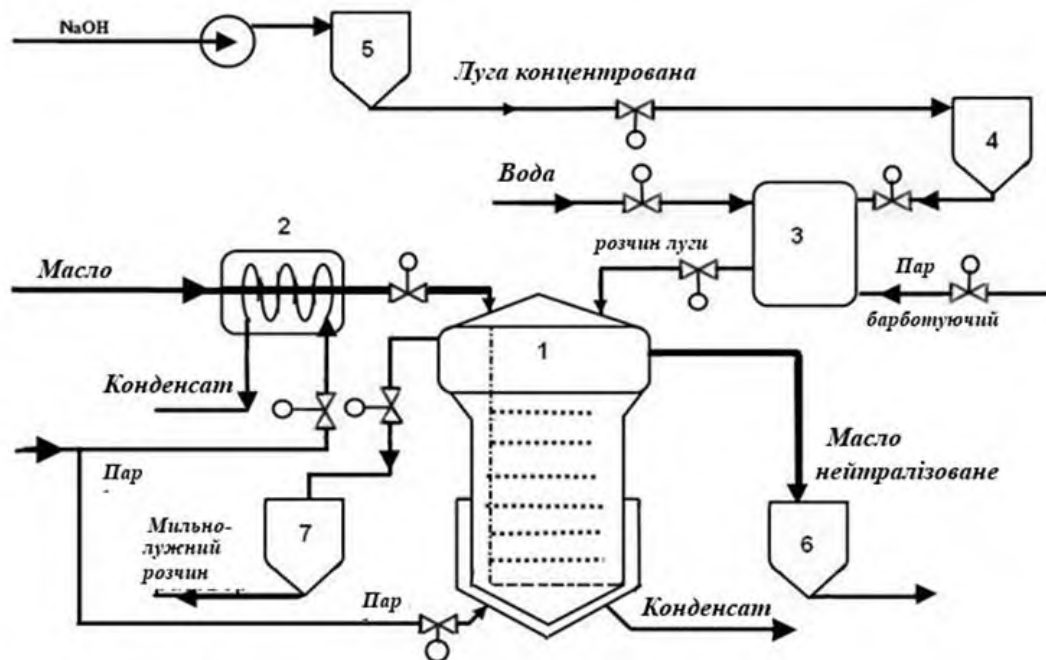


Рис. 3– Технологічна схема нейтралізації олії

1-нейтралізатор; 2-теплообмінник; 3-змішувач; 4-витратний бак; 5- напірний бак; 6- накопичувальний бак масла; 7- бак мильно-лужного розчину

Рослинна олія (або саломас) надходить через теплообмінник II в нижню частину нейтралізатора 1, заповненого мильно-лужним розчином. У нижній частині, всередині нейтралізатора розміщено трубчастий розпилювач, через який масло, що має меншу щільність, ніж мильно-лужний розчин, у вигляді крапель надходить у верхню частину нейтралізатора. При цьому відбувається хімічна реакція омилення лугою жирних кислот, що містяться в олії і перехід їх в мильно-лужний розчин. Нейтралізоване масло збирається у верхній частині і звідти відводиться в бак 6 для подальшої обробки. В результаті нейтралізації жирних кислот вміст луги (NaOH) зменшується, а вміст мила в розчині збільшується. Для підтримки стабільних параметрів мильно-лужного розчину по вмісту NaOH і мила в верхню частину нейтралізатора крізь трубчастий розпилювач подають водний розчин NaOH певної концентрації, а надлишок мильно лужного розчину відбирають з нижнього конуса нейтралізатора в бак 7. Нижня частина нейтралізатора має кожух-сорочку, в яку подається пар для підтримання постійної температури процесу. Розчин луги певної концентрації безперервно готується в баку-змішувачі 3, куди подаються з витратного бачка 4 концентрована луга, вода і барботують пар для перемішування. Подача концентрованої луги забезпечується з напірного бака 5 самопливом.

Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата

СУДН-61П. 6.151.09.ПЗ

Арк

11

2 АНАЛІЗ КАНАЛІВ КЕРУВАННЯ І СИГНАЛІЗАЦІЇ

2.1 Автоматизація процесу гідратації

Основним завданням системи керування процесом гідратації олії є максимальне виведення фосфоровмісних речовин [8]. Це завдання вирішується за допомогою наступних процесів:

- контролю часу і кількості реагентів, що завантажуються в коагулятор.
- контролю і регулювання швидкості перемішування в змішувачі і коагуляторі;
- контролю і регулювання температурних режимів;

Оскільки ефективність процесу гідратації в значній мірі залежить від дотримання точного співвідношення між вмістом фосфоліпідів в нерафінованій олії, що подається на гідратацію, і кількістю гідратуючого агента що подається на гідратацію, то для реалізації цього контуру керування користуються схемою, наведеною на рис. 4. Для забезпечення контролю за кількістю поданих компонентів в схему включені витратоміри, а контроль за вмістом фосфоліпідів в олії здійснюється за допомогою рН-метра.

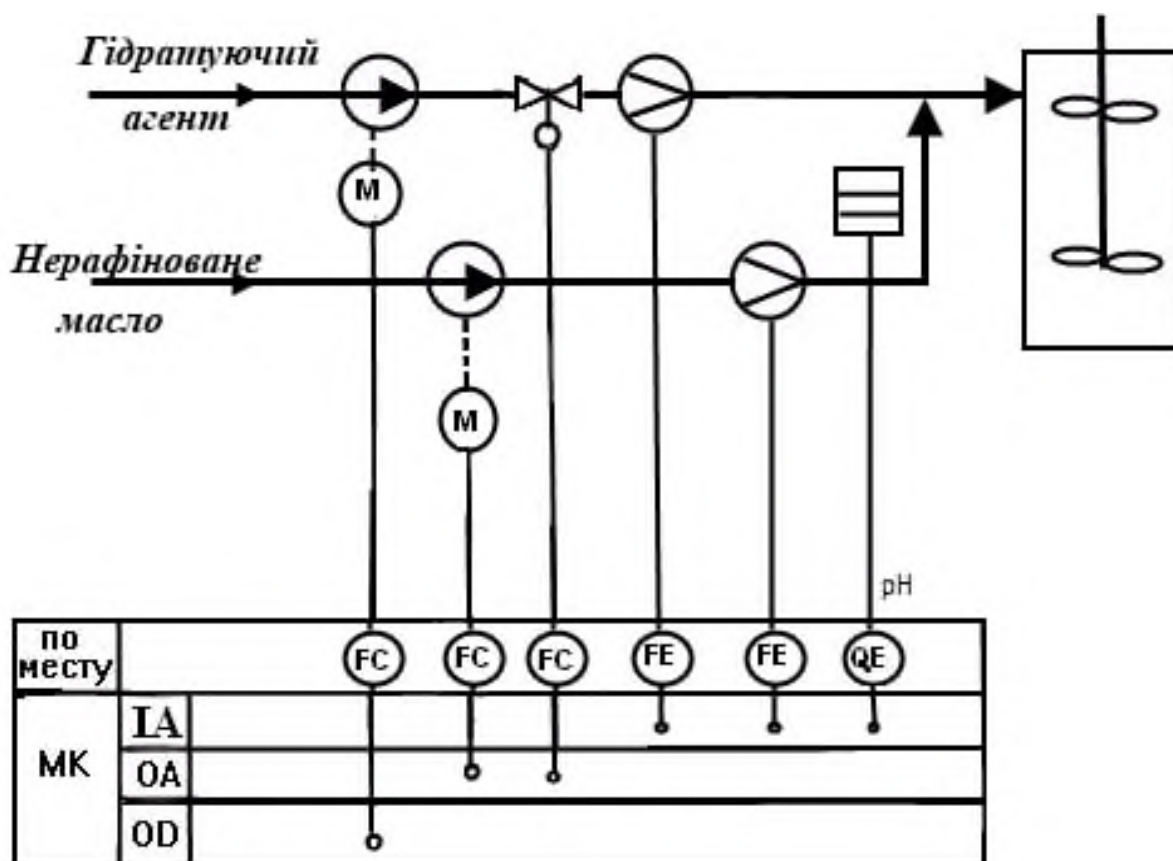


Рис. 4. – Функціональна схема регулювання співвідношення витрат компонентів

Необхідне співвідношення потоків, в залежності від вмісту фосфоліпідів в нерафінованій олії задається контролеру програмно. Другим чинником, що впливає на ефективність процесу гідратації, є температури процесу гідратації - температура змішування нерафінованої олії і гідратуючого агента.

Схема регулювання температури процесу гідратації показана на рисунку 5.

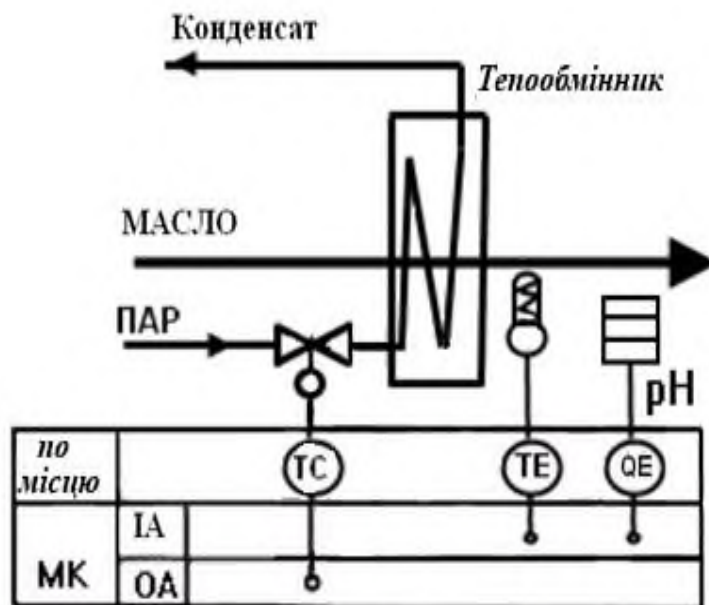


Рис. 5– Схема регулювання температури олії

При запуску технологічного процесу програмно задається початкова температура 55°C . Підтримка оптимальної температури здійснюється в теплообміннику за допомогою регулювання подачі теплоносія. Сигнал зворотного зв'язку, який замикає контур регулювання, подається на аналоговий вхід МК.

