

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**Сумський державний університет**  
**Факультет технічних систем та енергоефективних технологій**  
**Кафедра екології та природозахисних технологій**

«До захисту допущено»  
Завідувач кафедри  
\_\_\_\_\_ Леонід ПЛЯЦУК  
(підпис)

\_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**  
**на здобуття освітнього ступеня бакалавр**  
зі спеціальності 183 «Технології захисту навколишнього середовища» освітньо-  
професійної програми «Технології захисту навколишнього середовища»  
на тему:

**ТЕХНОЛОГІЇ УТИЛІЗАЦІЇ СПИРТОВОЇ БАРДИ, НА**  
**ПРИКЛАДІ ТОВ "БУДИЛЬСЬКИЙ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИЙ**  
**ЗАВОД"**

Здобувача групи ТС-01 Ананченка Романа Юрійовича

Кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень.  
Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на  
відповідне джерело.

\_\_\_\_\_ Роман АНАНЧЕНКО  
(підпис)

Керівник – доцент кафедри  
екології та природозахисних  
технологій, кандидат технічних наук,  
доцент

\_\_\_\_\_ Роман ВАСЬКІН  
(підпис)

СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
Факультет технічних систем та енергоефективних технологій  
Кафедра екології та природозахисних технологій  
Спеціальність 183 «Технології захисту навколишнього середовища»

**ЗАТВЕРДЖУЮ:**

Зав. кафедрою \_\_\_\_\_

“ \_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

**ЗАВДАННЯ  
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА**

Студентові Ананченку Роману Юрійовичу

Група ТС-01

1. Тема кваліфікаційної роботи: Технології утилізації спиртової барди, на прикладі ТОВ "Будильський експериментальний завод".
2. Вихідні дані: дані з відкритих інформаційних джерел щодо утилізації спиртової барди.
3. Перелік обов'язкового графічного матеріалу: презентація.
4. Етапи виконання кваліфікаційної роботи:

№	Етапи і розділи проектування	ТИЖНІ					
		1	2	3	4	5	6
1	Літературний огляд	+	+				
2	Аналіз проблеми			+			
3	Оброблення результатів				+		
4	Розділ з охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях					+	
5	Оформлення роботи						+

Дата видачі завдання – 03.04.2024 р.

Керівник – доцент кафедри  
екології та природоохоронних  
технологій

\_\_\_\_\_  
(підпис)

Роман ВАСЬКІН

## АНОТАЦІЯ

*Структура та обсяг випускної кваліфікаційної роботи бакалавра.* Робота складається із вступу, 4 розділи, висновків, переліку джерел посилання, який містить 53 найменувань. Загальний обсяг бакалаврської роботи становить 74 сторінок, у тому числі 6 таблиць, 20 рисунків, перелік джерел посилання 6 сторінок.

Мета дослідження – дослідити процес утилізації спиртової барди та запропонувати прогресивний метод утилізації в умовах ТОВ «Будильський експериментальний завод».

Завдання дослідження:

- надати загальну характеристику спиртової барди;
- проаналізувати заходи з комплексної утилізації спиртової барди;
- зробити аналіз ефективності процесів утилізації спиртової барди;
- надати загальну характеристику виробництва ТОВ «Будильський експериментальний завод» ;
- проаналізувати технології утилізації спиртової барди в умовах ТОВ «Будильський експериментальний завод»;
- зробити аналіз сучасних методів утилізації;
- надати пропозиції з впровадження прогресивних методів утилізації на ТОВ «Будильський експериментальний завод»;
- розглянути питання охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях.

Об'єкт дослідження – ТОВ «Будильський експериментальний завод».

Предмет дослідження – процес утилізації спиртової барди в умовах ТОВ «Будильський експериментальний завод».

У кваліфікаційній роботі проаналізовано актуальність і необхідність технологій утилізації спиртових бард. Виконано детальний аналіз поточного стану утилізації спиртової барди. Запропоновано інноваційні підходи до утилізації барди, спрямовані на підвищення ефективності та зниження негативного впливу на навколишнє середовище. Розроблено конкретні рекомендації щодо вдосконалення технологічних процесів утилізації з метою досягнення більшої екологічної безпеки та економічної вигідності для підприємства.

*Ключові слова:* УТИЛІЗАЦІЯ БАРДИ, СПИРТОВА ПРОМИСЛОВІСТЬ, НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ, СПИРТОВА БАРДА ЯК ВІДХОДИ, ВДОСКОНАЛЕННЯ ВИРОБНИЧИХ ПРОЦЕСІВ.







- Паточна (цукровий тростина, цукрова буряк). У зарубіжних джерелах описується рисова і горохова барда, а також з сорго.

Рівні вологості спиртової барди:

- Свіжа (6-8% СВ). Через високу вологість вона стає відмінним середовищем для розмноження мікроорганізмів та швидкозаймистим продуктом. Зберігання барди влітку більше ніж одну добу призводить до розкладання білка, що призводить до закислення та зниження кормових якостей. Для більш тривалого зберігання слід висушувати у помірному тепловому режимі або заквашувати. Використовувати як рідкий корм можуть лише тваринницькі господарства, що знаходяться поблизу спиртових заводів. Середня норма годування свіжої спиртової барди - 15-20 кг/100 кг живої маси [12].

Свіжу барду можна заквашувати шляхом самозакиснення або додавання закваски з чистих культур молочнокислих бактерій. Заквашена барда годна до годування через 8-10 днів, а при самозакисненні через 20-25 днів. Барду заквашують у чистому вигляді або з додаванням солом'яного січка, м'якни. Можливе зберігання у силосівні або полімерному рукаві, потрібне швидке заповнення кормом та надійна герметизація. Правильно заготовлену та якісно герметизовану корму можна зберігати понад 6 місяців.

- Висушена (до 90% СВ). Може використовуватися в розсипному або гранульованому вигляді. Середні показники якості: сирий білок 23%, КДК 17%, НДК 43%, жир 9,8%.

Висушена спиртова барда вважається дуже смачною для тварин, її можна вводити в раціон у середньому до 7 кг СВ на голову/день, але зазвичай додають 2,0-4,5 кг через високий вміст жиру у барді. Рівень жиру з рослинних джерел у раціоні не повинен перевищувати 0,7 кг на голову на день. Також низький вміст лізина обмежує її поживну цінність як джерело нерозщепленого у тварині в рубці білка в раціонах на кукурудзяному силосі.

- Суха барда містить значну кількість сирого білка, який може досягати понад 37%, що за ефективністю використання та кормовою цінністю рівнозначний білку

Підп. і дата	
Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.
Підп. і дата	
Інв.№подел.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата
-----	-----	----------	-------	------

ТС 20510007

Арк

7

з соняшникового жому. Така кількість білка зумовлена життєдіяльністю дріжджів у процесі бродіння сировини на спирт. Білок барди є дуже високоякісним, оскільки збагачений незамінними амінокислотами (лізин, метіонін), які не можуть синтезуватися в організмі тварин з однокамерним шлунком (свині, птиця) і повинні надходити тільки з кормом [24].

За поживною цінністю суха барда перевершує стандартні комбікорми та зернові відходи - у 1 кг неї міститься приблизно від 1,08 до 1,27 кормових одиниць. Суха барда, незалежно від виду зерна, містить більше білка, ніж волога.

Якщо під час висушування застосовується зайве тепло, білок, що міститься в зернах, може бути пошкоджений, що знижує його ефективність у травленні худоби. Це "пошкодження" можна помітити візуально. Правильно висушені відходи мають світло-золотистий колір; "пошкоджені" - темніші і мають характерний запах горілки.

Переваги спиртової барди:

Оцінюється як джерело захищеного білка в рубці - приблизно 55% сирого протеїну барди не розщеплюється в рубці, порівняно з 35% у соєвому шроті, що підвищує цінність цього кормового продукту у годуванні молочних корів.

Може замінювати зерно для зниження крохмалю в раціоні, оскільки у ній міститься 16%, а в кукурудзі - 75% крохмалю; може замінити 20–30% грубих кормів у раціоні за сухою речовиною.

На підставі численних досліджень встановлено, що кормова цінність її складає 1/4—1/3 кормової цінності того матеріалу, з якого отримана барда.

У барді міститься не менше 17 різних амінокислот, загальне вміст яких в перерахунку на абсолютно суху речовину досягає 35,6%. Цінним властивостям барди є вміст у ній повного спектру вітамінів групи В, а також фолієвої кислоти, токоферолу, ергостерина, що є регуляторами метаболізму тварин. Суха барда відрізняється багатим набором мікроелементів, таких як залізо, цинк, марганець, мідь та інші.

Дозволяє замінити у раціонах ВРХ жому, шроти, патоку (меласу).

Підп. і дага	
Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.
Підп. і дага	
Інв.№подел.	

						ТС 20510007	Арк
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата			8

















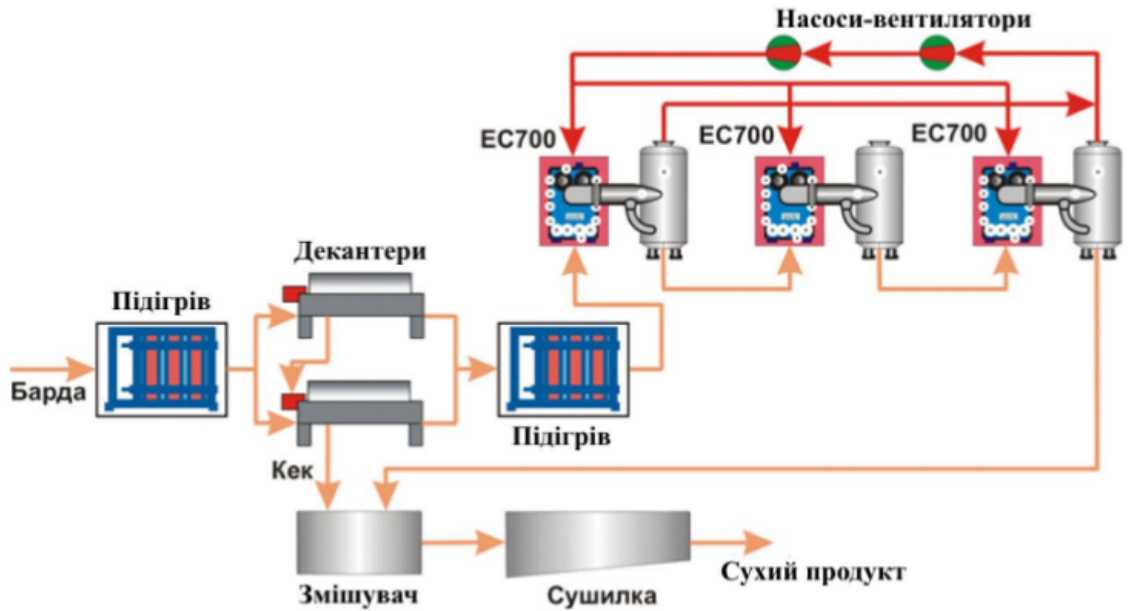


Рисунок 1.1 — Схема утилізації післяспиртової барди з використанням декантерних центрифуг і пластинчастих випарних апаратів [6]

