ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра харчових технологій

П о я с н ю в а л ь н а з а п и с к а

до кваліфікаційної роботи
ступеня вищої освіти «Бакалавр»
на тему:

Удосконалення технологічної лінії виробництва комбікормів для поросят

Виконав: здобувач вищої освіти 3 курсу,
групи ХТС-1-23
освітньо-професійної програми «Харчові технології»
зі спеціальності 181 «Харчові технології»

_____ Віктор КАРПЕНКО

Керівник: _____ Дмитро ТИМЧАК

Дніпро 2026

ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Інженерно-технологічний факультет

Кафедра харчових технологій
Ступінь вищої освіти: «Бакалавр»
Освітньо-професійна програма: «Харчові технології»
Спеціальність: 181 «Харчові технології»

ЗАТВЕРДЖУЮ
В.о. завідувача кафедри
харчових технологій,
кандидат технічних наук, доцент
_____Віталій КОШУЛЬКО
(підпис)
«01» травня 2026 р.

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧУ ВИЩОЇ ОСВІТИ

Карпенку Віктору Владиславовичу

1. Тема роботи: «Удосконалення технологічної лінії виробництва комбікормів для поросят».
Керівник роботи: Тимчак Дмитро Олександрович, старший викладач, затверджені наказом закладу вищої освіти від «01» травня 2026 року № 875.

2. Строк подання здобувачем вищої освіти роботи 08 червня 2026 року

3. Вихідні дані до роботи: 1. Технологічна схема роботи елеватору комбікормового заводу. 2. Наукова, нормативна, технологічна, технічна та патентна документація.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити). Вступ. 1 Загальна частина. 2 Технологічна частина. 3 Проєктна частина. 4 Впровадження елементів системи НАССР. 5 Охорона праці та захист навколишнього середовища. 6 Техніко-економічне обґрунтування. Загальні висновки. Бібліографія.

5. Перелік демонстраційного матеріалу

1 Відомості про підприємство. 2 Технологічна частина. 3 Проєктна частина. 4 Впровадження елементів системи НАССР. 5 Карта охорони праці. 6 Техніко-економічне обгрунтування. Загальні висновки.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1-6	ст. викладач Дмитро ТИМЧАК	01.05.26	08.06.26

7. Дата видачі завдання 06 травня 2024 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ	01.05-02.05.26	виконано
2	Загальна частина	03.05-05.05.26	виконано
3	Технологічна частина	06.05-15.05.26	виконано
4	Проєктна частина	16.05-26.05.26	виконано
5	Впровадження елементів системи НАССР	27.05-29.05.26	виконано
6	Охорона праці та захист навколишнього середовища	30.05-31.05.26	виконано
7	Техніко-економічне обгрунтування	01.06-02.06.26	виконано
8	Загальні висновки та бібліографія	03.06-06.06.26	виконано
9	Розробка та підготовка демонстраційного матеріалу	07.06-08.06.26	виконано

Здобувач вищої освіти _____ Віктор КАРПЕНКО
(підпис)

Керівник роботи _____ Дмитро ТИМЧАК
(підпис)

РЕФЕРАТ

Тема: «Удосконалення технологічної лінії виробництва комбікормів для поросят»

Кваліфікаційна робота бакалавра: 69 с., 8 рис., 14 табл., 29 літературних джерел.

Об'єкт дослідження: комбікорм, процеси подрібнення сировини.

Метою роботи є дослідження можливості удосконалення технологічної лінії виробництва комбікормів шляхом заміни дробарки на більш продуктивну.

Методи дослідження:

У роботі використано загальноприйняті підходи до виконання технологічних розрахунків. Для визначення та підбору необхідної кількості обладнання, розрахунку виробничих площ і оцінки техніко-економічних показників проєкту застосовано типові методичні рішення.

Робота присвячена можливості удосконалення технологічної лінії виробництва комбікормів шляхом заміни дробарки. На підставі аналізу діючої технологічної схеми ТОВ «Дніпропетровський комбікормовий завод» було прийнято рішення удосконалити її за рахунок заміни дробарки на більш сучасну та продуктивну.

Розглянуто зразки сучасного вітчизняного та закордонного технологічного обладнання для виконання подрібнення рецептурних компонентів комбікормів. Встановлено, А1-ДМ2Р-200, яка забезпечує підвищення продуктивності до необхідного рівня, стабільність роботи та має економічну перевагу порівняно з іншими моделями вітчизняного і закордонного виробництва.

Виконано техніко-економічне обґрунтування проєкту. Завдяки зменшенню витрат, рентабельність виробництва зросла на 11,5%. Проєкт має термін окупності капітальних вкладень 0,07 років.

КЛЮЧОВІ СЛОВА

Комбікорм, технологічна лінія, дробарка, підготовка сировини, рентабельність.

ЗМІСТ

ВСТУП 5
1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА 7
1.1 Характеристика підприємства 7
1.2 Характеристика сировини для виробництва комбікормів 9
2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА 17
2.1 Опис діючої технологічної схеми 17
2.2 Пропозиції щодо удосконалення технологічної схеми 22
3 ПРОЄКТНА ЧАСТИНА 35
3.1 Технологічний розрахунок 35
3.2 Розрахунок необхідної кількості технологічного обладнання 38
3.3 Розрахунок площ та компонування обладнання основних виробничих приміщень 41
4 ВПРОВАДЖЕННЯ ЕЛЕМЕНТІВ СИСТЕМИ НАССР 46
5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА 51
5.1 Розробка карти безпеки праці 51
5.2 Утилізація відходів виробництва 54
6 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ 58
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ 65
БІБЛІОГРАФІЯ 67

ВСТУП

У структурі агропромислового комплексу України ця галузь займає стратегічно значуще місце, оскільки функціонує як проміжний елемент між виробниками сировини, переробними підприємствами та кінцевими споживачами. Саме тому вона є однією з ключових складових забезпечення населення м’ясною продукцією.

Комбікормова галузь виконує роль важливої сполучної ланки між природними ресурсами та тваринництвом, забезпечуючи тварин збалансованими кормами. У сучасних умовах фактично відсутні альтернативи комбікормам як базовому фактору виробництва продукції тваринництва.

Повноцінні комбікорми переважно застосовуються у птахівництві та свинарстві на великих виробничих комплексах. Потужні птахівничі підприємства співпрацюють виключно з тими виробниками, які забезпечують належний рівень якості продукції відповідно до фізіологічних потреб птиці залежно від напряму її продуктивності.

Упродовж останніх років сформовано розгалужену систему збуту комбікормової продукції. Реалізація здійснюється у зручній тарі, що підвищує її доступність і зумовлює стабільний попит не лише серед виробників, а й серед населення.

Сучасний ринок комбікормів зазнав суттєвих трансформацій, що проявляється у появі значної кількості нових учасників. Високий рівень конкуренції стимулює підвищення якості продукції та ефективності виробництва.

Подальший розвиток галузі в Україні потребує впровадження вертикально інтегрованих структур, а також створення мобільних модульних виробництв, які дозволять знизити витрати та розширити виробничі можливості тваринницьких підприємств. Важливим завданням є формування чіткої стратегії розвитку, визначення пріоритетів і ключових проблем, а також розроблення ефективних механізмів їх вирішення в умовах обмежених фінансових ресурсів і наслідків воєнних викликів.

У сучасних умовах особливого значення набуває відновлення та вдосконалення виробничо-економічних зв’язків між усіма учасниками галузі, включаючи постачальників сировини та споживачів готової продукції. Підвищення рівня інтеграції та взаємної зацікавленості сприятиме створенню умов для зростання обсягів виробництва та підвищення ефективності функціонування всієї системи.

Сучасний стан комбікормової промисловості України дозволяє виготовляти продукцію високої якості, що відповідає вимогам передових світових селекційних досягнень, однак її розвиток стримується низкою несприятливих чинників. Рівень забезпечення тваринництва якісними комбікормами значною мірою визначає ефективність функціонування галузі, оскільки у структурі собівартості тваринницької продукції частка витрат на корми становить 65-75%. У зв’язку з цим комбікормова промисловість відіграє ключову роль у формуванні та розвитку агропромислового комплексу України.