Ефективність гідратації при обраному температурному режимі оцінюється по вмісту фосфоліпідів в гідратованій олії, який вимірюється давачем рН. Потім, відповідно до програми, що міститься в МК, через теплообмінник здійснюється покрокова зміна температури з інтервалом 2-5°C. В залежності від вмісту фосфоліпідів в гідратованій олії температура змінюється в бік збільшення або в бік зменшення.

Регулювання подачі агента гідратації здійснюється через запірно - регульований клапан, на який із МК видається керуючий сигнал. Значення сигналу залежить від вмісту фосфоліпідів в нерафінованій олії.

Наступним важливим параметром системи керування є швидкість обертання мішалки змішувача і коагулятора. Завдання числа обертів задається програмно, а регулювання здійснюється видачею з МК керуючого сигналу через частотний перетворювач(ПЧ).

					СУДН-61П. 6.151.09.ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		13

Сигнал зворотного зв'язку подається від давача числа обертів. (Рисунок 6)

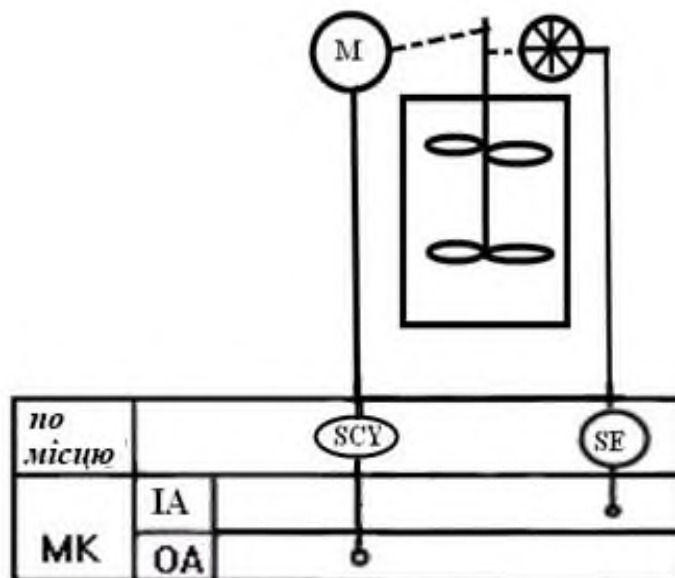


Рис. 6 – Схема регулювання числа обертів

Керування швидкістю обертання сепаратора, а також інших насосів, які забезпечують завантаження і вивантаження продуктів, здійснюється за аналогічними схемами.

У разі, коли немає необхідності плавного регулювання подачі продуктів за допомогою відкриття / закриття запірної арматури, використовується позиційне керування цими клапанами шляхом видачі керуючого сигналу з позиційного виходу МК (OD) на відповідний перетворювач.

Завдання сигналізації вирішується за допомогою установки датчиків верхнього і нижнього рівня в коагуляторі. Сигнали з цих датчиків надходять на цифровий вхід (ID) МК. Ще один датчик рівня встановлюється в ємності для отримання інформації про рівень фосфатидної емульсії. Цей сигнал використовується для керування клапаном, встановленим на виході із сепаратора.

2. 2 Автоматизація процесу нейтралізації

Головним завданням системи керування процесом нейтралізації є ведення процесу з максимальним зниженням кислотного числа масла і мінімальними втратами нейтрального жиру шляхом:

- стабілізації витрат олії в апараті нейтралізації;
- точного дозування витрат лугу в залежності від витрат олії, кислотного числа олії

					СУдн-61П. 6.151.09.ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		14

і концентрації розчину луги;

- контролю і регулювання температури мильно-лужного розчину в апараті нейтралізації;
- стабілізації вмісту вільної луги і мила в мильно-лужному розчині.

Відповідно до рекомендованого переліку параметрів [9], що визначають режими процесу нейтралізації для отримання продуктів заданої якості, вибираються наступні контури керування.

Температура олії, що надходить на нейтралізацію, підтримується на лінії подавання пара в теплообмінник аналогічно схемі регулювання температури олії (рис. 5).

Регулювання витрати олії і витрати луги здійснюється регулятором, реалізованим на ПЛК з використанням необхідних датчиків і регулюючих органів (Рис. 7). Для цього в якості датчиків застосовуються витратоміри, а в якості регулюючих органів - регулюючі клапани.

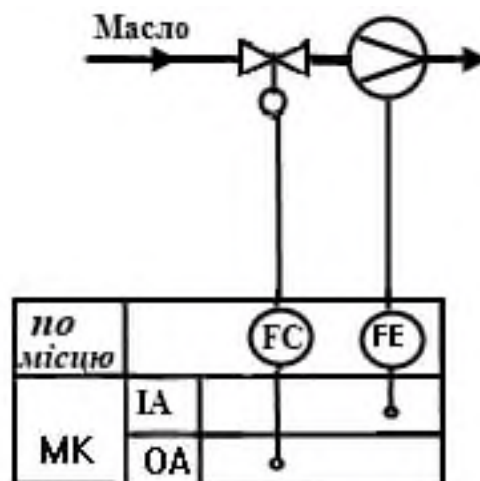


Рисунок 7– Схема регулювання витрат

За аналогічною схемою підтримується рівень луги у витратному і напірному баку. Відповідно, в згаданих контурах в якості датчиків використовуються датчі рівня.

Рівень розчину в змішувачі стабілізується за допомогою рівнеміра і регулюючого клапана, встановленого на лінії подавання води для приготування розчину. Завдяки підтримці рівня отримують грубе регулювання концентрації розчину. Точне регулювання концентрації здійснюється з використанням сигналу концентратоміра, який вимірює кислотне число масла.

									Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата					15

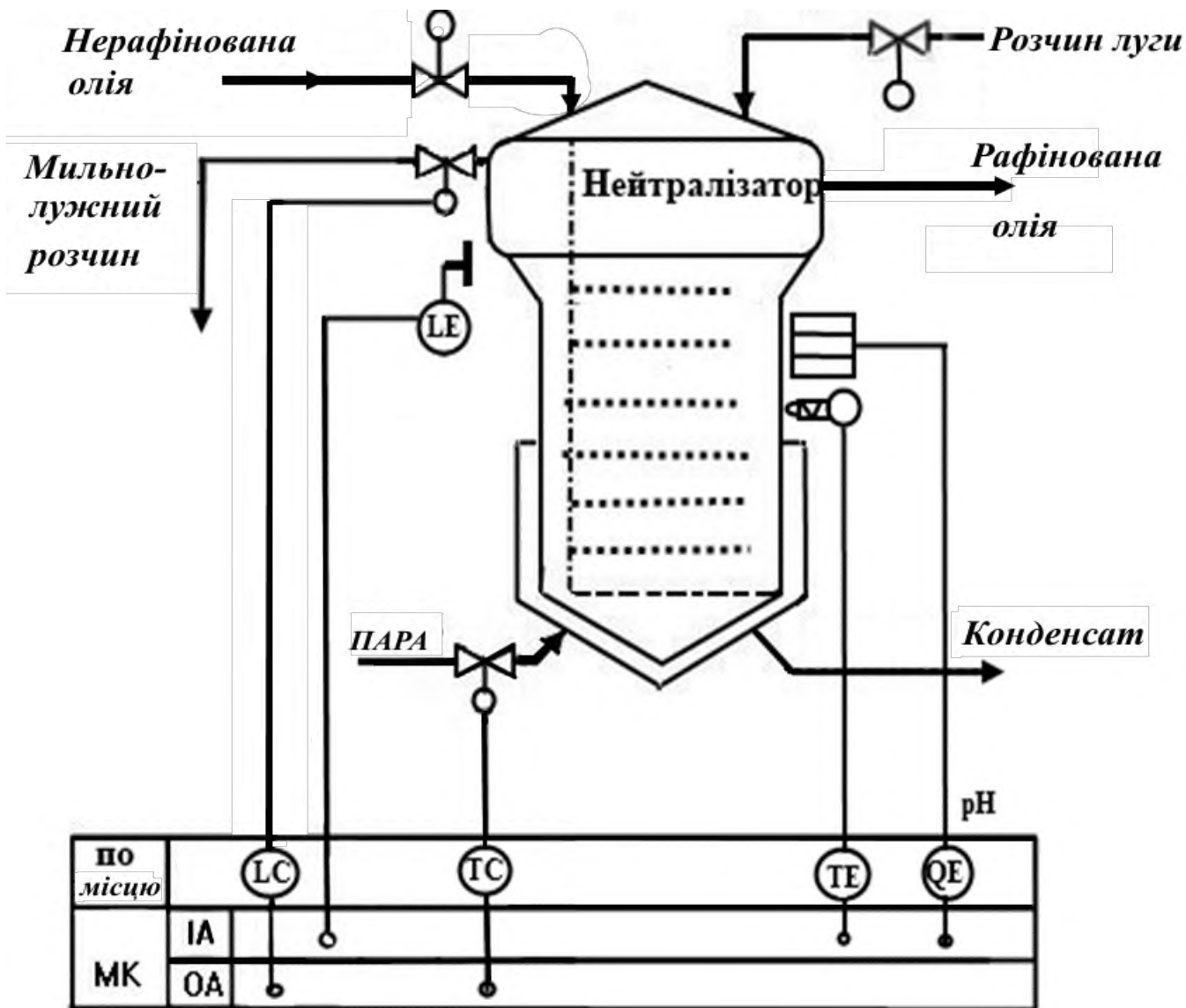


Рисунок 9– Схема автоматизації процесу нейтралізації.