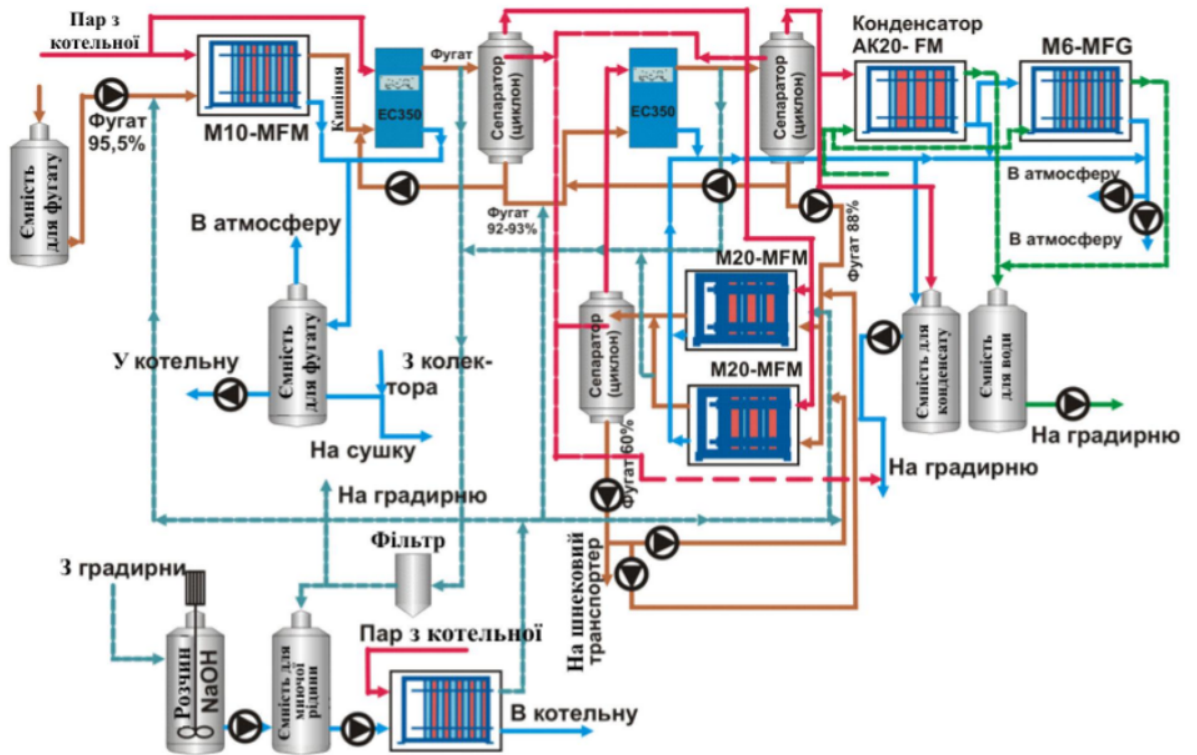


Рисунок 1.2 — Відділення випарювання фугату [6]

Інв. №подл.	Підп. і дата
Взаєм. інв. №	Інв. №дубл.
Підп. і дата	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата
-----	-----	----------	-------	------

ТС 20510007



Остання стадія обробки післяспиртової барди - сушіння. Процес починається з подачі барди на розподільне сито, де вона фільтрується, а потім частина фільтрованої барди використовується для готування замісу. Густа частина барди, яка не фільтрується, разом з нефільтрованою бардою, направляється в збірник і подається на ділянку центрифугування. Перед центрифугуванням барда може пройти нагрів у пластинчастому розбірному теплообмінному апараті, а потім - на декантерні центрифуги.

Після цих кроків відфугована частина барди (кек) направляється в сушарку, а фугат, що залишився після центрифугування, зливається в збірник. Потім фугат підігрівається у паровому теплообмінному апараті і подається на перший щабель випарної станції. Після пройдених всіх щаблів випарної станції згущена барда направляється на сушіння [26].

Іноді процес не передбачає обробку на розділовому ситі. У цьому випадку частина фільтрату барди повертається для готування замісу, а решта операцій відбувається за вищезгаданою схемою.

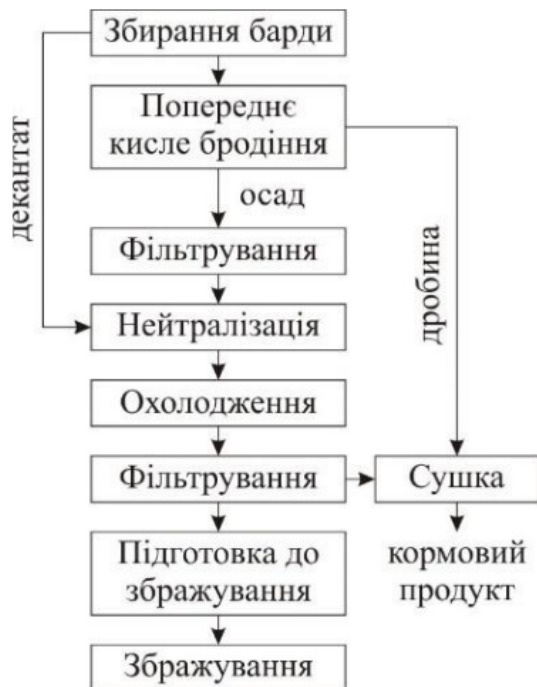


Рисунок 1.3 — Функціональна схема обробки барди

Інв. №поділ.	Підп. і дата	Взаєм. інв. №	Інв. №дубл.	Підп. і дата

Технологічна схема для одержання сухого продукту є важливою для формування якісних характеристик кормових продуктів. Ця схема складається з декількох ключових операцій:

Після нейтралізації, післяспиртова барда з концентрацією сухих речовин приблизно 7,5–8,0%, спочатку проходить через роздільне сито, де частина її фільтрується і використовується для готування замісу.

Густа частина відфільтрованої барди і не фільтрована барда зливаються в збірник, і суміш подається на ділянку центрифугування.

Перед центрифугуванням барда може бути нагріта у звичайному пластинчастому розбірному теплообмінному апараті, після чого направляється на декантерні центрифуги або центрифуги іншого типу. Після центрифугування відфугована частина барди (кек) направляється в сушарку, а фугат зливається в збірник і використовується для виготовлення культурального середовища або на стадію нейтралізації [27].

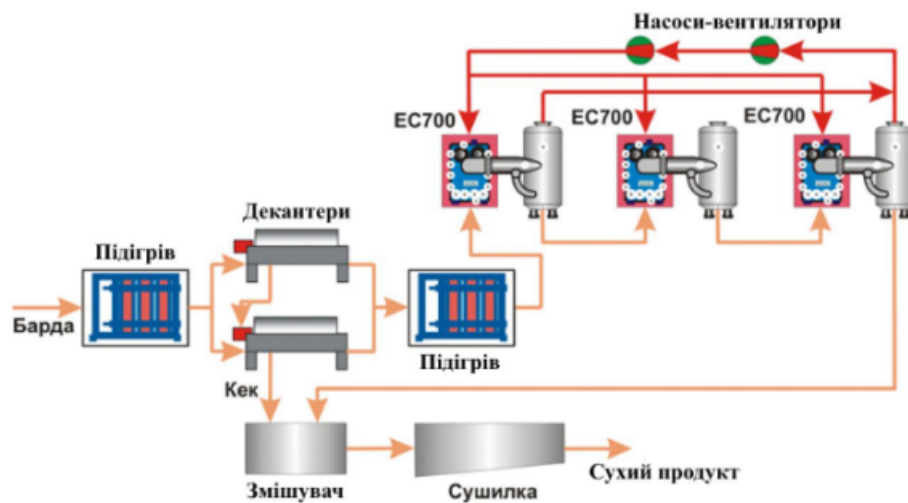


Рисунок 1.4 — Схема відділення утилізації післяспиртової барди з використанням декантерних центрифуг і пластинчастих випарних апаратів

Отже, розглянуті можливості поєднання енергозберігаючих рішень у сучасних технологіях враховують запропонований метод удосконалення концентрації сухих речовин спиртової барди. Метод з використанням

Підп. і дата
Взаєм.інв.№
Підп. і дата
Інв.№подл.







використанні крохмаловмісної сировини (рис. 1.6) метою підготовчої стадії є осахарювання крохмалю.

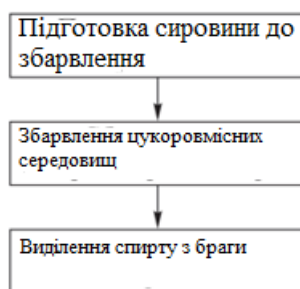


Рисунок 1.5 — Функціональна схема технологічного процесу отримання спирту [16]



Рисунок 1.6 — Функціональна схема технології переробки крохмалевмісної сировини на спирт [16]

Правильний підбір високоефективного теплообмінного обладнання багато в чому визначає продуктивність і економічність процесу в цілому. У виробництві спирту знайшли своє застосування більшість типів теплообмінних апаратів:

Підп. і дата	Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.
Підп. і дата	Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.
Вип	Арк	№ докум.

традиційні розбірні та паяні, розбірні ширококаналні, спіральні, пластинчасті випарники та конденсатори.

Найефективнішим і найсучаснішим є безперервно-потоківий спосіб, який підвищує продуктивність бродильного відділення, сприяє затриманню розвитку інфекції в масі та подовжує термін роботи бродильної батареї між профілактичними стерилізаціями обладнання (рис. 1.7).