Метою роботи є пошук рішень щодо удосконалення технологічного процесу виробництва комбікормів.

Актуальність удосконалення технологічного процесу виробництва комбікормів зумовлена необхідністю підвищення їх поживної цінності, безпечності та економічної ефективності в умовах сучасного розвитку тваринництва. Зростання вимог до якості продукції та раціонального використання сировинних ресурсів потребує впровадження інноваційних технологічних рішень, що забезпечують точність дозування компонентів, покращення засвоюваності поживних речовин і стабільність показників готового продукту. Водночас оптимізація технологічних операцій сприяє зниженню енерговитрат, мінімізації втрат сировини та підвищенню конкурентоспроможності підприємств комбікормової галузі.

1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

1.1 Характеристика підприємства

ТОВ «Дніпропетровський комбікормовий завод» являє собою сучасне підприємство агропромислової сфери України з багатогалузевою структурою діяльності, орієнтоване на випуск продукції високої якості для потреб сільського господарства. «Ключовим напрямом функціонування є виробництво повноцінних комбікормів для різних груп тварин, а також перероблення олійної сировини, зокрема насіння соняшнику та сої, з подальшим отриманням олії та шроту» [1].

Підприємство розміщене в місті Дніпро і характеризується зручним транспортним розташуванням (рис. 1.1) поряд з основними автошляхами, що сприяє оперативному постачанню продукції як на внутрішній ринок, так і за його межі.

Рисунок 1.1 – Загальний вид промислового майданика ТОВ «Дніпропетровський комбікормовий завод»

Підприємство офіційно створене 29 березня 2016 року та здійснює свою діяльність відповідно до чинної нормативно-правової бази України. «Керівництво та заснування належить Харченку Андрію Олексійовичу. Розмір статутного капіталу становить 5 501 000 гривень» [1]. Основною сферою економічної діяльності згідно з класифікацією є виробництво готових кормів для тварин,

водночас підприємство здійснює діяльність і в суміжних напрямах, пов’язаних із виробництвом олійної продукції та оптовою реалізацією зернових, насіння і кормів.

Виробничий потенціал підприємства сформований за рахунок сучасної матеріально-технічної бази, що включає високоефективне обладнання для вилучення олії, технологічні лінії гранулювання, подрібнення, змішування та пакування комбікормової продукції, а також спеціалізовані засоби лабораторного контролю. «Важливою перевагою є функціонування власної атестованої лабораторії, яка забезпечує перевірку якості вхідної сировини, супровід технологічних операцій і оцінювання готової продукції, що дозволяє дотримуватися встановлених стандартів та гарантувати стабільний рівень якості» [1].

У процесі виготовлення комбікормової продукції застосовується добірна сировина, зокрема зернові культури, білково-вітамінні комплекси, шроти, макуха та мінеральні компоненти. «Технології передбачають відмову від використання антибіотиків, стимуляторів росту й інших шкідливих домішок, що забезпечує відповідність продукції ветеринарно-санітарним вимогам і дозволяє ефективно використовувати її в сучасних умовах тваринництва. Асортимент представлений різними типами комбікормів, зокрема PRESTARTER, STARTER, GROWER, FINISHER і FINISHER PLUS, які розроблені з урахуванням фізіологічних особливостей тварин на окремих стадіях їх розвитку» [1].

Окрім основної продукції, підприємство здійснює виробництво та реалізацію соняшникового і соєвого шроту, що широко використовується як джерело білка у кормовій галузі. «Також налагоджено випуск соняшникової та соєвої олії, яка може постачатися як у нерафінованому стані, так і після додаткової обробки відповідно до вимог споживачів» [1].

Вагомою перевагою є наявність власної транспортної інфраструктури, що включає спеціалізований автотранспорт для перевезення зерна та олії. «Це сприяє своєчасному підвезенню сировини, ефективному розподілу готової продукції та дає можливість надавати логістичні послуги стороннім організаціям» [1].

Підприємство підтримує активну співпрацю як з українськими, так і з іноземними партнерами. «Частина продукції реалізується на внутрішньому ринку, зокрема в різних регіонах України, тоді як інша частина постачається на експорт згідно з укладеними зовнішньоекономічними угодами, охоплюючи країни Європи, Близького Сходу та Північної Африки» [1].

Отже, підприємство виступає прикладом сучасного виробництва, що поєднує інноваційні підходи, енергоефективність і відповідальне ставлення до довкілля, забезпечуючи галузь тваринництва якісними кормами та сприяючи загальному розвитку аграрного сектору України.

1.2 Характеристика сировини для виробництва комбікормів

Сировинні ресурси, що застосовуються у виробництві комбікормів, відіграють визначальну роль у забезпеченні ефективності технологічного процесу. «Базу кормів формують зернові та зернобобові культури, які слугують основними джерелами білків, вуглеводів та інших необхідних поживних речовин. У сучасних умовах все ширше використовуються побічні продукти інших галузей агропромислового комплексу, що дозволяє знизити собівартість продукції та забезпечити раціональне використання сировинних ресурсів. До таких компонентів належать висівки, мучка, макуха, шроти, жом, меляса та інші інгредієнти, які характеризуються значною поживною цінністю та сприяють збагаченню комбікормів» [2-6].

Сучасна комбікормова галузь України як важлива складова агропромислового комплексу орієнтована на виготовлення широкого асортименту комбікормів різного призначення відповідно до науково обґрунтованих рецептур. При їх розробленні враховуються вид тварин, їх вік, фізіологічний стан, рівень продуктивності та інші чинники. «Виробничий процес передбачає використання значної кількості компонентів рослинного, тваринного, мікробіологічного і мінерального походження, кожен з яких має специфічні фізико-хімічні та технологічні характеристики, зокрема вологість, гранулометричний склад,

сипкість, шпаруватість, в’язкість і аеродинамічні властивості, що забезпечує оптимальний склад і поживність готової продукції відповідно до потреб різних галузей тваринництва» [3, 7-10].

«Протеїн є одним із найважливіших елементів у живленні тварин і зазвичай визначається у відсотковому вмісті, однак значення має не лише його кількість, а й рівень засвоюваності організмом» [4]. Показники перетравності білка встановлюються експериментальним шляхом окремо для кожного виду тварин, що дозволяє більш точно оцінити його поживну цінність.

Критерієм енергетичної поживності кормів виступає обмінна енергія, яка характеризує ту частину загальної енергії, що засвоюється організмом тварини після проходження процесів травлення та може бути використана для підтримання життєдіяльності й продуктивності.

«Переважну частку складу комбікормів формують зернові культури, вміст яких зазвичай досягає 65-70%. Вони є основним джерелом вуглеводів, частка яких у сухій речовині становить близько 80% і представлена здебільшого крохмалем» [5]. Крім цього, зерно містить легкозасвоювані азотисті та безазотисті речовини. «Рівень сирого протеїну коливається в межах 7-15%, причому основна його частина припадає на білкові сполуки» [2, 11]. Разом із тим білки зернових характеризуються недостатнім вмістом незамінних амінокислот, зокрема лізину та метіоніну, що обмежує їх біологічну цінність.

Кількість жиру в зерні залежить від культури, проте всі зернові відзначаються низьким умістом кальцію. «Одночасно вони є джерелом фосфору, значні концентрації якого містяться, зокрема, у кукурудзі» [6]. Найбільший рівень протеїну характерний для зернобобових культур. «Зернова сировина також забезпечує надходження мікроелементів і вітамінів групи В, Е та К. За своїми властивостями її поділяють на три групи – злакові, зернобобові та олійні культури» [7].

До групи злакових належать пшениця, жито, ячмінь, кукурудза, овес, сорго, просо та інші культури. Вони характеризуються значною кількістю вуглеводів, переважно у вигляді крохмалю, і порівняно невисоким вмістом білка, який часто

має обмежену поживну цінність через дефіцит окремих амінокислот. «Окремі культури, зокрема ячмінь, овес і просо, містять підвищену кількість клітковини в оболонках, тому для годівлі молодняку перевагу надають очищеному зерну» [8]. Перед введенням до складу комбікормів зернову сировину подрібнюють, однак її надмірна кількість може негативно позначатися на якості корму та стані тварин.

