

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

**Інститут (факультет) Біотехнології та екологічного контролю  
Кафедра Екології та екоменеджменту**

**«До захисту в ЕК»  
Директор інституту (декан  
факультету)**

**«До захисту допущено»  
Завідувач кафедри**

Наталія ГРЕГІРЧАК  
(ім'я та прізвище)  
«16» червня 2025 р.

Ігор ЯКИМЕНКО  
(ім'я та прізвище)  
«16» червня 2025 р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА  
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА**

зі спеціальності 101 «Екологія»  
(код і назва спеціальності)  
освітньо-професійної «Екологія та екоменеджмент»  
програми  
на тему: «Удосконалення технології очищення стічних вод  
ТОВ «БОКАРЬОВ»»

Виконав: здобувач IV курсу, групи 4

Дзюба Дарина Володимирівна  
(прізвище, ім'я, по батькові повністю) (підпис)

Керівник Тогачинська Ольга Василівна  
(прізвище, ім'я, по батькові повністю) (підпис)

Консультанти \_\_\_\_\_  
(ім'я та прізвище) (підпис)

\_\_\_\_\_ (ім'я та прізвище) (підпис)

\_\_\_\_\_ (ім'я та прізвище) (підпис)

\_\_\_\_\_ (ім'я та прізвище) (підпис)

Рецензент Вікторія КРАСІНЬКО  
(ім'я та прізвище) (підпис)

Я як здобувачка Національного університету харчових технологій розумію і підтримую політику університету з академічної доброчесності. Я не надавала і не одержувала недозволеної допомоги під час підготовки цієї роботи. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

Здобувач \_\_\_\_\_  
(підпис)

Київ – 2025 р.

# НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Інститут (факультет) Біотехнології та екологічного контролю

Кафедра Екології та екоменеджменту

Освітній ступінь бакалавр

Спеціальність 101 «Екологія»

(код і назва)

Освітньо-професійна програма «Екологія та екоменеджмент»

(назва)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри Ігор ЯКИМЕНКО

« 27 » березня 2025 року

## ЗАВДАННЯ

### НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

**Дзюби Дарини Володимирівни**

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи «Удосконалення технології очищення стічних вод ТОВ «БОКАРЬОВ»»

керівник роботи Тогачинська Ольга Василівна, кандидат сільськогоспо – дарських наук, доцент

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від “27” березня 2025 року № 188 – кс.

2. Строк подання здобувачем роботи 10 червня 2025 р.

3. Вихідні дані до роботи показники стоків: завислі речовини – 1250 мг/дм<sup>3</sup>, жири – 1500 мг/ дм<sup>3</sup>; БСК повн. – 3800 мг О<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>, ХСК – 4500 мг О<sub>2</sub>/ дм<sup>3</sup>, азот заг. – 76 мг/ дм<sup>3</sup>, фосфати – 11 мг/ дм<sup>3</sup>, рН – 7.

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

Пояснювальна записка складається з вступу, техніко – еколого – економічного обґрунтування вибору природоохоронних заходів, Розділ 1. Загальні відомості про підприємство, Розділ 2. Екологічна характеристика підприємства та оцінка його впливу на довкілля, Розділ 3. Розробка та обґрунтування способів очищення стічних вод, Розділ 4. Економічне обґрунтування доцільності реалізації запропонованих рішень, Розділ 5. Охорона праці, висновків та списку використаних джерел.

5. Перелік графічного матеріалу Генплан ТОВ «БОКАРЬОВ», Апаратурно – технологічна схема виробництва соняшникової нерафінованої олії, метан – тенк, генплан очисної станції, показники економічної ефективності екологічного проєкту.



## АНОТАЦІЯ

Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня бакалавра виконана на тему: «Удосконалення технології очищення стічних вод ТОВ «БОКАРЬОВ»».

У межах даної роботи проведено аналіз технологічних процесів і екологічного стану підприємства. Розроблено та запропоновано удосконалену схему очищення стічних вод, що поєднує анаеробні та аеробні способи очищення.

*Метою роботи* є дослідження впливу господарської діяльності підприємства на навколишнє середовище, визначення основних проблем, пов'язаних із забрудненням довкілля, а також удосконалення та розробка системи очищення стічних вод і заходів щодо зниження шкідливого впливу підприємства на екосистему.

*Об'єктом* є стічні води від виробництва на ТОВ «БОКАРЬОВ».

*Предметом* є процес очищення стоків, що утворюються на ТОВ «БОКАРЬОВ».

Кваліфікаційна робота викладена на 101 сторінках, ілюстровано 20 таблицями та 5 рисунками. Графічна частина складається із 5 креслення формату А3. Використано 27 літературних джерел.

**Ключові слова:** СОНЯШНИКОВА ОЛІЯ, ОЧИЩЕННЯ, СТІЧНІ ВОДИ, МЕТАНТЕНК, БІОГАЗ, АЕРОТЕНК.

					211959.25.ЕЕМ.ПЗ			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		Дзюба Д.В.			АНОТАЦІЯ	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		Тогачинська О.В				Д	3	101
<i>Реценз.</i>						ЕК – IV – 4		
<i>Н.контр.</i>								
<i>Затверд.</i>		Якименко І.Л.						

## ANNOTATION

The qualification work for the bachelor's degree was carried out on the topic: «Improvement of wastewater treatment technology of LLC «BOKARYOV»».

Within the framework of this work, an analysis of technological processes and the ecological state of the enterprise was carried out. An improved wastewater treatment scheme was developed and proposed, combining anaerobic and aerobic treatment methods.

*The purpose* of the work is to study the impact of the enterprise's economic activities on the environment, identify the main problems associated with environmental pollution, as well as improve and develop a wastewater treatment system and measures to reduce the harmful impact of the enterprise on the ecosystem.

*The object* is wastewater from production at «BOKARYOV LLC».

*The subject* is the process of cleaning wastewater generated at BOKARYOV LLC.

The course project is set out on 101 pages, illustrated with 21 tables and 20 figures. The graphic part consists of 5 A3 format drawings. 27 literary sources were used.

**Keywords:** SUNFLOWER OIL, TREATMENT, WASTEWATER, METHANE TANK, BIOGAS, AEROTANK.

					211959.25.EEM.ПЗ		
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>			
<i>Розроб.</i>		Дзюба Д.В.			<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		Тогачинська О.В.			Д	4	101
<i>Реценз.</i>					ANNOTATION  ЕК – IV – 4		
<i>Н.контр.</i>							
<i>Затверд.</i>		Якименко І.Л.					

## ЗМІСТ

<b>ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ.....</b>	<b>9</b>
<b>ВСТУП .....</b>	<b>10</b>
<b>ТЕХНІКО – ЕКОЛОГО – ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ПРИРОДООХОРОННИХ ЗАХОДІВ.....</b>	<b>12</b>
<b>РОЗДІЛ 1</b>	
<b>ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ПІДПРИЄМСТВО .....</b>	<b>14</b>
1.1 Характеристика підприємства .....	14
1.2 Опис основної продукції.....	15
1.3 Сировинна база, водні та енергетичні ресурси підприємства .....	17
1.4 Вимоги до якості та безпеки сировини .....	20
1.4.1 Вимоги до якості сировини.....	20
1.4.2 Показники безпеки сировини .....	22
1.5 Показники безпеки і якості готової продукції.....	25
1.5.1 Показники якості готової продукції.....	25
1.5.2 Показники безпеки готової продукції .....	29
1.6 Опис технологічного процесу виробництва нерафінованої соняшникової олії.....	32
1.6.1 Принципова технологічна схема виробництва нерафінованої соняшникової олії .....	38
1.6.2 Апаратурно – технологічна схема виробництва соняшникової нерафінованої олії .....	41
<b>РОЗДІЛ 2</b>	
<b>ЕКОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ПІДПРИЄМСТВА ТА ОЦІНКА ЙОГО ВПЛИВУ НА ДОВКІЛЛЯ.....</b>	<b>44</b>

					211959.25.ЕЕМ.ПЗ			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	ЗМІСТ	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Розроб.</i>		Дзюба Д.В.				Д	5	101
<i>Перевір.</i>		Тогачинська О.В				ЕК – IV – 4		
<i>Реценз.</i>								
<i>Н.контр.</i>								
<i>Затверд.</i>		Якименко І.Л.						

2.1 Джерела утворення стічних вод на підприємстві.....	44
2.2 Характеристика стічних вод.....	45
2.3 Вимоги до очищеної води.....	48
2.4 Аналіз існуючих способів очищення стічних вод на підприємстві .....	49
2.5 Характеристика інших екологічних проблем ТОВ «БОКАРЬОВ» .....	50
2.5.1 Джерела утворення та характеристика викидів.....	50
2.5.2 Рекомендовані способи очищення викидів.....	53
2.5.3 Джерела утворення та характеристика відходів.....	55
2.5.4 Рекомендовані способи утилізації відходів .....	61

### **РОЗДІЛ 3**

#### **РОЗРОБКА ТА ОБҐРУНТУВАННЯ СПОСОБІВ ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД НА ТОВ «БОКАРЬОВ» .....**

3.1 Обґрунтування технології очищення стоків виробництва.....	62
3.1.1 Придатність стічних вод до біологічного очищення.....	62
3.1.2 Сутність процесу анаеробно – аеробного очищення .....	64
3.2 Принципова технологічна схема очищення стічних вод від виробництва нерафінованої соняшникової олії.....	67
3.3 Матеріальний баланс запропонованої технології очищення стічних вод	68
3.4 Обґрунтування вибору і розрахунок обладнання.....	68
3.4.1 Розрахунок метантенка .....	69
3.4.2 Розрахунок вторинного відстійника після метантенку.....	72
3.4.3 Розрахунок аеротенка – змішувача .....	74
3.4.4 Розрахунок вторинного відстійника після аеротенку .....	77

### **РОЗДІЛ 4**

#### **ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ РЕАЛІЗАЦІЇ ЗАПРОПОНОВАНИХ РІШЕНЬ .....**

4.1 Розрахунок капітальних витрат .....	79
4.2 Розрахунок зміни поточних витрат .....	81
4.3 Розрахунок економічної ефективності проєкту.....	85

					211959.25.ЕЕМ.ПЗ	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

4.4 Розрахунок показників ефективності заходу..... 86

**РОЗДІЛ 5**

**ОХОРОНА ПРАЦІ** ..... 89

**ВИСНОВКИ** ..... 96

**СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ**..... 100

					211959.25.ЕЕМ.ПЗ	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

**ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ,  
СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ**

<b>БСК</b>	Біологічне споживання кисню
<b>ГПП</b>	Газопиловий викид
<b>ГХЦГ</b>	Гексахлорциклогексан
<b>ДР</b>	Допустимий рівень
<b>ДСТУ</b>	Державний стандарт України
<b>ЗІЗ</b>	Засоби індивідуального захисту
<b>ЛОС</b>	Леткі органічні сполуки
<b>КВЕД</b>	Класифікатор видів економічної діяльності
<b>КУО</b>	Колонієутворюючі одиниці
<b>ПАВ</b>	Поліциклічні ароматичні вуглеводні
<b>ПЕТ</b>	Поліетилентерефталат
<b>СЗЗ</b>	Санітарно – захисна зона
<b>ТОВ</b>	Товариство з обмеженою відповідальністю
<b>ХСК</b>	Хімічне споживання кисню
<b>НАССР</b>	Hazard Analysis and Critical Control Points

					<b>211959.25.ЕЕМ.ПЗ</b>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		Дзюба Д.В.			<b>ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ</b>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		Тогачинська О.В.				Д	8	101
<i>Реценз.</i>						<b>ЕК – IV – 4</b>		
<i>Н.контр.</i>								
<i>Затверд.</i>		Якименко І.Л.						

## ВСТУП

Кваліфікаційну роботу виконано на тему: «Удосконалення технології очищення стічних вод ТОВ «БОКАРЬОВ»». Це – молоде, але перспективне підприємство, що спеціалізується на виробництві та реалізації соняшникової олії. Компанія акредитована як експортер сільськогосподарської продукції та дотримується вимог національного законодавства, міжнародних стандартів якості (зокрема ДСТУ ISO 22000:2019) і принципів НАССР.

Основною продукцією підприємства є соняшникова олія першого сорту – як рафінована, так і нерафінована. Окрім того, підприємство виробляє шрот та гранульоване лушпиння. Уся продукція реалізується оптовими партіями, зокрема наливом або в ПЕТ – тарі різних об'ємів під власними торговими марками. Основні ринки збуту – місцеві ринки та магазини області, частина продукції постачається по Україні та на експорт.

Використання сучасних технологій у переробці сировини дозволяє досягати високої якості кінцевого продукту. У контексті зростання вимог до екологічної безпеки виробництва актуальним є питання зменшення впливу на довкілля, зокрема завдяки впровадженню ефективних схем очищення стічних вод.

*Актуальність цієї теми* зумовлена необхідністю вдосконалення існуючих технологій очищення стічних вод олійного підприємства, оскільки наявні методи не забезпечують достатнього рівня ефективності та не відповідають сучасним екологічним вимогам.

Запропонована комбінована технологія (анаеробна та аеробна) дозволяє не лише знизити екологічний тиск на довкілля, а й отримувати біогаз для енергозабезпечення метантенка та частково виробництва. Це відповідає принципам сталого розвитку та підвищує загальну ефективність підприємства.

					211959.25.ЕЕМ.ПЗ			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		Дзюба Д.В.			ВСТУП	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		Тогачинська О.В				Д	9	101
<i>Реценз.</i>								
<i>Н.контр.</i>								
<i>Затверд.</i>		Якименко І.Л.				ЕК – IV – 4		

*Метою цієї кваліфікаційної роботи є дослідження впливу господарської діяльності підприємства на навколишнє середовище, визначення основних проблем, пов'язаних із забрудненням довкілля, а також удосконалення та розробка системи очищення стічних вод і заходів щодо зниження шкідливого впливу підприємства на екосистему.*

*Завданням кваліфікаційної роботи є розкрити екологічні проблеми підприємства та запропонувати способи очищення стоків, викидів та утилізації відходів.*

*Об'єктом дослідження є стічні води від виробництва на ТОВ «БОКАРЬОВ».*

*Предметом є процес очищення стоків, що утворюються на ТОВ «БОКАРЬОВ».*

*Наукова новизна кваліфікаційної роботи полягає у тому, що було вперше на ТОВ «БОКАРЬОВ» запропоновано анаеробно – аеробну схему очищення для стічних вод.*

*Практичне значення та цінність кваліфікаційної роботи полягає в розробці ефективної системи очищення стічних вод для ТОВ «БОКАРЬОВ», що дозволяє значно зменшити негативний вплив підприємства на екосистему. Реалізація запропонованої технології дає можливість не лише очищати стоки, а й отримувати біогаз, який може використовуватись як джерело енергії.*

*Такий підхід відповідає принципам циркулярної економіки, забезпечуючи баланс між екологічною відповідальністю та економічною доцільністю, що в підсумку знижує рівень забруднення навколишнього середовища як на території заводу, так і в прилеглих районах.*

					211959.25.ЕЕМ.ПЗ	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

## ТЕХНІКО – ЕКОЛОГО – ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ПРИРОДООХОРОННИХ ЗАХОДІВ

Діяльність олійноекстракційних підприємств супроводжується утворенням значних об'ємів стічних вод, насичених органічними речовинами, жирами, залишками білкових сполук та іншими домішками. За відсутності належного очищення такі стоки можуть суттєво погіршувати стан довкілля, зокрема забруднювати поверхневі та ґрунтові води.

На даному підприємстві ТОВ «БОКАРЬОВ» відсутні ефективні очисні споруди, що призводить до потрапляння висококонцентрованих забруднених стічних вод у загальну каналізаційну мережу без належної попередньої обробки.

З метою приведення якості стоків у відповідність до встановлених екологічних вимог доцільним є впровадження комплексної системи очищення.

Ефективність очищення анаеробним методом буде становити – 84,4 %, доочищення у аеротенку – 54,5 %. Загальна ефективність даної технології очищення стоків – 92,9 %.

Доцільним є впровадження анаеробно – аеробної технології очищення після проходження стічними водами стадій попередньої та механічної обробки. Такий підхід дозволяє не лише ефективно знижувати рівень забруднення, а й отримувати біогаз як корисний побічний продукт.

Завершальну стадію очищення доцільно здійснювати шляхом біологічного доочищення у аеротенку, що забезпечує відповідність стоків нормативним вимогам.

Застосування інноваційних технологій для очищення стічних вод відіграє ключову роль у збереженні довкілля та сприяє сталому розвитку, забезпечуючи ефективний захист природних ресурсів.

					211959.25.ЕЕМ.ПЗ			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		Дзюба Д.В.			ТЕХНІКО – ЕКОЛОГО – ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ПРИРОДООХОРОННИХ ЗАХОДІВ	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		Тогачинська О.В				Д	11	101
<i>Реценз.</i>						ЕК – IV – 4		
<i>Н.контр.</i>								
<i>Затверд.</i>		Якименко І.Л.						

Насамперед, такі технології значно зменшують навантаження на водні об'єкти, оскільки дозволяють ефективно очищувати стічні води до безпечного рівня, що запобігає потраплянню шкідливих речовин у річки, озера та інші водойми. Це сприяє збереженню якості природної води та перешкоджає забрудненню водних екосистем. Крім того, зменшується шкода для флори і фауни, підтримується біорізноманіття, стабілізується стан довкілля.

Ще однією важливою перевагою є генерація біогазу як побічного результату процесу очищення стічних вод, що сприяє зниженню використання викопного палива та зменшенню обсягів парникових викидів.

Відзначається також і мінімізація утворення мулу, що спрощує процес його подальшої утилізації та знижує ризики вторинного забруднення. У комплексі ці фактори забезпечують високий рівень екологічної ефективності та сприяють раціональному використанню природних ресурсів. Запропонована система є оптимальним рішенням для олійного заводу, знижуючи екологічний вплив і підвищуючи енергоефективність.

Загальна сума капітальних інвестицій становить 37,35 млн грн, щорічний приріст чистого прибутку у розмірі понад 4 млн грн свідчить про стабільне економічне зростання підприємства внаслідок реалізації запроваджених рішень. Витрачений капітал відновлюється протягом 8 років, що є прийнятним для подібних екологічних ініціатив.

Окрім цього, підприємство щороку отримує виручку від продажу побічної продукції. Це не лише дозволяє частково покривати поточні витрати (які становлять 7 млн грн на рік), а й формує джерело додаткового доходу. Такий підхід дозволяє не лише зменшити екологічне навантаження, а й формує нові напрями економічної вигоди.

Таким чином, реалізація даної роботи забезпечує комплексне поєднання економічного ефекту з покращенням екологічної ситуації, що свідчить про його ефективність і стратегічну цінність для сталого розвитку підприємства.

					211959.25.ЕЕМ.ПЗ	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

# РОЗДІЛ 1

## ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ПІДПРИЄМСТВО

### 1.1 Характеристика підприємства

ТОВ «БОКАРЬОВ» – верифікований та акредитований експортер продукції сільськогосподарського походження, молодий виробник олії, який пропонує соняшникову олію першого сорту, має як рафіновану, так і нерафіновану продукцію.

Підприємство, розташоване в місті Ніжин Чернігівської області, за адресою: вул. Носівський шлях, будинок 54 Д. Зареєстроване 23 січня 2019 року, компанія спеціалізується на виробництві олії та тваринних жирів.<sup>1</sup> Функціонує відповідно до національних стандартів, а також впроваджує НАССР.

Керівником підприємства є Віталій Вікторович Кочерга. Статутний капітал компанії становить 1 000 гривень.

Основною діяльністю підприємства є виробництво олії та тваринних жирів відповідно до класифікації КВЕД 10.41.

Додатково підприємство здійснює інші види роздрібної торгівлі поза межами магазинів (КВЕД 47.99), оптову торгівлю зерновими культурами, тютюном, кормом для худоби та наасінням (КВЕД 46.21), а також реалізацію інших товарів господарського призначення на оптовому ринку (КВЕД 46.49).<sup>1</sup>

Зовнішньоекономічні контракти з імпортерами на реалізацію олії укладає комерційний відділ, а власний автотранспорт забезпечує її постачання до портової інфраструктури.<sup>1</sup>

СЗЗ для підприємств, що займаються виробництвом олії, встановлюється на відстані 50 метрів згідно з чинним наказом МОЗ України.<sup>2</sup>

					211959.25.ЕЕМ.01.ПЗ			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		Дзюба Д.В.			ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ПІДПРИЄМСТВО	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		Тогачинська О.В				Д	13	101
<i>Реценз.</i>						ЕК – IV – 4		
<i>Н.контр.</i>								
<i>Затверд.</i>		Якименко І.Л.						

## 1.2 Опис основної продукції

Підприємство спеціалізується на виробництві та реалізації соняшникової олії, що є основним напрямком його діяльності. У виробництві використовуються сучасні технології очищення та переробки насіння, що дозволяє отримувати продукцію високої якості. На заводі виготовляються такі види готової продукції: олія соняшникова, шрот соняшниковий та лушпиння соняшкове пресоване гранульоване. Вся готова продукція із заводу відпускається виключно оптовими партіями. Олія соняшникова продається наливом (автонорни) або фасована в ПЕТ – пляшки різноманітних об'ємів, під двома торговими марками, реалізують її оптові покупці на місцевих ринках та магазинах.<sup>3,4</sup>

**Нерафінована соняшникова олія першого сорту** – це натуральний продукт, який містить усі корисні речовини, зокрема вітаміни, фосфоліпіди та антиоксиданти. Вона має характерний аромат і смак насіння соняшника, широко використовується в кулінарії, приготуванні салатів та маринадів, у сфері харчової індустрії.

**Рафінована соняшникова олія (дезодорована)** – це олія, що пройшла кілька етапів очищення, включаючи гідратацію, нейтралізацію, вибілювання та дезодорацію. У процесі обробки з неї з олії усуваються фосфоліпіди, вільні жирні кислоти та інші небажані домішки, що подовжує термін її зберігання та покращує стабільність при високих температурах. Вона ідеально підходить для смаження, випікання, виробництва майонезів, маргаринів та інших харчових продуктів. Окрім виробництва олії, підприємство здійснює оптову торгівлю сільськогосподарськими товарами. До основних категорій продукції належать:<sup>3,4</sup>

- **зернові культури та насіння для виробництва олії** – включає соняшник, ріпак, сою та інші культури, які використовуються для переробки або продажу на внутрішньому та міжнародному ринках;
- **корма для тварин** – макуха та шрот, що залишаються після виробництва олії, є цінними кормовими добавками для сільськогосподарських тварин;

					211959.25.ЕЕМ.01.ПЗ	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

- **господарські товари** – різноманітні супутні товари, що використовуються у сфері аграрного бізнесу.