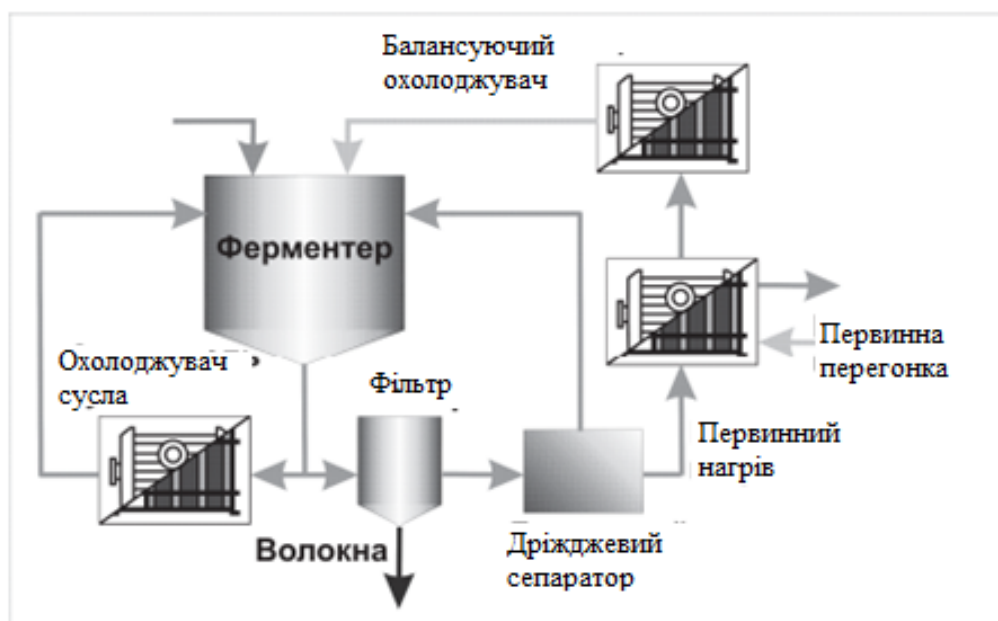


Рисунок 1.7 — Схема установки теплообмінників у процесі безперервно-потоківого методу ферментації [22]

Слід зазначити, що пластинчасті та спіральні теплообмінники, на відміну від застосовуваних кожухотрубних або теплообмінників «труба в трубі», мають низку важливих переваг: працюють з мінімальною різницею температур теплоносіїв і з вищим коефіцієнтом теплопередачі; мають високу стійкість до утворення відкладень і забруднень, що дозволяє працювати без необхідності частих зупинок на промивку та технічне обслуговування; займають набагато меншу кількість виробничих площ для розміщення, монтажу та обслуговування. Останнє особливо важливо в технологічному ланцюгу виробництва спирту,

Підп. і дата	
Взаєм.інв.№ Інв.№дубл.	
Підп. і дата	
Інв.№подл.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата
-----	-----	----------	-------	------

ТС 20510007

Арк  
23









корозійно-абразивне середовище, яка при русі інтенсивно руйнує трубопроводи і технологічні апарати.

Аналіз ефективності процесів утилізації спиртової барди показує, що комбіновані технології мають значний потенціал для оптимізації виробництва. Вибір конкретного методу залежить від наявних ресурсів, технологічних можливостей та екологічних вимог. Ефективна утилізація барди сприяє зменшенню негативного впливу на довкілля та підвищенню економічної вигоди виробництва етилового спирту [15].

Інв.№подел.	Підп. і дата	Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.	Підп. і дата	ТС 20510007	Арк
						27
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата		

## РОЗДІЛ 2 АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЙ УТИЛІЗАЦІЇ СПИРТОВОЇ БАРДИ В МОВАХ ТОВ «БУДИЛЬСЬКИЙ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИЙ ЗАВОД»

### 2.1 Загальна характеристика виробництва ТОВ «Будильський експериментальний завод»

Будильський експериментальний завод, єдиний в Україні виробничий об'єкт, який випускає біологічні добавки до пального – оксигенат моторного палива альтернативний (ОМП-А), знаходиться в Сумській області та належить ТОВ «Компанія «Еко-Енергія». Завод створений на базі спиртозаводу у Лебединському районі.

Таблиця 2.1 – Загальна інформація ТОВ «Будильський експериментальний завод»

Параметр	Значення
ЄДРПОУ	375177
Назва	ТОВАРИСТВО З ОБМЕЖЕНОЮ ВІДПОВІДАЛЬНІСТЮ "БУДИЛЬСЬКИЙ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИЙ ЗАВОД" (ТОВ "БУДИЛЬСЬКИЙ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИЙ ЗАВОД")
Організаційна форма	Товариство з обмеженою відповідальністю
Адреса	42238, СУМСЬКА область, ЛЕБЕДИНСЬКИЙ район, село БУДИЛКА, вулиця ЗАВОДСЬКА, будинок 1-Г
Запис в ЄДР	42238, Сумська обл., Лебединський р-н, С. Будилка, вул. Заводська, буд. 1-Г
Уповноважені особи	Дятленко Олексій Анатолійович - підписант (керівник; 13.05.2022; згідно статуту)
Статутний капітал	19 747 248.88 грн

Підп. і дата	
Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.
Підп. і дата	
Інв.№поодл.	

					ТС 20510007	Арк
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата		
					28	

Засновники	<p>ТОВ "ТД ГРІНЕР" / #43689769, 61109, Харківська обл., м. Харків, вул. Драгомирівська, буд. 31, Розмір внеску: 6 575 833.88 грн, 33.3% Георгіос Олейнікідіс (Греція) Дата Народження 29.11.1952 /00262641, Розмір внеску: 7 551 384.77 грн, 38.24% Дятленко Олексій Анатолійович, 42238, Сумська обл., Лебединський р-н, С. Будилка, Розмір внеску: 3 102 902.08 грн, 15.713% Дятленко Карина Олексіївна, 42238, Сумська обл., Лебединський р-н, С. Будилка, вул. Космонавтів, буд. 1, Розмір внеску: 2 517 128.15 грн, 12.747%</p>
Види діяльності	<p>68.20 Надання в оренду й експлуатацію власного чи орендованого нерухомого майна 20.14 Виробництво інших основних органічних хімічних речовин 38.21 Оброблення та видалення безпечних відходів 46.71 Оптова торгівля твердим, рідким, газоподібним паливом і подібними продуктами 46.75 Оптова торгівля хімічними продуктами 46.90 Неспеціалізована оптова торгівля 47.99 Інші види роздрібної торгівлі поза магазинами 68.10 Купівля та продаж власного нерухомого майна 77.11 Надання в оренду автомобілів і легкових автотранспортних засобів 77.12 Надання в оренду вантажних автомобілів 77.39 Надання в оренду інших машин, устаткування та товарів, н.в.і.у</p>

## Сертифікація виробництва

Процес виробництва включає численні біологічні та хімічні процеси. Продукція заводу сертифікована акредитованим випробувальним центром ДП «УкрНДІНП «Масма» та системою «УкрСепро». Персонал заводу пройшов

Підп. і дата	Підп. і дата	Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.	Інв.№поодл.

ТС 20510007

Арк

29

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата













3. Система технологічного очищення відпрацьованого теплоносія на базі циклона ЦН15 або аналогічного;

4. Система підготовки повітряного теплоносія на базі блока парових і водяних нагрівачів повітря;

5. Блок утилізації тепла фугата барди, виконаний на базі водяних нагрівачів повітря;

6. Мерезі системи подачі технологічної пари і відводу конденсату;

7. Система технологічних повітропроводів;

8. Технологічний транспорт;

9. Бункери зберігання готового продукту та фасування;

10. Допоміжні металоконструкції;

11. Система електропостачання;

12. АСУТП [25].

Склад і характеристики основного технологічного обладнання:

Сушарка статичного киплячого (псевдозрідженого) шару модернізованої моделі СКСТП-Б- призначена для сушіння концентрату спиртової зернової барди, що пройшов попередню сепарацію та зневоднення. Сушарка використовується в складі технологічної лінії, яка включає в себе, крім самої сушарки, наступні агрегати та системи:

- Подавач, який забезпечує рівномірну подачу та регулювання кількості вихідного матеріалу, що подається в сушарку;

- Автоматизований вузол нагрівання сушильного агента (повітря) технологічною парою та відведення конденсату або автоматизований газовий теплогенератор;

- Нагнітальний вентилятор;

- Систему/системи очищення відпрацьованого повітря;

- Систему трубопроводів подачі, відведення та регулювання кількості повітряного теплоносія;

Підп. і дата	
Інв. № добул.	
Взаєм. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. № добул.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата
-----	-----	----------	-------	------

ТС 20510007

Арк

35

- Систему автоматичного/напівавтоматичного регулювання тиску/витрати нагнітального повітря;
- Систему автоматичного/напівавтоматичного регулювання розрідження під склепінням сушарки;
- Систему цехового транспорту для подачі вихідного продукту на сушіння та відведення його після сушіння в зону складування та фасування;
- Систему автоматичного захисту та управління;
- Систему електропостачання;
- Систему газопостачання (при використанні природного газу як палива).

Основні технічні характеристики:

- Початкова відносна вологість концентрату, %, не більше 70
- Кінцева відносна вологість готового продукту, не більше, % 10
- Кількість випаруваної води, кг/год, не більше
- Середній час сушіння, хв: 25-45
- Середня температура відпрацьованого теплоносія, °С: 55
- Початкова температура концентрату, °С: 40
- Кінцева температура готового продукту, °С: 55
- Насипна щільність сухого матеріалу, кг/м<sup>3</sup>: 0,25-0,4
- Діапазон зміни гранулометричного складу матеріалу, мм: 0,1-2,0
- Годинна витрата сухого агента сушіння (повітря), не більше, кг/год: див.

табл. 1

- Максимально допустимий розмір конгломератів матеріалу, мм: не більше 20
- Кількість матеріалу, що виноситься в циклон, % (на кукурудзяній барді): див. табл. 1
- Кількість матеріалу, що виноситься в циклон, % (на житній барді): див. табл. 1

табл. 1

- Кількість запобіжних клапанів, шт: 1/2

Використовувані матеріали:

Інв. №подл.	Підп. і дата	Взаєм. інв. №	Інв. №дубл.	Підп. і дата	ТС 20510007				Арк
					Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

- Контактуючі з продуктом і парами: сталь AISI430, AISI304-316
- Конструкційні (рама, опори): сталь СТ1-5 СП/ПС
- Теплоізоляція лотка та корпусу: мати базальтові щільністю 35-50 кг/м<sup>3</sup>
- Захист утеплювача: лист оцинкований товщиною 0,5-0,55 мм
- Маса порожньої, не більше,
- Габаритні розміри, мм (ДхШхВ)

Продуктивність центрифуги в конкретному випадку, її коефіцієнт уловлювання зважених речовин та вологість твердого концентрату залежать від використовуваного зернового матеріалу, ступеня його помелу, вмісту зважених речовин у нативній барді та налаштувань самої центрифуги. Остаточні характеристики центрифуги підлягають погодженню при замовленні та визначаються під час виконання пусконаладжувальних робіт.