«Окрім використання цільного зерна, у виробництві комбікормів широко залучають побічні продукти його переробки, зокрема висівки та мучку, що утворюються при виготовленні борошна й круп» [5]. За поживною цінністю вони майже не поступаються зерну, а в окремих випадках перевищують його за вмістом білкових речовин і вітамінів. Також до рецептур вводять різноманітні зернові відходи, що дозволяє більш раціонально використовувати сировину.

«Зернобобові культури, такі як горох, соя та люпин, відзначаються високим вмістом протеїну, тому їх активно застосовують для підвищення білкової цінності комбікормів» [4, 8]. Водночас у їхньому насінні можуть міститися антипоживні компоненти, зокрема інгібітори ферментів, які погіршують засвоєння білка, тому для їх нейтралізації використовують термічну обробку, наприклад пропарювання або екструдування.

«Олійні культури, зокрема соняшник, соя та бавовник, у складі комбікормів застосовують переважно у вигляді макухи та шротів, що утворюються після вилучення олії шляхом пресування чи екстрагування. Ці продукти є цінним джерелом білка з вищою поживною ефективністю порівняно із зерновими та зернобобовими культурами» [10].

Разом із тим деякі види шротів містять небажані речовини, наприклад «госсипол у бавовниковому або сполуки, що утворюють синильну кислоту у льняному, що обмежує їх використання у годівлі» [10]. Трав’яне борошно, отримане шляхом штучного сушіння та подрібнення зеленої маси, характеризується високим умістом білка та каротину, який є попередником вітаміну А.

«У комбікормовій галузі також широко застосовують побічну продукцію переробки рослинної сировини з підприємств харчової промисловості, зокрема

цукрової, крохмало-паточної, спиртової та пивоварної» [2, 5, 8]. Серед продуктів цукрового виробництва використовують буряковий жом, кормову патоку та мелясу. Сухий жом являє собою висушену стружку після вилучення цукру, багату на вуглеводи, що дозволяє частково замінювати зернову сировину, особливо у раціонах жуйних тварин.

«Меляса є густою рідиною з вмістом близько 50% розчинних вуглеводів, добре засвоюється, має приємні органолептичні властивості та підвищує поїдання комбікормів» [11]. Побічні продукти крохмало-патокового виробництва, зокрема кукурудзяні корми, являють собою висушені та подрібнені залишки після вилучення крохмалю, а глютен є білковою фракцією зерна, що залишається після цього процесу.

Побічні продукти пивоварної та спиртової галузей, зокрема суха дробина та барда, також використовуються як часткова заміна зернових компонентів у комбікормах. «Значну цінність становлять корми тваринного походження, серед яких рибне, м’ясне, м’ясо-кісткове, кров’яне, крабове борошно, а також сухе знежирене молоко та інші продукти, що є джерелами повноцінного протеїну з оптимальним амінокислотним складом» [8, 10].

До цієї групи належать і тваринні жири, які характеризуються високою енергетичною концентрацією. Їх додають у незначних кількостях, однак це суттєво підвищує рівень обмінної енергії кормів. «Важливим джерелом білка виступають кормові дріжджі, отримані шляхом культивування на різних поживних середовищах, таких як меляса, рідкі парафіни, метанол або метан, які відзначаються значним вмістом протеїну та вітамінів» [3].

Молочні компоненти займають особливе місце у системі годівлі, оскільки молоко є одним із небагатьох продуктів тваринного походження, що може використовуватися без попередньої обробки. «Разом із тим у сучасному тваринництві, особливо при виготовленні передстартерних комбікормів для молодняку, значно частіше застосовують сухе молоко, яке є джерелом легкозасвоюваних білків, жирів і вуглеводів, необхідних для інтенсивного росту організму» [9].

Отримання сухого молока здійснюється шляхом видалення вологи з рідкої сировини до порошкоподібного стану. Існує кілька технологічних способів такого перетворення, серед яких один із застарілих – барабанна або плівкова сушка. «Її суть полягає у нанесенні тонкого шару молока на поверхню металевого барабана, що обертається та нагрівається зсередини парою, внаслідок чого температура зовнішньої поверхні досягає приблизно +80–130 °C» [7]. Під час кількох обертів барабана відбувається висушування продукту у вигляді тонкої плівки, після чого її механічно знімають за допомогою ножа або спеціального скребка.

Незважаючи на короткочасність процесу висушування, що триває лише кілька секунд, у молоці відбуваються суттєві структурні зміни, зокрема денатурація білкових речовин, яка впливає на його поживну цінність і технологічні характеристики. «Такий спосіб сушіння є відносно простим у реалізації, однак має низку недоліків, серед яких значні витрати енергії, нерівномірність видалення вологи, часткова втрата біологічно активних компонентів і погіршення розчинності кінцевого продукту» [10].

З огляду на сучасні вимоги до якості комбікормів у виробництві дедалі ширше впроваджуються більш ефективні технології сушіння, зокрема розпилювальні установки, які забезпечують краще збереження поживних речовин і формування продукту з покращеними фізико-хімічними показниками.

«Встановлено, що при підвищенні температури понад 100 °C кожне наступне збільшення на 10 °C у 4,5 раза прискорює перехід білків у нерозчинний стан» [2]. «Сухе молоко, отримане плівковим способом, характеризується вологістю не більше 7 %, масовою часткою жиру не нижче 25 % і розчинністю на рівні щонайменше 80 %. Більш прогресивною та поширеною є технологія розпилювального сушіння, яка передбачає попереднє згущення молока у вакуумних умовах при температурі +55-65 °C, у результаті чого протягом приблизно двох годин видаляється понад половина вологи» [6].

Далі концентрат подається під тиском на швидкообертовий диск із частотою 8-12 тис. обертів за хвилину, де розпилюється на дрібнодисперсні краплі. «У сушильній камері вони взаємодіють із потоком гарячого повітря температурою

близько +140 °С, швидко втрачаючи вологу та перетворюючись на порошок» [8]. Отриманий продукт за умов герметичного зберігання має вологість не більше 4 %, а при її порушенні – до 7 %, при цьому масова частка жиру повинна бути не меншою за 25 %, а розчинність досягати не нижче 98 %. Кислотність відновленого молока, виготовленого з герметично упакованого порошку, не перевищує 20 °Т.

М’ясо-кісткове борошно являє собою кормовий продукт, який отримують із побічної сировини м’ясопереробної галузі, непридатної для харчування людини, але дозволеної до використання у годівлі тварин. «До такої сировини відносять м’ясні залишки, непридатні туші, кістки, внутрішні органи, ембріональні тканини, кров’яні згустки та фібрин, при цьому частка кісток не повинна перевищувати 10 %» [4].

Технологія виробництва передбачає проведення стерилізації, подальше висушування та подрібнення. «Поживність продукту визначається складом вихідної сировини: в одному кілограмі міститься приблизно 0,4 кормової одиниці, 377 г перетравного протеїну, 25 г лізину, 3,8 г триптофану, 7,1 г метіоніну та 3,3 г цистину» [2, 10]. Збільшення частки кісткової складової негативно впливає на його поживну цінність.

Продукт поділяють на сорти залежно від показників якості: «перший сорт характеризується вологістю до 9 %, вмістом протеїну не менше 50 %, жиру до 11 % та зольністю не більше 28 %; другий сорт має вологість до 10 %, протеїн не менше 42 %, жир до 16 % і золу до 30 %; третій сорт містить до 10 % вологи, не менше 30 % протеїну, до 18 % жиру та до 40 % золи. Таке борошно широко застосовується як ефективна добавка у комбікормах для тварин і птиці у кількості 2–5 %» [11].

Макуха та шрот соняшникового походження є побічними продуктами переробки насіння соняшнику і відзначаються високим вмістом білка, який може досягати 40 %. «Їх енергетична цінність становить близько 1,08 і 1,03 кормових одиниць відповідно, при цьому кількість перетравного протеїну складає 324 г для макухи та 386 г для шроту» [4]. Важливим показником якості є вміст лушпиння, який відповідно до нормативів не повинен перевищувати 14 %. «У складі

комбікормів для сільськогосподарських тварин ці компоненти можуть становити 15–20 %, тоді як у раціонах птиці їх частка зазвичай обмежується 8–10 %» [6].

