Міністерство освіти і науки України

Запорізький національний університет
(повне найменування вищого навчального закладу)

Інженерний навчально-науковий інститут ім Ю.М. Потебні
(назва факультету)

Кафедра металургійних технологій, екології та техногенної безпеки
(повна назва кафедри)

Кваліфікаційна робота

на тему *«Розробка інноваційних рішень впровадження технологій рециклінгу в умовах повоєнного відновлення промислового регіону». Тема спеціальної частини: «Проєкт системи очищення технологічних речовин при переробці рідких промислових відходів».*

Виконала: студент *2* курсу, групи *8.1834-з-дн*

спеціальності
183 Технології захисту навколишнього середовища
освітньої програми
Технології захисту навколишнього середовища

спеціалізації
_____
(шифр і назва)

Метеленко Н.Г.

Керівник *доцент, к.т.н. Бєлоконь К.В.*

Рецензент *проф., д.хім.н. Прутцьков Д.В.*
(прізвище та ініціали)

Запоріжжя
2025

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ
ім Ю.М. ПОТЕБНІ

Кафедра _____*металургійних технологій, екології та техногенної безпеки*_

Рівень вищої освіти _____*другий магістерський рівень*_____
другий (магістерський) рівень)

Спеціальність ___*183 Технології захисту навколишнього середовища*_____
(шифр і назва)

Освітньо-професійна програма ____*Технології захисту навколишнього середовища*_____
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри ___*МТЕТБ*__
_____ Ю.О. Бєлоконь

«____» _____ 2025 року

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

_____ *Метеленко Наталя Георгіївна*_____
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи*«Розробка інноваційних рішень впровадження технологій рециклінгу в умовах повоєнного відновлення промислового регіону». Тема спеціальної частини: «Проєкт системи очищення технологічних речовин при переробці рідких промислових відходів»*_____
керівник роботи__*Бєлоконь Каріна Володимирівна, к.т.н., доцент*_____
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
затверджені наказом вищого навчального закладу від *"27" 02* 2025 року *№ 319-с*

2. Строк подання студентом роботи _____*26.02.2026*_____

3. Вихідні дані до роботи *розробити систему очищення технологічних речовин при переробці рідких промислових відходів на ПП «СЛАВУТИЧ-ТАРА»*_____

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)*_вступ, теоретичні основи технологій рециклінгу в умовах євроінтеграційних змін під час війни в Україні, проєкт системи очищення*

технологічних речовин при переробці рідких промислових відходів ПП «СЛАВУТИЧ ТАРА», забезпечення охорони праці та техногенної безпеки на ПП «СЛАВУТИЧ-ТАРА», обгрунтування еколого-економічного та соціального ефекту від впровадження системи очищення технологічних речовин при переробці рідких відходів ПП «СЛАВУТИЧ -ТАРА», висновки, перелік джерел посилань, додатки

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)
презентаційний матеріал на 8 слайдах (на 8 сторінках)

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата завдання прийняв
Розділ 1	*Бєлоконь К.В., доцент*	
Розділ 2	*Бєлоконь К.В., доцент*	
Розділ 3	*Бєлоконь К.В., доцент*	
Розділ 4	*Бєлоконь К.В., доцент*	
Нормоконтроль	*Бєлоконь К.В., доцент*	

7. Дата видачі завдання 02.06.2025 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	*Вступ*		
2	*Розділ 1*		
3	*Розділ 2*		
4	*Розділ 3*		
5	*Розділ 4*		
6	*Висновки*		
7	*Презентація*		

Студент _____ *Наталя МЕТЕЛЕНКО*

Керівник роботи _____ *Каріна БЄЛОКОНЬ*

Нормоконтроль пройдено

Нормоконтролер _____ *Каріна БЄЛОКОНЬ*

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота: 95 стор., 16 табл., 14 рис., 47 джерел посилання

РЕЦИКЛІНГ, РІДКІ ВІДХОДИ ПИВНОГО ВИРОБНИЦТВА, СЕПАРАЦІЯ, РІДКИЙ ФУГАТ, ХСК, $БСК_5$, ВУГЛЕЦЕВИЙ СЛІД.

Об'єкт дослідження – технологія переробки рідких відходів пивного виробництва.

Предмет дослідження – системи очищення технологічних речовин сепаратором ДСГ–35 при переробці рідких відходів пивного виробництва.

Мета кваліфікаційної роботи – удосконалення системи очищення технологічних речовин при переробці рідких промислових відходів пивного виробництва та впровадження запропонованих інноваційних рішень у виробництво.

Розглянуто технології переробки відходів пивного виробництва та зясовано, що це є відходи органічного походження, які є цінною кормовою базою для сільськогосподарських комплексів, але вони не завжди є непридатними для подальшого використання, тому науковим завданням є запровадження ресурсозберігаючої технології, яка спрямована на отримання поживних кормових продуктів і ВМР (вторинних матеріальних ресурсів). Доведено, що утилізація відходів пивної дробини впливає на екологічну ситуацію і потребує вирішення питання в напрямку запобігання забруднення довкілля.

Проведено розрахунки, які обгрунтовують доцільність запропонованих технологічних заходів з удосконалення системи очищення технологічних речовин рідких відходів, що, поряд з іншим, забезпечує економію природного газу і зниження навантаження на вихідні стоки.

ЗМІСТ

ВСТУП 7

РОЗДІЛ 1 ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ТЕХНОЛОГІЙ РЕЦИКЛІНГУ В УМОВАХ ЄВРОІНТЕГРАЦІЙНИХ ЗМІН ПІД ЧАС ВІЙНИ В УКРАЇНІ 9

1.1. Світовий досвід поводження з відходами та адаптація законодавства ЄС ……..... 9

1.2. Технології рециклінгу: економічна доцільність технологій замкненого циклу…… 19

1.3. Характеристики рідких відходів пивного виробництва: методи переробки, утилізації, вторинного використання……. 21

1.4. Негативний вплив відходів пивоваріння на довкілля та наслідки впливу…… 32

РОЗДІЛ 2 ПРОЄКТ СИСТЕМИ ОЧИЩЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ РЕЧОВИН ПРИ ПЕРЕРОБЦІ РІДКИХ ПРОМИСЛОВИХ ВІДХОДІВ ПП «СЛАВУТИЧ ТАРА» …… 39

2.1. Характеристика ПП «СЛАВУТИЧ-ТАРА» – провідного підприємства з переробки рідких промислових відходів пивного виробництва ..…….. 39

2.2. Обладнання, що використовується для сепарації рідких відходів промислового виробництва ПП «СЛАВУТИЧ-ТАРА»……..... 48

2.3. Опис технологічного процесу переробки рідких відходів з використанням технології сепарації на ПП «СЛАВУТИЧ-ТАРА» ……... 49

2.4. Розрахункові результати експерименту з впровадження удосконаленої системи очищення технологічних речовин сепаратором ДСГ – 35 при переробці рідких відходів…… 55

РОЗДІЛ 3 ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ОХОРОНИ ПРАЦІ ТА ТЕХНОГЕННОЇ БЕЗПЕКИ НА ПП «СЛАВУТИЧ-ТАРА»…..……. 66

3.1. Вимоги до розміщення огородження…….. 66

3.2. Вимоги до розміщення майданчиків та сходів ……..…… 67

3.3. Особливості техніки безпеки при обслуговуванні та ремонті електрофільтрів …...…… 69

3.4. Особливості безпечного обслуговування сепаратора типу ДСГ – 35 на ПП «СЛАВУТИЧ-ТАРА» та дотримання правил охорони праці та техногенної безпеки……. 71

РОЗДІЛ 4 ОБГРУНТУВАННЯ ЕКОЛОГО – ЕКОНОМІЧНОГО ТА СОЦІАЛЬНОГО ЕФЕКТУ ВІД ВПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМИ 77

ОЧИЩЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ РЕЧОВИН ПРИ ПЕРЕРОБЦІ РІДКИХ ВІДХОДІВ ПП «СЛАВУТИЧ -ТАРА»……..

4.1. Еколого – економічний ефект від впровадження технології сепарації при очищенні технологічних речовин пивного виробництва на ПП «СЛАВУТИЧ-ТАРА» …… 77

4.2. Соціальний ефект від впровадження технології сепарації при очищенні технологічних речовин пивного виробництва на ПП «СЛАВУТИЧ-ТАРА» ……. 80

ВИСНОВКИ……. 83

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ …..…… 85

ДОДАТКИ ……... 91

ВСТУП

Актуальність теми дослідження. У сучасних умовах відходи вважаються головною всесвітньою екологічною проблемою. Критична ситуація, яку сьогодні спостерігаємо у контексті утворення, накопичення, зберігання, перероблення, утилізації та захоронення відходів, посилює екологічні загрози і тому потребує якнайшвидшого вирішення. Погіршенню стану справ у даній сфері сприяють наслідки проведення військових дій на значній частині території України через широкомасштабне вторгнення рф. Тобто, на сучасному етапі інтеграції України в європейський економічний простір, здійснення реформ у багатьох сферах вимагає ефективного управління навколишнім середовищем, у тому числі поводження з відходами. Управління відходами є складним завданням, яке потребує співпраці з усіма стейкхолдерами. Сучасний етап, що характеризується загальним зростанням утворення відходів і труднощами із забезпеченням необхідної утилізації, змушує ще раз докорінно переглянути ставлення до виробництва та споживання відходів, що утворюються. Найважливішим завданням у цьому плані є досягнення балансу між економічним зростанням та екологічною стійкістю, власне, завдяки переходу країни на принципи циркулярної економіки. Але як перетворити відходи з проблеми на ресурс, а отже повернути їх у виробничий цикл, в регіонах України залишається відкритим питанням, яке потребує доопрацювання.

Мета кваліфікаційної роботи – удосконалення системи очищення технологічних речовин при переробці рідких промислових відходів пивного виробництва та впровадження запропонованих інноваційних рішень у виробництво.

У відповідності до поставленої мети, дослідження було спрямовано на вирішення наступних завдань:

- досліджено світовий досвід поводження з відходами та адаптація до законодавства ЄС;

- обгрунтовано економічну доцільність технологій замкненого циклу та доведено негативний вплив відходів пивоваріння на довкілля та окреслено наслідки впливу;
- здійснено вибір обладнання для сепарації рідких відходів промислового виробництва у напрямку зниження рівня вологості первинної сировини;
- узагальнено результати експериментальних досліджень з вихідною сировиною та запропоновано удосконалену систему очищення;
- обгрунтовано економіко-екологічний та соціальний ефекти від впровадження запропонованої технології системи очищення рідких промислових відходів

Об’єкт дослідження – технологія переробки рідких відходів пивного виробництва.

Предмет дослідження – системи очищення технологічних речовин сепаратором ДСГ–35 при переробці рідких відходів пивного виробництва.

РОЗДІЛ 1
ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ТЕХНОЛОГІЙ РЕЦИКЛІНГУ В УМОВАХ ЄВРОІНТЕГРАЦІЙНИХ ЗМІН ПІД ЧАС ВІЙНИ В УКРАЇНІ

1.1. Світовий досвід поводження з відходами та адаптація законодавства ЄС

У сучасних умовах відходи вважаються головною всесвітньою екологічною проблемою. Критична ситуація, яку сьогодні спостерігаємо у контексті утворення, накопичення, зберігання, перероблення, утилізації та захоронення відходів, посилює екологічні загрози і тому потребує якнайшвидшого вирішення. Погіршенню стану справ у даній сфері сприяють наслідки проведення військових дій на значній частині території України через широкомасштабне вторгнення рф. Тобто, на сучасному етапі інтеграції України в європейський економічний простір, здійснення реформ у багатьох сферах вимагає ефективного управління навколишнім середовищем, у тому числі поводження з відходами. Управління відходами є складним завданням, яке потребує співпраці з усіма стейкхолдерами. Сучасний етап, що характеризується загальним зростанням утворення відходів і труднощами із забезпеченням необхідної утилізації, змушує ще раз докорінно переглянути ставлення до виробництва та споживання відходів, що утворюються. Найважливішим завданням у цьому плані є досягнення балансу між економічним зростанням та екологічною стійкістю, власне, завдяки переходу країни на принципи циркулярної економіки. Але як перетворити відходи з проблеми на ресурс, а отже повернути їх у виробничий цикл, в регіонах України залишається відкритим питанням. Адже, неналежне поводження з відходами призводить до забруднення ґрунту, повітря, води та приваблює переносників хвороб. Неправильне поводження з відходами може засмічувати зливові канали, що призводить до повеней, які створюють антисанітарні та токсичні умови, непропорційно

впливаючи на бідних людей, які, швидше за все, живуть поблизу або працюють на місцях утилізації відходів. Спалювання відходів виділяє в повітря токсини та тверді частинки, які можуть спричинити респіраторні та неврологічні захворювання, серед інших проблем зі здоров'ям [1]. Пріоритетами державної політики в напрямку ресурсозбереження є такі: оптимізації використання природних ресурсів та зниженні енергоємності, мінімізації негативного впливу на довкілля шляхом переходу до моделі зеленої (циркулярної) економіки [2].

Сьогодні, в умовах повномасштабної війни, формування ефективної системи управління відходами є важливим компонентом якісних змін у всіх регіонах Україні, особливо в тих, які більше всього потерпають від російської навали, що руйнує навколишнє середовище. Перехід від існуючої практики поводження з відходами до системи управління ними вимагає прийняття і реалізації радикальних рішень на законодавчому та виконавчому рівнях ієрархії управління, запровадження європейських принципів управління, що на практиці підтвердили свою дієвість та ефективність. Розробка прогресивної моделі рециркуляції відходів у регіонах України вимагає комплексного використання сучасних інноваційних технологій, що у поєднанні з європейськими стандартами та запропонованими радикальними рішеннями спроможні створити ефективну національну систему управління відходами [3].

Європейська зелена угода перетворює ЄС на сучасну, ресурсоефективну та конкурентоспроможну економіку. Курс, запущений президентом фон дер Ляєн у 2019 році, відповідає на терміновий заклик громадян, особливо молоді, до дій у сфері клімату. Він визначає план трансформації європейської економіки, енергетики, транспорту та промисловості для більш сталого майбутнього. Він має на меті скоротити викиди щонайменше на 50% до 2030 року, зростаючи до 55%, водночас юридично закріплюючи мету нейтральності до 2050 року через Європейський кліматичний закон. Він просуває чистий перехід, який

захищає людей і планету, є економічно обґрунтованим та соціально справедливим [5]. Європейський кліматичний закон закріплює в законодавчому порядку мету, викладену в Європейській зеленій угоді, щоб економіка та суспільство Європи стали кліматично нейтральними до 2050 року. Закон також встановлює проміжну ціль скорочення чистих викидів парникових газів (ПГ) щонайменше на 55% до 2030 року порівняно з рівнями 1990 року [6]. Так, в Регламенті (ЄС) 2021/1119 [7] зазначено, що «Екзистенційна загроза, що виникає через зміну клімату, вимагає посилення амбіцій та активізації дій у сфері клімату з боку Союзу та держав-членів. Союз прагне активізувати зусилля щодо боротьби зі зміною клімату та забезпечити виконання Паризької угоди, прийнятої в рамках Рамкової конвенції ООН про зміну клімату («Паризька угода» [8]), керуючись її принципами та на основі найкращих доступних наукових знань, у контексті довгострокової мети Паризької угоди щодо температури». ЄС подав свою довгострокову стратегію [9] Рамковій конвенції Організації Об’єднаних Націй про зміну клімату (РКЗК ООН) у березні 2020 року. У березні 2023 р. Єврокомісією визначено шляхи забезпечення довгострокової конкурентоспроможності ЄС [10]. Довгостроковий погляд на конкурентоспроможність окреслює, як ЄС може використовувати свої сильні сторони та досягти більшого, ніж просто подолання розриву в зростанні та інноваціях. Перспективна, чітко визначена та скоординована структура ЄС сприятиме процвітанню бізнесу, здатного конкурувати на світовому ринку, створювати привабливі робочі місця та встановлювати глобальні стандарти. Зазначається, що Єдиний ринок є ключовим активом ЄС та рушійною силою його конкурентоспроможності. Протягом понад 30 років він допомагав покращувати життя громадян, спрощував ведення бізнесу та приносив значні економічні вигоди, збільшуючи європейський ВВП на 9%. Він також є засобом супроводу та забезпечення зеленого та цифрового переходу Європи. Він є джерелом регуляторної, фінансової та логістичної інтеграції ЄС, що допомагає створювати економію масштабу та сприяє зростанню бізнесу.

Єдиний ринок є важливим фактором економічної стійкості Європи під час криз та забезпечує вирішальний геополітичний важіль, що зміцнює становище та вплив ЄС у світі. Однак зауважено, що єдиний ринок повинен продовжувати адаптуватися до нових реалій та враховувати зміни геополітичного середовища, технологічний розвиток, зелений та цифровий перехід, а також необхідність підвищення довгострокової конкурентоспроможності та продуктивності ЄС.

У грудні 2022 року Європейська Рада запропонувала Єврокомісії на початку 2023 року внести пропозиції щодо забезпечення стійкості та конкурентоспроможності ЄС шляхом мобілізації всіх відповідних національних та європейських інструментів і покращення рамкових умов для інвестицій. Промисловий план Європейської зеленої угоди, представлений Комісією 1 лютого 2023 р., став першою відповіддю на цей заклик. Пропозиції, оприлюднені у березні 2023 р., зосереджені на створенні більш сприятливого середовища для розширення виробничих потужностей ЄС у сфері технологій та продуктів з нульовим рівнем викидів, а також критично важливої сировини, що буде ключовим фактором для підвищення конкурентоспроможності Європи в умовах переходу до економіки з нульовим рівнем викидів. Промисловий план «Зелена угода» підвищує конкурентоспроможність європейської промисловості з нульовим рівнем викидів та прискорює перехід до кліматичної нейтральності. Це досягається шляхом створення більш сприятливого середовища для розширення виробничих потужностей ЄС для технологій та продуктів з нульовим рівнем викидів, необхідних для досягнення амбітних кліматичних цілей Європи.

Бачення Єврокомісії нульового забруднення до 2050 року полягає у зменшенні забруднення повітря, води та ґрунту до рівнів, які більше не вважатимуться шкідливими для здоров'я та природних екосистем, що враховують межі, з якими може впоратися наша планета, створюючи таким чином середовище, вільне від токсичних речовин [11]. Це відображається в ключових цілях на період до 2030 року щодо пришвидшення скорочення

забруднення в джерелі. Ці цілі включають:

- покращення якості повітря для зменшення кількості передчасних смертей, спричинених забрудненням повітря, на 55%;
- покращення якості води шляхом зменшення кількості відходів, пластикового сміття в морі (на 50%) та мікропластику, що потрапляє в навколишнє середовище (на 30%);
- покращення якості ґрунту шляхом зменшення втрат поживних речовин та використання хімічних пестицидів на 50%;
- скорочення на 25% екосистем ЄС, де забруднення повітря загрожує біорізноманіттю;
- зменшення на 30% частки людей, які хронічно страждають від транспортного шуму, та
- значне зменшення утворення відходів та на 50% залишкових побутових відходів.

План дій спрямований на зміцнення зеленого, цифрового та економічного лідерства ЄС, одночасно створюючи здоровішу та соціально справедливішу Європу та планету. Він забезпечує орієнтир для врахування запобігання забрудненню в усіх відповідних політиках ЄС, для активізації впровадження відповідного законодавства ЄС та виявлення можливих прогалин.

У Європейській зеленій угоді оголошено про основні дії щодо нульового забруднення, а саме: хімічна стратегія для сталого розвитку – для кращого захисту громадян та довкілля від небезпечних хімічних речовин; План дій щодо нульового забруднення води, повітря та ґрунту – для кращого запобігання, усунення, моніторингу та звітності про забруднення; перегляд заходів щодо боротьби із забрудненням від великих промислових установок – щоб забезпечити їхню відповідність політиці у сфері клімату, енергетики та циркулярної економіки.

Відповідно до вимог Угоди про асоціацію з ЄС Україна має імплементувати Директиву No 2008/98/ЄС про відходи або Рамкову

директиву про відходи, оскільки саме вона встановлює основні вимоги до поводження, без яких якісної системи створити неможливо. Уряд України схвалив 08.11.2017 року Національну стратегію управління відходами в Україні до 2030 року [12]. Стратегія має на меті впровадження системного підходу до поводження з відходами на державному та регіональному рівнях, зменшення обсягів утворення відходів шляхом збільшення обсягу їх переробки та повторного використання. Логічним продовженням Стратегії став Національний план управління відходами до 2030 року [13]. Планом передбачена низка конкретних заходів, спрямованих на виконання пріоритетів, завдань Стратегії. У червні 2022 року був прийнятий Закон України «Про управління відходами» [14], він дав старт довгоочікуваній реформі управління відходами, яка в свою чергу має вирішити гостру проблему сміттєзвалищ, відсутності сміттєпереробки та розширеної відповідальності виробника. Вказаний Закон є першим, але важливим і серйозним, кроком на шляху європейської інтеграції України в частині імплементації принципів управління відходами, проте, аби реформа була успішною і принесла бажаний результат, громади мають бути готовими до неї. Допомогти у цьому може стратегічне планування на рівні територіальних громад і особливо це важливо розпочинати вже сьогодні.

Однією із країн лідерів в галузі переробки відходів вважається Німеччина. Прийнята в 1991 році нова державна система «Duales System Deutschland GmbH» дозволила німцям запровадити новий метод боротьби з відходами. Нова система настільки стала успішною, що в одному Берліні майже до 90% домогосподарств беруть участь у процесі роздільного збирання сміття. При цьому, що жодних санкцій за порушення порядку система не передбачає [15]. Щорічно кожен житель Німеччини отримує поштою особливий лист – у ньому детально описується, як і куди потрібно викидати побутові відходи, по яких днях буде вивозитися той чи інший тип сміття протягом наступних 12 місяців. Більша частина сміття в Німеччині сьогодні спалюється. Пара надходить на електростанції, де змушує

працювати генератори. Так, наприклад, в Берліні майже 12% електроенергії, необхідної для домогосподарств, виробляється таким чином.

Нова політика у Швейцарії стала поступово вводитись з 1981 року, що призвело до помітного поліпшення екологічної ситуації. Швейцарія вважається одним з лідерів щодо утилізації та переробки відходів у Європі. Вже у 2000 році у країні були заборонені сміттєві полігони, тому сьогодні більш як половина всього сміття йде на переробку, а решта спалюється [15]. В країні переробляється 60% паперу, який необхідно здавати тільки окремо від картону. Частина сміття, яку не вдалося відсортувати, швейцарці просто спалюють, пускаючи енергію на опалення будинків і виробництво електрики.