Система технологічної вентиляції (СТВ) призначена для забезпечення сушарки технологічним теплоносієм із заданими параметрами, відведення та очищення використаного теплоносія. Конструктивно розробляється окремо для кожного проекту та залежить від взаємного розташування вузлів і агрегатів.

Димосос. Груповий циклон ЦН-15 або аналогічний. Призначений для технологічного очищення відпрацьованого теплоносія від порівняно великих включень матеріалу. Повинен бути виготовлений з корозійностійкої сталі у вибухобезпечному виконанні. Має бути укомплектований шибєрним затвором та утеплений після монтажу в технологічну лінію.

Склад функцій, що виконуються АСУ ТП.

АСУТП ділянки сепарації виконує наступні основні функції:

- ручний/автоматичний пуск/зупинка технологічного обладнання за заданим алгоритмом;
- контроль і блокування спрацьовувань;
- реалізація контурів автоматичного/напівавтоматичного регулювання;
- регулювання температури теплоносія;
- регулювання витрати свіжого теплоносія;

Інв. №поділ.	Підп. і дата	Взаєм. інв. №	Інв. №дубл.	Підп. і дата	ТС 20510007				Арк
					Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

- регулювання розрідження під склепінням сушильного апарата;
- ідентифікація нештатних та аварійних режимів роботи.

### Електропостачання

Сумарна встановлена потужність приймачів електроенергії – див. табл.1;  
 Вид електроенергії – 220/380 В, 50 Гц. Якість електроенергії - згідно з ГОСТ 13109-97. Категорія об'єкта за надійністю електропостачання –

Технологічне обладнання встановлено у закритому опалюваному/неопалюваному приміщенні, що запобігає безпосередньому впливу атмосферних опадів.

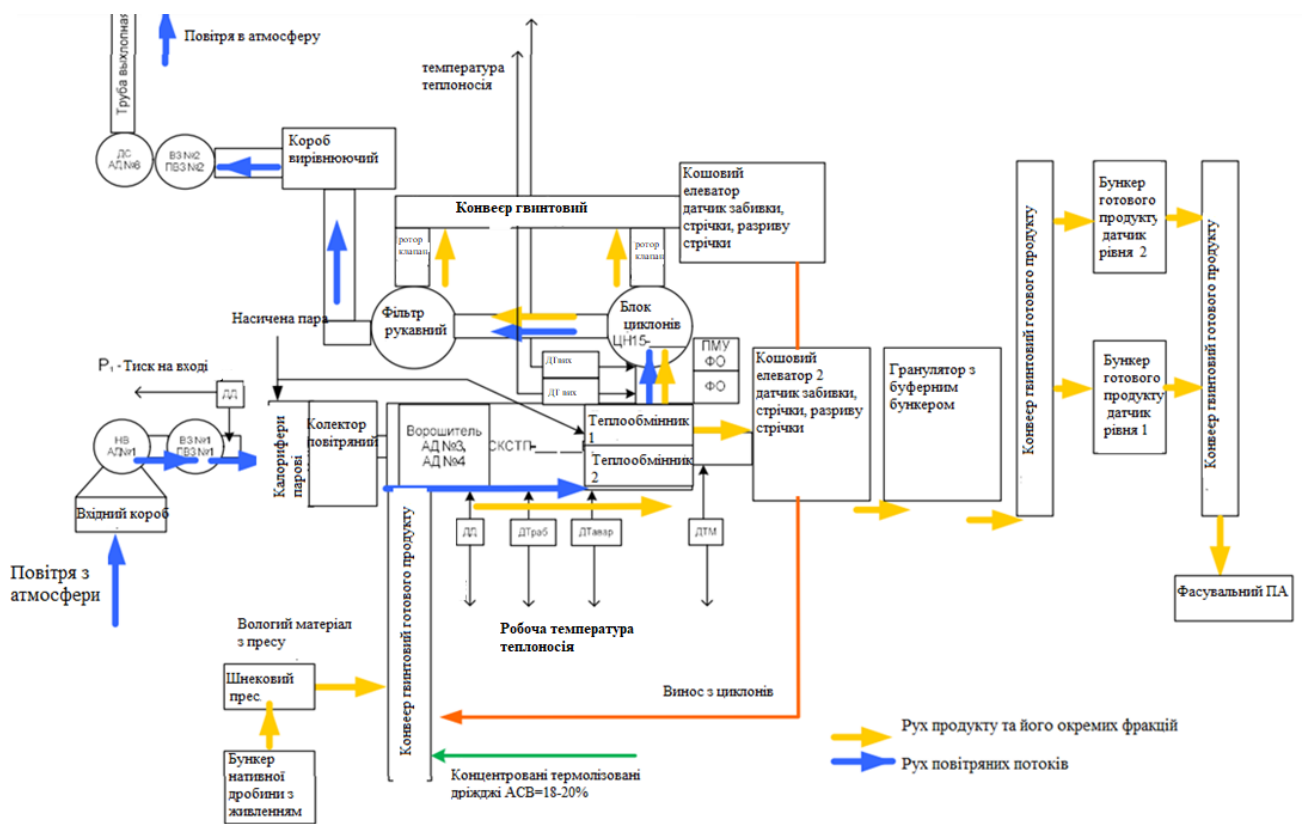


Рисунок 2.1 — Структурна схема технологічної ділянки, що використовує насичену пару як основне джерело тепла

Технологія утилізації спиртової зернової барди на основі технологічної ділянки, що використовує насичену пару як основне джерело тепла

Структурна схема ділянки утилізації [26]

Ця ділянка складається з наступних основних технологічних вузлів:

Підп. і дата
Взаєм.інв.№ Інв.Модубл.
Підп. і дата
Взаєм.інв.№
Підп. і дата
Взаєм.інв.№
Підп. і дата
Взаєм.інв.№
Підп. і дата
Взаєм.інв.№

ТС 20510007

Арк

38







## РОЗДІЛ 3 ПРОГРЕСИВНІ МЕТОДИ УТИЛІЗАЦІЇ СПИРТОВОЇ БАРДИ

### 3.1 Аналіз енсучасних методів утилізації

При виробництві спирту, після стадії дистиляції/ректифікації на виході присутні кілька продуктів: основний продукт етиловий спирт і ряд побічних продуктів, таких як ефірно-альдегідна фракція, сивушне масло та післяспиртова барда. Якщо сивушне масло та ефірно-альдегідна фракція складають на сучасних ректифікаційних установках 1-3% від загальної кількості випущеного етилового спирту, то кількість рідкої післяспиртової барди приблизно в 10-12 разів більше кількості етилового спирту (рис. 3.1).

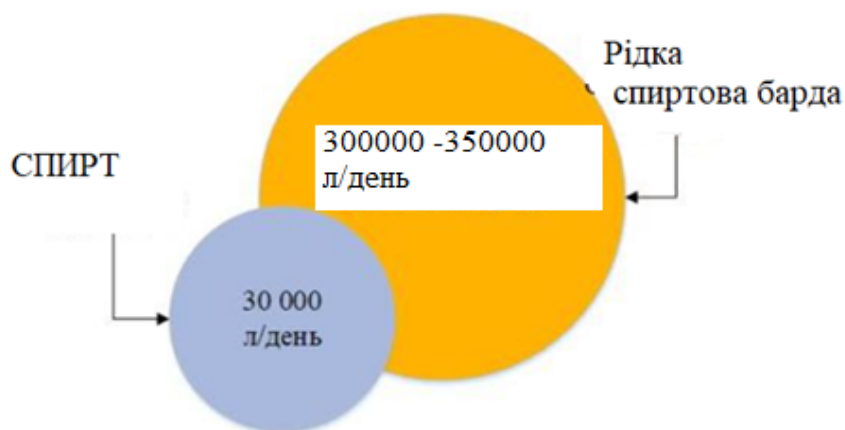


Рисунок 3.1 — Порівняльна діаграма кількості випущеного етилового спирту до кількості рідкої післяспиртової барди.

Переробка та утилізація післяспиртової барди завжди була надзвичайною проблемою, оскільки скидання післяспиртової барди призводило до значного екологічного забруднення навколишнього середовища, а транспортування барди в рідкому вигляді на великі відстані економічно недоцільне [28].

Підп. і дата	
Взаєм.інв.№	
Підп. і дата	
Інв.№подл.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата
-----	-----	----------	-------	------

ТС 20510007

Арк

41



Таблиця 3.3 – Вміст вуглеводів, макро- та мікроелементів у післяспиртовій барді

Барда післяспиртова суха							
Вміст вуглеводів							
Найменування показника	Крахмаль, %	Цукор, %	Геміцелюлоза, %	Целюлоза, %		Лигнін, %	
Значення показника	2,86	4,06	4,97	6,60		2,77	
Вміст біогенних макро- і мікроелементів							
Найменування показника	Кальцій, г/кг	Фосфор, г/кг	Магній, г/кг	Залізо, мг/кг	Цинк, мг/кг	Марганець, мг/кг	Мідь, мг/кг
Значення показника	0,60	3,3	0,29	1003,06	33,04	18,91	14,70

Методи переробки післяспиртової барди можна умовно розділити на кілька типів схем (рис. 3.2) [5]:

- з використанням біотехнологічних операцій;
- заснованих на фізичних методах.

Підп. і дата	
Інв. № докл.	
Взаєм. інв. №	
Інв. № доубл.	
Підп. і дата	
Інв. № доудл.	



Рисунок 3.2 — Методи переробки післяспиртової барди [38]

В їхню основу покладено вже відомі методи, як-от вирощування кормових дріжджів на субстраті, розділення рідкої та твердої фази на центрифугах, сушіння продукції.

Схеми з використанням біотехнологічних операцій [2].

Сутністю схеми з отриманням кормових дріжджів (рис. 3.3) є забезпечення утилізації більшості розчинених органічних сполук барди та переведення їх у засвоюваний кормовий білок у вигляді кормових дріжджів.