Мінеральні компоненти, такі як крейда, вапнякові матеріали, фосфатні добавки та кухонна сіль, використовуються для збагачення комбікормів необхідними мінеральними речовинами. Крім того, до рецептур вводять біологічно активні речовини, зокрема вітамінні комплекси, мікроелементи та інші добавки, які навіть у незначних кількостях сприяють покращенню засвоєння поживних речовин і підтриманню фізіологічного стану тварин.

Кухонна сіль у складі комбікормів використовується як джерело натрію та хлору, які необхідні для підтримання мінеральної рівноваги в організмі тварин. Її введення забезпечує оптимальне співвідношення натрію і калію, що має важливе значення для функціонування нервової системи, перебігу обмінних процесів і регуляції водного балансу.

«В одному кілограмі солі міститься приблизно 380-390 г натрію та 585-602 г хлору, що визначає її ефективність як мінеральної добавки. Для збереження належних технологічних властивостей при гранулюванні та зберіганні комбікормів вологість солі повинна бути обмеженою: для сорту «екстра» не більше 0,5 %, а для вищого сорту - до 0,8 %» [10]. «Вміст солі у складі комбікормів коливається в межах 0,1-1,5 % залежно від виду тварин, їх віку, продуктивності та призначення раціону» [5].

«Крейда виступає основним джерелом кальцію у комбікормах і містить близько 360-400 г цього елемента на 1 кг» [10]. Вона відіграє важливу роль у формуванні кісткової тканини, розвитку скелета, забезпеченні нормальної роботи м’язів і ферментативних систем. Недостатній вміст кальцію призводить до уповільнення росту, підвищеної крихкості кісток, порушення обмінних процесів і зниження продуктивності. «Кормову крейду вводять у раціони різних видів тварин у кількості 1,5-2,5 %, що дозволяє покривати їх добову потребу в кальції» [6].

«Для птиці, особливо несучок, її частка може збільшуватися до 6 % у зв’язку з підвищеною потребою в кальції для формування яєчної шкаралупи» [7]. Важливо, щоб ця сировина відповідала ветеринарно-санітарним вимогам, мала

дрібнодисперсний стан і не містила шкідливих домішок, які можуть знижувати якість комбікормів.

Отже, сировинна база комбікормового виробництва є багатокомпонентною і охоплює ресурси рослинного, тваринного та мінерального походження.

Висновки по розділу.

ТОВ «Дніпропетровський комбікормовий завод» є сучасним підприємством агропромислового комплексу України, діяльність якого спрямована на виробництво комбікормів і переробку олійної сировини. Підприємство має вигідне розташування, оснащене сучасним обладнанням і власною лабораторією, що забезпечує належний рівень контролю якості продукції.

Комбікормова продукція формується з використанням різноманітної сировини рослинного, тваринного та мінерального походження, що дозволяє забезпечити її високу поживну цінність і відповідність фізіологічним потребам тварин. Основу складають зернові культури, зернобобові, побічні продукти переробки, а також білкові й мінеральні компоненти, які визначають енергетичну та біологічну цінність кормів. Важливе значення мають показники обмінної енергії, вміст протеїну, мінеральних речовин і рівень їх засвоюваності.

У розділі наведено характеристику основних видів сировини, що застосовуються у виробництві комбікормів, їх поживні властивості, технологічні особливості та вплив на якість готової продукції. Окрему увагу приділено білковим, енергетичним і мінеральним компонентам, а також ролі побічних продуктів у формуванні ефективних кормових раціонів.

2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1 Опис діючої технологічної схеми

Характерною рисою технологічного процесу виготовлення комбікормів в умовах ТОВ «Дніпропетровський комбікормовий завод» є формування трьох попередніх сумішей.

«Обробка зернової сировини передбачає її очищення від сторонніх домішок, поділ на окремі фракції та подальше подрібнення. Для видалення домішок застосовують сепаратори різних типів, режими роботи яких встановлюють залежно від виду та якості зерна» [2]. «Використання сепараційного обладнання дозволяє ефективно відокремлювати смітні й мінеральні включення, не допускаючи втрат зерна з відходами понад 2 %» [12-14]. З метою підвищення якості очищення підбирають відповідні сита. На підприємстві використовують штамповані металеві сита для сортування та підсіву. У даному випадку застосовується сепаратор А1-БЛС-12, оснащений двома ситовими рамами. «У сортувальних рамах встановлюють решітні полотна № 100-160 з круглими отворами або сітки № 8-14, тоді як у підсівних – полотна № 10-14 з круглими отворами, № 12 з довгастими отворами або дротяні сітки № 0,85-1,0» [14].

Надходження зерна на підприємство здійснюється автомобільним транспортом, після чого воно подається норією на транспортери та завантажується у силоси для зберігання. Із силосів зернова маса транспортується до норії і спрямовується на сепаратор А1-БЛС-12. «Після очищення від крупних і дрібних домішок зерно надходить на вібролоток, а далі – у пневмосепаруючий канал, де потік повітря відокремлює легкі домішки, які виносяться у горизонтальний циклон. Очищена сировина через самопливні трубопроводи спрямовується на наступні етапи перероблення» [2].

На завершальному етапі підготовки очищене зерно подається до башмака норії та завантажується в оперативні бункери. «Далі за допомогою шнекових дозаторів воно направляється на фракціонування і подрібнення відповідно до технологічних вимог» [14].

Лінія обробки борошнистої сировини передбачає видалення сторонніх некормових домішок, розподіл матеріалу на фракції та подальше подрібнення. «Для очищення використовують просіювальні машини різних конструкцій, оснащені решітними ситами № 100 з отворами діаметром 10 мм або дротяними сітками № 8 з розміром осередків 8×8 мм» [14].

Під час виготовлення комбікормів для свиней на промислових підприємствах, з метою досягнення необхідної дисперсності, висівки додатково просіюють через сита з отворами 2 або 3 мм. Фракція, що не проходить через сито, підлягає подрібненню або використовується при виробництві інших видів комбікормів. У даному технологічному варіанті для очищення борошнистої сировини також застосовується «сепаратор А1-БЛС-12 із двома ситовими рамами. Із силосів матеріал транспортером подається на норію, після чого надходить на зазначений сепаратор» [12].

Лінія мінеральної сировини включає операції розтарювання та очищення від небажаних домішок. «Для розвантаження мішків використовують розтаровочні машини типу У1-ДРМ/1 з продуктивністю до 300 мішків за годину, при цьому залишок продукту в тарі не повинен перевищувати 0,2 % від її номінальної маси. Після цього сировину направляють на очищення у просіювачі А1-ДСМ» [13]. «Для солі застосовують решітні полотна № 100 з отворами 10 мм або дротяні сітки № 8 з осередками 8×8 мм, тоді як для крейди використовують сітки № 3,5 або решітні полотна № 40» [14]. Очищення здійснюється в умовах підлогового зберігання.

Із складу мінеральна сировина транспортується норією та надходить до оперативних бункерів, після чого за допомогою шнекових дозаторів спрямовується на операції фракціонування і подальшого подрібнення.

Лінія фракціонування та подрібнення призначена для попереднього розподілу компонентів комбікорму за розмірами частинок і доведення їх до заданої крупності. «Для цього застосовують сепаратор А1-БЛС-16, який використовується для зернової, борошнистої та мінеральної сировини. Його принцип роботи аналогічний сепаратору А1-БЛС-12, однак конструктивною особливістю є наявність однієї ситової рами в кожному ярусі замість двох» [13].

Сировина з оперативних бункерів шнековими дозаторами подається на сепаратор А1-БЛС-16, де дрібні фракції одразу спрямовуються на норію та далі в наддозаторні бункери. Крупні частинки, що залишаються, направляються на подрібнення, після чого повертаються на норію, потрапляють у наддозаторні бункери та подаються на лінію дозування і змішування.

