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 оптимізації технології переробки сухих відходів промислового виробництва».*

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)

Оглобліна В.О.

Керівник *доцент, к.т.н. Кожемякін Г.Б.*

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

_____*Оглобліна Вікторія Олександрівна*_____
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи*«Розробка інноваційних рішень впровадження технологій рециклінгу в умовах повоєнного відновлення промислового регіону». Тема спеціальної частини: «Проєкт оптимізації технології переробки сухих відходів промислового виробництва»*_____

керівник роботи__*Кожемякін Геннадій Борисович,___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 проєкт оптимізації технології переробки сухих відходів на ПП «СЛАВУТИЧ-ТАРА»*_____

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)*_вступ, управління промисловими відходами в контексті євроінтеграційних трансформацій, проєкт оптимізації технології переробки сухих відходів промислового виробництва на ПП «СЛАВУТИЧ-ТАРА»,*

забезпечення охорони праці та техногенної безпеки на ПП «СЛАВУТИЧ-ТАРА», обгрунтування еколого-економічного та соціального ефекту від оптимізації технології переробки сухих відходів промислового виробництва ПП «СЛАВУТИЧ-ТАРА», висновки, перелік джерел посилань, додатки

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)
презентаційний матеріал на 9 слайдах (на 9 сторінках)

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата завдання прийняв
Розділ 1	*Кожемякін Г.Б., доцент*	
Розділ 2	*Кожемякін Г.Б., доцент*	
Розділ 3	*Кожемякін Г.Б., доцент*	
Розділ 4	*Кожемякін Г.Б., 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 _____ *Вікторія ОГЛОБЛІНА*

Керівник роботи _____ *Геннадій КОЖЕМЯКІН*

Нормоконтроль пройдено

Нормоконтролер _____ *Каріна БЄЛОКОНЬ*

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота: 90 с., 19 рис., 8 табл., 50 джерел

ПРОМИСЛОВІ ВІДХОДИ, БАРАБАННІ ДРІЖДЖІ, ФРАКЦІЯ EXTRA LIGHT, ЦИКЛОН, ДРОБАРКА, ПИЛОВЛОВЛЮВАЧ

Об'єкт дослідження – технологія переробки сухих відходів промислового виробництва.

Предмет дослідження – система оптимізації технології переробки сухих відходів пивного виробництва.

Мета кваліфікаційної роботи полягає в аналізі та виборі оптимальної технології переробки сухих відходів пивного виробництва, грунтуючись на удосконаленні технічного забезпечення та оптимізації технології забезпечення мінімізації непродуктивної фракції сухих дріжджових продуктів (фракція *extra light*).

У кваліфікаційній роботі здійснено вибір технологічного обладнання для переробки сухих відходів з метою підвищення ефективності виходу готового продукту та мінімізації негативного впливу на атмосферне повітря. Удосконалено технологічний ланцюг операцій з переробки барабанних дріжджів шляхом встановлення інерційно-рукавного пиловловлювача, проміжного накопичувального бункера та шлюзових затворів з метою повернення основної фракції на повторне дроблення. Визначено механізм мінімізації непродуктивної фракції *extra light* та розраховано ефективність техніко-економічних рішень з оптимізації технологічного процесу виготовлення сухих кормових додатків з мінімальними технологічними втратами матеріалу, мінімізацією шкідливих викидів в атмосферне повітря та підвищення ефективності переробки відходів харчової промисловості на засадах циркулярної економіки.

ЗМІСТ

ВСТУП 7

РОЗДІЛ 1 УПРАВЛІННЯ ПРОМИСЛОВИМИ ВІДХОДАМИ В КОНТЕКСТІ ЄВРОІНТЕГРАЦІЙНИХ ТРАНСФОРМАЦІЙ……. 9

1.1. Державна політика управління відходами переробних підприємств: реалії та перспективи…… 9

1.2. Узагальнені методи пилогазоочистки як запорука охорони повітря навколишнього природного середовища…….. 16

1.3. Теоретичні аспекти переробки сухих відходів промислового виробництва в циклонному фільтрі…… 28

РОЗДІЛ 2 ПРОЄКТ ОПТИМІЗАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЇ ПЕРЕРОБКИ СУХИХ ВІДХОДІВ ПРОМИСЛОВОГО ВИРОБНИЦТВА НА ПП «СЛАВУТИЧ -ТАРА»…… 34

2.1. Характеристика ПП «СЛАВУТИЧ-ТАРА» – провідного підприємства з переробки рідких промислових відходів пивного виробництва ..…….. 34

2.2. Опис технічних характеристик циклона ЦН-15-600 та розрахунок рукавного фільтра, які використовуються в технології переробки сухих відходів на ПП «СЛАВУТИЧ-ТАРА» …….. 43

2.3. Опис технологічного процесу переробки сухих відходів промислового виробництва на ПП «СЛАВУТИЧ-ТАРА»……..... 48

2.4. Оптимізація технології переробки сухих відходів промислового виробництва на ПП «СЛАВУТИЧ-ТАРА» ……..…… 51

РОЗДІЛ 3 ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ОХОРОНИ ПРАЦІ ТА ТЕХНОГЕННОЇ БЕЗПЕКИ НА ПП «СЛАВУТИЧ-ТАРА»….……. 60

3.1. Вимоги до розміщення огородження…….. 60

3.2. Вимоги до розміщення майданчиків та сходів ……..…… 61

3.3. Особливості техніки безпеки при обслуговуванні та ремонті електрофільтрів …..…… 63

3.4. Особливості безпечного обслуговування обладнання на ПП «СЛАВУТИЧ-ТАРА» з дотриманням правил охорони праці та техногенної безпеки ……..…… 66

РОЗДІЛ 4 ОБГРУНТУВАННЯ ЕКОЛОГО – ЕКОНОМІЧНОГО ТА СОЦІАЛЬНОГО ЕФЕКТУ ВІД ОПТИМІЗАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЇ ПЕРЕРОБКИ СУХИХ ВІДХОДІВ ПРОМИСЛОВОГО ВИРОБНИЦТВА ПП «СЛАВУТИЧ -ТАРА» ……..... 71

4.1. Еколого – економічний ефект від оптимізації технології переробки сухих відходів промислового виробництва ПП «СЛАВУТИЧ-ТАРА» .. 71

4.2. Соціальний ефект від впровадження технології переробки сухих відходів промислового виробництва на ПП «СЛАВУТИЧ-ТАРА» ……. 76

ВИСНОВКИ……. 78

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ …..…… 80

ДОДАТКИ ……... 88

ВСТУП

Актуальність теми дослідження. Основними принципами державної політики у сфері поводження з відходами є пріоритетний захист навколишнього природного середовища та здоров'я людини від негативного впливу відходів, забезпечення ощадливого використання матеріально-сировинних та енергетичних ресурсів, науково обґрунтоване узгодження екологічних, економічних та соціальних інтересів суспільства щодо утворення та використання відходів з метою забезпечення його сталого розвитку.

Повномасштабне вторгнення росії в Україну, наявність воєнного стану та часті блекаути створюють надзвичайно складну ситуацію в країні. У зв'язку з цим, оцінка поточної ситуації та можливостей запобігання, скорочення, переробки та повторного використання продовольчих втрат і харчових відходів в Україні стає ще більш актуальною і необхідною. В цілому, поводження підприємств з харчовими відходами та втратами в Україні залежить від багатьох факторів, таких як економічні, регулятивні, соціальні, технологічні, конкурентні та екологічні. При цьому, зниження кількості відходів та втрат може стати ефективним засобом зниження витрат на виробництво та підвищення конкурентоспроможності підприємств, а також внести важливий внесок у сталий розвиток та збереження довкілля.

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.

Мета кваліфікаційної роботи полягає аналізі та виборі оптимальної технології переробки сухих відходів пивного виробництва, грунтуючись на удосконаленні технічного забезпечення та оптимізації технології забезпечення мінімізації непродуктивної фракції сухих дріжджових продуктів (фракція *extra light*).

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

- здійснити обгрунтування технологічного переобладнання процесу переробки сухих відходів пивного виробництва;
- здійснено обгрунтування технічних характеристик вибору циклону та рукавного фільтра;
- провести експертизу ефективності технологічного процесу переробки сухих відходів пивного виробництва;
- розробити оптимізаційні заходи з удосконалення технології переробки сухих відходів в напрямку мінімізації непродуктивної фракції та повернення її у фракцію основного продукту;
- обгрунтувати економіко-економічний та соціальний ефекти від впровадження запропонованих заходів.

Об’єкт дослідження – технологія переробки сухих відходів промислового виробництва.

Предмет дослідження – система оптимізації технології переробки сухих відходів пивного виробництва.

РОЗДІЛ 1
УПРАВЛІННЯ ПРОМИСЛОВИМИ ВІДХОДАМИ В КОНТЕКСТІ ЄВРОІНТЕГРАЦІЙНИХ ТРАНСФОРМАЦІЙ

1.1. Державна політика управління відходами переробних підприємств: реалії та перспективи

Основними принципами державної політики у сфері поводження з відходами є пріоритетний захист навколишнього природного середовища та здоров'я людини від негативного впливу відходів, забезпечення ощадливого використання матеріально-сировинних та енергетичних ресурсів, науково обгрунтоване узгодження екологічних, економічних та соціальних інтересів суспільства щодо утворення та використання відходів з метою забезпечення його сталого розвитку. До основних напрямів державної політики щодо реалізації зазначених принципів належить: забезпечення повного збирання і своєчасного знешкодження та видалення відходів, а також дотримання правил екологічної безпеки при поводженні з ними; зведення до мінімуму утворення відходів та зменшення їх небезпечності; забезпечення комплексного використання матеріально-сировинних ресурсів; сприяння максимально можливій утилізації відходів шляхом прямого повторного чи альтернативного використання ресурсно-цінних відходів; забезпечення безпечного видалення відходів, що не підлягають утилізації, шляхом розроблення відповідних технологій, екологічно безпечних методів та засобів поводження з відходами; організація контролю за місцями чи об'єктами розміщення відходів для запобігання шкідливому впливу їх на навколишнє природне середовище та здоров'я людини; здійснення комплексу науково-технічних та маркетингових досліджень для виявлення і визначення ресурсної цінності відходів з метою їх ефективного використання; сприяння створенню об'єктів поводження з відходами; забезпечення соціального захисту працівників, зайнятих у сфері поводження з відходами; обов'язковий

облік відходів на основі їх класифікації та паспортизації; створення умов для реалізації роздільного збирання побутових відходів шляхом запровадження соціально-економічних механізмів, спрямованих на заохочення утворювачів цих відходів до їх роздільного збирання; сприяння залученню недержавних інвестицій та інших позабюджетних джерел фінансування у сферу поводження з відходами [1 – 4].

Європейський досвід показує, що комплексний підхід до управління відходами може значно зменшити їхнє накопичення, підвищити рівень переробки та створити нові робочі місця. Зокрема, Греція, яка ще кілька десятиліть тому мала проблеми з хаотичним накопиченням відходів, завдяки послідовній політиці, міжнародним інвестиціям та сучасним технологіям значно покращила ситуацію. За кілька років країна планує побудувати всі необхідні заводи для переробки відходів. Зараз працюють 12 таких підприємств, ще 25 знаходяться на стадії будівництва. Ці підприємства можуть виробляти відновлювальне паливо з відходів (RDF), що скорочує обсяги захоронення. На цьому паливі працюватимуть шість сміттєспалювальних заводів, що фактично є сучасними ТЕЦ, будівництво яких організовує Міністерство довкілля та енергетики Греції. Також впроваджена система GPS для відслідковування перевезень небезпечних відходів.

Повномасштабне вторгнення росії в Україну, наявність воєнного стану та часті блекаути створюють надзвичайно складну ситуацію в країні. У зв’язку з цим, оцінка поточної ситуації та можливостей запобігання, скорочення, переробки та повторного використання продовольчих втрат і харчових відходів в Україні стає ще більш актуальною і необхідною. Різні воєнні обставини серйозно погіршують гуманітарну ситуацію в Україні, включаючи сферу харчування. Постачання продовольства може бути обмеженим, перерваним або недостатнім, що призводить до зростання продовольчих втрат та харчових відходів. Часові обмеження комендантської години та ракетні обстріли інфраструктури можуть перешкоджати руху

харчових продуктів та розподілу їх між різними регіонами країни. Оцінка поточної ситуації та можливостей запобігання, скорочення, переробки та повторного використання продовольчих втрат і харчових відходів стає критично важливою в контексті воєнного стану. Необхідно розглянути нові стратегії, методи та підходи до забезпечення ефективного управління продовольчими ресурсами, зокрема шляхом запобігання втратам, посилення переробки та використання відходів. Урахування воєнного стану також вимагає розгляду питань гуманітарної допомоги, організації надання продовольства та раціонів харчування населенню, а також розвитку тимчасових механізмів зберігання та переробки харчових продуктів, щоб забезпечити безпеку харчування та знизити втрати. Наукова оцінка поточної ситуації та можливостей запобігання, скорочення, переробки та повторного використання продовольчих втрат і харчових відходів в Україні набуває особливої важливості в умовах воєнного конфлікту, де необхідно ефективно використовувати обмежені ресурси та забезпечити населення достатнім харчуванням. Дослідження в цій галузі може сприяти розробці та впровадженню стратегій, що сприятимуть зменшенню втрат і забезпеченню сталості харчової системи в умовах непередбачуваних воєнних обставин.

Нажаль в Україні продовольство втрачається на всіх стадіях споживчого ланцюга: від виробництва сільськогосподарської продукції до кінцевого споживання домогосподарствами. В економічно розвинених регіонах більша частина продовольства втрачається на етапі споживання, тобто їжа викидається, навіть якщо вона все ще придатна для споживання. У депресивних регіонах більша частина продовольства втрачається на етапах виробництва, зберігання та переробки, переважно з двох причин: там гірші технології виробництва та недорозвинена інфраструктура сховищ для зберігання продукції. Обсяги втрат продовольства та харчових відходів в Україні підтверджують необхідність розробки та реалізації конкретних заходів щодо скорочення втрат продовольства. Такі заходи різняться між суб’єктами та залежно від етапів у харчовому ланцюзі. Зважаючи на той

факт, що більшу частину сільськогосподарської продукції в Україні виробляють малі та середні суб'єкти господарювання, треба надати оцінку можливостей запобігання, скорочення, переробки та повторного використання продовольчих втрат і харчових відходів.

Хоча світові дослідження з питання продовольчих втрат і харчових відходів проводяться вже давно, українська наукова спільнота почала приділяти увагу цієї проблемі відносно недавно. Отже встановлені де-які світові дослідження, які оцінювали запровадження політики, спрямованої на скорочення харчових втрат і які були б корисні у використанні в Україні. Наприклад, дослідження Albizzati P. та ін. [5] зосереджено на Франції, де від компаній вимагають скоротити харчові відходи шляхом перерозподілу надлишків продуктів харчування до благодійних організацій або на корм тваринам. Дослідження показує, що перерозподіл має як екологічні, так і економічні переваги, оскільки він допоміг роздрібним продавцям скоротити свої витрати. Однак причини і, як наслідок, методи вирішення проблеми в розвинених країнах і країнах, що розвиваються, відрізняються. Це описують Adam A. та ін. [6], вказуючи на те, що втрати країн, які розвиваються, зосереджені на виробництві та зберіганні їжі, тоді як розвинені країни страждають від марнотратства та споживчої поведінки. Експерти із Великобританії Jack L. та Hammans H. [7] провели дослідження щодо розбору цін на продукти харчування та визначили, що більш справедливо розподілити витрати вздовж ланцюга постачання, підтримуючи не тільки доступне харчування, але й кращі доходи для тих, хто працює в сільськогосподарській галузі. При цьому дослідники збігаються у одному, що не кінцеві споживачі, а саме підприємницький сектор є одним з потужних генераторів продовольчих втрат та харчових відходів, хоч споживачі також мають суттєву вагу в цьому питанні.

Натомість, ряд країн і регіонів починають приймати заходи для зменшення виробництва відходів харчів, зокрема, шляхом сприяння переробці їжі, зменшення відходів при виробництві та упаковці, та

споживання залишків їжі. ООН розробила Порядок денний сталого розвитку до 2030 року, який стосується проблеми продовольчих втрат і харчових відходів [14]. Цілі сталого розвитку UK-Ukraine Twinning Grants Scheme Грантова ініціатива заради партнерства між Великою Британією та Україною (ЦСР) мають безпосередній вплив на поводження з харчовими втратами та відходами в Україні.