Шрот соняшниковий – це корм для тварин і птахів, реалізується насипом та відзначається надвисокими якісними показниками.

Лушпиння соняшникове пресоване гранульоване (паливна гранула) продається у біг – бегах загальною вагою близько однієї тонни. Використовується паливна гранула для спалення як у промислових, так і в побутових котлах.<sup>3,4</sup>

Продукція підприємства реалізується оптовими партіями, що демонструє значний рівень виробничих потужностей та налагоджену систему збуту.

Вся продукція відповідає стандартам якості та вимогам безпеки згідно до Законів України, принципів НАССР та стандарту ДСТУ ISO 22000:2019, що робить її конкурентоспроможною на ринку. Асортимент продукції зображено на рис.1.1.



Рисунок 1.1 – Асортимент продукції ТОВ «БОКАРЬОВ»

Готова продукція реалізується в переважній більшості в межах області, деякі види продукції у незначній кількості постачаються по всій Україні, і тільки олія соняшникова частково відправляється на експорт до інших країн.

					211959.25.ЕЕМ.01.ПЗ	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

### 1.3 Сировинна база, водні та енергетичні ресурси підприємства

#### Сировинні ресурси

Сировинна база є ключовим фактором стабільного функціонування олійного заводу, оскільки якість та обсяги сировини безпосередньо впливають на ефективність виробництва та кінцеву продукцію. Головною сировиною для виробництва є насіння соняшнику, яке надходить із сільськогосподарських підприємств, фермерських господарств та аграрних кооперативів. Соняшник є основною вигідною олійною культурою в Україні. Цей вид культури може приносити прибуток до 89 %, демонструючи високу економічну ефективність. Він характеризується меншою чутливістю до погодних коливань, хоча надмірна кількість опадів у літній період може знизити рівень олійності насіння.<sup>4</sup>

Для ефективної переробки та отримання якісної олії насіння соняшнику має відповідати таким вимогам: високий вміст олії – оптимальний рівень становить 44 – 50 %; вологість не більше 7 – 8 % – надмірна вологість погіршує якість олії та зменшує термін зберігання насіння; чистота сировини – низький вміст домішок (до 2 %) для зменшення відходів при переробці; відсутність плісняви та зараження шкідниками – що гарантує безпечність продукції.

Підбір якісного насіння з відповідними сортовими властивостями є ключовим початковим етапом у виробництві високоякісної соняшникової олії та важливою передумовою для підвищення продуктивності олійного підприємства.

Основними показниками якості соняшникового насіння є: сортова приналежність культури, ступінь свіжості, екологічна безпечність, а також відсутність пошкодженого або ураженого пліснявою насіння.<sup>5</sup>

До цього переліку також варто включити однаковість форми й розміру насіння, а також показник його вологості. Насіння зберігається в силосах або спеціальних зерносховищах із контрольованим рівнем вологості та вентиляцією.

Таким чином, сировинна база заводу формується за рахунок внутрішніх постачальників та закупівлі на аграрних ринках, що забезпечує стабільне виробництво та високу якість продукції.

					211959.25.ЕЕМ.01.ПЗ	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

## Водні ресурси

Підприємство ТОВ «БОКАРЬОВ» для забезпечення виробничих процесів використовує артезіанські свердловини як основне джерело водопостачання. Це дозволяє забезпечити стабільне постачання чистої води для технологічних потреб, санітарної обробки обладнання та виробничих приміщень.

На заводі використовується вода питної якості з водопровідної мережі, дослідження щодо якості води питної проводяться один раз на рік на предмет фізико – хімічних показників та мікробіології. У виробничих процесах вода використовується для охолодження градирні, тип використання послідовно – оборотний. Водовідведення та стічні води збираються в каналізацію – септик, який очищується за необхідності спеціалізованими найманими асенізаторними авто.

Вода на підприємстві застосовується для:

- технологічних процесів – зокрема, для рафінації та гідратації олії;
- охолодження обладнання – підтримання необхідного температурного режиму;
- миття сировини та обладнання – забезпечення гігієнічних стандартів;
- парогенерації – використання у виробничих процесах.

Перед використанням вона може піддаватися додатковому очищенню, такому як фільтрація чи дезінфекція, щоб забезпечити відповідність санітарно – гігієнічним вимогам.

Вода, яка може опосередковано контактувати з продуктами, повинна відповідати вимогам щодо питної води, а саме ДСанПіН 2.2.4 – 171 – 10 «Гігієнічні вимоги до води». На потреби виробництва продукції підприємство використовує лише бутильовану воду, якість та безпечність якої підтверджується постачальником.

## Енергетичні ресурси

Олійний завод розташований у м. Ніжин, яке активно працює над підвищенням енергоефективності та модернізацією своєї енергетичної інфраструктури.

					211959.25.ЕЕМ.01.ПЗ	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

У рамках цих зусиль розроблено «План дій зі сталого енергетичного розвитку», який передбачає модернізацію міської житлово – комунальної та соціально – бюджетної інфраструктури на засадах сталого розвитку. <sup>6</sup>

Серед пріоритетних ініціатив – модернізація системи централізованого теплопостачання, що передбачає інтеграцію теплових мереж трьох котелень і заміну застарілих труб на сучасні енергоощадні. Очікувана понад три десятиліття, ця трансформація дозволить істотно знизити теплові втрати та підвищити стабільність теплопостачання. <sup>7</sup>

Крім того, Ніжинська міська рада здійснює постійний моніторинг споживання енергоресурсів у організаціях, що фінансуються з бюджету громади. Аналіз даних за 2019 та 2020 роки дозволяє виявити основні напрямки для впровадження енергоефективних заходів та оптимізації використання ресурсів. <sup>8</sup>

Загалом місто Ніжин активно впроваджує інноваційні енергетичні технології та підходи, що сприяє зниженню енергоспоживання, покращенню екологічного стану й забезпеченню сталого розвитку місцевої громади. Головним джерелом енергії є електроенергія, яка постачається з централізованих мереж за допомогою «ЧЕРНІГІВООБЛЕНЕРГО». <sup>9</sup>

#### Основні джерела енергії на олійному заводі

- **електроенергія** – використовується для роботи виробничого обладнання, автоматизованих ліній, насосів, компресорів та систем освітлення. Постачається з загальної енергомережі;
- **природний газ** – застосовується для нагріву сировини, забезпечення роботи котлів, сушильних установок та парових генераторів, що використовуються в технологічних процесах;
- **дизельне паливо** – застосовується для резервних генераторів та транспортування сировини і готової продукції в межах підприємства.

Завод використовує природний газ як основне паливо, оскільки це екологічно чистіше рішення порівняно з вугіллям чи мазутом.

					211959.25.ЕЕМ.01.ПЗ	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

Газове паливо забезпечує нижчий рівень викидів шкідливих речовин та сприяє ефективному спалюванню, що зменшує вплив на довкілля. Крім того, природний газ дозволяє оптимізувати витрати на енергоносії, забезпечуючи стабільну роботу виробничих процесів із мінімальним екологічним навантаженням.

## 1.4 Вимоги до якості та безпеки сировини

### 1.4.1 Вимоги до якості сировини

Насіння соняшнику є основною сировиною для виробництва високоякісної рослинної олії. Завдяки високому вмісту олії (від 44 % до 50 %) та корисним властивостям, активно використовується в галузі виробництва харчових продуктів. Насіння повинно відповідати чинним вимогам згідно ДСТУ 7011:2009 Соняшник. Технічні умови. <sup>10</sup>

У таблиці 1.1 подано основні фізико – хімічні показники якості соняшникового насіння, що використовується у харчовій промисловості та для отримання олеїнової кислоти. <sup>10</sup>

Вміст олії як показник не є обов'язковим для класифікації за класами. Цей показник слугує лише рекомендованою нормою при формуванні договорів постачання вітчизняним підприємствам з переробки на території України.

Таблиця 1.1 – Фізико – хімічні показники характеристик якості насінневого матеріалу соняшнику

Показники:	Максимально допустимий вміст олії для виробничих потреб		
	1 клас	2 клас	3 клас
Вологість, %:			
не менше	6,0	6,0	6,0
не більше	8,0	8,0	8,0

					211959.25.ЕЕМ.01.ПЗ	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

Закінчення таблиці 1.1

Показники:	Максимально допустимий вміст олії для виробничих потреб		
	1 клас	2 клас	3 клас
Олійна домішка, %, не більше , зокрема проросле насіння	3,0 1,0	5,0 2,0	7,0 3,0
Смігтева домішка, %, не більше , зіпсоване насіння	1,0 0,2	2,0 0,5	3,0 0,5
мінеральна домішка, галька, шлак, руда	0,3 0,15	0,5 0,3	0,5 0,3
Насіння рицини	не дозволено		
Масова частка олії у перерахунку на суху речовину, %:			
не менше	50	45	40
не більше	-	-	-
Кислотне число олії, мг КОН/г, не більше	1,3	2,2	5,0
Зараженість шкідниками зерна	Не дозволено	Не дозволено, крім зараженості кліщем не вище II ступеня	

Органолептичні показники соняшникового насіння: воно має бути без ознак перегріву або пошкоджень, які можуть виникнути під час процесу сушіння; мати природний, свіжий запах, притаманний здоровому насінню, без неприємних чи сторонніх ароматів, таких як пліснява чи затхлість. <sup>10</sup>

Колір насіння має відповідати встановленим стандартам, притаманним даному сорту.

Якщо кислотне число олії вище допустимих меж, таке насіння призначають виключно для технічного застосування, наприклад, для виготовлення оліфи та інших подібних продуктів. <sup>10</sup>

					211959.25.ЕЕМ.01.ПЗ	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

Насіння соняшнику, яке призначене для експорту, повинно бути якісним – без пошкоджень та заражень шкідниками зернових і насіння. Воно має володіти характерним свіжим запахом і відповідним сортовим забарвленням.

Під час логістичних операцій із зберігання та перевезення насіння соняшнику необхідно враховувати вимоги, наведені в таблиці 1.2.<sup>10</sup>

Таблиця 1.2 – Вологість і рівень засміченості насіння соняшнику<sup>10</sup>

Показники стану насіння соняшнику	Вологість, %	Олійна домішка, %	Смітцева домішка, %
За вологістю:		–	–
сухе	до 7,0		
середньої сухості	7,1 – 8,0		
вологе	8,1 – 9,0		
сире	Більше 9,1		
За засміченістю:	–		
чисте		3,0	1,0
середньої чистоти		3,1 – 7,0	1,1 – 5,0
смітне		більше 7,1	Більше 5,1

#### 1.4.2 Показники безпеки сировини

До показників безпеки для соняшківихого насіння встановлено перевірку на вміст: токсичних компонентів, мікотоксинів, пестицидів, радіонуклідів.

Рівень мікотоксинів у насінні має відповідати допустимим нормам, встановленим державними гігієнічними правилами та регламентом максимально допустимих рівнів забруднень.<sup>11</sup> Ці норми спрямовані на забезпечення безпеки продукції та захист здоров'я споживачів. Крім того, вимоги щодо вмісту мікотоксинів регламентуються стандартом ДСТУ 7011:2009 «Соняшник. Технічні умови»<sup>10</sup>, який встановлює технічні вимоги до якості насіння. Граничні допустимі значення мікотоксинів наведені у таблиці 1.3, що дозволяє контролювати відповідність продукції встановленим стандартам.

					211959.25.ЕЕМ.01.ПЗ	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

Таблиця 1.3 – Максимально допустимий рівень вмісту мікотоксинів у соняшниковому насінні <sup>10,11</sup>

Показник	Максимально допустимий рівень вмісту, мг/кг
афлатоксин В <sub>1</sub>	0,005
зеараленон	1,0
Т – 2 токсин	0,1

Відповідно до радіологічних показників, представлених у таблиці 1.4, насіння соняшнику повинно відповідати вимогам Державних гігієнічних нормативів, що регламентують максимально допустимі рівні радіонуклідів у харчових продуктах і питній воді. Дотримання цих норм є обов'язковою умовою для забезпечення безпеки споживання та охорони здоров'я населення.<sup>12</sup>

Таблиця 1.4 – Допустимі рівні вмісту радіонуклідів <sup>137</sup>Cs та <sup>90</sup>Sr у насінні<sup>12</sup>

Найменування продукту	ДР, Cs Бк/кг	ДР, Sr Бк/кг
Насіння олійних культур (соняшнику) продукти їх переробки, за винятком рослинних жирів та олій	70	10

Приймання насіння соняшнику здійснюється відповідно до вимог ДСТУ 8841:2019. Кожна партія продукції повинна супроводжуватися документами, що підтверджують вміст пестицидів, токсичних елементів, мікотоксинів, радіонуклідів, а також посвідченням або сертифікатом якості.

У таблиці 1.5 подано норми, встановлені Державними санітарними правилами та нормами ДСанПіН 8.8.1.2.3.4 – 000 – 2001, які визначають гранично допустимі рівні пестицидів у сільськогосподарській продукції, продуктах харчування, повітрі робочих приміщень, атмосферному повітрі, водних об'єктах і ґрунтах.<sup>13</sup>

					211959.25.ЕЕМ.01.ПЗ	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

Таблиця 1.5 – Гранично допустимі дози, концентрації, а також кількості і рівні вмісту пестицидів у насінні соняшнику <sup>13</sup>

Назва діючої речовини	Назва препаратів, та препаративні форми	МДР у продуктах харчування сільськогосподарської сировині, мг/кг
Ацетаміприд	Моспілан, 20 % р.п.	соняшник (насіння) – 0,1
Ацетохлор	Аценіт, 50 % к.е. Ацетал, 55 % к.е.	соняшник (насіння) – 0,01
Гліфосат	Гліалка, 36 % в.р., Глісол, 36 % в.р.	соняшник (насіння) – 0,3
Глюфосинат амонію	Баста, 14 % в.р., 20 % в.р. Ліберті, 18 % в.р.	соняшник (насіння) – 0,02
Дельтаметрин	Децис, 2,5 % к.е.,	соняшник (насіння) – 0,02
Дикват	Реглон, 20 % в.р.	соняшник (насіння) – 0,5
Диметенамід	Фронтьер 900, 90 % к.е.	соняшник (насіння) – 0,02
Диметоат	Бі-58, 40 % к.е.	соняшник (насіння) – 0,1
Дифлубен – зурон	Димілій, 25 % з.п.	соняшник (насіння) – 0,15

Максимально допустимий рівень умісту токсичних елементів, мг/кг: у насінні соняшнику показано в таблиці 1.6. <sup>10</sup>

Таблиця 1.6 – Гранично допустимі концентрації токсичних елементів у насінні соняшнику <sup>10</sup>

Токсичний елемент	Гранично допустимі концентрація, мг/кг
Свинець	0,5
Кадмій	0,1
Арсен	0,2
Ртуть	0,03
Мідь	10,0
Цинк	50,0

					211959.25.ЕЕМ.01.ПЗ	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

## 1.5 Показники безпеки і якості готової продукції

Соняшникова олія – це рослинний продукт, отриманий шляхом пресування або екстракції насіння соняшника. Вона є одним із найпоширеніших видів рослинної олії завдяки високому вмісту корисних жирних кислот, вітамінів та антиоксидантів. За своїми властивостями вона має світло – жовтий або золотистий колір, у нерафінованому вигляді зберігає природний аромат і смак насіння, тоді як рафінована олія позбавлена запаху та має нейтральний смак.

В залежності від ступеня очищення, соняшникова олія поділяється на нерафіновану та рафіновану. Нерафінована олія менш стійка до зберігання та нагрівання. Рафінована дезодорована олія проходить процес очищення, що робить її придатною для смаження, випікання та виробництва продуктів харчування. Також існує високоолеїнова соняшникова олія, яка містить підвищений рівень олеїнової кислоти, що покращує її термостійкість.

Готова продукція має відповідати вимогам до кислотного числа, кольору, запаху, смаку та рівня домішок. В Україні якість соняшникової олії регулюється стандартом ДСТУ 4492:2017 Олія соняшникова. Технічні умови <sup>14</sup>, який визначає допустимі показники чистоти, вологості та стійкості до окислення. Дотримання цих вимог забезпечує високу якість продукту та його безпечність для споживання.

### 1.5.1 Показники якості готової продукції

До індикаторів якості олії відносять:

- класифікація за гатунками та марками;
- органолептичні та фізико – хімічні показники олії соняшникової: прозорість, смак та запах, колірне, кислотне та пероксидні числа, ступінь прозорості, анізидинове число, масова частка вітамінів групи Е та А тощо.

					211959.25.ЕЕМ.01.ПЗ	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

Соняшникову олію класифікують за технологією виробництва та показниками якості на різні види й гатунки, які наведені в таблиці 1.7. <sup>14</sup>

Таблиця 1.7 – Види та класифікація соняшnikової олії за гатунками<sup>14</sup>

Тип соняшnikової олії	Допустимі гатунки
Нерафінована олія холодного віджиму (перший прес)	Вищий, перший
Нерафінована невиморожена (пресова, екстракційна або їх суміш)	Вищий, перший, другий
Нерафінована виморожена (пресова)	Вищий, перший
Гідратована невиморожена (пресова, екстракційна або суміш пресової з екстракційною)	Перший, другий
Гідратована виморожена (пресова)	Вищий, перший

Соняшnikова олія має відповідати вимогам чинного стандарту та виготовлятися з обов'язковим дотриманням усіх встановлених вимог.

За органолептичними та фізико – хімічними показниками олія соняшnikова повинна відповідати вимогам, що зазначені у таб. 1.8 – 1.13 <sup>14</sup>

Таблиця 1.8 – Органолептичні та фізико-хімічні показники олії соняшnikової нерафінованої невимороженої <sup>14</sup>

Назва показника	Характеристика показників олії нерафінованої невимороженої		
	вищого гатунку	1-го гатунку	2-го гатунку
1	2	3	4
Прозорість	Допустимо наявність «сітки» над осадом		Допустимо легке помутніння над осадом
Смак та запах	Притаманні олії соняшnikовій без стороннього присмаку, гіркоти		Притаманні олії соняшnikовій. Допустимо присмак легкої гіркоти
Колірне число, мг йоду, не більше ніж	15		25

					211959.25.ЕЕМ.01.ПЗ	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

Закінчення таблиці 1.8

1	2	3	4
Пероксидне число, O ммоль/кг, не більше ніж	7,0		8,0
– під час випуску з підприємства			
– наприкінці терміну зберігання	10,0		10,0
Масова частка фосфоровмісних речовин, %, не більше ніж			
– у перерахунку на стеаро – олеолецитин	0,40	0,60	0,80
у перерахунку на P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,03	0,05	0,070
Масова частка нежирових домішок, %, не більше ніж	0,05	0,10	0,20
Масова частка вологи та летких речовин, %, не більше ніж	0,05	0,10	0,20
Кислотне число, мг КОН/г, не більше ніж	1,5	4,0	6,0
Віск та воскоподібні речовини	Не визначають		
Температура спалаху олії екстракційної, °С, не нижче ніж	225		
Ступінь прозорості, фем, не більше ніж	40		Не визначають
Анізидинове число	Не нормують*		

Таблиця 1.9 – Органолептичні та фізико – хімічні властивості вимороженої нерафінованої соняшникової олії (пресової) <sup>14</sup>

Показник	Характеристика (вищий ґатунок)	Характеристика (перший ґатунок)
1	2	3
Прозорість	Повністю прозора, без осаду	
Смак і запах	Властиві соняшниковій олії, без сторонніх запахів, гіркоти чи присмаку	Допускається легка гірчинка, з типовими властивостями
Колірне число, мг йоду, не більше	15	25

					211959.25.ЕЕМ.01.ПЗ	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

Закінчення таблиці 1.9

Показник	Характеристика (вищий ґатунок)	Характеристика (перший ґатунок)
1	2	3
Кислотне число, мг КОН/г, не більше	1,5	4,0
Пероксидне число, О ммоль/кг, не більше	7,0	
– під час випуску з підприємства	10,0	
– наприкінці терміну зберігання		
Масова частка фосфоровмісних речовин, %, не більше		
– у перерахунку на стеаро-олеолецитин	0,30	0,40
– у перерахунку на P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,02	0,03
Нежирові домішки, %	Не виявляються	
Масова частка води та летких речовин, %, не більше	0,15	0,15
Віск та воскоподібні речовини	Не виявляються	
Температура спалаху олії екстракційної, °С, не нижче	Не нормується	
Ступінь прозорості, фем, не більше	25	
Анізидинове число	Не нормується	

Таблиця 1.10 – Органолептичні та фізико – хімічні властивості соняшникової олії гідратованої вимороженої (пресованої) <sup>14</sup>

Показник	Вимоги для вищого ґатунку	Вимоги для першого ґатунку
1	2	3
Прозорість	Повністю прозора, без осаду	
Смак та запах	Властиві гідратованій соняшниковій олії, без сторонніх запахів, гіркоти чи присмаку	

					211959.25.ЕЕМ.01.ПЗ	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

### Закінчення таблиці 1.10

Показник	Вимоги для вищого гатунку	Вимоги для першого гатунку
1	2	3
Колірне число, мг йоду, не більше	15	20
Кислотне число, мг КОН/г, не більше	1,5	4,0
Вміст нежирових домішок, %	Відсутні	
Масова частка фосфоровмісних речовин, %, не більше		
– у перерахунку на стеаро – олеолецитин	0,10	0,15
– у перерахунку на P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,009	0,012
Пероксидне число, О ммоль/кг, не більше		
– під час випуску з підприємства		7,0
– наприкінці терміну зберігання		10,0
Масова частка вологи та летких речовин, %, не більше	0,10	0,10
Вміст восків і воскоподібних речовин	Відсутні	
температура спалаху для екстракційної олії, °С	Не визначається	
Ступінь прозорості, фем, не більше	25	
Анізидинове число	Не нормується	

### 1.5.2 Показники безпеки готової продукції

До показників безпеки для соняшкової олії встановлено перевірку на вміст: мікробіологічних показників, токсичних компонентів, мікотоксинів, пестицидів, радіонуклідів.

					211959.25.ЕЕМ.01.ПЗ	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

Контроль за вмістом мікотоксинів у соняшниковій олії є важливим аспектом забезпечення її безпечності для споживачів. З метою недопущення шкідливого впливу цих токсичних сполук на здоров'я людини, встановлено чітко визначені граничні концентрації відповідно до вимог чинного законодавства України. Зокрема, регламентація здійснюється відповідно до Державних гігієнічних правил і норм «Регламент максимальних рівнів окремих забруднюючих речовин у харчових продуктах»<sup>11</sup>, а також положень стандарту ДСТУ 4492:2017 «Олія соняшникова. Технічні умови»<sup>14</sup>. Допустимі межі вмісту мікотоксинів, яких повинна дотримуватись соняшникова олія для виходу на ринок, наведено у таблиці 1.11.