Температура в нейтралізаторі стабілізується за допомогою регулюючого органу, який встановлено на магістралі. По цій магістралі подається пара в сорочку нейтралізатора. Якість процесу нейтралізації контролюється автоматичним титрометром.

Система автоматизації процесу рафінації полегшує обслуговування установки, дозволяє значно знизити втрати олій і жирів з відходами при рафінації, а також скоротити витрати луги на 1 т готового рафінованого продукту.

Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата

СУДН-61П. 6.151.09.ПЗ

Арк

17

2.3 Аналіз інформаційних і керуючих сигналів.

В результаті розгляду каналів керування, сигналізації і блокування, в схемі автоматизації слід виділити перелік вхідних сигналів, що надходять з ТОК, і вихідних сигналів, що видаються із керуючого ПЛК на виконавчі механізми(ВМ). Цей перелік представлений в Таблиці 2

Таблиця 2.-Параметри контролю, сигналізації, керування процесом гідратації

№	Точка технологічної схеми	Параметр	Величина параметра	Використання в процесі	Точність
1	Подача гідратуєчого агента	Витрата агента	Позиційний	Керування	
2	Подача гідратуєчого агента	Витрата агента	0.27 м ³ /год	Контроль, регулювання	2%
3	Змішувач	Рівень рН 2 точки		Контроль, сигналізація,	2%
4	Змішувач	Швидкість перемішування	об/хв	Контроль, сигналізація, керування	5%
5	Теплообмінник	Температура масла	50 °С	Контроль, сигналізація, керування	5%
6	Теплообмінник	Витрата масла	0.27 м ³ /год	Контроль, сигналізація, керування	5%
7	Коагулятор	Витрата масла	0.27 м ³ /год	Контроль, сигналізація, керування	5%
8	Коагулятор	Рівень рН		Контроль, сигналізація, керування	
9	Коагулятор	Швидкість перемішування	об/хв	Контроль, сигналізація, керування	5%
10	Коагулятор	Рівень масла 2 точки	м	Сигналізація	5%
11	Сепаратор	Витрата масла	0.27 м ³ /год	Контроль, сигналізація, керування	5%
12	Сепаратор	Швидкість перемішування	об/хв	Контроль, сигналізація, керування	5%
13	Сепаратор	Рівень рН		Контроль, сигналізація, керування	
14	Сепаратор	Подача фосфатидної емульсії	Позиційний	керування	
15	Сепаратор	Вивантаження шламу	Позиційний	керування	
16	Бак фосфатидної емульсії	Рівень емульсії	м	керування	

Табл. 3. –Параметри контролю, сигналізації, управління процесу нейтралізації

№	Точка технологічної схеми	Параметр	Величина	Точка технологічної схеми	Параметр
1	Подача луѓи	Витрата луѓи	Позиційний	Керування	
2	Подача луѓи	Рівень луѓи напірного бака	м	Контроль, регулювання	2%
3	Змішувач Н	Рівень рН	м	Контроль, сигналізація.,	2%
4	Змішувач Н	Рівень луѓи Витрата води	м	Контроль, сигналізація., керування	5%
5	Змішувач Н	Витрата барботуючої пари	0.27 м ³ /год	Контроль, сигналізація, керування	5%
6	Теплообмінник Н	Температура масла	50 °С	Контроль, сигналізація., керування	5%
7	Теплообмінник Н	Витрата масла	0.27 м ³ /год	Контроль, сигналізація., керування	5%
8	Нейтралізатор	Витрата лужного розчину	0.27 м ³ /год	Контроль, сигналізація., керування	5%
9	Нейтралізатор	Рівень рН	Відн од.	Контроль, сигналізація., керування	5%
10	Нейтралізатор	Рівень міжфазного розділу	м	Контроль, сигналізація., керування	5%
11	Нейтралізатор	Температура	50° С	Контроль, сигналізація., керування	5%

На основі аналізу перерахованих сигналів і даних про об'єкт розроблена функціональна схема автоматизації процесу рафінації олії СУдн-61П 6.151.09 А2, яка приведена в Додатку 1.

					СУдн-61П. 6.151.09.ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		19

3. ВИБІР ЗАСОБІВ АВТОМАТИЗАЦІЇ.

3.1 Вибір давачів.

3.1.1 Давачі рН

Для забезпечення ефективності протікання технологічних процесів рафінації масла система, що розробляється, повинна забезпечити контроль якості олії за допомогою визначення вмісту в олії вільних жирних кислот (кислотність). Цей параметр вимірюється за допомогою давачів, що випускаються серійно - рН- метрів.

Вибір давачів проводимо на підставі порівняння їх технічних характеристик. Розглядаючи технічні характеристики різних рН метрів, можна виділити наступні:

BL 7916 HANNA Instrument (ФРН)	
Діапазон	0.00-14.00 рН
Роздільність	0.01 рН
Точність	±0. 02 рН
Відхилення в сильному ЕМП	±0.1 рН
Калібрування	±1 рН / 85-115%
Контакт дозування	ізолюваний, 2А, макс. 240 В
Контакт сигналізації	ізолюваний й, 2А, макс. 240
Навколишні умови	від 5 до 50 °С
Габарити і вага	181 x 221 x 142 мм, 5 кг

МУЛЬТИТЕСТ ІПЛ НПП "Семіко",

Призначення	Модель	Діапазон	Дискретність	Похибка
рН-метр	<u>ІПЛ-301</u>	-2 ÷ 20 рН	0,01 рН	± 0,02 рН
рН- метр/іонометр	<u>ІПЛ-102</u>	± 3000 mV	(рХ)	± 1 mV
	<u>ІПЛ-103</u>	-10 ÷ 120 °С	0,1 mV 0,1 °С	± 0,5 °С
рН-метр підвищеної точності	<u>ІПЛ-311</u>	-2 ÷ 20 рН ± 3000 mV	0,001 рН (рХ)	± 0,005 рН ± 0,5 mV
рН метр/іонометр підвищеної точності	<u>ІПЛ-112</u>	-10 ÷ 120 °С	0,1 mV	± 0,2 °С
	<u>ІПЛ-113</u>	°С	0,1 °С	(± 0,5 °С

					СУДН-61П. 6.151.09.ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		20

Експерт -Еконікс

Найменування	Діапазон вимірювань	Похибка	Термо-компенс	Калібр.
Експерт-001-1рН/ АТС-к стаціонарний	1,000... 14,000 рН; ±20,000 рХ; ±4000,0 мВ;	±0,03 рН (с рН); ±0,005 рХ; ±0,2 мВ; ±0,5 °С	ручн., авто	ручн.

МАРК -НПП Взор, Нижній Новгород

Найменування	Діапазон вимірювань	Похибка	Термо-компенс	Калібр.
МАРК-902мп	0,00...15,00 рН; 0,0... 50,0 °С	±0,02 рН; ±0,3 °С С	авто	авто.

2 канали; універсальний магістрально - занурений модуль блока давачів;
виходи "сухий контакт";
струмові виходи 0-5 / 4-20 мА; RS-232; RS-485; довжина кабелю до 100 м;
захист паролем;
монтаж: щитовий або настінний

Промисловий давач вимірювань рН Д(рН)П-02 Т ООО «ВП ДИЛИС».

1. Діапазон вимірювань від 0 до 14 од. рН.
2. Температура аналізованого середовища від 0 С до 100 С.
3. Температура навколишнього повітря від 5 С до 50 С.
4. Допускається установка давача під кутом не менш 30 градусів до поверхні рідини.
5. Діаметр застосовуваних електродів 12мм.
6. Вбудований термометр опору стандартних градувань.
7. Маса давача – не більше ніж 2,5 кг.
8. Середній термін служби давача не менше 6 років

Найбільш дешевими приладами на ринку обладнання даного сегмента є прилади російського і білоруського виробництва. Випускаються компаніями ЗАТ НКПФ "Аквілон", Гомель ЗПІ (Білорусь). У нижньому ціновому діапазоні працює і ряд деяких західних фірм - HANNA Instruments (Німеччина), HACH Ultra (США) та інші.

					СУДН-61П. 6.151.09.ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		21

На основі проведеного аналізу можна вибрати рН- метри/іонометри МУЛЬТИТЕСТ ПЛ, оскільки по багатьом характеристикам вони перевершують багато імпорتنих приладів такого класу, в тому числі російські.

3.1.2 Давачі витрат

Серед витратомірів, які широко поширені в харчовій промисловості, слід виділити наступні основні групи:

- змінного перепаду тиску;
- тахометричні;
- електромагнітні;
- теплові;
- вихрові;
- акустичні.

Перераховані типи витратомірів мають свої особливості, переваги і недоліки, тому вибір витратоміра, проводиться в залежності від поставленого завдання вимірювання, з урахуванням оптимального співвідношення ціна /функціональність.

Турбінні витратоміри: Призначені для вимірювання витрати малов'язких і середньов'язких рідин, наприклад, вода, бензин, гас, дизель, спирти, агресивні рідини і т. і. Переваги: мають найменший опір, викликають незначні втрати тиску вимірюваного середовища, мають прийнятне співвідношення ціни і якості

Магнітно-індуктивні витратоміри Призначені для універсального застосування, особливо для середовищ з електропровідністю (струмопровідні рідини, бруду, стічні води). Щільність і в'язкість середовища, тиск і температура не мають особливого значення для визначення точності. Є хорошою альтернативою для Коріолісових витратомірів. Мають тривалий ресурс роботи. У харчовій та хімічній промисловості застосовуються в спеціальному виконанні.

ДУ: 15 -2000, тиск до 100 бар. Температура : - 20 + 180°C

Ультразвукові витратоміри: Призначені для води і водомістких рідин з температурою від + 4 до + 130 ° С, тиск до 30 бар. Незначно знижують тиск середовища. Мають тривалий ресурс роботи, великий діапазон вимірювань, у порівнянні з механічними при гарних експлуатаційних параметрах.