Швейцарія лідирує в світі за кількістю зданих пляшок – більше 90% тари повертається на заводи по вторинній переробці скла. Програма з прийому та переробки використаного скла почалася в 1972 році і до цих пір успішно реалізується. Жерстяні та алюмінієві банки використовуються повторно. Окремо здаються PET – пляшки, старі електричні прилади, побутова техніка, будівельне сміття, лампи денного світла, консервні банки, трупи тварин (за це треба платити, але закопувати їх забороняється), залишки рослинного та машинного масла [16]. Будь-яка людина в Швейцарії може відмовитися від сортування заплативши за кожен кілограм відходів.

Після Німеччини і Швейцарії, Францію можна назвати «ліберальним раєм» для тих, хто не любить перебирати свої побутові відходи. Система сортування у Франції дуже проста – є всього два контейнери. Один служить для збирання вторинної сировини, що переробляється, інший для непереробного. До першого відносять пляшки, банки, спеціальні упаковки й папір. Решта сміття автоматично підпадає під другу категорію. Також іноді сміття у Франції може бути відсортоване на чотири категорії. Побутові або харчові відходи складають у зелені баки. Контейнери жовтого кольору призначені для упаковки (металевої, пластикової та картонної), білі баки – тільки для скла (але туди забороняється викидати зіпсовані лампи), баки синього кольору – для газет, журналів, картону. Французька система не

передбачає покарань чи заохочень за сортування сміття. Виключно особиста відповідальність громадян [15]. У багатьох магазинах можна знайти пункти прийому батарейок, лампочок або дрібної побутової техніки; на вулицях французьких міст окремо можна зустріти урни для одягу; в них людина викидає ті речі, які можна носити; далі одяг перебирається і йде в благодійні організації, які займаються обслуговуванням таких контейнерів.

Справді успішними у питанні переробки сміття можна вважати шведів. Сьогодні Швеція переробляє більш як 99% своїх відходів, ще й попутно імпортуючи майже 700 тисяч тон сміття з інших країн. Пріоритетом виступає не утилізація сміття но полігонах, а його переробка. Шведські домогосподарства роздільно збирають газети, пластик, метал, скло, електричні прилади, лампочки і батарейки. Також в окремі мішки викидаються харчові відходи. Далі це все переробляється, використовується або знову йде на добрива. Газети перетворюються на паперову масу, пляшки використовуються повторно або переплавляються на нові елементи, пластикові контейнери стають пластичною сировиною; їжа компостується і стає добривом чи біогазом. Стічні води очищаються до такого ступеня, що їх можна пити. Спеціальні вантажівки їздять по місту і забирають електроніку та небезпечні відходи, хімічні речовини. Фармацевти беруть залишки ліків. Об’ємні відходи шведами відвозяться у переробні центри на околицях міст [17].

До ключових елементів шведської системи переробки можна віднести такі [18]:

– *роздільний збір відходів* (у кожному будиночку є кольорові контейнери: зелений – харчові відходи, синій – газети та папір, жовтий – паперова тара, оранжевий – пластик, сірий – метал, білий – залишки для спалювання; штрафи за порушення сортування: від 90 євро для фізичних осіб, кримінальна відповідальність за несанкціонований вивіз сміття;

– *якісна інфраструктура* (підземні вакуумні жолоби: відходи транспортуються зі швидкістю 70 км/год до центральних контейнерів;

спеціальні екологічні станції: для небезпечних відходів (батареї, хімікати, аерозольні балончики) і великогабаритних предметів (побутова техніка, меблі); торгові автомати, більшість з яких встановлені в супермаркетах: приймають скляну тару, пластик, лампочки та електроніку;

– спалювання відходів в енергію (Waste to energy) – технологія Waste to Energy дозволяє отримувати 20 ТВт/год енергії на рік (85% тепла, 15% електроенергії); Швеція імпортує до 1,5 мільйонів тонн твердих відходів щорічно з Норвегії, Фінляндії та інших країн, вартість утилізації – до 700 євро за тонну; дохід заводів: 50% – від продажу тепла, 25% – електроенергії, 25% – утилізаційного збору.

Близько 50% доходу шведський сміттєспалювальний завод отримує від продажу теплової енергії та гарячої води жителям міста та бізнесу, 25% – від продажу електроенергії, ще 25% становитиме утилізаційний збір. Невеликі додаткові кошти збираються від продажу технологічної пари. В результаті шведський сміттєспалювальний завод є повноцінним економічно вигідним сектором енергетики. Стокгольм на 45% забезпечується енергією зі спаленого сміття, а загальна енергія для опалення країни на 90% отримується з відходів. Інші не менш технологічні та продумані установки виробляють біогаз, екологічно чисте паливо. Відколи в Швеції введена заборона на зберігання непереоблених відходів, потужність сміттєспалювальних заводів значно зросла і постійно будуються нові заводи. Також у Швеції є 32 теплові електростанції, сертифіковані для спалювання відходів як сировини; за останні 10 років у їх будівництво та модернізацію було інвестовано близько 30 мільярдів крон [18].

Основою успіху стала свідомість, відповідальність та залученість громадян. Сучасна система почала формуватися в 1990-х роках, коли шведський уряд запровадив низку заходів щодо зменшення відходів, підвищення екологічної свідомості населення та зменшення токсичних викидів. Ключовим кроком стало запровадження розширеної відповідальності виробника (EPR), яка зобов’язує компанії покривати

витрати на збір та утилізацію своєї продукції. У той же час були прийняті закони, що забороняють захоронення легкозаймистих і органічних відходів, а також посилені стандарти поводження з небезпечними відходами.

Муніципалітети (в Україні – органи місцевого самоврядування) несуть повну відповідальність за збір міського сміття. Це стосується як побутових відходів, так і відходів із приватного сектору: кафе, ресторанів, офісів та магазинів. Кожен муніципалітет розробляє детальний план дій, спрямованих на зменшення обсягів відходів і мінімізацію їх шкідливого впливу. В їх обов'язки також входить підготовка твердих побутових відходів до захоронення. Комунальні служби контролюють склад відходів: частка небезпечних відходів не повинна перевищувати 1%. У разі порушення норми спочатку проводять роз'яснювальні кампанії, а потім до порушників застосовують штрафи. Жителі Швеції зобов'язані сортувати свої відходи. Для цього обладнано понад 6,5 тис спеціалізованих майданчиків з контейнерами для різних видів відходів. У приватному секторі вартість вивезення сміття включається в окремий платіж, а для кожного виду сміття передбачений певний день вивезення. Наприклад, такі порушення, як викидання недопалків повз сміттєві баки, караються штрафом до 800 крон. Власники приватних будинків платять близько 2000 крон на рік, а мешканці багатоквартирних будинків – 1300 крон; ці платежі є частиною екологічного податку [18].

Основою для регулювання став Екологічний кодекс Швеції, який закріпив принципи поваги до природи для всіх суб'єктів. Серед ключових норм можна виділити такі: 1) заборона на утилізацію органічних відходів; 2) обов'язкове сортування батарейок за хімічним складом для переробки (наприклад, свинець використовується при виробництві нових батарейок). Слід зазначити, що законодавство Швеції також відповідає директивам ЄС, зокрема: Рамкова Директива 2008/98/ЕС – пріоритет для запобігання утворенню відходів, повторного використання та переробки перед утилізацією [19]; Директива 2002/96/ЕС – регулювання переробки

електроніки [20]; Директива 2006/21/ЕС – управління відходами видобувної промисловості [21]; Директива 2000/76/ЕС – стандарти спалювання відходів [22].

1.2. Технології рециклінгу: економічна доцільність технологій замкненого циклу

Рециклінг – один із варіантів переробки відходів [23]. Зазвичай відходи діляться на такі підвиди: технологічні (брухт кольорових, чорних металів, залишки цегли, бетону, гумових покришок, відходи переробки сільського господарства); біологічні (тканини з натуральних матеріалів, папір, дерево); ті, що складаються з багатьох компонентів.

В останні десятиліття спостерігається тенденція у розвинених країнах, що все більше підприємств переходять на економіку замкненого циклу. В її рамках перероблення відходів, яке посідає центральне місце, дозволяє не тільки зберегти довкілля, не забруднюючи його, а й ще отримати економічний ефект. До того ж, світові тенденції показують, що компанії, в яких є репутація дружніх до екології, мають більше симпатій від покупців та партнерів.

Перш ніж відкривати підприємство по переробці відходів та почати заробляти на вторинній сировині, потрібно визначити обсяги та динаміку виробництва відходів, актуальність цього бізнесу, а також дослідити попит на ринку: наскільки затребувана вторинна сировина в Україні та в Європі. А на основі цього дослідження підібрати постачальників для перероблення відходів. Наразі є багато прикладів, коли відходи одного виробництва стають виробничими матеріалами для іншого. До прикладу, за приблизними оцінками, в Україні 4 – 7 % площі займають сміттєзвалища, а одна людина в середньому за рік виробляє 300 кілограм сміття. Все це може бути джерелом сировини для підприємства з перероблення сміття. До того ж є можливість обрати для початку основну сировину для переробки: папір, деревина, пластик, будівельні відходи, батарейки, скло, автомобільні шини та ін.

До переваг такого переробного підприємства можна віднести: постійне збільшення обсягів виробництва «сировини»; висока актуальність проблеми, яка полягає не тільки в погіршенні екологічної обстановки, але і в піднятті цього питання на міжнародному рівні; величезні перспективи для розвитку, хоча почати бізнес можна з невеликого цеху; рентабельність бізнесу становить від 60 до 80 %. До недоліків віднесемо: бюрократія і особливості законодавства; дороге обладнання; конкуренція, почати бізнес в регіонах, де вже є монополісти, практично неможливо; відсутність культури сортування сміття. Перший крок на шляху реалізації бізнес-плану з переробки відходів – отримання екологічного висновку та ліцензії. Після цього доцільно приступати до пошуку відповідного приміщення, яке повинно бути приблизно 300 – 500 квадратних метрів, і бажано, щоб розташовувалося воно в промисловій частині району або навіть за межами. Дохід переробного підприємства по переробці відходів буде залежати від виду відходів, методів переробки та обсягів виробництва.

При розгляді ефективності рециклінгу слід звернути увагу на два ключові питання у сфері ресурсозбереження: ефективність використання ресурсів і передбачення забруднення навколишнього середовища. Індекс ефективності рециклінгу залежить від трьох складових: економічної складової оцінки процесу рециклінгу (Ен) – відображає економічну ефективність усього процесу рециклінгу; екологічної (Ел) – відображає ступінь передбачення негативного впливу відходів на навколишнє середовище; масштабної (М) – відображає кількісний вміст відібраних ресурсоцінних компонентів відходів на території регіону. Значна частина процесів рециклінгу відходів становить комерційний інтерес як достатньо ефективна. При цьому номенклатура продукції, що випускається із використанням відходів, досить різноманітна і визначається якістю відходів як вторинної сировини, а також відношенням цін та місцевими особливостями попиту на взаємозамінні види продукції із первинної і вторинної сировини [24].

Усі відходи (або їх компоненти) з точки зору економічної ефективності можна класифікувати на високоліквідні (високоякісна вторинна сировина, переробка якої в місцевих умовах дозволяє отримати продукцію, що користується попитом – брухт чорних і кольорових металів тощо); середньоліквідні (до них можна віднести і відходи, які являють собою вторинну сировину середньої якості, продукція із яких користується попитом, але доходи від реалізації якої рівні витратам на збір, транспортування, переробку і обробку, до них відносять макулатуру, що містить картон, змішану макулатуру, полімери із включеннями, текстильні відходи, кускові деревні відходи, склобій, зношені шини тощо); слаболіквідні та неліквідні відходи.

Отже, оцінку економічної доцільності процесу рециклінгу відходів слід проводити через показник ефективності переробки відходів, який ураховує всі супутні витрати (збір, сортування, транспортні і виробничі витрати тощо). Рециклінг відходів комерційно обґрунтований, якщо ефективність переробки суттєво перевищує середню ефективність по галузі, або економічно доцільний, якщо ефективність виробництва рівна середній по галузі. Можливо здійснювати процес рециклінгу слаболіквідних і неліквідних відходів, якщо певна «третя сила» (державна, регіональна тощо) візьме на себе компенсацію витрат щодо збору, сортування, транспортування тощо таких відходів, що забезпечить ефективний виробничий процес рециклінгу або ж примусить постачальника відходів покривати ці витрати. Усі інші відходи, які не відповідають цим вимогам, не відповідають і комерційному рециклінгу відходів.

1.3. Характеристики рідких відходів пивного виробництва: методи переробки, утилізації, вторинного використання

На сьогодні основними відходами бродильних виробництв є відходи органічного походження. Ці відходи є цінною кормовою базою для

сільськогосподарських комплексів, але вони не завжди є непридатними для подальшого використання. Тому пріоритетним завданням на пивоварному та спиртовому виробництві є розробка ефективних методів переробки основних відходів для забезпечення кормової бази сільськогосподарського комплексу. Частка матеріальних витрат за придбання сировини виробництва продукції для підприємств харчової промисловості перевищує 90% всіх виробничих витрат. Підвищення ефективності виробництва у таких умовах потребує раціонального використання відходів. Утилізація відходів бродильних виробництв побудована на вирішенні проблем екологічного, економічного і технологічного напряму, серед яких актуальною є технологічна складова переробки відходів. Тому розробка ефективних способів використання і переробки відходів бродильних виробництв, підвищення цінності кормових добавок, що випускаються з дробини є актуальною проблемою нашого дослідження.

Особливості розвитку галузей харчової промисловості України досліджували: К. Самойчук, Н. Паляничка, В. Верхоланцева [27], О. Римар, І. Мазуркевич, О. Гаврилюк, Ю. Терещенко, Ю. Сухенко, О. Серьогін, В. Сухенко, Н. Рябоконь [28] та інші. Проблемами розвитку пивоварної промисловості займались такі відомі вчені як Н. Корчик, Н. Буденкова, С. Кирилюк [32], Т. Мельниченко, В. Кадошніков, К. Жебровська, М. Кошель, Ю. Каранов [30], В. Старун [33] та ін. Сучасні та перспективні методи переробки та утилізації зернової післяспиртової барди досліджували: С. Бухкало, О. Ольховська, В. Ольховська, М. Зіпунніков [31], В. Бомко, Є. Сиваченко, О. Сметаніна [25], Н. Голуб, М. Потапова [29], О. Малюжко, Г. Нікітін, А. Салюк [26].

На сьогодні недостатньо вивченим залишається аспект розробки ефективної технології ресурсозберігаючої переробки бродильних виробництв у поживні кормові продукти у напрямку отримання ВМР (вторинні матеріальні ресурси). Метою є створення методологічної основи проектування технологічної лінії отримання сухого компонента кормів на

основі відходів бродильних виробництв. Під час виробництва пива утворюється значна кількість твердих і рідких відходів, з яких 25% перетворюється у поживні речовини вихідної сировини. Багато цих відходів після обробки можуть розглядатися як ВМР. У процесі виробництві пива, з'являються відходи від очищення ячменю і солоду, пивна дробина, залишкові пивні дріжджі, хмелева дробина, осад білків і твердих частинок. На початку процесу бродіння відбуваються технологічні втрати сухих речовин, а також втрати на змочування контактних поверхонь трубопроводів та технологічного обладнання [27, с. 67]. На підприємствах пивоварної промисловості щорічно скупчується велика кількість дробини з високим рівнем протеїну (12–15%) [33, с. 33]. Пивоварні заводи зацікавлені у продажу пивної дробини, особливо в теплий період року, коли вона схильна до інтенсивного розкладання, а також економічно не вигідно складувати її на полігонах [30]. Узагальнена характеристика сухої і вологої дробини за хімічним складом представлена табл. 1.1.

Таблиця 1.1 – Орієнтовний хімічний склад пивної дробини (середня кількість, %)

Стан дробини	Сира дробина	Суха дробина
Вода	76,0 – 78,0	10,0
Сирий протеїн	4,8	20,5
Жирні речовини	1,5	7,2
Екстрактивні безазотисті речовини (БЕР)	10,0	40,0
Целюлоза (клітковина)	5,0	16,0
Зола	1,3	6,0

Отже, до складу пивної дробини входять амінокислоти (гістидин, лізин, лейцин, ізолейцин, метіонін, валін, гліцин, треонін, серії, аланін, аргінін, фенілаланін, тирозин) та мінерали (фосфор, калій, кальцій та магній) [27, с. 68]. Середній вихід сухої дробини із сирої становить близько 27%. Поживна цінність 1 кг сирої дробини коливається в межах 0,17–0,23 кормових

одиниць. Вона має високу засвоюваність Встановлено, що згодовування сирої дробини підвищує приріст при відгодівлі свиней і великої рогатої худоби [27]. Вводячи в раціон кормів для тварин пивну дробину спостерігається краще засвоєння організмом тваринного кальцію та фосфору, а також знижується собівартість раціону тварин.

Однак застосування сирої дробини як кормового засобу не завжди є придатною сировиною для подальшого використання збалансованого харчування [25]. Використання хмелевої дробини можна виключити з технологічного процесу пивоваріння, якщо застосовувати хмелеві екстракти, брикетований або гранульований хміль. Вологість хмелевої дробини становить 80–85%. Поживність становить 0,08 кормової одиниці на 1 кг. Зернові відходи (відсів ячменю) утворюються на стадії сортування зерна в процесі виробництва солоду і є сухим сипким продуктом. До зернових відходів відноситься дрібне зерно ячменю та домішки, які проходить через сито з розміром отворів 2,2х20 мм. У виробничих умовах відсів ячменю утворюється на стадіях попереднього очищення та сортування ячменю. Кількість відсіву залежить від сорту ячменю та умов його вирощування. При виході сухого пивоварного солоду 79% відсів ячменю становить 42% від решти відходів [26]. Склад та поживність спиртової барди залежать від виду сировини, що переробляється на спирт. Розрізняють барду зернову, картопляну, змішану (зерно-картопляну) і паточну (мелясну) [32, с. 39].

Дослідженнями встановлено, що існує зарубіжна технологія використання спиртової барди DDGS (Dried Distillers Grains with Solubles). За цією технологією відбувається розподіл барди на тверду (*кек*) та рідку (*фугат*) фази (рис. 1.1).

Барда містить всі поживні речовини сировини, за винятком цукрів і крохмалю. Порівняльна характеристика різних видів післяспиртової барди представлена в таблиці 1.2.

У складі барди присутні такі амінокислоти: лейцин, лізин, ізолейцин, метіонін, фенілаланін, цистин, треонін, триптофан, валін, аргінін,

глютамінова кислота, гістидин, тирозин. До складу барди входять, в основному, такі мінерали: фосфор, калій, кальцій та натрій. З мінеральних речовин у барді багато калійних та фосфорнокислих солей, але мало кальцієвих та натрієвих солей. Кормова цінність 1 дал свіжої зернової барди дорівнює майже 1 кг концентратів, а вартість її в 10–20 разів менша.

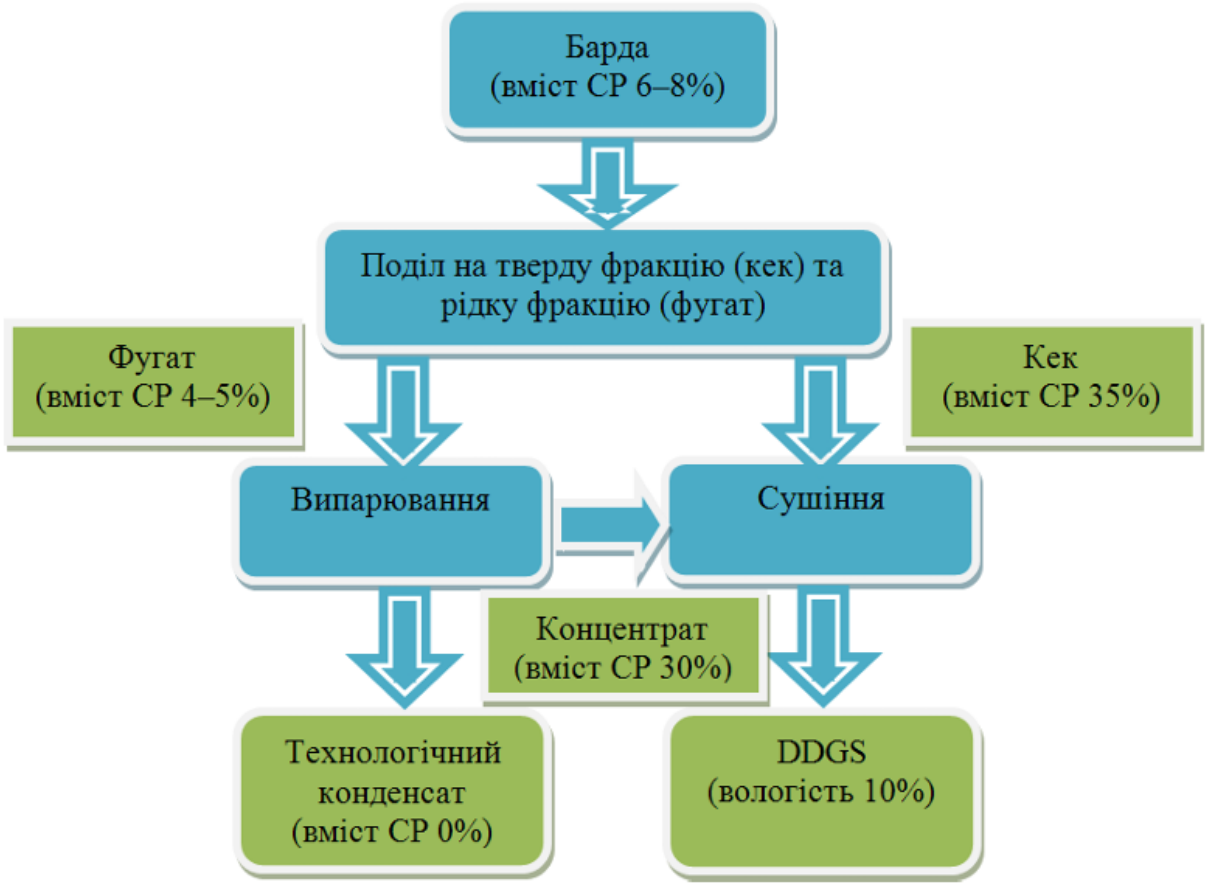


Рисунок 1.1 – Алгоритм технології виробництва спиртової барди DDGS

Таблиця 1.2 – Порівняльний аналіз хімічного складу різновидів післяспиртової барди (середня кількість, %)

Вигляд барди		Вологість	Сирий		Сира		БАР	Кормових од. в 100 кг
			протеїн	жир	клітковина	зола		
Картопляна	Свіжа	95,3	1,2	0,6	0,6	0,5	1,8	3,2
	Сушена	10,0	24,3	3,7	9,6	11,7	40,7	60,2
Кукурудзяна	Свіжа	88,2	2,7	1,0	1,1	0,5	6,5	12,2
	Сушена	8,5	22,0	10,9	10,6	3,5	44,5	102,0
Ячмінна	Свіжа	93,1	1,5	0,5	0,6	0,3	4,0	3,8
	Сушена	4,7	25,8	8,7	6,6	3,0	51,2	93,8
Житня	Свіжа	92,2	1,7	0,4	0,7	0,4	4,6	4,7
	Сушена	10,0	16,5	8,2	16,2	1,3	47,8	77,8
Вівсяна	Свіжа	91,9	2,9	0,6	0,4	1,2	3,0	6,5
Паточна	Свіжа	92,5	2,1	0,6	–	1,7	3,1	3,5
Змішана	Свіжа	92–95	1,2–2,7	0,7	0,6-1,1	0,45	2,8	н/д

Основна цінність барди полягає в протеїні, вміст якого в сухій речовині зернової барди становить у середньому 26–28%, картопляної 18–19%, а також у наявності цілого ряду вітамінів і мікроелементів, що дає можливість використовувати її в як цінний компонент кормового раціону тварин. Тваринам можна згодовувати досить багато свіжої барди. На одну голову в літрах можна давати: бикам – 30–40, коровам – 60–70, нетелям – 40–45, телятам до одного року – 20–25, ВРХ (велика рогата худоба) на відгодівлі – 40–50, вівцям дорослим – 4–5, молодняку овець – 1,5–2, свиноматкам і кнурам – 10–15, молодняку старше двох місяців – 5–10, свиням на відгодівлі – 15–20.