Таблиця 1.11 – Гранично допустимі концентрації мікотоксинів у соняшниковій олії відповідно до чинних нормативів <sup>11,14</sup>

Назва показника	Граничний рівень вмісту, мг/кг
афлатоксин В1	0,005
зеараленон	1,0
Т – 2 токсин	0,1
Ерукова кислота, включаючи ерукову кислоту, пов'язану в жир	20 г/кг

Таблиця 1.12 – Мікробіологічні показники олії соняшкової <sup>14</sup>

Показники	Допустимі рівні, не більше ніж	Методи контролювання
Кількість аеробних та факультативно – анаеробних мікроорганізмів, КУО/г, не більше ніж	500	ДСТУ 7357:2013
Бактерії групи кишкових паличок (коліформи), у 1 г	Не допустимо	ДСТУ 7357:2013
Коагулазопозитивні <i>Stafilococcus</i> , у 1 г	Не допустимо	ДСП 4.4.5.078–2001
Патогенні мікроорганізми, зокрема бактерії роду <i>Salmonella</i> , у 25 г	Не допустимо	ДСП 4.4.5.078–2001
Дріжджі, КУО/г	Не допустимо	ДСТУ 8447:2015
Плісняві гриби, КУО/г, не більше ніж	100	ДСТУ 8447:2015

					211959.25.ЕЕМ.01.ПЗ	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

Згідно з нормативними вимогами, соняшникова олія повинна відповідати встановленим радіологічним критеріям безпеки. Деталізовані допустимі рівні радіонуклідів у складі продукції наведено в таблиці 1.13.<sup>12</sup>

Таблиця 1.13 – Допустимі рівні вмісту радіонуклідів <sup>137</sup> Cs та <sup>90</sup>Sr у харчових продуктах та питній воді <sup>12</sup>

Найменування продукції	ДР, Cs Бк/кг	ДР, Sr Бк/кг
Рослинні жири та олії, а також продукти на їх основі (у т.ч. маргарини, кулінарні жири, кондитерські жири, креми тощо)	100	30

Допустимі рівні залишкових кількостей пестицидів у соняшковій олії визначаються відповідно до вимог санітарного законодавства та встановлених нормативів щодо безпечної кількості хімічних забруднювачів у харчових продуктах.<sup>13</sup>

Таблиця 1.14 – Гранично допустимі рівні залишкових кількостей пестицидів у соняшковій олії<sup>13</sup>

Назва діючої речовини	Препарати та препаративні форми	Максимально допустимий рівень у соняшковій олії, мг/кг
Ацетаміприд	Моспілан, 20 % р.п.	0,2
Ацетохлор	Аценіт, 50 % к.е. Ацетал, 55 % к.е.	0,01
Гліфосат	Гліалка, 36 % в.р., Глісол, 36 % в.р. Глітан, 36 % в.р.,	0,1
Глюфосинат амонію	Баста, 14 % в.р., 20 % в.р. Ліберті, 18 % в.р.	0,02
Дикват	Реглон, 20 % в.р.	0,1
Диметенамід	Фронтсер 900, 90 % к.е.	0,02
Диметоат	Бі – 58, 40 % к.е. Данадим, 40 % к.е.	0,1
Дифлубен – зурон	Димілій, 25 % з.п.	0,1

					211959.25.ЕЕМ.01.ПЗ	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30

Допустимий вміст ГХЦГ гамма – ізомер (гексахлоран) становить для безносереднього використання на харчові цілі – 0,05 млн<sup>-1</sup> мг/кг, для перероблення на харчові продукти – 1,0 млн<sup>-1</sup> мг/кг, на технічні цілі – більше ніж 1,0. Гептахлор не допустимий. ДДТ становить для безносереднього використання на харчові цілі – 0,1 млн<sup>-1</sup> мг/кг, для перероблення на харчові продукти – 0,25 млн<sup>-1</sup> мг/кг, на технічні цілі – більше ніж 0,25.<sup>14</sup>

Гранично допустимий вміст речовини не повинен перевищувати встановлені санітарні норми токсичних елементів, мг/кг: у соняшниковій олії, які показано в таблиці 1.15

Таблиця 1.15 – Максимально допустимий рівень умісту токсичних елементів у соняшниковій олії<sup>14</sup>

Токсичний елемент	Гранично припустима концентрація, мг/кг
Свинець	0,1
Кадмій	0,05
Арсен	0,2
Ртуть	0,03
Мідь	0,5
Миш'як	0,1
Залізо	5,0
Цинк	5,0

Максимально допустимий рівень умісту ПАВ у соняшниковій олії має становити: бенз(а)пірен 2,0 мкг/кг; сума бенз(а)пірену, бенз(а)антрацену, бензо(б) флуорантену 10,0 мкг/кг.<sup>14</sup>

## 1.6 Опис технологічного процесу виробництва нерафінованої соняшникової олії

У процесі отримання рослинних олій застосовуються два основні методи вилучення жиру з насіння: механічне пресування та екстракція. Вони можуть використовуватися як окремо, так і в поєднанні, залежно від бажаної ефективності та характеристик кінцевого продукту. Пресування – це процес механічного віджиму олії за допомогою шнекових пресів.

					211959.25.ЕЕМ.01.ПЗ	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

Віджим є більш екологічним методом видобутку олії, хоча при цьому її вихід зазвичай нижчий. Натомість екстракційний спосіб є більш економічним, оскільки дає змогу отримати до 99 % жиру із сировини.<sup>15</sup>

Процес пресування є одним із основних способів отримання рослинної олії, що базується на механічному віджиманні жиру з олійного насіння. Основні етапи цієї технології включають:

- підготовка сировини – очищення, лушпиння, домішок та сторонніх включень;
- сушіння та кондиціонування – доведення вологості насіння до оптимального рівня для ефективного віджимання;
- подрібнення – роздроблення насіння для полегшення вилучення олії;
- пресування – механічне видавлювання з насіння олії за допомогою шнекових пресів;
- фільтрація – первинне очищення олії від дрібних частинок і залишків макухи;
- зберігання та подальша обробка – відстоювання або рафінація для покращення якості готового продукту;
- обробка макухи – залишковий продукт після пресування використовується у виробництві кормів або піддається додатковій екстракції.

**Метод пресування** дозволяє отримати натуральну олію з мінімальним втручанням у її склад, що зберігає її корисні властивості та поживні речовини.

**Технологія отримання:** олійне насіння зберігають на підприємствах до моменту переробки, забезпечуючи оптимальні умови, які сприяють збереженню його якості та запобігають пошкодженню або псуванню.<sup>16</sup>

Щоб зберегти якість насіння протягом тривалого часу, створюють такі умови, за яких біохімічні процеси, зокрема дихання, протікають з мінімальною інтенсивністю.

Найважливішими факторами, що впливають на рівень дихання, є вологість і температура, а також доступ повітря до збереженого насіння.

					211959.25.ЕЕМ.01.ПЗ	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

Для збереження високої якості олійного насіння застосовують певні режими зберігання, які забезпечують мінімальні втрати продукту і підтримують його властивості. Перш за все, вологість насіння має бути на 2 – 3 % нижчою за критичний рівень, що допомагає зменшити активність мікроорганізмів і біохімічних процесів, що спричиняють псування. Другий важливий режим – зберігання у охолодженому стані, яке уповільнює біохімічні реакції та запобігає самозігріванню насіння. Третій фактор – обмежений доступ повітря, що зменшує окислювальні процеси і ризик появи шкідників. Ці режими можна комбінувати, наприклад, одночасно підтримувати низьку вологість та низьку температуру, що створює максимально сприятливі умови для тривалого зберігання насіння. Оптимальні умови дозволяють значно знизити або навіть повністю зупинити біохімічні процеси у насінній масі, що допомагає уникнути втрат і зберегти якість олії.<sup>16</sup>

Перед вилученням олії насіння проходить обов'язкову підготовку, що включає очищення від різних домішок та сушіння. Очищення базується на фізичних властивостях домішок і самого насіння – розмірах, формі, аеродинамічних та магнітних характеристиках. У промисловому виробництві найчастіше застосовують високоефективні комбіновані машини, що дозволяють комплексно очистити насіння. Серед них найбільш поширені повітряно – ситові сепаратори. Насіння проходить через сито з певним розміром отворів, що дозволяє відділити більші або дрібніші домішки. Одночасно на вході і виході сепаратора подається повітря, яке виносить легкі домішки, такі як пил, солома чи оболонки. Для вилучення металевих домішок використовується постійний магніт, розміщений на виході з сепаратора.

Для більш рівномірного зберігання і переробки насіння поділяють на дві фракції. Дрібна фракція містить незріле або щупле насіння, відразу направляється на переробку, оскільки вона менш придатна для тривалого зберігання. Особливу увагу у технологічному процесі приділяють співвідношенню вологості оболонки та ядра насіння. Для ефективного руйнування оболонки з мінімальним пошкодженням ядра необхідно, щоб вологість оболонки була нижчою за вологість самого ядра. Це забезпечує якісне відділення олії без втрати цінних властивостей насіння.<sup>16</sup>

					211959.25.ЕЕМ.01.ПЗ	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

Кондиціонування олійного насіння здійснюється шляхом зменшення його вологості через сушіння. Для цього застосовують теплову обробку сумішшю димових газів і повітря у спеціалізованих сушарках різної конструкції, при цьому строго дотримуються встановлених режимів сушіння. Після висушування насіння необхідно охолодити до температури, яка не перевищує температуру навколишнього повітря понад 5 °С.<sup>16</sup>

Процес відділення оболонки від ядра суттєво покращує якість отриманої олії, підвищує ефективність роботи технологічного обладнання, зменшує втрати олії, а також підвищує харчову і кормову цінність макухи та шроту.<sup>16</sup>

В процесі обробки олійного насіння методом шеретування використовують різні пристрої залежно від структури оболонки та ядра. Наприклад, у випадку соняшникового насіння процес відділення зовнішньої оболонки відбувається за рахунок ударного впливу, який руйнує її структуру. Для цього використовують батіжні та відцентрові шеретувальні машини, що здійснюють багаторазові удари.

Щоб відокремити оболонку від ядра і розділити шерет на фракції, використовують сепарування. Ядро, що пройшло очищення і призначене для подальшого вилучення олії пресуванням, має міститися в кількості, що не перевищує 3 %. При цьому вміст олії в відділеній оболонці не повинен перевищувати ботанічний рівень понад 0,5 %.<sup>16</sup>

Здрібнювання насіння є важливим етапом, оскільки олія знаходиться всередині клітин насіння. Для її ефективного вилучення потрібно руйнувати клітинну структуру сировини, в результаті чого утворюється м'ятка – матеріал з розвиненою поверхнею, у якому переважають порушені клітинні оболонки.

Олія виходить і утримується на зовнішній поверхні частинок м'ятки, тоді як частина її залишається всередині непошкоджених клітин. Якісно подрібнена м'ятка має бути вільною від живих рослинних клітин.

Механічне пресування на шнекових пресах використовується для вилучення олії з рослинної сировини.<sup>16</sup>

					211959.25.ЕЕМ.01.ПЗ	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

Для насіння з високим вмістом олії зазвичай застосовують двоетапне пресування. Спочатку основна кількість олії знімається на шнекових пресах, а остаточне вилучення відбувається на пресах під високим тиском.

Перед початком попереднього пресування м'ятку піддають вологотепловій обробці – це гідротермічна стадія, яка послаблює зв'язок олії з частками м'ятки і полегшує її відділення при пресуванні. Така оброблена м'ятка отримала назву мезга і має змінену структуру.

Вологотеплова обробка виконується у два етапи. Спершу м'ятка і насіння соняшнику доводяться до вологості 7 – 9 % та температури близько 60 °С. Під час цього процесу вода поглинається частками м'ятки, що призводить до їх набрякання і підвищення пластичності. Внаслідок цього зв'язок олії з набухлими частками слабшає, олія вивільняється на поверхню, а її в'язкість помітно зменшується.<sup>16</sup>

Другий етап обробки м'ятки полягає у її висушуванні за  $t = 105$  °С, що дозволяє знизити вологість мезги з насіння соняшнику до 5 – 6 %. На цьому етапі відбувається денатурація білків, внаслідок чого мезга втрачає свою пластичність і набуває більш твердої структури, що сприяє ефективнішому видавлюванню олії.<sup>16</sup>

Для попереднього вилучення олії використовують шнекові преси, які часто називають форпресами.

Основними робочими елементами такого пресу є роз'ємний ступінчастий циліндр і розташований всередині нього шнековий вал. Циліндр виконаний із сталевих пластин і має подовжні щілини для стікання олії, які водночас не пропускають частинки мезги.

Остаточне відділення олії здійснюють пресуванням мезги, яка отримується після додаткової обробки форпресової макухи.<sup>16</sup>

Цю макуху подрібнюють і піддають інтенсивнішій вологотепловій обробці для поліпшення пластичних властивостей мезги, що є необхідним для більш ефективного вилучення олії на заключному етапі.

					211959.25.ЕЕМ.01.ПЗ	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

На завершальному етапі підготовки мезги до остаточного вилучення олії проводиться її спеціальна обробка. Зокрема, здрібнену макуху зволожують до рівня вологості 8 – 9 %, що необхідно для покращення її термічної обробки. Після цього мезгу піддають пропарюванню за температури 115 – 120 °С. У процесі цієї обробки вологість сировини зменшується до 2,5 – 3,2 %. Така підготовка забезпечує необхідні фізико – хімічні властивості, зокрема пластичність і пористість, що сприяє ефективнішому відокремленню залишкової олії.<sup>16</sup>

Оброблена мезга подається на шнекові преси для фінального етапу вилучення олії – остаточного віджиму. Ці преси, що належать до типу експелерів, мають нижчу продуктивність порівняно з попередніми форпресами, однак забезпечують значно сильніший стискання олієвмісної маси. Завдяки цьому експелер дозволяє витиснути майже всю залишкову олію, залишаючи у макусі не більше 6 % жиру.<sup>16</sup>

Олія, що залишається в макусі після віджиму, частково знаходиться всередині клітин, які не були повністю зруйновані під час переробки, а частково – на поверхні частинок пресованого матеріалу. Відразу після вилучення олія містить різноманітні механічні домішки: дрібні уламки клітин, частинки мезги, пил, які потрапляють у продукт під час пресування. Якщо ці домішки не вилучити, це призводить до небажаних хімічних реакцій та погіршення якості олії вже на етапі зберігання. Саме тому очищення є обов'язковою технологічною операцією, що забезпечує стабільність і безпечність продукції.

Первинне очищення рослинної олії передбачає застосування кількох технологічних методів для видалення механічних домішок. На стадії відстоювання з олії усувають великі частинки, що осідають під дією сили тяжіння у спеціальних ємностях – гущепастках. Фільтрація дозволяє видалити дрібнодисперсні домішки за допомогою фільтрпресів або фільтрувальних тканин, стійких до впливу жиру (наприклад, бельтинг, міткаль, лавсан, капрон).

Центрифугування здійснюється із застосуванням – сепараторів або центрифуг – і забезпечує ефективне розділення твердих домішок за рахунок відцентрової сили. Комплексне використання цих методів гарантує отримання сирової олії високої якості, придатної для подальшої переробки або фасування.<sup>16</sup>

					211959.25.EEM.01.ПЗ	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

### **1.6.1 Принципова технологічна схема виробництва нерафінованої соняшникової олії**

Опис принципової технологічної схеми виробництва нерафінованої соняшникової олії зображеної на рисунку 1.2.

Принципова технологічна схема виробництва нерафінованої соняшникової олії включає низку послідовних етапів, кожен із яких має важливе значення для отримання якісного готового продукту.

Процес починається з приймання, зберігання та підготовки олійного насіння. Насіння соняшника надходить на підприємство, де його перевіряють на якість, зважують, очищують від грубих домішок і тимчасово зберігають у силосах або на складах при контрольованих умовах для запобігання псуванню.

Далі здійснюється очищення насіння від домішок. На цьому етапі використовують механічне, повітряне та магнітне очищення для видалення часток пилу, лушпиння, металів, каміння та інших сторонніх включень, які можуть негативно вплинути на якість олії або пошкодити обладнання.

Після очищення насіння піддається кондиціонуванню та сушінню. Цей процес триває 15 – 20 хвилин, за яких вологість насіння зменшується до 2 – 3 %. Сушіння проводять у спеціальних сушарках, де насіння нагрівається до температур, що сприяють його подальшому ефективному подрібненню та вилученню олії.

Потім насіння направляється на шеретування – механічне руйнування його оболонки. Це дозволяє ефективніше подрібнювати ядро насіння на наступному етапі. Подрібнення відбувається у вальцових станках, в результаті чого утворюється м'ятка – маса з дрібно подрібнених частинок, яка містить велику кількість олії.

М'ятка надходить у форпрес, де здійснюється попереднє видавлювання олії. У результаті форпресування отримують першу порцію нерафінованої олії та макуху – спресований залишок із ще досить високим вмістом жиру.

					211959.25.ЕЕМ.01.ПЗ	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

Макуха, що утворилася після форпресу, подрібнюється та проходить вологотеплову обробку. Її нагрівають до температури 110 – 120 °С за вологості 3 – 5 %. Така обробка розм'якшує структуру макухи, полегшуючи остаточне видобування залишкової олії.

Далі здійснюється остаточне вилучення олії. Залежно від технології, це може бути повторне пресування або екстракція за допомогою органічних розчинників. У випадку механічного способу використовується другий прес. В результаті отримують ще певну кількість олії та шрот – знежирений побічний продукт, що використовується як кормова добавка.

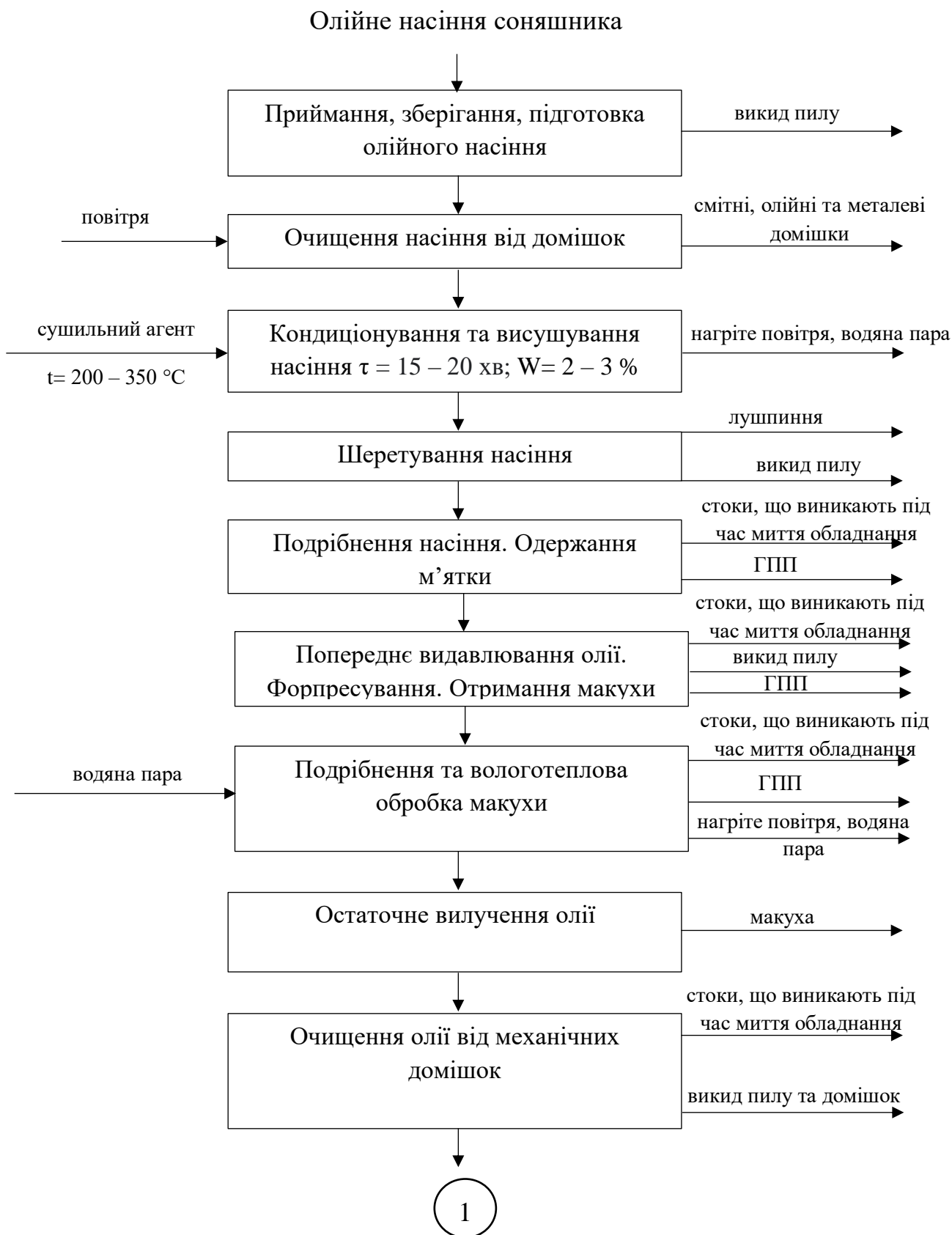
Отриману олію очищують від механічних домішок. Для цього використовують фільтрацію або відстоювання. Видаляються рештки м'якоті, оболонки, пилу – усе, що може знижувати якість та прозорість кінцевого продукту.

Після очищення нерафінована соняшникова олія надходить на розлив, упаковку та маркування. Її фасують у пляшки або іншу споживчу тару, наносять відповідну етикетку з інформацією про продукт, дату виготовлення, термін придатності та умови зберігання.

Готову продукцію зберігають при температурі 8 – 12 °С до відправлення на реалізацію. Дотримання температурного режиму запобігає псуванню олії та забезпечує її тривалий термін зберігання.

Таким чином, нерафінована соняшникова олія проходить складний багатоступеневий шлях – від очищення насіння до розливу й зберігання.