					СУдн-61П. 6.151.09.ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		22

Коріолісові витратоміри - застосовуються для вимірювання витрат маси середовищ, де встановлюються. Значення витрат не залежать від в'язкості, температури, тиску і щільності вимірюваного середовища. Мають практично необмежений ресурс роботи.

Слід врахувати, що в проєкті вимірюється витрата рідин з різною електричною провідністю і в'язкістю. Тому важко, використовуючи один тип витратомірів, забезпечити необхідну точність і надійність вимірювань.

Найбільш важливим параметром процесу рафінації олії є вимірювання витрат олії, яка на різних стадіях процесу очищення має різну в'язкість. Для зменшення похибок вимірювання вибираємо витратомір «Метран-360», який відноситься до типу Коріолісових витратомірів. Цей витратомір, як відзначалося, не втрачає точності вимірювань 0,5% при зміні в'язкості, не потребує прямолінійних ділянок трубопроводу, дозволяє проводити динамічне вимірювання маси. Цей прилад є інтелектуальним засобом вимірювання, здійснює постійну самодіагностику. Витратомір не вимагає обслуговування в процесі експлуатації.

Для вимірювання витрати гідратуючого агента процесу, яким можуть бути кислоти і луги, використовується електромагнітний витратомір *Rousemount 8700* (Рисунок 10). Основними перевагами цього витратоміра є [10]:

висока точність вимірювання; відсутність дрейфу нуля; хороша фільтрація шумів процесу; наявність захисту від шумів і радіоперешкод.



Рисунок 10—Зовнішній вигляд електромагнітного витратоміра *Rousemount 8700*

Відсік електроніки відділений від клемної частини, що виключає потрапляння в

					СУдн-61П. 6.151.09.ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		23

електроніку вологи і пари агресивних середовищ в момент установки і підключення приладу (ступінь захисту від атмосферних впливів IP 66). Завдяки зручному і простому у використанні локальному інтерфейсу оператора, перетворювач за допомогою оптичних перемикачів може бути легко налаштований в небезпечних зонах без зняття кришки.

Перетворювач Е-серії сумісний з будь-якими сенсорами витратомірів інших виробників. Він здатний сприймати витрати, що знаходиться в діапазоні швидкостей від 0,01 до 10 м/с, як для прямого, так і для зворотного потоку, забезпечує виявлення порожньої труби. Похибка вимірювань становить $\pm 0,25\%$ в діапазоні швидкостей від 0,3 до 10 м/с і, як додаткова опція, до $\pm 0,15\%$ в діапазоні швидкостей від 0,01 до 4 м/с (при швидкості потоку більше 4 м/с. Основна відносна похибка дорівнює $\pm 0,18\%$). Вбудований набір опцій самодіагностики дозволяє здійснювати моніторинг нештатних ситуацій і заздалегідь попереджати інженера КВП про їх виникнення, що скорочує витрати на монтаж і техобслуговування, а також полегшує пошук і усунення несправностей.

3.1.3 Давачі температури.

Аналізуючи значення діапазонів зміни температури масла, що надходить в змішувач та температури, яка регулюється в нейтралізаторі, можна побачити, що ці значення не перевищують 100°C . Тому цілком виправданим є використання в якості первинних перетворювачів мідних термометрів - опорів ТСМ (Рисунок 11).

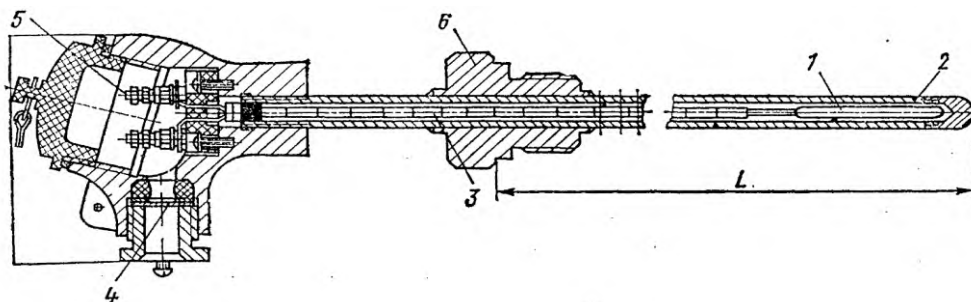


Рисунок 11 – Термометр опору ТСМ

1 - чутливий елемент; 2 - корпус; 3 - наміста; 4 - ущільнення; 5 - клеми; 6 - штуцер

Зазвичай вважають, що основна похибка пов'язана з точністю вимірювань первинного перетворювача. Однак, якщо узгодити параметри первинного і вторинного перетворювача, то похибка вимірювань температури значно зменшується [11].

									Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата	СУДН-61П. 6.151.09.ПЗ				24

Нормуючий перетворювач НПТ-3.00.1.2 Cu100 (0...100град) ОВЕН, спільно з вимірювальними датчиками, призначений для перетворення значення температури в уніфікований сигнал постійного струму 4 ... 20 мА. Перетворювач застосовується у вторинній апаратурі систем автоматичного контролю, регулювання та керування технологічними процесами в різних галузях промисловості, в комунальному господарстві, диспетчеризації, телемеханічних інформаційно-вимірювальних комплексах.

У Таблиці 4 приведені основні технічні характеристики перетворювача.

Таблиця 4

<i>Найменування</i>	<i>Значення</i>
Номінальне значення напруги живлення	24 В
Діапазон напруг живлення (постійного струму)	12 – 36 В
Діапазон вихідного струму перетворювача	4 – 20 мА
Нелінійність перетворення, не гірше	±0,2%
Розрядність ЦАП, не менше	12 біт
Опір лінії зв'язку з термоелектричним перетворювачем, Ом, не більше	100
Номінальне значення опору навантаження (при нарузі живлення 24 В)	125 Ом ±5 %
Час встановлення робочого режиму для перетворювача (попередній прогрів) після включення напруги живлення, не більше	30хв
Час встановлення вихідного сигналу після стрибкоподібної зміни вхідного, не більше	1 с
Габаритні розміри	Ø45 × 18 ± 1 мм
Маса, не більше	100 г

Перетворювач включає:

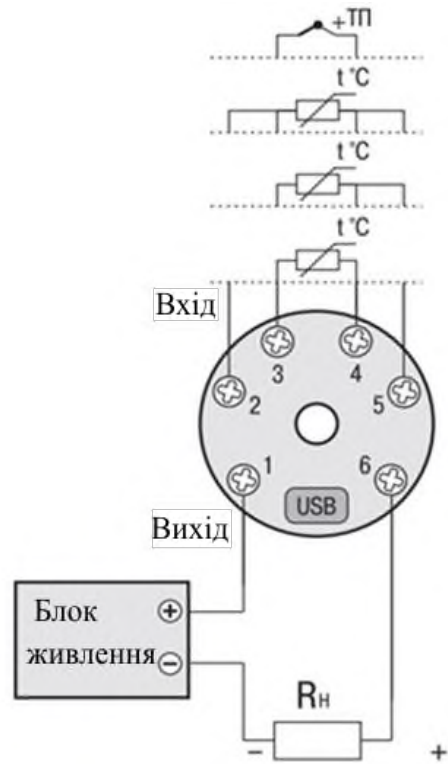
АЦП з універсальним вимірювальним входом; ЦАП - цифро-аналоговий перетворювач; МК - мікроконтролер; Ст - стабілізатор напруги.

Габаритні та установчі розміри перетворювачів передбачають розташування його всередині комунікаційної головки первинного давача. Зовнішній вигляд перетворювача НПТ-3.00.1.2 представлено на рис. 12 а), а на рис 12 б) зображена схема підключення

					СУдн-61П. 6.151.09.ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		25



а)



б)

Рисунок 12 – Структурна схема перетворювача і схема підключення давачів

3.1.4 Давачі рівня

Одними з найбільш часто використовуваних в промисловості засобів вимірювань рівня різних типів рідин на сьогоднішній день є буйкові рівнеміри.

До переваг буйкових рівнемірів відносять простоту конструкції, широкий діапазон робочих тисків і температур. Незважаючи на можливість вимірювання різних параметрів одним пристроєм, буйкових рівнемірів притаманний ряд недоліків, обумовлених принципом вимірювання. Перш за все це метод непрямого вимірювання, заснований на залежності сили, що виштовхує, від ступеня занурення буя і щільності середовища. У таких випадках для зниження похибки вимірювань рівнеміри необхідно налаштовувати відповідно до щільності олії, що знаходиться в резервуарі. Щільність середовища, в свою чергу, також залежить від його температури. При вимірюванні рівня межі розділу буйкові рівнеміри чутливі до зміни щільності обох рідин. Зміна щільності обох рідин в нейтралізаторі негативно позначається на похибки вимірювань буйкового рівнеміра.

					СУДН-61П. 6.151.09.ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		26

Такі умови технологічного процесу, як кипіння середовища, турбулентність, ускладнюють роботу буйкового рівнеміра через те, що виштовхуюча сила змінюється у середовищі, насиченим бульбашками газу. Додаткові проблеми виникають при обслуговуванні цього обладнання.

Хвилеводні рівнеміри, відомі, як рефлекс - радари, (GWR) є альтернативою буйкових рівнемірів. Метод вимірювання базується на рефлектометрії (TDR -Time-Domain Reflectometry), або метод з часовим розділом. Технічні характеристики перетворювача Rousemount 3300, що відноситься до перетворювачів TDR, наведені в таблиці 5, а розміри монтажної зони-на рисунку 13.