Таблиця 1.1 – Відповідності цілей сталого розвитку та їх завдань до проблеми продовольчих втрат та харчових відходів

ЦСР	Завдання	Зв'язок з продовольчими втратами та харчовими відходами
2	2.2	Зменшення втрат харчових продуктів на стадії виробництва
	2.3	Скорочення продовольчих втрат у ланцюзі постачання
	2.4	Зменшення втрат харчових продуктів і підтримка продуктивності у сільському господарстві
6	6.3	Мінімізація забруднення довкілля через неправильну утилізацію харчових відходів
8	8.4	Зменшення втрат на робочому місці через покращення управління відходами
12	12.2	Зниження відходів шляхом оптимізації виробничих процесів
	12.3	Підвищення свідомості споживачів та зменшення втрат на рівні виробника
	12.5	Зниження відходів на рівні постачальника через ефективне управління
	12.6	Заохочення компаній застосовувати екологічні методи
13	13.1	Мінімізація екологічного впливу на довкілля від продовольчих відходів. Підвищення ефективності використання ресурсів

Отже, Цілі сталого розвитку можуть сприяти зменшенню харчових втрат та відходів в Україні, що допоможе покращити продовольчу безпеку, зменшити відпади ресурсів та знизити негативний вплив на довкілля. Для досягнення цих ЦСР необхідно покращувати системи збирання та обробки даних про втрати та відходи харчових продуктів.

Українські підприємства поводяться з харчовими втратами та відходами харчової промисловості під впливом множини різних чинників, серед яких можна виділити наступні:

− економічні: ціни на сировину та інші витрати на виробництво є основними факторами, які впливають на поводження підприємств з

харчовими відходами та втратами. Наприклад, коли ціни на сировину зростають, підприємства можуть намагатися зменшити втрати та відходи, щоб зменшити витрати на виробництво;

− регулятивні: український уряд встановлює законодавство та регулюючі стандарти, які впливають на те, як підприємства поводяться з харчовими відходами та втратами. Наприклад, законодавство може забороняти викидання харчових відходів на смітник або встановлювати норми їх переробки;

− соціальні: соціальний тиск, попит на сталий розвиток та етичні чинники можуть також впливати на поводження підприємств з харчовими втратами та відходами. Наприклад, багато споживачів вважають, що підприємства повинні бути екологічно відповідальними та зменшувати кількість відходів;

− технологічні: використання новітніх технологій та інновацій може допомогти підприємствам зменшувати втрати та відходи. Наприклад, використання технологій контролю витрат на сировину та зменшення втрат під час виробництва може допомогти зменшити кількість відходів;

− ринкові (конкурентні): також можуть впливати на те, як підприємства поводяться з харчовими відходами та втратами. Наприклад, якщо одне підприємство зменшує витрати на виробництво, зокрема на зменшення відходів, то воно може знизити ціни на свої продукти та конкурувати з іншими підприємствами на ринку;

− екологічні: зростаючий інтерес до сталого розвитку та збереження довкілля також може впливати на поводження підприємств з харчовими відходами та втратами. Законодавство та регулюючі стандарти можуть встановлювати обмеження на викидання харчових відходів та вимагати від підприємств їх переробки, що може впливати на вибір технологій та методів поводження з відходами.

В цілому, поводження підприємств з харчовими відходами та втратами в Україні залежить від багатьох факторів, таких як економічні, регулятивні,

соціальні, технологічні, конкурентні та екологічні. При цьому, зниження кількості відходів та втрат може стати ефективним засобом зниження витрат на виробництво та підвищення конкурентоспроможності підприємств, а також внести важливий внесок у сталий розвиток та збереження довкілля.

Проте, хоча деякі українські компанії звертають увагу на управління харчовими відходами, загалом проблема з управлінням відходами в Україні залишається високою. Відсутність ефективної системи збору та переробки відходів, брак знань та обізнаності серед населення про шкоду від харчових відходів, та недостатність інфраструктури для переробки відходів – це все ще значні проблеми, які потребують уваги та розв'язання від українських компаній та уряду.

Поточні проблеми в узагальненому вигляді [15] такі: рівень переробки відходів становить 5 – 7%; понад 90% сміття направляється на полігони та несанкціоновані сміттєзвалища; наявність фіктивної утилізації відходів; – відсутня повноцінна система роздільного збору сміття (переробники вимушені закуповувати пластик за кордоном).

Існує необхідність у нових технологічних рішеннях: підвищені механічні, термічні та бар’єрні властивості; прискорена біодеградація, повніше розкладання; збільшення терміну придатності продуктів, захист від мікробів; індикація псування, реакція на фактори довкілля, самоочищення; індикатори справжності продукту, нові технології відстеження.

З метою мінімізації втрат і ефективного використання побічної продукції суб’єктами підприємництва необхідно здійснити:

1) оптимізацію збутового циклу: відмова від існуючої концепції «забитих полиць» у роздрібних торгових мережах, передача продуктів харчування, придатних до споживання, на благодійність, використання побічної продукції у вторинному харчовому виробництві;

2) переробку відходів: використання харчових відходів та побічної сировини харчової промисловості та сільського господарства для виготовлення кормів для тварин, переробка органічних відходів у ґрунт та

добрива, отримання теплової енергії за рахунок спалювання органічних відходів, промислове виділення з них попутних газів (виробництво біопалива).

1.2. Узагальнені методи пилогазоочистки як запорука охорони повітря навколишнього природного середовища

Одним з основних життєво необхідних елементів навколишнього природного середовища є атмосферне повітря. Тому так важливо здійснювати заходи, пов'язані зі збереженням, поліпшенням та відновленням стану атмосферного повітря, запобіганням та зниженням рівня його забруднення і впливу на нього хімічних сполук, різних фізичних чи біологічних факторів. Одним з обов'язків суб'єктів господарювання, що здійснюють викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря, згідно зі ст. 10. Закону України «Про охорону атмосферного повітря» [17], є вживання заходів щодо зменшення обсягів викидів забруднюючих речовин і зменшення впливу фізичних факторів та забезпечення безперебійної та ефективної роботи і підтримання у справному стані споруд, устаткування та апаратури для очищення викидів, за допомогою яких досягається зменшення обсягів викидів забруднюючих речовин.

Забруднююча речовина – речовина хімічного або біологічного походження, що присутня або надходить в атмосферне повітря і може прямо або опосередковано справляти негативний вплив на здоров'я людини та стан навколишнього природного середовища. Викид – надходження в атмосферне повітря забруднюючих речовин або суміші таких речовин. Установка очистки газу (*далі – ГОУ*) – комплекс споруд, призначений для відведення, транспортування та вловлювання з газопилового потоку, що відводиться від технологічного обладнання, наявних у ньому забруднюючих речовин. ГОУ складається з газоочисних апаратів, допоміжного обладнання, контролюючих приладів і комунікацій. За методами очистки ГОУ поділяються на сім груп.

Сухі механічні пиловловлювачі. Такі пиловловлювачі умовно діляться

на три групи: пилоосадні камери, принцип роботи яких заснований на дії сили тяжіння (гравітаційної сили); інерційні пиловловлювачі, принцип роботи яких заснований на дії сили інерції; батарейні циклони, ротаційні пиловловлювачі (динамічні). Пилоосадні камери – є найбільш простими і дешевими пристроями, їх виготовляють порожнистими, з горизонтальними полицями та вертикальними перегородками (рис. 1.1).



Рисунок 1.1 – Промислова пилоосадна камера

Найефективнішими є гравітаційні пиловловлювачі з вертикальними перегородками. Де запилене повітря подається через вхідний патрубок і, наштовхнувшись на перепони, зменшує швидкість. Частинки пилу внаслідок зниження швидкості і під дією власної ваги осідають у бункері, а очищене повітря виходить через патрубок в атмосферу. Гравітаційні камери використовують для осідання лише крупного пилу. Частинки пилу менше 10 мкм практично не осідають у камерах пиловловлювача, а в межах 10–100 мкм ефективність осідання знижується, не перевищуючи 40 %. Такі ГОУ успішно використовуються в машинобудівній та деревообробній промисловості.

Інерційні пиловловлювачі (циклони) – належать до установок сухого механічного очищення, простої конструкції, компактні, відрізняються від інших невисокою вартістю. Вони застосовують як самостійні пиловловлювальні установки при вхідній запиленості повітря до 2–3 г/м3. При великій вхідній запиленості пиловловлювачі такого типу не забезпечують потрібного ступеня очищення. У цьому випадку їх застосовують для першого ступеня очищення з метою зниження вхідної запиленості перед апаратами другого ступеня – більш тонкого очищення. Циклон функціонує таким чином: потік запиленого повітря вводиться в циклон через вхідний патрубок дотичною до внутрішньої поверхні корпуса, що зумовлює обертово-поступальний рух уздовж корпуса до бункера. Під дією відцентрової сили частинки пилу на стінці циклона утворюють пиловий шар, який разом з частиною повітря потрапляє у бункер. Звільнившись від пилу, повітряний потік утворює вихор і виходить із бункера через верхній отвір. Для нормальної роботи циклона необхідно забезпечити герметичність бункера. В іншому випадку пил з потоком повітря буде без очищення виходити через верхні вихідні отвори.

На деревообробних, машинобудівних та металургійних виробництвах добре себе зарекомендували циліндричні (ЦН-11, ЦН-15, ЦН-24) та конічні (СК-ЦН-34, СК-СН-34М, СДК-УН-33) циклони.

Групові та батарейні циклони – зазвичай компонують із циклонів серії ЦН (ЦН-15, ЦН-24). Як правило, групи циклонів мають загальний колектор забрудненого газу, загальний збірник очищеного газу і загальний пиловий бункер. Відведення очищеного газу від групи циклонів здійснюють через відводи, встановлені на кожному циклоні й об’єднані загальним колектором, або безпосередньо через загальний колектор групи. Батарейні циклони (мультициклони) складаються з декількох десятків або навіть сотень паралельно встановлених циклонних елементів, об’єднаних в одному корпусі із загальним підведенням і відведенням газів, а також із загальним бункером для пилу. Батарейні циклони можуть бути складені зі звичайних і

прямоточних циклонних елементів. У схемі батарейного циклона зі звичайними елементами, запилений газ через вхідний патрубок надходить в розподільну камеру, звідки входить в кільцеві зазори між корпусами елементів і вихлопними трубами. В цих зазорах встановлені напрямні апарати, які закручують потік газів. Вловлена зола чи пил надходить в загальний бункер. Знепилений газ через вихлопні труби надходить в камеру очищеного газу. Для закріплення корпусів елементів і вихлопних труб використовуються відповідно нижня і верхня опорні решітки.

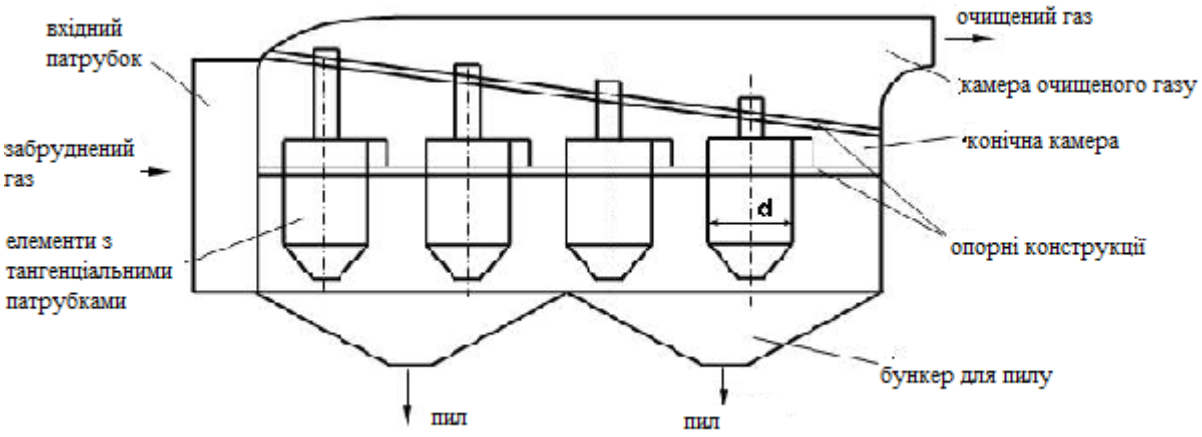


Рисунок 1.2 – Схема батарейного циклону зі звичайними елементами

У батарейних циклонах з прямоточними елементами очищуваний газ не закручується, тому їх ефективність значно менша, ніж зі звичайними. У зв’язку з цим, як самостійні пиловловлювачі вони застосовуються дуже рідко. Частіше їх застосовують для попереднього очищення перед такими високоефективними апаратами, як електрофільтри, рукавні фільтри тощо.

Ротаційні (динамічні) пиловловлювачі – в цих пиловловлювачах очищення газів від пилу здійснюється за рахунок відцентрових сил і сил Коріоліса, які виникають при обертанні робочого колеса. Такі ГОУ, як правило, виконують одночасно функції вентилятора чи димососа і апарата для виділення з пилогазового потоку частинок пилу. За принципом дії динамічні пиловловлювачі поділяються на дві групи: апарати, в яких

відцентрова сила направлена назустріч повітряному потоку; апарати, в яких напрям потоку і відцентрових сил збігаються. Вони характеризуються відносно невеликою ефективністю (50…90 %) і малою продуктивністю (до 2000 м3/год).

Димосос-пиловловлювач працює за таким принципом. За рахунок різниці тисків, що утворюються робочим колесом на валу запилений потік надходить в завиток набуває криволінійного руху. Під дією відцентрових сил частинки пилу відкидаються до периферії і разом з невеликою кількістю газів (8…10 %) відводяться для остаточного відокремлення через патрубок у виносний малогабаритний циклон, з'єднаний із завитком газоходами.

Частки пилу внаслідок дії відцентрової і коріолісової сил не можуть пройти через отвори ротора в центральну зону апарата, відкидаються на периферію й осідають у пилозбірному бункері.

Запилений газ через патрубок надходить у спіральний пиловловлювач. У результаті криволінійного руху пил концентрується в периферійній зоні равлика, відкіля через поперечну щілину і патрубок разом з 15-19 % газу у виносний циклон, де остаточно уловлюється і збирається в бункері. З циклона очищений газ повертається у вхідний патрубок крильчатки, установлений для забезпечення необхідної витрати рециркульованого газу. Перед робочим колесом димососа знаходиться радіальний направляючий пристрій. Крильчатка і робоче колесо димососа встановлені на одному валу. Регулювання продуктивності димососа здійснюються однобічним клапаном, змонтованим у вхідному патрубку.

Мокрі пиловловлювачі. Пиловловлювачі мокрого очищення працюють за принципом осідання частинок пилу на поверхню крапель рідини або на плівку рідини під впливом сил інерції й броунівського руху молекул. Крім цього, на процес осідання частинок впливають: турбулентна дифузія, взаємодія електрично заряджених частинок пилу; процеси конденсації; випаровування та ін. У всіх випадках очищення повітря у мокрих пиловловлювачах важливим фактором є змочуваність частинок пилу

рідиною. Чим більша змочуваність, тим ефективніший процес очищення. Значного поширення на промислових підприємствах набули пиловловлювачі мокрого очищення повітря від пилу, особливо дрібнодисперсного d > 0,3–1,0 мкм у гарячих і вибухонебезпечних повітряних сумішах. Однак, слід відзначити низку недоліків мокрих пиловловлювачів: утворення шламу, що потребує спеціальних систем для його перероблення; викид вологи в атмосферу; необхідність створення зворотних систем водопостачання. Водночас необхідно зазначити, що вказані недоліки незначно звужують сферу застосування мокрих пиловловлювачів. Ці пиловловлювачі часто можна побачити на машинобудівних, ливарних, металургійних, нафтодобувних, деревообробних та інших підприємствах. Мокрі пиловловлювачі поділяються на: скрубери Вентурі, відцентрові, струменеві, вентиляційні, пристрої ударно-інерційного типу, барботажні, пінні, конденсаційні та ін.

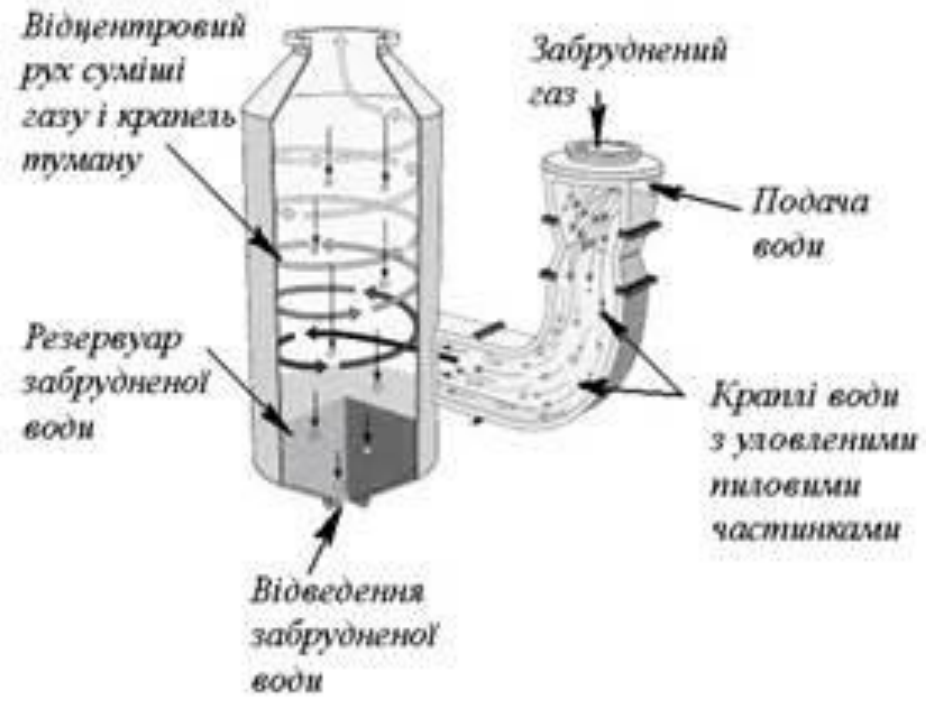


Рисунок 1.3 – Класична схема мокрого пиловловлювача

Промислові фільтри. Процес очистки здійснюється у фільтрі, розділеному пористою перегородкою на дві камери – запиленого і очищеного газу. Промислові фільтри бувають зернисті, волокнисті, тканинні, вони

застосовуються для очищення промислових газів концентрацією дисперсної фази до 60 г/м^3 (рис. 1.4 – 1.5).