					211959.25.ЕЕМ.01.ПЗ	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38



					211959.25.ЕЕМ.01.ПЗ	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

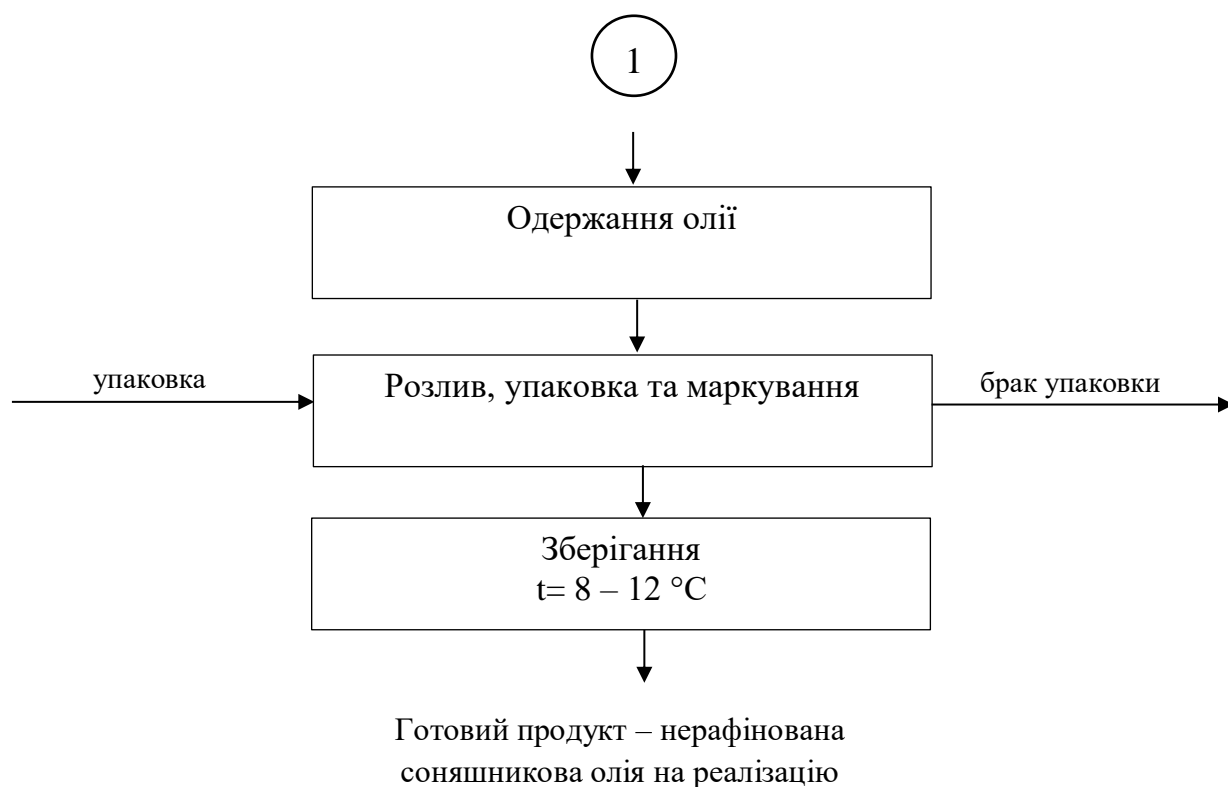


Рисунок 1.2 – Принципова технологічна схема виробництва соняшникової нерафінованої олії методом пресування

### 1.6.2 Апаратурно – технологічна схема виробництва соняшникової нерафінованої олії

Апаратурно – технологічна схема виробництва соняшникової нерафінованої олії представлена на першому аркуші графічної частини.

Перед подачею соняшникового насіння на короткострокове зберігання в силоси його спочатку зважують за допомогою вагових установок. Далі насіння транспортується норією 2 до наступного етапу – очищення. На цій стадії воно проходить крізь ситовий 1 та магнітний 3 сепаратори. Ситовий сепаратор забезпечує відділення великих і дрібних механічних домішок, а магнітний – ефективно усуває металеві частинки, які можуть потрапити до сировини під час збору або транспортування. Вилучені органічні домішки, зокрема залишки рослинного походження, не утилізуються, а спрямовуються на переробку у виробництві комбікормів.

					211959.25.ЕЕМ.01.ПЗ	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

Далі насіння надходить у сушарку 20, де доводяться до необхідної вологості. Наступним етапом у переробці насіння соняшнику є максимально повне відокремлення оболонки від ядра. Цей процес включає дві технологічні операції: перше – лушення (під час якого насіння розколюється з метою розкриття оболонки); друге – відокремлення оболонки від ядра за допомогою методів відвіювання чи сепарації, що дозволяє отримати чисте ядро для подальшої обробки, що здійснюються в рушально – вієчній машині 4.

Насіння надходить у рушально – вієчну машину 4, яка здійснює лушення насіння, розділення ядра та оболонки. При цьому формується на виході три потоки, які, залежно від їх складу, направляються на наступні ділянки технологічної схеми: перший потік другий потік, що складається з ядра насіння соняшнику та частинок лушпиння, направляється в аспіраційний пристрій 4, де потоком повітря виноситься лушпиння; третій потік ядра разом із січкою надходить у жаровні 10. Після лушення ядра направляються до вальцьового подрібнювача 5, де відбувається їхнє роздрібнення. Цей етап спрямований на порушення клітинної структури, що забезпечує ефективніше вивільнення олії. Подрібнення може проводитися в один або два етапи – спочатку грубе, а потім – більш тонке. Завдяки цьому створюються необхідні умови для подальшого результативного пресування, що сприяє максимальному вилученню олії з сировини.

Після подрібнення отримана м'ятка після вальцьового подрібнювача 5, спрямовується до жаровні 10, де проходить гідротермічну обробку. На цьому етапі продукт піддається впливу вологи та температури, що забезпечує необхідну пластичність маси. Така обробка сприяє розм'якшенню структури м'ятки, що значно полегшує подальше вилучення олії під час пресування. Перед подальшим пресуванням мезга проходить обробку в жаровні 10, де нагрівається до температури 105 – 115 °С та доводиться до вологості 5 – 7 %. Шнекові конвеєри 6, 7, 11 і 13 використовуються для транспортування сировини та продуктів переробки між різними етапами виробництва. Конвеєри 6 і 7 переміщують насіння та м'ятку між основними технологічними вузлами, тоді як конвеєри 11 і 13 забезпечують подачу сировини до преса та транспортування макухи після пресування.

					211959.25.ЕЕМ.01.ПЗ	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

Бункери для м'ятки 8 і для лушпиння 9 виконують функцію накопичення та тимчасового зберігання відповідних продуктів перед їх подальшою обробкою. Бункер 8 призначений для зберігання подрібненої м'ятки перед її подачею у жаровню, тоді як бункер 9 використовується для збору відокремленого лушпиння, яке може бути використане як відхід або вторинна сировина.

Після термічної обробки мезга подається у шнековий прес 12, де отримують два продукти – олію та макуху. Олія, що виходить після пресування, спочатку збирається у бункери для неочищеної олії 14 та 15, а потім проходить через фільтр – преси або відстійники 17, де відбувається її очищення. Після цього очищена олія надходить у спеціальні ємності 16 для відстоювання та подальшого зберігання перед відвантаженням споживачам.

Відходи виробництва, такі як лушпиння та пил, збираються у спеціальні бункери 18 і 19 та можуть використовуватися у комбікормовому виробництві або як паливо. Завдяки такій схемі забезпечується ефективний процес виробництва соняшникової нерафінованої олії з мінімальними втратами та оптимальним використанням ресурсів.

					211959.25.ЕЕМ.01.ПЗ	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

## РОЗДІЛ 2

### ЕКОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ПІДПРИЄМСТВА ТА ОЦІНКА ЙОГО ВПЛИВУ НА ДОВКІЛЛЯ

#### 2.1 Джерела утворення стічних вод на підприємстві

ТОВ «БОКАРЬОВ» спеціалізується на виробництві олії та тваринних жирів, і тому на підприємстві використовуються різні типи води, які відіграють важливу роль у технологічних процесах.

Технологічна вода застосовується для промивання сировини, зокрема насіння, плодів або тваринної сировини, а також у процесах екстракції та пресування. Вода також необхідна для очищення обладнання та трубопроводів від жирових залишків.

Охолоджувальна вода застосовується для охолодження обладнання і готової продукції, а також для відведення тепла від парових установок і теплообмінних апаратів. Парова та конденсатна вода необхідна для роботи парових котлів, що використовуються для нагрівання сировини або екстракції. В процесі роботи з'являється конденсат, який може частково повторно використовуватися.

Санітарно – побутова вода забезпечує потреби персоналу, зокрема використовується у туалетах, душових та їдальнях. Вона також необхідна для санітарного прибирання приміщень, що підтримує гігієнічні умови на виробництві.

Дощова або атмосферна вода надходить у систему стічних вод із дахів, доріг та території підприємства. При контакті з виробничими зонами вона може забруднюватися, тому її необхідно контролювати та за потреби очищати.

					211959.25.ЕЕМ.02.ПЗ		
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>			
<i>Розроб.</i>		Дзюба Д.В.			<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		Тогачинська О.В			Д	43	101
<i>Реценз.</i>					ЕК – IV – 4		
<i>Н.контр.</i>							
<i>Затверд.</i>		Якименко І.Л.					
ЕКОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ПІДПРИЄМСТВА ТА ОЦІНКА ЙОГО ВПЛИВУ НА ДОВКІЛЛЯ							

Також на підприємстві можуть утворюватися й інші категорії води, наприклад, відпрацьовані розчини чи фільтраційні води. Основними джерелами забруднення є промивні води після очищення сировини та обладнання, а також конденсаційні води з виробничих процесів, в процесі миття обладнання, резервуарів, пресів, фільтрів та при санітарному очищенні виробничих приміщень. Вони забруднюються залишками олії, жирів, домішками з сировини, вибілювальними речовинами, реагентами, що використовуються у виробництві, та мийними засобами.<sup>17</sup>

Також у складі стічних вод присутні втрати олії та побічні продукти рафінування, зокрема мило та соапсток. Додатково підприємство утворює стоки, пов'язані з охолоджувальними процесами, очищенням парових установок та конденсатом.

На підприємстві передбачається схема водовідведення й очищення стоків, яка мінімізує їхнє скидання у природні водойми, забезпечує максимально ефективне повторне та замкнуте використання води, а також передбачає повне вилучення і подальшу утилізацію цінних компонентів, що містяться у стоках. Споживання води на ефективних олійно – жирових підприємствах становить приблизно 1,2 – 2,8 дм<sup>3</sup> на 1 кг переробленої сировини, залежно від застосованих технологій та рівня автоматизації виробничих процесів.<sup>17</sup>

Стічні води даного заводу мають у своєму складі дуже багато жиру, масел та інших органічних сполук, що потребує ефективних методів очищення перед їх скиданням або повторним використанням.

## 2.2 Характеристика стічних вод

Стоки олійно – жирової промисловості мають високу концентрацію жирових домішок і належать до категорії складних промислових забруднень. Для переробки однієї тонни соняшникового насіння олійноекстракційні підприємства споживають близько 21 м<sup>3</sup> води, тоді як гідрогенізаційні підприємства – приблизно 14 м<sup>3</sup> на одну тонну саломаси.<sup>15,18</sup>

					211959.25.ЕЕМ.02.ПЗ	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

У ході технологічного процесу до стічних вод потрапляє широкий спектр органічних і неорганічних забруднювачів, що утворюються переважно в ході технологічної обробки соапстоків. Серед них: жирні кислоти й їхні солі (у вигляді мильних розчинів), гліцерин, нейтральні жири, фосфоліпіди, білки, вуглеводи, барвники природного походження (зокрема каротиноїди, хлорофіл), неомилювані речовини, воски, а також мінеральні солі (натрію хлорид і сульфат) та механічні домішки. Хімічний склад соапстоків може суттєво змінюватися залежно від типу сировини, її якості та співвідношення супутніх речовин у продукті.

Стічні води олійно – жирового заводу характеризуються високим вмістом жирів, олій та залишків сировини. Вони часто мають каламутний, сірий колір з пластівчастими суспензіями через наявність в них жирових часток і мила, а також рівень рН, залежно від використаних хімічних реагентів (у межах 4,5 – 10,5, залежно від стадії виробництва):<sup>18</sup>

- після нейтралізації олії (реакція з лугами, наприклад NaOH) – рН 8,5 – 10,5 (лужні стоки);
- після кислотної обробки або вибілювання – рН 4,5 – 6,5 (кислі стоки);
- після змішування різних виробничих стоків – рН 6,0 – 8,0 (залежить від співвідношення кислих і лужних вод).

Олійно – жировий завод має стічні води, які характеризуються наявністю великої кількості органічних забруднювачів, зокрема жирів, масел, миючих засобів і побічних продуктів переробки олії.

Вони утворюються в результаті різних технологічних процесів, таких як миття сировини, очищення обладнання, пресування і екстракція олії. Під час очищення олії, а також у процесах нейтралізації, відбувається утворення соапстоків, що містять залишки лугів і олії.

Один з основних компонентів стічних вод – це жири та олії, які потрапляють у стоки після процесу пресування і екстракції, а також в результаті миття обладнання.

					211959.25.ЕЕМ.02.ПЗ	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

Вода, що використовується для промивання та очищення виробничих ємностей, часто містить залишки олії та жирів, а також миючі засоби, які використовуються для очищення поверхонь від забруднень. Стічні води олієжирових підприємств мають високий рівень органічного забруднення, що проявляється у підвищеній біохімічній потребі в кисні; також входять інші домішки, зокрема хімічні реагенти, що використовуються для очищення олії (кислоти, луги) і незначні кількості важких металів, які можуть потрапити в процесах переробки сировини. Крім того, утворюються стоки від охолоджувальних систем та конденсаційних процесів, що виникають у результаті роботи парових установок, які використовуються для нагрівання сировини.<sup>19</sup>

Тому, основними поллютантами ТОВ «БОКАРЬОВ» є нейтральні жири, фосфоліпіди, органічні кислоти та інші речовини органічного походження.

Рівні забруднюючих речовин у промислових стічних водах олійно – жирового підприємства представлені в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Рівні концентрації забруднювачів у промислових стічних водах олійно – жирового підприємства<sup>19</sup>

Найменування показника	Розмірність	Значення
Завислі речовини	мг/ дм <sup>3</sup>	1250
Жири	мг/ дм <sup>3</sup>	1500
БСК повн.	мг О <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	3800
ХСК	мг О <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	4500
Азот загальний	мг/ дм <sup>3</sup>	76
Фосфати	мг/ дм <sup>3</sup>	11
pH	од.pH	7

Відпрацьовані води з олійно – жирового виробництва направляються в каналізацію, однак через наявність великої кількості органічних і хімічних домішок необхідно застосовувати додаткові технології очищення.

Відповідно до нормативних вимог щодо прийому стічних вод від підприємств у міську каналізаційну систему Чернігова та області, показник стоків БСК<sub>5</sub> стоків має становити не більше ніж 270 мг О<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>, ХСК – не більше 675 мг О<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>.<sup>20</sup>

					211959.25.ЕЕМ.02.ПЗ	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

Так як основні забруднювачі, присутні у виробничих стічних водах підприємства, це – жири, масла, миючі засоби, залишки сировини, а також побічні продукти виробництва, такі як соапсток, то це свідчить про значне органічне навантаження, що може негативно впливати на роботу очисних споруд каналізаційної системи.

Враховуючи рівень забруднення стічних вод, для забезпечення екологічної безпеки та дотримання санітарних вимог заводу необхідно впроваджувати додаткові методи очищення води.

### 2.3 Вимоги до очищеної води

В разі скидання стічних вод олійного заводу до централізованої каналізаційної мережі, вони повинні відповідати вимогам, встановленим місцевим підприємством водопровідно – каналізаційного господарства. Ці норми спрямовані на забезпечення належного функціонування систем водовідведення, безпечної експлуатації обладнання та ефективної роботи міських очисних споруд.

Перед скиданням у каналізацію стоки мають відповідати встановленим межам за основними фізико – хімічними показниками. Температура води не повинна перевищувати + 40 °С, рН повинен знаходитись у межах 6,5 – 8,5. <sup>21</sup>

Завислі речовини, як правило, допускаються у концентрації не більше 150 – 300 мг/дм<sup>3</sup>. БСК<sub>5</sub> не повинно перевищувати 200 – 300 мг/дм<sup>3</sup>, а хімічне ХСК – до 500 мг/дм<sup>3</sup>. <sup>21</sup> Особливо контролюється вміст жирів та олій, оскільки їх накопичення може викликати засмічення труб і порушення роботи обладнання; допустимий рівень зазвичай становить до 20 – 30 мг/дм<sup>3</sup>. <sup>21</sup>

Окрім цього, регламентується допустима концентрація азотовмісних сполук – амонійного азоту до 20 мг/дм<sup>3</sup>, фосфатів – не більше 3 – 5 мг/ дм<sup>3</sup>. У виробничих стічних водах заборонено наявність небезпечних чи агресивних компонентів, здатних спричинити корозійні процеси, токсичну дію, утворення піни або створити вибухонебезпечну ситуацію. <sup>21</sup>

					211959.25.ЕЕМ.02.ПЗ	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

Також заборонено скид рідин із високим вмістом токсичних елементів або важких металів.

Підприємство, яке здійснює скидання стічних вод, зобов'язане дотримуватись «Правил приймання стічних вод до систем централізованого водовідведення населеного пункту», а також укласти договір з водоканалом, у якому прописані гранично допустимі концентрації для кожного показника.<sup>21</sup>

Часто додатковою умовою є облаштування контрольного колодязя, через який відбираються проби для лабораторного аналізу. Виконання цих вимог гарантує законність скиду, безпеку для міської інфраструктури та унеможливорює нарахування штрафів або призупинення водовідведення.

## 2.4 Аналіз існуючих способів очищення стічних вод на підприємстві

Очищення стоків, які утворюються в процесі рафінування соняшникової олії, пов'язане з кількома основними етапами виробництва.

Під час промивання нейтралізованої олії формуються промивні стічні води, які містять залишкові жири та мило. Ці води спочатку спрямовуються у спеціальні ємності для відстоювання, де відбувається розподіл складових: нейтральна олія може бути повторно використана або додана до побічних продуктів, а жириломісна рідина спрямовується на подальше очищення.<sup>22</sup>

При вибілюванні олії утворюється конденсат сокової пари, а в результаті миття пластин у пластинчастих фільтрах з'являється вода, що містить незначну кількість жирових залишків, вибілювального матеріалу та допоміжних фільтрувальних речовин. Ці води також проходять стадію очищення перед утилізацією або подальшою обробкою.<sup>22</sup>

Дезодорація олії супроводжується утворенням барометричних вод, які циркулюють у замкненому оборотному циклі. Вони складаються з конденсату робочої пари, летких домішок та охолоджувальної води. Після конденсації у спеціальних теплообмінниках барометричні води охолоджуються й повертаються до технологічного процесу.<sup>22</sup>

					211959.25.ЕЕМ.02.ПЗ	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

Охолоджувальна вода, яка використовується для зниження температури дезодорованої олії, залишається чистою і повертається до системи оборотного водопостачання.<sup>22</sup>

Додатково на етапі дезодорації утворюється вода під час промивання обладнання, яке очищається раз на кілька місяців. Вони містять залишки жиру і мила, тому спрямовуються на відповідні системи очищення перед утилізацією.

На ТОВ «БОКАРЬОВ» очищення стічних вод здійснюється не в повному обсязі та є малоефективним для забезпечення належного рівня очищення перед каналізацією.

На підприємстві встановлені лише жироловлівач (як попереднє очищення), ґратки та пісколовлювач – забезпечують механічне відділення крупних забруднень, піску. Проте цього недостатньо для ефективного зниження показників забруднення.<sup>23</sup>

Для зменшення екологічного впливу та забезпечення відповідності вимогам нормативів, підприємству необхідно впровадити більш ефективну систему очищення стоків.<sup>23</sup>

Такий підхід не тільки дозволить зменшити екологічне навантаження на довкілля, а й дозволить відповідати вимогам природоохоронного законодавства, зменшуючи потенційні ризики екологічних штрафів та негативного впливу на водні об'єкти.

## **2.5 Характеристика інших екологічних проблем ТОВ «БОКАРЬОВ»**

### **2.5.1 Джерела утворення та характеристика викидів**

У процесі функціонування олійножирового підприємства в атмосферне повітря потрапляють пилоподібні частки та інші забруднювальні речовини, що утворюються на різних етапах виробництва. Основними джерелами таких викидів є операції з очищення та подрібнення насіння, відокремлення лушпиння від ядра, а також процеси транспортування і зберігання шроту.

					211959.25.ЕЕМ.02.ПЗ	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

В атмосферу потрапляють не лише частинки пилу, а й пари бензину, що з'являються на різних виробничих етапах екстракції олії з насіння. Окрім цього, викиди включають насичені й ненасичені вуглеводні, а також альдегіди, що вивільняються під час рафінації олії.

Пилові забруднення, зокрема, можуть потрапляти в атмосферу також у разі порушення герметичності устаткування чи недостатнього контролю за очищенням газопилових потоків.

Ще одне джерело забруднення атмосфери – це викиди від згоряння палива в котельнях підприємства. Завод використовує природний газ як основне паливо, тому в атмосферу викидаються в основному оксиди вуглецю (CO), оксиди азоту (NO<sub>x</sub>), невеликі кількості органічних сполук (включаючи вуглеводні), що сприяють забрудненню повітряного середовища.<sup>24</sup>

Також забруднення повітря може відбуватися через випаровування летких органічних сполук, що утворюються в процесах зберігання та переробки олій, а також через виробничі та специфічні процеси, які супроводжуються використанням хімічних речовин.

Викиди в атмосферу від олійножирового підприємства включають різні забруднюючі речовини, які утворюються в процесі виробництва та переробки олії. Жоден із зазначених нижче викидів в атмосферу не повинен перевищувати ГДК. Основними забруднювачами є:<sup>24</sup>

- пилові частинки, які утворюються при механічному очищенні насіння, подрібненні, транспортуванні сировини та зберіганні шроту. Викиди пилу можуть спричинити запилення навколишнього середовища, що призводить до забруднення повітря і може викликати захворювання органів дихання;
- оксиди азоту (NO<sub>x</sub>) утворюються внаслідок спалювання природного газу в котельних установках та інших теплових агрегатах. Ці сполуки сприяють утворенню смогу, кислотних дощів та можуть викликати подразнення дихальних шляхів, збільшуючи ризик респіраторних захворювань;

					211959.25.EEM.02.ПЗ	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

- оксиди вуглецю (CO) – при неповному згорянні природного газу в котельнях. Цей газ є токсичним, може викликати отруєння та негативно впливає на кисневий баланс атмосфери;
- вуглекислий газ (CO<sub>2</sub>) – це головний парниковий газ, який утворюється при спалюванні палива в котельнях і роботі транспортних засобів. CO<sub>2</sub> в атмосфері призводить до глобального потепління та змін клімату;
- ЛОС утворюються на стадії екстракції олії із насіння та під час рафінації. До них належать залишки бензину або гексану, які можуть випаровуватися та потрапляти в атмосферу. Ці сполуки можуть бути токсичними для людей і навколишнього середовища, сприяючи забрудненню повітря;
- альдегіди виділяються під час дезодорації та термічної обробки олії. Вони можуть спричинити подразнення слизових оболонок і негативно впливати на дихальну систему.