Таблиця 5 – Технічні характеристики *Давача рівня Rousemount 3300.*

Межі вимірювання, м	0.1 – 23
Тип зонда	Коаксіальний
Вихідний сигнал, мА	4 – 20 с цифровим сигналом на базі HART протоколу
Напруга живлення, В	11 – 42
Оновлення вимірювань, Гц	1
Корпус	Алюміній
Межа допустимої похибки, мм	10

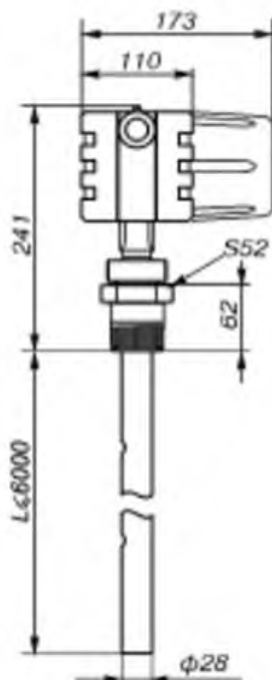


Рисунок 13 – Розміри монтажної зони для Rousemount 3300

Рівнемір Rousemount 3300 - інтелектуальний прилад забезпечує безперервний вимір рівня рідин в складних умовах експлуатації. Ці рівнеміри ідеально підходять для вимірювання розділу фаз, а також для сухих речовин.

Давач РОС101

Для контролю мінімального і максимального рівня в коагуляторі можна використовувати ємнісні давачі рівня, до яких відноситься давач **РОС101**. (Рисунок 14)



Рисунок 14 – Давач рівня, ємнісний РОС101

Основні технічні характеристики:

стрижневий чутливий елемент,
живлення - 24В постійного струму,
релейний вихідний сигнал.

Давачі-реле рівня РОС-101 призначені для контролю одного рівня (незалежних граничних рівнів електропровідних і неелектропровідних рідин, твердих (кускоподібних) середовищ, зерна і продуктів його розмолу, а також розділу середовищ: вода - світлі нафтопродукти, зріджений нафтовий газ - вода і інших рідин, які різко відрізняються своїми діелектричними проникностями.

У датчиках-реле за допомогою регулюючих елементів в передавальному перетворювачі забезпечується установка рівня і диференціала спрацьовування в межах

					СУдн-61П. 6.151.09.ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		28

робочої зони чутливого елемента, за допомогою зміни положення перемички забезпечується зміна виду сигналізації "наявності" або "відсутність" контрольованого середовища, за допомогою елементів світлової індикації забезпечується контроль функціонування і індикація досягнення встановленого рівня.

Датчик-реле складається з первинного перетворювача (ПП) з чутливим елементом і передавального перетворювача (ППР). Основні технічні характеристики давача-реле рівня РОС-101 наведені у Таблиці 6

Таблиця 6

Условное обозначение датчика-реле	Конструктивное исполнение чувствительного элемента	Длина погружаемой части чувствительного элемента, L, м	Параметры контролируемой среды					
			Физическое состояние, электрические свойства	Температура, °С	Рабочее избыточное давление, Pраб, МПа, дФ	Относительная диэлектрическая проницаемость	Динамическая вязкость, Па·с, не более	Размеры гранулы (куска), мм, не более
1	2	3	4	5	6	7	8	9
РОС-101-021 РОС-101-021И РОС-102-121 РОС-102-121И	Стержневой изолированный	0,1; 0,25; 0,6; 1,0; 1,6; 2,0	Жидкая, сыпучая, электро- проводная	От -100 до +200	2,5	2,0÷4,0	1,5 (для жидких сред)	5

Давач рівня РОС-101 задовольняє вимогам вимірювання рівня рідини в коагулятори, оскільки має уніфікований вихідний електричний сигнал і зручне конструктивне виконання для кріплення.

3.1.5 Давачі швидкості обертання

Технологічним процесом передбачається контролювання і регулювання частоти обертів сепаратора, змішувача та коагулятора (Таблиця 2). Частота обертання цих апаратів може змінюватись в широкому діапазоні, в залежності від режимів процесу рафінації, тому для регулювання швидкості обертання застосування звичайних тахогенераторів недоцільно. Більш точні вимірювання забезпечують сучасні електронні тахометри, наприклад, електронний цифровий тахометр з давачем Холла.

Цей цифровий тахометр виробника – фірми СКС використовується для вимірювання швидкості обертання будь-яких пристроїв, що обертаються.

Прилад має високу надійність і високими показниками безпеки.

Тахометр вимірює точну швидкість обертання об'єкта згідно схеми, зображеної на рисунку 15.

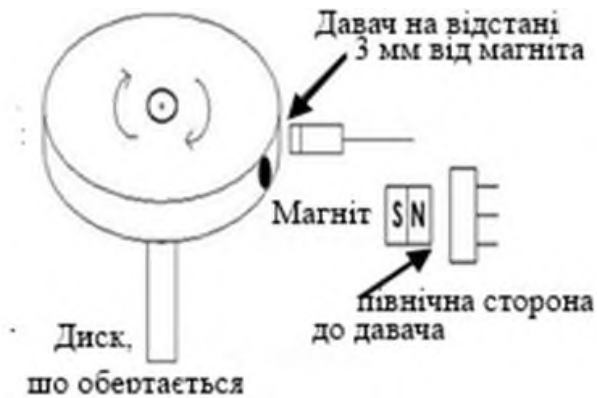


Рисунок 15

Магніт (діаметр - 6 мм., товщина - 3 мм., вага - 0,1 гр.) кріпиться на валу, що обертається, збуджує імпульси в давачі Холла.

Характеристики тахометра:

Діапазон вимірювання: 9999- 10 об/хв

Живлення: DC 8 ~ 24V або AC 6 ~ 18V

Струм споживання: 20mA

Точність вимірювання: $\pm 0.5-1.5$ об / хв

Розрядність: 4

Розміри: 78mm x 42mm x 24mm

Посадковий розмір: 76.5mm x 39.5mm

Робоча температура: -10 ~ 60 °C

Розмір магніту: $\Phi 6\text{mm} * 3\text{mm}$ або $\Phi 12 / 10\text{mm} * 1\text{mm}$ (в комплекті)

Відстань до магніту: не більше 6 мм

Розмір сенсора: M12x10x55mm ($\Phi 12\text{mm}$)

Сенсор: NPN датчик Холла (NJK-5002C)

Із приведених характеристик тахометру видно, що труднощів по підключенню тахометра до контролера не виникає.

					СУДН-61П. 6.151.09.ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		30

3.2 Вибір регулюючих органів

3.2.1 Регулюючі органи

Привод електричний багатооборотний ПЕМ-Б1

Привод призначений для дистанційного і місцевого керування запірною тру-бопроводною арматурою, встановлюється безпосередньо на арматурі. Робоче положення приводу - будь-яке. Основні вузли приводу: електродвигун, ручний привод, блок кінцевих вимикачів БКВ, двосторонній обмежувач крутного моменту.

Таблиця 7 - Основні параметри ПЕМ-Б1.

Виконання приводу		ПЕМ-Б1
Діапазон налаштування крутного моменту на вихідному валу, Н.м		100-300
Число обертів вихідного вала.	min, об.	1
	max, об.	6
Частота обертання вихідного вала, об/хв		25
Потужність електродвигуна, не більше, Вт		550
Вид і розмір вихідного вала, мм		58

Сервопривод лінійного руху ARI-PREMIO/2.2/0.25/10.3

З допомогою сервоприводів лінійного руху здійснюється керування регулюючими і запірними клапанами, які вимагають прямолінійного номінального шляху переміщення до 80 мм і зусилля лінійного руху від 2.2 кН.

При непрацюючому двигуні сервопривод лінійного руху може відкриватися і закриватися за допомогою маховичка, що постійно включений на редукторі.

Дані сервоприводи поставляються в комплекті з клапанами фірми ARI-PREMIO.

Таблиця 8 - Основні технічні характеристики ARI-PREMIO /2.2/0.25/10.3.

Найменування параметра	Показники
Зусилля лінійного двигуна, кН	2,2
Шлях переміщення	50 мм
Швидкість переміщення, мм/с	0,25
Напруга двигуна	230 В, 50 Гц
Споживана потужність, Вт	10,3
Ступінь захисту	IP67
Температура середовища, °С	-20..+70

На підставі даних порівняльних таблиць в якості виконавчих електричних приводів використовуємо сервопривод лінійного руху ARI-PREMIO / 2.2 / 0.25 / 10.3, бо

					СУдн-61П. 6.151.09.ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		31

він має більшу точність в переміщеннях, меншу споживану потужність і більше зусилля обертання двигуна.

3.2.2 Вибір перетворювачів частоти

Частотні перетворювачі (ПЧ)- інвертори, частотні приводи, софт стартери - призначені для плавного пуску синхронних і асинхронних електродвигунів, керування швидкістю обертання електродвигуна під час роботи, а також для зупинки його з потрібною швидкістю.

ПЧ використовуються для регулювання швидкості перемішування, змішувача, сепаратора і коагулятора в процесі гідратації. Крім того, за допомогою ПЧ регулюють витрати, керуючи швидкістю обертання асинхронних двигунів.

Перетворювач насосної серії EI-P7002-45H.

Таблиця 9 – Основні технічні характеристики EI-P7002-45H.

Макс. Вихідна потужність	4,5 кВт
Напруга живильної мережі	220 В, 50 Гц
Час розгону / гальмування	от 0,1 с до 3600 с
Захист двигуна від перевантаження	Захист за допомогою електронного термічного реле перевантаження
Миттєве перевантаження по струму	Електродвигун інерційно зупиняється при струмі близько 180% від номінального струму перетворювача
Перевантаження по напрузі	Електродвигун інерційно зупиняється, якщо напруга на шині постійного струму перетворювача перевищує 820 В
недостатня напруга	Електродвигун інерційно зупиняється, якщо напруга на шині постійного струму перетворювача впало до 380 В або нижче
Короткочасне відключення живлення	Негайне відключення при короткочасному припиненні подачі живлення на 15 мс і більше.
Перегрів радіатора - тепловідводу.	захищений термістором
Запобігання зриву обертання	Запобігання зриву під час розгону і обертання з постійною швидкістю

Альтернативою перетворювачу EI-P7002-45H є *Перетворювач EI - LP9*, основні характеристики якого приведені у Таблиці 10.

