

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ  
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ  
ІНСТИТУТ ЕНЕРГЕТИКИ, АВТОМАТИКИ І ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ

**ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ**

**Завідувач кафедри**

Електроенергетики, електротехніки,  
електротехнологій  
(назва кафедри)

к.т.н., доц. Олександр ОКУШКО  
(підпис)

„\_\_\_\_\_” \_\_\_\_\_ 2025 р.

**БАКАЛАВРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

на тему: **“Розробка енергоефективності системи автоматизованого керування рафінації у цеху з виробництва рослинної олії”**

Спеціальність 141 “Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка”

02.02 – КР. 2055 "С" 2024.11.18 032 ПЗ

Гарант освітньої програми

к.т.н., доцент  
(науковий ступінь та вчене звання)

(Підпис)

Олександр СИНЯВСЬКИЙ  
(ПІБ)

Керівник бакалаврської кваліфікаційної роботи

д.т.н., проф.  
(науковий ступінь та вчене звання)

(Підпис)

Леонід ЧЕРВІНСЬКИЙ  
(ПІБ)

Виконав

(Підпис)

Віталій БОНДАРЕНКО

(ПІБ студента)

КИЇВ – 2025

Форма № Н-9.01

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ  
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ  
ІНСТИТУТ ЕНЕРГЕТИКИ, АВТОМАТИКИ І ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

**Завідувач кафедри**

Електроенергетики, \_\_\_\_\_ електротехніки,  
електротехнологій \_\_\_\_\_

(назва кафедри)

к.т.н., доц. \_\_\_\_\_ Олександр ОКУШКО  
(підпис)

„\_\_\_\_\_” \_\_\_\_\_ 2025 р.

**ЗАВДАННЯ**

на виконання бакалаврської кваліфікаційної роботи студенту

Бондаренку Віталію Ігоровичу

Спеціальність (напрямок підготовки): 141 "Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка"

Тема бакалаврської кваліфікаційної роботи: "Розробка енергоефективності системи автоматизованого керування рафінації у цеху з виробництва рослинної олії"

затверджена наказом ректора НУБіП України від "18" 11. 2024 р. № 2055 «С»

Термін подання завершеної роботи на кафедру "01" червня 2025 р.

Вихідні дані до бакалаврської кваліфікаційної роботи: технічні та експлуатаційні показники заводу по виробництву рослинної олії, Правила технічної експлуатації електроустановок споживачів.

Перелік питань, які потрібно вирішити: 1. Аналіз техніко-економічних показників підприємства з виробництва рослинної олії; 2. Обґрунтування та вибір електрифікованого технологічного обладнання; 3. Розробка системи автоматизованого керування рафінації у цеху з виробництва рослинної олії; 4. Стан системи керування процесом рафінації рослинної олії у цеху до та після модернізації; 5. Охорона праці та техніка безпеки у цеху з рафінації рослинної олії.

Перелік графічних документів: презентація виконана в Microsoft PowerPoint – 20 слайдів

Дата видачі завдання: 19. 11. 2024 р.

Керівник роботи

\_\_\_\_\_  
д.т.н., проф.  
(науковий ступінь та вчене звання)

\_\_\_\_\_  
(Підпис)

Леонід ЧЕРВІНСЬКИЙ  
(ІПБ)

Завдання прийняв до виконання \_\_\_\_\_  
(Підпис)

Віталій БОНДАРЕНКО  
(ПІБ студента)

## РЕФЕРАТ

Бакалаврська кваліфікаційна робота за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» виконаний у Національному університеті біоресурсів і природокористування України, Київ, 2025 р.

Метою бакалаврської кваліфікаційної роботи є підвищення енергоефективності системи автоматизованого керування рафінації у цеху з виробництва рослинної олії шляхом модернізації лінії рафінації-дезодорації.

Об'єктом дослідження є система автоматизованого керування лінією рафінації-дезодорації у цеху з виробництва рослинної олії.

Предметом дослідження є

У роботі проведено аналіз процесу рафінації-дезодорації цеху з виробництва рослинної олії підприємства, виконано основні електротехнічні розрахунки, проведено вибір основного електротехнологічного обладнання, запропоновано систему автоматизації лінії рафінації-дезодорації рослинної олії.

До складу кваліфікаційної роботи входять 4 розділи, загальні висновки та список використаних джерел

Ключові слова: рафінація, дезодорація, енергоефективність, процес керування, автоматизація системи, рослинна олія.

## ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ	6
ВСТУП	7
РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ПІДПРИЄМСТВА З ВИРОБНИЦТВА РОСЛИННОЇ ОЛІЇ	9
1.1. Загальна характеристика підприємства з виробництва рослинної олії	9
РОЗДІЛ 2. ОБГРУНТУВАННЯ ОСНОВНОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ ЛІНІЇ РАФІНАЦІЇ РОСЛИННОЇ ОЛІЇ	13
2.1. Аналіз технологічного процесу рафінації олії	13
2.2. Основне технологічне обладнання цеху з рафінації-дезодорації рослинної олії	18
РОЗДІЛ 3. ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНА ЧАСТИНА	22
3.1. Вибір електроприводу технологічного обладнання	22
3.2. Визначення часу розгону електродвигуна з насосом	24
3.3. Розрахунок і вибір електроустановок систем вентиляції	26
3.4. Розрахунок і вибір електроустановок системи опалення цеху	27
3.5. Розрахунок і вибір електроустановок систем електричного освітлення цеху	28
3.5.1. Вибір джерел світла	28
3.5.2. Вибір виду і системи освітлення. Вибір коефіцієнта запасу. Вибір нормованої освітленості. Вибір типу світильників	29
3.5.3. Розрахунок освітлення цеху	30
3.5.4. Розрахунок освітленості допоміжних приміщень	31
3.6. Розрахунок і вибір електропроводок, внутрішніх силових і освітлювальних мереж	32
3.6.1. Визначення розрахункових максимальних струмів електроприймачів	35

					02.02 – КР. 2055 "С" 24.11.18 032 ПЗ			
Змн	Лист	№ докум.	Підпис	Лат				
Розроб.		Бондаренко В.І			Розробка енергоефективності системи автоматизованого керування рафінації у цеху з виробництва рослинної олії	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Коробський В.В					4	
Реценз.						ННІ ЕАЕ		
Н. Контр.								
Затверд.		Антипов С.О.						

3.6.2. Розрахунок і вибір проводів силової мережі	36
3.6.3. Вибір проводів освітлювальної мережі	37
3.6.4. Розрахунок і вибір ПЗА	38
РОЗДІЛ 4. РОЗРОБКА СИСТЕМИ АВТОМАТИЗОВАНОГО КЕРУВАННЯ РАФІНАЦІЇ У ЦЕХУ З ВИРОБНИЦТВА РОСЛИННОЇ ОЛІЇ	40
4.1. Автоматизація процесу рафінації рослинної олії	40
4.1.1. Стан системи керування процесом рафінації рослинної олії до модернізації	40
4.1.2. Стан системи керування процесом рафінації олії після завершення модернізації	42
РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ У ЦЕХУ З РАФІНАЦІЇ РОСЛИННОЇ ОЛІЇ	51
5.1. Загальні положення	51
5.2. Безпека при роботі з обладнанням	52
5.3. Хімічна безпека	53
5.4. Пожежна безпека	53
5.5. Організація робочого місця	54
5.6. Перша допомога та дії у разі аварійної ситуації	54
РОЗДІЛ 6. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	55
ВИСНОВКИ	58
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	60
ДОДАТКИ	

## ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

КРОЗ – Красногiрський олійний завод

ПРАТ – Приватне акціонерне товариство

ПУЕ – Правила улаштування електроустановок

ТМ – торгова марка

ТОВ – Товариство з обмеженою відповідальністю

					02.02 – КР. 2055 "С" 24.11.18 032 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

## ВСТУП

Олійно-жирова промисловість — галузь харчової промисловості, що об'єднує підприємства з перероблення насіння олійних культур, рафінації та модифікації жирів, виробництва рослинних олій, маргаринів, спредів, майонезів та ін. Основна продукція галузі - нерафіновані та рафіновані рослинні олії, шроту насіння олійних культур, модифіковані жири, маргарини, спреди, майонези і майонезні соуси, фосфатидні концентрати. Серед рослинних олій основною є соняшникова олія, але також активно розвивають виробництво соєвої, ріпакової та лляної олії. Нині Україна займає перше місце та є найбільшим світовим експортером насіння соняшнику, соняшnikової олії та шроту, проте лише 10 % продукції олійно-жирорОВОЇ галузі споживається в межах країни все інше йде на експорт, де основними імпортерами соняшnikової олії з України є Індія, країни ЄС, Китай, Ірак, а соняшnikового шроту — країни ЄС, Китай, Туреччина.

Українська олійна галузь ґрунтується на діяльності кількох великих корпорацій, які забезпечують понад 80% виробництва олії в країні. Завдяки інвестиціям у переробку, логістику та експортну інфраструктуру, Україна зберігає позиції на світовому ринку навіть в умовах воєнного стану. До основних виробників рослинної олії в Україні, які займають провідні позиції на внутрішньому та світовому ринку належать: Kernel Holding S.A. (найбільший виробник та експортер соняшnikової олії у світі, який налічує понад 10 олійноекстракційних заводів, власні ТМ «Щедрий дар», «Стожар», «Чумак Домашня», «Чумак Золота»); ДП "САНТРЕЙД" (представництво американського агрогиганта Bunge Limited в Україні, потужність виробництва понад 600 тис. тонн переробки насіння щороку, власні ТМ «Олейна», «Розумний вибір»); ПРАТ "ПОЛОГІВСЬКИЙ ОЕЗ" (завод заснований в 1974 році, це один з найбільших в Україні підприємств з виробництва рослинних олій і шротів, ТМ «Славія»); ТОВ "АГРЕКС"; Приватне підприємство «ОЛІЯР» (один з найбільших виробників рослинної олії в Україні. Компанія має

						Арк.
					02.02 – КР. 2055 "С" 24.11.18 032 ПЗ	
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

олійноекстракційний завод у селі Ставчани, Львівської області); ТОВ "УКРОЛІЯ"; МХП (Миронівський хлібопродукт) та ін [1].

Однак поряд із досягненнями, галузь стикається з низкою викликів, що потребують комплексного аналізу та стратегічного планування [2].

До основних проблем виробництва можна віднести:

1. Залежність від зовнішніх ринків. Українська олійна галузь орієнтована переважно на експорт. Зовнішньоекономічні коливання, зміни митних режимів та воєнні дії впливають на стабільність продажів.

2. Зношеність обладнання. Частина підприємств використовує застарілі технології, що знижує якість продукції та енергоефективність виробництва.

3. Екологічні проблеми. Інтенсивне землеробство, порушення сівозміни та надмірне використання хімікатів призводять до деградації ґрунтів.

4. Логістичні труднощі. Особливо в умовах війни ускладнюється транспортування сировини й готової продукції, зокрема через блокаду портів.

Перспективи розвитку.

1. Інноваційні технології. Впровадження сучасного обладнання, автоматизація та цифровізація процесів дозволять зменшити витрати та підвищити якість олії.

2. Розширення внутрішнього ринку. Популяризація здорового харчування може стимулювати збільшення споживання олії в Україні.

3. Диверсифікація продукції. Окрім традиційної соняшникової, можна розвивати виробництво льняної, гірчичної та конопляної олій, які мають високий попит на нішевих ринках.

4. Підвищення екологічних стандартів. Органічне землеробство та екологічно чисте виробництво можуть стати конкурентною перевагою на європейському ринку.

Отже, виробництво рослинної олії в Україні має значний потенціал для зростання, але для цього необхідно подолати поточні проблеми, модернізувати виробництво та адаптуватися до глобальних змін. Державна підтримка, інвестиції та інновації мають стати ключовими чинниками сталого розвитку галузі.

					02.02 – КР. 2055 "С" 24.11.18 032 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

## РОЗДІЛ 1

### АНАЛІЗ ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ПІДПРИЄМСТВА З ВИРОБНИЦТВА РОСЛИННОЇ ОЛІЇ

#### 1.1. Загальна характеристика підприємства з виробництва рослинної олії

ТОВ «Красногірський олійний завод» (ТОВ «КРОЗ») — сучасне українське підприємство, що знаходиться у селі Антипівка Золотоніського району Черкаської обл. та спеціалізується на переробці олійних культур та виробництві нерафінованих рослинних олій.

Завод був введений в експлуатацію у 2011 році та став одним із перших виробників ріпакової олії в Україні, що активно розвиває напрямок органічного виробництва [3]. Пізніше було проведено низку реконструкцій, які дозволили здійснювати переробку насіння соняшника, кукурудзи, сої. Також було проведено реконструкцію цехів видобування олії з доукомплектуванням технологічної лінії для переробки насіння соняшнику та рафінації олій.

Сьогодні підприємство має розвинену інфраструктуру, що являє собою єдиний комплекс цехів і допоміжних підрозділів, що забезпечує можливість переробки насіння соняшнику та ріпаку. На сьогоднішній день 90% продукції є органічною, що відповідає національним та міжнародним стандартам якості. Це дозволяє підприємству займати провідні позиції серед українських експортерів органічної продукції.

Підприємство включає в себе наступні об'єкти:

- елеваторний комплекс з приймання, сушки, очищення та зберігання олійної сировини з одночасним зберіганням до 30 тис. тонн.

- цех з переробки сировини з річною потужністю 33 тис. тонн олії зі сховищем в 1000 тонн готової продукції й 2000 тонн макухи та лушпиння.

ТОВ «КРОЗ» виробляє та реалізує: нерафіновану соняшникову олію; нерафіновану ріпакову олію; кукурудзяну нерафіновану олію; макуху

					02.02 – КР. 2055 "С" 24.11.18 032 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

соняшникову та ріпакову; лущиння соняшникове; фуз олійний. Продукція фасується в тару об'ємом 0,815 л, 1л, 3л та 5л під торговими марками «Красногірська» та «Sole». Олія експортується до країн Європейського Союзу, Балтії, Азії, США та Канади.