На етапі виробництва шроту соняшникового використовується гексан – це органічна сполука, що складається з атомів вуглецю та водню. Він належить до насичених вуглеводнів і є представником класу алканів із лінійною структурою молекули. Цей розчинник використовується багаторазово та знаходиться у закритих ємностях технологічного виробничого обладнання.

Для того, щоб зменшити їх вплив треба застосування сучасних технологій очищення повітря, ефективних систем фільтрації, контролю за використанням розчинників та вдосконалення технологічних процесів. Важливим є також регулярний моніторинг складу викидів та впровадження заходів з підвищення енергоефективності виробництва.

ТОВ «БОКАРЬОВ» відноситься до третьої групи за ступенем впливу на забруднення атмосферного повітря та дотримується чинного законодавства щодо екологічної безпеки.

На олійножировому підприємстві відсутнє обладнання для очищення викидів, що утворюються в процесі виробництва.

					211959.25.ЕЕМ.02.ПЗ	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

Усі забруднюючі речовини, які виникають на різних етапах технологічного процесу, не проходять додаткового очищення перед викидом в атмосферу.

Єдина система, що використовується для відведення викидів, – це витяжна вентиляція, яка лише переміщує забруднене повітря з місця його утворення без будь – якої фільтрації чи обробки.

Це означає, що підприємство не має ефективних засобів для зниження концентрації шкідливих речовин у викидах, що може сприяти забрудненню навколишнього середовища. Відсутність систем для очищення викидів призводить до безперешкодного потрапляння їх у повітря у первісному стані.

### **2.5.2 Рекомендовані способи очищення викидів**

Касетно – рукавний фільтр ZEO – FK є високопродуктивним пристроєм для очищення повітря, що забезпечує ефективність фільтрації до 99,6 %, пропускна здатність коливається в межах від 4000 до 72000 м<sup>3</sup>/год. Це обладнання може бути інтегроване як у локальні, так і централізовані аспіраційні системи, поєднуючи при цьому високу продуктивність із компактними розмірами.<sup>25</sup>

Принцип дії фільтра: забруднене повітря через вхідний патрубок потрапляє в камеру із запиленим повітрям, де проходить через фільтрувальні матеріали. Пил затримується на фільтрувальних елементах, а очищене повітря рухається далі у камеру очищеного повітря й викидається назовні за допомогою витяжного вентилятора.

Система регенерації періодично видаляє накопичений пил із фільтрувальних елементів, спрямовуючи його у спеціальний бункер. Звідти пил вивантажується через випускний механізм або використовується у технологічних процесах чи як відходи.<sup>25</sup>

Фільтр оснащений пиловим бункером і шлюзовим затвором, що забезпечує ефективне видалення зібраного пилу.

					211959.25.ЕЕМ.02.ПЗ	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

Завдяки ретельно спроектованим геометричним характеристикам сопел та фільтрувальних елементів досягається висока ефективність процесу регенерації. В конструкції застосовуються якісні компоненти європейського виробництва.

Монтаж фільтра простий і швидкий, а його технічне обслуговування не вимагає значних витрат часу чи ресурсів. Енергоефективність обладнання дозволяє знизити витрати на електроенергію. Конструкція передбачає можливість встановлення як у приміщеннях, так і на відкритих майданчиках.

Фільтр ZEO – FK здатен працювати у широкому діапазоні температур від  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$  до  $+50\text{ }^{\circ}\text{C}$  за умови попередньої підготовки повітря згідно з технічними вимогами, зазначеними в паспорті. Крім того, доступні варіанти виконання, сертифіковані для роботи у вибухонебезпечних зонах АТЕХ 21 та АТЕХ 22, що дозволяє використовувати фільтр у потенційно небезпечних середовищах.<sup>25</sup>

Тому, встановлення фільтра ZEO – FK на підприємстві ТОВ «БОКАРЬОВ» дозволить значно знизити рівень газопилових викидів, забезпечуючи відповідність екологічним стандартам і покращуючи умови праці на виробництві.



Рисунок 4.1 – Фільтр касетно – рукавний ZEO – FK<sup>25</sup>

					211959.25.EEM.02.ПЗ	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

### 2.5.3 Джерела утворення та характеристика відходів

Джерелами утворення відходів при виробництві олії з соняшника є: <sup>15</sup>

- соняшникове насіння та лушпиння – утворюються на етапі підготовки сировини перед пресуванням та екстракцією олії. Лушпиння відокремлюється під час очищення та лущення насіння;
- відпрацьовані відбілювальні глини – з’являються в процесі рафінації олії, коли використані адсорбенти (відбілювальні глини) після очищення олії від небажаних пігментів, фосфоліпідів та металів втрачають свою ефективність; <sup>23</sup>
- воскоподібні речовини – залишаються після процесу зимової фільтрації (вінтеризації) олії, під час якого видаляються тверді жирові компоненти, що випадають в осад при низьких температурах;
- фільтрувальний порошок – утворюється під час фільтрації олії після відбілювання, коли спеціальні порошкові фільтруючі матеріали (наприклад, діатоміт або перліт) використовуються для видалення залишкових домішок; <sup>7</sup>
- відпрацьований каталізатор – з’являється в процесі гідрогенізації (перетворення рідких ненасичених жирів у тверді), коли каталізатори (наприклад, нікелевий) втрачають активність після багаторазового використання;
- гудрон – залишковий продукт процесу нейтралізації та дезодорації олії, що містить вільні жирні кислоти, фосфоліпіди, воски та інші домішки, які видаляються під час очищення олії.

Побічними продуктами виробництва олії є: макуха та шрот утворюються в процесах пресування та екстракції, фосфатидні концентрати – під час гідратації, а соапстоки виникають у ході лужної рафінації. <sup>15</sup>

Також на заводі накопичуються різноманітні побутові відходи, які потребують правильної утилізації.

					211959.25.ЕЕМ.02.ПЗ	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

До них належать відпрацьовані лампи, зношений спецодяг, використані акумулятори та батареї, порожня тара, брак упаковки, шини, мастильні матеріали, залишки електродів після зварювання, а також бракована продукція, що не підлягає реалізації.

Окрім цього, утворюється санітарне та комунальне сміття з адміністративних і службових приміщень. Усі ці відходи потребують належного збору, сортування та утилізації відповідно до екологічних вимог.

### **Відходи**

**Лушпиння соняшника разом із насінням** характеризується високим вмістом пентозанів (від 23,6 до 28,0 %), клітковини (52 – 56 %), лігніну (24,8 – 29,6 %) та целюлози (31 – 42,4 %).

Ця сировина має велике промислове значення і широко застосовується для виробництва продуктів мікробіологічного синтезу, спирту, отриманого шляхом гідролізу, фуранових альдегідів, кетонів типу ацетону, а також інших сполук хімічного походження.

Пентозанова фракція, що видобувається шляхом гідролізу лушпиння, є чудовим субстратом для вирощування білковмісних дріжджів.

Фурановий альдегід отриманий із цієї сировини, знаходить застосування в нафтопереробній галузі, використовується при видобутку пеніциліну, а також слугує індикатором горіння в реактивних двигунах.<sup>15</sup>

**Відпрацьовані відбілювальні глини** – це вторинні відходи, що виникають у процесі рафінації олії.

Відбілювальні глини, до складу яких входять активовані сорбенти, застосовуються для видалення пігментів, фосфоліпідів, металів та інших небажаних домішок.

Після використання вони насичуються залишками органічних сполук та втрачають свої адсорбційні властивості.

Основна проблема їх утилізації полягає у високому вмісті жиру, що ускладнює їх переробку. Ці відходи можуть використовуватися як добавки до дорожніх покриттів або у цементній промисловості.

					211959.25.EEM.02.ПЗ	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

Деяка кількість глин використовується для комбікормів, а частина використовується для виготовлення мильних паст для миття рук, чищення раковин і інших брудних поверхонь.

Паста містить 14 – 16 % жирних кислот і має пластичну консистенцію. Вона використовується на металооброблюючих підприємствах, на транспорті і в інших галузях, де використовуються миючі засоби для рук.<sup>15</sup>

**Воскоподібні речовини** – утворюються в результаті зимової фільтрації олії (вінтеризації), коли з неї видаляються тверді жирові фракції, що випадають в осад при низьких температурах.

Вони складаються переважно з восків, які природним чином містяться в рослинній олії і можуть бути використані в косметичній та фармацевтичній промисловості, наприклад, для виготовлення кремів, мазей або мила.

Крім того, вони можуть застосовуватися у виробництві свічок та полірувальних засобів.

Сучасні умови видобутку олії не забезпечують достатньо повного відділення від ядра восковмісних частин насінини: при видобутку олії, в неї переходять значна кількість восків.

В оліях із високоолійного соняшнику, що отримані пресовим і екстракційним способами, містяться відповідно 0,05 – 0,1 та 0,08 – 0,4 % восків. Останні зумовлюють мутність соняшникової олії, псують її товарний вигляд та знижують сортність.<sup>15</sup>

Основним споживачем восків є парфумерна промисловість. Воски застосовують для надання паперу тривалого глянцевого ефекту, вони входять до складу різноманітних полірувальних паст та використовуються при виробництві грифелів для олівців.

Крім того, воски застосовують для полірування металевих поверхонь перед їх фарбуванням, що забезпечує кращу адгезію покриття.

Натуральні воски знаходять застосування в миловарінні, фармацевтичній і поліграфічній промисловості.

					211959.25.ЕЕМ.02.ПЗ	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

**Фільтрувальний порошок** – залишковий продукт, що утворюється під час остаточного очищення олії після відбілювання. Для фільтрації використовуються пористі мінеральні матеріали, такі як діатоміт або перліт, які мають здатність утримувати залишки домішок і забезпечувати прозорість кінцевого продукту.

Відпрацьований фільтрувальний порошок містить значну кількість жирових домішок, що обмежує його подальше використання. Однак у промисловості він може бути застосований у виробництві адсорбентів або як компонент для виготовлення будівельних матеріалів.<sup>15</sup>

**Відпрацьований каталізатор** – продукт, що виникає під час процесу гідрогенізації, коли ненасичені жири перетворюються на тверді жирові сполуки. Як каталізатор у цій реакції використовують нікелеві або інші металеві сполуки, які з часом втрачають свою активність.

Відпрацьовані каталізатори містять сліди важких металів, тому їх утилізація потребує спеціальних методів. Вони можуть бути перероблені для повторного використання в металургійній промисловості або утилізовані шляхом регенерації металевого нікелю.<sup>15</sup>

**Гудрон** – густа маса, що залишається після процесів нейтралізації та дезодорації олії. Він містить вільні жирні кислоти, фосфоліпіди, воски та інші небажані домішки, які видаляються для покращення якості олії.

Гудрон має високий вміст жиру і може бути використаний як сировина для виробництва мастильних матеріалів, біодизельного пального або технічного мила.

Також у деяких випадках він може застосовуватися у хімічній промисловості для виготовлення різних емульгаторів і поверхнево – активних речовин.

Кожен із цих відходів потребує належного збирання, зберігання та утилізації відповідно до екологічних стандартів, щоб зменшити вплив на навколишнє середовище та максимально використати їх у вторинному виробництві.

					211959.25.EEM.02.ПЗ	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

## Побічні продукти

**Макуха та шротина** – утворюються в процесі віджиму та екстракції олії з соняшникового насіння. Макуха – це твердий залишок після механічного пресування, що містить до 7 – 10 % залишкової олії.

Шротина (або шрот) утворюється після екстракції олії органічними розчинниками та має значно нижчий вміст жиру (до 2 %).

Обидва продукти є джерелом протеїнів, клітковини та важливих мікроелементи, тому широко використовуються у тваринництві як цінний кормовий компонент. Крім того, шрот може застосовуватися у виробництві комбикормів, добрив та навіть у харчовій промисловості як білкова добавка. <sup>15</sup>

**Фосфатидні концентрати** – побічний продукт, що формується в ході технологічного процесу гідратації олії, коли з неї видаляються фосфоліпиди, білки та інші домішки, які можуть викликати помутніння.

Ці концентрати мають у своєму складі фосфоліпиди, жирні кислоти та інші корисні сполуки, завдяки чому їх широко застосовують у виробництві лецитину – цінного емульгатора, який використовується в різних галузях промисловості.

Також фосфатидні концентрати можуть додаватися в корми для тварин або використовуватися у виготовленні біологічно активних добавок. <sup>15</sup>

**Соапстоки** – утворюються в процесі лужної рафінації олії, коли вільні жирні кислоти реагують з лугом, утворюючи милоподібні осади.

Соапстоки складаються з мильних сполук, залишкової олії, лужних реагентів та різних домішок.

Вони є цінною сировиною для виробництва технічного мила, мастильних матеріалів, жирних кислот, поверхнево – активних речовин і навіть біодизельного пального.

У деяких випадках після спеціальної обробки їх можна використовувати у виробництві кормових добавок або в хімічній промисловості.

Соапстоки містять не менше 20 % жиру. У 1 кг соапстоку міститься 8500 – 8700 ккал енергії.

					211959.25.ЕЕМ.02.ПЗ	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58

Із соапстоків можна отримувати також гліцерин. Найбільш актуальною на сьогодні є технологія одержання біодизеля із соапстоків.

Тому, всі ці побічні продукти можуть бути ефективно використані у вторинному виробництві, що дозволяє зменшити кількість відходів та підвищити економічну ефективність олійного виробництва.

На ТОВ «БОКАРЬОВ» реалізується утилізація відходів, але вона не охоплює всіх можливих методів їх переробки та повторного використання. Люмінесцентні лампи, акумулятори та батареї передаються спеціалізованим компаніям для утилізації, оскільки містять небезпечні речовини, такі як ртуть і важкі метали.

Соняшникове лушпиння частково використовується як паливо для власних потреб підприємства, але значна його частина залишається невикористаною. Відпрацьовані мастила також передаються на переробку, проте комплексної програми їх регенерації на підприємстві немає.

Побутові відходи, що утворюються в адміністративних приміщеннях, сортуються та вивозяться на загальноміські полігони.

Макуха і шрот частково реалізуються як кормові добавки для тваринництва, однак їх використання не оптимізоване, і частина цих ресурсів залишається невикористаною. Бракована продукція, яка не відповідає стандартам харчової якості, використовується для технічних потреб, але значна частина утилізується без вторинного застосування.

Соапстоки та відпрацьовані відбілювальні глини, що можуть використовуватися у виробництві біодизелю або хімічної продукції, переважно вивозяться як відходи без додаткової обробки.

Загалом, відсутність ефективних технологій утилізації призводить до накопичення відходів і збільшення екологічного навантаження.

Система поводження з відходами на підприємстві потребує вдосконалення, зокрема впровадження більш ефективних методів переробки побічних продуктів та комплексного підходу до мінімізації промислових і побутових відходів.

					211959.25.ЕЕМ.02.ПЗ	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59

## 2.5.4 Рекомендовані способи утилізації відходів

Рекомендовані способи утилізації відходів для підприємства включають:

- використання соняшникового лушпиння для виробництва брикетів і пелет, а також як сировини для виготовлення пресованих плит;
- переробка відпрацьованих відбілювальних глин для використання в дорожньому будівництві, цементній промисловості або виробництві мийних паст;
- використання воскових речовин у косметичній, фармацевтичній промисловості, а також у виробництві полірувальних засобів та свічок;
- переробка фільтрувального порошку для виробництва адсорбентів або будівельних матеріалів;
- регенерація відпрацьованих каталізаторів для повторного використання в металургії або вилучення металевого нікелю;
- використання гудрону для виробництва біодизельного пального, технічного мила або мастильних матеріалів;
- оптимізація використання макухи та шроту в комбікормах і харчовій промисловості;
- переробка соапстоків для отримання біодизелю, гліцерину та технічного мила;
- впровадження комплексної програми регенерації відпрацьованих мастил;
- розширення методів утилізації бракованої продукції через її використання в технічних або альтернативних галузях;
- покращення системи сортування та вторинної переробки побутових відходів.

					211959.25.ЕЕМ.02.ПЗ	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		60

**РОЗДІЛ 3**  
**РОЗРОБКА ТА ОБҐРУНТУВАННЯ СПОСОБІВ ОЧИЩЕННЯ**  
**СТІЧНИХ ВОД НА ТОВ «БОКАРЬОВ»**

**3.1 Обґрунтування технології очищення стоків виробництва**

Під час виробництва соняшникової олії накопичується чимала кількість забруднених вод, котрі містять органічні компоненти – білки, жири, вуглеводи, залишки олії та зважені частинки, а також неорганічні домішки. Для зменшення шкідливого впливу на навколишнє середовище необхідно застосовувати ефективні методи очищення цих стоків.

Концентрації завислих речовин приблизно становлять – 3800 мг/дм<sup>3</sup>, ХСК – 4500 мг О<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>.

Проаналізувавши показники стоків олійного підприємства і наявне очисне обладнання, для більш ефективного його функціонування, рекомендовано після механічного очищення, яке присутнє на заводі, впровадити систему біологічного очищення із застосуванням анаеробно – аеробної технології (спочатку метанової ферментації, а потім аеробної на стадії доочищення).

**3.1.1 Придатність стічних вод до біологічного очищення**

Для підтвердження та обґрунтування вибору даної системи очищення проведемо додаткові розрахунки щодо придатності стічних вод до біологічного очищення.<sup>22</sup>

1). БСК<sub>повн.</sub> / ХСК = 3800 / 4500 = 0,84

					<b>211959.25.ЕЕМ.03.ПЗ</b>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		Дзюба Д.В.			РОЗРОБКА ТА ОБҐРУНТУВАННЯ СПОСОБІВ ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД НА ТОВ «БОКАРЬОВ»	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		Тогачинська О.В				Д	61	101
<i>Реценз.</i>						ЕК – IV – 4		
<i>Н.контр.</i>								
<i>Затверд.</i>		Якименко І.Л.						

Отримане співвідношення  $\geq 0,75$ , отже забруднені води придатні до очищення за допомогою біологічних процесів.

2). ХСК стоків  $> 2000$  ( $3800 \text{ мг O}_2/\text{дм}^3$ ). Зазначене свідчить про можливість застосування анаеробного біологічного очищення до стічних вод.

3). Співвідношення біогенних елементів для анаеробного очищення повинно бути наступним:  $\text{БСК}_{\text{повн.}} : \text{N} : \text{P} = (300 - 500 : 7 : 1)$ .

Згідно характеристики стоків олійного підприємства показники наступні:  $3800 : 76 : 11 = 345:7:1$ , бачимо, що біогенних елементів достатньо для здійснення процесу очищення.

4). Середнє значення рН стічних вод становить 7, що відповідає нормативному діапазону (6,5 – 8,5).

5). Через специфіку виробництва на олійнопереробному заводі, у стоках відсутні токсичні компоненти.

Після анаеробного очищення, коли показник ХСК знизиться менше ніж  $2000 \text{ мг O}_2/\text{дм}^3$ , можна вже тоді застосувати аеробне біологічне очищення.

Існує багато переваг використання аеробного процесу очищення: метанове бродіння дає змогу очищати стоки із ХСК понад  $2000 \text{ мг O}_2/\text{дм}^3$ ;

- відбувається при меншій вмісті біогенних речовин у стоках;
- зменшуються проблеми, пов'язані з піноутворенням стічних вод у метантенках;
- анаеробний АМ є стійким до тривалих перерв у подачі стічної води чи відходів;
- площа очисних апаратів та станцій є менша, ніж при аеробному очищенні;
- утворений АМ містить багато БАР, зброжену масу з метантенку (дигестат) можна використовувати як добриво або добавку для корма тварин.

Таким чином, впровадження даної комплексної системи забезпечить не лише високий рівень очищення забруднень стічних вод, а й дозволить отримати додаткове джерело енергії у вигляді біогазу.

					211959.25.ЕЕМ.03.ПЗ	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		62

Це сприятиме екологічній безпеці, зменшенню техногенного навантаження на навколишнє середовище, а також поліпшенню якості життя населення прилеглих територій.

### 3.1.2 Сутність процесу анаеробно – аеробного очищення

Принципи та суть поєданого анаеробного та аеробного очищення стічних вод полягають в поетапному біологічному розкладанні органічних забруднень за участі мікроорганізмів у середовищах з різним вмістом кисню. Цей метод є ефективним для очищення промислових стоків, що містять велику кількість органічних речовин.<sup>22</sup>

На першому етапі відбувається анаеробне очищення – розкладання органічних сполук мікроорганізмами в безкисневому середовищі. В анаеробних умовах спеціалізовані бактерії (метаногени, ацетогени тощо) перетворюють складні органічні речовини (жири, білки, вуглеводи) спочатку на органічні кислоти, потім – на метан (CH<sub>4</sub>), вуглекислий газ (CO<sub>2</sub>) та інші побічні продукти. Цей процес дозволяє значно зменшити загальне органічне навантаження і супроводжується утворенням біогазу, який може бути використаний як джерело енергії.<sup>22</sup>

Далі вода надходить на другий етап – аеробне очищення, яке відбувається за участі аеробних мікроорганізмів, тобто тих, що потребують кисню для життєдіяльності.

У спеціальних аеротенках стічна вода активно насичується киснем, що забезпечує умови для життєдіяльності бактерій, які окислюють недоочищені органічні речовини, амонійні іони та інші поллютанти. В результаті органіка перетворюється на безпечні для довкілля сполуки – воду, вуглекислий газ, нітрати тощо.<sup>22</sup>

Завдяки поєднанню анаеробного й аеробного етапів досягається високий ступінь очищення. Ця дана технологія є екологічно доцільною, енергоефективною та економічно вигідною.

					211959.25.ЕЕМ.03.ПЗ	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		63

Стоки на ТОВ «БОКАРЬОВ» спочатку піддають механічному очищенню, де затримуються великі механічні частки та грубі забруднювачі, а також відбувається підготовка води для наступного біологічного очищення.