					СУдн-61П. 6.151.09.ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		32

Таблиця 10 – Основні технічні характеристики EI – LP9

Характеристики	Модель EI – LP9
Напряга живильної мережі	220 В, 50 Гц
Частота мережі, Гц	45-60 Hz
Вихідна потужність, кВт	5
Несуча частота ШІМ, кГц	16
Режими керування	2-х провідний
Режими гальмування	Плавний останов, інерційний останов
Навантаження	С постійним моментом або з вентилятною характеристикою
Робоча температура	От 0 до +50°C
Відносна вологість	не більше 93%, відсутність конденсату

Порівнявши технічні характеристики частотних регуляторів EI-P7002-45H і EI - LP9, можна зробити висновок, що обидва перетворювача частоти забезпечують необхідне управління електродвигуном, але EI-P7002-45H має кращу систему захисту електроприводу, що збільшує безвідмовність системи. Схема підключення EI-P7002 приведена на рис. 16

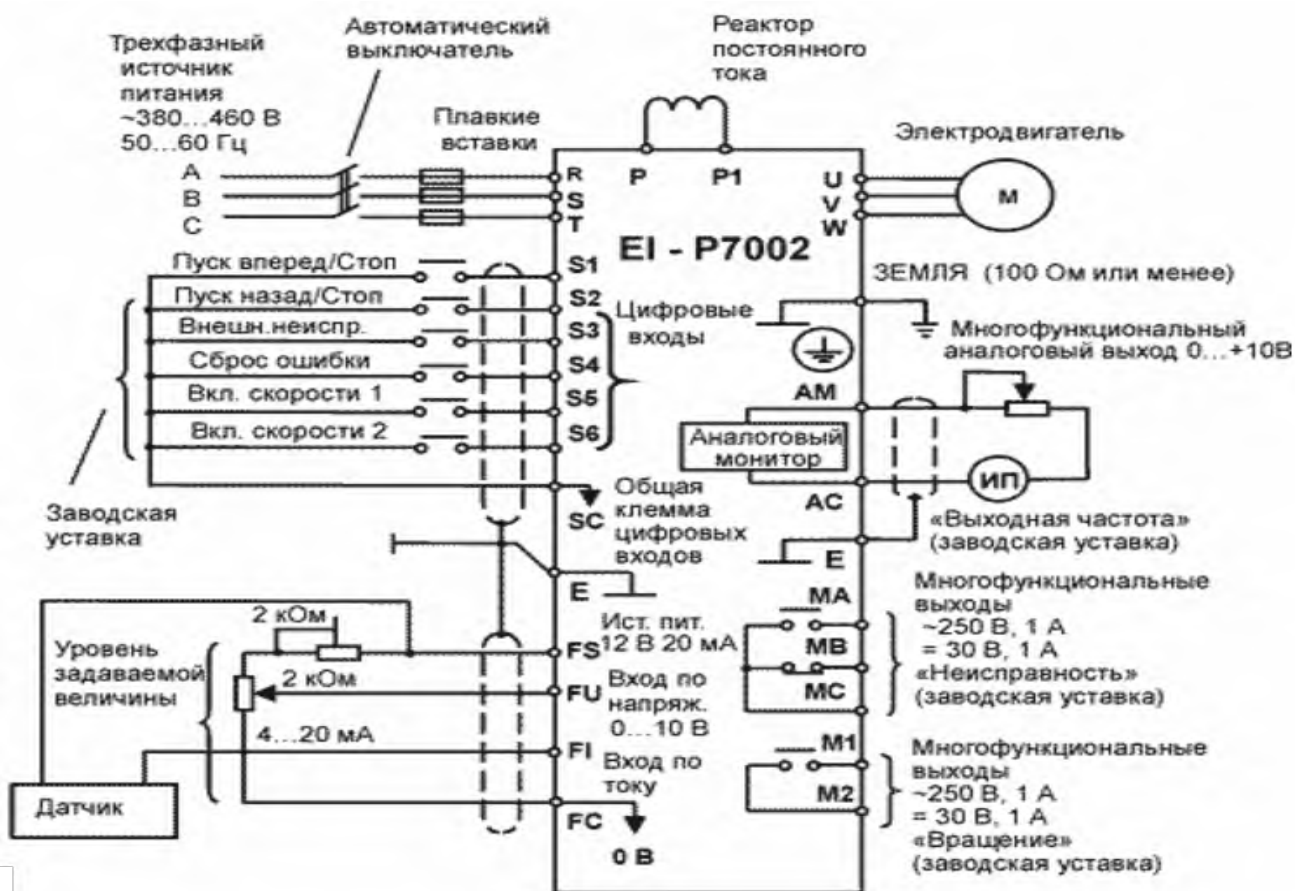


Рис. 16– Схема підключення перетворювача EI-P7002

Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата

4. ПОБУДОВА СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ПРОЦЕСОМ РАФІНАЦІЇ.

4.1. Компоновка технічного забезпечення

Розробка проекту системи керування технологічним процесом рафінації олії здійснюється на базі функціональної схеми автоматизації СУдн-61. 6.151.09.А2 (Додаток 1). По результатам вибору елементної бази засобів автоматизації розроблена схема електрична з'єднань СУдн-61П 6.151.09 Е5, що наведена у Додатку 2.

В цій схемі представлена компоновка та розташування технічного забезпечення системи автоматизації процесом рафінації олії.

Живлення засобів автоматизації, що розміщується Шафах керування А1...А3, здійснюється із Шафи керування А4, що знаходиться в електрощитовій.

Засоби автоматизації керування змішувачем і теплообмінником 1 монтуються в Шафі керування 1 та по місцю встановлення технологічного обладнання. У Шафі керування 1 також змонтовані ПЛК «Овен» і засоби зв'язку по Ethernet каналу. В Шафі керування 2 і по місцю установки бака і сепаратора розміщено обладнання, що забезпечує керування процесом сепарації.

Засоби автоматизації баку напірного, теплообмінника 2, змішувача лужного розчину і нейтралізатора встановлюються в Шафі керування 3 та по місцю розташування технологічного обладнання.

Сигнали керування швидкістю обертання насоса подачі агента, зливу суміші, подачі нерафінованої олії, приводу сепаратора, мішалок з пристроїв зв'язку з об'єктом типу «МВУ8 ОВЕН» [11], від частотних перетворювачів через клемники надходять на електродвигуни виконавчих органів.

Відповідно, на аналогові входи пристроїв зв'язку з об'єктом типу «МВА 8 ОВЕН» та дискретні входи МДВВ ПЛК «Овен» подаються сигнали з виходів давачів технологічних параметрів об'єкту.

Керування процесом здійснюється із відеотермінального пристрою АРМа оператора системи керування, встановленого в приміщенні диспетчерського пункту.

Живлення давачів і засобів спряження с пристроїв вводу /виводу з ПК і ПЛК здійснюється з допомогою вбудованих в «ОВЕН» та окремих блоків живлення 24В, які, в свою чергу підключені до мережі 220В, що заведена в електрощитову.

					СУдн-61П. 6.151.09.ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		34

Для забезпечення потрібного кліматичного стану приміщення операторів використовується система кондиціонування та опалення фірми Vents [12]. Використання апаратних і програмних засобів, що характеризуються надійністю та зручністю керування, дозволяє отримати:

необхідну внутрішню температуру повітря;

приплив повітря ззовні;

викид витяжного повітря.

Проектом передбачається компоновка технічних засобів автоматизації, що утворюють ієрархічну 3х рівневу структуру систему керування:

- нижній рівень включає первинні вимірювальні перетворювачі (давачі), виконавчі механізми (клапани, електропривод, частотні перетворювачі);
- середній рівень будується на мікропроцесорних регуляторах розташовуються шафи автоматики. Ці засоби здійснюють в заданому циклі збір вимірювальних даних, обробку та передачу цих даних на верхній рівень;
- верхній рівень включає в себе промисловий комп'ютер (ПК) зі спеціалізованим програмним забезпеченням, що утворює SCADA-систему.

Мережева структура засобів автоматизації процесу рафінації формується на базі спеціалізованих модулів універсального мережевого інтерфейсу. Згадані модулі, що підтримують відкритий стандарт передачі інформації, з допомогою інформаційних кабелів з'єднані між собою в межах об'єкту.

					СУдн-61П. 6.151.09.ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		35

4.2. Реалізація SCADA систем

Завданням реалізації системи автоматизації процесу є інтеграція програмних засобів із структурою технічних засобів. Інструментом такої інтеграції є використання SCADA-систем, які здійснюють збір інформації з контролерів середнього рівня. В результаті обробки цієї інформації формуються керуючі впливи для оптимізації параметрів процесу, що відповідають вибраним критеріям керування. Верхній рівень SCADA-системи отримує інформацію, яка необхідна для аналізу і прийняття рішень оперативним і технологічним персоналом.

SCADA-система є складним програмним продуктом, що зазвичай розробляється під певний об'єкт, має індивідуальний графічний інтерфейс і встановлюється на промисловий комп'ютер (ПК). Проектування SCADA-системи починається з розробки та налаштування її окремих модулів. Першим модулем, з якого рекомендується починати розробку, є графічний інтерфейс (рис. 17), який є основою АРМ (автоматизованого робочого місця) – оператора і будується на базі НМІ (людино машинного інтерфейсу).



Рис. 17 – Відеотермінальний пристрій системи автоматизації

Наявність візуального представлення проекту дозволяє сформулювати засади організації зв'язку між SCADA-системою і нижнім рівнем системи. Використовуючи програмне забезпечення Owen Process Manager (OPM), можна організувати зв'язок між первинними перетворювачами різних типів і ПК.