На підприємстві використовується сучасне обладнання провідних світових виробників, яке вирізняється енергозбереженням і зводить до мінімуму шкідливий вплив на навколишнє середовище, але при цьому зберігаються високі показники продуктивності та якості продукції, а саме:

- автоматична лінія очищення, сушіння та зберігання насіння, обладнання виробництва німецької фірми «RIELA», польської фірми «AG-ПРОЕКТ»;
- автоматична лінія виробництва олії (ріпакової, соняшnikової), до складу яких входять преса попереднього і остаточного віджиму, сепаратори, гомогенізаційна ємність і фільтрація виробництва фірми «FARMET» (Чехія).

Дане обладнання, передові технології, новітні методи контролю та функціонуючі системи управління дозволяють підприємству випускати продукцію стабільно високої якості та слідувати основним цілям:

✓ Отримання високоякісного натурального продукту — ріпакової і соняшnikової олії технологією холодного пресування, яка дозволить зберегти в олії природний вміст вітамінів, баланс жирно-кислотного складу, які необхідні для життєдіяльності організму людини.

✓ Вихід на міжнародний ринок і завоювання лідируючих позицій серед підприємств галузі.

Основні техніко-економічні показники підприємства:

Потужність одночасного зберігання сировини - 30000 тонн.

Добова потужність переробки насіння олійних культур - 95 тонн.

На заводі діють дві лабораторії: хімічна і сировинна.

Спосіб виробництва олії - двохступеневе віджимання з можливістю екструзії.

Фільтрація - фізична, пластинчастими фільтрами з наливом під тиском.

					02.02 – КР. 2055 "С" 24.11.18 032 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

Температура олії на виході з фільтру - 38-55 ° С.

Потужність цеху олії при повному завантаженні - 500 кВт / год.

Потужність елеватора при повному завантаженні - 400 кВт / год.

Резервуари для одночасного зберігання олії - 1000 тонн.

Склад одноразового зберігання макухи та лушпиння - 2000 тонн.

Фасовка макухи в мішки по 30 кг та біг-беги по 1 тонні.

Вихід кукурудзяної олії до - 5%

Вихід кукурудзяної макухи - 87%

Залишок олії в кукурудзяній макусі - 13,5% в перерахунку на суху речовину.

Кількість протеїну в кукурудзяній макусі - 17,2% в перерахунку на суху речовину.

Вихід соняшникової олії залежно від олійності насіння - 38-40%.

Вихід соняшникової макухи - 42-43%.

Вихід лушпиння залежно від лужистості - 13-15%.

Залишок олії в соняшниковій макусі - 9,5-10,5% в перерахунку на суху речовину.

Кількість протеїну в соняшниковій макусі - 30-35% в перерахунку на суху речовину.

Продуктивність елеватора з приймання зерна: згідно з технологічними параметрами - до 400 тонн на добу з доочищенням і сушінням - до 250 тонн на добу.

Вихід ріпакової олії залежно від олійності насіння - 38-40%.

Вихід ріпакової макухи - 55-57%.

Залишок олії в ріпаковій макусі - 9,5-10,5% в перерахунку на суху речовину,

Кількість протеїну в ріпаковій макусі - 35-37% в перерахунку на суху речовину.

Вихід соєвої олії залежно від олійності насіння - 15%.

Вихід соєвої макухи - 79%.

Залишок олії в соєвій макусі – 8,00 -8,90 % в перерахунку на суху речовину,

					02.02 – КР. 2055 "С" 24.11.18 032 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

Кількість протеїну в соєвій макусі – 42,5% в перерахунку на суху речовину

Потужність одночасного зберігання сировини - 30000 тонн.

Добова потужність переробки насіння олійних культур - 95 тонн.

					02.02 – КР. 2055 "С" 24.11.18 032 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

## РОЗДІЛ 2

# ОБГРУНТУВАННЯ ОСНОВНОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ ЛІНІЇ РАФІНАЦІЇ РОСЛИННОЇ ОЛІЇ

### 2.1. Аналіз технологічного процесу рафінації олії

Різні види рослинних олій, включаючи соняшникову, можуть бути рафінованими та нерафінованими. Одержують обидва різновиди цього продукту з однакової сировини, але використовують різні методи вилучення з неї олії та подальшої обробки. У випадку з нерафінованою — це холодне або гаряче пресування, а з рафінованою — екстракція. До того ж рафінована олія піддається кільком ступеням обробки та очищення з використанням комплексної лінії рафінації-дезодорації рослинної олії, що включає різні види спеціалізованого обладнання, а нерафінована — тільки механічній фільтрації.

У процесі одержання олії до неї потрапляють природні компоненти насіння та інші небажані домішки, наявність яких у продукті є причиною його помутніння і фарбування, а також появи запаху і нагару на контактних поверхнях, що нагріваються. Уникнути цього дозволяє процес рафінації. Говорячи про переваги рафінованої олії, можна виділити наступні її плюси:

- значно триваліший термін зберігання порівняно з нерафінованою;
- стає набагато світлішою, знижується ймовірність випадання осаду;
- відсутній запах та смак.
- при смаженні на сковороді рафінована олія не димить і не піниться, не виділяє шкідливих канцерогенів.

Щоб продукт повністю втратив запах і смак, його піддають обробці парою. Такий процес називається дезодорацією. Дезодорація дуже впливає на якість рафінованої олії і вважається серцем всього методу рафінації харчової олії.

Технологічно лінія рафінації-дезодорації розбита на окремі ланки, де кожна ланка процесу потребує окремого спеціалізованого обладнання. Комплексно лінії рафінації-дезодорації складаються з 4 основних ланок /ліній [4]:

					02.02 – КР. 2055 "С" 24.11.18 032 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

- гідратації та нейтралізації, головне призначення яких полягає в очищенні соняшникової олії від фосфоровмісних речовин та інших гідрофільних домішок, нейтралізації вільних жирних кислот, а також вимиванні мила з олії та утворенні соапстоку. У складі лінії використовується велика кількість технологічного обладнання, зокрема ємнісне обладнання.

- відбілювання (адсорбційної обробки), які призначені для видалення фарбуючих речовин, а також певної кількості перекисних сполук та фосфоровмісних речовин. Видалення хлорофільних пігментів дуже важливе, оскільки вони не видаляються на жодній іншій стадії рафінування, як каротиноїдні сполуки при дезодорації. Основне обладнання лінії: вакуум-відбильні апарати, фільтри ВНП та ГНП. Останні також використовують у процесі вінтеризації.

- вінтеризації (виморозки), технологічне призначення яких — видалення восків та воскоподібних речовин із олії.

- дезодорації, які використовуються для видалення з олії одорантів – речовин, що визначають характерний присмак та запах олії. Дезодорація здійснюється шляхом впливу на олію перегрітої пари. Перед відправкою в дезодоратор жир повинен бути ретельно відрафінований, не містити слідів мила та відбильної глини.

Для мінімізації кількості відходів та втрат олії, скорочення витрат реагентів, а також інших допоміжних матеріалів заводи поступово переходять на використання нових, більш економічно ефективних технологій у вигляді холодної нейтралізації, фізичної рафінації, холодної ензимної гідратації.

На кожному заводі використовується різна схема виробництва рафінованої олії. Однак у будь-якому випадку, хоч і в різних комбінаціях, вона включає такі етапи: механічне очищення (фільтрацію); гідратацію; нейтралізацію; адсорбційну обробку (відбілювання); вінтеризацію (виморозку); дезодорацію.

На ТОВ «КРОЗ» застосований процес отримання рафінованої олії шляхом холодної нейтралізації, що є сучасним способом видалення вільних жирних кислот (FFA) та фосфоліпідів з рослинної олії при температурі до 30–40 °С, без

						Арк.
					02.02 – КР. 2055 "С" 24.11.18 032 ПЗ	
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

застосування луѓу (NaOH). Вона є частиною фізичної рафінації, і замість хімічного омилення кислот передбачає їх видалення шляхом сорбції, центрифугування або вакуумної дистиляції. Що дозволить зменшити втрати нейтралізованої олії, отримати високоякісну рафіновану олію із мінімальним втручанням у її хімічний склад та уникнути утворення мила та зменшити екологічне навантаження.

Принципову схему рафінації-дезадорації олії представлено на рисунку А1 додатку А.

При фізичній рафінації пропускається лужна нейтралізація, а дистиляція йде після гідратації.

При холодній нейтралізації температура гідратації і всіх наступних етапів  $\leq 40$  °С.

Можна додати етап рекуперації побічних продуктів (лецитин, FFA, мила).

Розглянемо детально кожен з даних етапів (див. табл.1.1.)

Таблиця 1.1.

### Основні етапи рафінації-дезадорації рослинної олії

Етап	Призначення
Гідратація	Видалення фосфоліпідів, частково металів
Центрифуга	Відділення фосфоліпідного осаду
Нейтралізація (лужна)	Хімічне видалення FFA (омилення NaOH). Мета цього процесу — усунути вільні жирні кислоти, які можуть спричиняти гіркоту продукту. Для нейтралізації додають луг (наприклад, гідроксид натрію), в результаті чого утворюється мило, яке потім відділяють від олії.
Дистиляція FFA	Альтернатива луѓу — видалення кислот парою під вакуумом.
Відбілювання	Адсорбція пігментів, домішок, запахів. Олію очищають від пігментів (наприклад, каротиноїдів і хлорофілу), металів і слідів мила. Це досягається шляхом додавання спеціальних адсорбентів — відбілювальних глин або активованого вугілля, після чого їх фільтрують.
Фільтрація	Вилучення сорбентів. Завершальний етап, на якому з олії остаточно видаляють всі залишки домішок, абсорбентів і механічні частинки для надання їй прозорості й чистоти.
Деаорація	Видалення запахів і летких сполук, що впливають на смак та аромат. Олію нагрівають під вакуумом до високих температур (180–240 °С), пропускаючи через неї пар.
Охолодження	Захист від окислення, можливе зневощування.

						Арк.
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата	02.02 – КР. 2055 "С" 24.11.18 032 ПЗ	

Етап гідратації. Після того як ядра насіння соняшника зазнали подрібнення, отримана м'ятка була просмажена на спеціальних жаровнях для маслоцеху, з неї була отримана олія і вона пройшла очищення від механічних домішок, зазнала відстоювання та фільтрації, проводиться процес гідратації. Таку назву отримав процес обробки отриманої олії ортофосфорною кислотою. У ході гідратації фосфоровмісні речовини стають такими, що піддаються гідратації, і після змішування олії з водою, у сепараторі видаляються залишки соапстоку фосфатидів. Якщо цього не зробити, готовий продукт швидко зіпсується.

Етап нейтралізації. Після гідратації олія піддається обробці розчином лимонної кислоти та лугами. Такий процес називається нейтралізацією чи лужною рафінацією. Луги нейтралізують вільні жирні кислоти, які, своєю чергою, сприяють виведенню із суміші пестицидів та важких металів. Це гальмує процес окислення продукту, що дозволяє збільшити термін його зберігання.

Етап відбілювання. Адсорбційна обробка соняшникової олії, або її відбілювання, полягає у впливі на жирову суміш органічними адсорбентами. Такий захід необхідний для освітлення продукту шляхом його очищення від каротиноїдів (пігментів, що фарбують). Обробка абсорбентами також допомагає усунути певну кількість пероксидних сполук і фосфоровмісних речовин.

Етап вінтеризації. Крапку у позбавленні готового продукту будь-якого кольору ставить виморожування олії, відоме під назвою вінтеризація. Цей процес передбачає:

- повільне охолодження олії;
- її витримку за низької плюсової температури;
- видалення шляхом фільтрації осаду, що містить воски.

У процесі вінтеризації використовуються теплообмінні апарати різних типів.

Етап дезодорації. Завершальним етапом рафінації олії є її дезодорація, тобто вплив на продукт пари (її температура має становити приблизно 220 градусів).

					02.02 – КР. 2055 "С" 24.11.18 032 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

Такий захід дозволяє покращити смак та стабільність олії, повністю видалити запах, збільшити термін зберігання.

Для поліпшення якості олії з соняшника поряд з використанням нових технологій застосовується метод штучного насичення звичайного рафінованого продукту додатковими компонентами у вигляді антиоксидантів.

					02.02 – КР. 2055 "С" 24.11.18 032 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

## 2.2. Основне технологічне обладнання цеху з рафінації-дезодорації рослинної олії

У технологічному процесі рафінації рослинної олії використовують спеціалізоване обладнання, яке забезпечує ефективне очищення сировини та отримання високоякісного кінцевого продукту. Підбір обладнання залежить від обсягу виробництва, виду сировини, вимог до якості олії та економічної доцільності. Основні одиниці обладнання включають:

1. Ємність для сирої олії. Основна функція - накопичення та подача нерафінованої олії.

Характеристики:

- з нержавіючої сталі (AISI 304 або 316);
- з перемішувачем;
- часто оснащується системою підігріву (теплообмінник або сорочка);
- датчики рівня, температури, тиску.

2. Гідрататор (гідратаційна ємність). Основна функція - змішування олії з водою або розчином кислоти. Використовується для видалення фосфатидів, білків і слизів шляхом обробки олії водою або кислотним розчином. Зазвичай має мішалку та систему контролю температури. Основні вимоги — ефективне змішування та осадження домішок.

Характеристики:

- мішалка з низькими обертами (30–70 об/хв);
- температурний контроль (25–40 °C);
- можлива подача вакууму для уникнення окислення;
- патрубки для дозування води/кислоти.

3. Центрифуга (гумова або декантерна). Основна функція - відділення гідратованих фосфоліпідів (гуму) від олії. Призначена для механічного відділення гідратованих домішок після процесу дегумування. Забезпечує високу продуктивність і чистоту відокремленої фази.

Типи:

					02.02 – КР. 2055 "С" 24.11.18 032 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

- горизонтальні сепаратори;
- вертикальні сепаратори з високою швидкістю обертання.

Додатково: моделі з автоматичним очищенням барабану.

4. Нейтралізатор або дистильатор FFA. Ємність, обладнана мішалкою та системою нагрівання, в якій відбувається реакція між вільними жирними кислотами та лугом. Після реакції мило відокремлюється механічно або центрифугуванням.