Слід зазначити, що доцільно одночасно з бардою, що містить велику кількість білка, що перетравлюється, згодовувати худобі сухі корми, бідні білком. При використанні барди у свіжому вигляді основною проблемою є її нетранспортабельність через велику кількість води та неможливість тривалого зберігання. Консервована барда містить більше сухих речовин, ніж свіжа, і охоче поїдається великою рогатою худобою та свинями. Розробляються технології утилізації барди на більш ранніх технологічних етапах виробництва спирту, що дозволяє знизити витрати на виробництво і підвищити якість продукції [31].

У процесі виробництва спирту слід не допускати в барду зайву воду.

При розгоні промивів бродильних апаратів рідину, що виварюється, слід направляти в каналізацію. Збільшити концентрацію барди на 18–20% можна, обігріваючи брагоперегінний апарат закритою (глухою) парою, вводячи тепло через поверхню нагрівання таким чином, щоб пар, що надходить на перегонку, конденсувався в закритому обсязі. Тепло пари, передане барді, у свою чергу утворює пару, призначену для багаторазового виварювання спирту з бражки при її перегонах.

Паровий конденсат може бути використаний як теплоносій. Для збільшення концентрації барди можна повертати фільтрат на станцію розварювання, замінивши до 30% води фільтратом барди. При такій заміні прискорюється розварювання, оскільки кислоти та солі, які містяться у фільтраті, сприяють розварюванню сировини та клейстеризації крохмалю. При цьому вміст сухих речовин у барді збільшується на 10–12%.

Крім перелічених заходів, мають бути використані і біологічні фактори, що також сприяють збільшенню вмісту сухих речовин. До таких факторів відноситься насамперед тридобове бродіння концентрованих заторів із застосуванням сильніших роз дріжджів, здатних зброджувати такі затори. Наведені методи вимагають великих капіталовкладень. Їх спільне використання дозволяє в 1,4–1,5 рази збільшити вміст сухих речовин в барді. Можливе зменшення об’єму барди або підвищення вмісту сухих речовин у ній обмежене тим, що у зрілій бражці вміст етилового спирту не може перевищувати 11–12%, тому що при цій концентрації спирт повністю пригнічує спиртове бродіння [28].

З метою вдосконалення технології виробництва спирту виділяють диференційовані фракції переробки зерна з одночасним одержанням білкових препаратів. Можуть також використовуватися побічні продукти переробки зерна, що вже утворюються на заводах, що діють, і використовуються, як правило, на кормові цілі. Частина білка з виділених диференційованих фракцій зерна пшениці, може бути видалена з технологічного процесу виробництва етанолу і використана у вигляді

білкових препаратів для виробництва різних продуктів харчування, а крохмале-білковий продукт і сироватку як джерело вуглеводів, що зброджуються, амінокислот і вітамінів доцільно повернути в спиртове виробництво для харчування дріжджів. Це підвищить рентабельність виробництва та покращить якість спирту. Перспективним напрямом удосконалення спиртового виробництва може виявитися виділення спиртової дробини. Для цього після оцукрювання сусло поділяють на дві фракції: рідку (освітлене сусло) використовують у технологічному процесі одержання спирту, тверду (спиртова дробина) відмивають від розчинних вуглеводів і виводять із технологічного процесу вологістю 70–75% і нижче.

Спиртова дробина є щільною масою однорідної консистенції темно-жовтого або коричневого кольору. При вологості 70% її вихід становить 100–110% до маси введеної зернової сировини, а при вологості 56% (після пресування) відповідно 70–75% [32]. Дробина має відносно високу вологість, що не дозволяє її довго зберігати. Тому доцільніше її сушити. Висушена спиртова дробина за своїм складом близька до сухих пивної дробини та барди спиртової, але перевершує їх за вмістом сирого протеїну та сирого жиру. Порівняльний якісний склад сухих відходів бродильних виробництв представлений у таблиці 1.3.

Таблиця 1.3 – Якісний склад сухих відходів бродильних виробництв (%)

Продукт	Вологість	Сирий протеїн	Клітковина	Зола	Сирий жир	БЕР
Дробина спиртова	12	23 – 25	11 – 13	3 – 4	6 – 8	40 – 55
Дробина пивна	11,5	20 – 22	15 – 17	3 – 5	5 – 7	35 – 45
Барда спиртова	12,2	14 – 16	24 – 26	5 – 7	5 – 7	35 – 40

Поживна цінність спиртової дробини 1,31 кормових одиниць, а що йде на виробництво спирту, пшениці – 1,19 кормових одиниць. Спиртова

дробина може бути використана як цінний корм для сільськогосподарських тварин у натуральному, висушеному вигляді, а також у складі комбікормів [25, с. 15]. Ці відходи виробництва не використовуються у чистому вигляді, оскільки рідина дуже швидко псується, а транспортувати її невигідно з економічної точки зору. Через це утилізація відходів спиртового виробництва в Україні потребує застосування низки технологій та високоякісного обладнання, такого як: роторні насоси, подрібнювачі, шредери та сепаратори.

Основною проблемою підприємств, що займаються виробництвом спирту, є утилізація післяспиртової барди. Існують такі рішення: вивіз побічного продукту на очисні споруди. З ними слід укласти відповідний договір; зведення власної очисної споруди; використання лінії переробки барди. Вигода від співпраці з очисними спорудами залишається сумнівною для багатьох підприємств, тому найбільш раціональною буде повна переробка післяспиртової барди. Основним напрямом використання пивної дробини в даний час є реалізація на корм худобі в натуральному вигляді. Переробка дробини шляхом гідролізу з подальшим вирощуванням кормових дріжджів дозволяє отримати кормову добавку – біотрин. Крім використання дробини як кормового продукту, з неї виділяють білок, що використовується в харчових цілях. Через високий вміст клітковини та білка пивну дробину застосовують у хлібопеченні. Слід зазначити, що основним відходом спиртового (пивного) виробництва є спиртова барда, цінність якої, як кормового засобу, полягає у значному вмісті протеїну. Однак, при використанні барди у свіжому вигляді виникають значні труднощі з транспортуванням, пов’язані з наявністю великої кількості води. Відтак, всі вищенаведені технології зменшують кількості барди, що виробляється, та призводять до деякого зниження виходу спирту. Утилізація відходів спиртового (пивного) виробництва в Україні потребує застосування низки технологій та високоякісного обладнання, а також для усунення загроз забруднення довкілля.

Аналізуючи технології переробки відходів пивного виробництва, слід

зупинитись на сушінні дріжджів. Для чого може бути використана сушарка – це спеціальне обладнання (зазвичай валкового типу з нагріванням парою) для перетворення рідких пивних дріжджів у сухий порошок або пластівці, зберігаючи при цьому їх поживну цінність. Обладнання вимагає контролю процесу сушіння, щоб запобігти перегріву, який може знизити якість дріжджів. Також існують альтернативні методи сушіння: сушка розпиленням: рідкі дріжджі розпилюють у гарячому середовищі (зазвичай у харчовій промисловості); сушка інертними тілами: використовуються установки з протизакрученими потоками. Готовий продукт, що містить мінімум вологи, упаковується у вакуумі або безкисневому середовищі для тривалого зберігання.

Отже, сухі пивні дріжджі – високоцінний натуральний продукт, багатий білком (до 50% складу), вітамінами групи В, мінералами (цинк, селен, магній) і амінокислоти. Вони зміцнюють імунітет, покращують стан шкіри, волосся і нігтів, нормалізують обмін речовин і роботу шлунково-кишкового тракту, а також додають енергії. Сухі пивні дріжджі часто використовують як харчову добавку для загального оздоровлення організму, особливо при авітамінозі і проблемах зі шкірою. Також сухі пивні дріжджі – високобілкова (до 50 % протеїну) кормова добавка, багата вітамінами групи В та амінокислотами, використовується для збагачення кормів (5–10 % за масою) для свиней, птиці та великої рогатої худоби. Вони покращують травлення, збільшують набір ваги і несучість; на відміну від рідких форм, сухі форми зручні в зберіганні та застосуванні.

Технологія згущення пивних дріжджів – це процес відділення дріжджової маси від пива/суспензії для підвищення концентрації клітин. До основних методів їх переробки віднесено такі: природна седиментація: седиментація в конусних резервуарах (ССТ), де дріжджі осідають на дно, після чого надлишок рідини зливається; промивання: дріжджі промивають водою для видалення залишків пива, білків і хмелевих смол; центрифугування: промисловий метод, який швидко відокремлює дріжджі;

пресування: спеціальні преси, що працюють під тиском водопровідної мережі, згущують нерозчинну частину; з Зберігання: згущені дріжджі зберігаються в стерильній тарі при температурі близько 0… + 4 ^{0}C.

Відділення концентрату (рідкої фази) від пивних дріжджів здійснюється в основному центрифугуванням (декантери, сепаратори) або фільтрацією, часто з використанням коагулянтів/флокулянтів. Після очищення концентрат можна повертати в процес, а кек (осад) можна використовувати для сушіння або автолізу. Спосіб забезпечує високий ступінь очищення, необхідний для утилізації відходів, що є стратегічним завданням процесів переробки рідких відходів пивного виробництва.

Щорічно у світі виробляється близько 200 мільярдів літрів пива. Вся світова пивоварна промисловість змушена шукати способи скорочення втрат і рідких відходів. Ці відходи є цінним кормовим продуктом, однак він швидко розкладається і стає непридатним для подальшого використання. Тому переробка основних відходів пивоварного виробництва є актуальним завданням для кормозабезпечення агропромислового комплексу та запобігання забрудненню навколишнього середовища, а також пошуку додаткових джерел протеїну у вигляді нових кормових продуктів. Застосування яких підвищило б біологічну цінність і продуктивність комбікормів, а також ефективність їх використання в раціоні сільськогосподарських тварин. Тому пивне зерно доцільно обробляти.

Відходи пивоварної промисловості мають високий відсоток вологи і є водянистим, швидкопсувним продуктом, який нераціонально використовується і значною мірою утилізується. Це пояснюється відсутністю в місцях розташування цих виробництв підприємств з переробки цих відходів на кормові добавки. До побічних продуктів пивоварного виробництва відносяться зерно, зерновідходи, дріжджі, білковий залишок, зерна хмелю та ін., які можуть бути використані на кормові цілі. Ці продукти містять понад 25% поживних речовин вихідної сировини. Серед відходів пивоварних заводів найбільшу питому вагу займає зерно (82 – 87 %).

Згущення пивних дріжджів перед сушінням є критичним етапом у забезпеченні високої економічної ефективності виробництва, яке полягає у видаленні надлишкової вологи (пиво/вода) з дріжджової суспензії. Згущення (зазвичай до вмісту сухих речовин 15 – 25% за допомогою сепараторів або центрифуг) різко здешевлює подальшу сушку. Ключовими аспектами економічного впливу процесу згущення пивних дріжджів є такі: пряма економія енергії; зниження витрат на тепло; скорочення часу висихання; підвищення продуктивності обладнання; ефективне використання обладнання (використання сепараторів дозволяє ефективно відокремлювати дріжджі, оптимізуючи роботу всієї лінії переробки. Попереднє згущення дріжджів (наприклад, до 15 – 20% сухих речовин) дозволяє значно знизити собівартість сушіння однієї тонни готового продукту, перетворюючи відходи пивоваріння у високорентабельний продукт.

Отже, утилізація відходів пивної дробини впливає на екологічну ситуацію і потребує вирішення питання в напрямку запобігання забруднення довкілля.

1.4. Негативний вплив відходів пивоваріння на довкілля та наслідки впливу

На більшості промислових підприємств викиди забруднюючих речовин значно перевищують гранично допустимі значення. Це призводить до забруднення водойм та порушення стандартів якості води. На даний момент чверть очисних систем, кожна п’ята насосна станція та половина насосних агрегатів вийшли за межі нормативного терміну експлуатації. Більше 30% мереж водопостачання та водовідведення знаходяться в аварійному стані. Щодня в водойми скидається понад 10,6 тис. кубічних метрів неочищених або недостатньо очищених стічних вод. Зростання вимог до якості стічних вод, що скидаються у водні об’єкти, пов’язано з рівнем розвитку сучасного суспільства, промисловості та екологічним станом навколишнього

середовища. Традиційні методи біологічного очищення, що використовуються в аеротенках і біофільтрах, вже не відповідають сучасним стандартам якості води. Це вимагає введення додаткових, дорогих етапів очищення, вартість яких може складати до 30% від загальної вартості очисних споруд. Вибір найкращої технічної системи для очищення води – досить складне завдання. Основна причина полягає в тому, що у воді присутні різні домішки і до якості очищеної води пред'являються високі вимоги. Забруднені промислові стічні води містять різні домішки і їх можна розділити на три групи:

– забруднені мінеральними домішками (підприємства металургії, машинобудування, руди, вугілля; заводи з виробництва мінеральних добрив, кислот, будівельних виробів і матеріалів тощо);

– забруднені органічними домішками (м'ясна, рибна, молочна, харчова, целюлозно-паперова, хімічна, мікробіологічна промисловість; виробництва пластмас, гуми та ін.);

– забруднені мінеральними речовинами та органічними домішками (підприємства нафтодобувної, нафтопереробної, нафтохімічної, текстильної, легкої промисловості, фармацевтичної промисловості; заводи з виробництва консервів, цукру, органічної синтетики, паперу, вітамінів тощо).

Особливу увагу необхідно приділити органічним забрудненням, оскільки сучасні методи їхнього знешкодження за допомогою окиснення дозволяють досягти ефективності до 80 %. Недостатнє окиснення органічних сполук призводить до забруднення водойм, що спричиняє загибель водних організмів, а також виникнення неприємних запахів і присмаків у воді. Процес очищення стічних вод полягає в руйнуванні або видаленні певних речовин, а також в їх знезаражуванні та усуненні патогенних мікроорганізмів. Оцінюючи знезараження води як складне завдання, важливо детально розглянути наявні методи, провівши їх об'єктивний аналіз, що дозволить оцінити їхні переваги та недоліки з гігієнічної точки зору та визначити напрямки для подальших досліджень.

Згідно з певними специфічними критеріями, способи очищення стічних вод можна класифікувати на кілька ключових категорій.

1. Механічні методи очищення базуються на процесах фільтрації, проціджування, відстоювання та інерційного поділу. Вони дозволяють виділяти нерозчинні забруднювачі. Ці методи є одними з найбільш економічних серед інших варіантів очищення. Механічне очищення здійснюється за допомогою різних пристроїв, таких як грати, сита, пісколовки, первинні та двоярусні відстійники. Хоча ці методи ефективно видаляють осади, шлами та нафтопродукти, вони не забезпечують повного очищення води. Механічне очищення дозволяє усунути до 60–75 % нерозчинних домішок з побутових стічних вод і до 95 % з промислових, причому частина цих домішок може бути повторно використана в виробничих процесах.

2. Хімічні методи очищення води використовуються для видалення як органічних, так і неорганічних розчинених забруднень зі стічних вод. У процесі обробки стічних вод за допомогою різних реагентів здійснюються такі процедури, як нейтралізація, знебарвлення та знезараження. На виробництвах найчастіше застосовують такі хімічні засоби, як вапняне молоко, хлорне вапно, хлорид заліза, сірчанокисле залізо, сірчанокислий амоній та глинозем. Однак цей підхід має свої недоліки, зокрема потребу у великих кількостях реагентів і складність підтримання стабільної їх концентрації. Завдяки хімічному очищенню вдається зменшити кількість нерозчинних домішок до 95 % і розчинених — до 25 %.

3. Фізико-хімічні методи очищення води включають процеси коагуляції, окиснення, сорбції, екстракції, електролізу, іонообмінного очищення та зворотного осмосу. Цей ефективний підхід до очищення характеризується значними витратами. Він здатний видаляти з стічних вод як дрібні, так і великі дисперсні частки, а також розчинені неорганічні забруднювачі та органічні сполуки, які важко піддаються окисненню.

4. Біологічні методи очищення базуються на використанні

мікроорганізмів, які поглинають забруднювачі з стічних вод. Вони включають біофільтри з тонким бактеріальним шаром, біологічні ставки з мікроорганізмами та аеротенки з активним мулом, що містять бактерії та інші мікроорганізми. Ці методи ґрунтуються на здатності мікроорганізмів розкладати органічні речовини в стоках. Внаслідок цього, органічні забруднення окислюються під дією ферментів і мікроорганізмів, перетворюючись на вуглекислий газ, воду, азот і інші неорганічні сполуки. Однак цей підхід не ефективний щодо іонів важких металів та токсичних сполук, що містяться в стічних водах.

Для очищення стічних вод, що утворюються на дріжджових заводах, активно застосовується метод безкисневої ферментації, або анаеробного зброджування. Проте цей метод не забезпечує достатньої ефективності очищення і може слугувати лише як попередній етап. Метод очищення стічних вод активним мулом дозволяє зменшити концентрацію органічних забруднень до 40 %, але тільки за умови тривалого часу аерації. Часто використовуються комбіновані підходи, які включають кілька етапів очищення з застосуванням різних методів, що залежать від концентрації і токсичності забруднень.

Пивна промисловість відрізняється великим споживанням води і значними об’ємами забруднених стічних вод, що мають високий рівень органічних і біологічних забруднень, негативно впливаючи на навколишнє середовище. Середній склад стічних вод пивзаводів виглядає наступним чином: pH = 5– 10,5; завислі речовини (ЗР) = 1392 мг/дм^3; хімічне споживання кисню (*ХСК*) = 4187 мгO_2/дм^3; біологічне споживання кисню (*БСК*$_5$) = 2596 мгO_2/дм^3; нітроген амонійний = 14 мг/дм^3; фосфати = 19 мг/дм^3; жири – відсутні. Стічні води в цьому випадку характеризуються високими концентраціями органічних забруднень, але не містять токсичних домішок. Органічні забруднювачі є складовими частинами рослинної сировини, яка, як і всі біологічні матеріали, може окислюватися. Біологічна здатність окиснення органічних полютантів визначається через відношення

$БСК_{повн}./ХСК$, і якщо цей показник перевищує 0,5, то рекомендується застосовувати аеробні біологічні процеси. Однак при біологічному очищенні стічних вод необхідно враховувати різноманітні фактори, такі як продуктивність підприємства, його розташування, режим надходження стічних вод, а також їх склад (вміст біогенних елементів, завислих часток, жирів, коливання pH тощо).

Насправді, деякі проєкти з переробки рідких промислових відходів не були реалізовані саме через високу вартість або труднощі, пов'язані з очищенням промислових стічних вод. У багатьох країнах відбулися широкомасштабні екологічні ініціативи, результатом яких стали жорсткі екологічні норми щодо скидання промислових вод. У сучасних промислових установках очищення стічних вод використовують як класичну хімічну очистку, так і передові процеси окислення.

Висновки до розділу 1

У сучасних умовах відходи вважаються головною всесвітньою екологічною проблемою. Критична ситуація, яку сьогодні спостерігаємо у контексті утворення, накопичення, зберігання, перероблення, утилізації та захоронення відходів, посилює екологічні загрози і тому потребує якнайшвидшого вирішення. Погіршенню стану справ у даній сфері сприяють наслідки проведення військових дій на значній частині території України через широкомасштабне вторгнення рф. Тобто, на сучасному етапі інтеграції України в європейський економічний простір, здійснення реформ у багатьох сферах вимагає ефективного управління навколишнім середовищем, у тому числі поводження з відходами.

В останні десятиліття спостерігається тенденція у розвинених країнах, що все більше підприємств переходять на економіку замкненого циклу. В її рамках перероблення відходів, яке посідає центральне місце, дозволяє не

тільки зберегти довкілля, не забруднюючи його, а й ще отримати економічний ефект. До того ж, світові тенденції показують, що компанії, в яких є репутація дружніх до екології, мають більше симпатій від покупців та партнерів. Оцінку економічної доцільності процесу рециклінгу відходів слід проводити через показник ефективності переробки відходів, який ураховує всі супутні витрати (збір, сортування, транспортні і виробничі витрати тощо). Рециклінг відходів комерційно обґрунтований, якщо ефективність переробки суттєво перевищує середню ефективність по галузі, або економічно доцільний, якщо ефективність виробництва рівна середній по галузі.

На сьогодні основними відходами бродильних виробництв є відходи органічного походження. Ці відходи є цінною кормовою базою для сільськогосподарських комплексів, але вони не завжди є непридатними для подальшого використання. Тому пріоритетним завданням на пивоварному та спиртовому виробництві є розробка ефективних методів переробки основних відходів для забезпечення кормової бази сільськогосподарського комплексу. Частка матеріальних витрат за придбання сировини виробництва продукції для підприємств харчової промисловості перевищує 90% всіх виробничих витрат. Підвищення ефективності виробництва у таких умовах потребує раціонального використання відходів. Утилізація відходів бродильних виробництв побудована на вирішенні проблем екологічного, економічного і технологічного напряму, серед яких актуальною є технологічна складова переробки відходів. Тому розробка ефективних способів використання і переробки відходів бродильних виробництв, підвищення цінності кормових добавок, що випускаються з дробини є актуальною проблемою нашого дослідження.

Утилізація відходів пивної дробини впливає на екологічну ситуацію і потребує вирішення питання в напрямку запобігання забруднення довкілля, зокрема – стічних вод. Оцінюючи знезараження води як складне завдання, важливо детально розглянути наявні методи, провівши їх об’єктивний аналіз,

що дозволить оцінити їхні переваги та недоліки з гігієнічної точки зору та визначити напрямки для подальших досліджень щодо удосконалення розробки системи очищення технологічних речовин при переробці рідких промислових відходів.