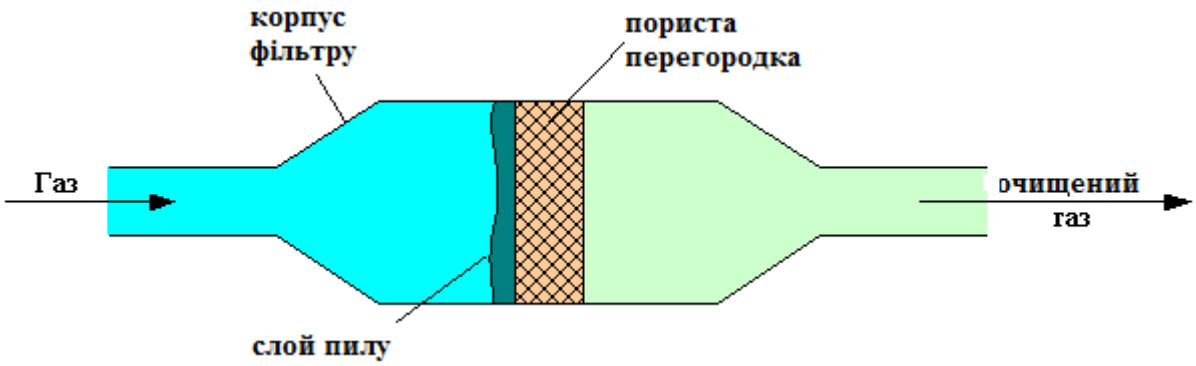


Рисунок 1.4 – Промисловий фільтр

Тканинні фільтри – використовують для очищення неагресивних, невибухонебезпечних і не схильних до злипання та утворення конденсату газопилових сумішей від твердих частинок при температурі до 300 °С. В якості фільтрувального матеріалу використовують різні тканини (бавовняні, шерстяні, нітронові, лавсанові тощо) високої міцності та підвищеної теплової і хімічної стійкості.

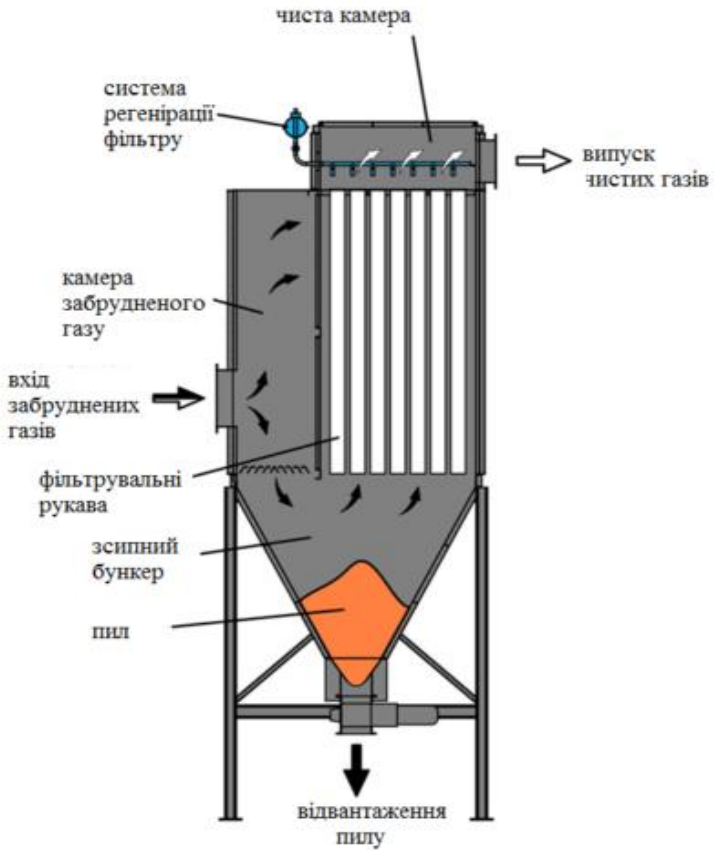


Рисунок 1.5 – Схема тканинного фільтру

За типом регенерації тканині фільтри поділяються на наступні типи: з регенерацією механічним струшуванням; з регенерацією зворотною продувкою атмосферним повітрям чи очищеним газом; з регенерацією механічним струшуванням в поєднанні зі зворотною продувкою; з регенерацією стиснутим повітрям.

Волокнисті фільтри – це апарати, в яких фільтрувальним елементом є поверхні шарів волокнистого матеріалу. Таким матеріалом можуть бути картон, папір, полімерні смоли. Ці фільтри, розраховані на уловлювання і накопичення силових частинок переважно всією глибиною шару. Суцільний шар пилу утворюється тільки на поверхні найщільніших матеріалів звичайно при фільтруванні відносно великих частинок і в кінці строку служби. Їх умовно поділяють на тонковолокнисті, глибокі та грубоволокнисті.

Зернисті фільтри – у випадках наявності вологих газів або злипливого пилу, застосування тканинних фільтрів для очищення газів може бути недоцільне через можливе заливання рукавів. В подібних ситуаціях вибирають зернисті фільтри. Зернисті фільтри поділяються на дві групи: насипні та жорсткі пористі. До першої групи відносяться фільтри, в яких елементи, які складають фільтрувальний шар, не мають жорсткого зв’язку один з одним. Це фільтри з нерухомим насипним зернистим шаром, з рухомим шаром, а також з псевдозрідженим шаром. До другої групи відносяться фільтри, в яких зерна зв’язані між собою і утворюють агломерацію, одержану спіканням, склеюванням чи пресуванням. У насипних фільтрах насадкою можуть слугувати різні матеріали: пісок, гравій, шлак, щебінь, кокс, дерев’яна тирса, дрібняк, гранули гуми і пластмаси, стандартні насадки (кільця Рашіга, Берля тощо). В зернистих жорстких фільтрах зерна міцно зв’язані одне з одним внаслідок спікання, пресування або склеювання і утворюють міцну нерухому систему. Залежно від матеріалу зерен фільтри бувають металокерамічні та керамічні.

Електричні пиловловлювачі (сухі і мокрі електрофільтри) – рисунок 1.6.

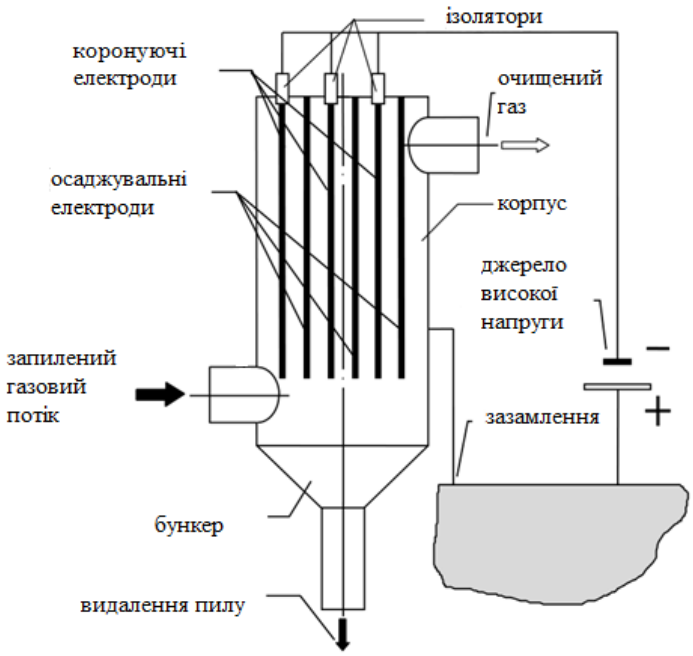


Рисунок 1.6 – Схема електричного пиловловлювача

Забруднений газовий потік пропускають через неоднорідне електричне поле, що утворюється між коронувальними і осадовим електродами. Коронувальні електроди ізольовані від землі й до них підводиться випрямлений струм негативної полярності напругою 50–80 кВ; осадові електроди заземлені й під'єднані до позитивного полюса. Для осадових електродів використовуються циліндричні або шестигранні труби і профільовані пластини. Коронувальні електроди часто виконуються у вигляді тонкого дроту. Під дією електричного поля, яке виникає між електродами, вільні електрони і позитивно заряджені молекули починають переміщуватися за напрямом силових ліній поля. Процес електричного вловлювання частинок в електрофільтрі можна розділити на три стадії: зарядження завислих частинок; рух заряджених частинок до електродів; осадження заряджених частинок на електродах.

Абсорбційні методи очищення газів ґрунтуються на властивості рідин розчиняти гази. Абсорбція – фізико-хімічний процес вибіркового поглинання газів рідиною з утворенням розчинів. Абсорбція газоподібних домішок розчинниками здійснюється шляхом промивання газів в зрошуваних

апаратах типу скруберів або в барботера, в останніх газ проходить крізь рідкий розчинник, добре розчиняє газоподібні домішки і дуже погано — інші компоненти газової суміші. Таким чином, наприклад, здійснюється уловлювання водою аміаку з коксового газу, чи уловлювання ароматичних вуглеводнів з коксового газу різними маслами, вилучення двоокису вуглецю з різних газів і т. ін. Добуванні газові домішки хімічно зв'язуються розчинами реактивів. Для багаторазового використання абсорбент (поглинач) регенерують фізичними методами: підвищенням температури, зниженням тиску або сукупністю цих параметрів. У тому випадку, якщо необхідно використовувати уловлені продукти, їх витягують з насиченого ними розчинника шляхом десорбції. Десорбція – процес виділення газу з рідини.

Абсорбент подається в колону зверху на розподільну тарілку, рівномірно розподіляється по перерізу апарату і стікає вниз по шару насадки. Проти течії до абсорбенту знизу вводиться початкова газова суміш, яка рухається вгору і в шарі насадки контактує зі стікаючою рідиною. В процесі взаємодії компонент газової фази, який видобувається, переходить в рідку фазу. Очищена газова суміш відводиться зверху колони (рис.1.7).

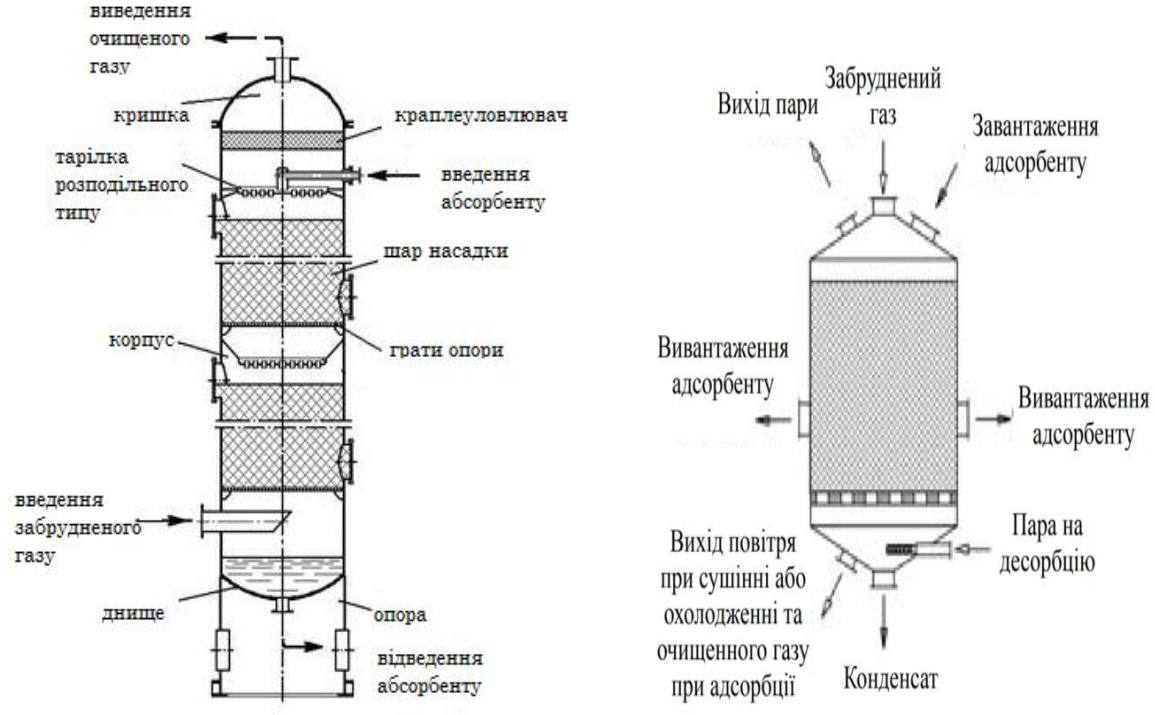


Рисунок 1.7 – Абсорбційна колона та схема руху газової суміші

У насадковій колоні на опорних колосникових ґратах засипаний навалом шар насадки – тіл різного розміру певної геометричної форми з можливо розвиненішою зовнішньою поверхнею. Найпоширенішими насадками є: кільця Рашіга, кільця Палля, кільця з хрестоподібною перегородкою, сідла Берля, сідла «Інталлокс», спіральні кільця Теллера тощо. Адсорбція – це процес розділення, що ґрунтується на властивості деяких твердих тіл вибірково поглинати газоподібні компоненти з газової суміші. Молекули забруднювального газу або пари, що є в газовій суміші, сорбуються на поверхні або в порах твердого тіла, а після його насичення відгоняться продуванням гарячим повітрям, газом або перегрітою парою. Адсорбери поділяються на апарати періодичної дії (з нерухомим шаром адсорбенту) та безперервної дії – з шаром адсорбенту, що рухається або знаходиться у псевдо зрідженому стані. Як адсорбенти переважно використовуються активоване вугілля, силікагелі, цеоліти та іоніти. Вибір типу адсорбенту зумовлений його здатністю до поглинання конкретного забруднення, а також особливостями проходження процесу. Вибір типу адсорбенту зумовлений його здатністю до поглинання конкретного забруднення, а також особливостями проходження процесу.

Установки термічної та термокаталітичної очистки газу від газоподібних домішок. Метод каталітичного очищення газів ґрунтуються на нейтралізації шкідливих домішок шляхом дії на них спеціальними речовинами – каталізаторами. Каталізатори – речовини, що беруть активну участь в хімічній реакції, але залишаються незмінними після її закінчення. В результаті каталітичних реакцій домішки, що знаходяться в газі, перетворюються на інші сполуки, трансформуються в нешкідливі з’єднання, що становлять меншу небезпеку, або легко відокремлюються від газу. Каталітичні нейтралізатори застосовують для знешкодження оксиду вуглецю, летких вуглеводнів, розчинників, відпрацьованих газів у хімічних установках. Каталітичне очищення застосовується в основному за невеликої концентрації компонента, що видаляється в очищений газ. У цьому випадку

процес протікає за температури 200–300 °С, що значно менше температури, необхідної для повного знешкодження під час прямого спалювання в печах і дорівнює 950–1100 °С. Завдяки застосуванню каталізаторів можна досягти високого ступеня очищення газу, що досягає в низці випадків 99,9 %.

Розрізняють два види каталізу: гомогенний (однорідний) і гетерогенний (неоднорідний). За гомогенного каталізу речовини і каталізатор утворюють однофазну систему (рідке або газове). Реактори, що використовуються у промисловості для очищення газів шляхом гетерогенного каталізу, є контактними апаратами поверхневого типу, з фільтруючим або псевдозрідженим шаром каталізатора або ж пилоподібним каталізатором, що рухається. Каталізатори для газоочищення виготовляють на основі міді, хрому, кобальту, марганцю, нікелю, платини, паладію та інших металів, що можуть бути нанесені на сітки або листи з нержавіючої сталі чи оксиду алюмінію, на керамічні стільники або ґрати, на гранули оксиду алюмінію або використовуватися безпосередньо у пилоподібному чи гранулоподібному вигляді.