Процес подрібнення здійснюється в один технологічний етап, що забезпечує отримання необхідної крупності комбікормової суміші. Для цього використовується дробарка НМ-1400-2Д, робота якої базується на автоматизованій подачі та контролі сировини. «У верхній частині агрегату розміщено живильник, а в приймальному пристрої встановлено датчик рівня, який регулює роботу приводу барабана. Сировина проходить через патрубок магнітного сепаратора, де додатково контролюється датчиком рівня, пов’язаним із приводним двигуном дробарки. Магнітний блок, змонтований на нижній стінці, очищує потік від металомагнітних домішок, які за допомогою пневмоциліндра відводяться у спеціальний збірник, забезпечуючи безпечну роботу обладнання» [13].

Далі продукт надходить до робочої зони подрібнення, де процес відбувається під дією обертання ротора дробарки. «Положення клапанного механізму визначається напрямком обертання ротора і автоматично змінюється при його реверсуванні, що забезпечує стабільність роботи обладнання» [14]. Дека дробарки має підсилену конструкцію з направляючими елементами та виготовлена з зносостійких матеріалів, що суттєво підвищує її довговічність і зменшує потребу в частій заміні.

«Ефективність подрібнення забезпечується значною робочою площею дек, завдяки чому до сита потрапляють переважно дрібні частинки, що зменшує його зношування і подовжує термін експлуатації» [14]. Конструктивна особливість дробарки полягає у наближенні діаметра ротора до розмірів дробильної камери, що дозволяє використовувати молотки меншого розміру та підвищує надійність роботи агрегату.

Лінія підготовки премісів призначена для їх розтарування та подальшої подачі в наддозаторні бункери системи дозування і змішування. «Перед введенням

у комбікорм, кормові концентрати, БВД або попередні суміші премікси проходять очищення від випадкових домішок на сепараторі з решітним полотном № 100, що здійснюється в умовах підлогового зберігання» [2]. Після цього продукт транспортується норією та завантажується у наддозаторні бункери.

Лінія дозування і змішування забезпечує приготування комбікорму з попередньо підготовлених компонентів відповідно до заданої рецептури. Усі інгредієнти надходять до закріплених за ними наддозаторних бункерів, після чого здійснюється дозування за допомогою вагових дозаторів періодичної дії, які дозволяють одночасно відмірювати кілька компонентів з високою точністю.

Із наддозаторних бункерів сировинні компоненти надходять у дозатор марки АД2000-2К. «Його робота базується на автоматизованому циклі зважування та дозування: у вихідному положенні вантажопідйомного пристрою стрілка циферблата встановлена на нуль, затвори закриті, а дискові елементи займають горизонтальне положення, щільно прилягаючи до гумового ущільнення корпуса та перекриваючи лійку, що з’єднує вантажопідйомний механізм зі змішувачем. Кінцеві вимикачі при цьому перебувають у натиснутому стані» [2]. Після запуску одного з живильників починається подача сировини у вантажопідйомний пристрій, стрілка переміщується по шкалі, одночасно обертається кодовий диск перетворювача кута. «У визначені програмою моменти послідовно вмикаються шнекові живильники, а після завершення дозування всіх компонентів подається сигнал на розвантаження» [14].

Під дією пневмоциліндрів вали затворів повертаються на 90°, диски займають вертикальне положення і відкривають прохідні отвори. Сигнали від датчиків і важільних механізмів забезпечують синхронне керування пневмосистемою, у результаті чого відкриваються задвижки вантажопідйомних пристроїв. «Одночасно вмикаються пневмозбудники, що сприяють повному вивантаженню матеріалу. Після спорожнення бункера та повернення стрілки циферблата в нульове положення днище вантажопідйомного пристрою закривається, а при спрацюванні обох кінцевих вимикачів подається команда на закриття додаткових затворів» [13].

Віддозовані компоненти надходять на стадію змішування, яка здійснюється у змішувачі А9-БСГ-30. Після завершення дозування сировина подається двома потоками через відповідні патрубки. Усередині змішувача зовнішні лопаті переміщують продукт уздовж корпуса в одному напрямку, тоді як внутрішні забезпечують зворотний рух, що створює інтенсивну циркуляцію маси та гарантує рівномірне й якісне перемішування компонентів.

«Після змішування 65 % отриманої маси за допомогою шнекового дозатора спрямовується на норію та транспортується до складу готової продукції, тоді як решта 35 % подається на норію для подальшого експандування» [14].

Лінія експандування включає експандер, охолоджувач і просіювальне обладнання. Після стадії змішування відповідна частка сировини надходить на експандер марки ЭК-1-250. «Його робота за принципом подібна до екструдера, однак формування продукту відбувається не через матрицю з фільєрами, а через регульований кільцевий зазор. У робочу зону також подається пара, яка забезпечує додатковий нагрів і покращення технологічних властивостей маси» [13].

Після обробки в експандері продукт транспортується до горизонтального охолоджувача Б6-ДОБ. Його дія полягає у рівномірному розподілі експандату по ширині транспортера за допомогою живильного пристрою та розподільчого лотка. «Охолодження здійснюється потоком повітря, який засмоктується через бокові вікна, проходить крізь шар продукту та транспортні елементи і відводиться вентилятором через повітропровід до верхньої частини камери» [2]. Під час руху продукту від зони завантаження до розвантажувального бункера відбувається його інтенсивне охолодження.

Дрібна фракція, що просипається через решітчасті елементи транспортера, потрапляє на піддон і видаляється за допомогою скребкового механізму. Після охолодження продукт направляється на просіювання в сепаратор А1-БЛС-12. «Прохідна фракція за допомогою норії та транспортерів надходить до складу готової продукції, тоді як сходова частина повертається на норію для повторного експандування» [12].

2.2 Пропозиції щодо удосконалення технологічної схеми

Сучасні умови розвитку комбікормової промисловості висувають підвищені вимоги до ефективності технологічних ліній, їх продуктивності та стабільності роботи. Зростання обсягів виробництва тваринницької продукції потребує відповідного забезпечення якісними комбікормами, що, у свою чергу, зумовлює необхідність удосконалення існуючих технологічних рішень на підприємствах.

Одним із ключових етапів у виробництві комбікормів є процес подрібнення зернової сировини, який безпосередньо впливає на якість змішування та засвоюваність корму тваринами. Саме на цій стадії формується необхідна крупність частинок, що визначає рівномірність подальшого розподілу поживних речовин у готовому продукті.

В наявній технологічній лінії виробництва комбікормів використовується дробарка НМ-1400-2Д (рис. 2.1).

«Дробарка призначена для подрібнення компонентів комбікорму до заданої крупності. Вона оснащена живильним пристроєм, магнітним сепаратором для видалення металомагнітних домішок, а також регульованим клапаном, який забезпечує можливість налаштування фракційного складу отриманого продукту» [13].

Конструктивні особливості обладнання передбачають підвищену зносостійкість основних робочих елементів і надійність у процесі експлуатації, що забезпечує стабільну роботу протягом тривалого часу з мінімальною потребою в технічному обслуговуванні.

Узгоджена робота всього комплексу технологічного обладнання забезпечує ефективність і безпечність процесу виробництва комбікормів, які відповідають сучасним вимогам щодо якості та повноцінної годівлі тварин. Комплексне очищення, точне дозування, рівномірне змішування, а також якісна підготовка та фракціонування сировини дозволяють оптимізувати виробничий процес, зменшити втрати та підвищити загальну продуктивність підприємства.