					СУдн-61П. 6.151.09.ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		36

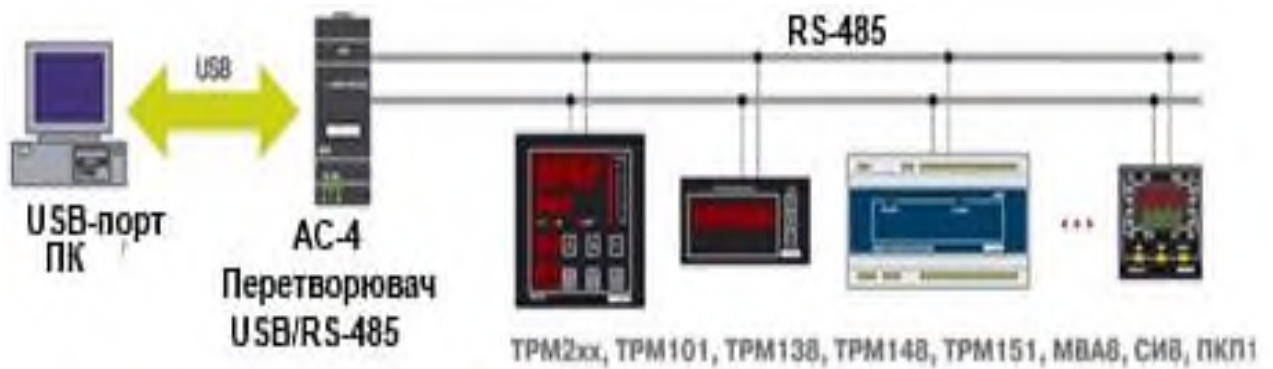


Рис. 19 – Схема підключення приладів з інтерфейсом RS-485 до ПК через перетворювач USB / RS-485 ОВЕН АС4

До кожного перетворювача АС2-М підключається один прилад типу ТРМ1-РiС, ТРМ38, МПР51 і т. і. Максимальна кількість каналів відображення для одного порту дорівнює 256.

При запуску ОРМ на екрані з'являється її головне вікно, в якому користувач створює схему технологічного процесу, тобто створене раніше візуальне представлення проекту. При цьому в меню налаштувань задається:

- тип адаптера, що підключається до інтерфейсу;
- типи адаптерів, що підключаються до інтерфейсу пристроїв ОВЕН;
- параметри опитування пристроїв комп'ютером.

При роботі з адаптером інтерфейсу АС2 необхідно вказати канал адаптера, до якого підключений прилад ОВЕН, і вказати тип цього приладу, вибравши його з запропонованого програмою списку.

Для приладів, що підключаються через перетворювач RS-232 / RS-485 або USB / RS-485, задається мережева адреса підключеного пристрою ОВЕН, який попередньо вводиться в прилад при його програмуванні.

При завданні *параметрів опитування* задається цикловий час опитування давачів. Цей час визначається кількістю давачів та спроможністю ПЛК зібрати дані за виділений час циклу. Запуск процесу на функціонування можливий після запису конфігурації в файл. Ініціація здійснюється кнопкою панелі прилада або програмно. Поточні значення параметрів процесу відображаються на екрані головного вікна.



Рисунок 21 – Схема підключення периферійних пристроїв

Технічні характеристики ПЛК160 представлені в Таблиці 11

Таблиця 11

Параметр	Значення
Напруга живлення, В: ПЛК160-24.X-X ПЛК160-220.X-X	від 22 до 28 постійного струму (ном 24 В). від 90 до 264 змінного струму частотою від 47 до 63 Гц
Спож потужність, ВА, не більше	40
Цифрові (дискретні) входи	
кількість входів з них швидкодіючих	16 4 (DI1-DI4)
Напруга живлення дискретних входів, В Максимальний вхідний струм дискретного входу	24 ± 3 не більше 7 мА при живленні 24 В, не більше 8,5 мА живленні 27 В
Дискретні виходи (контакти електромагнітних реле)	
Кількість релейних вихідних каналів	12
Гальванічна розв'язка	Індивідуальна (для DO1-DO8), групова (DO9-DO10) і групова (DO11-DO12)
електрична міцність ізоляції між групами дискретних виходів і групами інших ланцюгів, В	1 780
Максимальний струм, комотованими контактами реле, А, не більше	3 (для змінної напруги не більше 250 В, частотою 50 Гц)
Час перемикання контактів реле зі стану «лог. 0 »в«Лог. 1 »і назад, мс, не більше	50 (виходи DO1-DO12)

Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата

СУдн-61П. 6.151.09.ПЗ

Арк

40

Продовження Таблиці 11

Аналогові виходи	
Кількість аналогових виходів	4
Тип вихідного сигналу Універсальний	від 4 до 20 мА, Розрядність ЦАП (біт) 12 від 0 до 10 В Розрядність ЦАП (біт) 10
Межа основної зведеної похибки ЦАП	$\pm 0,5\%$
Мінімальний період оновлення виходів	100 мс
Живлення аналогових виходів	Зовнішнє (24 ± 3 В)
Гальванічна ізоляція аналогових виходів	індивідуальна
Електрична міцність ізоляції між групами аналогових виходів і групами інших ланцюгів, В	1 780

Інтерфейси зв'язку	
RS-485 Кількість Гальванічна розв'язка Електрична міцність ізоляції, В	1 Індивідуальна 1 780(Між інтерфейсом RS-485 і іншими групами ланцюгів)
Ethernet 100 Base-T Кількість Гальванічна розв'язка Електрична міцність ізоляції, В	1 Індивідуальна 1 780(Між інтерфейсом RS-485 і іншими групами ланцюгів)
RS-232 Кількість Гальванічна розв'язка	1 відсутня
USB-Device Кількість Гальванічна розв'язка	1 відсутня
Маса, кг, не більше	0,75

Ресурсні характеристики ПЛК160 представлені в Таблиці 12

					СУДН-61П. 6.151.09.ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		41

Таблиця 12

Параметр	Значення
Центральний процесор	RISC-процесор на базі ядра ARM-9, 32 розряду, 180МГц
Об'єм оперативної пам'яті (тип пам'яті)	8 Мб (SDRAM), з них 1 Мб для коду користувальницької програми, 128 кб для змінних користувальницької програми
Обсяг енергонезалежної пам'яті (тип пам'яті)	4 Мб (DataFlash), з них 3 Мб доступно для зберігання файлів і архівів
Розмір Retain-пам'яті не більше	16 кб (за замовчуванням встановлено значення 4 кб)
Час виконання одного циклу програми	- Мінімальний (нестабілізується) - 250 мкс; - Встановлений за замовчуванням (стабілізується) 1 мс (налаштовується у вікні «Конфігурація ПЛК (PLC Configuration) ПО CoDeSys.
Додаткове обладнання	Годинник реального часу з автономним акумуляторним живленням; Вбудоване джерело видачі звукового сигналу; Функціональна кнопка на передній панелі

Зовнішній вигляд ПЛК показано на рисунку 22. Конструкція ПЛК 160 ОВЕН передбачає кріплення на DIN- рейці 35 мм . Монтаж ПЛК на щиті передбачає підготовку місця на щиті відповідно до розмірів ПЛК. Для кріплення використовуються вушка корпусу контролера.

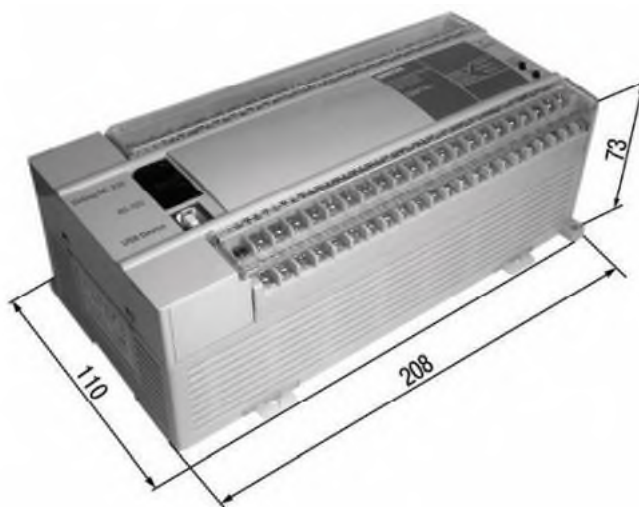


Рисунок 22 – Зовнішній вигляд ПЛК 160

На передній панелі контролера розташовані з'ємні клемні колодки, які необхідні для підключення інтерфейсів RS-485, дискретних давачів, виконавчих механізмів. Також на передній панелі розміщені клеми з кроком 7.6 мм вбудованого джерела постійної напруги 24 В.

На верхній бічній стороні змонтовано з'єднувач типу RJ45 інтерфейсу Ethernet.

					СУДН-61П. 6.151.09.ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		42

На рис. 23 показано розташування з'єднувача інтерфейсу RS-232, Debug RS-232. Цей інтерфейс використовується для програмування ПЛК. Перевагою порта Debug RS-232 полягає в можливостях підключення Hayes-сумісних модемів, а також обладнання з протоколами Modbus

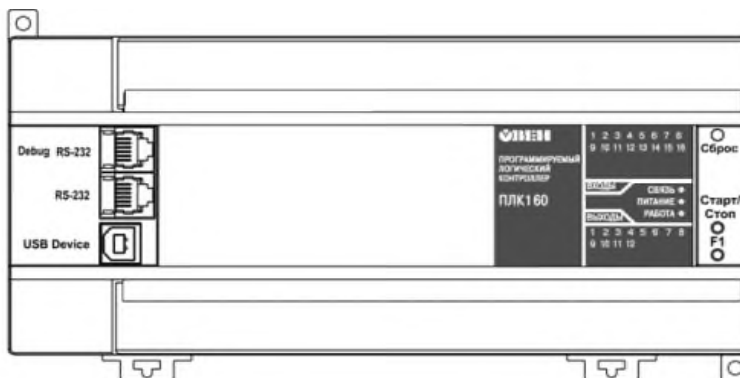


Рисунок 23 – Лицьова панель контролера

Засоби керування системою підключені до входів модуля МДВВ-Р ОВЕН, а виходи модуля зв'язуються з виконавчими пристроями через проміжні реле.