Метод високотемпературного очищення газів полягає в окисленні знешкоджувальних компонентів киснем. Цей метод можна застосовувати практично для знешкодження будь-яких парів і газів, продукти спалювання, яке менш токсичні, ніж вихідні речовини. Пряме спалювання використовують в тих випадках, коли концентрація горючих речовин у відхідних газах не виходить за межі займання. Вогневим обробленням, як і термокаталітичним окисленням, принципово можливо знешкодити лише речовини, молекули яких не містять яких-небудь інших елементів, крім водню, вуглецю і кисню.

За допомогою спалювання можливе знешкодження зазначених речовин у газоподібному, рідкому і твердому станах, диспергованих або компактних, а за допомогою термокаталітичного окислення – тільки в газоподібному.

1.3. Теоретичні аспекти переробки сухих відходів промислового виробництва в циклонному фільтрі

Циклонні фільтри (циклонні пиловловлювачі) — це апарати сухого механічного очищення газів, у яких відокремлення твердих частинок відбувається під дією відцентрових сил, що виникають при закручуванні газового потоку.

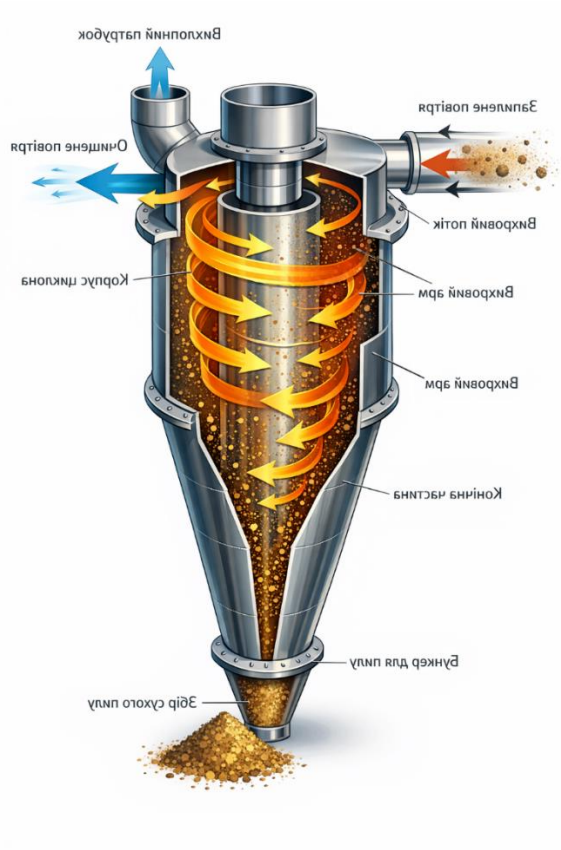


Рисунок 1.8 – Загальна схема циклонного фільтру

Вони широко застосовуються: у харчовій промисловості (пивоваріння, цукрове виробництво); у хімічній та переробній галузях; у системах попереднього очищення газів перед скруберами, фільтрами або біоочищенням. Принцип роботи базується на різниці інерційних властивостей газу та твердих частинок: запилений газ тангенціально подається у верхню частину циклону; усередині корпусу формується обертальний (вихровий) рух; під дією центробіжної сили частинки пилу:

відкидаються до стінок корпусу; втрачають швидкість; сповзають вниз у бункер. Очищений газ: змінює напрям руху; піднімається по осі циклону; відводиться через вихідний патрубок. Тверді частинки видаляються без використання води або фільтрувальних матеріалів. Основною є центробіжна сила:

$$Fц=m \cdot v2/r \quad (1.1)$$

де m – маса частинки;

v – тангенціальна швидкість газу;

r – радіус обертання.

Чим більший діаметр частинок, вища швидкість газу, більша густина пилу, тим ефективніше відбувається уловлювання. Ефективність очищення залежить від діаметру частинок (мкм), який і визначає ступінь їх уловлювання: > 20 мкм – ступінь 90–99 %; 10–20 – 80–90 %; 5–10 – 60–80 %; < 5 – < 50 %. Тому циклон не застосовують як єдиний апарат для тонкодисперсного пилу – він ідеальний як перша ступінь очищення. Як бачимо з рис. 1.8 циклонний фільтр складається з циліндричної частини корпусу; конічної частини; тангенціального вхідного патрубка; осьового вихідного патрубка для очищеного газу; бункера для збору пилу. За конструкцією є одиночні циклони; батарейні (мультициклонні) установки (див. рис. 1.2).

Циклонні сепаратори є одним з декількох пристроїв фільтрації забрудненого повітря, оскільки вони, видаляють великі фракції частинок. Це допомагає фільтрам з більш тонким ступенем фільтрації, які встановлені після циклонних сепараторів, боротись з великими частками бруду та відфільтровувати тільки малі фракції забруднень, що забезпечує довший час експлуатації фільтрувальної установки. Крім того, декілька циклонних сепараторів можуть працювати паралельно, і ця система відома як мультициклон. Важливо зазначити, що циклони можуть значно відрізнятись за своїми розмірами. Розмір циклону в значній мірі залежить від того, яку

кількість повітря потрібно фільтрувати, адже великі об’єми, як правило, потребують більших циклонів. Наприклад, може існувати декілька різних моделей одного типу циклонів, а розміри можуть варіюватися від відносно невеликих 0,2 метра заввишки до 1,8 метра.

Циклонні сепаратори працюють так само, як центрифуга. У циклонному сепараторі забруднене повітря подають у камеру. В середині камери створюється спіральний вихор, подібний до торнадо. Чисте повітря має меншу інерційність, тому воно, завдяки формі камери, проходить далі по магістралі, а тверді частки мають більшу інерційність і під дією інерційної відцентрової сили відфільтровуються. Частинки потрапляють на внутрішні стінки камери та опускаються в бункер для збирання. Нижня частина камери має форму конуса, що сприяє осіданню частинок в бункері. Очищене повітря через верхню частину сепаратора рухається далі по магістралі.

Більшість циклонів побудовані для фільтрації твердих частинок діаметром більше 10 мкм. Тим не менше, існують такі циклонні фільтри, які спроектовані так, щоб фільтрувати частинки розміром до 2,5 мкм. Також ці сепаратори не є ефективними на дуже великих твердих частинках, на приклад, для твердих часток розміром близько 200 мікрометрів. З усіх пристроїв фільтрації твердих часток, циклонні сепаратори є одними з найменш дорогих. Вони часто використовуються як попередня фільтрація для того, щоб повітря потрапляло до фільтра з меншим степенем забруднення. Отже, циклонні сепаратори можна розглядати як «грубі сепаратори», перш ніж повітря досягне тонких етапів фільтрації.

Як правило, циклонні фільтри можуть видалити приблизно 50-99% всіх забруднень у стислутому повітрі, але це багато в чому залежить від розміру часток; циклонні сепаратори не дорогі для установки та обслуговування і не мають рухомих частин, саме за рахунок цього знижуються витрати на технічне обслуговування та експлуатацію; відфільтровані тверді частинки збираються в сухому вигляді, що полегшує їх видалення; займають малу площу та мають можливість роботи при високих температурах. Циклонний

фільтр допомагає економити гроші, збільшуючи термін служби рукавних і картриджних фільтрів. Він вловлює більшість пилових частинок до потрапляння в фільтрелементи, за рахунок цього вони не будуть заповнюватися так швидко.

Незважаючи на їх ефективність, існують і недоліки використання циклонних фільтрів – стандартні моделі не можуть ефективно очистити частинки пилу малих розмірів, так само вони мають високі експлуатаційні витрати і не здатні добре обробляти липкі матеріали.

Загальна схема рукавного фільтру представлена на рис. 1.9.

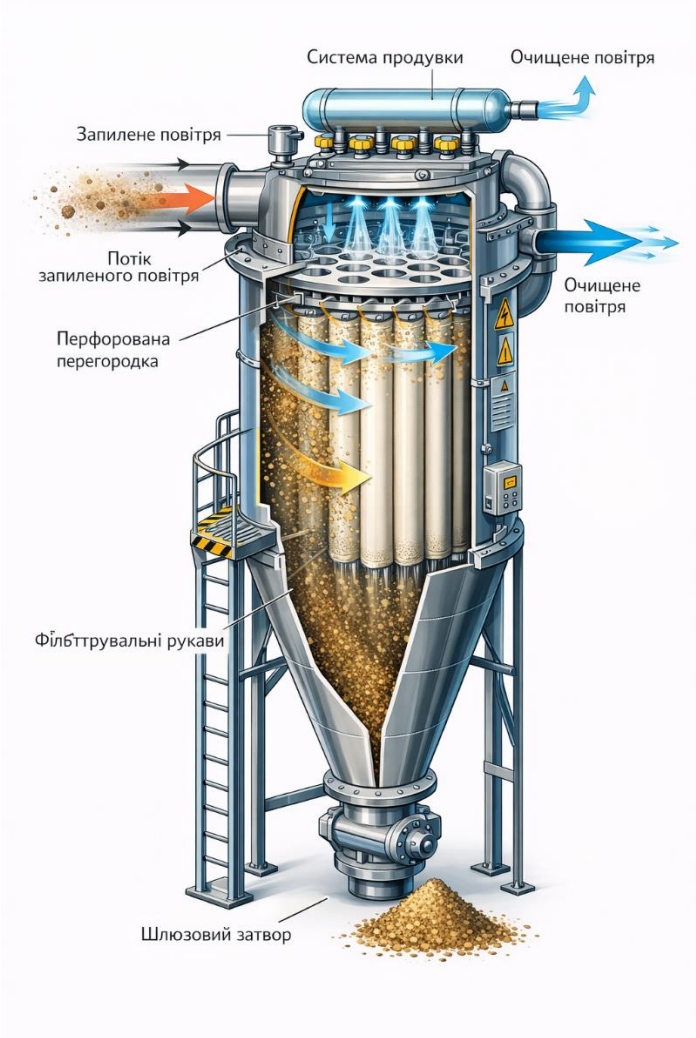


Рисунок 1.9 – Загальна схема рукавного фільтру

Рукавні фільтри – це апарати сухого очищення газів від твердих

частинок, у яких уловлювання пилу здійснюється шляхом фільтрації газу через пористі тканинні або неткані матеріали (рукави). Вони належать до високоефективних пилогазоочисних установок і широко застосовуються в: харчовій промисловості (пивоваріння, борошномельна), енергетиці, металургії, хімічній промисловості, виробництві будівельних матеріалів.

Принцип роботи рукавного фільтра наступний: запилений газ надходить у корпус фільтра (знизу або збоку); газ проходить крізь фільтрувальні рукави, виготовлені з спеціальної тканини; тверді частинки затримуються на зовнішній або внутрішній поверхні рукава; очищений газ виходить у газовідвідний колектор; на поверхні рукавів формується пиловий шар (фільтраційний торт), який: підвищує ефективність очищення, але збільшує гідравлічний опір. Періодично здійснюється регенерація рукавів: імпульсами стисненого повітря, механічним струшуванням, зворотним потоком газу. Відокремлений пил осідає в бункері та виводиться з системи.

Рукавні фільтри працюють завдяки поєднанню кількох механізмів: ситове уловлювання – частинки більші за пори тканини; інерційне осадження – частинки не повторюють траєкторію газу; дифузія – ефективна для дрібнодисперсного пилу (<1 мкм); електростатичні сили – особливо для органічних частинок; фільтраційний торт – головний чинник високої ефективності. За способом регенерації рукавні фільтри класифікуються таким чином: зі струшуванням; з імпульсною продувкою (Pulse-Jet); з реверсивною продувкою. За напрямом фільтрації рукавні фільтри поділяються на зовні → всередину; зсередини → назовні, а за конструкцією – на камерні; секційні; модульні. Фільтрувальні матеріали застосовуються в залежності від агресивності середовища та температури (табл. 1.2).

Таблиця 1.2 – Класифікація фільтрувальних матеріалів рукавних фільтрів

Матеріал	Температура, ^{0}C	Особливості
Поліестер	до 130	*універсальний*
Поліпропілен	до 90	*стійкий до вологи*
Арамід (Nomex)	до 200	*термостійкий*
PTFE (тефлон)	до 250	*хімічно інертний*
Скловолокно	до 280	*для гарячих газів*

Основними технічними характеристиками рукавного фільтра є такі: ступінь очищення: 99–99,9 %; розмір уловлюваних частинок: від 0,1 мкм; гідравлічний опір: 1000–2500 Па; швидкість фільтрації: 0,5–2 м/хв; термін служби рукавів: 1,5–4 роки.

До переваг рукавних фільтрів слід віднести: дуже висока ефективність очищення; уловлювання дрібнодисперсного пилу; стабільна робота при змінних концентраціях; можливість повернення уловленого продукту у виробництво; відповідність жорстким екологічним нормам ЄС. Але слід визначити і такі недоліки: чутливість до високої вологості; обмеження за температурою; необхідність регулярної регенерації; вищі капітальні витрати порівняно з циклонами. Отже, порівняно з іншими апаратами (циклон – 70–90 % ефективності; скрубер – 85–95 % ефективності) рукавний фільтр забезпечує 99–99,9 % ефективності. Тому на практиці часто застосовують двоступеневі.

У системах переробки відходів пивоваріння рукавні фільтри використовують для: уловлювання сухих залишків дріжджів; очищення повітря після сушарок; зменшення пилового навантаження на довкілля; повернення білкових фракцій у кормове виробництво.

Рукавні фільтри є ключовим елементом сучасних екологічно безпечних технологій очищення газів, особливо у виробництвах, де потрібна максимальна ефективність та відповідність принципам циркулярної економіки й Європейського зеленого курсу.

РОЗДІЛ 2
ПРОЄКТ ОПТИМІЗАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЇ ПЕРЕРОБКИ СУХИХ ВІДХОДІВ ПРОМИСЛОВОГО ВИРОБНИЦТВА НА 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» [18] 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.

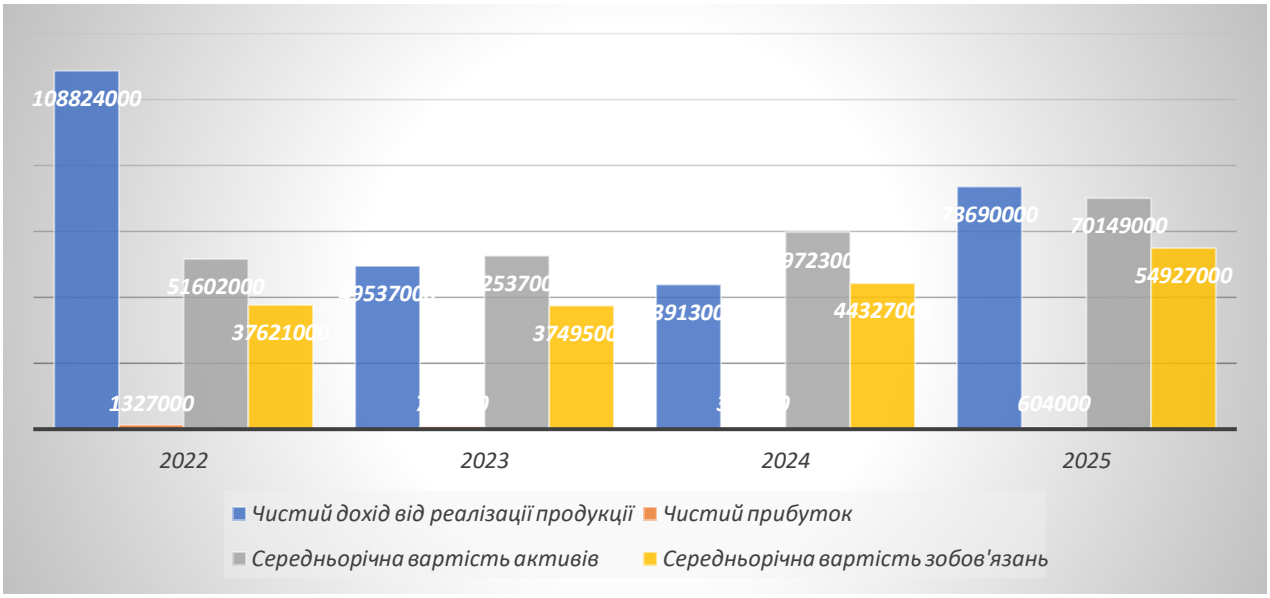


Рисунок 2.1 – Динаміка основних показників діяльності ПП «СЛАВУТИЧ-ТАРА» у 2022 – 2025 рр.

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 дріжджях

	Мікроелементи, мг на кг							
	кальцій	марганець	калій	натрій	фосфор	сірка	йод	хлор
Пивні дріжджі	2376,0	32,0	34245	2165	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 (Додаток А, Додаток Б).