Важливою задачею є уникнення потрапляння великих відходів на подальші стадії, оскільки це може спричинити серйозні пошкодження обладнання. Надлишок сміття може призвести до поломки насосів, засмічення трубопроводів, збоїв в роботі арматури та перешкоджати нормальній роботі системи рециркуляції, що в підсумку ускладнює експлуатацію технологічного процесу.<sup>23</sup>

На першому етапі очищення встановлені ґратки, які ефективно затримують великі тверді забруднювачі, такі як пластик, папір, гілки та інші сторонні предмети. Це дозволяє видаляти грубі домішки і є «першою лінією оборони» у процесі очищення стоків.

Наступним кроком є використання пісковловлювачів для відділення піску від води. Пісок, що потрапляє в систему, піддається зневодненню на спеціальних майданчиках, після чого осад відправляється на подальшу утилізацію. Для досягнення найкращих результатів у очищенні води від піску використовуються горизонтальні пісковловлювачі, які показують високу ефективність.

Один з найважливіших етапів очищення – це процес метанового зброджування забруднених стоків в метантенках. У цьому процесі використовуються анаеробні метаноутворюючі бактерії АМ, які переробляють органічні забруднювачі в метан.

Цей етап є ключовим для досягнення високого рівня очищення стоків та ефективного видалення органічних забруднень. Основна мета метантенку полягає в стабілізації органічних забруднень і виробництві біогазу, який може бути використаний як джерело енергії. Процес зброджування відбувається при температурі 35 °С в мезофільному режимі.

У цьому процесі бере участь спеціальна група мікроорганізмів – бактерій, що відповідають за метанове бродіння, і називаються активним мулом.

					211959.25.ЕЕМ.03.ПЗ	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		64

До складу анаеробного активного мулу входять лише бактерії, тому що інші організми не можуть існувати в анаеробних умовах при високих температурах. Бактерії, які здійснюють метанове бродіння поділяються на такі групи: гідролітичні, гетероацетогенні та метаногенні бактерії.<sup>22</sup>

В результаті цього процесу утворюється біогаз – корисний побічний продукт, який може бути використаний як джерело енергії для підтримки роботи метантенку, а також для забезпечення енергетичних та теплових потреб підприємства.

Після обробки у метантенку, очищена вода потрапляє до наступного етапу – вторинного відстійника, де відбувається розділення активного мулу і чистої води. Зібраний мул направляється на майданчик для подальшої утилізації, наприклад, для виготовлення добрив. Подальше очищення стоків здійснюється аеробним методом у аеротенку, який функціонує як змішувач. Цей процес заснований на використанні аеробних мікроорганізмів, для життєдіяльності яких необхідно забезпечити постійний приплив кисню та підтримувати температуру в діапазоні від 20 до 40 °С.

В процесі аеробного очищення мікроорганізми можуть культивуватися як активний мул або утворювати біоплівку на поверхнях. До складу аеробного АМ входять: бактерії; гриби; водорості; найпростіші; коловертки; черви; водні кліщі; різні види рачків, а також різні стадії розвитку комах.<sup>22</sup>

Аеротенк – змішувач є найпоширенішим серед інших типів аеротенків завдяки своїй здатності рівномірно подавати активний мул та стічну воду по всій довжині споруди. Це дозволяє досягти однакових умов для концентрації забруднень, АМ і кисню в усій конструкції, що сприяє стабільному навантаженню та високій ефективності очищення.

Після завершення аеробного очищення, суміш мулу та води потрапляє до вторинного відстійника, де відбувається їх розділення. НАМ перенаправляється в метантенк для подальшого зброджування і отримання біогазу, а очищений ЦАМ повертається в аеротенк, щоб підтримувати біологічний процес очищення. Після проходження всіх етапів очищення, стічні води скидаються в каналізаційну мережу.

					211959.25.ЕЕМ.03.ПЗ	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		65

### 3.2 Принципова технологічна схема очищення стічних вод від виробництва нерафінованої соняшникової олії

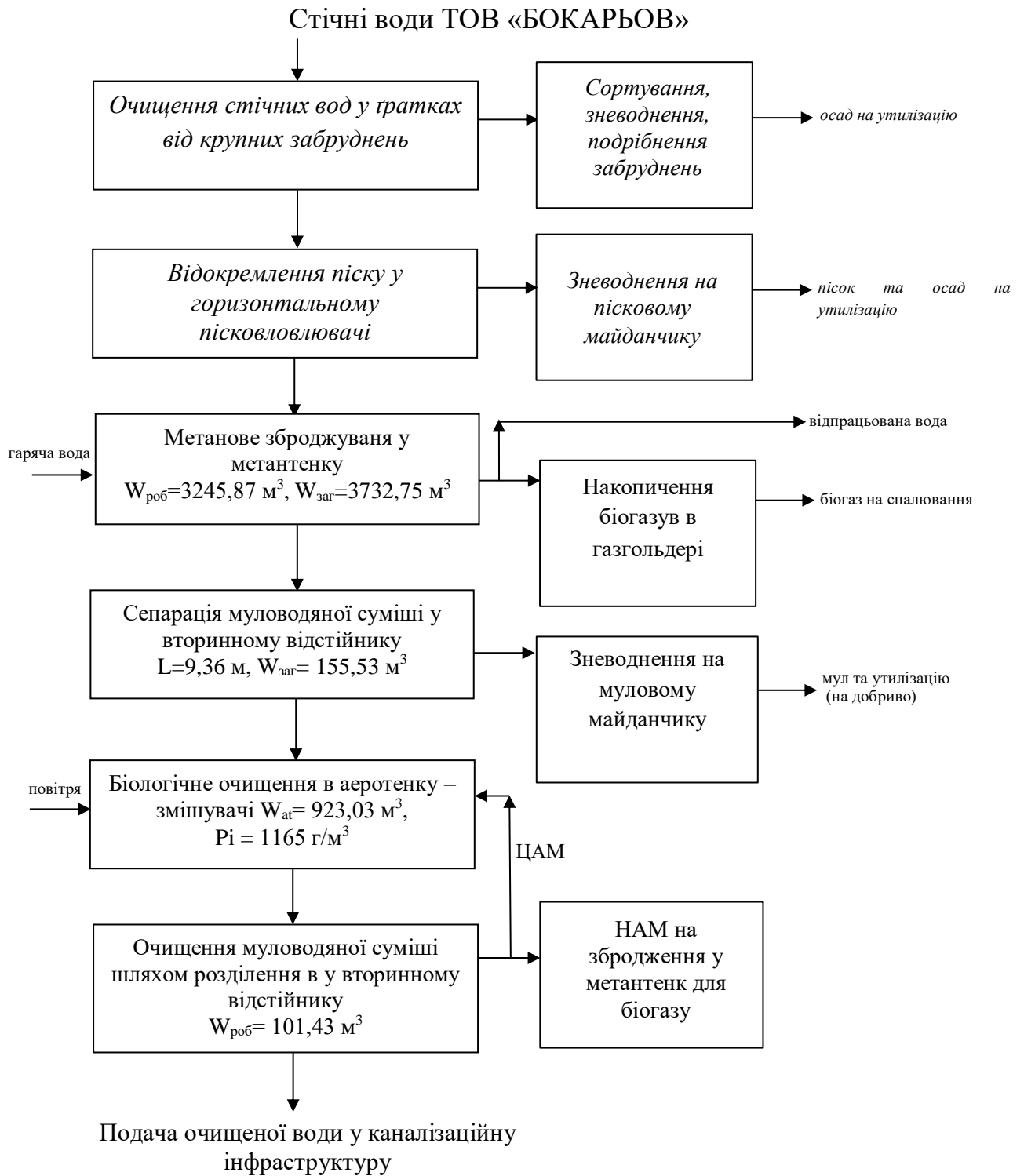


Рисунок 3.1 – Принципова технологічна схема очищення стічних вод ТОВ «БОКАРЬОВ»

**Примітка.** Обладнання, що виділено курсивом, встановлено та експлуатується на підприємстві.

					211959.25.ЕЕМ.03.ПЗ	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		66

### 3.3 Матеріальний баланс запропонованої технології очищення стічних вод

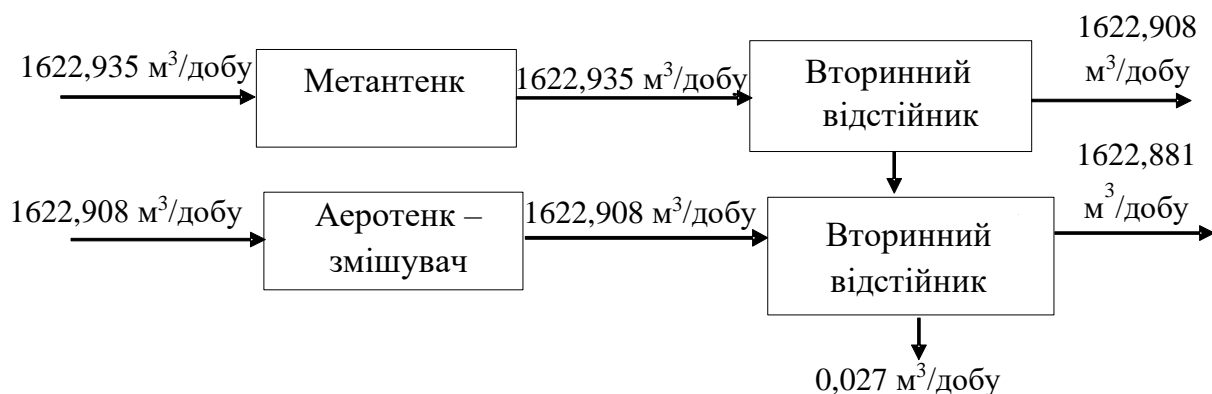


Рисунок 3.2 – Матеріальний баланс очищення стічних вод

### 3.4 Обґрунтування вибору і розрахунок обладнання

Щоб доочистити стічні води олійного заводу ТОВ «БОКАРЬОВ» запропоновано використання анаеробно – аеробної технології. Такий вибір зроблено на основі детального аналізу характеристик стоків, описаних у пункті 2.2 цієї пояснювальної записки.

Для прийняття рішення важливим критерієм був рівень ХСК, що становить 4500 мг О<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>. Цей показник перевищує 2000 мг О<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>, що вказує на можливість використання анаеробного методу очищення, оскільки стічні води мають високу концентрацію органічних забруднень, що є підходящими для такого процесу.

Щоб досягти більш чистого рівня очищення води, що відповідає стандартам для скидання у каналізацію, було обрано аеробний процес ферментації.

У результаті цього процесу, НАМ, що утворюється в аеротенку, відправляється на подальше анаеробне зброджування у метантенку.

Під час зброджування утворюється біогаз, що значно підвищує ефективність очищення стоків і може бути використаний як енергоресурс.

					211959.25.ЕЕМ.03.ПЗ	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		67

ЦАМ, отриманий в метантенку, повертається назад в аеротенк для підтримки стабільності біологічних процесів і забезпечення безперервного очищення. Це гарантує постійну ефективність і дозволяє досягти необхідних показників якості води.

Ефективність очищення анаеробним методом буде становити – 84,4 %, доочищення у аеротенку – 54,5 %. Загальна ефективність даної технології очищення стоків – 92,9 %.

### 3.4.1 Розрахунок метантенка

Ефективність метанового бродіння, %.<sup>22</sup>

$$E = \frac{(S_o - S_k)}{S_o} \times 100, \quad (3.1)$$

де  $S_o$ ,  $S_k$  – вихідна та остаточна концентрація політванту в стоках (за ХСК) г/м<sup>3</sup>.

$$E = \frac{(4500 - 700) \cdot 100}{4500} = 84,4 \%$$

Вихід біогазу у перерахунку на завантажену кількість забруднень, дм<sup>3</sup>/г·ХСК<sub>завант.</sub><sup>22</sup>

$$W_{\text{біогаз}} = \frac{V_{\text{біогаз}}}{\text{ХСК}_{\text{почат}}} \quad (3.2)$$

де  $V_{\text{біогаз}}$  – це кількість біогазу що виділився при бродінні з 1 дм<sup>3</sup> стоків, дм<sup>3</sup>/дм<sup>3</sup>;

$\text{ХСК}_{\text{почат}}$  – г О<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>.

					211959.25.ЕЕМ.03.ПЗ	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		68

$$W_{\text{біогаз}} = \frac{4}{4,5} = 0,8 \text{ дм}^3/\text{г} \cdot \text{ХСК}_{\text{завант.}}$$

Вихід біогазу у перерахунку на збродженну кількість забруднень,  $\text{дм}^3/\text{г} \cdot \text{ХСК}_{\text{забр.}}$ <sup>22</sup>

$$Z_{\text{біогаз}} = \frac{V_{\text{біогаз}}}{\text{ХСК}_{\text{поч}} - \text{ХСК}_{\text{кінц}}} \quad (3.3)$$

$$Z_{\text{біогаз}} = \frac{4}{4,5 - 0,7} = 1,0526 \text{ дм}^3/\text{г} \cdot \text{ХСК}_{\text{забр}}$$

Робоча ємність метантенка,  $\text{м}^3$ .<sup>22</sup>

$$W_{\text{роб}} = V_c \cdot t, \quad (3.4)$$

де  $V_c$  – витрати водовідведення,  $\text{м}^3$  /добу;

$t$  – тривалість процесу очищення в добах.

$$W_{\text{роб}} = 1622,935 \cdot 2 = 3245,87 \text{ м}^3$$

Загальна ємність метантенка,  $\text{м}^3$ .<sup>22</sup>

$$W_{\text{заг}} = W_{\text{роб}} + 0,15 \cdot W_{\text{роб}} \quad (3.5)$$

$$W_{\text{заг}} = 3245,87 + 0,15 \cdot 3245,87 = 3732,7505 \text{ м}^3$$

Беручи до уваги обсяги стандартних метантенків, було прийнято рішення обрати один типовий метантенк із робочим об'ємом  $4000 \text{ м}^3$ . Діаметр метантенка становить 20 метрів, висота верхнього конусу – 2,9 м, циліндричної частини – 10,6 м, а нижнього конусу – 3,5 м.

					211959.25.ЕЕМ.03.ПЗ	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		69

Обсяг енергії, необхідний для підігріву стічних вод, Вт. <sup>22</sup>

$$Q_n = \frac{V_c \cdot \rho_c \cdot c_c (t_2 - t_1)}{3600}, \quad (3.6)$$

де  $V_c$  – обсяг стічних вод, що проходять через систему, м<sup>3</sup> /год;

$\rho_c$  – густина стічної рідини, кг/м<sup>3</sup>;

$c_c$  – питома теплоємність стічних вод, Дж/(кг·К);

$t_2$  і  $t_1$  – кінцева і початкова температура стічних вод, °С.

$$Q_n = \frac{67,628 \cdot 1200 \cdot 4000 \cdot (35 - 20)}{3600} = 1352560 \text{ Вт} = 1352,56 \text{ кВт}$$

Загальна енергія, необхідна для забезпечення ефективної роботи метантенка, (Вт). <sup>22</sup>

$$Q_m = Q_n + \frac{(13...15\%)}{100\%} \cdot Q_n \quad (3.7)$$

$$Q_m = 1352,56 + \frac{15}{100} \cdot 1352,56 = 1555,444 \text{ кВт}$$

Енергоємність біогазу, виражена в кДж/м<sup>3</sup>, залежить від відсоткового вмісту метану у складі газу.

$$q_g = 334 \cdot H \quad (3.8)$$

де  $H$  – концентрація метану в біогазі, %.

$$q_g = 334 \cdot 75 = 25050 \text{ кДж/м}^3$$

Кількість енергії, що виробляється з біогазу, визначається в кВт. <sup>22</sup>

					211959.25.ЕЕМ.03.ПЗ	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		70

$$Q_g = \frac{V_g \cdot q_g}{3600} \quad (3.9)$$

$$Q_g = \frac{(4 \cdot 67,628) \cdot 25050}{3600} = 1882,3126 \text{ кВт}$$

Наступним кроком є розрахунок частки потенційної енергії, яка використовується для самозабезпечення споруди, вираженої у відсотках. <sup>22</sup>

$$Q_{m\%} = \frac{100 \cdot Q_g}{Q_m} \quad (3.10)$$

$$Q_{m\%} = \frac{100 \cdot 1882,3126}{1555,444} = 121 \%$$

Таким чином, отриманої з біогазу енергії достатньо для повного покриття теплових потреб метантенка, при цьому приблизно 21 % надлишку можна реалізувати.

### 3.4.2 Розрахунок вторинного горизонтального відстійника після метантенку

Довжина споруди, м. <sup>22</sup>

$$L = v \cdot t \cdot 3600, \quad (3.11)$$

де  $v$  – швидкість руху стічної води у відстійнику, м/с (не повинна перевищувати 10 м/с);

$t$  – тривалість процесу відстоювання, годин (в межах 0,5 – 2,0 год).

$$L = 0,0017 \cdot 2 \cdot 3600 = 12,24 \text{ м}$$

					211959.25.ЕЕМ.03.ПЗ	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		71

Робочий об'єм відстійника, м<sup>3</sup>.<sup>22</sup>

$$W_{\text{роб}} = \frac{Q \cdot t}{24}, \quad (3.12)$$

де  $Q$  – добовий об'єм стічних вод, м<sup>3</sup>/добу.

$$W_{\text{роб}} = \frac{1622,935 \cdot 2}{24} = 135,2446 \text{ м}^3$$

Загальний об'єм відстійника, м<sup>3</sup>.<sup>22</sup>

$$W_{\text{заг}} = W_{\text{роб}} + 0,05 \cdot W_{\text{роб}} + 0,1W_{\text{роб}}, \quad (3.13)$$

де  $0,05 W_{\text{роб}}$  – об'єм, відведений для накопичення осаду;

$0,1W_{\text{роб}}$  – об'єм верхньої зони відстійника з урахуванням запасу вище рівня стоків.

$$W_{\text{заг}} = 135,2446 + 0,05 \cdot 135,2446 + 0,1 \cdot 135,2446 = 155,53132 \text{ м}^3$$

При врахуванні співвідношення ширини до довжини вторинного відстійника як 1:4, ширина визначається за формулою (3.14).<sup>22</sup>

$$S = \frac{L \cdot 1}{4} \quad (3.14)$$

$$S = \frac{12,24}{4} = 3,06 \text{ м}$$

Відповідно, глибина відстійника, м, обчислюється за формулою (3.15).<sup>22</sup>

$$H = \frac{W_{\text{заг}}}{L \cdot S} \quad (3.15)$$

					211959.25.ЕЕМ.03.ПЗ	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		72

$$H = \frac{155,53132}{12,24 \cdot 3,06} = 4,1 \text{ м}$$

### 3.4.3 Розрахунок аеротенка – змішувача

Процент ефективності очищення стічних вод в аеротенку,%. <sup>22</sup>

$$E = \frac{(L_{en} - L_{ex}) \cdot 100}{L_{en}}, \quad (3.16)$$

де  $L_{en}$  – концентрація БСК у стічній воді, що подається до аеротенка, мг  $O_2/дм^3$ ;  $L_{ex}$  – концентрація БСК у очищеній воді, мг  $O_2/дм^3$ .

$$E = \frac{(550 - 250) \cdot 100}{550} = 54,5 \%$$

Час перебування стоків в аеротенку (змішувачі), години: <sup>22</sup>

$$t_{atm} = \frac{L_{en} - L_{ex}}{a_i \cdot (1 - S) \cdot \rho}, \quad (3.17)$$

де  $a_i$  – об'ємна або масова концентрація активного мулу,  $г/дм^3$ ;

$S$  – частка золи в мулі (0,1 – 0,3)

$\rho$  – швидкість окиснення органічних речовин, мг БСК/(г·год).

$$t_{atm} = \frac{550 - 250}{2 \cdot (1 - 0,2) \cdot 24,5} = 7,65 \text{ год}$$

Коефіцієнт повернення активного мулу в аеротенк: <sup>22</sup>

$$R_i = \frac{a_i}{\frac{1000}{i} - a_i}, \quad (3.18)$$

					211959.25.ЕЕМ.03.ПЗ	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		73

де  $I_i$  – муловий індекс,  $\text{см}^3/\text{г}$  ( 60 – 90  $\text{см}^3/\text{г}$ ).

$$R_i = \frac{2}{\frac{1000}{80} - 2} = 0,19$$

Питома кількість забруднень, що надходить на одиницю біомаси активного мулу в аеротенку,  $\text{мг БСК}_{\text{повне}} / (\text{г} \cdot \text{добу})$ .<sup>22</sup>

$$q_i = \frac{24 \cdot (L_{en} - L_{ex})}{a_i \cdot (1 - S) \cdot t_{atm}} \quad (3.19)$$

$$q_i = \frac{24 \cdot (550 - 250)}{2 \cdot (1 - 0,2) \cdot 7,65} = 588,2 \text{ мг БСК}_{\text{повне}} / (\text{г} \cdot \text{добу})$$

Об'єм аеротенка,  $\text{м}^3$ .<sup>22</sup>

$$W_{at} = q_w \cdot t_{atm}, \quad (3.20)$$

де  $q_w$  – витрати стічних вод,  $\text{м}^3/\text{год}$ .

$$W_{at} = 67,621 \cdot 7,65 = 517,30065 \text{ м}^3$$

Приріст біомаси активного мулу в аеротенку,  $\text{г}/\text{м}^3$ .<sup>22</sup>

$$P_i = 0,8 C_{cdf} + K_q \cdot L_{en}, \quad (3.21)$$

де  $C_{cdf}$  – концентрація завислих речовин,  $\text{мг}/\text{дм}^3$ ;

$K_q$  – коефіцієнт приросту мулової біомаси (0,3).

$$P_i = 0,8 \cdot 1250 + 0,3 \cdot 550 = 1165 \text{ г}/\text{м}^3$$

Питомі витрати повітря в аеротенку,  $\text{м}^3/\text{м}^3$ .<sup>22</sup>

					211959.25.ЕЕМ.03.ПЗ	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		74

$$Q_{\text{air}} = \frac{q_0 \cdot (L_{\text{en}} - L_{\text{ex}})}{K_1 \cdot K_2 \cdot K_t \cdot K_3 \cdot (C_a - C_o)}, \quad (3.22)$$

де  $q_0$  – потреба в кисні на одиницю біохімічного споживання кисню, мг  $O_2$ /мг БСК<sub>повн.</sub>;

$K_1$  – коефіцієнт для типу аератора (для середньобульбашкового – 0,75);

$K_2$  – поправка на глибину установки системи аерації;

$K_t$  – температурний коефіцієнт;

$K_3$  – коефіцієнт, що враховує якість стічних вод (0,7);

$C_a$  – максимальна розчинність кисню у воді, мг/дм<sup>3</sup>;

$C_o$  – концентрація кисню в аеротенку, мг/дм<sup>3</sup> (2 мг/дм<sup>3</sup>).

$$Q_{\text{air}} = \frac{1,1 \cdot (550 - 250)}{0,75 \cdot 2,08 \cdot 1 \cdot 0,7 \cdot (8 - 2)} = 50,366 \text{ м}^3/\text{м}^3$$

Інтенсивність подачі повітря, м<sup>3</sup>/(м<sup>2</sup> · год).<sup>22</sup>

$$J_a = \frac{q_{\text{air}} \cdot H_{\text{at}}}{t_{\text{atm}}} \quad (3.23)$$

де  $H_{\text{at}}$  – глибина аеротенку, м.

$$J_a = \frac{50,366 \cdot 3}{7,65} = 19,75 \text{ м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{год})$$

Розрахункова інтенсивність дорівнює 19,75 м<sup>3</sup>/(м<sup>2</sup> · год), що відповідає або перевищує мінімально допустиме значення при заданому коефіцієнті глибини.