Лужний нейтралізатор

- ємність з перемішувачем;
- дозатор розчину NaOH;
- підігрів до 60–70 °C;
- можлива інтеграція з центрифугою для видалення мила.

Дистильатор (для фізичної рафінації)

- вакуумна колона з тепловим джерелом (до 240 °C);
- форсунки для розпилення олії;
- конденсатор для збору FFA.

5. Промивна станція (вода). Основна функція: видалення залишків мила, лугу, кислот.

Обладнання:

- ємності з перемішувачем;
- центрифуга або декантер для розділення фаз;
- насосна станція;
- фільтри попередні (сітчасті).

6. Відбілювальний реактор. Основна функція - сорбційне очищення від пігментів, домішок. Забезпечує прозорість і чистоту продукту.

Характеристики:

- вакуумна ємність;
- подача відбілювальної глини або активованого вугілля;
- мішалка;
- обігрів до 90–110 °C;

					02.02 – КР. 2055 "С" 24.11.18 032 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

- система дозування сорбентів.

7. Фільтр-прес або вакуум-фільтр. Функція: видалення сорбентів (шлам глини). Типи:

- рамні фільтр-преси;
- горизонтальні вакуумні фільтри;
- картриджні або мішкові фільтри (в якості допоміжних).

Автоматизація: з продувкою азотом або повітрям.

8. Дезодоратор. Вакуумна колона або реактор, у якій олію обробляють водяною парою при високих температурах. Видаляє леткі сполуки та неприємні запахи. Необхідна система вакуумування та конденсації парів.

Характеристики:

- вертикальна або горизонтальна колона;
- вакуумна система (до 2–3 мбар);
- подача перегрітої пари (180–240 °С);
- система теплообміну (вхідна/вихідна олія);
- сепаратор конденсату.

9. Система охолодження та зберігання. Вінтеризатор (охолоджувальна ємність з фільтром). Забезпечує охолодження олії до низьких температур для осадження восків, які потім видаляються через фільтри. Важливою є можливість регулювання температурного режиму. Функція: охолодження та стабілізація олії перед фасуванням.

Компоненти:

- теплообмінники (пластинчасті або трубчасті);
- буферна ємність з азотом;
- автоматичне зважування або подача на фасувальну лінію.

10. Система автоматизації та контролю.

- Панелі оператора, контролери PLC/SCADA;
- Вимірювання температури, тиску, рН, мутності;
- Автоматичне керування насосами, мішалками, дозаторами;
- Інтеграція з ERP-системами для відстеження партій.

					02.02 – КР. 2055 "С" 24.11.18 032 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

Застосування вищезазначеного обладнання дозволяє досягти повного циклу рафінації, забезпечуючи відповідність олії вимогам ДСТУ за кольором, запахом, прозорістю та хімічним складом. Крім того, автоматизація процесів та наявність систем контролю (температури, рН, вакууму) підвищують ефективність виробництва та стабільність якості продукції.

Обов'язковою умовою для запуску лінії в експлуатацію є безперебійне з'єднання з водопроводом і електричною мережею.

Схема розміщення обладнання лінії рафінації-дезодорації рослинної олії представлена на рис.2.1.

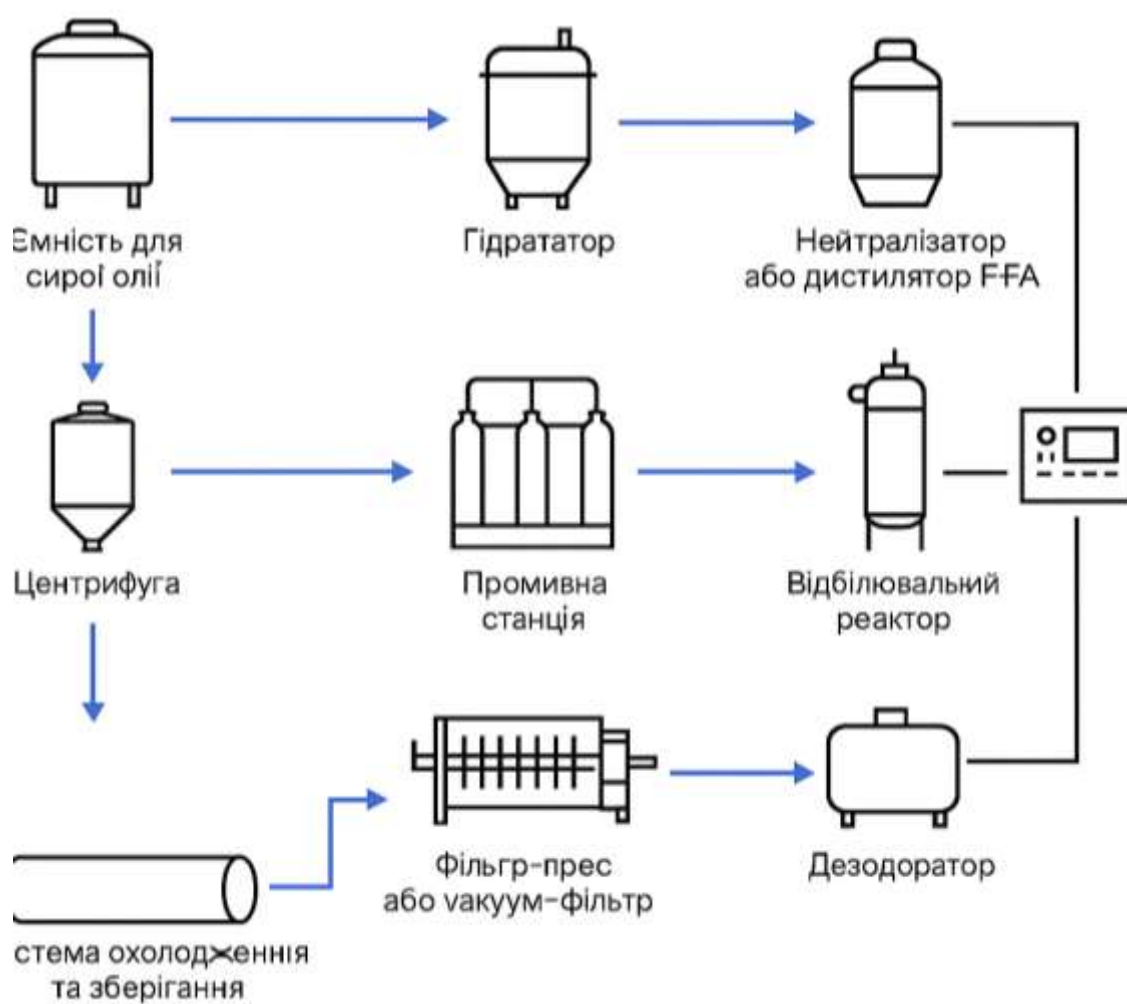


Рис. 2.1. Схема розміщення обладнання лінії рафінації-дезодорації рослинної олії.

Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата

РОЗДІЛ 3  
ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНА ЧАСТИНА

**3.1. Вибір електроприводу технологічного обладнання**

Для обґрунтування вибору технологічного процесу обладнання для приклада візьмемо насос для перекачки олії. Розрахуємо вибір електропривода для насоса. Потужність насоса визначаємо за формулою:

$$P_{нас} = \frac{\rho \cdot g \cdot H_{нас} \cdot Q_{нас}}{\eta_{нас}}, \quad (3.1)$$

де  $\rho$  – питома густина олії,  $\rho = 1,23 \text{ кг/м}^3$ ;

$g$  – прискорення вільного падіння,  $g = 9,81 \text{ м/с}^2$ ;

$H_{нас}$  – напір насоса,  $H_{н} = 20 \text{ м}$ ;

$Q_{нас}$  – подача насоса,  $Q_{нас} = 8 \text{ м}^3/\text{год} = 0,0022 \text{ м}^3/\text{с}$ ;

$\eta_{нас}$  – коефіцієнт корисної дії насоса,  $\eta_{нас} = 0,53$ .

$$P_{нас} = \frac{1,23 \cdot 9,81 \cdot 20 \cdot 0,0021}{0,53} = 1 \text{ кВт.}$$

Розрахуємо Механічну характеристику насоса :

$$M_c = M_o + (M_{сн} - M_o) \cdot \left( \frac{\omega}{\omega_o} \right)^2, \quad (3.2)$$

де  $M_c$  – момент статичних опорів, Н·м;

$M_o$  – початковий момент,  $M_o = 0,05 \cdot M_{сн}$ ;

$M_{сн}$  – момент статичних опорів при номінальній кутовій швидкості, Н·м;

$\omega, \omega_n$  – задане і номінальне значення кутової швидкості,  $\text{с}^{-1}$ .

$$\omega_n = \frac{\pi \cdot n_n}{30}, \quad (3.3)$$

де  $\pi$  – стала,  $\pi = 3,14$ ;

$n_n$  – номінальне значення частоти обертання ел. двигуна,  $n_n = 2800 \text{ об/хв}$

					02.02 – КР. 2055 "С" 24.11.18 032 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

$$\omega_n = \frac{3,14 \cdot 2820}{30} = 283,1 \text{ c}^{-1}$$

Момент статичних опорів при номінальній кутовій швидкості:

$$M_{сн} = 9550 \cdot \frac{P_{нас}}{\eta_{нас}}, \quad (3.4)$$

Відповідні значення моментів становлять:

$$M_{сн} = 3,411 \text{ Н}\cdot\text{м};$$

$$M_o = 0,5 \cdot M_{сн} = 0,05 \cdot 3,211 = 0,175 \text{ Н}\cdot\text{м}.$$

Тоді статичний момент насоса визначиться за виразом:

$$M_c = 0,171 + (3,411 - 0,171) \cdot \left(\frac{\omega}{293,1}\right)^2, \quad (3.5)$$

Задаючись значенням  $\omega$  від 0 до 300  $\text{c}^{-1}$ , розраховуємо значення моменту статичних опорів. Дані розрахунку механічної характеристики насоса записуємо у табл. 3.1.

Таблиця 3.1

### Механічна характеристика насоса

$\omega, \text{c}^{-1}$	0	50	100	150	220	250	293,1	300
$M_c, \text{Н}\cdot\text{м}$	0,17	0,26	0,55	1,0	1,68	2,54	3,411	3,56

Для привода насоса виберемо електродвигун АИР80А2У2.

Таблиця 3.2

### Технічна характеристика електродвигуна АИР80А2У2

Номінальна напруга, В	380
Частота струму, Гц	50
Маса, кг	12,1
Потужність, кВт	1,5
Синхронна частота обертання, об/хв	3020
Номінальна частота обертання, об/хв	2840
$\cos \varphi$	0,65
ККД, %	82

### 3.2. Визначення часу розгону електродвигуна з насосом

Побудову механічної характеристики електродвигуна виконуємо за характерними точками:

- з урахуванням допустимого відхилення моментів

1.  $\omega_0 = 314 \text{ c}^{-1}$ ;  $M' = 0$ .
2.  $\omega_H = 298,3 \text{ c}^{-1}$ ;  $M_H' = 5,026 \text{ Н}\cdot\text{м}$ .
3.  $\omega_K = 141,3 \text{ c}^{-1}$ ;  $M_K' = 0,9 \cdot 11,058 = 9,96 \text{ Н}\cdot\text{м}$ .
4.  $\omega_{\text{мін}} = 62,8 \text{ c}^{-1}$ ;  $M_{\text{мін}}' = 0,8 \cdot 7,54 = 6,44 \text{ Н}\cdot\text{м}$ .
5.  $\omega_{\text{п}} = 0 \text{ c}^{-1}$ ;  $M_{\text{п}}' = 0,85 \cdot 10,56 = 8,98 \text{ Н}\cdot\text{м}$ .

- з урахуванням допустимого відхилення напруги  $\Delta U = -5\%$

1.  $\omega_0 = 314 \text{ c}^{-1}$ ;  $M'' = 0$ .
2.  $\omega_H = 298,3 \text{ c}^{-1}$ ;  $M_H'' = 0,95^2 \cdot 5,026 = 4,53 \text{ Н}\cdot\text{м}$ .
3.  $\omega_K = 141,3 \text{ c}^{-1}$ ;  $M_K'' = 0,95^2 \cdot 9,96 = 8,97 \text{ Н}\cdot\text{м}$ .
4.  $\omega_{\text{мін}} = 62,8 \text{ c}^{-1}$ ;  $M_{\text{мін}}'' = 0,95^2 \cdot 6,44 = 5,8 \text{ Н}\cdot\text{м}$ .
5.  $\omega_{\text{п}} = 0 \text{ c}^{-1}$ ;  $M_{\text{п}}'' = 0,95^2 \cdot 8,98 = 8,08 \text{ Н}\cdot\text{м}$ .

На рисунку 3.1. побудовано механічну характеристику двигуна і насоса та визначено їх співвідношення.