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. Опис технічних характеристик циклона ЦН-15-600 та розрахунок рукавного фільтра, які використовуються в технології переробки сухих відходів на ПП «СЛАВУТИЧ-ТАРА»

На виробництві ПП «СЛАВУТИЧ-ТАРА» для забезпечення технології переробки сухих відходів пивного виробництва використовується циклон ЦН-15-600. Основні параметри циклона при внутрішньому діаметрі D=0,6 м такі:

- ширина входу (a=0,2D) – 0,12 м;
- висота входу (b=0,5D) – 0,30 м;
- діаметр вихідної труби ($d_{вих}$=0,5D) – 0,30 м;
- висота циліндра ($H_ц$=1,5D) – 0,9 м;
- висота конуса ($H_к$=2,5D) – 1,5 м.

Об’ємні витрати газу для ЦН-15-600 розраховуються за формулою:

$$Q=G/\rho, \quad (2.1)$$

де G – масова витрата газу, кг/с;

ρ – густина газу, кг/м³.

Швидкість газу при вході в циклон розраховується за формулою, але типовий діапазон швидкості для ЦН-15-600 становить 12 – 20 м/с:

$$w_{вх}=Q/a\cdot b \quad (2.2)$$

Алгоритм розрахунку центробіжної сили наведено в п.1.3 магістерського дослідження, а сила опору середовища (закон Стокса) розраховується за формулою:

$$Fc=3\pi\mu d_p w \quad (2.3)$$

Де μ – динамічна в'язкість газу, Н·с/м²

d_p – діаметр частинки, м.

Осадження часточок настає у випадку, якщо Fц≥Fc. Критичний діаметр часточок розраховується за формулою:

$$d_{50}=\sqrt{\frac{9\mu b}{\pi\rho p w 2\ вх N e}}, \quad (2.4)$$

де ρ_p – густина частинок пилу, кг/м³;

N_e – ефективне число обертів (для цього циклона 5–6.

Фракційна ефективність уловлювання для часточок розміру d розраховується за формулою:

$$\eta(d) = \frac{1}{1+(\frac{d50}{d})2}, \quad (2.5)$$

Загальна ефективність очищення розраховується за формулою:

$$\eta=\sum\eta(d_i)\cdot\omega_i \quad (2.6)$$

де ω_i – масова частка фракції *i.*

Для розрахунку матеріального балансу сухих відходів необхідно узагальнити інформацію про масу пилу на вході, масу уловленого пилу і масу пилу на виході (табл. 2.2).

Таблиця 2.2 – Розрахунковий матеріальний баланс сухих відходів

Найменування складової балансу	Алгоритм розрахунку	Примітки
Маса пилу на вході	$M_{вх}=Q\cdot C_{вх}$	Свх – концентрація сухих дріжджових відходів, кг/м³
Маса уловленого пилу	$M_{ул}=\eta\cdot M_{вх}$	η — загальний коефіцієнт ефективності очищення апарата Коефіцієнт ефективності очищення враховує сумарний вплив інерційних, дифузійних та гравітаційних механізмів уловлювання частинок.
Маса пилу на виході	$M_{вих}=M_{вх}(1-\eta)$	Визначає залишкову масу пилу після очищення газу Матеріальний баланс складено без

		урахування вторинного винесення частинок та втрат у системі газоходів

Отже, циклон ЦН-15-600 є ефективним апаратом для попереднього уловлювання сухих відходів пивного виробництва з дисперсністю понад 10 мкм, забезпечуючи ступінь очищення 0,6–0,75 при відносно низьких енерговитратах, що робить його доцільним елементом першого ступеня газоочищення перед скруберами або рукавними фільтрами.

Для розробки системи оптимізації технології переробки сухих відходів здійснено розрахунок рукавного фільтра. Розраховуємо питоме газове навантаження на фільтр:

$$q_ф = q_п \cdot C_1 \cdot C_2 \cdot C_3 \cdot C_4 \cdot C_5 \quad (2.7)$$

де q_n – нормативне питоме газове навантаження, $q_п = 1,7$;

C_1 – коефіцієнт врахування способу регенерації, при зворотній продувці дорівнює 0,7;

C_2 – коефіцієнт, що враховує початкову запиленість газу; C_2=1,08

C_3 – коефіцієнт, що враховує дисперсний склад пилу; C_3=0,9

C_4 – коефіцієнт, що враховує температуру газу; C_4=0,78

C_5 – коефіцієнт, який враховує вимоги до якості очищення; якщо вміст пилу на виході 10 мг/м^3, то C_5 = 0,95.

Отже,

$$q_ф = 1,7 \cdot 0,7 \cdot 1,08 \cdot 0,9 \cdot 0,78 \cdot 0,95 = 0,88 \ м^3/м^3/хв$$

Розраховуємо швидкість фільтрації за формулами:

$$\omega_ф = q_ф/60 \quad (2.8)$$

$$\omega_ф = 0,88/60 = 0,015 \text{ м/с}$$

Обчислюємо загальні витраті газу на вході у фільтр за робочих умов за формулою:

$$Vr = V\text{осм} \cdot \frac{(273+\text{Тсм})\cdot 101325}{273\cdot \text{Рбар}} = 177{,}6\,\frac{(273+85)\cdot 101325}{273\cdot 101325} = 232\ \text{м}^3/\text{с}$$

При повному технологічному розрахунку тканинного фільтра знаходимо гідравлічний опір фільтра і час міжрегенераційного періоду. Загальний гідравлічний опір рукавного фільтра розраховується за формулою:

$$\Delta P_{РФ}=\Delta P_к+\Delta P_ф \qquad (2.9)$$

де $\Delta P_к$ – гідравлічний опір корпусу апарата, Па;

$\Delta P_ф$ – гідравлічний опір фільтрувальної перегородки, Па.

Визначаємо гідравлічний опір корпусу апарата за формулою:

$$\Delta P_к = \zeta \cdot Wp^2\ \rho_р/2 \qquad (2.10)$$

де ζ – коефіцієнт спротиву корпусу, пов'язаний зі швидкістю у вхідній трубі; його значення приймемо рівним 2;

$W_р$ – швидкість газу у вхідній трубі; приймемо його значення рівним 10 м/с.

$$\Delta P_к = 2\cdot 10^2\cdot 0{,}97/2=97\text{Па}$$

Визначаємо гідравлічний опір фільтрувальної перегородки за формулою:

$$\Delta P_ф = \Delta P_1 + \Delta P_2 \qquad (2.11)$$

де ΔP_1 – постійний гідравлічний опір тканини із затриманим у ній пилом, Па;

ΔP_2 – змінний опір, що залежить від товщини фронтального шару пилу на тканині, Па.

Для дрібного пилу значення ΔP_2 приймається рівним 700 Па. Постійний гідравлічний опір визначається за формулою:

$$\Delta P1 = A\cdot \mu_р \cdot \omega_ф, \qquad (2.12)$$

де А – коефіцієнт, що залежить від властивостей тканини і пилу. Вибираємо тканину – лавсан. Значення коефіцієнта $A=2300\cdot 10^6 м^{-1}$.

$$\Delta P_1 = 2300\cdot 10^6\ 17{,}5\cdot 10^{-6}\cdot 0{,}015 = 603{,}75\ \text{Па}$$

$$\Delta P_ф = 603{,}75 + 700 = 1303{,}75\ \text{Па}$$

$$\Delta P_{РФ} = 97 + 1303,75 = 1400,75 \text{ Па}$$

Час міжрегенераційного періоду визначається за формулою:

$$t_ф = \frac{\Delta Pmax}{B \cdot \mu р \cdot W_ф^2 \cdot Z_{ax}}, \quad (2.13)$$

де $\mu_р$ – коефіцієнт динамічної в'язкості газу у фільтрі.

Zax – запиленість газу в умовах експлуатації визначається за формулою:

$$Z_{ax} = Z_{01} \cdot V_г / V_2 \quad (2.14)$$

$$Z_{ax} = 0,002 \cdot 232/25,44 = 0,019 \text{ кг/м}^3$$

Коефіцієнт В =80·109м/кг.

$$t_ф = \frac{700}{80 \cdot 10^9 \cdot 17,5 \cdot 10^{-6} \cdot 0,015^2 \cdot 0,019=} = 118,64 \text{ с}$$

Визначаємо кількість регенерацій протягом години за формулою:

$$n_р = 3600/ (t_ф + t_р) \quad (2.15)$$

де $t_ф$ – час міжрегенераційного періоду, с;

$t_р$ – тривалість процесу регенерації, встановлена 40 с.

$$n_р = 3600/(118,64 + 40) = 22,7$$

Розраховуємо потік повітря для регенерації, припускаючи, що швидкість зворотного потоку дорівнює швидкості фільтрації:

$$V_{оп'} = V_г \cdot n_р \cdot t_р/3600 \quad (2.16)$$

$$V_{оп'} = 232 \cdot 22,7 \cdot 40/3600 = 58 \text{ м}^3/\text{с}$$

Попередньо також визначаємо: необхідну площу фільтра $F_ф$ = 19333 м^2; фільтруюча поверхня однієї секції $F_с$ = 2052 м^2; площу фільтрації, яка відключається на регенерацію протягом години $F_р$ = 5175 м^2; кількість повітря, витраченого на зворотну продувку $V_{оп}$ = 93,2 м^3/с. Кінцева площа

фільтрації $F_ф$= 27,388 м^2. Фактична швидкість фільтрації розрахована за формулою (2.8).

2.3. Опис технологічного процесу переробки сухих відходів промислового виробництва на ПП «СЛАВУТИЧ-ТАРА»

Рідкі дріжджі надходять автотранспортом на територію ПП «СЛАВУТИЧ-ТАРА» та вивантажуються в підготовлені ємності для прийому рідких дріжджів. Потім рідкі дріжджі надходять трубопроводом на апарат – сушарка одновальцева атмосферна ВН 0,8-2НУ-01. Технічні характеристики ВН 08-2НУ-01: продуктивність по сухому продукту з вологістю 5–6% – 20 кг/год; робочий тиск пари у вальці 5 кгс/см^2; робоча температура вальця до 158°С; витрата пари на обігрів вальця 150-200 кг/год; частота обертання сушильного вальця 3,2; 4,7; 6,2; 9,5 об / хв; частота обертання шнека вивантажувача 13,5; 20; 26; 40 об / хв; поверхня нагріву вальця 3,6 м^2; привід: електродвигун, редуктор; маса апарату 4150 кг; габаритні розміри 4540*x*1255*x*1640 мм.

Сушарка складається з вальця, який обігрівається парою, що обертається в підшипниках, живильника для рідкого продукту у вигляді лотка з сорочкою, калібруючого та зрізуючого пристрою, рами зі стійками та витяжної парасольки. Привід вальця – від чотиришвидкісного електродвигуна через редуктор та зубчасту пару, закриту захисним кожухом. Пара для обігріву вальця, що надходить через порожню цапфу, відведення конденсату здійснюється через цапфу за допомогою сифонної трубки. Нижня частина вальця занурена у вихідний продукт, що знаходиться в живильнику під вальцем. Сушіння продукту відбувається за рахунок контакту зі стінками вальця, що обігріваються. Товщина плівки продукту на гарячій поверхні вальця регулюється калібрувальним пристроєм. Продукт, що висихає менш ніж за один оборот вальця, знімається з нього скребковим пристроєм (ножем) і шнеком вивантажується з апарата.

Випарена волога через витяжну парасольку видаляється в систему витяжної вентиляції. Вузли та деталі сушилки виготовляються з вуглецевої сталі та чавуну. Потім системою передачі, через шнеки, висушений продукт, зсипається в приймальні отвори повітропроводів. Після чого подрібнюються на дробарці №1 ДМ-001-ПП.

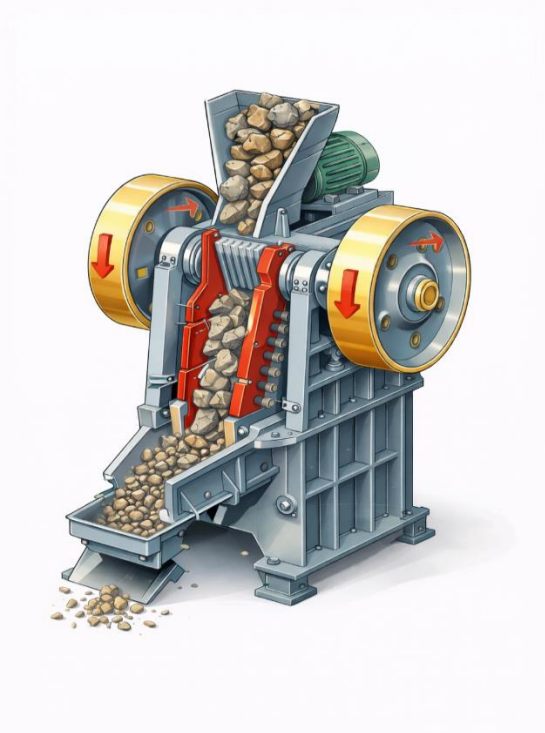


Рисунок 2.3 – Загальний вигляд дробарки ДМ-001-ПП

3-х камерна дробарка молоткова нагнітальна використовується для дроблення різних видів зернових культур (пшениця, кукурудза, макуха). Дробарка має 3-х камерну будову, що захищає окремі робочі елементи (ротор та вентилятор) від механічних пошкоджень. Технічні характеристики дробарки: Потужність приводу (кВт) – 7,5; напруга мережі (В) – 380; продуктивність (кг/год) – 600 – 700; всмоктуючий шланг (м) – 7.

Після першого дроблення продукт по повітропроводу потрапляє в циклон ЦН-15-600 (вхідний патрубок 1). Основні характеристики: ефективність – 85...98% (частки пилу від 10 мкм); продуктивність – 3810 м³/год; внутрішній діаметр – 600 мм; кут нахилу вхідного патрубка – 15°; робоча температура – від -40 до 200 °С; виконання – одинарний;

комплектація – корпус циклону ЦН-15-600 (1 шт.).

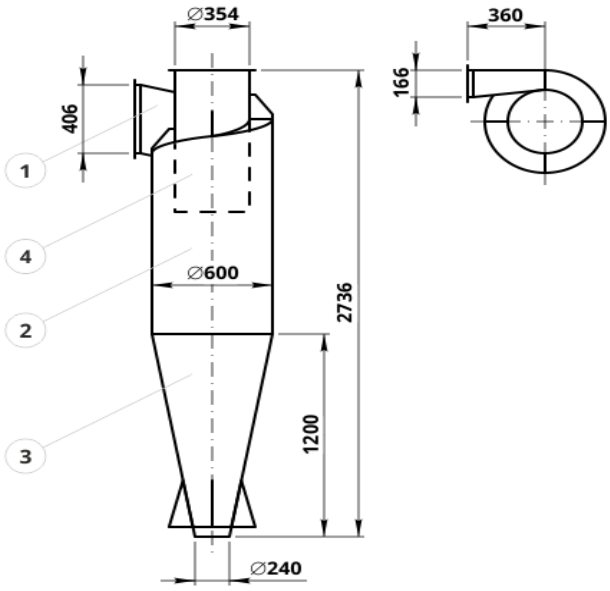


Рисунок 2.4 – Схема циклону ЦН-15-600 з нумерацією умовних позначень

Дроблені сухі (барабанні) дріжджі через конічну частину корпусу (3) надходять на повторне дроблення на дробарці №2 ДМ-001-ПП. Більш легка частина подрібнених сухих дріжджів (умовно – *extra light*) через вихлопну трубу (4) потрапляють у мішок для збору extra light (№1). Далі барабанні сухі дріжджі по повітропроводу потрапляють у циклон СК-ЦН-34-700 (патрубок) (рис. 2.5), що знаходиться над розвантажувальним бункером зі шнеком. Технічні характеристики циклону: продуктивність – 3500 м³/год; максимальна температура – 400 °С; висота – 2022 мм; діаметр – 700 мм.

Дроблені сухі (барабанні) дріжджі через конічну частину корпусу (D) зсипаються в розвантажувальний бункер, а легша частина подрібнених сухих дріжджів (*extra light*) через вихлопну трубу потрапляють у мішок для збору *extra light* (№2). З розвантажувального бункера по шнеку барабанні дріжджі потрапляють на борошняний сепаратор, в якому встановлена металева нержавіюча сітка з коміркою 400 мкм. Придатна частина барабанних дріжджів (менше 400 мкм) зсипається в тару для відвантаження (мішки тощо), фракція понад 400 мкм переміщується по повітропроводу на повторне дроблення. Всі повітропроводи зібрані з труб нержавіючої сталі діаметром

110 мм, товщиною 0,8 мм.

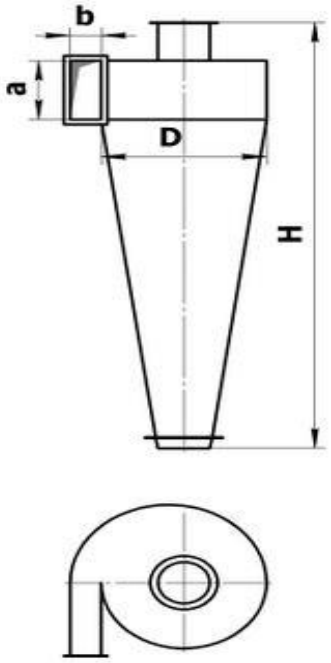


Рисунок 2.5 – Циклон СК-ЦН-34-700

Небажаним результатом такого технологічного процесу є фракція сухих дріжджів *extra light*, яка, по-перше, потрапляє в повітря, по-друге, залишається у складі основних фракцій і погіршує їх якість. Така технологічна проблема може бути вирішена за рахунок удосконалення технології та використання додаткового технологічного обладнання [19 – 24].