Довжина аеротенку, м.<sup>22</sup>

$$l = W_{\text{at}} / H_{\text{at}} \cdot F \cdot n, \quad (3.24)$$

де  $F$  – ширина коридору, м;

					211959.25.ЕЕМ.03.ПЗ	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		75

n – кількість коридорів.

$$l = 517,30065 / 3 \cdot 5 \cdot 2 = 17,24 \text{ м}$$

За розрахунками довжина аеротенка становить 17,24 м.

#### 3.4.4 Розрахунок вторинного горизонтального відстійника після аеротенку

Довжина відстійника, м визначається за формулою:<sup>22</sup>

$$L = v \cdot t \cdot 3600, \quad (3.25)$$

де  $v$  – допустима швидкість потоку рідини у відстійнику, м/с (не перевищує 10 м/с);

$t$  – тривалість відстоювання, год. (для відстійників після аеротенка приймається 1,5 години).

$$L = 0,0013 \cdot 2 \cdot 3600 = 9,36 \text{ м}$$

Робочий об'єм відстійника, м<sup>3</sup>, розраховується так:<sup>22</sup>

$$W_{\text{роб}} = \frac{Q \cdot t}{24}, \quad (3.26)$$

де  $Q$  – об'єм стічних вод, що надходять протягом доби, м<sup>3</sup>/добу.

$$W_{\text{роб}} = \frac{1622,881 \cdot 1,5}{24} = 101,43 \text{ м}^3$$

					211959.25.ЕЕМ.03.ПЗ	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		76

Повна місткість відстійника розраховується з урахуванням об'ємів, передбачених для накопичення осаду та створення вільної поверхневої зони. Розрахунок загальний об'єму конструкції, м<sup>3</sup> здійснюється за формулою:<sup>22</sup>

$$W_{\text{заг}} = W_{\text{роб}} + 0,05 \cdot W_{\text{роб}} + 0,1W_{\text{роб}}, \quad (3.27)$$

де  $0,05 W_{\text{роб}}$  – запас для відкладання осаду;;

$0,1W_{\text{роб}}$  – надлишковий об'єм у верхній частині резервуара для компенсації коливань рівня стічної води.

$$W_{\text{заг}} = 101,43 + 0,05 \cdot 101,43 + 0,1 \cdot 101,43 = 116,6445 \text{ м}^3$$

Ширина вторинного відстійника визначається з урахуванням типової пропорції між довжиною та шириною:<sup>22</sup>

$$S = \frac{L \cdot 1}{4}, \text{ м} \quad (3.28)$$

$$S = \frac{9,36}{4} = 2,34 \text{ м}$$

Глибина відстійника, м обчислюється за формулою:<sup>22</sup>

$$H = \frac{W_{\text{заг}}}{L \cdot S} \quad (3.29)$$

$$H = \frac{116,6445}{9,36 \cdot 2,34} = 5,32 \text{ м}$$

					211959.25.ЕЕМ.03.ПЗ	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		77

**РОЗДІЛ 4**  
**ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ РЕАЛІЗАЦІЇ**  
**ЗАПРОПОНОВАНИХ РІШЕНЬ**

**4.1 Розрахунок капітальних витрат**

Для визначення обсягу капітальних витрат на придбання очисного обладнання для ТОВ «БОКАРЬОВ» передусім слід здійснити розрахунок відповідних параметрів, що наведені у формулі 4.1.

$$K = U + T + M + I \quad (4.1)$$

де  $K$  – загальний обсяг капіталовкладень, тис. грн;

$U$  – сума витрат на закупівлю сучасного технічного устаткування, тис. грн;

$T$  – вартість логістичних послуг до об'єкта встановлення, тис. грн;

$M$  – гроші, необхідні для монтажу обладнання, тис. грн;

$I$  – додаткові витрати, що не включені в основні статті, зокрема витрати на прокладання комунікацій, облаштування території тощо, тис. грн.

Таблиця 4.1 містить вихідні дані для визначення капітальних витрат.

Таблиця 4.1 – Вартісна оцінка нового обладнання для очищення

Найменування устаткування	Кількість, од.	Ціна за одиницю, грн	Загальна вартість, грн.
Насосне обладнання	1	50 000	50 000
Метантенк	1	28 000 000	28 000 000
Теплообмінник	1	88 000	88 000
Газгольдер	1	175 500	175 500
Вторинний відстійник	2	77 000	154 000
Аеротенк – змішувач	1	1 650 000	1 650 000

211959.25.ЕЕМ.04.ПЗ

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	РОЗДІЛ 4 ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ РЕАЛІЗАЦІЇ ЗАПРОПОНОВАНИХ РІШЕНЬ	Літ.	Арк.	Аркушів
Розроб.		Дзюба Д.В.				Д	78	101
Перевір.		Тогачинська О.В				ЕК – IV – 4		
Реценз.								
Н.контр.								
Затверд.		Якименко І.Л.						

Сумарні витрати на придбання обладнання становлять:

$$Y = 50\,000 + 28\,000\,000 + 88\,000 + 175\,500 + 154\,000 + 1\,650\,000 \\ = 30\,117\,500 \text{ (грн.)}$$

Частка витрат на придбання та транспортування нового обладнання складає 1,0 % від сумарної вартості.

$$T = 30\,117\,500 \times 0,01 = 301\,175 \text{ (грн.)}$$

Кошти на закупівлю і установку очисного обладнання становлять 8,0 % від його ціни.

$$M = 30\,117\,500 \times 0,08 = 2\,409\,400 \text{ (грн.)}$$

Крім того, є додаткові витрати, які не були враховані раніше, зокрема роботи з прокладання комунікацій та облаштування території, які складають 15 % від загальної кошторисної вартості обладнання.

$$I = 30\,117\,500 \times 0,15 = 4\,517\,625 \text{ (грн.)}$$

Для забезпечення роботи очисного обладнання необхідно придбати 1869 кг анаеробного АМ для роботи метантенку та 1330 кг аеробного для аеротенку.

Ціна одного кілограма анаеробного АМ становить 1278 грн за тонну, а аеробного – 1065 грн за тонну.

Анаеробний активний мул:  $1869 \times 1,278 = 2383,5$  грн.

Аеробний активний мул:  $1330 \times 1,065 = 1416,45$  грн.

					211959.25.ЕЕМ.04.ПЗ	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		79

Інвестиції для реалізації екологічного проєкту, що передбачає встановлення обладнання для очищення стічних вод на олійному підприємстві, складатимуться з таких витрат:

$$K = 30117500 + 301175 + 2409400 + 4517625 + 2383,5 + 1416,45 \\ = 37349499,95 \text{ (грн.)}$$

#### 4.2 Розрахунок зміни поточних витрат

Поточні витрати включають щоденні фінансові зобов'язання підприємства, необхідні для забезпечення його стабільного функціонування. Сюди відносяться витрати на оплату праці персоналу, закупівлю сировини та матеріалів, фінансування нематеріальних ресурсів, а також інші платежі, пов'язані з господарською діяльністю.

У зв'язку з впровадженням на підприємстві нової системи очищення стічних вод виникає потреба у залученні додаткового кваліфікованого персоналу. У таблиці 4.2 представлено детальну інформацію щодо запланованої кількості нових працівників, рівня їхньої заробітної плати, кількості робочих днів, розміру посадових окладів та тривалості змін.

Таблиця 4.2 – Кількісний склад працівників та показники їхньої заробітної плати

Посада	Реальна кількість присутніх на роботі		Погодинна ставка з.п., грн.	Тривалість зміни, год	Чисельність робочих днів протягом року	Місячна заробітна плата, грн.
	за добу	за зміну				
Менеджер дільниці	1	1	147	8	250	24 500
Лаборант	1	1	108	8	250	18 000
Оператор	1	1	102	8	250	17 000

Для кожного виду професійної діяльності фонд заробітної плати (ФЗП) визначається окремо на основі відповідної формули:

$$\text{ФЗП} = Z_d + Z_c, \quad (4.2)$$

					211959.25.ЕЕМ.04.ПЗ	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		80

де  $Z_c$  та  $Z_d$  – основна та додаткова з.п.

Розмір основної оплати праці розраховується за формулою:

$$Z_c = T_{ст} \times \tau \times K_{я}, \quad (4.3)$$

де  $T_{ст}$  – тарифна погодинна ставка оплати праці, грн.;

$\tau$  – тривалість календарного періоду в годинах;

$K_{я}$  – явочна чисельність працівників за добу, осіб.

Нормативна ставка заробітної плати для працівників очисної станції встановлюється за наступною формулою:

$$Z_c = 147 \times 2000 \times 1 = 294\,000 \text{ (грн.)}$$

$$Z_c = 108 \times 2000 \times 1 = 216\,000 \text{ (грн.)}$$

$$Z_c = 102 \times 2000 \times 1 = 204\,000 \text{ (грн.)}$$

$$Z_{c \text{ заг.}} = 714\,000 \text{ (грн.)}$$

Додаткова заробітна плата обчислюється за такою формулою:

$$Z_d = P_{тр} + D_n + \Gamma, \quad (4.4)$$

де  $P_{тр}$  – додаткові виплати, що нараховуються за високі трудові результати, перевищення запланованих показників, прояв професійної майстерності та виконання обов'язків в особливих умовах, у грошовому еквіваленті (грн.);

$D_n$  – додаткові кошти та оплата за роботу у нічний час, виражена в грошовому еквіваленті (грн.);

					211959.25.ЕЕМ.04.ПЗ	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		81

Г – загальний обсяг обов’язкових виплат, що включають оплату відпусток та інші передбачені законодавством нарахування, у (грн).

Надбавки та доплати за перевищення встановлених норм, а також премії за професійні досягнення, кваліфікованість і виконання обов’язків в особливих умовах становлять 25,0 % від основної заробітної плати. Основний рівень заробітної плати на заводі буде розрахований таким чином:

$$П_{\text{тр.}} = 294\,000 \times 0,25 = 73500 \text{ (грн.)}$$

$$П_{\text{тр.}} = 216\,000 \times 0,25 = 54000 \text{ (грн.)}$$

$$П_{\text{тр.}} = 204\,000 \times 0,25 = 51000 \text{ (грн.)}$$

$$П_{\text{тр. заг.}} = 178\,500 \text{ (грн.)}$$

Підприємство не здійснює виробничу діяльність у нічний період. Обсяг гарантійних нарахувань становить 6,0 % від загального розміру базової оплати праці разом із преміями за результати роботи та іншими додатковими виплатами:

$$Г = (294\,000 + 73500) \times 0,06 = 22050 \text{ (грн.)}$$

$$Г = (216\,000 + 54000) \times 0,06 = 16200 \text{ (грн.)}$$

$$Г = (204\,000 + 51000) \times 0,06 = 15300 \text{ (грн.)}$$

$$Г_{\text{заг.}} = 53550 \text{ (грн.)}$$

Таким чином, обсяг додаткових виплат для персоналу, який відповідає за експлуатацію очисного обладнання, становить:

$$З_{\text{д}} = 73500 + 22050 = 95550 \text{ (грн.)}$$

$$З_{\text{д}} = 54000 + 16200 = 70200 \text{ (грн.)}$$

$$З_{\text{д}} = 51000 + 15300 = 66300 \text{ (грн.)}$$

$$З_{\text{д заг.}} = 232050 \text{ (грн.)}$$

					211959.25.ЕЕМ.04.ПЗ	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		82

Загальний фонд заробітної плати для працівників очисної станції (оператора та лаборанта) буде обчислюватися наступним чином:

$$\text{ФОП}_{\text{оп. + лаб.}} = 714000 + 232050 = 946050 \text{ (грн.)}$$

Відрахування на ЄСВ 22,0 % від загального фонду заробітної плати і розраховуються за наступною формулою:

$$946050 \times 0,22 = 208131 \text{ (грн.)}$$

Витрати, пов'язані з експлуатацією та технічним обслуговуванням нового очисного обладнання ( $U_0$ ), становлять 15,0 % від загального обсягу капіталовкладень.

$$U_0 = 37349499,95 \times 0,15 = 5602424,9925 \text{ (грн.)}$$

Розмір нарахувань за електроенергію:

$$V_{\text{сп.ел.}} = V \times \text{Ц}_{\text{н}}, \quad (4.5)$$

де  $V$  – сумарне річне електроспоживання нових очисних установок, (кВт год)/рік;

$\text{Ц}$  – ціна для олійного заводу 1 кВт – год/рік споживаної енергії, грн.

Оцінювання споживання електроенергії та пов'язаних витрат для запропонованої очисної системи, що буде застосовуватись на підприємстві ТОВ «БОКАРЬОВ», має наступний вигляд:

- метантенк:  $V_{\text{ел. - метантенк}} = 29000 \times 8 = 232000 \text{ (грн.)}$

					211959.25.ЕЕМ.04.ПЗ	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		83

- аеротенк:  $V_{\text{ел. - аеротенк-змішувач}} = 24000 \times 8 = 192000$  (грн.)
- насос:  $V_{\text{ел. - насос}} = 19000 \times 8 = 152000$  (грн.)
- теплообмінник:  $V_{\text{ел. - теплообмінник}} = 29000 \times 8 = 232000$  (грн.)

Комплексна оцінка витрат на електроенергію для всіх етапів функціонування запропонованих очисних споруд, складають:

$$V_{e/e} = 232000 + 192000 + 152000 + 232000 = 808000 \text{ (грн.)}$$

Зведені поточні витрати, пов'язані з експлуатацією та обслуговуванням очисного обладнання, наведені в таблиці 4.3.

Таблиця 4.3 – Динаміка поточних витрат підприємства після впровадження сучасного очисного обладнання

Поточні витрати	Сума, грн
Оплата праці (ФОП)	946050
Єдиний соціальний внесок	208131
Витрати на технічне обслуговування обладнання	5602425
Витрати на спожити електроенергію	808000
<b>Всього</b>	<b>7564606</b>

#### 4.3 Розрахунок економічної ефективності проєкту

Активний мул, може бути реалізований як органічне добриво за ціною 1284 грн/т. Річний обсяг утворення активного мулу становить орієнтовно 296,6 тонн. Прибуток від продажу АМ буде становити:

$$P_{\text{АМ}} = 296,6 \times 1284 = 380834 \text{ (грн.)}$$

					211959.25.ЕЕМ.04.ПЗ	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		84

В метантенку під час анаеробного процесу вироблена енергія перевищує витрати споруди на 21 %. Тобто, кількість енергії з біогазу повністю задовольняє потреби в теплі метантенка, а додаткові 21 % можна використати для продажу.

За добу виробляється приблизно 5842,57 м<sup>3</sup> біогазу, що за рік становить близько 2 132 540 м<sup>3</sup>. З цієї кількості 21% (або 448 833 м<sup>3</sup>) можна реалізувати. При поточній ціні 9 887 грн за 1000 м<sup>3</sup>, доходи від продажу біогазу складуть:

$$РП_{\text{біогаз}} = \frac{448\,833 \times 9887}{1000} = 4\,437\,611 \text{ грн за рік.}$$

Загальна кількість річного прибутку від реалізації активного мулу та біогазу буде становити:

$$РП_{\text{заг.}} = 380834 + 4\,437\,611 = 4818445 \text{ (грн.)}$$

#### 4.4 Розрахунок показників ефективності заходу

Дохід від основної діяльності безпосередньо залежить від змін у поточних витратах, які виникають через впровадження систем очищення стічних вод.

$$\Delta П = - \Delta В = - 7\,564\,606 \text{ грн.}$$

Вигода від застосування нового обладнання для очищення стічних вод на ТОВ «БОКАРЬОВ» визначається за наступною формулою:

$$\Delta ЧП = РП_{\text{АМ та біогазу заг.}}, \quad (4.6)$$

де РП<sub>АМ та біогазу заг.</sub> – прибуток від реалізації активного мулу та біогазу, грн.

					211959.25.ЕЕМ.04.ПЗ	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		85

$$\Delta \text{ЧП} = 4818445 \text{ грн.}$$

Термін окупності капітальних вкладень  $T$ , років розраховуємо за формулою:

$$T = K/\Delta\text{ЧП}$$

$$T = \frac{37349499}{4818445} = 8 \text{ років} = 96 \text{ місяців}$$

Показник економічної ефективності капіталовкладень має обернену залежність від строку їх окупності, тобто він визначається як зворотня величина цього терміну.

$$E = \Delta\text{ЧП}/K = 4818445/37349499 = 0,1 \text{ грн./грн.}$$

Отримані результати розрахунків економічної ефективності заходів з охорони навколишнього середовища на підприємстві наведені у таблиці 4.4.

Таблиця 4.4 – Основні показники економічної доцільності екологічного проекту на підприємстві ТОВ «БОКАРЬОВ»

<i>Показник</i>	<i>Одиниця виміру</i>	<i>Значення</i>
Обсяг капіталовкладень	грн.	37349499
Щорічні експлуатаційні витрати	грн.	7564606
Маса анаеробного активного мулу	т/ рік	296,6
Дохід від продажу активного мулу	грн.	380834
Дохід від реалізації біогазу	грн.	4 437 611
Щорічне збільшення чистого прибутку	грн.	4818445
Термін окупності інвестицій	років	8
Показник рентабельності капіталовкладень	грн./грн.	0,1

					211959.25.ЕЕМ.04.ПЗ	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		86

На основі проведених розрахунків економічної ефективності природоохоронних заходів на ТОВ «БОКАРЬОВ» можна зробити такі висновки.

Впровадження екологічного проекту потребувало капітальних інвестицій у розмірі близько 37,35 млн грн та щорічних поточних витрат понад 7 млн грн.

За рахунок реалізації активного мулу та продажу біогазу підприємство отримуватиме додаткові доходи, які забезпечують річний приріст чистого прибутку понад 4 млн грн.

Період окупності капіталовкладень становить 8 років, а показник рентабельності капіталовкладень дорівнює 0,1, що свідчить про економічну доцільність і вигідність реалізації проекту з урахуванням його екологічних переваг.

Впровадження такого обладнання суттєво покращить якість вод, зменшить рівень забруднення водних ресурсів і сприятиме більш ефективному використанню відходів (активного мулу та біогазу).

Це не лише допоможе підприємству відповідати екологічним нормативам, а й сприятиме збереженню природних ресурсів і покращенню екологічної ситуації в регіоні загалом.

Таким чином, екологічний аспект проекту підсилює його соціальну відповідальність, довгострокову стабільність та покращення функціонування підприємства.

					211959.25.ЕЕМ.04.ПЗ	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		87

## РОЗДІЛ 5 ОХОРОНА ПРАЦІ

Питання охорони праці та забезпечення її належного рівня посідає важливе місце серед стратегічних цілей діяльності будь – якого сучасного підприємства. На ТОВ «БОКАРЬОВ» охорона праці розглядається як невід’ємна складова ефективного виробничого процесу, що стосується не лише питань його безпеки, але й безпеки працівників, загальної стабільності та результативності функціонування підприємства.

Для досягнення цих цілей підприємство впроваджує відповідні заходи і дотримується вимог чинного законодавства.

Регулювання діяльності у сфері охорони праці здійснюється на підставі ЗУ «Про охорону праці» та нормативно – правових актів, що встановлюють стандарти безпеки і охорони здоров’я працівників.<sup>26</sup>

Керівник підприємства повинен гарантувати безпечні та здорові умови для виконання трудових обов’язків працівників, нести відповідальність за дотримання трудових прав персоналу.

Підприємство повинне впроваджувати технології та правила, що мінімізують ризики при роботі з токсичними чи вибухонебезпечними речовинами, щоб уникнути шкоди для людей і довкілля.

Забезпечення збереження життя і здоров’я працівників визначається пріоритетом державної політики, де роботодавець відповідає за створення безпечного та нешкідливого виробничого середовища.<sup>26,27</sup>

Всі впроваджувані заходи у сфері охорони праці покликані бути комплексними, впроваджувати сучасні науково – технічні досягнення, орієнтуватися на міжнародну практику та відповідати екологічним стандартам.<sup>26,27</sup>

					211959.25.ЕЕМ.05.ПЗ			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		Дзюба Д.В.			ОХОРОНА ПРАЦІ	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		Тогачинська О.В				Д	88	101
<i>Реценз.</i>						ЕК – IV – 4		
<i>Н.контр.</i>								
<i>Затверд.</i>		Якименко І.Л.						

На території цехів і дільниць має функціонувати система повітрообміну, яка не допускає накопичення шкідливих випарів і сприяє збереженню чистоти повітря.

Робочі місця мають відповідати встановленим стандартам щодо рівня шуму, температури, вологості та освітлення, аби забезпечити як безпеку, так і комфорт персоналу.<sup>26,27</sup>

Обладнання, що створює підвищений рівень шуму чи вібрації (преси, лінії розливу, сушарки), повинно бути обладнане звукоізоляційними кожухами або встановлено у віддалених зонах.

Робочий простір має бути обладнаний ізоляцією або шумопоглинаючими системами, якщо обладнання створює високий рівень шуму – щоб запобігти перевтомі та слуховим розладам у персоналу. Виробничі приміщення оснащуються витяжною вентиляцією для усунення парів олії, пилу від шроту, запахів та інших летких речовин. Повітрообмін організовується так, щоб рівень шкідливих речовин не перевищував встановлених норм.<sup>26,27</sup>

Компанія повинна організувати екологічно безпечне управління відходами, яке включає контрольований збір, тимчасове зберігання та правильну утилізацію відповідно до природоохоронних норм.