Після вирощування дріжджів проходить стадія розділення твердої фази (кек) і рідкої (фугат). Наступним етапом йде найбільш енергоємний процес сушіння твердої фази. Рідку фазу на різних підприємствах можуть переробляти по-різному: частково повертають у виробництво, направляють на очисні споруди, випарюють [2].

Підп. і дата	
Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.
Підп. і дата	
Інв.№подл.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата
-----	-----	----------	-------	------

ТС 20510007

Арк

44

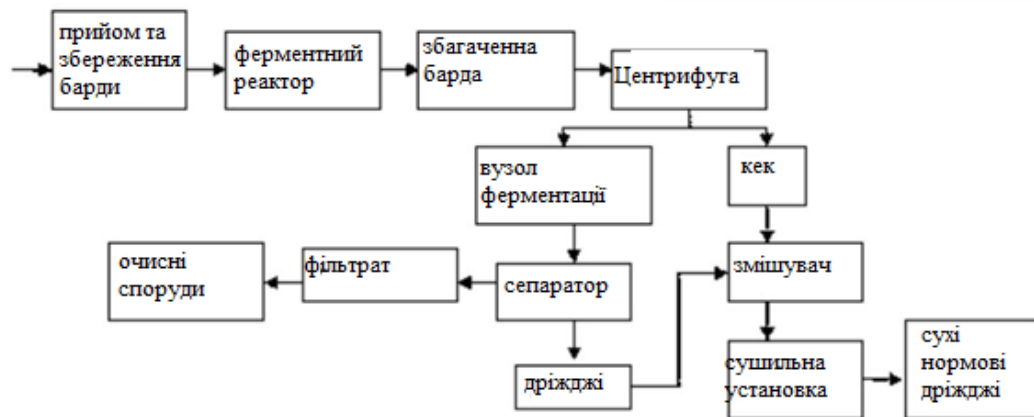


Рисунок 3.3 — Схема переробки післяспиртової барди з отриманням кормових дріжджів

Технологія переробки барди на біогаз (рис. 3.4) заснована на анаеробному бродінні (бродінні без доступу кисню).

Барда подається в спеціальні ємності, в які вводяться анаеробні бактерії. Бактерії, поїдаючи поживні речовини, що містяться в барді, виробляють біогаз. Біогаз може використовуватися для виробництва електроенергії або теплової енергії шляхом спалювання в заводських котельнях, а осад, що випадає, може бути використаний як високоякісне добриво. Перевагою цього методу переробки є відносно низькі експлуатаційні витрати та простота експлуатації [2].

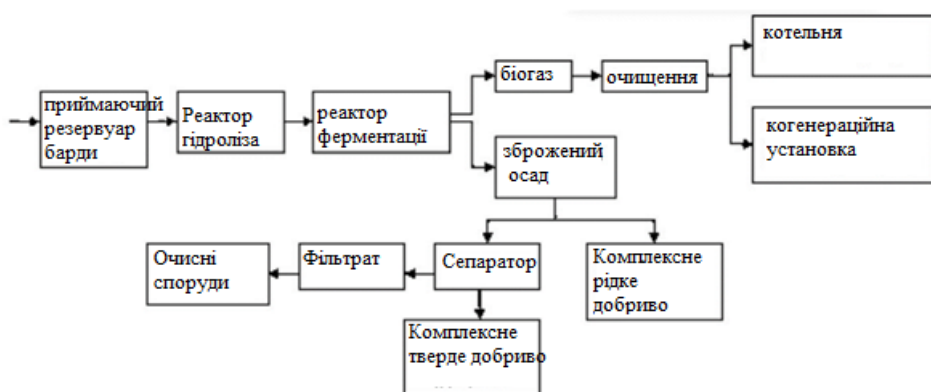


Рисунок 3.4 — Схема переробки післяспиртової барди на біогаз

Підп. і дата	Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.
Підп. і дата		
Інв.№подл.		

ТС 20510007

Арк

Вип Арк № докум. Підп. Дата

45

Схеми, засновані на фізичних методах.

Технологічна схема переробки спиртової барди із сепаруванням і фільтрацією (рис.3.5) полягає в такому: післяспиртова зернова барда з бардосховища подається поршневим насосом трубопроводом у сепаратор, установлений на пресі барди, де розділяється на дві фази: фугат - із низьким умістом твердих речовин, вологий концентрат - збагачений за твердою речовиною.

Після сепаратора вологий концентрат надходить у прес, де відбувається подальше відділення вологи. Після преса барда подається в інфрачервону сушильну установку, в якій продукт зневоднюється до 7-10% залишкової вологості [33].

Далі висушена барда надходить на прес-гранулятор, де отримують кінцевий продукт - гранули. У технології передбачено отримання замість гранули кормового борошна, при цьому суха барда пропускається через млинові установки. Готову продукцію фасують і упаковують у тару, що задовольняє вимоги споживача [2].



Рисунок 3.5 — Схема переробки післяспиртової барди з сепаруванням і фільтрацією

Технологія «упарювання фугату» у випарних станціях найпоширеніша (рис. 6). Цільна барда (після стадії ректифікації) розділяється на тверду та рідку фазу, після чого тверда фаза висушується [2].

Підп. і дата
Взаєм.інв.№
Інв.№подл.
Вип
Арк
№ докум.
Підп.
Дата



Рисунок 3.6 — Схема переробки післяспиртової барди з «упарюванням фугату» у випарних станціях

Комбінована схема переробки барди (рис. 3.7).

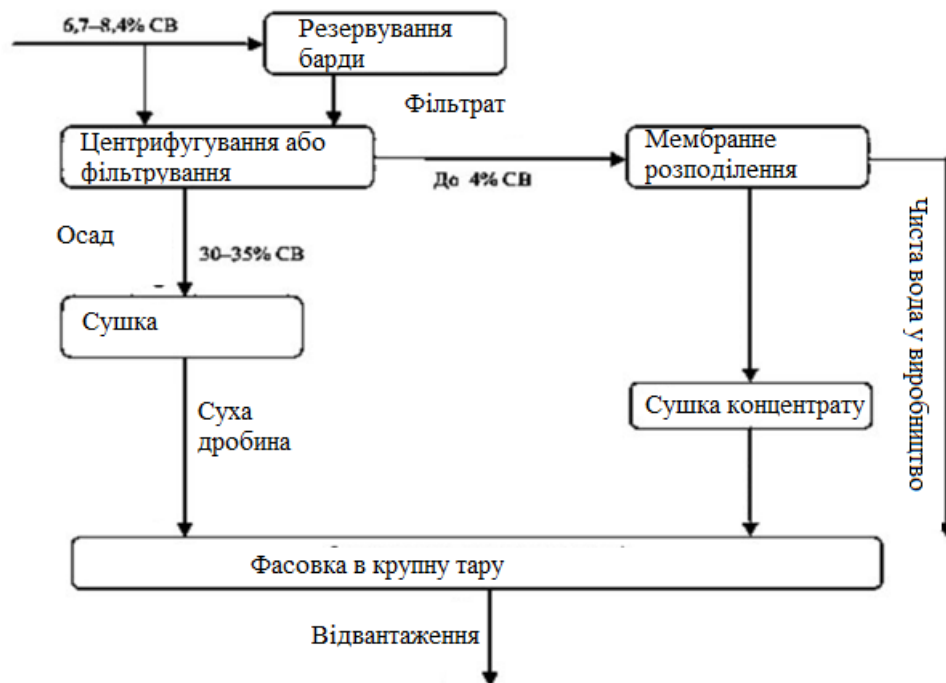


Рисунок 3.7 — Комбінована схема переробки післяспиртової барди

Відносно недавно розроблено технологію, яка передбачає переробку післяспиртової барди на сухий дріжджовий кормовий концентрат (ДКК). ДКК - це суміш твердої фази барди, з вирощеними на основі фугату кормовими дріжджами. Введення дріжджів як біологічно активної добавки в «кек» дає змогу одержувати готовий кормовий продукт, що значно перевершує за біологічною цінністю і засвоюваністю DDGS.

Інв. №поділ.	Підп. і дата
Взаєм. інв. №	Підп. і дата
Інв. №дубл.	Підп. і дата

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата
-----	-----	----------	-------	------

Запропонована схема дає змогу значною мірою економити енергоресурси в процесі переробки барди. Економія енергоресурсів здійснюється, в основному, за рахунок «механічного» виділення води з фугату і застосування для сушіння низькотемпературних стрічкових конвеєрних сушарок, які мають енергоспоживання в 4-6 разів нижче, ніж розпилювальні сушарки [1].

Порівняльний аналіз описаних методів переробки післяспиртової барди наведено в таблиці 4 [1].

Таблиця 3.4 – Порівняльний аналіз технологій переробки барди

Технології переробки барди	Енергоефективність	Вартість впровадження	Вартість експлуатації, собівартість продукту	Простота експлуатації	Необхідна виробнича площа
З отриманням кормових дріжджів	2	4	1	3	4
З випарними станціями та сушінням	1	5	1	4	4
З виробництвом біогазу	5	3	5	1	1
Із сепаруванням і фільтрацією	3	2	2	2	2
Комбінована схема	4	2	1	2	2

Вибір тієї чи іншої технології переробки післяспиртової барди залежить від напрямку діяльності підприємства, а також від технологічної схеми виробництва продукції, що випускається. Тому перш ніж віддати перевагу тій чи іншій схемі утилізації, слід враховувати специфіку свого напрямку і можливість реалізації впровадження технології на своєму виробництві, як з економічного, так і з виробничого аспекту [22].

Підп. і дата	
Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.
Підп. і дата	
Інв.№подл.	









- Висушений осад (DDG – Distillers Dried Grains).
- Висушену освітлену барду (DDS – Distillers Dried Solubles).
- Висушену барду разом з осадом (DDGS – Distillers Dried Grains with Solubles).
- Сгущену освітлену барду з вмістом сухих речовин від 30 до 40 % (CDS – Condensed Distillers Solubles).

На закордонних заводах з виробництва біоетанолу виробляють усі зазначені види продуктів відповідно до місцевого попиту. Проте найчастіше зернову барду переробляють у DDGS, оскільки це найповноцінніший, зручний для транспортування та тривалого зберігання кормовий продукт.

Першим етапом технології переробки барди є її декантація – розділення на осад (wet cake) та освітлену барду (thin stillage).