2.4. Оптимізація технології переробки сухих відходів промислового виробництва на ПП «СЛАВУТИЧ-ТАРА»

Основною проблемою при переробці сухих дріжджових відходів на ПП «СЛАВУТИЧ-ТАРА» є результат технологічної переробки, який призводить до появи найбільш легкої фракції (*extra light*). Ця фракція, маючи такий самий хімічний склад, що і основна фракція сухих дріжджів, кардинально відрізняється за такими характеристиками: мала насипна щільність, підвищене злипання часточок, схильність до комкування, підвищена адгезія і аутогезія (адгезія – це здатність різних речовин “прилипати” одна до одної; аутогезія – це здатність одного й того ж матеріалу з’єднуватися сам із собою

без стороннього клею). В результаті наявності негативних технологічних характеристик у фракції *extra light* – вона є нетехнологічним продуктом, утвореним під час переробки відходів і, як наслідок, цей продукт можна вважати технологічними і фінансовими втратами, які знижують якість готового сухого продукту (кормові додатки), є викидами в атмосферне повітря (відходи), що негативно впливає на екологічний стан навколишнього середовища, а також вимушує виробника встановлювати нижчу ціну на готовий продукт за наявності таких домішок.

Впродовж лютого – грудня 2025 р. було проведено статистичні спостереження (табл. 2.3) з метою вирішення проблематики наявності фракції *extra light.*

Таблиця 2.3 – Аналіз загального виробництва та утворення фракції *extra light*

Місяць, 2024 – 2025 рік	Обсяг загального виробництво, т	Утворення фракції *extra light*, т	% фракції *extra light,*
Вересень	56,292	2,057	3,65
Жовтень	58,587	2,556	4,36
Листопад	56,881	2,32	4,08
Грудень	17,743	0,699	3,94
Січень	44,076	1,913	4,34
Лютий	33,850	1,768	5,22
Березень	56,523	3,064	5,42
Квітень	89,207	2,996	3,36
Травень	83,017	3,889	4,68
Червень	69,492	3,063	4,41
Липень	86,872	3,495	4,02
Серпень	73,003	2,951	4,04
Вересень	82,936	2,838	3,42
Жовтень	76,036	3,658	4,81
Листопад	73,004	2,678	3,67
Грудень	60,828	1,875	3,08
Середній показник	*63,646*	*2,614*	*4,16*

В результаті спостережень з’ясовано, що утворення фракції *extra light* не залежить від вихідної переробної сировини, яку ПП «СЛАВУТИЧ-ТАРА» отримує від декількох виробників пива (м. Запоріжжя, м. Чернігів, м. Київ, м.

Львів); також встановлено, що на попередніх стадіях переробки сировини відсутні чинники впливу на утворення фракції *extra light*. Отже, проблема утворення цієї непродуктивної фракції припадає виключно на технологічний цикл переробки сухих відходів.

Динаміка розподілу відсотку фракції *extra light* представлена на рис. 2.6. За окреслений період перероблено 962,055 тон сухих відходів пивного виробництва, з яких 39,763 т являють собою проблемну фракцію *extra light*, яка складає в середньому 4,16%.

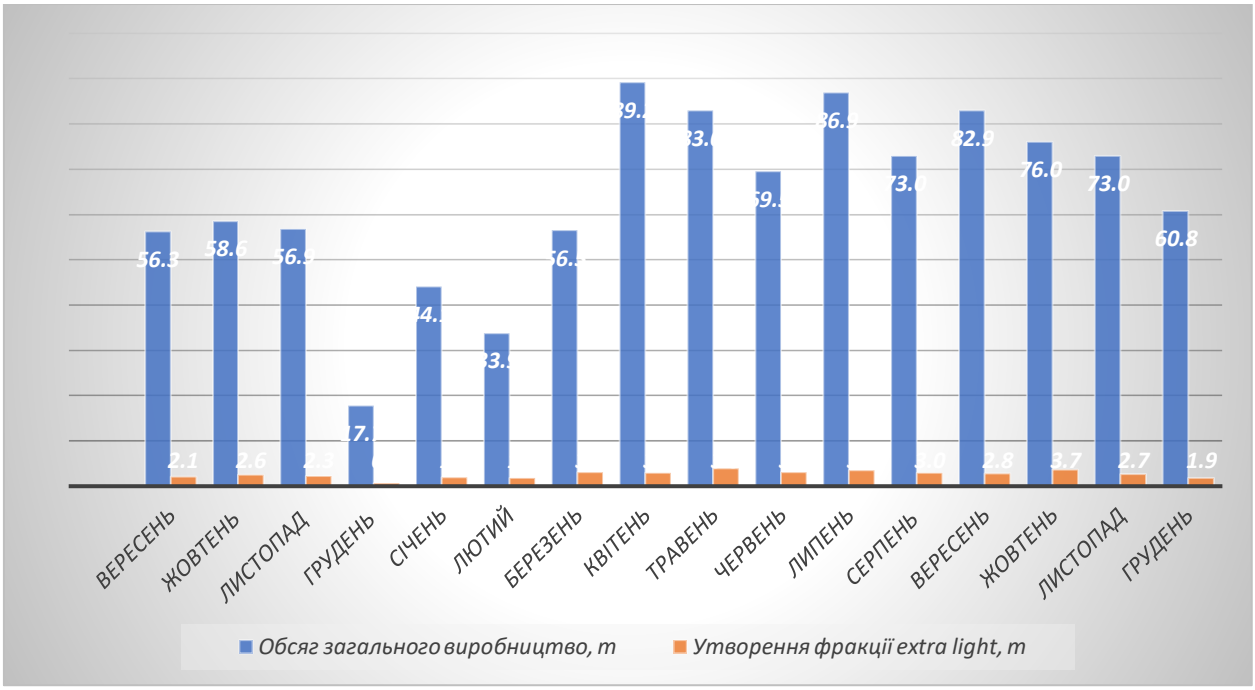


Рисунок 2.6 – Динаміка частки фракції *extra light* в загальному обсязі виробництва сухих кормових додатків, т

Технологічним завданням є повернення матеріалу цієї фракції на вхід дробарки, його рівномірного розподілу по всьому продукту основної фракції. Для вирішення цього завдання прийнято рішення на виході з рукавного фільтра розмістити шлюзовий дозатор ШД-10. За рахунок регулювання частоти ротора ми забезпечуємо дозування матеріалу і повернення фракції *extra light* в основний продукт – сухі кормові додатки.

Шлюзовий дозатор – це механічне обладнання, яке забезпечує

порційну або рівномірну подачу сипучих матеріалів (зерно, борошно, тирса, гранули тощо) із бункера чи циклонів; герметично розділяє повітряні середовища (наприклад, атмосферний тиск і тиск у пневматичній лінії), не пропускаючи повітря, але передаючи продукт; використовується в системах пневмотранспорту, елеваторах, фільтрах, циклонних системах очищення тощо.

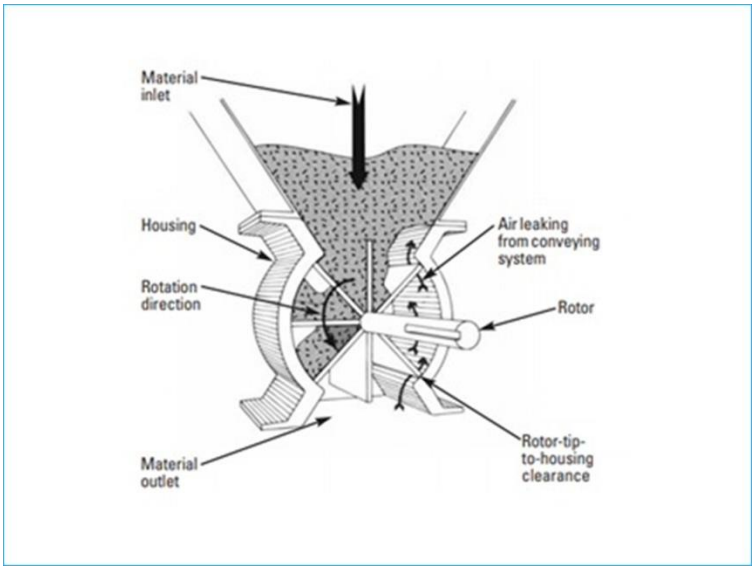


Рисунок 2.7 – Загальна схема роторного шлюзового дозатора

Отже, для уловлювання фракції *extra light* було прийнято рішення випробувати замість мішків для *extra light* встановити промисловий фільтр. Для вибору фільтру було визначено такі вимоги (табл. 2.4).

За результатами проведеного тендеру обрано фільтр ІРП-4 – це рукавний фільтр. Інерційно-рукавний пиловловлювач ІРП-4 (модернізований) призначений для уловлювання сухого пилу, що відсмоктується від закритих абразивних кіл, обдирних та шліфувальних верстатів та ін. Пиловловлювач здійснює двоступінчасте очищення повітря, що відсмоктується. Перший ступінь очищення – сухий циклон; другий ступінь – матерчатий фільтр. До основних технічних характеристик віднесено такі: габаритні, приєднувальні та настановні розміри пиловловлювача наведені на рис. 2.8; продуктивність по повітрю – 4000 – 4500 м^3/год; потужність електродвигуна – 4 кВт; ступінь очищення – 99,6 %;

тиск на вході – 1500 Па.

Таблиця 2.4 – Вхідні дані для підбору промислового рукавного фільтру

<table>
<tr><td colspan="4">Запитання</td><td colspan="3">Графа для заповнення</td></tr>
<tr><td colspan="4" rowspan="3">Вид виробництва, короткий опис техпроцесу</td><td colspan="3">Сухі пивні дріжджі</td></tr>
<tr><td colspan="3">Дріжджі висушуються, потім дробляться на молоткових дробарках</td></tr>
<tr><td colspan="3">Придатна велика фракція йде на упаковку, дрібна уловлюється напірним фільтром</td></tr>
<tr><td colspan="4">Об’ємна витрата газів, що очищаються (повітря), м^3/год</td><td colspan="3">Приблизно 700</td></tr>
<tr><td colspan="4">Температура газів, що очищаються, °С</td><td colspan="3">До 60</td></tr>
<tr><td colspan="4">Час та періодичність роботи технологічного обладнання, години/доба</td><td colspan="3">24/7, можливі зупинки протягом зміни, технологічні</td></tr>
<tr><td colspan="4">Можливі коливання витрат повітря (min, max),м^3/год</td><td colspan="3">0 – 850</td></tr>
<tr><td colspan="4">Концентрація пилу на вході, г/м^3</td><td colspan="3">За добу збирається до 100 – 120 кг</td></tr>
<tr><td colspan="7">Орієнтовний дисперсний склад пилу, розмір мкм/ питома вага у %</td></tr>
<tr><td>До 2 мкм</td><td>2-5 мкм</td><td>5-10 мкм</td><td>10-20 мкм</td><td>20-40 мкм</td><td>40-100 мкм</td><td>Більше 100 мкм</td></tr>
<tr><td>75</td><td>20</td><td>5</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="4" rowspan="2">Види пилу, % вміст за видами</td><td colspan="3">Органічна 100 %</td></tr>
<tr><td colspan="3">Пил це ті ж сухі пивні дріжджі</td></tr>
<tr><td colspan="4">Властивості пилу (абразивність, корозійність, вміст вологи, кут укосу, злипання, плинність, горючість, вибухонебезпечність)</td><td colspan="3">Волога 7%, може злипатися</td></tr>
<tr><td colspan="4">Насипна щільність пилу, кг/м^3</td><td colspan="3">250 – 350</td></tr>
<tr><td colspan="4">Необхідна концентрація пилу у повітрі після очищення, мг/м^3</td><td colspan="3">Мінімальна, викиди повинні йти в працюючий цех</td></tr>
<tr><td colspan="4">Вимога щодо рециркуляції очищеного повітря</td><td colspan="3">ні</td></tr>
<tr><td colspan="4">Діапазон зовнішніх температур, °С</td><td colspan="3">10 – 45</td></tr>
<tr><td colspan="4">Необхідний тиск (розрідження) в корпусі пиловловлювача, Па</td><td colspan="3">10</td></tr>
<tr><td colspan="4" rowspan="2">Розміри майданчика (інші габаритні вимоги під розміщення фільтра)</td><td colspan="3">Не вище 4 метрів</td></tr>
<tr><td colspan="3">Інші вимоги вільні</td></tr>
<tr><td colspan="4">Можливість розміщення пиловловлювача в опалювальному приміщенні</td><td colspan="3">Перебувати в приміщенні</td></tr>
<tr><td colspan="4">Необхідний рівень позначки пиловивантажених фланців з бункерів, м</td><td colspan="3">До 1-1,5 м</td></tr>
<tr><td colspan="4">Наявність стиснутого повітря, тиск, якість очищення та осушення</td><td colspan="3">ні</td></tr>
<tr><td colspan="4">Наявність технічної води</td><td colspan="3">питна</td></tr>
<tr><td colspan="4">Наявність очисних споруд</td><td colspan="3">ні</td></tr>
<tr><td colspan="4">Особливі вимоги щодо автоматизації</td><td colspan="3">простота</td></tr>
<tr><td colspan="4">Спеціальні вимоги</td><td colspan="3">Простота в експлуатації</td></tr>
</table>

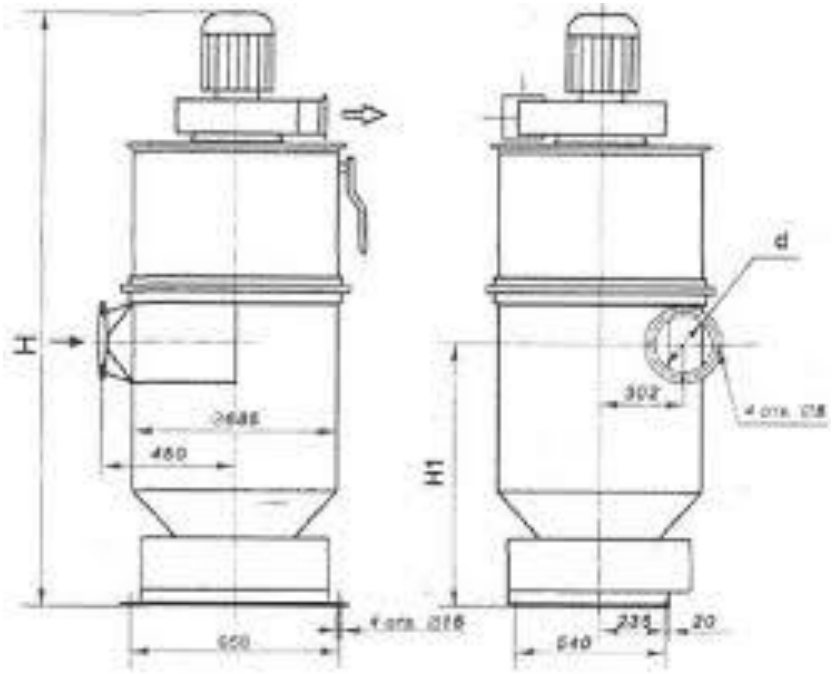


Рисунок 2.8 – Загальна схема інерційно-рукавного пиловловлювача ІРП-4

Пилоуловлювач працює за рециркуляційною схемою. Очищене повітря надходить в приміщення, що обслуговується. При обертанні робочого колеса вентилятора, створюється розрядження, за рахунок чого забруднене повітря надходить по повітропроводу в пиловловлювач. У пиловловлювачі, проходячи вентилятор, забруднене повітря потрапляє в циклон, де за рахунок відцентрових сил великі частинки пилу перемішуються до стінок корпусу і далі надходять у бункер. Повітря з дрібними частинками пилу надходить після циклону в колектор, потім, проходячи через тканину фільтра, повітря остаточно очищується і надходить в приміщення, що обслуговується.

На виробництві здійснено монтаж ІРП-4, який встановлено замість мішків для збирання фракції *extra light*. За результатами випробувань впродовж січня місяця 2026 р. маємо такі статистичні дані (табл. 2.5).

Як видно з таблиці, відсоток *extra light* став нижчим (була питома вага фракції *extra light* 4,16%, а стала – 3,55%), але при ретельному розгляді зібраного в пилозбірнику матеріалу були виявлені придатні барабанні дріжджі фракції 100 і 150 мкм.