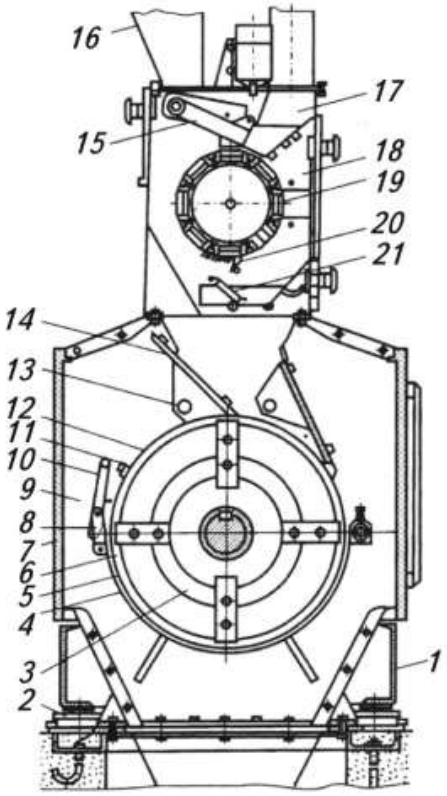

Рисунок 2.1 – Схема молоткової дробарки: 1 – основа;
2 – віброізолююча опора; 3 – ротор; 4 – сталева стрічка;
5 – ситова обичайка; 6 – кільцевий виступ; 7 – дверці; 8, 10 – важелі;
9 – корпус; 11 -накладка; 12 – ситова вставка; 13 - піввісь; 14 – дековий блок; 15 – секторна заслінка; 16 – вибухорозрядний пристрій; 17 – приймальний патрубок;
18 – живильник; 19 – магнітний сепаратор; 20 – гнучкий скребок;
21 – металозбірник магнітного блоку

Використання сучасного технологічного обладнання сприяє підвищенню конкурентоспроможності комбікормової продукції на ринку та забезпечує підтримання належного рівня здоров’я і продуктивності тварин, що є ключовою метою виробництва комбікормів.

Основні технічні характеристики дробарки НМ-1400-2Д, що визначають її продуктивність, конструктивні особливості та експлуатаційні параметри, наведені в табл. 2.1. Дані за таблиці дозволяють більш детально оцінити можливості обладнання та обґрунтувати його роль у технологічній лінії виробництва комбікормів.

Таблиця 2.1 – Технічні характеристики дробарки НМ-1400-2Д

Показник	Значення
Продуктивність, т/год	15–20
Потужність приводного електродвигуна (3000 об/хв), кВт	200
Потужність електродвигуна живильника при 1000 об/хв, кВт	0,75
Витрата повітря на аспірацію, м³/хв	90
Потужність приводу вентилятора, кВт	11
Ширина камери дроблення, мм	1400
Діаметр по кінцях молотків, мм	600
Діаметр ротора, мм	415
Площа поверхні дек, м²	1,2
Площа ситової поверхні, м²	1,4
Кількість молотків, шт.	272
Маса дробарки з бункером, кг	6800

Аналіз роботи наявної технологічної лінії показує, що обладнання подрібнення сировини може виступати обмежувальним елементом продуктивності, особливо за умов підвищення навантаження на виробництво. Це зумовлює необхідність пошуку технічних рішень, спрямованих на підвищення пропускної здатності даної ділянки технологічного процесу.

У зв’язку з цим доцільним напрямом удосконалення є заміна існуючої дробарки на більш продуктивну модель. Такий підхід дозволить підвищити загальну ефективність лінії, забезпечити стабільну подачу підготовленої сировини на наступні етапи виробництва та створити умови для подальшого нарощування обсягів випуску комбікормів.

Для заміни існуючої дробарки на більш продуктивну доцільно проаналізувати сучасні моделі обладнання аналогічного класу як вітчизняного, так і закордонного виробництва, які використовуються у комбікормовій промисловості та забезпечують вищу пропускну здатність і енергоефективність.

Порівняння технічних характеристик альтернативних дробарок дозволяє оцінити їх відповідність вимогам технологічної лінії, зокрема за продуктивністю, якістю помелу, енергоспоживанням та надійністю роботи в безперервному режимі. Особлива увага приділяється моделям, які забезпечують стабільну крупність продукту та мінімальні простої обладнання.

Окремо враховується можливість інтеграції нового обладнання в існуючу технологічну схему без суттєвих конструктивних змін, а також рівень його автоматизації та сервісного обслуговування. Це є важливим чинником для забезпечення безперервності виробничого процесу.

Серед зразків вітчизняного виробництва доцільно буде розглянути варіант дробарки ДМП-50 (рис. 2.2).

Рисунок 2.2 – Зовнішній вигляд дробарки ДМП-50

Корпус дробарки виготовлено у зварному виконанні та має вентиляторoподібну форму, змонтовану на станині. «Як привід використовується стандартний лаповий електродвигун потужністю 7,5 або 11 кВт із частотою обертання 3000 об/хв. Кришка виконана у вигляді диска з гумовими ущільненнями по периметру, що забезпечує герметичність дробильної камери» [15]. Вона оснащена каменевідбірником, дія якого базується на гравітаційному принципі:

завдяки різниці висот вхідних і вихідного патрубків сторонні важкі домішки не потрапляють у робочу зону.

«Кріплення кришки здійснюється за допомогою шпильок, що виходять із корпусу, та фіксується маховичками. Ситовий корпус являє собою зварну конструкцію, призначену для встановлення та закріплення сит і решіт. Основним робочим елементом є молотковий ротор, виконаний у вигляді крильчатки вентилятора з осями для молотків, на яких вони вільно закріплені» [15]. Ротор встановлено безпосередньо на вал електродвигуна, а обмеження осьового переміщення молотків забезпечується шайбами.

Крильчатка виконує функцію викидання подрібненого продукту до циклонної системи. За необхідності завантаження сировини з насипу застосовується пряме сопло, а при роботі з мішками – завантажувальна воронка. «Подача сировини до дробарки здійснюється через гофрований шланг діаметром 80 мм, що забезпечує зручність підключення різних типів живлення» [15].

Система пневмотранспорту призначена для подачі зернової сировини до дробарки та відведення подрібненого продукту до циклон-розвантажувача. Трубопроводи повинні монтуватися з максимальною герметичністю для запобігання підсосу повітря та пиловиділенню. Як повітропроводи використовуються сталеві труби або гофровані шланги відповідного діаметра. «Циклон забезпечує гальмування потоку, осадження продукту в накопичувальну ємність і стабілізацію тиску в системі, а блок фільтрів додатково очищує повітря від пилоподібних частинок» [15].

Робота дробарки відбувається таким чином: зернова сировина через пневмотранспорт надходить у камеру каменевідбірника, де відокремлюються важкі та металеві домішки. Далі очищене зерно потрапляє в дробильну камеру, де подрібнюється молотками, проходить через сито та за допомогою крильчатки вивантажується по продуктопроводу до циклону.

«Дробарка має зносостійкий корпус, виготовлений зі сталі 30ХГСА, що забезпечує високу міцність і довговічність конструкції. Робочі елементи, зокрема лопаті викидної крильчатки, також виконані з високоміцної сталі, що підвищує

ресурс роботи обладнання» [15]. Молотки можуть перевстановлюватися двічі, використовуючи різні грані, що дозволяє ефективно компенсувати їх зношування.

Конструктивною особливістю є використання плоского сита, завдяки чому процес подрібнення відбувається переважно в зоні кришки без інтенсивного ударного навантаження на сито. Це значно знижує його зношування та підвищує загальну надійність роботи дробарки. «Випускний патрубок виконано знімним, що спрощує його заміну у разі експлуатаційного зносу» [15].

Обладнання характеризується високим ресурсом основних робочих органів, рівномірністю отримуваного продукту та підвищеною енергоефективністю порівняно зі стандартними пневматичними дробарками. Завдяки оптимізованій конструкції вентилятора забезпечується потужне транспортування сировини на значні відстані, а також додаткове охолодження подрібненого продукту під час переміщення.

Технічні характеристики дробарок наведені в табл. 2.2.

Таблиця 2.2 – Технічні характеристики дробарок ДМП-50

Показник	ДМП-50
Продуктивність при подрібненні зерна (Ø 6 мм), т/год	25,0
Продуктивність при подрібненні зерна (Ø 5 мм), т/год	20,0
Продуктивність при подрібненні зерна (Ø 4 мм), т/год	15,0
Продуктивність при подрібненні зерна (Ø 3 мм), т/год	10,0
Встановлена потужність, кВт	55,0
Частота обертання ротора, об/хв	3000
Окружна швидкість молотків, м/с	90
Максимальна довжина транспортування продукту в циклон, м	15
Максимальна довжина всмоктування продукту, м	10
Маса, кг	1500

Дробарка молоткова А1-ДМ2Р-200 (рис. 2.3) виробництва ПрАТ «Хорольський механічний завод» призначена для ефективного подрібнення зернової та шротомісткої сировини, зокрема злакових, бобових культур, кукурудзи, зерносумішей та макухи, за винятком мінеральних домішок. «Вона може працювати як окремо, так і у складі технологічних ліній комбікормового виробництва, забезпечуючи стабільний процес подрібнення сировини різної фракції» [16].