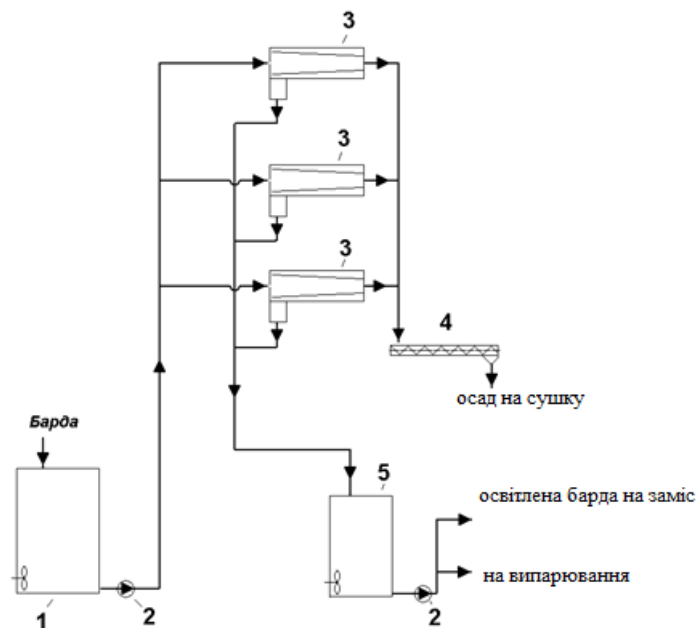


Рисунок 3.8 — Схема ділянки декантації барди: 1 - збірник нативної барди; 2 - насос; 3 - центрифуга-декантатор; 4 - транспортер; 5 - збірник освітленої барди.

Декантація барди: процес та обладнання

Підп. і дата	Підп. і дата
Взаєм.інв.№	Взаєм.інв.№
Інв.№подл.	Інв.№подл.

Зазвичай декантація здійснюється в осаджувальних горизонтальних шнекових центрифугах безперервної дії. На цьому обладнанні можна отримати осад з приблизно 70%-ною вологістю. Осад барди інколи використовують у сирому вигляді як корм на прилеглих тваринницьких господарствах під назвою DWG (Distillers Wet Grains).

Зазвичай встановлюють 2-4 центрифуги, одна з яких перебуває в резерві. Барда з збірника насосом подається на центрифуги. Температура барди коливається в межах 50-95°C, залежно від схеми використання її тепла для підігріву інших технологічних напівпродуктів (наприклад, бражки). Освітлена барда стікає у збірник, а осад транспортером подається на сушку.

Баланс продуктів на стадії декантації барди виглядає наступним чином (рис. 2). Приведено баланс діючого заводу з виробничою потужністю 320 м<sup>3</sup> біоетанолу на добу, де сировиною є кукурудза. У барді біоетанольних заводів підвищений вміст сухих речовин (12-13%) порівняно з заводами харчового спирту (7-9%). Це пояснюється поверненням частини барди на заміс, що рідко застосовується на заводах харчового спирту через побоювання погіршити його якість.

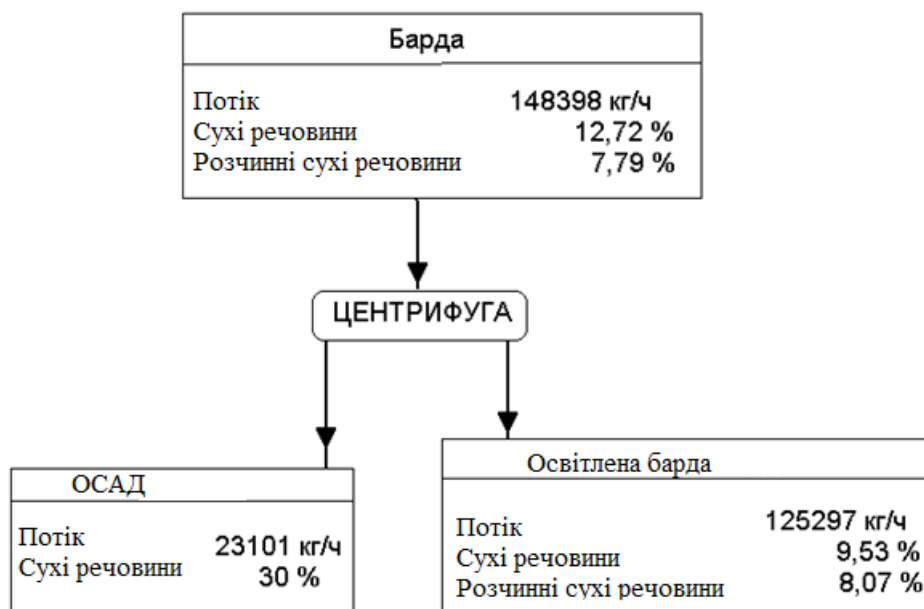


Рисунок 3.9 — Обробка освітленої барди: процес згущення [53]

Підп. і дата	Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.
Підп. і дата		
Інв.№подл.		

Освітлена барда частково (близько 30%) повертається для приготування замісу. Решту направляють на згущення шляхом випарювання води на вакуум-випарній установці.

Згущення барди є дуже енерговитратним процесом. Для його здійснення використовуються випарні установки, які максимально ефективно використовують теплову енергію. Такий підхід вимагає значних витрат на теплообмінну апаратуру, але дозволяє знизити поточні витрати на енергоносії та уникнути забруднення навколишнього середовища відходами виробництва. Вартість обладнання для переробки барди становить понад 35% вартості всього технологічного обладнання заводу біостанолу.

Існують дві основні теплові схеми для випарювання освітленої барди. За першою схемою, робота випарної установки забезпечується теплотою пароповітряної суміші від сушарки барди. За другою – теплотою свіжого котельного пару, а вторинний пар від випарної установки використовується для обігріву колон у відділенні брагоректифікації.

Розглянемо схему випарювання барди за рахунок вторинної теплоти сушарки.

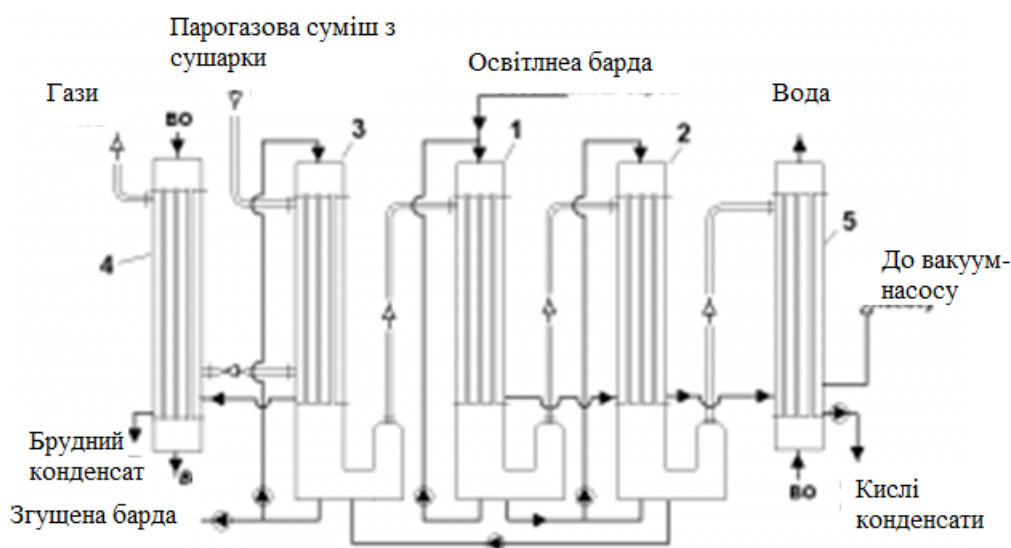


Рисунок 3.10 — Установка для концентрування барди за рахунок теплоти відхідних газів сушарки: 1,2,3 - корпуси випарної установки; 4 - конденсатор

Підп. і дата	Підп. і дата
Взаєм.інв.№	Взаєм.інв.№
Інв.№подл.	Інв.№подл.

TC 20510007				Арк	
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата	54

парогазової суміші; 5 - конденсатор парів третього корпусу. ВО - вода охолоджувальна

### Конструкції сушарок та випарних установок

Конструкції сушарок будуть обговорені нижче, але спільним для них є те, що вихідний потік парогазової суміші має достатній тепловий потенціал для випарювання барди. Зазвичай це сушарки, обігріті за рахунок спалювання природного газу або рідкого палива.

На рис. 3.11 цифрами 1, 2 і 3 позначені відповідно перший, другий і третій випарні апарати (корпуси) установки. Конструкція випарних апаратів – з падаючою плівкою випаровуваної рідини та примусовою циркуляцією. Перший корпус обігрівається парогазовою сумішшю із сушарки з температурою 80...95°C. Водяна пара конденсується в першому корпусі, а гази виходять у теплообмінник 4, охолоджуються водою і викидаються в атмосферу. У третьому корпусі випарюється розчин, який вже частково згущений у першому і другому корпусах. Освітлена барда після декантації подається в перший корпус установки, який обігрівається вторинною парою з третього корпусу. Другий корпус обігрівається вторинною парою з першого, а вторинна пара з другого корпусу надходить у конденсатор 5, охолоджуваний водою і знаходиться під вакуумом. Конденсати вторинної пари з першого, другого корпусів і конденсатора 5 називаються кислими конденсатами і використовуються для приготування замісу. Конденсати з третього корпусу і конденсатора 4, що утворилися з парогазової суміші, відводяться окремо і направляються на очищення.

Характерною особливістю установки є малі температурні перепади між нагрівальною парою і рідиною через невелику різницю температур між парою в першому корпусі та парою в конденсаторі 5. З одного боку, це вимагає великих поверхонь теплообміну апаратів і примусової циркуляції. З іншого боку, це зменшує термічне розкладання продукту і забруднення поверхонь теплообміну.

Такі випарні установки не пов'язані тепловими потоками з ділянками брагоректифікації та зневоднення етанолу. Разом із сушильним агрегатом вони

Інв. №поділ.	Підп. і дата	Взаєм. інв. №	Інв. №дубл.	Підп. і дата
--------------	--------------	---------------	-------------	--------------

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата	ТС 20510007	Арк
						55

утворюють окремий технологічний блок, який може проектуватися і будуватися у другу чергу.