РОЗДІЛ 2
ПРОЄКТ СИСТЕМИ ОЧИЩЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ РЕЧОВИН ПРИ ПЕРЕРОБЦІ РІДКИХ ПРОМИСЛОВИХ ВІДХОДІВ ПП «СЛАВУТИЧ -ТАРА»

2.1. Характеристика ПП «СЛАВУТИЧ-ТАРА» – провідного підприємства з переробки рідких промислових відходів пивного виробництва

Приватне підприємство «СЛАВУТИЧ-ТАРА» є суб'єктом господарювання аграрно-промислового комплексу України, що спеціалізується на виробництві та реалізації кормової продукції для тваринництва. Підприємство здійснює свою діяльність відповідно до чинного законодавства України та зареєстроване в Єдиному державному реєстрі юридичних осіб і фізичних осіб-підприємців під кодом ЄДРПОУ 33652465. ПП «СЛАВУТИЧ-ТАРА» - компанія-лідер на ринку вторинної сировини з розгалуженою інфраструктурою в Центральних та Південно – Східних областях України. За роки роботи компанія здобула репутацію відповідального та надійного партнера. Перевагами є професійний підхід до збору та глибокої переробки вторинної сировини. Постійними довгостроковими партнерами компанії є «Carlsberg Ukraine», «САН ІнБев Україна», «Перша Приватна броварня» та інші. Основні показники діяльності ПП «СЛАВУТИЧ-ТАРА» представлені на рис. 2.1.

Також ПП «СЛАВУТИЧ-ТАРА» [34] з 2014 року займається виробництвом кормових добавок на основі відходів пивоваріння (пивні дріжджі, пивна дробина). На сьогодні компанія є одним з успішних українських виробників кормових добавок. Наша продукція добре себе зарекомендувала і користується постійним попитом, як на ринку України, так і в країнах Євросоюзу (Польща, Німеччина, Нідерланди і т.д.). Нашими постачальниками є найбільші українські пивоварні заводи. Щомісяця наше

підприємство реалізує до 6500 тонн продукції, якість якої підтверджується випробуваннями акредитованих українських і європейських лабораторій. Готова продукція характеризується високим вмістом протеїну - це було досягнуто за рахунок розробки та впровадження нами власної технології сушіння пивних дріжджів і пивної дробини.

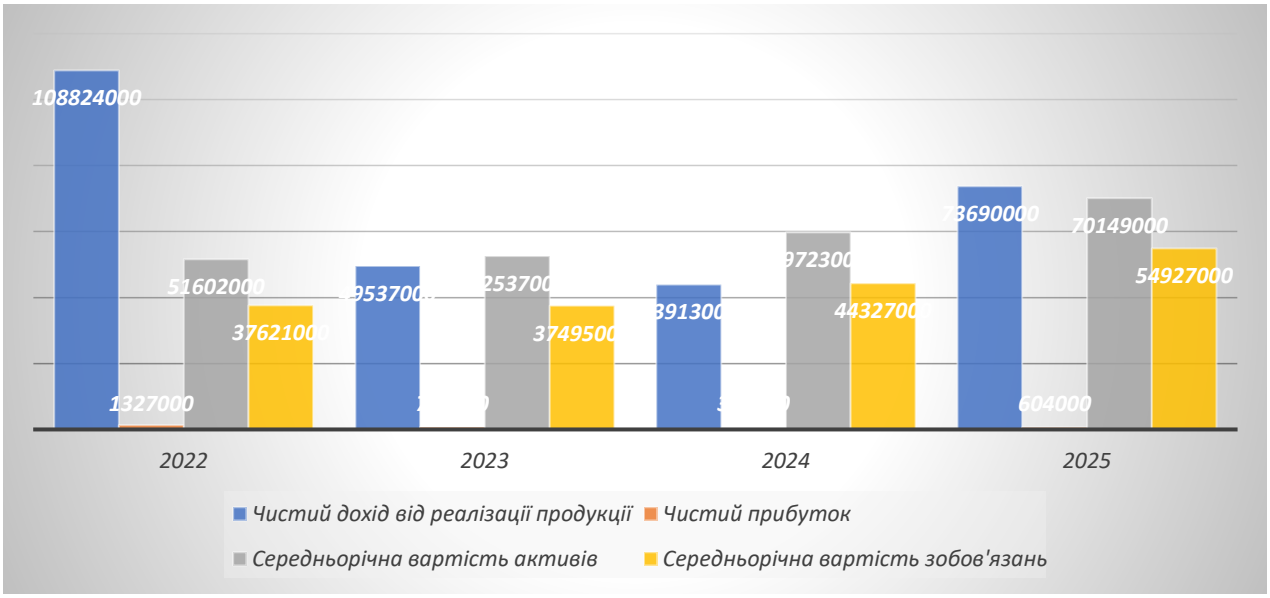


Рисунок 2.1 – Динаміка основних показників діяльності ПП «СЛАВУТИЧ-ТАРА» у 2022 – 2025 рр.

Основні види продукції ПП «СЛАВУТИЧ-ТАРА»:

1) Дріжджі сухі;

Сухі пивні дріжджі – унікальний продукт, що містить до 50% високоякісного, повноцінного, легкозасвоюваного білка, у який входять 17 найважливіших амінокислот, більшість з яких незамінні. У складі є вітаміни D, F, E, K, групи B, біотин, мінерали та метали (магній, натрій, кальцій, калій, мідь, цинк, марганець, залізо, хром, селен, сірка, фосфор) різні вуглеводи та жири, а також РНК – рибонуклеїнова кислота, що запобігає руйнуванню клітин і передчасному старінню (табл. 2.1). Пивні дріжджі використовують під час виробництва широкої лінійки кормів для тварин, харчової промисловості та фармакології. За біологічною цінністю та вмістом амінокислот значно перевершують рослинні корми. Поступаються тільки рибному борошну в концентрації лізину в порівнянні амінокислотного

складу кормів.

Таблиця 2.1 – Вміст деяких мікроелементів у сухих пивних дріжджах

	Мікроелементи, мг на кг							
	кальцій	марганець	калій	натрій	фосфор	сірка	йод	хлор
Пивні дріжджі	2376,0	32,0	34245,0	2165,0	200,0	138,0	1,6	1680,0

Багатий зміст вітамінів групи «В» та інших, участь макро- і мікроелементів, а також високий рівень білка сприяють створенню однієї з самої високоефективної і цінної кормової добавки, що сприяє очищенню крові, зміцненню організму тварини після важкої хвороби та профілактичному підвищенню імунної системи (імунотерапія). Зокрема, застосовується: як харчова добавка у виробництві корму для домашніх улюбленців / собаки, кішки, рибки та ін.; як компонент в концентрованому фуражі для насичення його дріжджами; добавка в фураж для маленьких поросят / комбікорм /, у курей-несучок – збільшує несучість; цінна добавка до фуражу для корів і інших тварин – для збільшення надою молока; добавка в корм для акваріумних рибок; 5% добавка в протеїнових кульках для коропа і ін. промислових видів риб; сезонна підгодівля для бджіл. Підприємство використовує обладнання, яке дозволяє сушити пивні дріжджі, не втрачаючи при цьому поживних властивостей продукту. Пріоритетом компанії є виробництво екологічного продукту, який відповідає міжнародним критеріям якості (додаток А. Додаток Б).

2) Дробина суха;

Пивна дробина широко застосовується в тваринництві – є натуральною добавкою, продуктом екологічно чистим. До її складу не входять гормони та стимулятори росту. Для великої рогатої худоби пивна дробина часто входить до складу комбікормів. На голову в день максимально можна застосовувати для годування до 5 кг. У процентному співвідношенні прикорму пивною дробиною з іншими кормами: 25% від концентрованих та 50% від протеїнових кормів. У раціоні корів дробина, є дуже цінною, протеїн, що

входить до її складу, розщеплюється на 50% (в той час як в соєвому шроті цей показник становить ~ 35%). Численні дослідження показують, що бички на відгодівлі, яким додавали в раціон дробину, додавали у вазі на 14% більше, ніж ті тварини, які харчувалися звичайним кормом. Застосування дробини відповідно до рекомендованих норм не впливає на стан здоров'я тварин. Встановлено, що на ~ 9% знижується вартість збільшення ваги поголів'я при введенні в корм худоби пивної дробини, що дозволяє досягти значної економії на комбікормах. За рахунок бродіння, ферментації і синтезу пивна дробина складається на 30% з сирого протеїну, крім того, в її склад входять незамінні амінокислоти (більше 17), такі, як метіонін, лізин. Вони повинні надходити з кормом тому, що не виробляються тваринами, у яких шлунок однокамерний (птиці, свині). Дробина багата на вміст вітамінів (B1, B2, B4, B5, E) і каротином. Позитивними сторонами додавання пивної дробини до складу кормів жуйних тварин і великої рогатої худоби є такі: стимулювання розвитку рубця і рубцевої флори; за рахунок приємного смаку стимулює апетит, збільшуючи споживання корму; здійснює благотворний вплив на стан здоров'я; рекомендована до використання в фермерських та приватних підсобних господарствах, для молочних корів, корів на відгодівлі, телят, свиней на відгодівлі, поросят, овець, коней, кроликів.

3) Дробина суха (гранула) (рис. 2.2);



Рисунок 2.2 – Товарний вигляд дробини сухої (гарунла)

Пивна дробина утворюється в результаті процесу варіння пива. Це те, що залишається від ячмінної сировини, коли з нього вже було вироблено сусло. У неї густий склад, світло-коричневий колір і солодкуватий присмак. У зв'язку з тим, що дробина містить в собі велику кількість білка і інших елементів, вона широко використовується в годуванні худоби, птиці та навіть риби. У своєму звичайному стані пивна дробина містить близько 80% води. Зберігати її в такому вигляді більше трьох діб не можна. Після закінчення певного часу (в залежності від температури повітря) дробина закисає і втрачає свої корисні властивості. Більше того, в ній починають накопичуватися різного роду токсини, тому транспортувати цей продукт на далекі відстані недоцільно. Для того, щоб уникнути закисання і знизити вагу призначеної для перевезення дробини, її попередньо висушують, після чого її можна також гранулювати з метою зниження транспортних витрат при перевезенні. Термін зберігання сухої пивної дробини становить до 12 місяців.

Суха дробина є високоякісним кормом. За вмістом білків вона наближається до бобових, крохмальних речовин в ній більше, ніж у висівках. Поживна цінність сухої пивної дробини становить 0,91 к.е., обмінна енергія – 10,3 МДж / кг. Згодовування пивної дробини коровам в кількості 6 – 8 кг на добу підвищує молочну продуктивність на 15 – 20%, при цьому жирність, смак і запах молока не змінюються. Застосування пивної дробини збагачує раціон корів протеїном і сприяє поліпшенню його обміну в організмі тварин. Дробина збільшує засвоєння організмом тваринного кальцію і фосфору. Практика показує, що в раціон корів можна вводити до 20% (від загальної маси кормів) пивної дробини. Введення до 11% (по живильній цінності) пивної дробини в раціон свиней підвищує їх добові прирости в середньому на 8 – 10%. Але свині перетравлюють дробину лише на 60%, а жуйні тварини – на 70 – 75 %. Засвоюваність без азотистих екстрактивних речовин становить 60%, жиру 88%, клітковини 40%. Крім

білків і клітковини суха дробина містить необхідні для організму речовини – кальцій, фосфор, магній, калій, натрій, йод, каротин, вітаміни: Е, В1, В2, В4, В5. Застосування пивної дробини значно знижує витрати фермерських господарств на придбання комбікормів, а також істотно збільшує приріст і надої. Використовується суха пивна дробина при вирощуванні не тільки сільськогосподарських тварин, а й птахів. Згодовування її курям-несучкам дозволяє підвищити несучість, а при підмішуванні пивної дробини в корм бройлерам збільшується вихід м'яса.

4) ***Дробина сира;***

Сира пивна дробина – продукт, отриманий у процесі пивовиробництва, після варіння та віджимання сусла. Вона застосовується як корм для сільськогосподарських тварин. До складу дробини входять оболонки та подрібнені частки ячменю та солоду. Вона має густу консистенцію зі структурою грубо розмеленого зерна. Дробина має світло-коричневий колір, солодкуватий смак та запах солоду. Пивна дробина є цінною високопротеїновою кормовою добавкою з рівнем протеїну 26 – 30% (в перерахунку на абсолютно сухі речовини), а також найважливіші мікроелементи: фосфор, кальцій, магній, мідь, залізо, жирні кислоти та вітаміни Е та F. Для згодовування тваринам існують наступні рекомендовані добові норми у вигляді компонента корму: молочним коровам – 8-15 кг/добу; свиням – до 5 кг/добу; вівцям, коням – 1-2 кг/добу. Достовірні результати експериментів показують, що при згодовуванні її бичкам на відгодівлі, їх приріст у вазі збільшувався до 14%. Вживання рекомендованих доз не приводить до будь-яких відхилень у здоров'ї тварин. Вона дозволяє заощаджувати на споживаних комбікормах: включення в раціон худоби дробини знижує собівартість зростання приросту поголів'я до 9%.

5) ***Силосування (консервування) пивної дробини;***

Пивна дробина є цінним кормом для великої рогатої худоби, тому що містить високий рівень протеїну, повільно розщеплюється в рубці, має високе співвідношення Р/Са та характеризується порівняно низьким вмістом

розчинних у воді вуглеводів. Проблема використання дробини в якості корму ускладнюється, тим, що вона містить досить багато вологи, що збільшує вартість її перевезення (в розрахунку на одиницю маси сухої речовини), а також ускладнює її зберігання. Пік виробництва пива (та отримання побічних продуктів пивоваріння, головним з яких в кількісному відношенні є дробина) припадає на літній період, коли потреба у дробині сезонно знижується, тоді як взимку, при дефіциті кормів, середньодобові обсяги вироблення дробини падають в 3 – 4 рази. Виходячи з цих міркувань, в літній період дробину доцільно консервувати, з тим, щоб взимку згодовувати. Спосіб консервування дробини, що отримав найбільше поширення в світі, є її сушка. Суху дробину легше перевозити і зберігати. Проте, в країнах Західної Європи свіжу, сиру або частково зневоднену пресуванням дробину завозять з пивоварних заводів і згодовують худобі. Державам, розташованим поблизу від пивоварних заводів, також цілком доцільно використовувати консервування та зберігання вологої дробини.

В останні десятиліття проводилися дослідження з метою пошуку способів силосування сирої дробини, крім її сушіння. Одним з альтернативних методів консервування пивної дробини є її силосування. Ускладнюється цей спосіб низьким вмістом в ній сухої речовини (близько 12 – 25 %) і низьким (близько 1% в розрахунку на суху речовину) вмістом цукрів, здатних порівняно швидко зброджувати при силосуванні з утворенням молочної кислоти. Згідно сталим поглядам, для отримання високоякісного силосу найважливішими є наступні умови: швидке зниження величини pH соку маси, що силосується до 4,0 – 4,2 та нижче; наявність сухої речовини в масі, що силосується не менше 30% і забезпечення температури маси, що силосується в межах 20 – 30 ^{0}C, а при зберіганні силосу – не вище 15^{0}C. Крім того, для запобігання розвитку в масі, що силосується, цвілі і гнильних бактерій, слід виключити доступ в неї кисню. У той же час слід враховувати, що анаеробні умови не перешкоджають розвитку більшості видів маслянокислих бактерій, що є факультативними

анаеробами.

Рівень pH легко може регулюватися при зброджуванні цукрів, що входять до маси, що силосується, а також внесенням кислот: органічних – мурашиної, пропіонової, оцтової і неорганічних – фосфорної і сірчаної. Слід, однак, враховувати, що тварини неохоче поїдають силос, приготований із застосуванням неорганічних кислот. При відносно низькій величині pH, яка створюється внаслідок внесення кислот, бродіння може продовжуватися (апріорі можна припустити, що це буде молочнокисле бродіння, тоді як інші види бродіння будуть загальмовані, внаслідок того, що молочнокислі бактерії в анаеробних умовах витримують найбільш низькі значення pH – до 3,2; нижня межа pH – 3,0) або буде пригнічено – в залежності від кількості доданої кислоти.

Оскільки згадані кислоти, як органічні, так і мінеральні – дуже агресивні рідини, а низькомолекулярні органічні кислоти, крім того, дуже летючі та мають різкий неприємний запах, на предмет використання в цілях консервування були випробувані та знайшли практичне застосування кислоти, що володіють бактеріостатичною дією вже в порівняно низьких концентраціях, і, крім того, нелеткі: бензойна і саліцилова, а також солі низькомолекулярних органічних кислот.

Очевидно, що найбільш доцільним є використання консервантів неагресивних, нелетких, екологічно безпечних та тих, що можуть бути використаними в організмі тварин в якості елементів живлення. Такими є найдавніші консерванти: цукор і кухонна сіль (обидва використовуються для підвищення осмотичного тиску в рідинах продукту, що консервується). Однак при силосуванні (сквашуванні) цукор (у т.ч. присутній в кормі) перетворюється в інший консервант, не менш древній і ще більш ефективний, оскільки володіє сильною бактеріостатичною дією – в молочну кислоту.

Важливо, що перетворення цукру в молочну кислоту супроводжується втратами вільної енергії, яка становить всього лише близько 5% від енергії,

що міститься в глюкозі і виділяється при аеробному її розщепленні. Крім того, молочна кислота в порівнянні з цукром є більш «зручним» елементом харчування, оскільки в рубці при певних умовах вона може перетворюватися в пропіонат, що витрачається на синтез глюкози (остання є єдиним попередником лактози і взагалі незамінним метаболітом в організмі ссавців), тоді як з сахарози, що надходить в рубець, утворюється досить багато масляної кислоти, в стінці рубця, що метаболізується до 3-гидроксибутирата, головного з кетонових тіл у жуйних.

У 2025 р. ПП «СЛАВУТИЧ-ТАРА» успішно провело модернізацію виробничих потужностей – це важливий крок, який дозволяє задовольняти зростаючі потреби клієнтів, скорочувати терміни виконання замовлень і впевнено реалізовувати масштабні проєкти. Успішно пройдено сертифікацію за стандартом GMP+ Feed Safety Assurance (Модуль 2020) – міжнародно визнаним стандартом, що підтверджує безпечність і якість процесів у виробництві кормової продукції. Ці досягнення зміцнюють позиції підприємства як надійного, відкритого та далекоглядного партнера. Підприємство залишається вірним своїм принципам: дотримання міжнародних стандартів; прозорість у бізнесі; довгострокове партнерство на основі довіри та спільного розвитку.

Технології, що застосовуються на виробництві, забезпечують високий рівень якості і стабільні показники продукції, що випускається. Виробництво успішно пройшло сертифікацію за міжнародним стандартом ISO 9001:2015, ISO 22000:2019.

Сировинною базою підприємства є співпраця з великими пивоварними заводами України, що забезпечує стабільні обсяги постачання та безперервність виробничого процесу. Завдяки ефективній логістичній системі ПП «СЛАВУТИЧ-ТАРА» здатне оперативно здійснювати транспортування сировини та готової продукції, що є важливим чинником у кормовій галузі. Щомісячні обсяги реалізації кормових продуктів свідчать про значний виробничий потенціал підприємства та його вагому частку на

відповідному ринку. Продукція підприємства реалізується як на внутрішньому ринку України, так і за її межами. Значна частина кормових продуктів експортується до країн Європейського Союзу, що підтверджує відповідність продукції міжнародним стандартам якості та попит з боку іноземних споживачів. Орієнтація на експорт сприяє підвищенню фінансової стабільності підприємства та розширенню ринків збуту.

2.2. Обладнання, що використовується для сепарації рідких відходів промислового виробництва ПП «СЛАВУТИЧ-ТАРА»

Сепаратори застосовуються для відокремлення дріжджової маси (відходи) від рідини. Рідинні центробіжні сепаратори, до яких належать сепаратори дріжджового виробництва, - це машини для розділення рідких суспензій у полі центробіжних сил. Робочим органом сепараторів (тарілчастим барабаном) є ротор, на який установлено пакет конічних тарілок для поділу потоку рідини на низку тонких шарів товщиною 0,4 – 1,5 мм. Сутність процесу сепарування полягає в тому, що дисперсні частинки, рухаючись із потоком уздовж твірної тарілки, мають осісти на її поверхні до того, як потік винесе їх із пакета тарілок.

За способом подачі вихідної рідини, відведення рідини та концентрату дріжджові сепаратори поділяються на відкриті, напівзакриті та герметичні.

У відкритих сепараторах подача в барабан рідкої суміші та відведення розділених фракцій здійснюються відкритим потоком. У напівзакритих сепараторах сепарована рідина подається в барабан закритим потоком. У герметичних сепараторах подача рідкої суміші в барабан і відведення концентрату і рідини відбуваються без доступу повітря, під тиском, по герметично з’єднаних трубопроводах.

Сепаратор марки ДСГ – 35 (*прототип сепаратора, що використовується для дослідження*) являє собою компактну конструкцію відцентрового роздільника і належить до сепараторів відкритого типу з

відцентрового безперервним вивантаженням дріжджового концентрату (рис. 2.3).

Сепаратор ДСГ – 35 складається з фундаментної плити, станини, привідного механізму, барабана, збірників для приймання та відведення продуктів сепарування, масляного картера і лічильника частоти обертання з тахометром. Сепаратор працює від індивідуального електродвигуна потужністю 20 кВт, який передає обертання через центробіжну фрикційну муфту на черв'ячну передачу з взаємно перпендикулярними осями. Продуктивність сепаратора – 35 м³/год при концентрації дріжджів у вхідній суспензії 3 – 4%. Близьким за конструкцією до сепаратора ДСГ – 35 є сепаратор ДСГ – 50. Продуктивність сепаратора ДСГ – 50 становить 50 м³/год при вихідній концентрації дріжджової суспензії 10 г/л.