Для визначення часу пуску електродвигуна знаходимо динамічний момент:

$$M_j = M_d'' - M_c \quad (3.6)$$

Інтервал швидкостей ділимо на ділянки  $\Delta\omega_i$ , для кожної з яких визначаємо середнє значення динамічного моменту  $M_{j\text{ср}i}$  і розраховуємо приріст часу:

$$\Delta t = \frac{J_{зз} \cdot \Delta\omega_i}{M_{j\text{ср}i}}, \quad (3.7)$$

де  $J_{зз}$  – зведений момент інерції привода,  $\text{Н}\cdot\text{м}$ ;

$J_{\text{рот}}$  – момент інерції ротора двигуна,  $J_{\text{рот}} = 1,8 \cdot 10^{-3} \text{ Н}\cdot\text{м}$ ;

$J_{\text{н}}$  – момент інерції насоса,  $J_{\text{н}} = 8 \cdot 10^{-3} \text{ Н}\cdot\text{м}$ .

$$J_{зз} = J_{\text{рот}} + J_{\text{н}} = 1,8 \cdot 10^{-3} + 8 \cdot 10^{-3} = 9,8 \cdot 10^{-3} \text{ Н}\cdot\text{м} \quad (3.8)$$

						Арк.
					02.02 – КР. 2055 "С" 24.11.18 032 ПЗ	
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

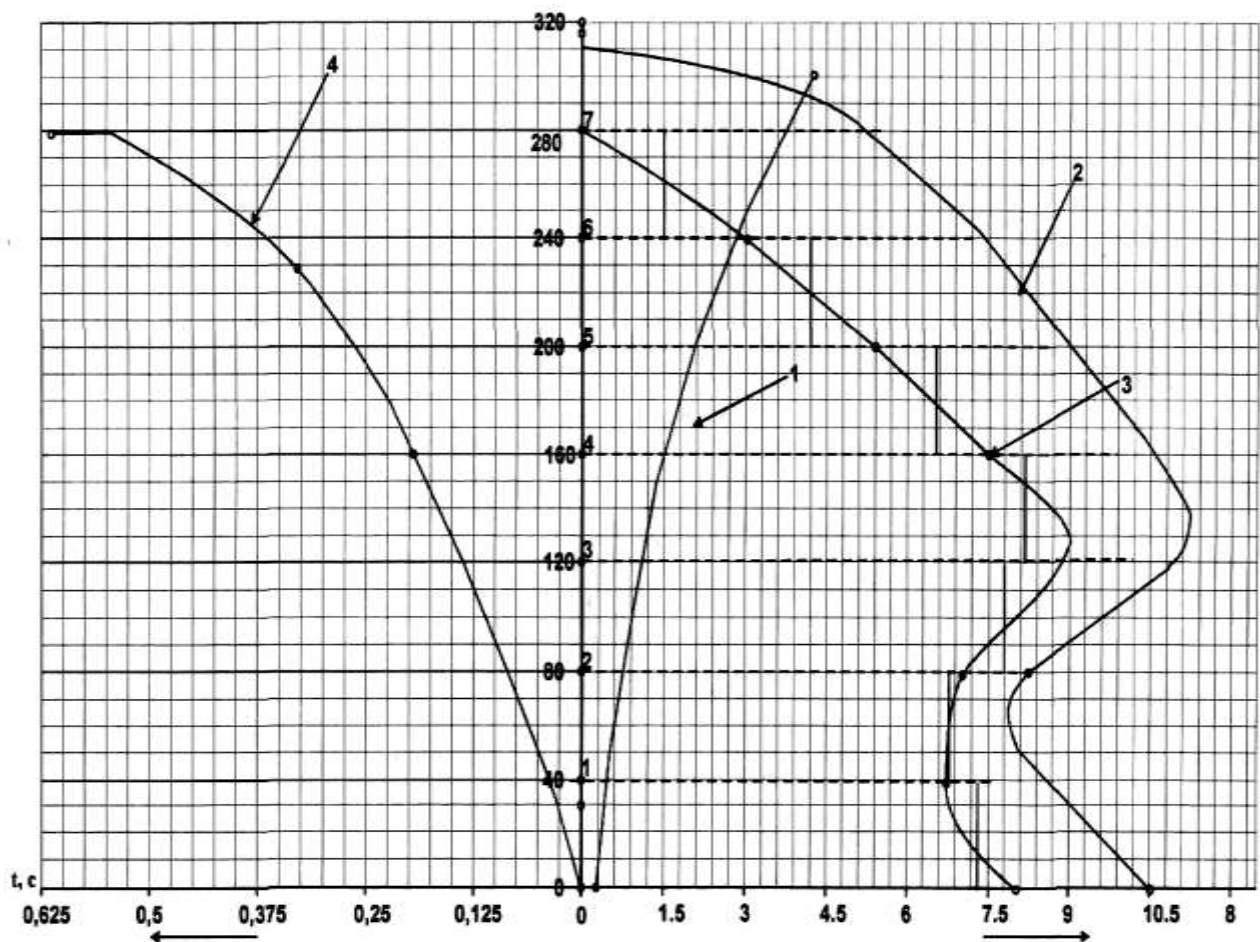


Рис. 3.1. Графічне зображення визначення часу пуску електродвигуна насоса: 1 – механічна характеристика насоса  $\omega = f(M_H)$ ; 2 – розрахункова механічна характеристика двигуна  $\omega = f(M_{ДВ})$ ; 3 – динамічна характеристика двигуна  $\omega = f(M_{ДИН})$ ; 4 – час розгону електродвигуна  $\omega = f(t)$

Визначаємо приріст часу для кожного інтервалу:

$$\Delta t_1 = \frac{9,8 \cdot 10^{-3} \cdot 30}{7,3} = 0,04 \text{ с}$$

$$\Delta t_2 = \frac{9,8 \cdot 10^{-3} \cdot 30}{6,1} = 0,048 \text{ с}$$

$$\Delta t_3 = \frac{9,8 \cdot 10^{-3} \cdot 30}{5,8} = 0,051 \text{ с}$$

$$\Delta t_4 = \frac{9,8 \cdot 10^{-3} \cdot 30}{6,9} = 0,043 \text{ с}$$

$$\Delta t_5 = \frac{9,8 \cdot 10^{-3} \cdot 30}{7,8} = 0,038 \text{ с}$$

$$\Delta t_6 = \frac{9,8 \cdot 10^{-3} \cdot 30}{7,7} = 0,038 \text{ с}$$

$$\Delta t_7 = \frac{9,8 \cdot 10^{-3} \cdot 30}{6,9} = 0,043 \text{ с}$$

$$\Delta t_8 = \frac{9,8 \cdot 10^{-3} \cdot 30}{5,7} = 0,052 \text{ с}$$

Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата

$$\Delta t_9 = \frac{9,8 \cdot 10^{-3} \cdot 30}{4,2} = 0,07 \text{ с}$$

$$\Delta t_{10} = \frac{9,8 \cdot 10^{-3} \cdot 30}{1,8} = 0,163 \text{ с}$$

Час пуску електродвигуна визначається за виразом

$$t_n = \sum \Delta t_i \quad (3.9)$$

$$t_n = 0,04 + 0,048 + 0,051 + 0,043 + 0,038 + 0,038 + 0,043 + 0,012 + 0,07 + 0,0163 = 0,583 \text{ с.}$$

Графічні залежності часу розгону приведені на рис. 3.1

Перевищення температури електричного двигуна під час пуску визначаємо за формулою:

$$\tau_n = v_t \cdot t_n, \quad (3.10)$$

де  $v_t$  – швидкість нагріву ел. двигуна,  $v_t = 7,2^\circ \text{ C/с}$ .

$$\tau_n = v_t \cdot t_n = 7,9 \cdot 0,583 = 4,61 \text{ }^\circ\text{C/с}$$

Отже,  $\tau_n < \tau_{\text{доп}}$ .

Норми виконуються, електричний двигун не перегрівається при пуску [1].

### 3.3. Розрахунок і вибір електроустановок систем вентиляції

Вентиляторна система вибирається за подачею і повним тиском. Розрахункову подачу вентилятора знаходять за повітрообміном, необхідним для забезпечення оптимального мікроклімату у вентиляваному приміщенні, розрахунковий тиск визначають із врахуванням втрат у повітроводах і устаткуванні.

Розрахунок повітрообміну проводиться за нормованою кратністю повітрообміну.

$$N = k \cdot V_n, \quad (3.11)$$

де  $V_n$  – будівельний об'єм приміщення,  $V_n = 900 \text{ м}^3$ ;  $k$  – нормована кратність повітрообміну,  $k = 3$ .

$$N = 3 \cdot 900 = 2700 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Розрахунковий тиск визначається по формулі:

					02.02 – КР. 2055 "С" 24.11.18 032 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

$$H = \gamma \cdot \frac{v^2}{2} \cdot (\lambda \cdot l \cdot d + \sum \beta), \quad (3.12)$$

де  $\gamma$  – щільність повітря,  $\gamma = 1.2$  кг/м<sup>3</sup>;  $v$  – швидкість повітря у повітропроводі,  $v = 10$  м/с;  $\lambda$  – коефіцієнт тертя,  $\lambda = 0,02$ ;  $l$  – довжина повітропроводу, м;  $d$  – діаметр повітропроводу, м;  $\sum \beta$  – сума коефіцієнтів місцевих опорів.

$$H = 1,2 \cdot 10^2 / 2 \cdot (0,02 \cdot 48 \cdot 0,3 + 3,0 + 4 \cdot 0,15 + 17 \cdot 0,1 + 3 \cdot 0,175) = 366,78 \text{ Па.}$$

Приймаємо вентиляційну установку Клімат-4 продуктивністю 3300 м<sup>3</sup>/год.

Потужність приводного двигуна визначиться за формулою:

$$P_{\text{роз}} = \frac{Q_v \cdot H}{3.6 \cdot \eta_v \cdot \eta_n}, \quad (3.13)$$

де  $Q_v$  – подача вентилятора, м<sup>3</sup>/год;  $H$  – розрахунковий тиск, Па;  $\eta_v$  – ККД вентилятора;  $\eta_n$  – ККД приводу.

$$P_{\text{роз}} = \frac{3300 \cdot 3,67 \cdot 10^{-4}}{3.6 \cdot 0,6 \cdot 1,0} = 0,56 \text{ кВт}$$

Обираємо приводний двигун 4A71B4Y3 потужністю 0,75 кВт,  $\cos \varphi = 0,73$ , ККД = 72 %,  $K_i = 4,5$ .

Реальний повітрообмін складе 3300 м<sup>3</sup>/год [5].

### 3.4. Розрахунок та вибір електроустановок системи опалення цеху

Зазвичай опалення складських і цехових приміщень здійснюється за допомогою централізованого опалення. У такій системі джерело тепла розташоване за межами цеху, а для подачі теплоносія використовуються парові, водяні, повітряні трубопроводи.

Необхідну продуктивність системи опалення визначаємо рівнянням теплового балансу:

$$Q_{\text{ЕНУ}} = Q_{\text{огр}} + Q_{\text{опр}}, \quad (3.14)$$

					02.02 – КР. 2055 "С" 24.11.18 032 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

де  $Q_{ЕНУ}$  – продуктивність електронагрівальної установки, кДж/год;  $Q_{огр}$  – втрати теплоти через зовнішні огороження, кДж/год;  $Q_{вент}$  – втрати теплоти через вентиляцію, кДж/год.

$$Q_{огр} = q \cdot V \cdot (t_в - t_н) \quad (3.15)$$

де  $q$  – питома теплова характеристика приміщення, кВт/(м<sup>3</sup>·°С);  $V$  – будівельний об'єм приміщення, м<sup>3</sup>;

$$Q_{огр} = 0,5 \cdot 1126 \cdot (17 - (-18)) = 563 \cdot 35 = 19705 \text{ Вт} = 19,705 \text{ кВт.}$$

Втрати теплоти через вентиляцію:

$$Q_{вент} = \rho \cdot C \cdot L_p \cdot (t_в - t_н) \quad (3.16)$$

де  $\rho$  – щільність повітря;  $C$  – теплоємність повітря;  $L_p$  – реальний повітрообмін.

$$Q_{вент} = 1,147 \cdot 1 \cdot 3200 \cdot (17 - (-18)) = 3670,4 \cdot 35 = 128,5 \text{ кВт}$$

Продуктивність електронагрівальної установки

$$Q_{ЕНУ} = 19,705 + 128,5 = 148,21 \text{ кВт}$$

Необхідну потужність електронагрівальної установки обираємо за формулою:

$$P_{ЕНУ} = Q_{ЕНУ} / \eta, \quad (3.17)$$

де  $\eta$  – ККД електрокалорифера.

$$P_{ЕНУ} = 148,21 / 1 = 148,21 \text{ кВт}$$

Приймаємо електрокалорифер ПНЕ 157,5 аналог СФО 160 [1].

### 3.5. Розрахунок і вибір електроустановок систем електричного освітлення цеху

#### 3.5.1. Вибір джерела світла.

При виборі та порівнянні джерел світла користуються наступними параметрами: номінальна напруга живлення  $U$ , В(вольт), електрична потужність лампи  $P$ , Вт (ват), світловий потік  $\Phi$ , лм (люмен); мінімальна сила світла  $I$ , кд (кандела); світлова віддача  $H = \Phi / P$ , лм/Вт (люмен/ват), тобто

					02.02 – КР. 2055 "С" 24.11.18 032 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

відношення світлового потоку лампи до її електричної потужності; термін служби та спектральний склад світла.

Задача при виборі джерела світла - визначити їх потужність для забезпечення нормованої освітленості. У результаті розрахунку знаходять світловий потік джерела світла, встановлюваного у світильнику. По цьому потоку вибирають стандартну лампу. Відхилення світлового потоку обраної лампи від розрахункового значення припускається в межах  $-10 \dots + 20 \%$ . Якщо розбіжність більше, те необхідно змінити число світильників, їхнє розміщення, тип і виконати перерахунок, щоб ця розбіжність вкладалася в зазначені допустимі межі. Так проводять прямий розрахунок освітлювальної установки. При проектуванні роблять перевірочний розрахунок, ціль якого - визначити фактичну освітленість у розрахункових точках робочих поверхонь по світильниках відомих типів і світлових потоків встановлених у них ламп. Розрахунки обох видів виконують на основі тих самих методів.

3.5.2. Вибір виду і системи освітлення. Вибір коефіцієнта запасу. Вибір нормованої освітленості. Вибір типу світильників.

Для освітлення всіх приміщень приймаємо загальне рівномірне освітлення, для всіх приміщень приймаємо робоче освітлення. Значення нормованої освітленості встановлюється в залежності від характеру роботи пов'язаної з напруженням зору, розмірів об'єкта розрізняти, фону і контрасту з ним, виду і системи освітлення, типу джерел світла.

Відповідно до норм освітленості, приведеними в приймаємо освітленість робочих поверхонь приміщень, що зводимо в табл. 3.3.

Коефіцієнт запасу вводиться при розрахунку освітлювальної установки для компенсації зменшення світлового потоку джерел світла в процесі експлуатації. Значення коефіцієнта запасу приймається за галузевими нормами, у залежності від умов середовища в освітлюваному приміщенні і типу застосовуваних джерел світла.