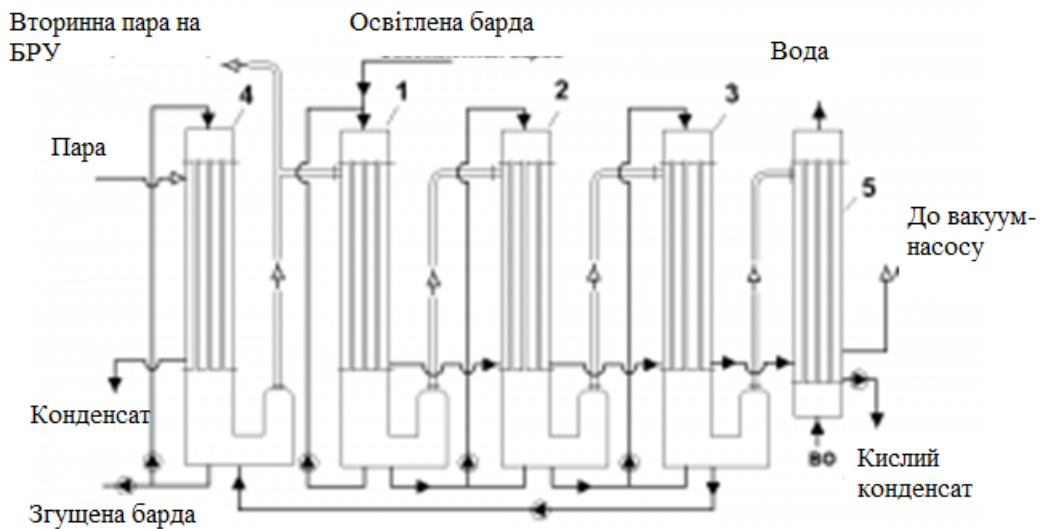


Рисунок 3.11 — Схема згущення барди – інтегрована з тепловими потоками брагоректифікації та зневоднення біоетанолу, а також іншими технологічними ділянками: 1,2,3,4 - корпуси випарної установки; 5 - конденсатор парів третього корпусу. ВО - вода охолоджувальна.

### Випарювання та сушка барди: методи та обладнання

Нагрівання четвертого корпусу випарної установки здійснюється котельною парою. Частина вторинної пари четвертого корпусу, а іноді другого і третього, використовується на інших технологічних ділянках – для обігріву колон, що працюють під вакуумом, підігріву напівпродуктів. Такі випарні установки застосовуються у випадках, коли встановлюються парові сушарки для барди, теплоту вихлопу яких використовувати недоцільно.

Для сушки суміші згущеної барди та осаду застосовуються різні типи сушарок: барабанні, кільцеві, сушарки з непрямим нагрівом висушуваного матеріалу, вакуумні сушарки.

Як сушильний агент використовуються продукти згоряння природного газу в суміші з повітрям або (частіше) підігріте в калориферах повітря. У другому випадку продукт більшою мірою відповідає ветеринарним вимогам.

Підп. і дата	
Взаєм.інв.№	
Інв.№подл.	
Підп. і дата	
Вип	Арк



Для отримання кормового продукту високої якості необхідно уникати його нагрівання вище 65-70°C. В іншому випадку через протікання реакції Майяра в ньому збільшується кількість неперетравлюваного протеїну. Найбільш щадний режим сушки забезпечують барабанні та кільцеві сушарки, в які подається гаряче повітря. Друге місце за якістю висушеного продукту займають вакуумні сушарки з непрямим нагрівом низькопотенційною парою. Однак, незважаючи на високу енергетичну ефективність, вони є металомісткими та складними в експлуатації.

Сушарки під атмосферним тиском з непрямим нагрівом допускають вищу температуру нагріву висушуваного продукту, що може знижувати його якість.

Іноді для досягнення високої якості застосовується двоступеневий процес. На першій ступені матеріал сушать гарячим повітрям, підігрітим продуктами згоряння, пароповітряна суміш першої ступені використовується для випарювання освітленої барди, а на другій ступені сушка проводиться теплим повітрям після парового калорифера.

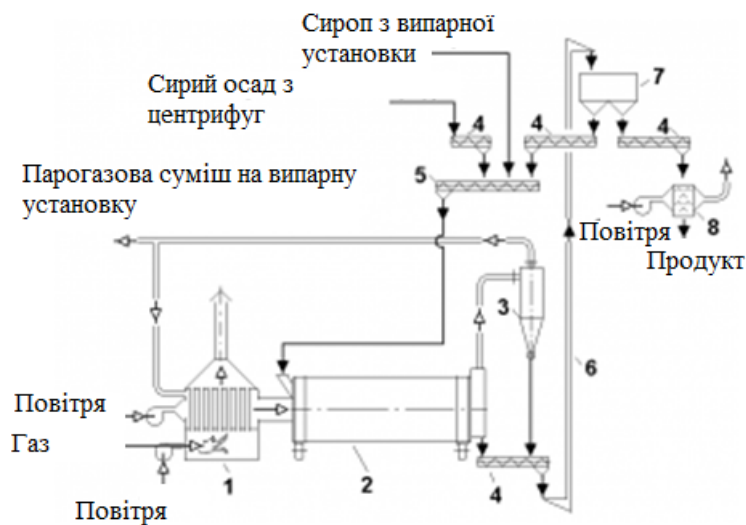


Рисунок 3.13 — Схема сушіння барди із застосуванням барабанної сушарки: 1 - топка і калорифер; 2 - сушильний барабан; 3 - циклон (пастка); 4 - транспортер; 5 - змішувач сиропу, осаду і сухого продукту; 6 - норія; 7 - проміжний бункер; 8 - охолоджувач продукту

Підп. і дата	Підп. і дата
Взаєм.інв.№	Взаєм.інв.№
Інв.№подл.	Інв.№подл.



## РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

### 4.1 Техніка безпеки під час роботи

Для забезпечення безпечної експлуатації обладнання слід дотримуватися інструкцій та рекомендацій з технічного обслуговування. Ремонт і технічне обслуговування повинні проводитися тільки при відключеній електроенергії. У разі виникнення будь-яких несправностей необхідно негайно вимкнути обладнання. Під час роботи використовувати тільки стандартні інструменти та пристрої, не застосовувати заборонені методи. Не відволікатися самому і не відволікати інших сторонніми справами та розмовами. Відпочивати лише у спеціально відведених для цього місцях.

Вимоги безпеки після завершення роботи. Автоматизувати керування обладнанням. Вивісити попереджувальні знаки безпеки в місцях, де виявлено та не усунуто порушення. Навести порядок на робочому місці, очистити інструменти та пристрої, розмістити їх у відведених місцях. Зняти спецодяг та засоби індивідуального захисту, привести їх у порядок. Вимити руки та обличчя теплою водою з милом, прийняти душ [20].

Безпека в надзвичайних ситуаціях. Не торкатися до проводів, що лежать на підлозі або звисають. При виявленні обриву або ненадійного кріплення заземлюючого провідника, оголених дротів, пошкоджених електроустановок негайно повідомити керівника робіт і не вмикати обладнання до усунення несправності. У разі припинення подачі електроенергії, появи сторонніх шумів, вібрацій, запаху гару або аварії слід вимкнути обладнання та повідомити керівника робіт. У темний час доби користуватися ліхтарями з акумуляторним або батарейним живленням. Не використовувати ліхтарі "кажан" і стеаринові свічки без пожежозахисних корпусів.

Підп. і дата	
Взаєм.інв.№	Інв.№одубл.
Підп. і дата	
Інв.№подл.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата
-----	-----	----------	-------	------

ТС 20510007

Арк

59

















9. Голуб, Н. Б.; Потапова, М. В. Вплив співвідношення косубстратів на вихід біогазу при утилізації післяспиртової барди. Відновлювана енергетика 2017, 49 (2), с 90–97.
10. Голуб, Н. Б.; Потапова, М. В. Одержання біогазу з відходів спиртового виробництва. Проблеми сучасної енергетики і автоматики в системі природокористування (теорія, практика, історія, освіта, Тези Доповідей VII Міжнародної Науково-технічної Конференції, Травень 23-27, 2018, Київ, Україна; НУБіП : Київ, 2018; с 32–33.
11. ДСТУ 4221:2003. Спирт етиловий ректифікований. Технічні умови. [Чинний від 2004-10-01]. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2004. 8 с. (Національний стандарт України).
12. Дубровін В.О. Розвиток технологій використання рослинницької продукції на енергетичні потреби в Україні / В.О. Дубровін // Аграрна наука і освіта.- 2004. –Т.5. –№ 1-2.– С.86-91.
13. Загальні технології харчових виробництв: підручник / В.А. Домарецький та ін. Київ: Університет «Україна», 2010. 814 с.
14. Запольський А. К. Фізико – хімічні основи технології очищення стічних вод: Підручник. / А. К. Запольського. – К.: Лібра, 2000. – 552 с.
15. Запольський А.К., Салюк А.І. Основи екології / за ред. А.М. Ситника. Київ: Вища школа, 2001. 358 с.
16. Ісаєнко В.М., Маринченко В.О., Семененко В.Ф. Дослідження з використання фільтрату барди для приготування замісу в технології зернового спирту. Харчова промисловість. Київ. №46. 2001. С. 104-106.
17. Калетник Г.М. Біопаливна галузь і енергетична та продовольча безпека України. / Г.М. Калетник. // Вісник аграрної науки. – 2009. – №8. – С.62- 64
18. Куріс Ю.В. Переваги біотехнологій у розв'язанні енергетичних питань / Ю.В. Куріс // Праці ювілейної XXX міжнародної науково технічної конференції 'Запоріжсталь XXX'. - Запоріжжя: Запоріжсталь. - 2003. - 53-57с

Підп. і дага	
Взаєм.інв.№	
Підп. і дага	
Інв.№поодл.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата	ТС 20510007	Арк
						67