Для введення *уставок і відображення* поточних значень температур використана *графічна панель оператора* ОВЕН ІІ 320 (рисунок 24), що інтегрована в АРМ оператора. На панелі відображаються повідомлення про хід процесу, в тому числі про аварійній ситуації. Панель оператора підключена до ПЛК 160 через інтерфейс Debug-RS-232 по протоколу Modbus і є *майстром* мережі, а ПЛК - підпорядкованим пристроєм.

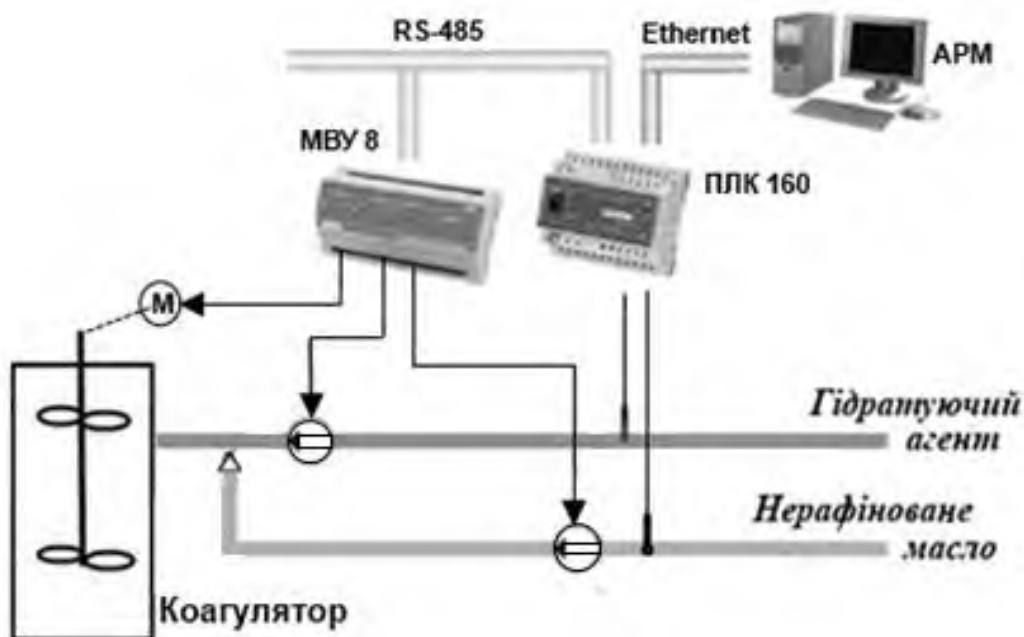


Рисунок 24 – Автоматизація регулювання співвідношення витрат на базі ОВЕН ПЛК150 с модулями вводу/вивода ОВЕН

					СУДН-61П. 6.151.09.ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		43

Відпрацювання затримки по пусковому завантаженню двигуна забезпечує програма, закладена в ПЛК.

Спеціалізований модуль універсального мережевого інтерфейсу вирішує завдання реалізації в середовищі CoDeSys любого мережевого протоколу, навіть якщо він штатно не підтримується контролером ОВЕН ПЛК. Це дає змогу підключення до контролера практично любого обладнання, що має вбудовані інтерфейси RS-232, RS-485 або Ethernet. Підтримка різних протоколів дозволяє перетворювати ОВЕН ПЛК в мережевий шлюз (наприклад, між протоколами ОВЕН і Modbus).

Створення програм для контролерів і їх конфігурація здійснюється професійною системою програмування CoDeSys. Для інтеграції середовища програмування CoDeSys використовуються наступні інтерфейси: Ethernet, USB-Device та згаданий RS-232-Debug.

На рисунку 25 наведено приклад підключення контролера до ПК, що дає змогу програмування ПЛК використанням інтерфейсу RS-232-Debug. Кабель програмування KC1 включається між COM-портом ПК та гніздом Debug RS-232, що розміщується на лицьовій панелі контролера.

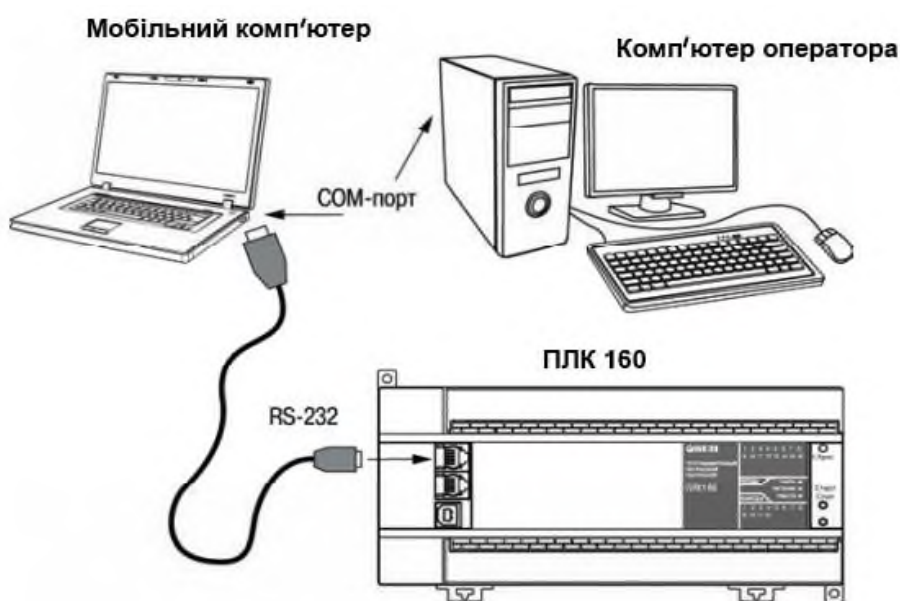


Рисунок 25 – Підключення контролера до ПК для програмування

До основних переваг можна віднести: єдине середовище розробки всього проекту; об'єктний підхід в розробці проекту; необмежена гнучкість обчислювальних можливостей; потужна тривимірна графіка і мультимедіа; захист авторських прав розробників проектів; інтуїтивна легкість освоєння.

									Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата					44

ВИСНОВКИ

Проведений конструктивно-технологічний аналіз процесу рафінації олії дозволив виділити фактори, що визначають ефективність процесу. В результаті розгляду складових технологічного процесу розроблена функціональна схема автоматизації і сформовані канали керування параметрами процесу рафінації масла.

В результаті розробки функціональної схеми автоматизації визначено перелік вхідних та вихідних сигналів, що забезпечують керування процесом.

Перелік типів сигналів, що описують стан об'єкту керування, вибрані технічні засоби автоматизації для реалізації каналів керування процесом.

На основі вибраних засобів автоматизації та лінійки виробів «ОВЕН» побудована SCADA система, що включає програмне забезпечення Owen Process Manager, АРМ оператора із відеотемінальними інструментами розробки та середовищ програмування CODESYS.

Передбачається, що впровадження автоматизації процесу рафінації олії дозволить:

- підвищити надійності роботи обладнання;
- поліпшити експлуатаційні характеристики процесу, його економічну ефективність;
- поліпшити умови праці експлуатаційного персоналу.

					СУдн-61П. 6.151.09.ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		45

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Захарченко А.С., Соколов С.В. Система керування процесом рафінації масла/ Матеріали науково-технічної конференції ІМА. Автоматика, електромеханіка і системи управління.–Суми.– **2018.**–с.172.
2. Ромашко І.С., Паска М.З., та ін. Технохімічний контроль виробництва/ Навчально-методичний посібник.–Львів.– **2016.**–98с.
3. Руководство по технологии получения и переработки растительных масел и жиров/Редкол. А.Г. Сергеев и др. - Л.: ВНИИЖ, 1975, т. 1. кн. К - 725с.
4. Фіалковська Л.В., Дейдей М.М. Удосконалення апаратурно технологічної схеми гідратації олії./ Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету. Серія:Технічні науки.– Вінниця.– 2011.– №9.–с.187-189.
5. Осадчук П. І., Маркевич Т. В. Користь фізичних полів для очистки соняшникової олії/Аграрний вісник Причорномор'я. – **2016.**– Вип. 80. С.117-121.
6. Нейтрализация подсолнечного масла. Дементий В. А., Гладкая В. Ф., Белобородов В. В. и др.//Пищевая промышленность. – 1982.– № 12.– С.11–13
7. Курбанбаева, Г., Нурыллаева, А. (2020). Методы анализа побочных продуктов процесса рафинации масел и жиров./ InterConf, (15). вилучено із <https://ojs.ukrlogos.in.ua/index.php/interconf/article/view/2306>
8. Топилин Г., Гальцев В., Шерстобитов В. Энергосберегающее оборудование для нейтрализации свободных жирных кислот и дезодорации растительного масла. / НВЖ "Олійно-жировий комплекс". –2005. – №3(10). – с. 88-90
9. Monoj K. Gupta. Practical Guide to Vegetable Oil Processing/ Academic Press and AOCS Press. –**2017.**– 508pp. –<https://www.elsevier.com/books-and-journals>
ISBN: 978-1-63067-050-4
10. <https://www.process-worldwide.com/emersons-magnetic-flow-meters>.
11. ОВЕН. Каталог продукції **2017**. вилучено із <https://owen.ua>.
12. Шеремет М. К., Пилипенко Ю. М. Автоматизація енергоефективності систем вентиляції з рекуперацією тепла/ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ДИЗАЙН.–**2019.**– № 1 (30).–С. 1–11.

					СУДН-61П. 6.151.09.ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		46