					02.02 – КР. 2055 "С" 24.11.18 032 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

Вибір типу світильників здійснюється виходячи з характеристики навколишнього середовища, вимог до характеру світлорозподілу, висоти підвісу світильників [6].

Таблиця 3.3

**Значення нормованої освітленості в приміщеннях цеху**

№ п/п	Найменування приміщення	Висота робочої поверхні, м	E, лк
1.	Олійниця	0,7	200
2.	Щитова	0,7	150
3.	Душова	0	50
4.	Санвузол	0	30
5.	Склад ел.обладнання	0	100
6.	Кімната персоналу	0,5	150
7.	Коридор	0	100

Для приміщення 1 приймаємо світильники з люмінесцентними лампами типу ЛСП 18 підвішені на висоті 2,5 м. Для інших приміщень приймаємо світильники з лампами розжарення НСП 11. Для освітлення входів приймаємо світильники ППР 100 підвішені на висоті 3 м [6].

**3.5.3. Розрахунок освітлення цеху**

Розрахунок освітлення приміщення виконуємо за допомогою метода використання світлового потоку. Спочатку визначаємо потрібний сумарний потік ламп у світильниках:

$$\Phi_{л} = \frac{E_{н} \cdot K_{з} \cdot S \cdot z}{\eta_{сп}}, \quad (3.18)$$

де  $E_{н}$  – нормована освітленість, лк;  $K_{з}$  – коефіцієнт запасу;  $S$  – площа приміщення,  $m^2$ ;  $z$  – коефіцієнт мінімальної освітленості;  $\eta_{сп}$  – коефіцієнт використання світлового потоку.

Згідно таблиці приймаємо  $z = 1,15$ .

Коефіцієнт використання залежить від типу світильників, коефіцієнтів відбиття світлового потоку, індексу приміщення.

Приймаємо коефіцієнти відбиття стелі – 50 %; стін – 30 %; підлоги – 10 %.

Індекс приміщення:

$$i = \frac{S}{h_p \cdot (A + B)}, \quad (3.19)$$

де  $S$  – площа приміщення,  $m^2$ ;  $h_p$  – висота підвісу світильників, м;  $A$  і  $B$  – геометричні розміри приміщення, м.

$$i = 78,54 / (2,5 \cdot (13,8 + 5,7)) = 1,61$$

Згідно таблиці приймаємо коефіцієнт використання світлового потоку  $\eta = 69 \%$ . Тоді світловий потік всіх ламп становитиме

$$\Phi_l = \frac{100 \cdot 1,5 \cdot 78,54 \cdot 1,15}{0,69} = 1965,00 \text{ лм}$$

Приймаємо 6 світильників ЛСП 18-36 з лампами ЛДЦ36 потужністю 36 Вт зі світловим потоком однієї лампи 3050 лм [6].

#### 3.5.4. Розрахунок освітленості допоміжних приміщень.

Розрахунок освітлення допоміжних приміщень ведеться методом питомої потужності.

Сумарна потужність ламп у приміщенні визначиться за виразом:

$$P = P_{уд} \cdot S, \quad (3.20)$$

де  $P_{уд}$  – питома потужність освітлювальної установки,  $Вт/m^2$ ;  $S$  – площа приміщення,  $m^2$ .

Питома потужність освітлювальної установки залежить від типу КСС світильників, нормованої освітленості, коефіцієнтів запасу і мінімальної освітленості, коефіцієнтів відбиття поверхонь приміщення, розрахункової висоти і площі приміщення. Питому потужність освітлювальної установки визначили по довідкових таблицях .

Виконаємо розрахунок освітлення методом питомої потужності на прикладі приміщення №3 для миючих засобів. Для світильника НСП11, при площі приміщення  $22,02 m^2$ , робочій висоті 2,5 м і освітленості 50 лк питома потужність встановленої лампи складає  $6,15 Вт/m^2$  – табл. 6.8. Визначаємо сумарну потужність ламп у приміщенні.

					02.02 – КР. 2055 "С" 24.11.18 032 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

$$P = 6,15 \cdot 22,02 = 135,42 \text{ Вт}$$

У приміщенні встановлюємо 2 світильники. Потужність ламп у кожному світильнику складе  $P_{\text{л}} = P/n = 135,42/2 = 67,71 \text{ Вт}$ . Приймаємо лампу БК 215-225-75 потужністю 75 Вт зі світловим потоком 1030 лм.

Розрахунок освітлення інших приміщень проводиться аналогічно. Результати розрахунку освітлення зводимо в табл. 3.4.

Таблиця 3.4

### Результати світлотехнічних розрахунків

№ п/п	Найменування приміщення	S, м <sup>2</sup>	E <sub>н</sub> , лк	P <sub>уд</sub> , Вт/м <sup>2</sup>	P <sub>св</sub> , Вт	Тип світильника	Кількість
1	Олійниця	78,54	200	6,15	80	ЛСП 18-2x40	6
2	Щитова	9,45	150	6,15	75	НСП11-100	2
3	Душова	22,02	50	6,15	75	НСП11-100	2
4	Санвузол	7	30	7,5	40	НСП11-100	1
5	Склад ел. обладнання	21	100	6,3	40	НСП11-100	2
6	Кімната персоналу	11,2	150	6,09	40	НСП11-100	2
7	Коридор	12,3	100	7,29	60	НСП11-100	1

### 3.6. Розрахунок і вибір електропроводок, внутрішніх силових і освітлювальних мереж

Після розміщення освітлювальних щитків необхідно всі світильники поділити на групи. При цьому все навантаження спочатку ділять рівномірно на три частини (по числу фаз живлячої мережі), а потім навантаження кожної фази ділять на групи з врахуванням рекомендацій ПУЕ:2007.

Марку проводу освітлювальної мережі і спосіб прокладки визначають у відповідності з умовами навколишнього середовища, призначенням приміщення і розміщенням обладнання.

					02.02 – КР. 2055 "С" 24.11.18 032 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

Для освітлювальних мереж сільськогосподарських об'єктів рекомендується вибирати алюмінієві ізольовані проводи та кабелі. Проводи та кабелі з мідними жилами прокладають лише у випадках, які оговорені у ПУЕ:2007 та (ДНАОП 0.00-1.32-01). Спосіб прокладки може бути: на роликах та кліцях, ізоляторах, скобах, в тру-бах, з несучим сталевим тросом, в трубах, під штукатуркою, у лотках та коробах, по поверхні стін, стель, перекриття, у траншеях. По виду електропроводки розділяються на: відкриті по негорючій та важко горючій основі; відкрито по горючим поверхням та конструкціям; приховані по негорючій та важко горючій основі; приховані по горючим поверхням та конструкціям. Спосіб прокладки проводок позначається буквами: Т – у сталевих трубах; П – у пластмасових трубах; І – на ізоляторах; Р – на роликах; Тс – тросова проводка; Мр – у металорукаві; Л – у лотках; Кр – у коробах; Ск – на скобах.

У виробничих приміщеннях широко застосовують відкриті проводки, які виконані у трубах, на тросах, у лотках та коробах, на базі шинопроводів. У жилих та адміністративних приміщеннях застосовують переважно скриту проводку.

При визначенні способу та виду проводки слід користуватися наступними рекомендаціями:

- відкриті електропроводки, як правило, прокладаються по стінам, по стелі або фермам;

- відкриту прокладку незахищених ізольованих проводів безпосередньо по будівельним основам, на роликах і ізоляторах виконують на висоті не менш 2,5 м від рівня підлоги або площадки обслуговування. Зменшення цієї висоти до 2,0 м дозволяється у приміщеннях без підвищеної безпеки, а при напрузі 42 В - у всіх приміщеннях;

- у виробничих приміщеннях спуск до вимикачів, розеток, пускових апаратів захищають від механічних пошкоджень до висоти не менш 1,5 м від рівня підлоги;

					02.02 – КР. 2055 "С" 24.11.18 032 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

- висота розміщення інших видів проводок (захищеними проводами, проводами у трубах, коробах, кабелями) не нормується;

- відкрито проводи прокладають таким чином, щоб вони не виділялися дуже різко на фоні стін і стель. З цією метою їх розміщують паралельно карнизам, укосам двірних та віконних прорізів;

- при прокладці у приміщеннях незахищених проводів на роликах та ізоляторах останні встановлюють від стелі або стіни на відстані, яка дорівнює полуторній – подвійній висоті ролика або ізолятора;

- проводи АППВ, ППВ, АППР, АПРН, ПРН прокладають паралельно лініям перетинання стін із стелею на відстані 100 – 200 мм від стелі або на відстані 50 – 100 мм від карнизу або балки;

- перетинання відкрито прокладених незахищених та захищених проводів з трубопроводами опалення, водопроводу та ін.) виконують на відстані від них не менш 50 мм, а трубопроводів з горючими або легкозаймистими рідинами та газами – не менш 100 мм;

- паралельно трубопроводам проводи і кабелі прокладають на відстані не менш 100 мм, а від трубопроводів з горючими і легкозаймистими рідинами та газами – не менш 400 мм;

- при прихованій прокладці проводів під шаром штукатурки або у тонкостінних (до 80 мм) перегородках проводи повинні бути прокладені паралельно архітектурно-будівельним лініям;

- відстань горизонтально прокладених проводів від плит перекриття не повинно перевищувати 150 мм; - на лотках, опорних поверхнях, тросах, струнах, смугах та інших несучих конструкціях дозволяється прокладати проводи і кабелі впритул один до одного пучками (групами) різної форми;

- використання лотків рекомендується при багатошаровій прокладці кабелів або прокладці їх пучками; при прокладці силових кабелів перерізом до 16 мм<sup>2</sup>, проводів перерізом менш 120 мм<sup>2</sup> та контрольних кабелів;

- висота розташування лотків і коробів не нормується, але у виробничих приміщеннях їх зазвичай розміщують на висоті не менш 2,0 м для забезпечення

					02.02 – КР. 2055 "С" 24.11.18 032 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

проходів, а в необхідних місцях – проїзд транспорту; - сталеві труби дозволяється застосовувати тільки у спеціально обгрунтованих у проекті випадках у відповідності до вимог нормативних документів;

- для виконання провідок у трубах рекомендується застосовувати полімерні труби.

### 3.6.1. Визначення розрахункових максимальних струмів електроприймачів.

Номінальний струм електроприймача:

$$I_n = \frac{P_n}{\sqrt{3} \cdot U_n \cdot \cos \varphi \cdot \eta} \quad (3.21)$$

де  $P_n$  – номінальна потужність електроприймача, кВт;  $U_n$  - номінальна напруга мережі, В.

Розрахунковий струм для одного електроприймача:

$$I_{розр} = K_3 \cdot I_n, \quad (3.22)$$

де  $K_3$  - коефіцієнт завантаження електроприймача;  $I_n$  - номінальний струм електроприймача, А.

Максимальний струм для групи електроприймачів:

$$I_{макс.гр} = I_{пуск.найб} + K_0 \cdot \sum K_3 \cdot I_n \quad (3.23)$$

Визначимо струми для групи 1 ЩС 1 – вентилятор Ц 4-70 приводний двигун 4А71В4УЗ потужністю 0,75 кВт, КПД 72%,  $\cos \varphi = 0,73$ ,  $i_n = 4,5$ .

$$I_n = \frac{750}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,73 \cdot 0,72} = \frac{750}{339,5} = 2,21 \text{ А}$$

Приймаємо коефіцієнт завантаження 0,7.

$$I_p = 2,21 \cdot 0,7 = 1,55 \text{ А}$$

$$I_{макс} = 2,21 \cdot 4,5 = 9,95 \text{ А}$$

Розрахунок струмів інших груп розраховуються аналогічно. Результати розрахунку характерних струмів зводимо в табл. 3.7.

					02.02 – КР. 2055 "С" 24.11.18 032 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

## Електротехнічні характеристики електроприймачів

№ групи	Електроприймач	Р, кВт	Ін, А	К <sub>з</sub>	І <sub>р</sub> , А		
	ЩС-1						
1	ЩРН-9	4	2,21	0,7	1,55	4,5	9,95
2	ЩРН-9	15	102,88	1,0	102,88	1,0	102,88
3	ЩРН-9	3					
4	ЩРН-9	4	17,87	0,7	12,51	7,0*	84,97
5	ЩРН-9	3	17,87	0,7	12,51	7,0*	84,97
6	ЩРН-9	ІД					
7	ЩРН-9	4	6,68	0,7	4,68	6,5	43,41
8	ЩРН-9	3					
9	ЩРН-9	3	6,68	0,7	4,68	6,5	43,41
10	ЩРН-9	1,1	6,68	0,7	4,68	6,5	43,41
11	ЩРН-9	3					
Ввід		90,31			140,64		170,01

Розрахунок пускового струму цих електроприймачів вибирається по формулі (3.21) [5].

## 3.6.2. Розрахунок і вибір проводів силової мережі.

Вибір поперечного перерізу проводів силової мережі вибирається за умовою нагрівання:

$$I_{\text{доп}} \geq I_p \quad (3.24)$$

Виконаємо вибір проводу для гр. 1 ЩС 1.

Проводка буде виконана проводом АПВ у металевих трубах прокладених у підлозі.  $I_p = 1,52$  А. Приймаємо провід АПВ 4 х 2,5  $I_{\text{д доп}} = 19$  А,  $I_{\text{д доп}} = 19$  А  $\geq 1,52$  А – умова виконується.

Для інших груп вибір перетину проводів вибирається аналогічно. Результати розрахунку зводимо в табл 3.8 [5].

							Арк.
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата	02.02 – КР. 2055 "С" 24.11.18 032 ПЗ		

## Вибір проводів силової мережі

№ групи	Електроприймач	Марка і переріз проводу, мм <sup>2</sup>	Спосіб прокладки
ІІС1			
1	ШРН-9	ПВС(4X2.5)	В гофрі
2	ШРН-9	ПВС(4x4)	В гофрі
3	ШРН-9	ПВС(4X2.5)	В гофрі
4	ШРН-9	ПВС(4X2.5)	В гофрі
5	ШРН-9	ПВС(4X2.5)	В гофрі
6	ШРН-9	ПВС(4X2.5)	В гофрі
7	ШРН-9	ПВС(4X2.5)	В гофрі
8	ШРН-9	ПВС(4X2.5)	В гофрі
9	ШРН-9	ПВС(4X2.5)	В гофрі
10	ШРН-9	ПВС(4X2.5)	В гофрі
11	ШРН-9	ПВС(4X2.5)	В гофрі
6	ШОІ	ПВС(3x2.5)	ск
Ввод		АВВГ 1(3x50+1x35)	ск

## 3.6.3. Вибір проводів освітлювальної мережі.

Вибір проводів освітлювальної мережі вибирається по довготривалому допустимому струму і по допустимій втраті напруги.