Таблиця 2.5 – Спостереження утворення фракції *extra light* після оптимізаційних заходів з використанням ІРП-4

Місяць – січень 2026 р.	Загальне виробництво, т	Фракція *extra light*, т	% фракції *extra light*
09	1,63	0,051	3,1
10	1,83	0,053	2,9
11	1,56	0,062	4
12	1,71	0,062	3,6
13	1,85	0,068	3,7
14	1,475	0,050	3,4
15	1,89	0,077	4,1
16	1,905	0,072	3,8
17	1,65	0,048	2,9
18	1,57	0,057	3,6
19	1,63	0,062	3,8
20	1,89	0,070	3,7
21	1,78	0,064	3,6
22	1,695	0,058	3,4
23	1,595	0,053	3,3
24	1,70	0,066	3,9
Середнє значення	*1,71*	*0,061*	*3,55*

Кількість таких сухих дріжджів варіювалася від 5 до 25% кількості *extra light* уловленого фільтром. Додатково необхідно було після чотирьох днів експлуатації очищати фільтрувальні рукави шляхом розбору установки. Це негативно впливає на безперервність технологічного процесу. Наступним етапом оптимізаційних заходів було рішення змінити аеродинамічні потоки проходження сухого продукту по повітроводам.

Основною ідеєю було встановлення проміжного накопичувального бункера, подача в нього продукту через шнеки, а не по пневмотрасі, а також зациклювання всієї повітряної системи. При цьому необхідно було встановити шлюзові затвори (живильники) на всі бункери для висипання продукту, і на сепаратор в місці повернення великої фракції на повторне дроблення. Шлюзові затвори (живильники) призначені для випуску продукту, що осаджується, з розвантажувачів і апаратів для очищення повітря, а також можуть застосовуватися для випуску сипучих продуктів з бункерів (рис. 2.9).

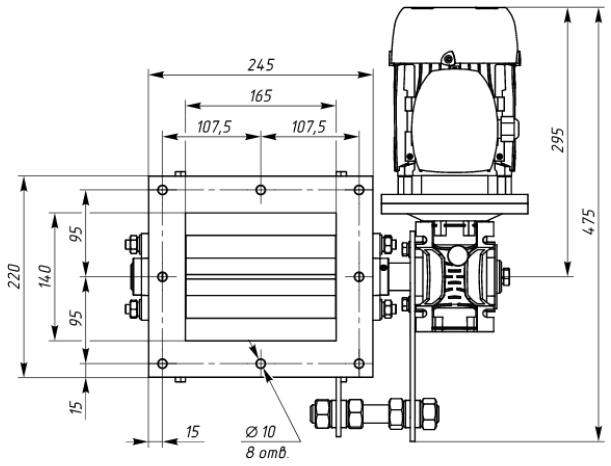


Рисунок 2.9 – Загальний вигляд шлюзового затвору (живильника)

Шлюзовий затвір використовується для дозованої подачі сипких або гранульованих матеріалів та забезпечення герметичності між зонами різного тиску або середовища. Основні його функції: дозування матеріалу (відповідна кількість матеріалу подається у технологічний процес; використовується для порошків, гранул, круп, зерна, цементу тощо); герметичне розділення зон (розділяє області з різним тиском (наприклад, бункер із пиловою камерою та трубопровід із вакуумом), запобігає витоку повітря, пилу або газу між цими зонами); транспортування матеріалу (матеріал безперервно подається у пневмотранспортні системи, дробарки, сушарки, силоси), запобігання зворотного потоку, лопатевий ротор перешкоджає потраплянню матеріалу у зворотному напрямку).

У процесі проведення експериментальних досліджень встановлено, що добавка такої малої кількості *extra light* в барабанні дріжджі (основну фракцію) не впливає на загальні характеристики продукту, що відвантажується. Отже, в результаті оптимізаційних інженерних технічних та технологічних рішень вирішено важливе завдання – забезпечено мінімізацію непродуктивної фракції сухих дріжджових продуктів з 4,16% до 0,29% (табл. 2.6), яка повертається в основний продукт та розподіляється між часточками стандартного розміру, уникаючи їх злипання і зниження, таким чином, якості

готового продукту.

Таблиця 2.6 – Спостереження утворення фракції *extra light* після запровадження комплексу технічних та технологічний інноваційних рішень

Дні експериментів (січень – лютий 2026 р.)	Загальне виробництво, т	Фракція *extra light*, т	% фракції *extra light*
01	4,247	0,017	0,40
02	4,652	0,012	0,26
03	5,032	0,018	0,36
04	4,398	0,016	0,36
05	4,635	0,012	0,26
06	4,871	0,009	0,18
07	4,876	0,011	0,23
08	4,523	0,013	0,29
09	4,399	0,014	0,32
10	4,879	0,017	0,35
11	4,698	0,012	0,26
12	4,754	0,009	0,19
13	3,995	0,012	0,30
14	3,958	0,014	0,35
15	4,393	0,014	0,32
16	5,070	0,015	0,30
Середнє	*4,586*	*0,0134*	*0,29*

Отже, запровадження техніко-економічних інноваційних рішень забезпечило вирішення важливого завдання – оптимізації технологічного процесу виготовлення сухих кормових додатків з мінімальними технологічними втратами матеріалу, мінімізацією шкідливих викидів в атмосферне повітря та підвищення ефективності переробки відходів харчової промисловості на засадах циркулярної економіки.

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 [25 – 30]; дотримання вимог чинного законодавства України та стандартів ЄС. Організація охорони праці здійснюється відповідно до: Закону України «Про охорону праці» [31]; 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 [32].

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 [32] «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 [32].

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» [33], а також «Правил технічної експлуатації електроустаткування споживачів і вимог техніки безпеки під час його використання» [34], 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 [35].

3.4. Особливості безпечного обслуговування обладнання на ПП «СЛАВУТИЧ-ТАРА» з дотриманням правил охорони праці та техногенної безпеки

При підготовці пиловловлювача до роботи та його експлуатації повинні

дотримуватися загальних та спеціальних правил техніки безпеки. Наведемо декілька ДСТУ та директив ЄС, які використовує підприємство задля забезпечення дотримання вимог з охорони праці:

– ДСТУ Б В.1.1-36:2016 – Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою» [36];

– ДСТУ Б А.3.2-12:2009 – Системи вентиляційні [37];

– ДСТУ ISO 45001:2019 (ISO 45001:2018, IDT). URL: Системи управління охороною здоров'я та безпекою праці. Вимоги та настанови щодо застосування [38];

– ДСТУ EN ISO 7010:2019 [39];

– ДСТУ ISO 3864-1:2005 Графічні символи. Кольори та знаки безпеки. Частина 1. Принципи проектування знаків безпеки для робочих місць та місць громадського призначення. (ISO 3864-1:2002, IDT) [40];

– ДСТУ ГОСТ 12.2.084:2007 (ИСО 6178-83) Машини та устаткування для пралень та підприємств хімчистки. Загальні вимоги щодо безпеки (ГОСТ 12.2.084-93 (ИСО 6178-83), IDT; ISO 6178:1983, NEQ) [41];

– ДСТУ 7237:2011 Система стандартів безпеки праці. Електробезпека. Загальні вимоги та номенклатура видів захисту [42];

– ДСТУ Б В.2.5-82:2016 Електробезпека в будівлях і спорудах. Вимоги до захисних заходів від ураження електричним струмом [43];

– ДСН 3.3.6.037-99 Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку [44];

– ДСТУ 2867-94 Шум. Методи оцінювання виробничого шумового навантаження. Загальні вимоги [45];

– ДСТУ ГОСТ 12.1.012:2008 Система стандартів безпеки праці. Вібраційна безпека. Загальні вимоги [46].

До монтажу та експлуатації пиловловлювача допускаються особи, що вивчили його пристрій та правила експлуатації та пройшли інструктаж з техніки безпеки.

У всіх випадках працівник, що включає пиловловлювач, зобов'язаний вжити заходів щодо припинення будь-яких робіт з обслуговування (ремонт, очищення та ін) даного пиловловлювача та сповістити персонал про пуск.

Обслуговування та ремонт пиловловлювача проводити тільки після відключення його від електромережі і повної зупинки частин, що обертаються.

Вхідний фланець вентилятора у разі відключення його від повітрявода повинен убезпечуватися від випадкового попадання в нього сторонніх предметів. Огорожа повинна забарвлюватись у сигнальний колір за за відповідним ДСТУ.

Значення опору між заземлюючим затискачем і кожним доступним дотиком металевої нетоковедучою частиною пиловловлювача, яка може опинитися під напругою, не повинна перевищувати 0,1 Ом.

Пускова апаратура монтується відповідно до «Правил улаштування електричних установок» (ПЕУ) у місцях, що дозволяють спостерігати за роботою пиловловлювача.

При роботах, пов’язаних із небезпекою ураження електричним струмом (у тому числі статичною електрикою), застосовувати захисні засоби за відповідним ДСТУ.

Для зменшення шумових впливів на робочих місцях застосовувати гнучкі вставки, амортизатори і т.д.

Рівні шуму, створювані пиловловлювачем на робочих місцях, не повинні перевищувати значень, зазначених у відповідному ДСТУ.

Вібрації, створювані пиловловлювачем, не повинні перевищувати значень, зазначених у відповідному ДСТУ.

Перед монтажем пиловловлювача необхідно провести зовнішній огляд вузлів. Ушкодження, отримані внаслідок неправильного транспортування та зберігання, усунути. При монтажі необхідно: 1) з’єднати повітроводом патрубок пиловловлювача з соплом місцевої витяжкою системи від місця виділення пилу. Довжина повітроводу має перевищувати 3 м; 2)

переконатися у легкому та плавному (без дотиків та заїдань) обертанні робочого колеса; 3) перевірити опір ізоляції обмоток двигуна; 4) заземлити корпус пиловловлювача та двигуна; 5) короткочасним включенням двигуна перевірити напрямок обертання робочого колеса відповідно до вказівки стрілки на корпусі вентилятора. Якщо напрямок обертання не відповідає зазначеному, необхідно змінити його перемиканням фаз на клемах двигуна.

Перед пуском пиловловлювача необхідно: 1) перевірити відповідність напруги мережі живлення паспортним даним двигуна; 2) оглянути пиловловлювач, повітроводи, монтажний майданчик; 3) перевірити надійність приєднання струмопровідного кабелю до затискачів коробки виводів двигуна.

Змонтований пиловловлювач необхідно випробувати, для чого роблять пробний пуск і перевіряють його роботу. За наявності сторонніх стуків і шумів, а також підвищеної вібрації, негайно виключити пиловловлювач, з'ясувати причину несправностей і усунути їх.

Виробничі, допоміжні та побутові приміщення необхідно забезпечити механічною припливно-витяжною вентиляцією, відповідно до діючих норм та з урахуванням технологічних умов. Прилади, що є джерелами виділення вологи необхідно герметизувати або забезпечити місцевими відсмоктувачами та витяжними зонтами.

Подача припливного повітря у виробничі приміщення має здійснюватися у робочу зону. У разі наявності джерела виділення пилу, але за умови відсутності газовиділень, локалізованих місцевими відсмоктувачами, подання повітря необхідно здійснювати у верхню зону.

Порядок експлуатації та нагляду за вентиляційними та опалювальним устаткуванням необхідно встановити на підприємстві відповідно до спеціально розроблених інструкцій. Вентиляційні системи в свою чергу повинні бути обов’язково паспортизовані. Повітря, що видаляється встановленим вентиляційним устаткуванням і яке містить пил, підлягає очищенню перед його випуском у атмосферу. У процесі діяльності

підприємствам слід дотримуватись вимог Закону України «Про охорону атмосферного повітря» [17].

Під час проектування, реконструкції, експлуатації виробничих цехів та інших приміщень, де знаходиться обладнання, що є джерелом шуму чи вібрації, повинні бути передбачені та виконані заходи щодо захисту працівників від їх шкідливого впливу, зокрема, обладнання приміщень звукопоглинаючими матеріалами, використання амортизуючих і віброгасильних пристроїв під час монтажу обладнання. Також слід передбачати очистку повітря перед його викидом в атмосферу відповідно до діючих нормативів, враховуючи наявність шкідливих речовин. Воздуховоди, вентиляційні канали необхідно періодично (але не рідше одного разу на рік) очищувати з відміткою в спеціальному журналі.

Керівники підприємства та структурних підрозділів повинні забезпечити навчання всіх робітників з правил безпеки праці. Усі працівники при прийнятті на роботу та під час роботи повинні проходити навчання, інструктажі та перевірку знань з питань охорони праці та пожежної безпеки відповідно до розроблених і затверджених нормативних актів згідно з Типовим положенням про навчання, інструктаж і перевірку знань працівників з питань охорони праці. Також працівники мають бути забезпечені санітарним одягом і взуттям, спецодягом і спецвзуттям та засобами індивідуального захисту відповідно до діючих норм.

Основними шляхами запобігання виробничому травматизму та забезпечення належних умов праці є впровадження комплексних заходи, що включають (рис. 3.1).



Рисунок 3.1 – Шляхи запобігання виробничому травматизму та організація системи охороні праці на підприємстві

РОЗДІЛ 4
ОБГРУНТУВАННЯ ЕКОЛОГО – ЕКОНОМІЧНОГО ТА СОЦІАЛЬНОГО ЕФЕКТУ ВІД ОПТИМІЗАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЇ ПЕРЕРОБКИ СУХИХ ВІДХОДІВ ПРОМИСЛОВОГО ВИРОБНИЦТВА ПП «СЛАВУТИЧ -ТАРА»

4.1. Еколого – економічний ефект від оптимізації технології переробки сухих відходів промислового виробництва 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 [47] 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 [48, 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 [48, 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» [49], 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» [50]. 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… [49].

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:

1) Під час дроблення вже висушених кормових дріжджів утворюється значна кількість дрібнодисперсного органічного пилу. Без застосування пиловловлюючих пристроїв цей пил потрапляє в повітря робочої зони та в атмосферу через вентиляційні викиди, що негативно

впливає на довкілля та здоров’я людини. Застосування систем уловлювання пилу (фільтри, циклони, рукавні фільтри) дає суттєвий екологічний ефект;

2) відбувається зменшення забруднення атмосферного повітря; уловлювання дрібного пилу безпосередньо в місці його утворення: знижує концентрацію твердих частинок у викидах; запобігає розповсюдженню органічного пилу за межі підприємства; дозволяє дотримуватися гранично допустимих концентрацій пилу в атмосферному повітрі. Отже, обсяг пилових викидів в атмосферу істотно зменшується, що позитивно впливає на якість повітря в зоні впливу підприємства;

3) органічний пил кормових дріжджів при осіданні: змінює фізико-хімічні властивості ґрунту; може спричиняти локальне біологічне забруднення; сприяє вторинному підйому пилу вітром, а уловлювання пилу: запобігає його осіданню на ґрунт і рослинність; зменшує антропогенне навантаження на прилеглі екосистеми; покращує санітарний стан промислової території;

4) дрібний пил (фракція *extra light*) є частиною готового продукту - кормових дріжджів, а його уловлювання дає можливість **повернути пил у виробничий процес;** зменшує кількість відходів; скорочує потребу в додатковій сировині. Це відповідає принципам **ресурсозбереження та циркулярної економіки;**

5) зменшення концентрації пилу покращує умови праці персоналу; знижує ризик алергічних і респіраторних захворювань; зменшує запиленість обладнання та приміщень. Хоча це безпосередньо стосується охорони праці, опосередковано це також має екологічний ефект, оскільки зменшується загальний обсяг пилу, що може потрапити в навколишнє середовище;

6) зменшення концентрації пилу покращує умови праці персоналу; знижує ризик алергічних і респіраторних захворювань; зменшує запиленість обладнання та приміщень. Хоча це безпосередньо стосується охорони праці, опосередковано це також має екологічний ефект, оскільки зменшується загальний обсяг пилу, що може потрапити в навколишнє середовище;

7) Економічний ефект у вашому випадку формується не за рахунок збільшення виробництва, а за рахунок зменшення втрат готового продукту; повернення фракції *extra light* в основний продукт; підвищення безперервності процесу; зниження експлуатаційних витрат.

Алгоритм розрахунку економічного ефекту за рік виконано на підставі фактичних даних експерименту: із розрахунку прогнозованого обсягу річного виробництва сухих кормів 1800 т, вартість 1 т барабанних дріжджів (сухі корми) складає 40 тис.грн.; вартість 1 т сухої фракції *extra light* складає 20 тис.грн.; витрати на обладнання, що встановлено відповідно до оптимізаційних заходів складає 140 тис.грн. Економічний ефект за схемою «до і після» запроваджених оптимізаційних заходів становить 1300 тис.грн.

8) до впровадження комплексу оптимізаційних інженерно-технологічних рішень частка непродуктивної фракції *extra light* становила в середньому 4,16% від загального обсягу виробництва сухих барабанних дріжджів. Зазначена фракція вилучалася з готового продукту та фактично формувала виробничі втрати; після впровадження комплексу технічних і технологічних рішень, зокрема зміни схеми транспортування продукту, встановлення шлюзових затворів та оптимізації аеродинамічних потоків, середня частка фракції *extra light* зменшилася до 0,29%, тобто фактично прагне до нуля; отже, скорочення втрат готового продукту становить: $\Delta = 4{,}16 - 0{,}29 = 3{,}87\%$ від загального обсягу виробництва;

9) економічний ефект досягається за рахунок повернення раніше втраченої фракції у склад готового продукту; зменшення кількості відходів; зростання виходу товарної продукції без додаткових витрат на сировину; зменшення простоїв обладнання, пов’язаних з очищенням фільтрів.