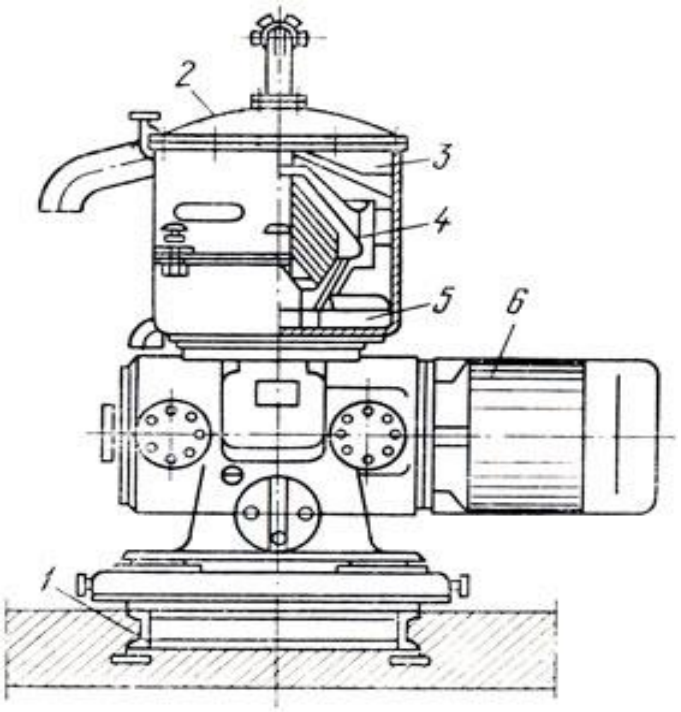


Рисунок 2.3 – Загальний вигляд сепаратора ДСГ – 35

2.3. Опис технологічного процесу переробки рідких відходів з використанням технології сепарації на ПП «СЛАВУТИЧ-ТАРА»

Дріжджі пивні надходять на підприємство відповідно до ДСТУ

7344:2022 [35]. Відвантаження пивних дріжджів відбувається безпосередньо із заводів Києва, Львова, Чернігова, Запоріжжя.

За органолептичними показниками дріжджі пивні рідкі мають відповідати вимогам, зазначеним у таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Органолептичні показники дріжджів пивних рідких

Назва показника	Характеристики		Метод контролювання
	для харчових цілей	як кормовий матеріал	
Зовнішній вигляд	Густа маса водної суспензії дріжджів. Під час наливу суспензії в скляну посудину дріжджі осідають з утворенням слабо опалесцентного шару рідини		органолептично
Запах	Властивий свіжим пивним дріжджам без сторонніх запахів		органолептично
Смак	Специфічний дріжджовий з хмельовою гіркотою Не дозволено сторонній присмак		органолептично
Колір	Від світло-сірого до бежевого		органолептично

За фізико-хімічними показниками дріжджі пивні рідкі мають відповідати вимогам, зазначеним у таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 – Фізико-хімічні показники дріжджів пивних рідких [36, 37]

Назва показника	Норма		Метод контролювання
	для харчових цілей	як кормовий матеріал	
Масова частка вологи, %, не більше	88,0	88,0	висушуванні наважки дріжджів пивних рідких за температури 105 ºС
Масова частка сирого протеїну у сухій речовині, %, не менше	36	36	ДСТУ 7169:2010 Корми, комбікорми, комбікормова сировина. Методи визначання вмісту азоту і сирого протеїну або ДСТУ ISO 5983:2003 Корми для тварин. Визначення вмісту азоту і обчислення вмісту сирого білка методом К’єльдаля (ISO 5983:1997, IDT)

Технологічна схема поводження з рідкими відходами пивного виробництва представлена на рис. 2.4.

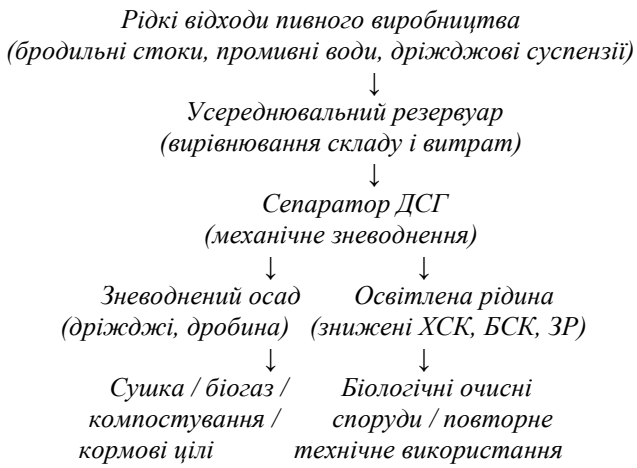


Рисунок 2.4 Технологічна схема поводження з рідкими відходами пивного виробництва

Усереднювальний резервуар забезпечує стабільну роботу сепаратора за рахунок вирівнювання концентрації завислих речовин та органіки. Сепаратор ДСГ є ключовим елементом механічного очищення, що дозволяє відокремити до 60–80 % твердих і колоїдних домішок. Освітлена рідина після ДСГ має суттєво знижене органічне навантаження і є придатною для біологічного очищення. Рідкі відходи пивного виробництва характеризуються: високими значеннями ХСК (10 000–60 000 мг O_2/л), підвищеними показниками $БСК_5$ (5 000–30 000 мг O_2/л), значною концентрацією завислих речовин (2 000–15 000 мг/л), що обумовлено наявністю дріжджів, частинок дробини, білкових та вуглеводних сполук. Оскільки значна частина хімічного споживання кисню припадає саме на тверду та колоїдну органічну фракцію, її вилучення призводить до зменшення ХСК. Середній ефект зниження ХСК при застосування сепаратору та представленої технологічної схема – на 25–50 % після проходження ДСГ. Це, у свою чергу, зменшує навантаження на біологічні очисні споруди; підвищує стабільність процесів аеробного або анаеробного очищення. $БСК_5$ зменшується менш інтенсивно, ніж ХСК, оскільки частина розчинених органічних сполук залишається у рідкій фазі. Зниження $БСК_5$ становить на 20 – 40 %. Проте співвідношення БСК/ХСК

після застосування у технологічному процесі сепаратора ДСГ, як правило, підвищується, що позитивно впливає на ефективність біологічного очищення.

Узагальнена таблиця впливу технологічного процесу з використанням ДСГ – 35 на показники якості стічних вод наведена нижче (табл .2.4).

Таблиця 2.4 – Узагальнена таблиця впливу ДСГ на показники якості стічних вод

Показник	До використання ДСГ	Після використання ДСГ	Ефект
Завислі речовини	Високі	↓ 60 – 85 %	Механічне вилучення
ХСК	Високі	↓ 25 – 50%	Зменшення органічного навантаження
$БСК_5$	Високі	↓ 20 – 40%	Підвищення біоочищуваності

Отже, застосування сепаратора ДСГ – 35 у технологічній схемі обробки рідких відходів пивного виробництва забезпечує ефективне вилучення завислих речовин і частини органічної фракції, що проявляється у суттєвому зниженні показників ХСК та $БСК_5$. Це дозволяє оптимізувати подальші процеси біологічного очищення та підвищити екологічну ефективність системи управління відходами виробників пивної продукції.

Рідкі відходи пивного виробництва, які поступають на ПП «СЛАВУТИЧ-ТАРА», зокрема суспензія пивних дріжджів після рекуперації, містять значну кількість органічних речовин, біомаси та зважених частинок, що потребує подальшої обробки перед утилізацією або повторним використанням. Технологія їхньої сепарації спрямована на розділення дріжджової суспензії на концентрований дріжджовий осад та очищений рідкий фугат, придатний до подальшої очистки або використання як вторинна сировина.

Пивні дріжджі після рекуперації на заводах-постачальниках надходять на підприємство (ПП «СЛАВУТИЧ ТАРА») з різним рівнем вологості.

Вологість коливається від 80% до 93%. Висока вологість відходів потребує випаровування і потім зливання у стічні води.

Щоб знизити вологість з 93% до 80%, необхідно з кожної тонни продукту зняти 650 кг рідини. Існує два підходи до переробки цих відходів виробництва – випаровування і центрифугування.

Основний етап технології передбачає використання дискових сепараторів, де під дією високого відцентрового прискорення (до 7000–10000 g) дріжджові клітини інтенсивно осідають до периферії ротора; рідина, позбавлена основної маси твердих частинок, виходить як фугат; сепаратори забезпечують тонке розділення навіть дрібнодисперсних клітин розміром 5–10 мкм, характерних для пивних дріжджів. На виході формується густа пастоподібна біомаса з високим вмістом сухих речовин (до 18–25 %). Цей концентрат може бути: відправлений на подальшу сушку з отриманням кормових дріжджів; використаний як білкова добавка; застосований у біогазових установках як сировина з високим вмістом органічних речовин. Додаткова обробка може включати пастеризацію для стабілізації мікробіологічних властивостей.

Фугат, що утворився після сепарації, містить розчинені органічні речовини та мінімальну кількість дріжджових решток. Його можна: направляти на локальні очисні споруди (аеротенки, мембрани, біореактори); використовувати як субстрат у процесах анаеробного зброджування; змішувати з іншими потоками стічних вод для подальшої біологічної очистки. Застосування додаткової ультрафільтрації дозволяє суттєво знизити *ХСК* і отримати воду, придатну для технічних потреб підприємства. *ХСК* (хімічне споживання кисню) – це показник, який визначає кількість кисню, необхідну для хімічного окиснення органічних та неорганічних речовин у воді або стічних водах. Отже, ХСК показує, наскільки забруднена вода органічними речовинами, які можна окиснити хімічним шляхом. Чим більший показник ХСК – тим більше забруднень і тим важче очищати такі стоки.

Для обгрунтування економічної доцільності запропонованої технології сепарації рідких відходів надамо результати точкових експериментів і розрахунок економічного ефекту впродовж 2-х місяців 2025 р. *(вересень – жовтень 2025 р.).* Для випаровування 650 кг води необхідно витратити приблизно 900 кг перегрітої пари (це пара при температурі вище точки випаровування, кипіння), при цьому необхідно технологічно спалити 73272,29 м^3 природного газу. За умов використання технології центрифугування та обсягу переробки дріжджової сировини 800 тонн економія природного газу становитиме 58037,77 м^3 природного газу. Отже, економія від застосування запропонованої технології становить 15234,52 м^3 природного газу (*доведено експериментально*) (рис. 2.5).

При сушінні дріжджів вологістю 80% продуктивність сухого продукту становить 6 т/добу; при вологості 93% продуктивність знижується до 2 тонн на добу. Отже, технологія центрифугування, яку ми пропонуємо, забезпечує зниження умовно постійних витрат (ресурсних), зростання продуктивності праці. Також, зростає термін служби технологічного обладнання за рахунок більш ефективного його використання.

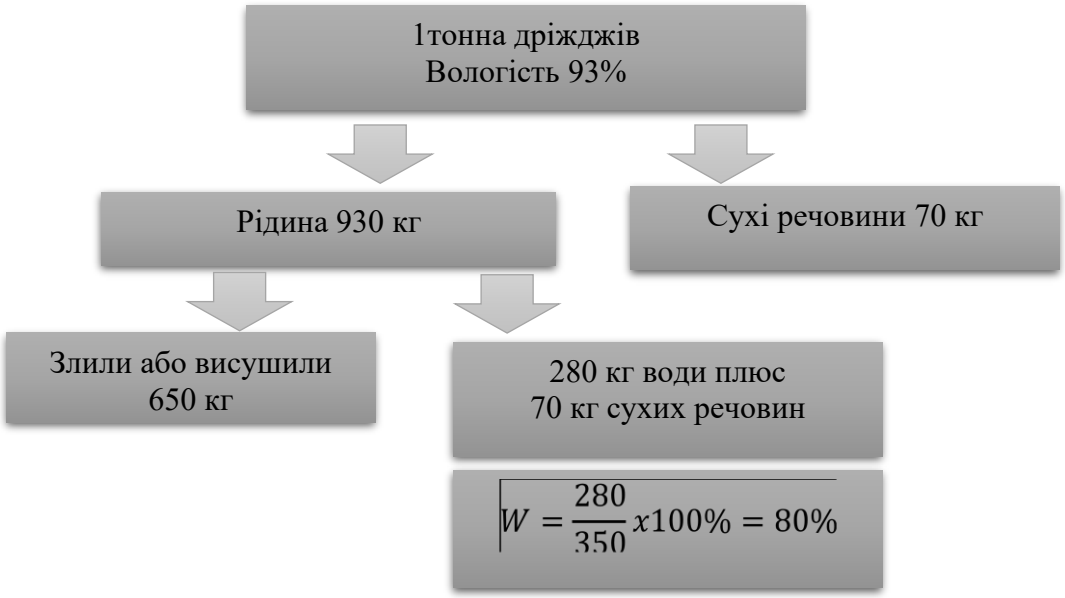


Рисунок 2.5 – Алгоритм розрахунку вологості після процесу центрифугування рідких відходів промислового виробництва

Отже, запропонована технологія за рахунок зниження енерговитрат, зниження обсягу спалюваного газу забезпечує менший CO_2 («вуглецевий слід»). За результатами проведеного дослідження можна виділити такі переваги технології центрифугування рідких промислових відходів, яку обгрунтовано в магістерському дослідженні:

– зменшення навантаження на очисні споруди;

– отримання цінного вторинного продукту (концентрату, який може бути повторно використаний – зокрема у сільському господарстві);

– енергоефективність та екологічність;

– гнучкість технології, що дозволяє її інтегрувати у інших галузях промисловості.

2.4. Розрахункові результати експерименту з впровадження удосконаленої системи очищення технологічних речовин сепаратором ДСГ – 35 при переробці рідких відходів

Результати спостережень очищення технологічних речовин в рамках експерименту наведено в табл. 2.5 – 2.11.

Таблиця 2.5 – Експериментальні дані сепарації рідких відходів (червень 2025 р.)

Дата, червень 2025 р.	Вхідний № проби	Запоріжжя, тн	Волога, %	Сепарація, тн	Волога після сепарації %	Відсоток відхилення вологи,%
1	213	10,00	89,8	4,5	81,30	*-8,50*
2	215	20,00	89,50	8,2	82,20	*-7,30*
3	216	10,00	91,30	5,2	81,70	*-9,60*
4	219	10,00	89,50	4,7	80,30	*-9,20*
5	222	10,00	89,80	3,9	83,30	*-6,50*
6	-	-	-	-	-	-
7	226	10,00	88,20	4,1	80,10	*-8,50*
8	232	20,00	87,50	7,6	79,80	*-7,30*
9	229	10,00	88,80	4,7	78,70	*-9,60*
10	232	20,00	87,00	7,4	79,40	*-9,20*
11	233	20,00	87,10	7,5	79,40	*-6,50*
12	-	-	-	-	-	-
13	237	10,00	88,20	3,6	81,50	*-8,50*

14	238	10,00	88,00	3,7	80,90	*-7,30*
15	239	20,00	89,10	8,9	80,40	*-9,60*
16	-	-	-	-	-	-
17	241	10,00	87,50	3,4	81,00	*-9,20*
18	-	-	-	-	-	-
19	246	20,00	87,40	6,3	81,60	*-8,50*
20	250	10,00	87,50	3,4	81,10	*-7,30*
21	252	10,00	87,30	3,2	81,40	*-9,60*
22	254	20,00	87,60	6,0	82,30	*-9,20*
23	255	10,00	88,20	3,4	82,10	*-6,50*
24	257	10,00	86,70	2,3	82,70	*-8,50*
25	261	20,00	87,40	6,3	81,60	*-7,30*
26	262	10,00	86,90	3,0	81,20	*-9,60*
27	-	-	-	-	-	-
28	-	-	-	-	-	-
29	268	10,00	86,30	3,0	80,30	*-6,00*
30	270	10,00	85,60	2,8	80,10	*-5,50*
31	-	-	-	-	-	-
Всього фугат				**117,2**	24 заміри	

Постачальниками рідких відходів пивного виробництва є підприємства м. Запоріжжя. Есперименти проводились впродовж червня – грудня 2025 р. Результати розрахунків за табл. 2.4 свідчать про те, що в результаті сепарації ми спостерігаємо зниження вологи абсолютно у всіх пробах сировини, які позначені в табл. 2.5. Динаміка зниження вологи представлена на рис. 2.6.

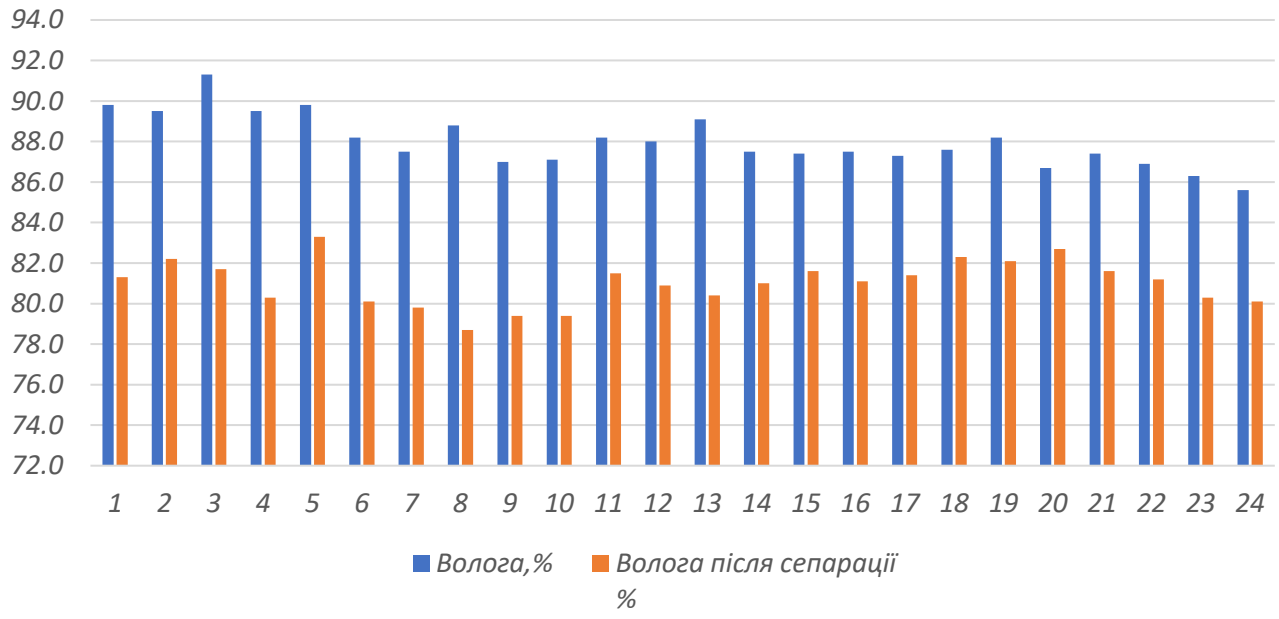


Рисунок 2.6 – Динаміка спостережень показників вологості рідких відходів до і після сепарації (червень 2025 р.)

Результати спостережень сепарації рідких технологічних речовин (відходів) підприємств м. Запоріжжя впродовж липня – грудня 2025 р. представлені в табл. 2.5 – 2.11.

Таблиця 2.6 – Експериментальні дані сепарації рідких відходів (липень 2025 р.)

Дата, липень 2025 р.	Вхідний № проби	Запоріжжя, тн	Волога, %	Сепарація, тн	Волога після сепарації %	Відсоток відхилення вологи,%
1	272	10,00	87,0	2,3	83,2	*-3,8*
2	274	10,00	87,7	2,5	83,7	*-4,0*
3	277	10,00	88,0	3,7	81,1	*-6,9*
4	-	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-	-
6	-	-	-	-	-	-
7	283	10,00	87,4	3,4	80,9	*-6,5*
8	285	10,00	88,3	3,9	80,7	*-7,6*
9	288	10,00	88,2	3,7	81,2	*-7,0*
10	291	10,00	89,1	4,6	80,0	*-9,1*
11	-	-	-	-	-	-
12	-	-	-	-	-	-
13	-	-	-	-	-	-
14	297	10,00	88,0	3,2	82,3	*-5,7*
15	299	20,00	88,1	8,0	80,1	*-8,0*
16	300	30,00	88,8	13,3	79,9	*-8,9*
17	306	20,00	87,6	8,4	78,7	*-8,9*
18	308	10,00	87,1	3,7	79,4	*-7,7*
19	-	-	-	-	-	-
20	312	30,00	86,2	7,6	81,5	*-4,7*
21	314	20,00	88,1	6,7	82,1	*-6,0*
22	316	20,00	88,4	7,1	82,0	*-6,4*
23	317	30,00	86,9	8,6	81,6	*-5,3*
24	320	20,00	88,0	7,4	80,9	*-7,1*
25	318	10,00	87,6	3,6	80,7	*-6,9*
26	327	10,00	85,4	2,3	81,1	*-4,3*
27	328	20,00	87,3	5,6	82,3	*-5,0*
28	330	10,00	88,0	3,4	81,9	*-6,1*
29	333	10,00	86,9	2,8	81,7	*-5,2*
30	-	-	-	-	-	-
31	335	10,00	88,6	4,2	80,5	*-8,1*
Всього фугат				**111,6**	23 заміри	

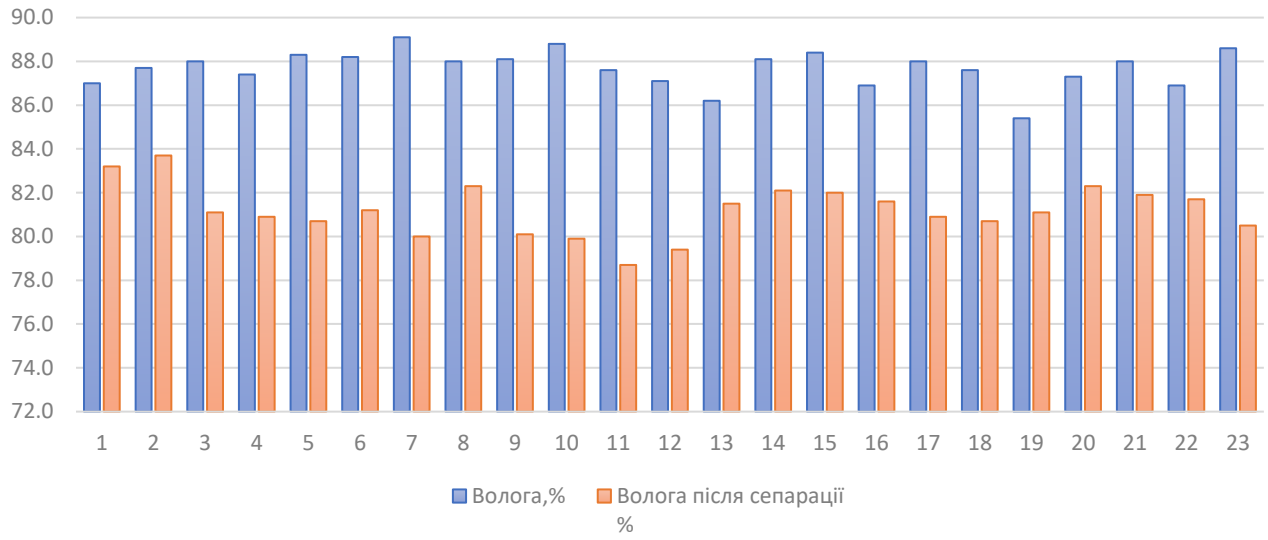


Рисунок 2.7 – Динаміка спостережень показників вологості рідких відходів до і після сепарації (липень 2025 р.)

Таблиця 2.7 – Експериментальні дані сепарації рідких відходів (серпень 2025 р.)