- 19.Марцинкевич В. Поводження з відходами тваринництва: переваги технології анаеробного зброджування / В. Марцинкевич, Н. Коломієць // К.: НЕЦУ. – 2015. – 20 с
- 20.Купчик М.П., Гандзюк М.П., Степанець І.Ф. Основи охорони праці: підручник. Київ: Основа, 2000. 416 с.
- 21.Михайлів А.П., Зубакова Т.І., Левандовський Л.В. Технологічні параметри прояснення фільтрату зернової барди при його повторному використанні. Матеріали 74-ї наукової конференції молодих учених, аспірантів і студентів «Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у ХХІ столітті» 21-22 квітня 2008 р. Київ: НУХТ, 2008. ч.2. С. 314-315.
- 22.Пирог Т.П. Мікробіологія харчових виробництв / за ред. Т.П. Пирог: навч. посіб. Вінниця: Нова книга, 2007. 464 с.
- 23.Повторне використання барди для приготування замісу / С.Т. Олійчук та ін. Харчова і переробна промисловість. №7. 1999. С.22-23.
- 24.Потапова, М. В.; Голуб, Н. Б. Отримання альтернативних джерел енергії з відходів спиртового виробництва. Нетрадиційні і поновлювані джерела енергії як альтернативні первинним джерелам енергії в регіоні, Тези Доповідей Дев'ятої Міжнародної Науково-практичної Конференції, Квітень 6-7, 2017, Львів, Україна; НУ «Львівська політехніка» : Львів, 2017; с 151–154. (Особистий внесок – брала участь в підготовці тез).
- 25.Пріщенко О.П., Черногор Т.Т., Бухкало С.І. Деякі особливості проведення кореляційного аналізу. Інформаційні технології: наука, техніка, технології, освіта, здоров'я: тези доповідей ХХVІІ Міжн. н-практ. конференції (MicroCAD-2019), 15–17 мая 2019 р.: у 4 ч. Ч. II. / за ред. проф. Сокола Є.І. – Харків: НТУ «ХПІ». С. 320.
- 26.Рімарєва Л.В. Стан та перспективи розвитку сучасних технологій в спиртовому виробництві / Л.В. Рімарєва // Виробництво спирту та лікерогорілчанних виробів. – 2005. – № 1. – С. 4-8.

Підп. і дата	
Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.
Підп. і дата	
Інв.№поодл.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата	ТС 20510007	Арк
						68



- 34.Спосіб перероблення зерна в спирт етиловий і кормовий продукт: пат. на винахід 66062 Україна / В.В. Ліптус, С.Т. Олійнічук, Л.В. Ткаченко, О.А.
- 35.Спосіб утилізації барди зерно спиртового виробництва: пат. на винахід 54879 Україна / В.В. Ліптус, О.А. Дудник, О.А. Говорова, М.І. Кошель.
- 36.Сухенко Ю. Г. Надійність і довговічність устаткування харчових і переробних виробництв: Підручник. /Ю. Г. Сухенко, О. А. Литвиненко, В. Ю. Сухенко; під ред. професора Ю. Г. Сухенка. – К.: НУХТ, 2010.– 547 с.
- 37.Сухенко Ю.Г. Автоматизований міні-завод для виробництва дизельного біопалива [Текст] / Ю. Г. Сухенко, В. Ю. Сухенко, Ю. І. Бойко //Наукові, науково-технічні і інноваційні розробки НУХТ.- Київ, НУХТ, 2008.- С. 161-163.
- 38.Сухенко Ю.Г. Завод для виробництва дизельного біопалива / [Текст] /Ю.Г. Сухенко, В.Ю. Сухенко, Ю.І. Бойко/ Науковотехнічні розробки та інноваційні технології НУХТ. –К.: НУХТ, 2008. - С.55-56.
- 39.Сухенко Ю.Г. Проектування реакторів з механічними змішувачами для виробництва дизельного біопалива / Ю.Г. Сухенко, М.М. Муштрук, В.Ю. Сухенко // Научно-практический журнал «Продовольча індустрія АПК», № 1 – 2/ 2015 С. 8 – 14.
- 40.Сухенко Ю.Г., Серьогін О.О., Сухенко В.Ю., Рябоконт Н.В. Ресурсозберігаючі технології в харчових і переробних виробництвах: [Підручник] / За ред. проф. О.О.Серьогіна. – К.: ЦП «КОМПРИНТ», 2016. – 338 с
- 41.Технологічна інструкція виробництва спиртових бражок при низькотемпературному розварюванню крохмалевмісної сировини з використанням концентрованих ферментних препаратів. Київ: Укрспиртбіопрод, 1999. 84 с.
- 42.Технологічний регламент на виробництво спирту із крохмалевмісної сировини. Київ: Укрспиртбіопрод, 2001. 144 с.

Підп. і дата	
Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.
Підп. і дата	
Інв.№подел.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата
-----	-----	----------	-------	------

ТС 20510007

Арк

70



53.V. Dubrovin, M. Melnychuk. Agricultural & environmental engineering for Bioenergy Production / Proceedings of the 33TH CIOSTA & 5TH cigr Conference. – Reggio Calabria. – 2009. – Vol. 2. – P. 1121-1123

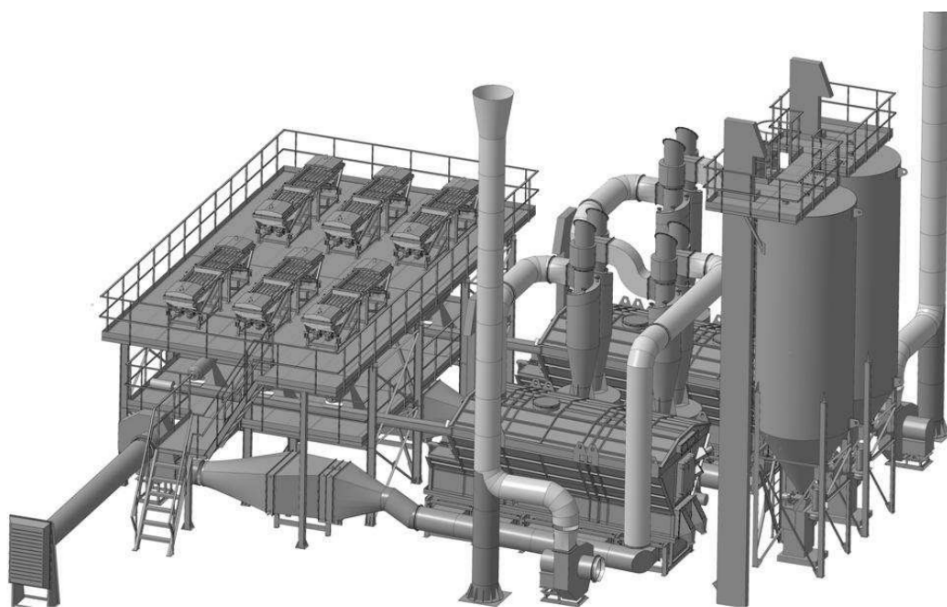
Инв.№подл.	Підп. і дата	Взаєм.інв.№	Инв.№дубл.	Підп. і дата	ТС 20510007	Арк
						72
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата		



## ДОДАТКИ



Додаток 1 – СКСТП-0,75-500Б у складі лінії



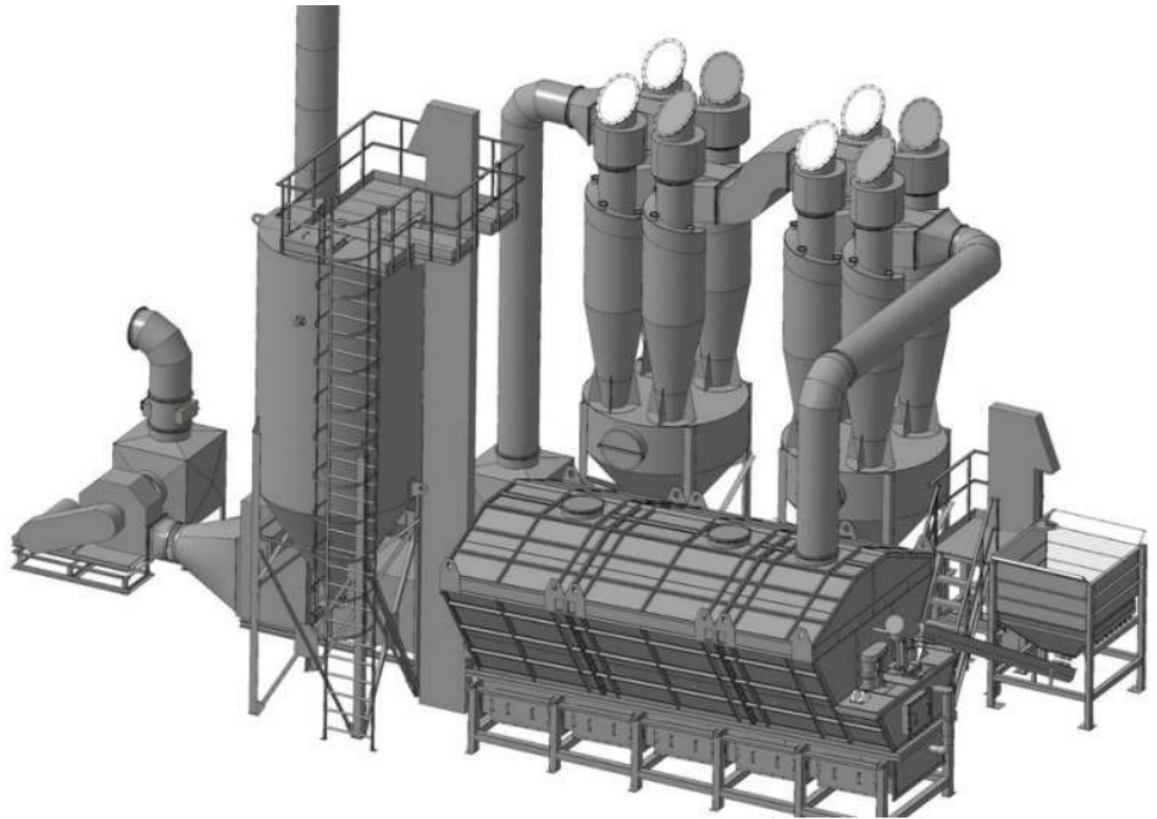
Додаток 2 – 3-D модель варіанту розміщення обладнання технологічної дільниці сепарації та сушіння на базі двох СКСТП-0,75-500Б

Підп. і дата	
Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.
Підп. і дата	Інв.№поодл.
Вип	Арк
№ докум.	Підп.
Дата	Дата

ТС 20510007

Арк

73



Додаток 3 – 3-D модель можливого варіанту розміщення обладнання технологічної дільниці сушіння на базі СКС-0,75-500Б

Інв. №поділ.	Підп. і дата	Взаєм. інв. №	Інв. №дубл.	Підп. і дата	ТС 20510007	Арк
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата		74