Розподілимо освітлювальне навантаження молочного цеху на 2 групи, кожна група підключається до окремої фази живильної мережі.

Групу 1: складають світильники і штепсельні розетки приміщень: 1

Сумарна потужність складе 0,64 кВт.

Розрахунковий струм  $I_p = 5,41$  А.

Групу 2: складають світильники і штепсельні розетки приміщень: 2,3,4,5,6,7.

Сумарна потужність складе 0,52кВт.

Розрахунковий струм  $I_p = 4,86$  А.

Для всіх груп попередньо приймаємо провід ПВС(3x2,5) прокладений приховано під штукатуркою. Довготривалий допустимий струм  $I_{доп} = 20$  А.

					02.02 – КР. 2055 "С" 24.11.18 032 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

### 3.6.4. Розрахунок і вибір ПЗА.

Для захисту електричних мереж від струмів короткого замикання і перевантажень використовують автоматичні вимикачі. Для захисту електроприймачів у даному проекті використовуються автоматичні вимикачі серії ВА.

Вибір автоматичних вимикачів виконується з наступних умов.

$$I_{на} \geq I_p \quad (3.25)$$

де  $I_{на}$  ,  $I_p$  – відповідно номінальний струм автомата і розрахунковий струм електроприймача, А.

$$I_{тр} > k_{тр} I_p \quad (3.26)$$

де  $I_{тр}$  - струм уставки теплового розчіплювача, А;  $k_{тр}$  - коефіцієнт надійності.

$$I_{емр} > k_{емр} I_{макс} \quad (3.27)$$

де  $I_{емр}$  – струм спрацьовування електромагнітного розчіплювача, А;  $k_{емр}$  – коефіцієнт надійності;  $I_{макс}$  – максимальний струм електроприймача, А.

Розглянемо вибір ПЗА на прикладі гр. 1 ЩС 1 - вентилятор Ц 4-70

$$I_p = 1,52 \text{ А}; I_{макс} = 9,77 \text{ А}; I_{макс} > 1,52 \text{ А.}$$

$$I_{на} \geq 1,52$$

$$I_{тр} > 1,25 \cdot 1,52 = 1,90 \text{ А}$$

$$I_{емр} > 1,5 \cdot 9,77 = 14,66 \text{ А}$$

Приймаємо автомат ВА 51Г-25  $I_n = 25 \text{ А}$ ;  $I_{тр} = 2,0 \text{ А}$ ;  $K_i = 10$ ;  $I_{емр} = 20 \text{ А}$ .

Розрахунок і вибір ПЗА інших груп робимо аналогічно. Результати розрахунку зводимо в табл. 3.9 [6].

					02.02 – КР. 2055 "С" 24.11.18 032 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

## Розрахунок і вибір ПЗА

№ гр-пи	$I_p, A$	$I_{\max}$	Тип апарата	$I_n, A$	$I_{тр}, A$	$k_i$	$I_{емр}, A$	Пусковий апарат	$I_m, A$	$I_{н тр}, A$
1	1,52	9,77	ВА51Г-25	25	2,0	10	20	ПМЛ121002	10	2,0
2	102,88	102,88	ВА51-33	160	-	3	240	ПМЛ121002	10	5,0
3	12,51	84,97	ВА51Г-31	100	16	10	160	ПМЛ121002	10	5,0
4	12,51	84,97	ВА51Г-31	100	16	10	160	ПМЛ121002	10	7,0
5	4,68	43,41	ВА51-25	25	6,3	10	63	ПМЛ121002	10	5,0
6	4,68	43,41	ВА51-25	25	-	10	80	ПМЛ121002	10	2,0
7	4,68	43,41	ВА51-25	25	-	10	80	ПМЛ121002	10	2,0
8	15,91	15,91	ВА51Г-31	100	-	3	30	ПМЛ121002	10	2,0
9	1,56	9,77	ВА51Г-25	25	2,0	10	20	ПМЛ121002	10	2,0
10	1,56	9,77	ВА51-25	25	2,0	10	20	ПМЛ121002	10	2,0
11	1,56	9,77	ВА51Г-25	25	2,0	10	20	ПМЛ121002	10	2,0
Ввід	140,64	170,01	ВА51-39	630	-	3	1200	ПМЛ121002		

					02.02 – КР. 2055 "С" 24.11.18 032 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

## РОЗДІЛ 4

# РОЗРОБКА СИСТЕМИ АВТОМАТИЗОВАНОГО КЕРУВАННЯ РАФІНАЦІЇ У ЦЕХУ З ВИРОБНИЦТВА РОСЛИННОЇ ОЛІЇ

### 4.1. Автоматизація процесу рафінації рослинної олії

Автоматизовані системи керування технологічними процесами є невід'ємною частиною більшості сучасних підприємств з виробництва олії. Такі системи дозволяють реалізувати різноманітні задачі, що виникають у результаті виконання технологічного процесу.

До системи автоматизації входить:

- Шафа управління на базі програмованого логічного контролера (PLC). Вона збирає та обробляє дані від датчиків, клапанів, двигунів і відповідно керує роботою двигунів, регуляторів.

- Шафа управління електрообладнанням для управління та захисту двигунів, змішувачів.

- SCADA система для контролю та запису всіх необхідних параметрів та процесів.

Запропоновану технологічну схему роботи лінії рафінації-дезодорації олії із наведеним основним обладнанням процесу наведено на рисунку В1 додатку В.

4.1.1. Стан системи керування процесом рафінації рослинної олії до модернізації.

Виробництво розділене на такі етапи див рис. А.1. додатку А:

1. Етап гідратації. Включає в себе наступне обладнання: баки сирої води, гідрататор та центрифугу, запорну арматуру, перетворювачі температури, тиску, датчики, рівня, насосне обладнання, трубопроводи. Керування обладнанням ділянки виконується з місцевого пункту керування за допомогою приладів керування, таких як кнопки та перемикачі. Відображення параметрів технологічного процесу на ділянці виконується за допомогою приладів індикації

					02.02 – КР. 2055 "С" 24.11.18 032 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

на пульті місцевого керування. Оператор, керуючись даними приладів індикації, здійснює керування технологічним процесом за допомогою приладів керування.

2. Етап дистиляції. Включає в себе власне дистиляційну колону, промивну станцію, запорну арматуру, перетворювачі температури та тиску, насосне обладнання, трубопроводи. Керування обладнанням ділянки виконується з окремого пункту керування ділянки. Керування обладнанням ділянки виконується з місцевого пункту керування за допомогою приладів керування, таких як кнопки та перемикачі. Відображення параметрів технологічного процесу на ділянці виконується за допомогою приладів індикації на пульті місцевого керування. Оператор, керуючись даними приладів індикації, здійснює керування технологічним процесом за допомогою приладів керування.

3. Етап відбілювання. Складається з відбілювального реактору, вакуум-фільтру, запорної арматури, перетворювачів температури, тиску, насосного обладнання, трубопроводів. Керування обладнанням ділянки виконується з місцевого пункту керування за допомогою приладів керування, таких як кнопки та перемикачі. Відображення параметрів технологічного процесу на ділянці виконується за допомогою приладів індикації на пульті місцевого керування. Оператор, керуючись даними приладів індикації, здійснює керування технологічним процесом за допомогою приладів керування.

4. Етап охолодження, зберігання та видачі готового продукту. Складається з Підсистеми охолодження продукту (теплообмінникві та обладнання відводу тепла), резервуарів зберігання готової продукції, запорної арматури, перетворювачів температури, перетворювача витрати, насосного обладнання, трубопроводів. Керування обладнанням ділянки виконується з окремого місцевого пункту керування за допомогою приладів керування, таких як кнопки та перемикачі. Відображення параметрів технологічного процесу на ділянці виконується за допомогою приладів індикації на пульті місцевого керування. Оператор, керуючись даними приладів індикації, здійснює керування технологічним процесом а також відгрузку готової продукції за допомогою приладів керування.

						Арк.
					02.02 – КР. 2055 "С" 24.11.18 032 ПЗ	
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

4.1.2. Стан системи керування процесом рафінації олії після завершення модернізації.

В ході реконструкції була розроблена єдина автоматизованого апаратно-програмна система керування технологічним процесом виробництва, а саме, спроектовано, встановлено та налагоджено обладнання керування системи керування, що включає програмований логічний контролер з необхідними модулями розширення до нього, робочі місця операторів технологічного процесу, релейне, захисне та комутаційне обладнання, джерела живлення, пристрої комутації тощо. Вищезазначене обладнання було встановлено в шафах керування. Існуючі та встановлені в процесі реконструкції контрольно-вимірювальні прилади та обладнання керування були підключені до клем шаф керування.

Було розроблене, встановлене та налагоджене програмне забезпечення програмованого логічного контролера та операторських робочих місць.

Шафи керування були підключені до джерел живлення. Всі роботи проводились у відповідності до вимог ПУЕ та інших нормативних актів України та з дотримання вимог ліцензій та дозволів на виконання відповідних робіт.

В ході модернізації технологічний процес доповнено ділянкою дезодорації. Ділянка дезодорації призначена для виділення та відводу легких компонентів, що мають запах. Завдяки впровадженню цієї ділянки кінцева продукція матиме покращені споживацькі якості. До складу ділянки входить власне колонна дезодорації, запорна арматура, перетворювачі температури, тиску, насосне обладнання, трубопроводи.

Основне обладнання щита автоматики після модернізації системи керування процесом рафінації-дезодорації олії наведено у табл. 4.1.

					02.02 – КР. 2055 "С" 24.11.18 032 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

**Специфікація щита автоматики після модернізації системи керування  
процесом рафінації-дезодорації**

Позиційне познач.	Кількість	№ по каталогу	Виробник	Опис
A1	1	6ES7 214-1AG40-0XB0	Siemens	Програмований логічний контролер Siemens S7 1200 (1214C AC/DC/Relay)
A2	1	6ES7221-1BH32-0XB0	Siemens	Модуль дискретних входів (SM 1221, 16DI, 24V DC)
A3	1	6ES7222-1BH32-0XB0	Siemens	Модуль дискретних виходів (SM 1222, 16DO, relay)
A4	1	6ES7222-1BH32-0XB0	Siemens	Модуль дискретних виходів (SM 1222, 16DO, relay)
A5	1	6ES7231-5QF32-0XB0	Siemens	Модуль вимірювання температури (SM 1231, 8AI Thermocouples)
A6	1	6ES7231-4HF32-0XB0	Siemens	Модуль аналогових входів (SM 1231, 8AI)
PSU1	1	6EP1336-2BA10	Siemens	Блок живлення Sitop PSU 1000L 20A
K(1..54)	54	40.52.9.024.0000	Finder	Реле проміжне
FU(1..20)	21	1011000000	Weidmuller	FUSE TERMINAL - WSI 6 FUSE BLOCK 10A Un=230/400VAC Id=6kA
QF1	1	ETIMAT6 3p C32	ETI	Вимиуач автоматичний 3-полюсний ETIMAT6 32A Un=230/400VAC Id=6kA
KM(1..15)	8			Контактор 3-фазний з керуванням 24VDC
MV-x	21	Тип EA15	+GF+	Привод гідравлічної/пневматичної заслонки Un=230VAC
T-(1..6)	6	Pt500		Датчик температури платиновий
PT-(1..7)	7	4-20mA	Siemens	Перетворювач тиску
LS-RO	1			Датчик рівня в баці сирої олії

					Арк.
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата	02.02 – КР. 2055 "С" 24.11.18 032 ПЗ

LT-RO	1			Перетворювач рівня в баці сирової олії
P-(1..6)	6			Насос перекачуючий

Основні контури керування процесом рафінації-дезодорації рослинної олії див. рисунок В1 додатку В.

Цикл гідратації.

1. Подача сирової підігрітої олії в гідратаційну колону шляхом відкриття MX-GI1 ат увімкнення насосу P-1;
2. Закриття MX-GI1 після наповнення гідратаційної колони
3. Увімкнення міксеру MX-GI, та дозування води та кислоти за допомогою заслонки MV-GI2. Контроль температури T-2 та тиску PT-2;
4. Після завершення гідратації, відкриття MV-CN1, та увімкнення насосу P-2 для перекачки розчину в центрифугу;
5. закриття MV-CN1, та увімкнення центрифуги MX-CN;
6. Вимкнення центрифуги MX-CN1, відкриття MV-CN2, та відвід фосфоліпідів
7. Підтримання заданої температури в баці сирової олії. Оператор задає бажану температуру в баку сирової олії. PID-регулятор автоматично регулює температуру T-1 в баку сирової олії за допомогою увімкнення/вимкнення насосу P-MX-H та міксеру MX-RO.

Цикл дистиляції:

1. В бак дистиляції подається вакуум;
2. За допомогою P-3 при відкритті MV-MC1 відбувається наповнення баку дистиляції через форсунки. Контролюється температура T-3 та тиск PT-3;
3. Відкривається MV-MC2, та відбувається відвод FFA;
4. По завершенні процесу, відкривається MV-MC3, та розчин подається в промивну станцію, а далі, за допомогою насоса P-4, на промивні фільтри, де відбувається відвод домішок;

									Арк.
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата	02.02 – КР. 2055 "С" 24.11.18 032 ПЗ				

5. Підтримання заданої температури в баку дистиляції. Оператор задає бажану температуру в баку дистиляції. PID-регулятор автоматично регулює температуру Т-3 в бакудистиляції за допомогою увімкнення/вимкнення насосу Р-МС-Н.

Цикл відбілювання.