Дата, серпень 2025 р.	Вхідний № проби	Запоріжжя, тн	Волога, %	Сепарація, тн	Волога після сепарації %	Відсоток відхилення вологи,%
1	338	20,00	87,3	5,0	83,1	*-4,2*
2	341	10,00	87,8	3,6	80,8	*-7*
3	342	40,00	88,2	16,6	79,8	*-8,4*
4	343	9,90	88,5	3,8	81,2	*-7,3*
5	-	-	-	-	-	
6	346	10,00	85,3	2,5	80,3	*-5*
7	347	10,00	89,7	4,5	81,3	*-8,4*
8	350	9,90	89,1	4,1	81,4	*-7,7*
9	-	-	-	-	-	
10	352	20,00	90,6	9,3	82,4	*-8,2*
11	-	-	-	-	-	
12	355	10,00	87,5	2,9	82,3	*-5,2*
13	359	3,20	90,6	1,7	80,1	*-10,5*
14	362	30,00	86,8	8,1	81,9	*-4,9*
15	-	-	-	-	-	
16	364	20,00	87,7	6,1	82,3	*-5,4*
17	365	20,00	88	6,6	82,1	*-5,9*
18	367	5,00	92,4	2,8	82,7	*-9,7*
19	-	-	-	-	-	
20	371	10,00	87,4	3,5	80,5	*-6,9*
21	374	7,40	88,0	2,8	80,7	*-7,3*
22	375	10,00	87,9	4,0	79,7	*-8,2*

23	377	11,00	89,2	5,2	79,5	*-9,7*
24	380	10,00	86,8	3,7	79,1	*-7,7*
25	-	-	-	-	-	-
26	-	-	-	-	-	-
27	-	-	-	-	-	-
28	-	-	-	-	-	-
29	-	-	-	-	-	-
30	-	-	-	-	-	-
31	-	-	-	-	-	-
Всього фугат				**97,1**	19 замірів	

За результатами експериментальних досліджень ми спостерігаємо нерівномірність надходження проб для сепарації, що пояснюється сезонним характером виробництва підприємств – постачальників сировини і позначається на обсязі отримуваного фугату.

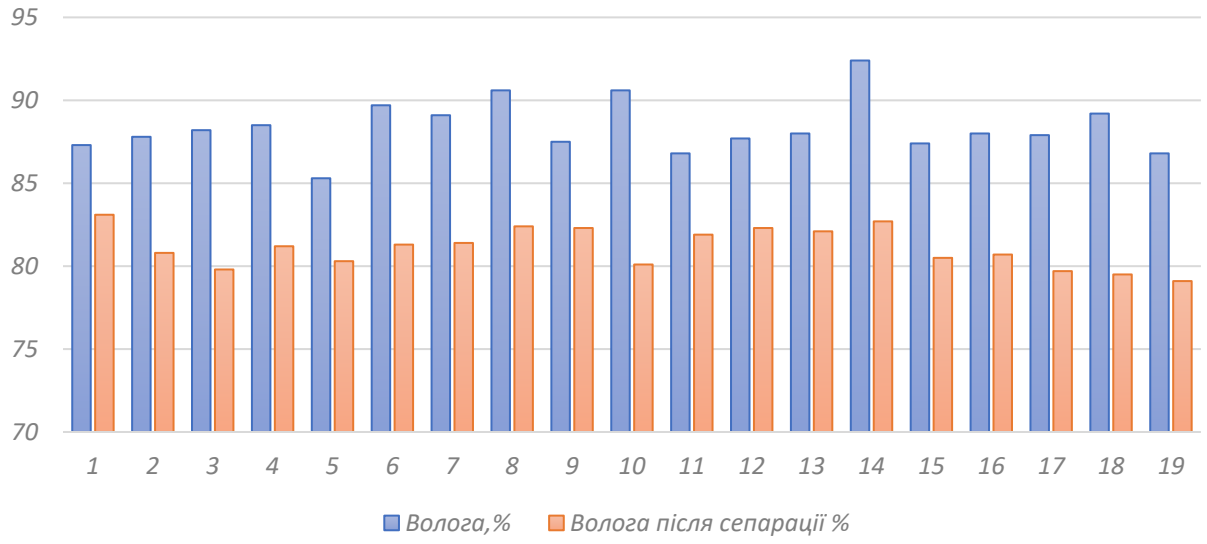


Рисунок 2.8 – Динаміка спостережень показників вологості рідких відходів до і після сепарації (серпень 2025 р.)

Таблиця 2.8 – Експериментальні дані сепарації рідких відходів (вересень 2025 р.)

Дата, вересень 2025 р.	Вхідний № проби	Запоріжжя, тн	Волога, %	Сепарація, тн	Волога після сепарації %	Відсоток відхилення вологи,%
1	-	-	-	-	-	-
2	390	10,00	90,0	9,0	82,0	*-10,0*

3	-	-	-	-	-	-
4	-	-	-	-	-	-
5	394	10,00	90,0	4,4	82,3	*-7,7*
6	397	20,00	89,2	8,1	81,9	*-7,3*
7	-	-	-	-	-	-
8	400	20,00	86,3	5,5	81,1	*-5,2*
9	401	3,00	88,7	1,2	80,9	*-7,8*
10	-	-	-	-	-	-
11	-	-	-	-	-	-
12	-	-	-	-	-	-
13	-	-	-	-	-	-
14	407	10,00	86,7	2,7	81,7	*-5,0*
15	410	10,00	86,7	2,6	82,1	*-4,6*
16	-	-	-	-	-	-
17	413	20,00	88,6	8,4	80,4	*-8,2*
18	-	-	-	-	-	-
19	-	-	-	-	-	-
20	416	20,00	88,5	8,4	80,1	*-8,4*
21	-	-	-	-	-	-
22	419	20,00	85,5	4,7	81,1	*-4,4*
23	420	10,00	87	2,9	81,6	*-5,4*
24						
25	423	20,00	87,3	5,8	82,1	*-5,2*
26	427	20,00	88,5	6,9	82,5	*-6,0*
27	-	-	-	-	-	-
28	-	-	-	-	-	-
29	-	-	-	-	-	-
30	-	-	-	-	-	-
31	-	-	-	-	-	-
Всього фугат				**61,5**	*14 замірів*	

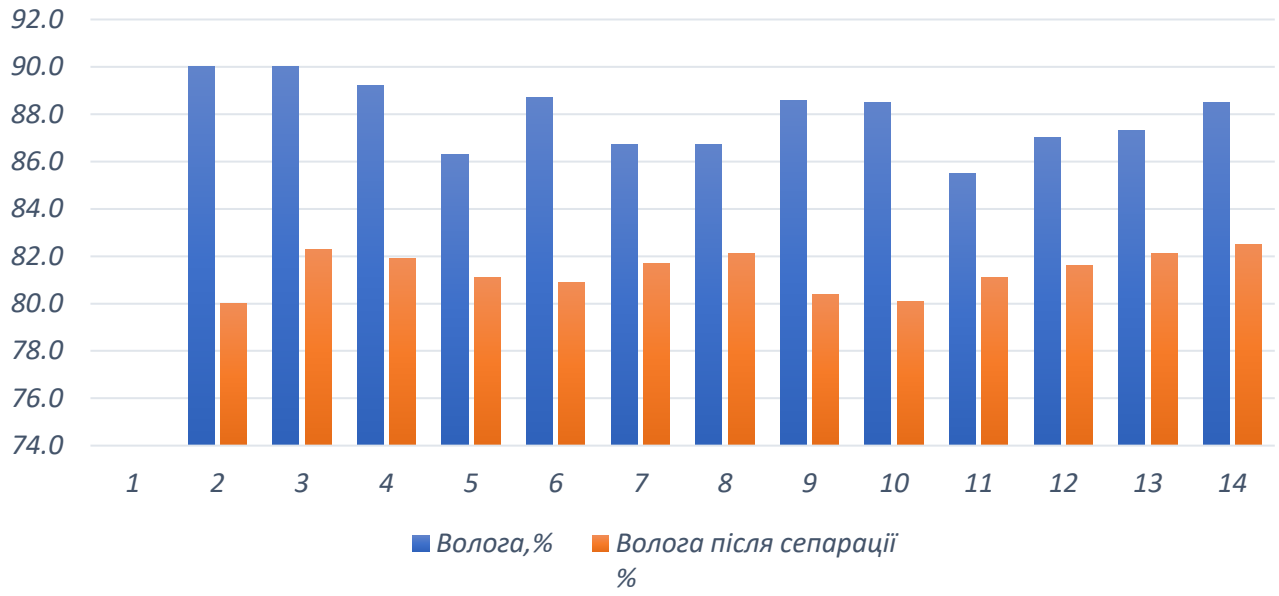


Рисунок 2.9 – Динаміка спостережень показників вологості рідких відходів до і після сепарації (вересень 2025 р.)

Таблиця 2.9 – Експериментальні дані сепарації рідких відходів (жовтень 2025 р.)

Дата, жовтень 2025 р.	Вхідний № проби	Запоріжжя, тн	Волога, %	Сепарація, тн	Волога після сепарації %	Відсоток відхилення вологи,%
1 – 12	Спостереження не проводились					
13	446	20,00	89,0	7,8	81,9	*-7,1*
14	447	10,00	86,8	3,0	81,1	*-5,7*
15	448	10,00	87,5	3,7	80,1	*-7,4*
16	-	-	-	-	-	-
17	-	-	-	-	-	-
18	-	-	-	-	-	-
19	-	-	-	-	-	-
20	-	-	-	-	-	-
21	460	15,00	89,1	6,3	81,3	*-7,8*
22	461	10,00	88,5	3,7	81,7	*-6,8*
23	-	-	-	-	-	-
24	465	10,00	88,9	4,5	79,9	*-9,0*
25	-	-	-	-	-	-
26	466	10,00	91,5	5,9	79,5	*-12,0*
27	468	10,00	88,5	4,5	79,1	*-9,4*
28	470	10,00	89,0	4,6	79,5	*-9,5*
29	472	20,00	89,2	9,3	79,9	*-9,3*
30	476	19,20	87,5	7,9	78,8	*-8,7*
31	-	-	-	-	-	-
Всього фугат				**61,1**	*11 замірів*	

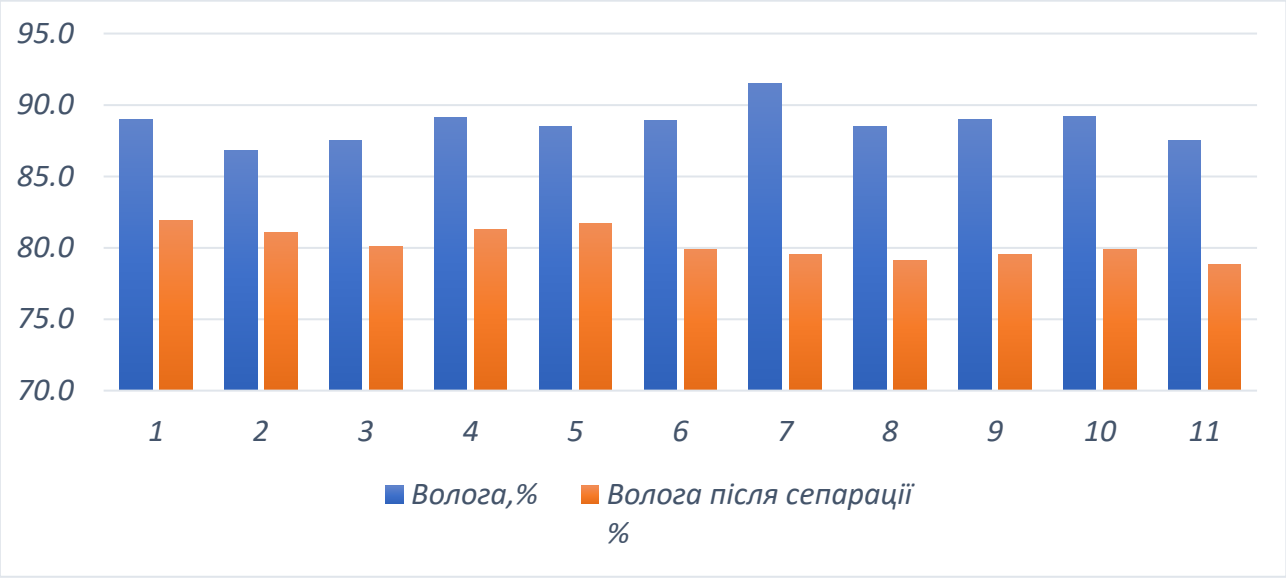


Рисунок 2.10 – Динаміка спостережень показників вологості рідких відходів до і після сепарації (жовтень 2025 р.)

Таблиця 2.10 – Експериментальні дані сепарації рідких відходів (листопад 2025 р.)

Дата, листопад 2025 р.	Вхідний № проби	Запоріжжя, тн	Волога, %	Сепарація, тн	Волога після сепарації %	Відсоток відхилення вологи,%
1 - 9	Спостереження не проводились					
10	487	8,53	88,70	3,1	82,40	*-6,3*
11	-	-	-	-	-	-
12	-	-	-	-	-	-
13	-	-	-	-	-	-
14	492	10,00	86,90	2,6	82,40	*-4,5*
15	-	-	-	-	-	-
16	494	10,00	89,80	4,1	82,70	*-7,1*
17	495	10,00	88,00	3,2	82,30	*-5,7*
18	497	7,50	88,10	2,3	82,90	*-5,2*
19	499	10,00	88,00	3,3	82,10	*-5,9*
20	-	-	-	-	-	-
21	502	10,00	86,40	2,4	82,00	*-4,4*
22	503	20,00	86,20	4,8	81,90	*-4,3*
23	506	14,00	86,00	3,3	81,70	*-4,3*
24	-	-	-	-	-	-
25	-	-	-	-	-	-
26	-	-	-	-	-	-
27	511	10,00	89,80	4,2	82,30	*-7,5*
28	-	-	-	-	-	-

29	512	20,00	88,50	7,2	82,10	*-6,4*
30	514	6,00	90,50	2,7	82,50	*-8,0*
31	-	-	-	-	-	-
Всього фугат				**43,1**	*12 замірів*	

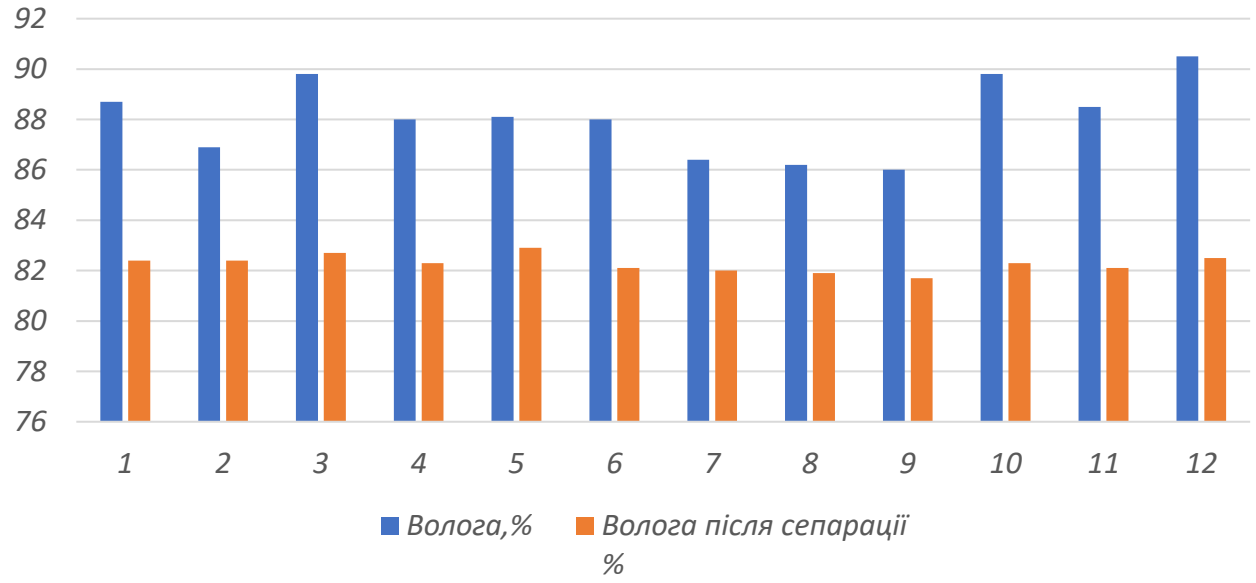


Рисунок 2.11 – Динаміка спостережень показників вологості рідких відходів до і після сепарації (листопад 2025 р.)

Таблиця 2.11 – Експериментальні дані сепарації рідких відходів (грудень 2025 р.)

Дата, вересень 2025 р.	Вхідний № проби	Запоріжжя, тн	Волога, %	Сепарація, тн	Волога після сепарації %	Відсоток відхилення вологи,%
1	-	-	-	-	-	-
2	515	18,90	87,8	7,3	80,1	*-7,7*
3	-	-	-	-	-	-
4	520	6,00	94,7	4,4	79,9	*-14,8*
5	-	-	-	-	-	-
6	-	-	-	-	-	-
7	-	-	-	-	-	-
8	526	10,00	84,1	2,1	79,8	*-4,3*
9	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-
11	-	-	-	-	-	-
12	-	-	-	-	-	-
13	534	10,00	85,0	2,6	79,7	*-5,3*
14	536	10,00	86,1	3,0	80,1	*-6*
15	539	10,00	86,6	3,5	79,5	*-7,1*
16	-	-	-	-	-	-

17	541	10,00	86,4	3,4	79,4	*-7*
18	544	10,00	87,2	3,9	78,9	*-8,3*
19	-	-	-	-	-	-
20	547	10,00	86,7	3,4	79,9	*-6,8*
21	-	-	-	-	-	-
22	548	20,00	86,0	6,3	79,5	*-6,5*
23	-	-	-	-	-	-
24	551	12,00	87,4	4,8	79,1	*-8,3*
25 – 31	*Спостереження не проводились*					
Всього фугат				**44,8**		

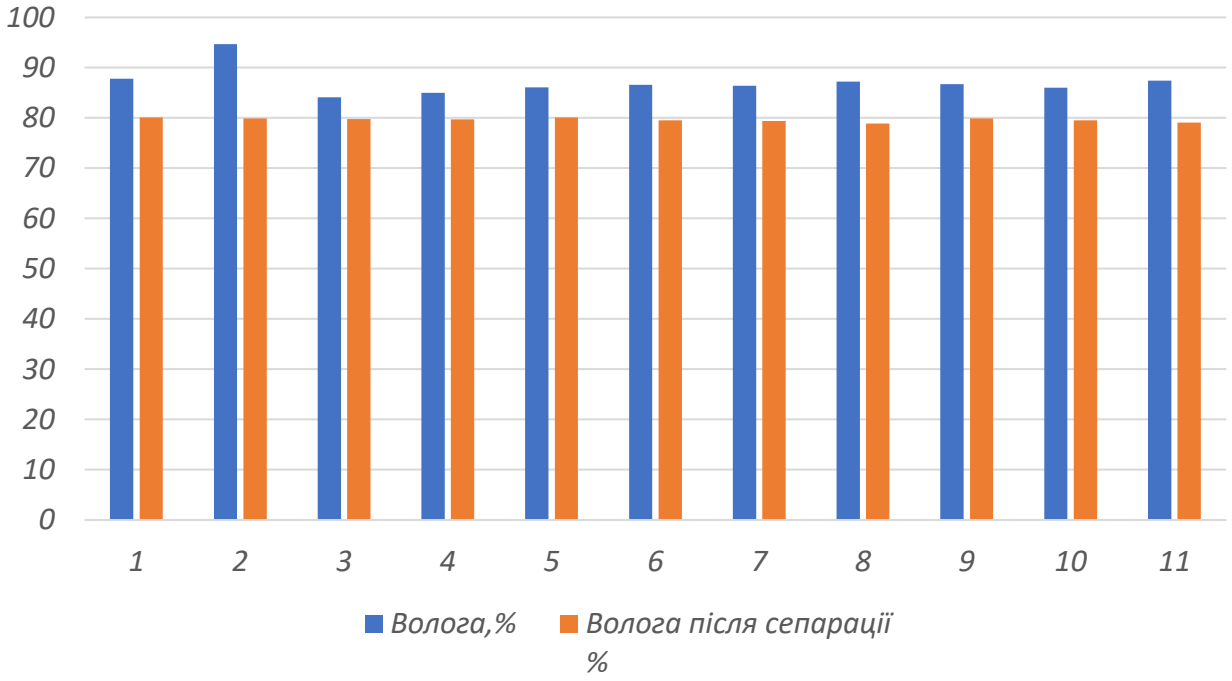


Рисунок 2.12 – Динаміка спостережень показників вологості рідких відходів до і після сепарації (грудень 2025 р.)

Таблиця 2.13 – Зведені дані по сепарації рідких відходів пивного виробництва за період червень – грудень 2025 р.

Найменування постачальника (місто)	Фугат, тн	Відсоток відхилення вологи,%	Об'єм вихідної сировини, тн	Відсоток виходу фугату, %
Запоріжжя	536,44	6,91	1558,03	34,43
Чернігів	154,46	5,58	1018,80	15,16
Київ	163,82	3,25	2562,12	6,39
Львів	51,48	2,97	223,72	23,01
Всього (середній)	906,21	4,68	5362,67	16,90

Отже, запропонована та впроваджена у виробництво система очищення технологічних речовин при переробці рідких промислових відходів пивного виробництва забезпечує вирішення декількох науково-практичних завдань:

– за рахунок технології сепарації рідких відходів пивного виробництва отримано фугат; фугат – це рідка фаза, яка утворюється після механічного зневоднення (центрифугування, сепарації) рідких або напіврідких відходів пивоварного виробництва, зокрема при застосуванні сепараторів типу ДСГ – 35; фугат передається далі до спеціалізованих установ на утилізацію;

– фугат містить розчинені органічні речовини; частину дрібнодисперсних завислих частинок; розчинені сполуки азоту, фосфору; залишкові продукти бродіння, але при цьому основна маса твердих речовин переходить у *зневоднений осад,* тобто фугат має нижче органічне навантаження, ніж вихідні стоки;

– сепарація рідких відходів є економічно доцільною технологією для ПП «СЛАВУТИЧ-ТАРА» та забезпечує економію природного газу (за результатами спостережень впродовж досліджуваного періоду) в обсязі 102833 $м^3$ природного газу.

РОЗДІЛ 3
ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ОХОРОНИ ПРАЦІ ТА ТЕХНОГЕННОЇ БЕЗПЕКИ НА ПП «СЛАВУТИЧ-ТАРА»

3.1. Вимоги до розміщення огородження

Охорона праці на підприємстві з переробки рідких відходів пивоваріння ПП «СЛАВУТИЧ-ТАРА» спрямована на: забезпечення безпечних умов праці персоналу; запобігання виробничому травматизму та професійним захворюванням; мінімізацію впливу небезпечних і шкідливих виробничих факторів; дотримання вимог чинного законодавства України та стандартів ЄС. Організація охорони праці здійснюється відповідно до: Закону України «Про охорону праці» [38]; ДСТУ, ДБН, НПАОП; директив ЄС (у контексті євроінтеграції); внутрішніх інструкцій підприємства.