Запроваджені інженерно-технічні та технологічні рішення дозволили суттєво знизити втрати готового продукту та підвищити ефективність використання сировинних ресурсів. Отриманий економічний ефект досягається без суттєвих додаткових капіталовкладень у основне виробництво та має довгостроковий характер.

4.2. Соціальний ефект від впровадження технології переробки сухих відходів промислового виробництва на ПП «СЛАВУТИЧ-ТАРА»

Впровадження технології переробки сухих відходів промислового виробництва формує комплексний соціальний ефект, який проявляється у покращенні умов життя населення, підвищенні рівня безпеки праці, зниженні негативного впливу виробництва на здоров'я людей та створенні передумов для сталого соціально-економічного розвитку регіону.

Покращення умов проживання населення. Зменшення утворення та викидів дрібнодисперсного пилу сприяє покращенню якості атмосферного повітря у санітарно-захисній зоні підприємства; знижує рівень запиленості житлових і прилеглих територій; зменшує ризик виникнення скарг населення та соціальної напруги. У результаті покращується екологічний комфорт проживання населення, що має безпосередній позитивний соціальний ефект.

Збереження здоров'я працівників і населення. Скорочення концентрації пилу в повітрі зменшує ризик розвитку професійних захворювань органів дихання; знижує частоту алергічних та астматичних проявів; сприяє збереженню працездатності персоналу. Це веде до покращення якості життя працівників, зменшення кількості лікарняних днів та підвищення соціального захисту трудового колективу.

Підвищення рівня охорони праці та промислової безпеки. Вилучення сухих відходів із повітряного середовища та їх контрольоване повернення у технологічний процес знижує ризик утворення вибухонебезпечних пилоповітряних сумішей; зменшує ймовірність пожеж та аварійних ситуацій; підвищує рівень безпеки експлуатації обладнання. Це сприяє створенню безпечніших умов праці, що є ключовим соціальним показником діяльності підприємства.

Зменшення техногенного навантаження на територію. Зменшення

кількості сухих відходів, що вивозяться або утилізуються скорочує навантаження на полігони та місця зберігання відходів; знижує ризики вторинного забруднення навколишнього середовища; зменшує потребу в додаткових земельних ресурсах. Це позитивно впливає на довгострокову екологічну та соціальну стабільність територій.

Формування соціально відповідального виробництва. Впровадження сучасних технологій переробки відходів демонструє відповідальне ставлення підприємства до екології та суспільства; підвищує довіру з боку громади та органів місцевого самоврядування; покращує імідж підприємства як соціально відповідального роботодавця. Це створює передумови для сталого розвитку та довгострокової співпраці з місцевими громадами.

Підтримка принципів сталого розвитку. Реалізація технологій переробки сухих відходів відповідає принципам: раціонального використання ресурсів; мінімізації відходів виробництва; збереження здоров’я нинішніх і майбутніх поколінь. Таким чином, соціальний ефект виходить за межі підприємства та має позитивний вплив на регіональний рівень.

Отже, впровадження технології переробки сухих відходів промислового виробництва забезпечує суттєвий соціальний ефект, що проявляється у покращенні якості життя населення, зниженні ризиків для здоров’я працівників і мешканців прилеглих територій, підвищенні рівня безпеки праці та формуванні соціально відповідального виробництва, орієнтованого на принципи сталого розвитку.

ВИСНОВКИ

У процесі проведення експериментальних досліджень встановлено, що добавка такої малої кількості *extra light* в барабанні дріжджі (основну фракцію) не впливає на загальні характеристики продукту, що відвантажується. Отже, в результаті оптимізаційних інженерних технічних та технологічних рішень вирішено важливе завдання – забезпечено мінімізацію непродуктивної фракції сухих дріжджових продуктів з 4,16% до 0,29%, яка повертається в основний продукт та розподіляється між часточками стандартного розміру, уникаючи їх злипання і зниження, таким чином, якості готового продукту.

Економічний ефект у вашому випадку формується не за рахунок збільшення виробництва, а за рахунок зменшення втрат готового продукту; повернення фракції *extra light* в основний продукт; підвищення безперервності процесу; зниження експлуатаційних витрат. економічний ефект досягається за рахунок повернення раніше втраченої фракції у склад готового продукту; зменшення кількості відходів; зростання виходу товарної продукції без додаткових витрат на сировину; зменшення простоїв обладнання, пов’язаних з очищенням фільтрів.

Впровадження технології переробки сухих відходів промислового виробництва забезпечує суттєвий соціальний ефект, що проявляється у покращенні якості життя населення, зниженні ризиків для здоров’я працівників і мешканців прилеглих територій, підвищенні рівня безпеки праці та формуванні соціально відповідального виробництва, орієнтованого на принципи сталого розвитку.

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».

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Про управління відходами. Закон України № 2320-IX від 20.06.2022 р. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2320-20#Text (дата звернення: 05.01.2026).

2. Про затвердження Порядку управління відходами, що утворились у зв'язку з пошкодженням (руйнуванням) будівель та споруд внаслідок бойових дій, терористичних актів, диверсій або проведенням робіт з ліквідації їх наслідків та внесення змін до деяких постанов Кабінету Міністрів України: постанова Кабінету Міністрів України від 27.09.2022 р. № 1073. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1073-2022-%D0%BF#Text (дата звернення: 01.12.2025).

3. Про затвердження Порядку класифікації відходів та Національного переліку відходів: постанова Кабінету Міністрів України від 20.10.2023 р. № 1102. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1102-2023-%D0%BF#Text (дата звернення: 12.12.2025).

4. Національний перелік відходів. URL: https://eco.gov.ua/registers/natsionalnyi-perelik-vidkhodiv (дата звернення: 24.12.2025).

5. Albizzati, P., Tonini, D., Astrup, T. & Chammard C. (2019). Valorisation of surplus food in the French retail sector: Environmental and economic impacts. Waste Managemen, 90, p. 141-151. DOI: 10.1016/j.wasman.2019.04.034.

6. Adam, A. (2015). Drivers of food waste and policy responses to the issue: The role of retailers in food supply chains. Working Papers, 2015/59, Berlin : School of Economics and Law, Institute for International Political Economy (IPE), 45 p. URL: http://hdl.handle.net/10419/122150.

7. Jack, L. & Hammans, H. (2022). Unpicking Food Prices: Where does your food pound go, and why do farmers get so little? Sustain. 52 p. URL: https://www.sustainweb.org/news/nov22-unpicking-food-prices-new.

8. Ghosh R. & Eriksson M. (2019). Food waste due to retail power in supply chains: Evidence from Sweden, Global Food Security, 20, 1-8. DOI: 10.1016/j.gfs.2018.10.002.

9. Седікова І.О. & Дьяченко Ю.В. (2019). Шляхи зниження продовольчих втрат та харчових відходів, Food Industry Economics, 11(4). DOI: 10.15673/fie.v11i4.1552.

10. Коваленко, О., & Ященко, Л. (2022). Циркулярна економіка як ефективний інструмент скорочення втрат та відходів продовольства в Україні та світі. Продовольчі ресурси, 10 (19), 200-209. DOI: 10.31073/foodresources2022-19 23.

11. Теодорович, Л. & Кияниця, М. (2022). Шляхи зменшення харчових відходів на рівні закладів гостинності та споживачів. Вісник Хмельницького національного університету, 3, 252-258. DOI: 10.31891/2307-5740-2022-306-3-37.

12. Котикова О., Бабич М. & Олійник Т. (2020). Заходи щодо скорочення втрат продовольства та харчових відходів в Україні. Agricultural and Resource Economics, Vol. 6/4, 144-167. URL: http://ageconsearch.umn.edu/record/308590.

13. Хахула, Б. (2022). Економічні аспекти формування інноваційного розвитку безвідходного виробництва продукції тваринництва. Економічний аналіз, Том 3/32, 102-110. DOI: 10.35774/econa2022.03.102.

14. Цілі сталого розвитку: завдання та індикатори. United Nations Development Programme : веб-сайт. 2017. 24 р. https://www.undp.org/sites/g/files/zskgke326/files/migration/ua/SDG-leaflet engl_F.pdf. (дата звернення: 25.12.2025).

15. Харчові відходи – один з найбільших викликів сьогодення. Сталий розвиток для України : веб-сайт. 2020. URL: https://sd4ua.org/harchovi-vidhody odyn-z-najbilshyh-vyklykiv-sogodennya.

16. Методи пилозаоочистки: найкращі та доступні рішення: URL: https://ukraine-oss.com/metody-pylogazoochystky-najkrashhi-ta-dostupni-rishennya/ (дата звернення: 11.11.2025).

17. Про охорону атмосферного повітря. Закон України № 2707-XII від 16.10.1992 р. (в редакції 08.08.2025 р.). URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2707-12#Text (дата звернення: 10.11.2025).

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

19. Сідак В. С. Курс лекцій з дисципліни „Спецкурс з газопостачання‖ (для студентів 2-5 курсів усіх форм навчання та слухачів другої вищої освіти з напряму підготовки 0921 (6.060101) „Будівництво‖, спеціальності 7.092108 (7.06010107) „Теплогазопостачання і вентиляція‖) / В. С. Сідак, О. М. Слатова; Харк. нац. акад. міськ. госп-ва. – Х.: ХНАМГ, 2010. – 224 с. URL: https://eprints.kname.edu.ua/18126/1/%D0%9A%D0%9B-%D0%93%D0%90%D0%97%D0%9E%D0%9F%D0%9E%D0%A1%D0%A2-4%D0%9A-2009-63-%D0%9B-%D0%BF%D0%B5%D1%87.pdf (дата звернення: 11.11.2025).

20. Технології захисту атмосферного повітря [Електронний ресурс] : методичні рекомендації до виконання курсової роботи для здобувачів ступеня бакалавра освітньо-професійної програми «Технології захисту навколишнього середовища» зі спеціальності 183 Технології захисту навколишнього середовища / уклад. О. С. Ковров ; М-во освіти і науки України, Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка». – Дніпро : НТУ «ДП», 2024. – 26 с. URL: https://ir.nmu.org.ua/server/api/core/bitstreams/3c7fe40a-5f32-41f7-9409-f68733684910/content (дата звернення: 26.11.2025).

21. Конспект лекцій з дисципліни «Пиловловлювання та очищення промислових викидів» для студентів за напрямом 6.050601 – Теплоенергетика заочної форми навчання / Укл. Глущенко О.Л., – Дніпродзержинськ: ДДТУ, 2012 – 82 с. URL:

https://www.dstu.dp.ua/Portal/Data/6/29/6-29-kl20.pdf (дата звернення: 12.11.2025).

22. Гуріна Г. І. Природоохоронні технології виробництва композиційних матеріалів: конспект лекцій (для студентів 1 курсу денної форми навчання освітнього рівня «магістр» за спеціальністю 161 – Хімічні технології та інженерія) / Г. І. Гуріна; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, – 2020. – 97 с. URL: https://files01.core.ac.uk/download/pdf/334604314.pdf (дата звернення: 15.11.2025).

23. Про затвердження Правил технічної експлуатації установок очистки газу. Наказ Міністерства охорони навколишнього природного середовища № 52 від 06.02.2009 р. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0327-09#Text (дата звернення: 12.11.2025).

24. Кожемякін Г.Б., Прутцьков Д.В., Вагін А.В. Технології захисту атмосфери: методичні вказівки до практичних занять з дисципліни «Технології захисту атмосфери та водних екосистем» для здобувачів ступеня вищої освіти магістра спеціальності 183 Технології захисту навколишнього середовища освітньо-професійної програми «Технології захисту навколишнього середовища». Запоріжжя: Запорізький національний університет, 2023. 73 с. URL: https://dspace.znu.edu.ua/jspui/bitstream/12345/24056/1/0060406.pdf (дата звернення: 12.12.2025).

25. Я. О. Сєріков. Основи охорони праці: Навчальний посібник для студентів вищих закладів освіти. – Харків, ХНАМГ, 2007. – 227 с. URL: https://eprints.kname.edu.ua/629/1/%D0%9E%D0%9E%D0%9F_%D0%9F%D0%9E%D0%A1%D0%9E%D0%91%D0%98%D0%95.pdf (дата звернення: 11.12.2025).

26. Пожарова О.В. Охорона праці : навчальний посібник. Одеса. 2022. 86 с. URL: https://dspace.onua.edu.ua/server/api/core/bitstreams/c43eae68-55d5-4119-8ee7-c7fa957b3d17/content (дата звернення: 15.11.2025).

27. Основи охорони праці: Підручник. 21ге видання, доповнене та перероблене. / К. Н. Ткачук, М. О. Халімовський, В. В. Зацарний, Д. В. Зеркалов, Р. В. Сабарно, О. І. Полукаров, В. С. Коз'яков, Л. О. Мітюк. За ред. К. Н. Ткачука і М. О. Халімовського. – К.: Основа, 2006 – 448 с. URL: https://opcb.kpi.ua/wp-content/uploads/2012/01/.... (дата звернення: 23.11.2025).

28. Грибан В. Г., Негодченко О. В. Охорона праці: навч. посібник, [для студ. вищ. навч. закл.] / В. Г. Грибан, О. В. Негодченко – К.: Центр учбової літератури, 2009. – 280 с. URL: https://library.udpu.edu.ua/library_files/423594.pdf (дата звернення: 12.12.2025).

29. Безпека життєдіяльності та охорона праці. Навчальний посібник для здобувачів вищої освіти із галузі знань 08 «Право», спеціальність 081 «Право». Львів: Львівський державний університет внутрішніх справ, 2022. 219 с. URL: https://dspace.lvduvs.edu.ua/bitstream/1234567890/4863/1/.... (дата звернення: 11.12.2025).

30. Катренко Л.А., Кіт Ю.В., Пістун І.П. Охорона праці. Курс лекцій. Практикум: Навчальний посібник. — Суми: ВТД «Університетська книга», 2003. – 496 с. URL: http://moodle.nati.org.ua/pluginfile.php/12535/mod_resource/content/1/katrenko_l_a_kit_yu_v_pistun_i_p_ohorona_praci.pdf (дата звернення: 23.11.2025).

31. 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).

32. 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.

33. 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.

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

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

36. ДСТУ Б В.1.1-36:2016. URL: https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0158858-16#Text (дата звернення: 16.11.2025).

37. ДСТУ Б А.3.2-12:2009. Системи вентиляційні. URL: https://www.ksv.biz.ua/publ/dstu/dstu_b_a_3_2_12_2009/3-1-0-1552 (дата звернення: 12.11.2025).

38. ДСТУ ISO 45001:2019 (ISO 45001:2018, IDT). URL: Системи управління охороною здоров'я та безпекою праці. Вимоги та настанови щодо застосування. URL: https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0502774-19#Text (дата звернення: 15.11.2025).

39. Національне пояснення ДСТУ EN ISO 7010:2019. URL: https://ts.kiev.ua/natsionalne-poiasnennia-dstu-en-iso-7010-2019/ (дата звернення: 12.11.2025).

40. ДСТУ ISO 3864-1:2005 Графічні символи. Кольори та знаки безпеки. Частина 1. Принципи проектування знаків безпеки для робочих місць та місць громадського призначення. (ISO 3864-1:2002, IDT). URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=50319 (дата звернення: 12.11.2025).

41. ДСТУ ГОСТ 12.2.084:2007 (ИСО 6178-83) (ИСО 6178-83) Машини та устаткування для пралень та підприємств хімчистки. Загальні вимоги щодо безпеки (ГОСТ 12.2.084-93 (ИСО 6178-83), IDT; ISO 6178:1983,

NEQ). URL: http://old.fort.kharkiv.com/goods.php?id=67094 (дата звернення: 15.11.2025).

42. ДСТУ 7237:2011 Система стандартів безпеки праці. Електробезпека. Загальні вимоги та номенклатура видів захисту. URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=30045 (дата звернення: 23.11.2025).

43. ДСТУ Б В.2.5-82:2016 Електробезпека в будівлях і спорудах. Вимоги до захисних заходів від ураження електричним струмом. URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=65395 (дата звернення: 11.11.2025).

44. ДСН 3.3.6.037-99 Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку. URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=48147 (дата звернення: 12.12.2025).

45. ДСТУ 2867-94 Шум. Методи оцінювання виробничого шумового навантаження. Загальні вимоги.

46. ДСТУ ГОСТ 12.1.012:2008 Система стандартів безпеки праці. Вібраційна безпека. Загальні вимоги. URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=30043 (дата звернення: 23.12.2025).

47. 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).

48. 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).

49. 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).

50. 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- С, 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