1. Відкриття MV-WT1, та за допомогою Р-5, подача розчину в відбілювальний реактор;

2. Контроль наповнення реактора по сигналу датчику LS-WT;

3. Після наповнення закриття MV-WT1 і продувка азотом у вакуумі (MV-WT2) при роботі міксера МХ-WT.

4. Після завершення процесу, відвод пігментів та домішок відкриттям MV-WT3, а через MV-WT4 подача розчину в вакуум-фільтр, де при контролі тиску РТ-6, обробка азотом чи повітрям через MV-WT6;

5. Підтримання заданої температури в відбілювальному реакторі відбувається окремим контуром керування за допомогою Р-WT-Н.

Цикл дезодорації.

1. Подача продукту через MV-DA1 в дезодоратор;

2. Закриття MV-DA1, подача вакууму через MV-DA2, та перегрітої пари через MV-DA3. Контроль температури Т-5 та тиску РТ-7;

3. По завершенні обробки, відвод легких компонентів, що мають запах за допомогою MV-DA4;

Охолодження та складування готової продукції.

1. Подача готового продукту на систему охолодження за допомогою MV-DA5 та насосу Р-6;

2. Охолодження готового продукту в системі охолодження з керуванням через Р-CL;

3. Подача готового охолодженого продукту в баки зберігання з контролем температури Т-6.

Відгрузка.

1. Відгрузка готової продукції з баків зберігання за допомогою MV-ST-1;

2. Підрахунок та облік відпущеної продукції за допомогою витратоміра S-1.

					02.02 – КР. 2055 "С" 24.11.18 032 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

Перелік основних вхідних та вихідних сигналів системи керування процесом рафінації –дезодорації рослинної олії наведено у табл.4.2.

Таблиця 4.2

**Основні вхідні та вихідні сигнали системи керування процесом рафінації – дезодорації рослинної олії**

№ поз.	Позначення датчика	Опис	Тип сигналу	Канал
1	FAULT	Fault signal (Forces stop of all operations and return to safe state)	DI	A1.DI0
2	MV-GI1.Opened/Closed	Досягнуто кінцеве положення MV-GI1 (через K3)	DI	A1.DI1
3	MV-GI2.1.Opened/Closed	Досягнуто кінцеве положення MV-GI2 (через K5)	DI	A1.DI2
4	MV-CN1.Opened/Closed	Досягнуто кінцеве положення MV-CN1 (через K7)	DI	A1.DI3
5	MV-CN2.Opened/Closed	Досягнуто кінцеве положення MV-CN2 (через K9)	DI	A1.DI4
6	MV-MC1.Opened/Closed	Досягнуто кінцеве положення MV-MC1 (через K11)	DI	A1.DI5
7	MV-MC2.Opened/Closed	Досягнуто кінцеве положення MV-MC2 (через K13)	DI	A1.DI6
8	MV-MC3.Opened/Closed	Досягнуто кінцеве положення MV-MC3 (через K15)	DI	A1.DI7
9	MV-CS1.Opened/Closed	Досягнуто кінцеве положення MV-CS1 (через K17)	DI	A1.DI8
10	MV-CS2.Opened/Closed	Досягнуто кінцеве положення MV-CS2 (через K19)	DI	A1.DI8
11	MV-WT1.Opened/Closed	Досягнуто кінцеве положення MV-WT1 (через K19)	DI	A1.DI8
12	MV-WT2.Opened/Closed	Досягнуто кінцеве положення MV-WT2 (через K21)	DI	A1.DI9
13	MV-WT3.Opened/Closed	Досягнуто кінцеве положення MV-WT3 (через K23)	DI	A1.DI10
14	MV-WT4.Opened/Closed	Досягнуто кінцеве положення MV-WT4 (через K25)	DI	A1.DI11
15	MV-WT5.Opened/Closed	Досягнуто кінцеве положення MV-WT5 (через K27)	DI	A1.DI12

					Арк.		
					02.02 – КР. 2055 "С" 24.11.18 032 ПЗ		
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата			

## Продовження табл. 4.2

16	MV-WT6	Досягнуто кінцеве положення MV-WT6 (через K29)	DI	A1.DI13
17	MV-DA1.Opened/Closed	Досягнуто кінцеве положення MV-DA1 (через K31)	DI	A1.DI14
18	MV-DA2.Opened/Closed	Досягнуто кінцеве положення MV-DA2 (через K33)	DI	A2.0
19	MV-DA3.Opened/Closed	Досягнуто кінцеве положення MV-DA3 (через K35)	DI	A2.1
20	MV-DA4.Opened/Closed	Досягнуто кінцеве положення MV-DA4 (через K37)	DI	A2.2
21	MV-DA5.Opened/Closed	Досягнуто кінцеве положення MV-DA4 (через K39)	DI	A2.3
22	MV-ST1.Opened/Closed	Досягнуто кінцеве положення MV-ST1 (через K39)	DI	A2.4
23	S-1	Імпульсний вхід перетворювача витрати Q-1	DI	A1.DI15
24	LS-RO	Досягнуто макс.рівень в баці сирової олії (через K1)	DI	A2.5
25		Not used	DO	A1.DO0
26	MV-GI1.Open	Сигнал на відкриття MV-GI1 (через K2, FU1)	DO	A1.DO1
27	MV-GI2.Open	Сигнал на відкриття MV-GI2 (через K4, FU2)	DO	A1.DO2
28	MV-CN1.Open	Сигнал на відкриття MV-CN1 (через K6, FU3)	DO	A1.DO3
29	MV-CN2.Open	Сигнал на відкриття MV-CN2 (через K8, FU4)	DO	A1.DO4
30	MV-MC1.Open	Сигнал на відкриття MV-MC1 (через K10, FU5)	DO	A1.DO5
31	MV-MC2.Open	Сигнал на відкриття MV-MC2 (через K12, FU6)	DO	A1.DO6
32	MV-MC3.Open	Сигнал на відкриття MV-MC3 (через K14, FU7)	DO	A1.DO7
33	MV-CS1.Open	Сигнал на відкриття MV-CS1 (через K16, FU8)	DO	A1.DO8

									Арк.
					02.02 – КР. 2055 "С" 24.11.18 032 ПЗ				
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата					

## Продовження табл. 4.2

34	MV-CS2.Open	Сигнал на відкриття MV-CS1 (через K18, FU9)	DO	A1.DO9
35	MV-WT1.Open	Сигнал на відкриття MV-WT1 (через K20, FU10)	DO	A3.0
36	MV-WT2.Open	Сигнал на відкриття MV-WT2 (через K22, FU11)	DO	A3.1
37	MV-WT3.Open	Сигнал на відкриття MV-WT3 (через K24, FU12)	DO	A3.2
38	MV-WT4.Open	Сигнал на відкриття MV-WT4 (через K26, FU13)	DO	A3.3
39	MV-WT5.Open	Сигнал на відкриття MV-WT5 (через K28, FU14)	DO	A3.4
40	MV-WT6.Open	Сигнал на відкриття MV-WT6 (через K30, FU15)	DO	A3.5
41	MV-DA1.Open	Сигнал на відкриття MV-DA1 (через K32, FU16)	DO	A3.6
42	MV-DA2.Open	Сигнал на відкриття MV-DA2 (через K34, FU17)	DO	A3.7
43	MV-DA3.Open	Сигнал на відкриття MV-DA3 (через K36, FU18)	DO	A3.8
44	MV-DA4.Open	Сигнал на відкриття MV-DA4 (через K38, FU19)	DO	A3.9
44	MV-DA5.Open	Сигнал на відкриття MV-DA5 (через K40, FU20)	DO	A3.10
45	MV-ST1.Open	Сигнал на відкриття MV-ST1 (через K42, FU21)	DO	A3.11
46	MX-RO.On	Увімкнення міксера MX-RO (через KM1)	DO	A3.12
47	P-1.On	Увімкнення насосу P-1 (через KM2)	DO	A3.13
48	MX-GI.On	Увімкнення міксера MX-GI (через KM3)	DO	A3.14
49	P-2.On	Увімкнення насосу P-2 (через KM4)	DO	A3.15
50	MX-CN.On	Увімкнення міксера MX-CN (через KM5)	DO	A4.0
51	P-3.On	Увімкнення насосу P-3 (через KM6)	DO	A4.1

									Арк.
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата	02.02 – КР. 2055 "С" 24.11.18 032 ПЗ				

## Продовження табл. 4.2

52	MX-CS.On	Увімкнення центрифуги MX-CS (через КМ7)	DO	A4.2
53	P-4.On	Увімкнення насосу P-4 (через КМ8)	DO	A4.3
54	P-5.On	Увімкнення насосу P-5 (через КМ9)	DO	A4.4
55	MX-WT.On	Увімкнення міксеру MX-WT (через КМ10)	DO	A4.5
56	P-6.On	Увімкнення насосу P-6 (через КМ11)	DO	A4.6
57	P-MX-H	Увімкнення насосу підігріву в баку сирової олії (через КМ12)	DO	A4.7
58	P-MC-H	Увімкнення насосу підігріву в дистиляційній колонні (через КМ13)	DO	A4.8
59	P-WT-H	Увімкнення насосу підігріву відбілювального реактора (через КМ14)	DO	A4.9
60	P-CL	Увімкнення кулера готової продукції (через КМ15)	DO	A4.10
61	T-1	Температура в баку сирової олії	AI(TC)	A5.0
62	T-2	Температура в баку гідрататора	AI(TC)	A5.1
63	T-3	Температура в дистиляційній колонні	AI(TC)	A5.2
64	T-4	Температура у відбілювальному реакторі	AI(TC)	A5.3
65	T-5	Температура в дезодораторі	AI(TC)	A5.4
66	T-6	Температура в баках готової продукції	AI(TC)	A5.5
67	PT-1	Тиск в трубопроводі з баку сирової олії	AI	A6.0
68	PT-2	Тиск в гідрататорі	AI	A6.1
69	PT-3	Тиск в дистиляційній колонні	AI	A6.2
70	PT-4	Тиск після промивної станції після дистилятора	AI	A6.3
71	PT-5	Тиск в відбілювальному реакторі	AI	A6.4
72	PT-6	Тиск в вакуум-фільтрі після відбілювального реактора	AI	A6.5
73	PT-7	Тиск в дезодораторі	AI	A6.6

					02.02 – КР. 2055 "С" 24.11.18 032 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

Автоматизація технологічних ліній та окремого обладнання надасть такі переваги:

- значне зниження ризиків виникнення аварійних ситуацій за рахунок виключення людського фактора;
- можливість відстежувати всі технологічні параметри процесу та стан обладнання у режимі реального часу з будь-якої точки світу;
- поліпшення надійності роботи апаратів;
- зручність та простота в експлуатації обладнання та комплексних ліній за рахунок візуалізації процесів.

Шляхом контролю над усіма процесами автоматизація значно підвищить безпеку виробничого цеху та забезпечить поліпшення умов праці персоналу.

					02.02 – КР. 2055 "С" 24.11.18 032 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 5  
ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ У ЦЕХУ З РАФІНАЦІЇ  
РОСЛИННОЇ ОЛІЇ

Цехи з рафінації рослинної олії є виробництвом підвищеної небезпеки, оскільки їхній технологічний процес передбачає використання високих температур, лугів, кислот, адсорбентів, складного механічного обладнання та систем з високим тиском. Гарантування безпеки праці та дотримання норм охорони праці є необхідною умовою для збереження життя та здоров'я працівників, забезпечення стабільного функціонування виробництва та попередження аварійних ситуацій.

Нормативна база:

- Закон України «Про охорону праці» № 2694-ХІІ від 14.10.1992 р.
- Кодекс законів про працю України (КЗпП).
- ДНАОП 0.00-1.28-97 – Типове положення про навчання з питань охорони праці.
- ДСТУ EN ISO 12100:2014 – Безпечність машин. Загальні принципи конструювання.
- Правила пожежної безпеки в Україні (НАПБ А.01.001-2014).
- Правила улаштування електроустановок.

### 5.1. Загальні положення

Усі працівники, що працюють у цехах з переробки олії, повинні бути ознайомлені з вимогами чинного законодавства у сфері охорони праці, а також пройти обов'язкові інструктажі: вступний, первинний, періодичний і цільовий.

На підприємстві має бути розроблена Система управління охороною праці (СУОП) відповідно до законодавчих норм згідно якої:

- Допуск до роботи мають лише працівники, які пройшли медичний огляд, інструктаж з охорони праці та навчання на робочому місці.

					02.03 – КР. 2055 "С" 24.11.18 020 ПЗ	Арк
<b>Зм</b>	Арк	№ документа	Підпис	Дата		

- Працівники повинні користуватися засобами індивідуального захисту (ЗІЗ): спецодягом, рукавицями, захисними окулярами, респіраторами.

- Забороняється перебування сторонніх осіб у виробничих зонах.

Усі працівники повинні бути забезпечені:

- захисним одягом із вогнетривкої тканини;
- рукавицями;
- захисними окулярами;
- респіраторами (при роботі з хімікатами);
- касками (в зонах механічної обробки).

Нормативний документ: Постанова Кабінету Міністрів України № 761 від 27.08.2008 р. «Порядок забезпечення працівників засобами індивідуального захисту».

## **5.2. Безпека при роботі з обладнанням**

В цехах використовують такі одиниці обладнання, як гідрататори, нейтралізатори, центрифуги, фільтри, дезодоратори, теплообмінники тощо. Усі машини й апарати повинні мати справні захисні кожухи та аварійні вимикачі.

Перед початком роботи слід перевірити технічний стан обладнання.

Забороняється проводити технічне обслуговування або ремонт механізмів під час їх роботи.

Особливу обережність слід дотримуватись при роботі з центрифугами, дезодораторами та установками з високою температурою та тиском.

Кожне з них повинно:

- мати справні блокування та захисні кожухи;
- бути обладнане аварійними кнопками;
- проходити регулярну технічну перевірку.

Нормативний документ: ДСТУ EN 60204-1:2015 «Безпека машин. Електрообладнання машин».