Усі рухомі частини обладнання, що знаходяться на висоті менш ніж 2,5 м від підлоги та можуть бути випадково доторкнуті, повинні бути огороджені. Огорожа може бути виготовлена з суцільних або сітчастих матеріалів (розмір осередку не більше 20х20 мм) або у вигляді поручнів на відстані не менше 1 м від рухомих частин. Місця розміщення огороджень, наявність хвірток, отворів, знімних секцій чи блокувань мають бути вказані на кресленнях устаткування. Усі хвіртки та отвори, призначені для доступу обслуговуючого персоналу, повинні бути позначені попереджувальними знаками безпеки. Під час експлуатації обладнання з рухомими частинами, доступ обслуговуючого персоналу до цих деталей за огородження або виконання робіт на них забороняється.

Якщо окремі небезпечні для людей рухомі частини машин чи агрегатів неможливо огородити під час обслуговування, ці машини та агрегати можна огородити загальним огородженням.

Передачі зубчастими, пасовими або ланцюговими механізмами, а також муфти повинні мати суцільне огородження знімними кожухами,

кріплення яких можна зняти лише за допомогою спеціального інструменту, незалежно від їхнього розташування та швидкості обертання.

Противаги, розташовані за межами обладнання, повинні бути огороджені або розміщені в закритих направляючих пристроях (колодязях, трубах, шахтах), що виключають доступ людей до небезпечних зон.

Для проведення ремонтних робіт, налаштування обладнання та спостереження за технологічними процесами в огородженнях можуть бути передбачені вікна та люки. Вони повинні мати механізм закривання, щоб запобігти випадковому падінню людини, та бути з'єднані з пусковим пристроєм обладнання, машин або механізмів.

В кожному цеху має бути розроблений та затверджений роботодавцем список елементів обладнання, для яких знімні огородження повинні мати блокування. Для нових і реконструйованих об'єктів блокування повинні бути передбачені в проєкті.

Огорожа повинна бути частиною обладнання та відповідати проєктним вимогам. Робота обладнання або механізмів з пошкодженими огородженнями або без них заборонена. Перевірка стану огороджень повинна здійснюватися на кожній зміні. Виявлені пошкодження повинні бути усунені негайно. Під час роботи обладнання заборонено проводити ремонт, очищення вручну та закріплення частин чи огороджень. Знімати огородження для ремонту обладнання можна тільки після повної зупинки механізмів. Пуск після ремонту, огляду та очищення дозволяється лише після установки огорожі та надійного закріплення її частин [39].

3.2. Вимоги до розміщення майданчиків та сходів

Для обслуговування запірної, регулюючої арматури та систем опалення і вентиляції, що знаходяться на висоті понад два метри від підлоги, необхідно встановлювати спеціальні стаціонарні платформи. Використання приставних драбин для цих цілей не допускається. Якщо у проєкті передбачено

дистанційне керування арматурою, то спеціальні майданчики встановлювати не потрібно. У цьому випадку слід застосовувати мобільні платформи, підвісні колиски чи спеціальну техніку з телескопічними підйомниками для огляду та ремонту арматури.

Сходи та майданчики повинні відповідати вимогам [39] «Маршові сходи, майданчики та сталеві огородження. Технічні умови». Конструкція настилу переходів, майданчиків та сходів має бути такою, щоб запобігти ковзанню людей під час руху. Майданчики, а також технологічні та монтажні отвори мають бути огороджені поручнями, висота яких не менше 1 метра, із додатковою горизонтальною перекладиною на висоті 0,5 метра, а також суцільним обшивом знизу до висоти 0,14 метра. Всі приямки, люки, зумпфи, колодязі, дренажні канави та інші відкриті конструкції повинні бути оснащені таким огородженням, або бути закритими міцними кришками чи настилами, що знаходяться на рівні підлоги.

На робочих майданчиках необхідно встановити таблички, що вказують максимально допустиме загальне та зосереджене навантаження. Опорні конструкції сходів і майданчиків повинні витримувати навантаження не менше 2000 Н/м² (200 кгс/м²).

Металеві сходи повинні бути встановлені під кутом 45° для постійного використання та 60° - для періодичного (два рази протягом зміни), з шириною сходів не менше 0,6 м. Висота сходинок не повинна перевищувати 0,3 м. Сходи повинні мати поручні з обох боків висотою не менше 1 метра. Для сходів висотою до 1,5 м дозволяється встановлювати поручні з одного боку. Якщо сходи мають висоту понад 10 м, то через кожні 5 м мають бути встановлені майданчики для відпочинку.

Для доступу в приямки та колодязі можна використовувати вертикальні сходи або скоби з відстанню 0,3 м між ними по висоті. Вертикальні сходи заввишки понад 2 м повинні бути оснащені огородженнями у вигляді дуг або хомутів, щоб захистити людину ззаду.

На даху резервуара, на відстані не менше 1,8 м від сходів, що ведуть до

резервуара, повинні бути встановлені поручні висотою не менше 1 метра. На обгородженій частині покрівлі має бути люк для вимірювання рівня рідини, а також арматура та вимірювальні пристрої. Якщо арматура або клапани розташовані на різних ділянках покрівлі, до них повинні бути підведені майданчики з огородженнями. Не дозволяється ставати безпосередньо на покрівлю резервуара.

Майданчики для обслуговування устаткування, сходи та перехідні містки повинні перебувати в належному стані та своєчасно ремонтуватися [39].

3.3. Особливості техніки безпеки при обслуговуванні та ремонті електрофільтрів

Електрофільтри є складними високовольтними пристроями, що мають багато точок обслуговування. Тому при обслуговуванні таких систем необхідно суворо дотримуватись вимог «Правил технічної експлуатації електроустаткування» [40], а також «Правил технічної експлуатації електроустаткування споживачів і вимог техніки безпеки під час його використання» [41], а також проводити навчання персоналу згідно з актуальними нормами та інструкціями. Основні умови для забезпечення безпеки під час експлуатації електрофільтрів зводяться до наступного.

1. Для запобігання випадковому контакту з електричними частинами, що знаходяться під напругою, дверці ізоляційних коробок повинні бути оснащені блокуючим заземлюючим пристроєм. Поблизу люків мають бути встановлені заземлюючі гвинти для приєднання переносного заземлення. Без належного заземлення вхід до електрофільтру заборонений, навіть якщо блокуючі пристрої присутні.

2. Внутрішні огляди та ремонт електрофільтрів повинні проводитись лише під наглядом або за участі особи, відповідальної за експлуатацію. Вони допускаються лише після виконання таких умов:

– відключення електрофільтрів від газу за допомогою надійного обладнання;

– зняття напруги і заземлення живлення та кородуючої системи;

– провітрювання корпусу до повного очищення від газу, якщо використовуються токсичні чи вибухонебезпечні гази, перевірка їх відсутності за допомогою газоаналізатора;

– охолодження обладнання до температури 50°С;

– постійний нагляд за персоналом, що працює в середині пристрою, з наявністю можливості швидкої евакуації.

3. Керівництво експлуатацією має здійснювати кваліфікований працівник, який має групу з техніки безпеки не нижче IV, відповідно до зазначених правил. До обслуговування може бути допущений працівник, що пройшов навчання на місці, має кваліфікаційну групу не нижче III і пройшов атестацію з безпеки праці на цьому обладнанні. Перевірки знань безпечного обслуговування мають проводитись не рідше ніж один раз на рік, результати фіксуються у журналі.

4. У приміщенні для обслуговуючого персоналу мають бути наступні документи:

– інструкції з експлуатації електрофільтра;

– норми та правила техніки безпеки і виробничої санітарії;

– інструкції з поведінки під час аварій або пожеж;

– інструкція надання першої допомоги;

– електрична схема обладнання;

– схеми газо- і пилових комунікацій;

– список осіб, яким дозволено перебувати на території підстанції та біля електрофільтра.

Також в приміщенні мають бути в справному стані: спецодяг і захисне обладнання; попереджувальні знаки; засоби пожежогасіння; аптечка.

5. Під час експлуатації необхідно контролювати стан: ізоляційних коробок, де повинні бути справні замки, механізми блокування, що не

дозволяють відкривати дверцята без попереднього заземлення; контурів заземлення; теплоізоляції корпусів та газоходів; огороджень механізмів, що знаходяться поза електрофільтром; клапанів безпеки; площадок, сходів та огороджень; електричного освітлення; шатра та будівлі.

6. Забороняється: вмикати електрофільтр без закритих ізоляційних коробок, люків або при несправному блокуванні; обслуговувати механізми під час їх роботи; вмикати механізми без захисту або з непотрібно закріпленими огородженнями; стояти на бар'єрах майданчиків або кришках муфт; перебувати в перетворювальній підстанції при відсутності вентиляції; дозволяти стороннім особам знаходитися на обладнанні без супроводу відповідальної особи.

7. При роботі всередині електрофільтру необхідно використовувати каски, спецодяг, окуляри, респіратори і протигази.

8. Заборонено використовувати переносні лампи напругою понад 12 В всередині електрофільтру.

9. Під час чергування одна особа не має права: виконувати роботи, не передбачені інструкцією; самостійно відкривати ізоляційні коробки або люки; виконувати поточний ремонт, окрім заміни запобіжників або налаштування контактів при вимкненому обладнанні.

10. Друга особа (крім чергового) повинна бути присутньою: при обслуговуванні ізоляторів; при роботі з перемикачами, кабельними муфтами та іншими елементами; при обслуговуванні механізмів струшування та інших елементів; під час роботи всередині електрофільтру та газоходів [42].

3.4. Особливості безпечного обслуговування сепаратора типу ДСГ – 35 на ПП «СЛАВУТИЧ-ТАРА» та дотримання правил охорони праці та техногенної безпеки

Ефективне використання сепараторів забезпечується за допомогою планово-запобіжної системи технічного обслуговування і ремонту, що

передбачає виконання регламентних робіт, в певні терміни, а також у разі появи несправностей або відмов. Втрачену здатність сепаратора слід відновлювати за допомогою ремонту. Розбирати сепаратора повністю без особливої необхідності не слідує. Розбирання і збірку сепаратора для огляду і заміни зношених деталей проводять по частинах. Якщо немає необхідності, не слід знімати підшипники, шестерні і напівмуфти з посадочних місць, щоб не порушувати правильність посадки. При розбиранні і збірці необхідно користуватися спеціальним інструментом і пристосуваннями.

На місці роботи сепаратора в обов'язковому порядку повинен бути заведений журнал огляду, виконуваних ремонтів і замін масла, записи в якому про проведені роботи підтверджуються підписами осіб, відповідальних за експлуатацію сепаратора. Протягом змінної роботи сепаратора перевірити: частоту обертання барабана, рівень масла в картері сепаратора, роботу манометра: шляхом часткового розбирання барабана оглянути деталі па предмет корозії і виявлення можливих дефектів.

Через 200 год. роботи сепаратора при необхідності долити масло, а у разі забруднення замінити масло повністю.

Через 750 год. роботи, при необхідності, розібрати барабан, очистити його деталі, ретельно перевірити стан ущільнень, видалити сліди корозії, усунути дефекти і змастити. Крім того, очистити і змастити конус веретена.

Через 1500 год. роботи очистити і змастити конус веретена, перевірити стан фрикційних і гальмівних накладок і у разі зносу замінити їх.

Через 9000 год. роботи провести повну ревізію сепаратора: ретельний огляд, очищення і змащення барабана, перевірку стану ущільнень, розбирання вертикального і горизонтального валів, перевірку і змащення деталей, оновлення фарбування. При огляді звернути увагу на стан шарикопідшипників, пружин, зубчатих зачеплень, посадку деталей.

Для очищення механічних деталей приводу сепаратора (окрім деталей барабана і приймально-вивідного пристрою) рекомендується застосовувати гас, уайт-спіріт, мінеральні спирти або інші розчинники. Кільця

ущільнювачів очищати розчином соди. Накладки, гальма і муфти очищати за допомогою гасу, уайт-спіріта. Для очищення деталей барабана і приймально-вивідного пристрою рекомендується застосовувати 1%-вий розчин каустичної соди, а також 0,5-0,8%-вий розчин азотної кислоти.

Особлива увага при технічному обслуговуванні повинна приділятися змащенню сепаратора. Рівень масла в картері станини не повинен бути нижче за контрольну лінію. Змащення зубчатих зачеплень, шарикопідшипників проводити шляхом розбризкування масла з масляної ванни станини за допомогою шестерні. Як змащувальний матеріал рекомендується масло М20А, масло вакуумне ВМ-6, ВМ-4 або інші мастила, подібні вказаним по фізико-хімічних властивостями і що володіють в'язкістю 2,5–3,2°Е при температурі 100°С. Мастило для змащення сепараторів повинне бути чистим, безкислотним, не містити воду і тверді частинки. При заливці мастила слід користуватися фільтром.

В процесі нормальної експлуатації сепаратора через кожних 50 годин роботи потрібно зливати приблизно 1/10 частини мастила, що знаходиться в масляній ванні, заздалегідь давши йому відстоятися. Потім доливати свіже мастило до необхідного рівня. Надалі масло слід міняти через кожні 400 годин роботи сепаратора. Раз на добу слід зливати з масляної ванни сторонню домішку. При повній заміні мастила масляну ванну станини необхідно промити і досуха протерти чистою тканиною. В процесі експлуатації регулярно контролювати стан прокладок ущільнювачів, від яких залежить герметичність масляної ванни.

Рекомендується один раз на 15 – 30 днів залежно від моделі або марки сепаратора знімати підставу барабана з веретена. Для цього використовується знімач, що навертається на різьбовий кінець підстави. Перед установкою барабана на веретені конус веретена змастити тонким шаром мастила. З такою ж періодичністю слід проводити розбирання барабана, приймально-вивідного пристрою і мити всі деталі, дотичні з продуктом.

При кожному розбиранні і збірці барабана звертати увагу на виявлення

можливих дефектів деталей (вм'ятин, забоїн, здирань, тріщин, раковин, зносу посадочних поверхонь і т. п.). Несправності негайно усунути або провести заміну деталей новими, виготовленими по кресленнях заводу-виготівника. За наявності тріщин або раковин на корпусних деталях барабана включати сепаратора в роботу забороняється. Слід звертати увагу на неприпустимість появи на деталях при розбиранні і збірці здирань, вм'ятин і інших дефектів.

При розбиранні і збірці треба користуватися пристосуваннями і інструментом, що додаються до сепаратора. Деталі розібраних вузлів слід промити і оглянути, зношені деталі замінити новими. Як правило, у разі заміни деталей (окрім прокладок ущільнювачів і штифтів) барабан необхідно відбалансувати.

Залишати сепаратор забрудненим навіть на нетривалий час забороняється. Це приводить до утворення важкознищуємого осаду, який може порушити балансування і вивести з ладу сепаратор. Своєчасна і ретельна промивка сепаратора необхідна також для дотримання санітарних правил.

Ремонт сепараторів повинен проводитися відповідно до прийнятого технологічного процесу, розробленого ремонтним підприємством. Залежно від необхідного рівня відновлення якості (ресурсу, терміну служби) і технічного стану сепаратора, а також залежно від наміченого комплексу робіт для підтримки і відновлення працездатності, сепаратор може бути підданий поточному або капітальному ремонту. Поточний ремонт виконується через кожних 5 тис. годин роботи, капітальний – через 15 тис. годин роботи.

Поточний ремонт приводиться з метою відновлення працездатності і часткового відновлення ресурсу сепаратора до капітального ремонту. Він полягає в частковому або повному розбиранні сепаратора; зміні масла у ванні станини; очищенню оглядових вікон, внутрішніх порожнин барабана, приймально-вивідного пристрою, тарілок і дисків; притиранні підстави барабана по конусу вертикального валу, знежиренні колодок муфти приводу

механізму (при необхідності), заміні шпонок з'єднань, що ослабіли, контролі всіх складових частин сепаратора, заміні або відновленні деталей, що відмовили, регулюванні, обкатці, випробуванні, фарбуванні, консервації.

Капітальний ремонт проводиться для відновлення справності і повного (або близького до повного) відновлення ресурсу сепаратора шляхом заміни або ремонту будь-яких складових частин і деталей (включаючи базові), регулювання, обкатки, випробування, фарбування, консервації [43].

Отже, до основних небезпечних і шкідливих виробничих факторів на підприємстві можуть бути віднесені такі: *фізичні фактори* (рухомі частини обладнання (сепаратори ДСГ, насоси, транспортери); підвищений рівень шуму та вібрації; підвищена вологість повітря; можливість ураження електричним струмом; слизькі поверхні (розливи фугату, конденсат); *хімічні та біологічні фактори* (контакт із органічно забрудненими стоками (підвищені ХСК, БСК); біологічні агенти (мікроорганізми, дріжджі); утворення газів (CO_2, NH_3, H_2S у локальних зонах); використання реагентів для доочищення (коагулянти, дезінфектанти); *психофізіологічні фактори* (монотонність операцій; робота у змінному режимі; підвищена відповідальність за безперебійну роботу обладнання).

На підставі вищевикладеного, заходи з охорони праці доцільно класифікувати таким чином: т*ехнічні заходи* (огородження рухомих частин обладнання; автоматизація та дистанційне керування процесами; герметизація трубопроводів і ємностей; установка вентиляційних систем; застосування систем аварійного відключення); організаційні заходи (розробка інструкцій з охорони праці для кожної професії; проведення вступного, первинного та періодичного інструктажу; допуск до роботи лише навченого персоналу; чітке маркування небезпечних зон; регулярний технічний огляд обладнання); засоби індивідуального захисту (ЗІЗ) (персонал забезпечується захисним одягом і взуттям, стійким до вологи; рукавицями та захисними окулярами; респіраторами при роботі з аерозолями; касками та протишумними навушниками (за потреби).

До основних вимог під час експлуатації сепаратора ДСГ – 35 та виконання технологічних процесів нами віднесено такі: заборона роботи при відкритих кожухах; балансування ротора перед запуском; контроль вібрацій і температури; аварійна зупинка при перевищенні допустимих параметрів; забезпечення приміщень вентиляцією; підтримання нормативних параметрів мікроклімату; регулярне миття та дезінфекція робочих зон; організація побутових приміщень (душові, гардеробні); медичні огляди працівників; наявність вогнегасників; автоматичні системи сигналізації; навчання персоналу діям у разі пожежі.

Отже, забезпечення охорони праці на підприємстві з переробки рідких відходів пивного виробництва є комплексним завданням, що поєднує технічні, організаційні та санітарно-гігієнічні заходи і спрямоване на збереження здоров’я персоналу, безперебійну роботу обладнання та мінімізацію негативного впливу на довкілля.

РОЗДІЛ 4
ОБГРУНТУВАННЯ ЕКОЛОГО – ЕКОНОМІЧНОГО ТА СОЦІАЛЬНОГО ЕФЕКТУ ВІД ВПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМИ ОЧИЩЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ РЕЧОВИН ПРИ ПЕРЕРОБЦІ РІДКИХ ВІДХОДІВ ПП «СЛАВУТИЧ -ТАРА»

4.1. Еколого – економічний ефект від впровадження технології сепарації при очищенні технологічних речовин пивного виробництва на ПП «СЛАВУТИЧ-ТАРА»

Законом України «Про Основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2030 року» від 28 лютого 2019 р. № 2697 – VIII [44] окреслено першопричини екологічних проблем України, до яких, зокрема, віднесено такі: підпорядкованість екологічних пріоритетів економічній доцільності; фізичне і моральне зношення основних засобів; недосконаліть системи екологічної освіти; незадовільний контроль за дотриманням природоохоронного законодавства та незабезпечення невідворотності відповідальності за його порушення; недостатнє фінансування з державного та місцевих бюджетів природоохоронних заходів, фінансування таких заходів за залишковим принципом.

Спираючись на системний підхід до формування безпеки промислового підприємства, ми можемо стверджувати, що економічна та екологічна компоненти виступають підсистемами, тому важливим є досконале розуміння елементної структури підприємства як системи, яке всебічно розкриває її внутрішню динаміку, пріоритети та взаємозв’язки. Синергетичний ефект від взаємодії економічної та екологічної підсистем або надає змогу підтримувати стабільність внутрішнього середовища (збалансованість функціонування підприємства та адаптація до зміни зовнішніх факторів), або приведе систему до дестабілізації і руйнації.

Розробники стратегії сталого розвитку «Україна – 2030» Леонід

Руденко, Геннадій Марушевський, Тетяна Тимочко [45, с.20] наголошують на тому, що сьогодні більшість населення планети усвідомлюють негативні наслідки впливу діяльності суспільства на природу, що показує необхідність розпочати складний процес формування нової світоглядної парадигми розвитку, котра у документі ООН «Порядок денний на XXI століття» (Ріо де Жанейро, 1992 р.) означена як парадигма сталого розвитку. Як стверджують автори, перехід на засади сталого розвитку вимагатиме глибоких структурних змін в управлінні та нових методів роботи в різних галузях економічного, соціального та політичного життя. З управлінського погляду соціальна та демократична держава має бути також і природозберігальною [45, с. 22].

Початком екологізації економіки та інших сфер в Україні слід вважати прийняття Верховною Радою в 1991 р. Закону України «Про охорону навколишнього природного середовища» [46], а стартом для екологічного оподаткування в країні стало запровадження в 1999 р. збору за забруднення навколишнього природного середовища у відповідності до Постанови Кабінету Міністрів України «Про затвердження Порядку встановлення нормативів збору за забруднення навколишнього природного середовища і стягнення цього збору» [47]. З дати набрання чинності Податковим кодексом України (з 01.01.2011 р.). до вітчизняної податкової системи було включено (замість збору за забруднення навколишнього природного середовища) і до сьогоднішнього дня адмініструється екологічний податок (механізм його адміністрування змінено на період повномасштабної війни).

Так, Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища» передбачає цілу низку інструментів відносно стимулювання раціонального використання природних ресурсів та охорони середовища (ст. 48), а саме:

а) надання пільг при оподаткуванні підприємств, установ, організацій і громадян в разі реалізації ними заходів щодо раціонального використання природних ресурсів та охорони навколишнього природного середовища, при

переході на маловідходні і ресурсо- і енергозберігаючі технології, організації виробництва і впровадженні очисного обладнання і устаткування для утилізації та знешкодження відходів, а також приладів контролю за станом навколишнього природного середовища та джерелами викидів і скидів забруднюючих речовин, виконанні інших заходів, спрямованих на поліпшення охорони навколишнього природного середовища;

б) надання на пільгових умовах короткострокових і довгострокових позичок для реалізації заходів щодо забезпечення раціонального використання природних ресурсів та охорони навколишнього природного середовища;

в) встановлення підвищених норм амортизації основних виробничих природоохоронних фондів… [46].