Рисунок 2.3 – Загальний вигляд дробарки А1-ДМ2Р-200

Модель А1-ДМ2Р-200 належить до високопродуктивного обладнання (табл. 2.3) і «забезпечує технічну продуктивність до 28 т/год при подрібненні зерна з різною крупністю сит, залежно від встановлених решіт. Встановлена потужність приводу становить близько 200 кВт, а частота обертання ротора – 1500 об/хв, що забезпечує високу інтенсивність подрібнення та стабільність технологічного процесу» [16].

Конструктивно дробарка виконана на міцній зварній станині з потужним ротором, оснащеним молотками та ситовим блоком, що дозволяє отримувати однорідний продукт заданої крупності. «Система живлення та аспірації забезпечує рівномірну подачу сировини, а також ефективне видалення пилу і транспортування готового продукту» [16].

Таблиця 2.3 – Технічні характеристики дробарки А1-ДМ2Р-200

Найменування параметра	Одиниця	А1-ДМ2Р-200
Продуктивність технічна при подрібненні ячменю (Ø6–Ø8 мм)	т/год	28,0
Продуктивність при Ø5 мм	т/год	21,0
Продуктивність при Ø3 мм	т/год	10,0
Загальна встановлена потужність	кВт	200,55
Частота обертання ротора	об/хв	1500
Колова швидкість ротора	м/с	91 ± 3
Габаритні розміри (довжина)	мм	2350
Габаритні розміри (ширина)	мм	1370
Габаритні розміри (висота)	мм	2250 / 2800
Маса дробарки	кг	3400
Витрата повітря на аспірацію	м³/год	4200
Термін служби	років	8

Завдяки високій продуктивності, енергоозброєності та надійності роботи, А1-ДМ2Р-200 широко використовується на великих комбікормових підприємствах, де необхідна інтенсивна переробка зернової сировини з високими вимогами до якості та стабільності технологічного процесу.

Дробарка Van Aarsen GD9 Hammer Mill (рис. 2.4) відноситься до промислового обладнання великої потужності, яке використовується на сучасних комбікормових підприємствах для ефективного подрібнення зернової та іншої кормової сировини. «У рамках проєктних рішень її доцільно розглядати як агрегат із продуктивністю близько 25 т/год, що відповідає потребам середніх і великих технологічних ліній комбікормового виробництва» [17].

Конструктивно дробарка виконана з урахуванням вимог до безперервної роботи та рівномірного навантаження на робочі органи. Вона має простору камеру

подрібнення, «ротор із молотками підвищеної зносостійкості та систему змінних сит, що дозволяє регулювати ступінь подрібнення залежно від вимог рецептури» [17]. Використання міцних матеріалів у виготовленні молотків, дек і сит забезпечує довготривалий ресурс роботи та зменшує витрати на технічне обслуговування.

Рисунок 2.4 – Зовнішній вигляд дробарки Van Aarsen GD9 Hammer Mill

Особливістю даної моделі є наявність системи підготовки сировини перед подрібненням, зокрема живильника з магнітним сепаратором, який видаляє металомагнітні домішки та запобігає потраплянню сторонніх включень у дробильну камеру. Це підвищує безпеку експлуатації та захищає основні вузли обладнання від пошкоджень, що особливо важливо при роботі з великими обсягами сировини.

Таблиця 2.4 – Технічні характеристики дробарки Van Aarsen GD9 Hammer Mill

Показник	Значення
Тип обладнання	Молоткова дробарка для комбікормової промисловості
Продуктивність	до 25 т/год (залежно від сировини та решета)
Діапазон продуктивності серії GD	20–100 т/год
Потужність приводу	близько 160 кВт (залежно від виконання)
Частота обертання ротора	~1500 об/хв
Максимальна окружна швидкість	~90 м/с

Дробарка також характеризується високим рівнем автоматизації та можливістю інтеграції в сучасні комбікормові лінії. «Контроль навантаження, стабільність роботи та оптимізована аеродинаміка процесу дозволяють забезпечити енергоефективне подрібнення при заданій продуктивності 25 т/год, що робить дане обладнання доцільним для використання в промислових умовах виробництва комбікормів» [17].

Дробарка Murska Hammer Mill (рис. 2.5) призначена для подрібнення зернової сировини до необхідної крупності та широко використовується у комбікормовому виробництві. «Вона здатна працювати з сухим та злегка вологим зерном, забезпечуючи стабільну якість помелу для подальшого використання в раціонах тварин» [18]. Основна робота виконується ротором з молотками, який створює високошвидкісні удари по продукту, забезпечуючи інтенсивне та рівномірне подрібнення.

Рисунок 2.5 – Загальний вигляд дробарки Murska Hammer Mill

Конструктивно дробарка оснащена регульованими ситами різного діаметра, що дозволяє отримувати продукт необхідної фракції та швидко адаптувати обладнання під технологічні вимоги. «Важливою особливістю є можливість повороту ротора та багаторазового використання молотків шляхом їх

перевертання, що значно підвищує ресурс роботи та знижує експлуатаційні витрати» [18].

Окремо слід відзначити систему подачі та транспортування продукту, яка може включати конвеєри або пневмотранспорт. Це забезпечує безперервність технологічного процесу та зменшує втрати сировини. Під час роботи відбувається також часткове охолодження продукту повітряним потоком, що позитивно впливає на його якість та стабільність.

Таблиця 2.5 – Технічні характеристики дробарки Murska Hammer Mill

Показник	Значення
Продуктивність	25-45 т/год
Потужність приводу	200-259 кВт
Об’єм бункера / допоміжного резервуара	1700 / 5600 л
Ширина бункера	3,6 м
Висота розвантаження елеватора	3,3 м
Довжина	7,0 м
Ширина	2,5 м
Висота завантаження	3,2 м
Маса	4500 кг

«За рахунок високої продуктивності (до 25-45 т/год залежно від умов подрібнення), енергоефективної роботи та зручності обслуговування дана дробарка є сучасним рішенням для промислових комбікормових підприємств, що орієнтуються на інтенсивне виробництво та стабільну якість продукції» [18].

З метою обґрунтування вибору раціонального варіанту дробарки для проєктованої технологічної лінії комбікормового виробництва проведено порівняльний аналіз основних техніко-економічних показників обладнання. «До розгляду включено як вітчизняні, так і закордонні моделі, що забезпечують продуктивність на рівні 22–25 т/год, що відповідає вимогам заданої виробничої

програми» [18]. Основну увагу приділено таким параметрам, як продуктивність, встановлена потужність та орієнтовна вартість обладнання, які є визначальними при формуванні ефективної та економічно обґрунтованої технологічної схеми. Результати порівняння наведено в табл. 2.6.

Таблиця 2.6 – Порівняння дробарок для удосконалення лінії

Обладнання	Продуктивність, т/год	Встановлена потужність, кВт	Орієнтовна вартість
ДМП-50	22	220-300	≈ 0,9 млн грн
А1-ДМ2Р-200	22-25	200	≈ 1,0 млн грн
Van Aarsen GD9 Hammer Mill	20-30	200-250	8-12 млн грн
Murska Hammer Mill	25-45	200-259	6-10 млн грн

Аналіз порівняльних характеристик показав, що ДМП-50 забезпечує продуктивність близько 22 т/год і може застосовуватись у невеликих або середніх комбікормових лініях, однак її технічні можливості є граничними для заданої продуктивності проєкту та не передбачають суттєвого резерву потужності.

Дробарка А1-ДМ2Р-200 забезпечує стабільну продуктивність у межах 22-25 т/год із можливістю підвищення до 28 т/год у пікових режимах. Вона має значно вищу встановлену потужність (200 кВт), що дозволяє працювати з різними видами сировини, забезпечує стабільність процесу подрібнення та формує резерв для подальшого розширення виробництва.