					02.02 – КР. 2055 "С" 24.11.18 032 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

### 5.3. Хімічна безпека

У процесі рафінації використовуються луги, кислоти та адсорбенти, які потребують обережного поводження.

Безпечне поводження з хімічними речовинами:

- Зберігання лугів, кислот та адсорбентів повинно здійснюватися у відповідних герметичних ємностях з чітким маркуванням.
- транспортуються з використанням ЗІЗ;
- При розливі або потраплянні хімікатів на шкіру чи в очі необхідно негайно промити уражене місце водою та звернутись до медпункту.
- Заборонено змішування речовин без дотримання інструкцій, оскільки це може спричинити хімічну реакцію або вибух.

Нормативний документ: Наказ МОЗ № 246 від 21.05.2007 «Про затвердження Гігієнічної класифікації хімічних речовин».

### 5.4. Пожежна безпека

Через наявність легкозаймистих матеріалів існує високий ризик загорянь, тому:

Усі приміщення повинні бути обладнані вогнегасниками, системами пожежогасіння та вентиляцією.

Зберігання легкозаймистих матеріалів має бути організоване у спеціальних ізольованих зонах.

Куріння в технологічних приміщеннях категорично заборонено.

Персонал повинен бути ознайомлений із планом евакуації та вміти користуватися первинними засобами пожежогасіння.

Повинні бути встановлені автоматичні системи пожежогасіння;

Доступ до вогнегасників має бути вільним;

Персонал повинен пройти протипожежний інструктаж.

					02.02 – КР. 2055 "С" 24.11.18 032 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

Нормативний документ: НАПБ А.01.001-2014 «Правила пожежної безпеки в Україні»

### 5.5. Організація робочого місця

- Робочі місця повинні бути чистими, добре освітленими та провітрюваними.
- Всі проходи та евакуаційні шляхи мають бути вільними.
- Витік олії або хімікатів потрібно негайно усувати для уникнення травм.

### 5.6. Перша допомога та дії у разі аварійної ситуації

- У цеху повинна бути аптечка, укомплектована засобами першої допомоги при опіках, отруєннях та пораненнях.
- Персонал повинен знати, як діяти у разі пожежі, вибуху, отруєння або травмування.
- Повинні проводитись регулярні навчання та тренування за планами евакуації.

Отже, забезпечення належних умов праці в цеху з рафінації олії є комплексним завданням, що вимагає дотримання чинного законодавства, постійного навчання персоналу, технічної модернізації обладнання та контролю за впровадженням систем безпеки. Виконання нормативних вимог з охорони праці та пожежної безпеки дозволяє знизити виробничі ризики та забезпечити стабільну роботу підприємства.

					02.02 – КР. 2055 "С" 24.11.18 032 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 6  
ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

При впровадженні автоматизації виробничих процесів виробництва олії проектом передбачено розрахунки порівнювальної економічної ефективності. Порівняння проводять по слідуючим основним показникам: капітальним вкладенням на електрифікацію даного виробничого процесу; експлуатаційним витратам в гривнях на одиницю продукції; продуктивності праці, строку окупності капітальних вкладень в результаті впровадження нової техніки. Техніко-економічну ефективність оцінюють, порівнюючи ручні та автоматичні керування на базі визначення річного економічного ефекта.

Визначимо приведені експлуатаційні річні витрати:

$$ПЗ_1 = \frac{ЕЗ_1}{ВП_1} ; \quad ПЗ_2 = \frac{ЕЗ_2}{ВП_2} \quad (6.1)$$

де ЕЗ – експлуатаційні затрати, грн.; ВП – валова продукція, кг.

$$ПЗ_1 = \frac{350000}{873000} = 0,4$$

$$ПЗ_2 = \frac{250000}{916650} = 0,27$$

Визначимо питому економію експлуатаційних затрат за рік:

$$Е_{\Pi} = ПЗ_1 - ПЗ_2 \quad (6.2)$$

$$Е_{\Pi} = 0,4 - 0,21 = 0,13$$

Річна економія експлуатаційних затрат:

$$Е_p = Е_{\Pi} \cdot ВП \quad (6.3)$$

$$Е_p = 0,13 \cdot 916\,650 = 119\,164,5$$

Собівартість продукції:

$$S_1 = \frac{S_2 \cdot ВП_2 - Е_{MP}}{ВП_1} - Е_{\Pi} \quad (6.4)$$

де Е<sub>MP</sub> – економія матеріальних ресурсів=30000;

S – Собівартість. S = 15

$$S_1 = \frac{15 \cdot 873000 - 30000}{916650} - 0,13 = 14$$

					02.02 – КР. 2055 "С" 24.11.18 032 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

Рівень зниження собівартості:

$$P_{3s} = \frac{s_2 - s_1}{s_2} \cdot 100\% \quad (6.5)$$

$$P_{3s} = \frac{15 - 14}{15} \cdot 100\% = 0,067 \cdot 100\% = 6,7$$

Прибуток:

$$\Pi_1 = (\text{ЦП}_{\text{пр}} - S_1) \text{ВП}_1; \quad \Pi_2 = (\text{ЦП}_{\text{пр}} - S_2) \text{ВП}_2 \quad (6.6)$$

де ЦП<sub>пр</sub> – ціна реалізації продукції=30 грн

$$\Pi_1 = (30 - 14)873000 = 13\,968\,000$$

$$\Pi_2 = (30 - 15)916650 = 13\,749\,750$$

Рентабельність:

$$P_1 = \frac{\Pi_1}{\text{ВЗ}_1} \cdot 100\%; \quad P_2 = \frac{\Pi_2}{\text{ВЗ}_2} \cdot 100\%, \quad (6.7)$$

де П – прибуток; ВЗ – виробничі затрати (сумарна собівартість)

$$P_1 = \frac{13\,968\,000}{19\,500\,000} \cdot 100\% = 72\%$$

$$P_2 = \frac{13\,749\,750}{18\,500\,000} \cdot 100\% = 74\%$$

Трудоємність виробництва:

$$\text{ТВ}_1 = \frac{\text{ЗП}_1}{\text{ВП}_1}, \quad \text{ТВ}_2 = \frac{\text{ЗП}_2}{\text{ВП}_2} \quad (6.8)$$

де ЗП – Затрати праці

$$\text{ТВ}_1 = \frac{43040}{873000} = 0,049$$

$$\text{ТВ}_2 = \frac{32280}{916650} = 0,035$$

Продуктивність праці:

$$\text{ПП}_1 = \frac{1}{\text{ТВ}_1}, \quad \text{ПП}_2 = \frac{1}{\text{ТВ}_2} \quad (6.9)$$

$$\text{ПП}_1 = 20,4$$

$$\text{ПП}_2 = 28,6$$

Річна економія часу:

$$T_{\text{річ}} = (\text{ТВ}_2 - \text{ТВ}_1) \cdot \text{ВП}_1 \quad (6.10)$$

$$T_{\text{річ}} = (28,6 - 20,4) \cdot 873000 = 7\,158\,600$$

де T<sub>p</sub> річна економія часу

					02.02 – КР. 2055 "С" 24.11.18 032 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

Отже, підрахувати прибуток можемо за формулою:

$$П = P \cdot Ц, \text{ грн} \quad (6.11)$$

де  $P$  – збільшення виходу олії за рік, після удосконалення, кг.  $P = 43650$  кг.

$Ц$  – ціна 1 кг олії, грн.  $Ц = 8$  грн.

$$П = 43650 \cdot 8 = 349\,200, \text{ грн./рік}$$

Тоді чистий прибуток можемо підрахувати за формулою:

$$ЧП = П - МЗ, \text{ грн./рік} \quad (6.12)$$

де  $П$  – прибуток, грн./рік;  $МЗ$  – матеріальні затрати на переобладнання, грн.

Матеріальні затрати підраховуємо за формулою:

$$МЗ = ЗП + М, \text{ грн} \quad (6.13)$$

де  $ЗП$  – витрати на заробітну плату майстрам, грн.  $ЗП = 9\,000$  грн.

$М$  – витрати на матеріали, що необхідні для переобладнання, грн.

$$М = 60\,000 \text{ грн.}$$

$$МЗ = 9000 + 60000 = 69000 \text{ грн.}$$

$$ЧП = 349200 - 69000 = 280200 \text{ грн./рік.}$$

Таким чином провівши модернізацію лінії рафінації ми зможемо отримати чистий прибуток, який складає  $ЧП = 280200$  грн/рік [12].

					02.02 – КР. 2055 "С" 24.11.18 032 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

## ВИСНОВКИ

У бакалаврській кваліфікаційній роботі досліджувалось питання підвищення енергоефективності лінії рафінації рослинної олії шляхом вдосконалення системи автоматизованого керування процесом рафінації-дезодорації олії.

У першому розділі проведений аналіз підприємства із виробництва рослинної олії ТОВ «КРОЗ». Після проведення модернізації на підприємстві встановлені нові лінії виробництва та рафінації олії (ріпакової, соняшникової), до складу яких входять преса попереднього і остаточного віджиму, сепаратори, гомогенізаційна ємність і фільтрація виробництва фірми «FARMET» (Чехія). В ході модернізації технологічний процес доповнено ділянкою дезодорації, що дозволить виділяти та відводити легкі компоненти, що мають запах. Завдяки впровадженню цієї ділянки кінцева продукція матиме покращені споживацькі якості. Обґрунтовано вибір основного технологічного обладнання цеху з рафінації-дезодорації рослинної олії.

У другому розділі проведено розрахунок та вибір основного електрифікованого обладнання, а саме: розрахунок та вибір електроустановок систем вентиляції; системи опалення цеху; системи електричного освітлення цеху та вибір електроприводів технологічного обладнання.

У третьому розділі описано розроблену єдину автоматизовану апаратно-програмну систему керування технологічним процесом виробництва, а саме, спроектовано, встановлено та налагоджено обладнання керування системи керування, що включає програмований логічний контролер з необхідними модулями розширення до нього, робочі місця операторів технологічного процесу, релейне, захисне та комутаційне обладнання, джерела живлення, пристрої комутації тощо. Вищезазначене обладнання було встановлено в шафах керування. Існуючі та встановлені в процесі модернізації контрольно-

					02.02 – КР. 2055 "С" 24.11.18 032 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

вимірювальні прилади та обладнання керування були підключені до клем шаф керування.

Було розроблене, встановлене та налагоджене програмне забезпечення програмованого логічного контролера та операторських робочих місць.

Шафи керування були підключені до джерел живлення.

У п'ятому розділі описано, що всі роботи повинні проводитись у відповідності до вимог ПУЕ та інших нормативних актів України та з дотримання вимог ліцензій та дозволів на виконання відповідних робіт.

У шостому розділі проведено економічні розрахунки в результаті яких отримали, що після модернізації лінії рафінації ми зможемо отримати чистий прибуток, який складає ЧП =280200 грн/рік.

					02.02 – КР. 2055 "С" 24.11.18 032 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Лут М.Т., Мірошник О.В., Трунова І.М. Основи технічної експлуатації енергетичного обладнання АПК.: Підручник для студентів ВНЗ. — Харків, Факт, 2008. - 438 с.
2. Жадан Т. А. Сучасний стан, основні проблеми та напрямки інноваційного розвитку сировинної бази олійно-жирової галузі в Україні // Маркетинг і менеджмент інновацій. 2017. № 3.
3. Механізація, електрифікація та автоматизація сільськогосподарського виробництва / А.В.Рудь, Д.Г.Войтюк, Л.С.Червінський. ТОШО Київ, «Аграрна освіта», 2012, С. 2-432.
4. Офіційний сайт ТОВ «КРОЗ»: <https://kroz.com.ua/>
5. Офіційний сайт Компанії «ТАН»: <https://tan.com.ua/technology>
6. Лут М.Т., Радько І.П., Волошин С.М. Технології обслуговування та ремонту енергообладнання й засобів автоматизації / М.Т. Лут, І.П. Радько, С.М. Волошин.-К.: Ви д- во ТОВ «Аграр Медіа Груп», 2012.-878 с.
7. Клименко Б.В. Електричні апарати. Електромеханічна апаратура комутації, керування та захисту. Загальний курс: навчальний посібник. - Харків: Вид-во «Точка», 2012.- 340 с.
8. Червінський Л.С., Сторожук Л.О. Електричне освітлення та опромінення: Посібник.- К.: Вид-во ТОВ "Аграр Медіа Груп", 2011.-214 с.
9. Клименко Б.В. Електричні апарати. Електромеханічна апаратура комутації, керування та захисту. Загальний курс: Навчальний посібник. Харків: Вид-во «Точка», 2012. - 340 с.
10. Кохановський С.П., Василенко В.В. Апарати керування і захисту.- Київ: Видавництво ТОВ Аграр Медіа Груп, 2012. – 228 с.
11. Автоматизація виробничих процесів та автоматизація /Гол.ред. професор. Нечаєва Г. К. – К.: Вища шк., 2016. – 279 стор.
12. Романенко В. Д. Методи автоматизації в перспективних технологіях: Навч. – К.: Вища шк., 2002. – 519 стор.

									Арк.
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата	02.02 – КР. 2055 "С" 24.11.18 032 ПЗ				

13. Правила улаштування електроустановок. Електронне видання Міністерство енергетики України. Режим доступу: <https://mev.gov.ua/storinka/pravya-ulashtuvannya-elektrostanovok>

14. Правила технічної експлуатації електроустановок споживачів (ПТЕЕС). Затверджено наказом Міністерства палива та енергетики 25.07.2006 і № 258 (у редакції наказу Міністерства енергетики та вугільної промисловості № 91 від 13.02.2012 та № 905 від 16.11.2012) Зареєстровано в Міністерстві юстиції України 2 березня 2012 р. за № 350/20663.

15. Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів. Затверджено наказом Держнаглядохоронпраці від 09.01.98 №4. Зареєстровано в Міністерстві юстиції України 10.02.98 за № 93/2533.

16. Навчальні програми та дипломне проектування / Кашенко П.С., Біленко О.І. та ін.// - К., "Аграрна освіта", : 2008, -502 с.

					02.02 – КР. 2055 "С" 24.11.18 032 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

					02.02 – КР. 2055 "С" 24.11.18 032 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		