Враховуючи економіко-екологічний вектор міжнародної політики, найближчі роки для нашої країни мають стати періодом об’єднання екологічних і економічних цілей як на рівні керівництва держави, уряду, так і для підприємств і громадян. Екологічна складова в нашій країні має бути визначальною в процесі реалізації основного завдання найближчих років – стати державою з сильною економікою, оскільки не можна побудувати успішну економіку і, головне, інтегрувати її у світову, якщо не дотримуватися загальновстановленого порядку. Саме тому слід говорити про необхідність якнайшвидшого внесення відповідних змін до законодавства країни, що має «забезпечити стійке зростання економіки екологічно невиснажливим способом».

ПП «СЛАВУТИЧ-ТАРА» впроваджує у свою господарську діяльність принцип забезпечення стійкого зростання економіки підприємства екологічно невиснажливим способом через такі економіко-екологічні заходи:

– удосконалює систему очищення технологічних речовин при переробці рідких відходів пивного виробництва, в результаті чого утворюється суха речовина і фугат; фугат направляється на підприємства з утилізації або на

локальні очисні споруди та може бути використаний, наприклад, у технічних процесах (мийка обладнання, охолодження);

– запропонована система очищення здійснює опосередкований вплив на зниження навантаження на очисні споруди, скорочуючи обсяг шкідливих скидів в місті Запоріжжі, регіоні; сприяє виконанню вимог щодо ГДС (гранично допустимих скидів);

– фугат виступає елементом циркулярної економіки, тобто інтегрується у замкнений цикл водо- та ресурсокористування (рис. 4.1);

Рідкі відходи → Сепарація (ДСГ)

↓

Фугат → біологічне очищення / повторне використання

Осад → біогаз / корми / добрива

Рисунок 4.1 – Циркулярна логіка переробки рідких відходів пивного виробництва

– економічний ефект полягає в тому, що за рахунок технології сепарації рідких відходів пивного виробництва забезпечується економія природного газу: при переробці 5362,67 тон рідких відходів через сепарацію (у порівнянні з технологією випарювання) відбувається економія природного газу 102 833 м^3, що в перерахунку на вартісний еквівалент складає 2 844 361 грн. (за період 7 місяців 2025 р.); якщо припустити, що умови переробки рідких промислових відходів пивного виробництва будуть збережені і в наступні 5-ть місяців, то прогнозний річний економічний ефект від застосування технології сепарації складе 4 877 552 грн.

4.2. Соціальний ефект від впровадження технології сепарації при очищенні технологічних речовин пивного виробництва на ПП «СЛАВУТИЧ-ТАРА»

Впровадження технології механічної сепарації (з використанням

сепаратору ДСГ – 35) при очищенні технологічних речовин та рідких відходів пивного виробництва забезпечує не лише екологічний та економічний ефекти, а й вагомий соціальний ефект, що проявляється у покращенні умов життя населення, підвищенні рівня безпеки праці, зменшенні екологічних ризиків і створенні передумов для сталого розвитку територій.

Покращення умов праці та охорони здоров'я персоналу підприємства, а саме: зниження контакту працівників із високоорганічно забрудненими середовищами (зниження ХСК, БСК, завислих речовин); зниження рівня біологічних та хімічних ризиків; скорочення кількості ручних операцій та аварійних втручань; покращення санітарно-гігієнічних умов праці. В результаті досягається зниження професійної захворюваності, зменшення виробничого травматизму, підвищення рівня трудової безпеки.

Поліпшення якості життя населення прилеглих територій через зменшення неприємних запахів; запобігання забрудненню ґрунтів і поверхневих вод; зниження навантаження на міські очисні споруди; покращення санітарно-епідеміологічної ситуації. В результаті досягається підвищення комфортності проживання населення, зменшення соціальної напруги у промисловому регіоні.

Створення нових робочих місць та розвиток людського капіталу. Впровадження сучасних сепараційних технологій потребує кваліфікованих операторів, інженерів, екологів; стимулює підвищення кваліфікації персоналу; сприяє розвитку технічної освіти та прикладної науки. В результаті відбувається поступове створення робочих місць з вищим рівнем оплати праці, зростання людського капіталу та професійної мобільності.

Соціальна відповідальність бізнесу та довіра суспільства. Застосування екологічно орієнтованих технологій формує позитивний імідж пивоварних підприємств та переробних підприємств; підвищує рівень довіри з боку громади та органів влади; демонструє дотримання принципів ESG та корпоративної соціальної відповідальності. Відбувається зміцнення

партнерства між бізнесом, громадою та державою.

Значення для післявоєнної відбудови України у контексті повоєнного відновлення – технологія сепарації знижує навантаження на інфраструктуру; забезпечує раціональне використання водних ресурсів; сприяє інтеграції українських підприємств у європейський ринок. В результаті досягається підвищення соціальної стабільності, екологічної безпеки та конкурентоспроможності економіки.

Впровадження технології сепарації при очищенні технологічних речовин пивного виробництва забезпечує комплексний соціальний ефект, що проявляється у покращенні умов праці, підвищенні якості життя населення, створенні нових робочих місць, розвитку людського капіталу та зміцненні соціальної відповідальності бізнесу. Зазначені ефекти відповідають цілям сталого розвитку, принципам циркулярної економіки та європейському вектору розвитку України.

ВИСНОВКИ

Запропонована та впроваджена у виробництво система очищення технологічних речовин при переробці рідких промислових відходів пивного виробництва забезпечує вирішення декілької науково-практичних завдань: за рахунок технології сепарації рідких відходів пивного виробництва отримано фугат; фугат – це рідка фаза, яка утворюється після механічного зневоднення (центрифугування, сепарації) рідких або напіврідких відходів пивоварного виробництва, зокрема при застосуванні сепараторів типу ДСГ – 35; фугат передається далі до стеціалізованих установ на утилізацію; фугат містить розчинені органічні речовини; частину дрібнодисперсних завислих частинок; розчинені сполуки азоту, фосфору; залишкові продукти бродіння, але при цьому основна маса твердих речовин переходить у *зневоднений осад,* тобто фугат має нижче органічне навантаження, ніж вихідні стоки; сепарація рідких відходів є економічно доцільною технологією для ПП «СЛАВУТИЧ-ТАРА» та забезпечує економію природного газу (за результатами спостережень впродовж досліджуваного періоду) в обсязі 102833 $м^3$ природного газу.

ПП «СЛАВУТИЧ-ТАРА» впроваджує у свою господарську діяльність принцип забезпечення стійкого зростання економіки підприємства екологічно невиснажливим способом через такі економіко-екологічні заходи: запропонована система очищення здійснює опосередкований вплив на зниження навантаження на очисні споруди, скорочуючи обсяг шкідливих скидів в місті Запоріжжі, регіоні; сприяє виконанню вимог щодо ГДС (гранично допустимих скидів); фугат виступає елементом циркулярної економіки, тобто інтегрується у замкнений цикл водо- та ресурсокористування; сукупний економічний ефект полягає в тому, що за рахунок технології сепарації рідких відходів пивного виробництва забезпечується економія природного газу: при переробці 5362,67 тон рідких відходів через сепарацію (у порівнянні з технологією випарювання)

відбувається економія природного газу 102 833 $м^3$, що в перерахунку на вартісний еквівалент складає 2 844 361 грн. (за період 7 місяців 2025 р.); якщо припустити, що умови переробки рідких промислових відходів пивного виробництва будуть збережені і в наступні 5-ть місяців, то прогнозний річний економічний ефект від застосування технології сепарації складе 4 877 552 грн.

Впровадження технології сепарації при очищенні технологічних речовин пивного виробництва забезпечує комплексний соціальний ефект, що проявляється у покращенні умов праці, підвищенні якості життя населення, створенні нових робочих місць, розвитку людського капіталу та зміцненні соціальної відповідальності бізнесу. Зазначені ефекти відповідають цілям сталого розвитку, принципам циркулярної економіки та європейському вектору розвитку України.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Vergara V. & Jammi R. (2022). Towards a circular economy: Addressing the waste management threat. URL: https://ieg.worldbankgroup.org/blog/towards-circular-economy-addressing-waste-management-threat (дата звернення: 15.05.2025).

2. Ковтун Т. А. Логістика ресурсозбереження як інструмент оптимізації поводження з відходами в рамках концепції сталого розвитку. Науково-технічний журнал. 2020. No 1 (21). С. 79–90. DOI: https://doi.org/10.31471/2415-3184-2020-1(21)-79-90.

3. Колодійчук І. А. Формування територіально збалансованих систем управління відходами: регіональний вимір : монографія. Львів : ДУ «Інститут регіональних досліджень імені М. І. Долішнього НАН України», 2020. 524 с.

4. Програма «Європейський союз для довкілля» підтримує українську промисловість на шляху до «зеленої» відбудови та відновлення. URL: http://www.recpc.org/novyny/ce-benefits-national-conference-2022-ukraine-recovery-reconstruction-ua (дата звернення: 24.04.2025).

5. Європейська зелена угода. Прагнення стати першим кліматично нейтральним континентом. URL: https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal_en (дата звернення: 12.04.2025).

6. Європейське кліматичне право. URL: https://climate.ec.europa.eu/eu-action/european-climate-law_en (дата звернення: 28.03.2025).

7. Регламент (ЄС) 2021/1119 Європейського Парламенту та Ради від 30 червня 2021 року про встановлення рамок для досягнення кліматичної нейтральності та внесення змін до Регламентів (ЄС) № 401/2009 та (ЄС) 2018/1999 («Європейське кліматичне законодавство»). URL: https://eur-

lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32021R1119 (дата звернення: 01.04.2025).

8. Паризька Угода. URL: https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement (дата звернення: 23.03.2025).

9. Submission by Croatia and the European Commission on behalf of the European Union and its Member States. URL: https://unfccc.int/sites/default/files/resource/HR-03-06-2020%20EU%20Submission%20on%20Long%20term%20strategy.pdf (дата звернення: 23.03.2025).

10. Конкурентоспроможність ЄС після 2030 року: погляд у майбутнє з нагоди 30-ї річниці єдиного ринку. URL: https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_23_1668 (дата звернення: 12.03.2025).

11. План дій щодо нульового забруднення. URL: https://environment.ec.europa.eu/strategy/zero-pollution-action-plan_en (дата звернення: 24.04.2025).

12. Національна стратегія управління відходами в Україні до 2030 року. Розпорядження Кабінету Міністрів України від 8 листопада 2017 р. № 820-р. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/820-2017-%D1%80#Text (дата звернення: 14.04.2025).

13. Національний план управління відходами до 2030 року. Розпорядження Кабінету Міністрів України від 20 лютого 2019 р. № 117-р. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/117-2019-%D1%80#Text (дата звернення: 14.04.2025).

14. Про управління відходами: Закон України від 20 червня 2022 року № 2320-IX. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2320-20#Text (дата звернення: 15.04.2025).

15. Для чого Швеція скуповує сміття? Світовий досвід боротьби зі звалищами. URL: https://www.ukrinform.ua/rubric-economy/2039097-dla-cogo-

svecia-skupovue-smitta-svitovij-dosvid-borotbi-zi-zvalisami.html (дата звернення: 25.05.2025).

16. Как решили проблему мусора в Швейцарии. URL: https://vgoru.org/novini/kakreshiliproblemumusoravshvejtsarii#google_vignette (дата звернення: 25.05.2025).

17. Как устроен раздельный сбор мусора в Швеции. URL: http://recyclemag.ru/article/kak-ustroen-razdelnyiy-sbormusora-v-shvecii (дата звернення: 15.05.2025).

18. Швеция – лидер в переработке мусора. https://www.eximpack.com/publikacii/svecia-lider-v-pererabotke-musora (дата звернення: 25.05.2025).

19. ДИРЕКТИВА ЄВРОПЕЙСЬКОГО ПАРЛАМЕНТУ І РАДИ 2008/98/ЄС від 19 листопада 2008 року «Про відходи та про скасування деяких директив». URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/984_029-08#Text (дата звернення: 15.04.2025).

20. ДИРЕКТИВА 2002/96/ЕС ЄВРОПЕЙСЬКОГО ПАРЛАМЕНТУ І РАДИ від 27 січня 2003 року «Про відходи електричного й електронного обладнання (ВЕЕО)». URL: https://zakon.isu.net.ua/sites/default/files/pdf/pro_vidkhodi_elektrichnogo_y_ele-3-27844.pdf (дата звернення: 15.04.2025).

21. ДИРЕКТИВА ЄВРОПЕЙСЬКОГО ПАРЛАМЕНТУ І РАДИ 2006/21/ЄС від 15 березня 2006 року «Про управління відходами видобувної промисловості та про внесення змін до Директиви 2004/35/ЄС». URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/984_016-06#Text (дата звернення: 15.04.2025).

22. Директива 2000/76/ЄС Європейського Парламенту та Ради від 4 грудня 2000 року «Про спалювання відходів». URL: https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2000/76/oj/eng (дата звернення: 15.04.2025).

23. Що таке рециклінг і в чому його перевага. URL: https://kf-systems.com.ua/blog/sho-take-recikling-i-v-chomu-jogo-perevaga (дата звернення: 10.10.2025).

24. Як провести оцінку економічної доцільності процесу рециклінгу відходів? URL: https://ecolog-ua.com/news/yak-provesty-ocinku-ekonomichnoyi-docilnosti-procesu-recyklingu-vidhodiv (дата звернення: 15.10.2025).

25. Бомко В. С., Сиваченко Є. В., Сметаніна О. В. Корми і кормові добавки та ефективність їх використання в годівлі тварин: навч. посіб. Біла Церква, 2023. 225с.

26. Малюжко О., Нікітін Г., Салюк А. Раціональна переробка пивоварних відходів. Харчова і переробна промисловість. 2021. № 4. С. 16–17.

27. Самойчук К. О., Паляничка Н. О., Верхоланцева В. О. Технологічне обладнання галузі: конспект лекцій. Мелітополь: Forward press, 2020. 255 с.

28. Сухенко Ю. Г., Серьогін О. О., Сухенко В. Ю., Рябоконь Н. В. Ресурсозберігаючі технології в харчових і переробних виробництвах. Київ: ЦП «КОМПРИНТ», 2016. 338 с.

29. Голуб Н. Б., Потапова М. В. Сучасні методи переробки й утилізації зернової післяспиртової барди. Innov. Biosyst. Bioeng. 2018. Vol. 2(2). P. 125–134.

30. Мельниченко Т. І., Кадошніков В. М., Жебровська К. І. Впровадження прогресивних технологій утилізації відходів на об’єктах спиртової промисловості – запорука збереження довкілля. Гігієна населених місць. 2018. № 68. С. 75–81.

31. Бухкало С. І., Ольховська О. І., Ольховська В. О., Зіпунніков М. М. Дослідження та аналіз інноваційних заходів з технології комплексної утилізації післяспиртової барди. Вісник Національного Технічного Університету. 2019, № 15 (1340). С. 66–74.

32. Корчик Н. М., Буденкова Н. М., Кирилюк С. В. Розробка технологій переробки рідких відходів спиртового виробництва. Science and Education a New Dimension. Natural and Technical Sciences. 2019. Вип. 7, № 25. С. 38–41.

33. Старун В. Ю. Попередня обробка для підвищення виходу та якості біогазу в результаті анаеробного зброджування відходів пивоварних заводів. Проблеми природокористування, сталого розвитку та техногенної безпеки регіонів: Матеріали IX міжнародної науково-практичної конференції (м. Дніпро, 06–07 жовтня 2021 р.). Дніпро: ІППЕ НАН України, 2021. С. 33–35.

34. Офіційний сайт ПП «СЛАВУТИЧ-ТАРА». URL: https://slt-zp.com/catalog/view/drizhdzhi-suhi (дата звернення: 05.01.2026).

35. ДСТУ 7344:2022 Дріжджі пивні. Технічні умови. URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=97914 (дата звернення: 01.01.2026).

36. ДСТУ ISO 5983:2003 Корми для тварин. Визначення вмісту азоту і обчислення вмісту сирого білка методом К’єльдаля (ISO 5983:1997, IDT). URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=91956 (дата звернення: 01.01.2026).

37. ДСТУ 7169:2010 Корми, комбікорми, комбікормова сировина. Методи визначання вмісту азоту і сирого протеїну. URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=89230 (дата звернення: 01.01.2026).

38. Закон України «Про охорону праці» № 2694-XII від 14.10.1992 р. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2694-12#Text (дата звернення: 12.01.2026).

39. ДСТУ Б В.2.6-52:2008. Конструкції будинків і споруд. Сходи маршеві, площадки та огорожі сталеві. Технічні умови. На заміну ГОСТ 23120-78 ; чинний від 2010-01-01. Вид. офіц. Київ : Нац. стандарт України, 2010. 24 с.

40. Про затвердження правил технічної експлуатації електроустановок споживачів: наказ М-ва палива та енергетики України від 27 липня 2006 р. № 258. *Офіційний вісник України*. 2006. № 44. 227 с.

41. ДНАОП 0.00-1.21-98. Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів : веб-сайт. URL: https://dnaop.com (дата звернення: 22.12.2025).

42. Електрофільтри. *Проєктно-будівельна компанія Вент-Заводи*. URL: https://7-vz.com/ua/category/elektrofiltry/ (дата звернення: 19.12.2025).

43. Експлуатація технологічного обладнання. URL: https://elib.tsatu.edu.ua/dep/mtf/ophv_33/page9.html (дата звернення: 11.01.2026).

44. Про Основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2030 року. Закон України від 28 лютого 2019 року № 2697 – VIII (із змін. і доп.). URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2697-19 (дата звернення 11.12.2025).

45. Стратегія сталого розвитку України до 2030 року: розробка і шлях до визнання. URL: https://www.mao.kiev.ua/biblio/jscans/svitogliad/svit-2017-12-1/svitoglyad-2017-1-05-marushevsky.pdf (дата звернення 07.01.2026).

46. Про охорону навколишнього природного середовища. Закон України від 25.06.1991 № 1264-XII (із змін. і доп.). URL: http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/1264-12/page) (дата звернення 14.12.2025).

47. Постанова Кабінету Міністрів України «Про затвердження Порядку встановлення нормативів збору за забруднення навколишнього природного середовища і стягнення цього збору» від 01.03.1999 р. № 303 (із змін. і доп.). URL: http:// zakon.rada.gov.ua/laws/show/303-99-п (дата звернення 14.12.2025).

ДОДАТКИ

Додаток А



ТОВ «НПП МІЖНАРОДНІ СТАНДАРТИ І СИСТЕМИ»

СЕРТИФІКАТ
на систему управління якістю

Зареєстрований у Реєстрі
Органу з сертифікації
«11» квітня 2025 р.
№ 8О108.СУЯ.161-25
Дійсний до
«10» квітня 2028 р.

8О108
Сертифікація
систем менеджменту

***Цим сертифікатом посвідчується**, що система управління якістю стосовно*
Надання послуг з сушіння рідких пивних дріжджів; оптової торгівлі сухими пивними дріжджами, сирою пивною дробиною, ячменем, коди КВЕД 10.89, 10.91, 46.21, 46.38 напрямки галузей економіки № 3, № 29,
які надаються

ПРИВАТНИМ ПІДПРИЄМСТВОМ
«СЛАВУТИЧ-ТАРА»,
Юридична адреса: вул. Саксаганського, буд. 41, місто Київ, 01033, Україна, код ЄДРПОУ 33652465;
Адреса реєстрації потужності: вул. Василя Стуса, буд. 6, м. Запоріжжя, 69076, Україна,

згідно з **чинними в Україні нормативними документами відповідає вимогам**
ДСТУ EN ISO 9001:2018 Системи управління якістю. Вимоги (EN ISO 9001:2015, IDT; ISO 9001:2015, IDT)

Контроль відповідності сертифікованої системи управління якістю вимогам зазначеного стандарту здійснюється шляхом наглядового аудиту, періодичність і процедури якого регламентуються програмою.
Сертифікат виданий ТОВ «НПП МІЖНАРОДНІ СТАНДАРТИ І СИСТЕМИ», 61058, м. Харків, вул. Клочківська, 99А, кімн. 509, код ЄДРПОУ 34953219, як Органом з сертифікації систем менеджменту, на підставі результатів перевірки та оцінки системи управління якістю.

Заступник керівника
Органу з сертифікації — Руслан ГОРЛОВ

Печатка

Чинність сертифіката можна перевірити в Реєстрі Органу з сертифікації за тел. (057) 744-08-68

Додаток Б



ТОВ «НПП МІЖНАРОДНІ СТАНДАРТИ І СИСТЕМИ»

СЕРТИФІКАТ

на систему керування безпечністю харчових продуктів

Зареєстрований у Реєстрі
Органу з сертифікації
«11» квітня 2025 р.
№ 8О108.СКБХП.009-25
Дійсний до
«10» квітня 2028 р.

8О108
Сертифікація
систем менеджменту

***Цим сертифікатом посвідчується**, що система керування безпечністю харчових продуктів стосовно*

сушіння рідких пивних дріжджів; оптової торгівля сухими пивними дріжджами, сирою пивною дробиною, ячменем, коди КВЕД 10.89, 10.91, 46.21, 46.38, категорія- C, F, підкатегорія харчових продуктів – CV1, F1,

(назва продукції, коди ДКПП/КВЕД, категорія, підкатегорія харчового ланцюга)

які здійснює

ПРИВАТНЕ ПІДПРИЄМСТВО «СЛАВУТИЧ-ТАРА»

юридична адреса: пров. Саксаганського, буд. 41, м. Київ, 01033, Україна; адреса реєстрація потужності: вул. Василя Стуса, буд. 6, м. Запоріжжя, 69076, Україна, код ЄДРПОУ 33652465,

(назва підприємства, адреса, ЄДРПОУ)

згідно з **чинними в Україні нормативними документами відповідає вимогам**

ДСТУ ISO 22000:2019 (ISO 22000:2018, IDT)
«Системи керування безпечністю харчових продуктів. Вимоги до будь-якої організації в харчовому ланцюзі»

Контроль відповідності сертифікованої системи керування безпечністю харчових продуктів вимогам зазначеного стандарту здійснюється шляхом наглядового аудиту, періодичність і процедури якого регламентуються програмою.

Сертифікат виданий ТОВ «НПП МІЖНАРОДНІ СТАНДАРТИ І СИСТЕМИ», Україна, 61058, м. Харків, вул. Клочківська, 99 А, кімн. 509, код ЄДРПОУ 34953219, як Органом з сертифікації систем менеджменту на підставі результатів перевірки та оцінки системи керування безпечністю харчових продуктів.

Заступник директора
Органу з сертифікації **Руслан ГОРЛОВ**

Печатка Чинність сертифіката можна перевірити в Реєстрі Органу з сертифікації за тел. (057) 744-08-68

Додаток В



Додаток Г