Усі природні ресурси, що залучаються до виробництва (вода, енергія, сировина), мають використовуватись ефективно – з мінімальними втратами та повагою до екологічного балансу.<sup>26,27</sup>

Виробництво має базуватися на принципах енергоефективності, що включає використання сучасного обладнання, автоматизованого контролю витрат енергії та зменшення викидів в атмосферу.

Планування виробничих процесів має включати превентивні заходи, які знижують ризик техногенних катастроф і забезпечують стабільність екологічної ситуації.<sup>26,27</sup>

Працівники мають законне право працювати в умовах, де стан навколишнього середовища не створює загрози для їхнього здоров'я або життя.

					211959.25.ЕЕМ.05.ПЗ	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		89

Усі виробничі процеси повинні бути організовані так, щоб уникнути потрапляння забруднених стоків у водойми без попереднього очищення – щоб зберегти екосистеми і водні ресурси.<sup>26,27</sup>

Особлива увага приділяється безпечному використанню мастильних матеріалів, розчинників, реагентів для очищення обладнання. Забороняється злив нафтопродуктів та інших забруднюючих речовин у ґрунт або каналізацію без відповідного очищення. Всі небезпечні речовини зберігаються у спеціально обладнаних місцях із дотриманням норм.<sup>26,27</sup>

Усі побічні продукти (макуха, шрот, залишки очищення олії) підлягають повторному використанню або утилізації відповідно до екологічних стандартів. Відходи з підвищеною пожежонебезпекою зберігаються окремо з дотриманням температурного режиму.

У технологічних процесах застосовуються енергоощадні рішення, а також проводиться облік споживання енергії. Підприємство впроваджує технології, що знижують викиди парникових газів, зокрема у процесах сушіння та рафінації олії.

Олія та шрот є легкозаймистими, тому підприємство обладнане сучасними системами пожежогасіння з мінімальним впливом на навколишнє середовище (газове, порошкове гасіння). Проводиться навчання персоналу з дій у разі пожежі.

Підприємство займається очищенням стічних вод із застосуванням біологічних і фізико – хімічних процесів. У процесі експлуатації технологічного обладнання персонал може зазнавати дії таких шкідливих і небезпечних факторів:<sup>26,27</sup>

- контакт з хімічними речовинами (аміак, сірководень, біогаз);
- підвищена вологість і температура;
- ризик утоплення під час обслуговування відкритих резервуарів (відстійників, аеротенків);

					211959.25.ЕЕМ.05.ПЗ	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		90

- утворення вибухонебезпечного газового середовища у метантенках;
- біологічна небезпека від контакту з відходами.

### **Робота з метантенками**

Метантенки є герметичними резервуарами для анаеробного бродіння, де утворюється біогаз. При обслуговуванні метантенків: <sup>27</sup>

- обов'язкове використання вибухобезпечного обладнання;
- заборонено перебування працівників у газонебезпечному середовищі без допуску та ЗІЗ (протигази, газоаналізатори);
- регулярно проводиться контроль наявності метану, сірководню, вмісту кисню;
- працівники проходять навчання з безпечного обслуговування ємностей під тиском і в умовах потенційної вибухонебезпеки.

### **Робота з аеротенками**

Аеротенки – це відкриті резервуари з активним мулом та системами аерації: <sup>27</sup>

- передбачено наявність перил і спеціальних майданчиків для запобігання падінню у воду;
- забезпечується постійна вентиляція приміщень з компресорним обладнанням;
- персонал працює у водостійкому спецодязі та гумових чоботах, використовується ЗІЗ очей і рук;
- регулярне очищення та обслуговування систем аерації проводиться лише при повному знеструмленні обладнання.

### **Робота з відстійниками**

Відстійники – це ємності, де відбувається механічне осадження твердих частинок: <sup>27</sup>

					211959.25.ЕЕМ.05.ПЗ	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		91

- ризики пов'язані з відкритим доступом до водної поверхні – облаштовані огороження;
- при проведенні технічного обслуговування проводиться повне відкачування рідини та знеструмлення обладнання;
- доступ до внутрішньої частини резервуарів здійснюється лише за нарядом – допуском;
- передбачено обов'язкове освітлення робочих зон і вивіски про заборону несанкціонованого доступу.

### **Робота з ґратками**

Ґратки використовуються для затримання крупного сміття (пластик, тканини, гілки тощо) на початковій стадії очищення стічних вод. Робота з ґратками пов'язана з низкою потенційних небезпек:<sup>27</sup>

- механічні травми: можливість пошкодження рук під час вилучення сміття;
- біологічна небезпека: контакт із побутовими та органічними відходами, що можуть містити патогени;
- неприємні запахи та аерозолі, що виділяються при відкритому доступі до неочищених стоків.

#### **Заходи безпеки:**

- обов'язкове використання щільних гумових рукавиць, спецодягу, захисних окулярів і респіраторів;
- проведення регулярної дезінфекції робочого місця та інструментів;
- заборона виконання робіт без інструктажу та медичного огляду;
- застосування автоматизованих грабель з дистанційним керуванням для зменшення контакту з відходами.

### **Робота з пісковловлювачами**

Пісковловлювачі призначені для видалення мінеральних частинок (піску, гравію, шламу), що абразивно діють на обладнання та утруднюють подальше очищення.

					211959.25.ЕЕМ.05.ПЗ	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		92

Основними ризиками на виробництві є підвищене запилення в процесі видалення та транспортування піску, ризик падіння у відкриті ємності під час технічного обслуговування, а також високий рівень шуму, спричинений роботою насосного обладнання та скребкових механізмів.

Заходи безпеки:

- використання засобів захисту органів дихання та слуху (респіратори, навушники або беруші);
- обладнання майданчиків із перилами та протиковзким покриттям;
- проведення робіт лише при вимкненому обладнанні та з оформленням наряду – допуску;
- встановлення вентиляційних систем для зменшення концентрації пилу.

Працівники підприємства проходять обов'язкові інструктажі, зокрема вступний під час оформлення на роботу та первинний на робочому місці, а також повторного, позапланового та цільового; обов'язковий медичний огляд перед прийомом на роботу та періодичних оглядів відповідно до затвердженого графіка.<sup>26,27</sup>

Проводяться навчання персоналу як діяти в аварійних ситуаціях, зокрема у випадку витоків, пожеж, технологічних збоїв; облаштування виробничих приміщень вентиляційними системами, достатнім рівнем освітлення, огороженням небезпечних зон, а також системами аварійної сигналізації; здійснення регулярного контролю санітарно – гігієнічних показників.<sup>26,27</sup>

На олійному заводі передбачені такі протипожежні заходи: використання первинних засобів пожежогасіння (вогнегасників, ящиків з піском, внутрішнього водопроводу пожежогасіння); наявність планів евакуації та затверджених інструкцій з дій персоналу.

Якісна протипожежна безпека відіграє важливу роль, запобігаючи виникненню надзвичайних ситуацій.

					211959.25.ЕЕМ.05.ПЗ	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		93

Особливо це стосується зон зберігання легкозаймистих матеріалів, зокрема біогазу та хімічних речовин, шляхом дотримання вимог до конструктивних рішень, вентиляції, контролю за температурним режимом і доступом сторонніх осіб.<sup>26,27</sup>

Загалом у своїй діяльності підприємство керується також ще такими нормативно – правовими актами з питань охорони праці, а саме: Кодексом законів про працю України, Законом України «Про загальнообов’язкове державне соціальне страхування», «Про охорону навколишнього природного середовища», а також «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення». Система управління охороною праці організована відповідно до Порядку функціонування системи управління охороною праці.

Для забезпечення ефективного функціонування системи охорони праці на підприємстві застосовуються вимоги національного стандарту ДСТУ ISO 45001:2019 «Системи управління охороною здоров’я та безпекою праці. Вимоги та настанови щодо застосування», а також Типового положення про службу охорони праці. Враховуються також вимоги чинних державних санітарних норм, будівельних норм, галузевих правил охорони праці, інструкцій з охорони праці та внутрішньої документації підприємства.

Тому, ТОВ «БОКАРЬОВ» забезпечено належний рівень безпеки праці шляхом впровадження системних дій, спрямованих на забезпечення безпеки праці та протипожежного захисту. Усі дії спрямовані на мінімізацію виробничих ризиків, захист працівників і створення безпечного виробничого середовища.

					211959.25.ЕЕМ.05.ПЗ	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		94

## ВИСНОВКИ

1. У межах кваліфікаційної бакалаврської роботи було здійснено всебічний аналіз господарської діяльності ТОВ «БОКАРЬОВ».

Основну увагу зосереджено на характеристиках виробничих потужностей підприємства, асортименту виробленої продукції, джерелах постачання сировини, а також забезпеченні водними та енергетичними ресурсами. Особливої уваги надано стандартам якості та безпеки для вхідної сировини та готового кінцевого продукту. Описано повну послідовність виробничого процесу, а також розроблено детальну технологічну схему виробництва нерафінованої соняшникової олії.

2. Було здійснено екологічну оцінку функціонування олійного підприємства, виділено основні екологічні аспекти, зокрема утворення виробничих стічних вод, атмосферні викиди та генерацію твердих і рідких відходів. Було ідентифіковано джерела походження забруднювальних компонентів, надано їх характеристику та розглянуто ефективність застосовуваних на заводі методів очищення й утилізації.

Вміст основних забруднювачів у стічних водах становить: завислі речовини – 1250 мг/дм<sup>3</sup>, жирові сполуки – 1500 мг/дм<sup>3</sup>, БСК<sub>повн.</sub> – 3800 мг О<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>, ХСК – 4500 мг О<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>, загальний вміст азоту – 76 мг/дм<sup>3</sup>, фосфати – 11 мг/дм<sup>3</sup>, показник кислотності (рН) – 7.

3. Стічні води даного заводу містять значну кількість жирів, масел та інших органічних сполук, що потребує ефективних методів очищення перед їх скиданням або повторним використанням.

На ТОВ «БОКАРЬОВ» існуюча система очищення стоків є недостатньою та малоефективною, тому треба їх очищати до рівня, що відповідає екологічним і санітарним вимогам.

					211959.25.ЕЕМ.ПЗ		
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>			
<i>Розроб.</i>		Дзюба Д.В.			<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		Тогачинська О.В			Д	95	101
<i>Реценз.</i>					ВИСНОВКИ		
<i>Н.контр.</i>							
<i>Затверд.</i>		Якименко І.Л.					
					ЕК – IV – 4		

На підприємстві встановлені лише жирловловлювач (як попереднє очищення), ґратки та пісковловлювач – забезпечують механічне відділення крупних забруднень, піску. Проте цього недостатньо для ефективного зниження показників забруднення.

Для зменшення екологічного впливу та забезпечення відповідності вимогам нормативів, підприємству необхідно впровадити більш ефективну систему очищення стоків, щоб зменшити екологічне навантаження на довкілля.

4. На основі аналізу складу стічних вод, що утворюються в результаті виробничої діяльності підприємства з переробки олійних культур, а також з урахуванням наявних очисних потужностей, було обґрунтовано доцільність впровадження біологічної системи очищення. Запропоновано поетапну технологію, що поєднує анаеробні процеси (метаногенез) на початковій стадії з подальшим аеробним доочищенням. Для рекомендованої очисної системи здійснено необхідні техніко – економічні розрахунки та підбір обладнання.

Згідно з розрахунками, ефективність первинного (анаеробного) етапу біологічного очищення становить 84,4 %. Обсяг біогазу, що утворюється в процесі метаногенезу, повністю покриває потреби метантенка в тепловій енергії, причому близько 21% надлишкової енергії може бути реалізовано на продаж. Після проходження стоків через систему аеробного доочищення, ефективність цього етапу досягає 54,5 %. Сумарний коефіцієнт очищення усієї комбінованої технологічної схеми становить 92,9 %, що свідчить про високу результативність запропонованого методу.

Кінцеві показники очищених стічних вод: БСК – 250 мг О<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>, ХСК – 500 мг О<sub>2</sub>/ дм<sup>3</sup>. Такі стічні води надходять вже безпосередньо у каналізаційну мережу.

5. На олійножировому підприємстві відсутнє обладнання для очищення викидів, що утворюються в процесі виробництва.

					211959.25.ЕЕМ.ПЗ	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		96

Усі забруднюючі речовини, які виникають, не проходять додаткового очищення перед викидом в атмосферу. Єдина система, що використовується для відведення викидів, – це витяжна вентиляція, яка лише переміщує забруднене повітря з місця його утворення без будь – якої фільтрації чи обробки.

Тому для очищення викидів було запропоновано встановити фільтр ZEO – FK завдяки його високій ефективності очищення повітря (до 99,6 %), широкому діапазону продуктивності (4000 – 72000 м<sup>3</sup>/год), компактності, енергоефективності та здатності працювати в умовах підвищеної запиленості, включаючи вибухонебезпечні зони. Його надійна конструкція, простота монтажу і обслуговування, а також якісні європейські комплектуючі гарантують стабільну та довготривалу експлуатацію, що повністю відповідає потребам підприємства в контексті екологічної відповідальності та захисту працівників

6. На підприємстві ТОВ «БОКАРЬОВ» здійснюється утилізація відходів, однак існуюча система не охоплює всі можливості повторного використання ресурсів. Небезпечні відходи, як – от люмінесцентні лампи, батареї та мастила, передаються спеціалізованим компаніям.

Частина соняшникового лушпиння спалюється на підприємстві, але значні обсяги залишаються не використаними. Макуха, шрот і бракована продукція частково застосовуються у кормовій чи технічній сферах, проте не повною мірою. Соапстоки, глини та гудрон переважно вивозяться без вторинної обробки.

Тому, рекомендовано використовувати соняшникове лушпиння для пелет, брикетів та плит; переробляти відбілювальні глини для будівництва та промисловості; залучати воскові речовини у різних галузях; фільтрувальний порошок для адсорбентів і будматеріалів; каталізатори для повторного використання чи вилучення металів; гудрон для біодизелю, мила та мастил; оптимізувати макуху і шрот у кормовій і харчовій промисловості; соапстоки для гліцерину, біодизелю та мила; впровадити програму регенерації мастил і покращити сортування побутових відходів.

					211959.25.ЕЕМ.ПЗ	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		97

7. Впровадження нової системи очищення стоків на ТОВ «БОКАРЬОВ» є доцільним як з економічної, так і з екологічної точки зору. Загальна сума капітальних інвестицій становить 37,35 млн грн, однак щорічний приріст чистого прибутку у розмірі понад 4 млн грн свідчить про стабільне економічне зростання підприємства внаслідок реалізації запроваджених рішень.

Витрачений капітал відновлюється протягом 8 років, що є прийнятним для подібних екологічних ініціатив. Окрім цього, підприємство щороку отримує виручку від продажу побічної продукції. Це не лише дозволяє частково покривати поточні витрати (які становлять 7 млн грн на рік), а й формує джерело додаткового доходу.

Сучасні технологічні рішення у сфері переробки стічних вод методом анаеробного зброджування сприяють тому, що підприємство також значно знижує обсяги викидів шкідливих речовин у навколишнє середовище.

Біогаз, що утворюється в процесі, є відновлюваним джерелом енергії, що зменшує залежність підприємства від викопного палива та скорочує викиди парникових газів. Крім того, активний мул, який раніше міг вважатися відходом, тепер перетворюється на корисну сировину – добриво або технічний продукт, що відповідає принципам сталого розвитку та циркулярної економіки. Такий підхід дозволяє не лише зменшити екологічне навантаження, а й формує нові напрями економічної вигоди.

Таким чином, реалізація даної роботи забезпечує комплексне поєднання економічного ефекту з покращенням екологічної ситуації, що свідчить про його ефективність і стратегічну цінність для сталого розвитку підприємства.

8. Охорона праці є ключовим елементом стабільної та безпечної роботи підприємства. Її впровадження забезпечує захист життя і здоров'я працівників, знижує ризики виробничого травматизму та аварій, підвищує продуктивність тощо.

					211959.25.ЕЕМ.ПЗ	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		98

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

<sup>1</sup> YouControl. ТОВ «БОКАРЬОВ». <https://surl.li/sgtdph> (дата звернення Бер 5, 2025).

<sup>2</sup> Державні санітарні правила планування та забудови населених пунктів. [Чинний від 19.06.96]; МОЗ України; 58 с. <https://surl.li/njspgn> (дата звернення Бер 5, 2025).

<sup>3</sup> Бойко, О. С.; Гейко, Л. М. Сучасний стан підприємств олійно – жирової промисловості України. *Економічний простір* 2020, 157, с 32 – 37.

<sup>4</sup> Vuzlit. Технологічний Процес Виробництва Рослинного Масла <https://vuzlit.com/39556/vstup#973> (дата звернення Бер 7, 2025).

<sup>5</sup> ТАН. Як Підвищити Ефективність Підприємства з Виробництва Соняшникової Олії. <https://surl.li/andziv> (дата звернення Бер 7, 2025).

<sup>6</sup> Ніжинська Міська Рада. *План Дій із Сталого Енергетичного Розвитку м. Ніжин, Чернігівська Область на 2016 рік / Ніжинська Міська Рада. – Ніжин, 2016; с 48.* <https://surl.li/hzxrор> (дата звернення Бер 8, 2025).

<sup>7</sup> Рубрика. Сталий Розвиток Громади: Ніжин Робить Ставку на Підготовку Молодих Фахівців у Сфері Енергоменеджменту та Локалізацію Виробництва Енергії. <https://surl.li/cqnrpb> (дата звернення Бер 10, 2025).

<sup>8</sup> Офіційний Сайт Ніжинської Міської Ради. Аналіз Використання Енергоресурсів. <https://surl.li/olngkv> (дата звернення Бер 12, 2025).

<sup>9</sup> ЧернігівОбленерго. Про Компанію. <https://chernihivoblenergo.com.ua/> (дата звернення Бер 15, 2025).

<sup>10</sup> ДСТУ 7011:2009 Соняшник. Технічні умови [1 січня 2010 р]; Державний стандарт України: Київ, 2010; с 11.

					211959.25.ЕЕМ.ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Дзюба Д.В.			СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Тогачинська О.В				Д	99	101
Реценз.						ЕК – IV – 4		
Н.контр.								
Затверд.		Якименко І.Л.						

<sup>11</sup> Про затвердження Державних гігієнічних правил і норм «Регламент максимальних рівнів окремих забруднюючих речовин у харчових продуктах». Прийняття від 13.05.2013. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0774-13#Text> (дата звернення Бер 15, 2025).

<sup>12</sup> Про затвердження Державних гігієнічних нормативів «Допустимі рівні вмісту радіонуклідів <sup>137</sup> Cs та <sup>90</sup> Sr у продуктах харчування та питній воді», Редакція від 15.07.2008. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0845-06#Text> (дата звернення Бер 15, 2025).

<sup>13</sup> Допустимі дози, концентрації, кількості та рівні вмісту пестицидів у сільськогосподарській сировині, харчових продуктах, повітрі робочої зони, атмосферному повітрі, воді водоймищ, ґрунті. Прийняття від 20.09.2001. <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0137588-01#Text> (дата звернення Бер 17, 2025).

<sup>14</sup> ДСТУ 4492:2017 Олія соняшникова. Технічні умови [27 червня 2017 р]; Державний стандарт України: Київ, 2017; с 26.

<sup>15</sup> Салавор О.М. Екологія харчових виробництв [Електронний ресурс]: курс лекцій для здобувачів освітнього ступеня «Бакалавр» спеціальності 101 «Екологія» освітньо – професійної програми «Екологія та охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування» денної та заочної форм навчання /О.М. Салавор, О.В. Тогачинська, О.В. Ничик. – К.: НУХТ, 2019. – 150 с.

<sup>16</sup> Поважний, С. Ф.; Демченко, М. Т.; Демченко, О. М.; Харченко, В. В. *Системи Технологій*, 3 – є вид., переробл. і доповн.; ДонДУУ: Донецьк, 2012; 198 с.

<sup>17</sup> Кулікова, Д. В. Обґрунтування доцільності модернізації споруд з очистки жировмісних стічних вод. *Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування* 2021, 2(24), с. 102–111. DOI: 10.31471/2415 – 3184 – 2021 – 2(24) – 102 – 111.

					211959.25.ЕЕМ.ПЗ	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		100

<sup>18</sup> Саблій, Л.; Жукова, В.; Єпішова, Л. Очищення соапстоків підприємств олійно – жирової промисловості фізико – хімічними методами. *Вісник НТУ України «КПІ ім. І. Сікорського»* [Online], 2022, 39, с. 53 – 60. <https://surl.li/phcyiu> (дата звернення Бер 27, 2025).

<sup>19</sup> Єгоров, Б.В. Вода в харчовій промисловості. *Збірник тез доповідей XI Всеукраїнської науково – практичної конференції*, Одеса, Україна, 20 – 21 березня, 2020; ОНАХТ: Одеса, 2020; с. 125.

<sup>20</sup> Чернігівська міська рада. Правила приймання стічних вод до системи централізованого водовідведення м. Чернігова. <https://goo.su/5eVzP> (дата звернення Квіт 8, 2025).

<sup>21</sup> Правила приймання стічних вод до систем централізованого водовідведення [Чинні від 01.12.2017]; Мінрегіон України; 28 с. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0056-18#Text> (дата звернення Квіт 10, 2025).

<sup>22</sup> Левандовський, Л.В.; Бублієнко, Н.О.; Семенова О.І. *Природоохоронні Технології та Обладнання*; НУХТ, Київ, 2013; с 243.

<sup>23</sup> Esmil Груп. Решітки. [https://ua.esmil.eu/product\\_cat/sewage-screens-and-fine-screens/](https://ua.esmil.eu/product_cat/sewage-screens-and-fine-screens/)(дата звернення Квіт 10, 2025).

<sup>24</sup> ТОВ «ДЕЛЬТА ВІЛМАР УКРАЇНА». Інформація для отримання дозволу на викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря стаціонарними джерелами. <https://surl.li/dpqxxk> (дата звернення Квіт 11, 2025).

<sup>25</sup> Grain Capital. Аспіраційне обладнання. <https://zeo.ua/equipment/filtr-kasetno-rukavniy-zeo-fk> (дата звернення Квіт 12, 2025).

<sup>26</sup> Закон України «Про охорону праці» [Чинний від 14.10.1992]; ВРУ; 16 с. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2694-12#Text> (дата звернення Трав 28, 2025).

<sup>27</sup> Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. (DWA). Посібник оператора каналізаційних очисних споруд; укр. вид.; DWA: Гінкельсбах, 2023; 112 с. <https://surl.li/cc/gqctuv> (дата звернення:Трав 29, 2025).

					211959.25.ЕЕМ.ПЗ	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		101