Закордонні аналоги (Van Aarsen GD9 Hammer Mill та Murska Hammer Mill) мають високу продуктивність і технологічні можливості, однак характеризуються значно вищою вартістю обладнання та сервісного обслуговування, що суттєво підвищує капітальні витрати проєкту.

Таким чином, для умов проєктованого комбікормового виробництва найбільш доцільним є використання дробарки А1-ДМ2Р-200, яка забезпечує

необхідну продуктивність 22-25 т/год, має прийнятну вартість та відповідає вимогам надійності, енергоефективності й технологічної гнучкості.

Висновки по розділу.

У розділі описано діючу технологічну схему виробництва комбікормів, що охоплює всі основні етапи перероблення сировини – від її приймання, очищення та фракціонування до подрібнення, дозування, змішування й експандування. Показано, що застосована послідовність операцій і використання відповідного обладнання забезпечують отримання продукції належної якості, а також ефективну організацію виробничого процесу.

Разом із тим виявлено, що окремі ділянки технологічної лінії можуть обмежувати загальну продуктивність підприємства. Зокрема, процес подрібнення зернової сировини визначено як один із ключових етапів, який впливає як на якість комбікорму, так і на пропускну здатність усієї системи. Використання наявної дробарки не повною мірою відповідає сучасним вимогам до інтенсивності виробництва.

У розділі також обґрунтовано необхідність удосконалення технологічної схеми шляхом заміни існуючого обладнання на більш продуктивне. Проведений аналіз альтернативних варіантів дозволив визначити доцільність застосування дробарки А1-ДМ2Р-200, яка забезпечує підвищення продуктивності до необхідного рівня, стабільність роботи та економічну ефективність виробництва.

3 ПРОЄКТНА ЧАСТИНА

3.1 Технологічний розрахунок

Комбікормові підприємства здійснюють виробництво комбікормів і білково-вітамінних добавок (БВД) на основі затверджених у встановленому порядку рецептур (табл. 3.1), а також за розрахунками, виконаними із застосуванням ЕОМ відповідно до вимог чинної інструкції.

Таблиця 3.1 – Рецептурний склад комбікорму

№	Компонент	Сирий протеїн	Сирої клітковини, %	Кальцій, %	Фосфор, %	Натрій, %	Лізин	Метіонін
1	Ячмінь без плівок	5,980	1,610	0,028	0,156	0	0,221	0,184
2	Пшениця	2,120	0,460	0,020	0,058	0,002	0,038	0,074
3	М’ясо-кісткове борошно	1,484	0,156	0,252	0,160	0,003	0,082	0,030
4	Кухонна сіль	0	0	0,002	0	0,001	0	0
5	Дріжджі кормові	1,281	0	0,016	0,024	0,003	0,061	0,011
6	Молоко сухе знежирене	2,022	0	0,108	0,052	0,003	0,061	0,011
7	Макуха соняшникова	1,386	0,431	0,015	0,034	0,032	0,036	0,044
8	Премікс	0	0	0	0	0	0,108	0,018
9	Висівки пшеничні	2,130	1,395	0,030	0,128	0,172	0,066	0,015
10	Крейда	0	0	0,515	0,002	0,172	0	0

«У виробництві комбікормів використовується широкий спектр сировини рослинного, тваринного та мінерального походження, яка повинна відповідати вимогам ДСТУ і ТУ У за комплексом показників якості» [19].

Під час формування рецептур комбікормів і БВД враховують кількість та якість наявної сировини, нормовані показники поживності для відповідних груп тварин, птиці або риби, хімічний, мінеральний та амінокислотний склад

компонентів, а також встановлені мінімальні й максимальні межі введення окремих інгредієнтів.

«Так, рецептура для поросят повинна забезпечувати не менше 109 кормових одиниць, вміст сирого протеїну в межах 15,1-17,1 %, сирої клітковини не більше 5 %, кальцію 0,9-1,1 %, фосфору 0,6-1,1 %, лізину не менше 0,63 %, а метіоніну разом із цистином не менше 0,37 %» [2].

Для оцінювання енергетичної цінності вихідної рецептури комбікорму проводимо розрахунок сумарної обмінної енергії з урахуванням частки кожного компонента у складі суміші. «Визначення проводимо шляхом множення показника обмінної енергії кожної сировини на її відсотковий вміст у рецептурі з подальшим підсумовуванням отриманих значень (формула 3.1).

$$E_{обм} = E_{100г} \cdot \frac{N_{сир}}{100} \tag{3.1}$$

де $E_{100г}$ – обмінна енергія компоненту на 100 г;

$N_{сир}$ – кількість сировини в рецептурі, %» [20].

Такий підхід дає змогу об’єктивно оцінити енергетичну забезпеченість комбікорму та відповідність його поживності встановленим вимогам для даної групи тварин.

$$E_{ячм} = 305 \cdot \frac{46}{100} = 140,3 \text{МДж/100 г};$$

$$E_{пшен} = 300 \cdot \frac{20}{100} = 60,0 \text{МДж/100 г};$$

$$E_{м-к.бор.} = 293 \cdot \frac{4}{100} = 11,720 \text{МДж/100 г};$$

$$E_{сіль} = 0 \cdot \frac{0,5}{100} = 0,0 \text{МДж/100 г};$$

$$E_{дріжд.} = 300 \cdot \frac{3}{100} = 9,0 \text{МДж/100 г};$$

$$E_{мол.сух.} = 305 \cdot \frac{6}{100} = 18,3\,\text{МДж/100 г};$$

$$E_{мак.сон.} = 305 \cdot \frac{3,5}{100} = 10,7\,\text{МДж/100 г};$$

$$E_{прем.} = 0 \cdot \frac{0,5}{100} = 0,0\,\text{МДж/100 г};$$

$$E_{висів.} = 185 \cdot \frac{15}{100} = 27,8\,\text{МДж/100 г};$$

$$E_{крейд.} = 0 \cdot \frac{1,5}{100} = 0,0\,\text{МДж/100 г}.$$

Результати проведеного розрахунку сумарної обмінної енергії компонентів комбікорму наведені в таблиці. У ній відображено внесок кожної сировини у загальну енергетичну цінність раціону з урахуванням її частки у рецептурі.

Таблиця 3.1 – Підсумкова таблиця розрахунку обмінної енергії

№	Компонент	Макс. норма введення, %	Кількість за рецептом, %	Обмінна енергія в 100 г
1	Ячмінь без плівок	60	46	305
2	Пшениця	20	20	300
3	М’ясо-кісткове борошно	4	4	293
4	Кухонна сіль	0,6	0,5	0
5	Дріжджі кормові	3	3	300
6	Молоко сухе знежирене	6	6	305
7	Макуха соняшникова	10	3,5	305
8	Премікс	0,5	0,5	0
9	Висівки пшеничні	25	15	185
10	Крейда	2	1,5	0

Як видно з табл. 3.2 узагальнення дозволяє наочно оцінити формування енергетичного балансу комбікорму та проаналізувати вплив окремих інгредієнтів на кінцевий показник поживності.

3.2 Розрахунок необхідної кількості технологічного обладнання

Перелік основного технологічного обладнання, що використовується на підприємстві для виробництва комбікормів наведено в табл. 3.3. Це обладнання відіграє ключову роль на різних етапах виробничого процесу – від очищення сировини до дозування, змішування, термічної обробки та фракціонування, що забезпечує високу якість кінцевого продукту.

Таблиця 3.3 – Специфікація технологічного обладнання ТОВ «Дніпропетровський комбікормовий завод»

№	Найменування обладнання	Марка обладнання	Кількість
1	Сепаратор	А1-БЛС-12	1
2	Сепаратор	А1-БЛС-16	1
3	Розтаровочна машина	У1-ДРМ/1	1
4	Просіювач	А1-ДСМ	1
5	Дозатор	АД2000-2К	1
6	Змішувач	А9-БСГ-30	1
7	Експандер	ЭК-1-250	1
8	Охолоджувач	Б6-ДОБ	1
9	Дробарка	НМ-1400-2Д	1

Для визначення потрібної кількості технологічного обладнання в модернізованій технологічній лінії елеватора ТОВ «Дніпропетровський комбікормовий завод» застосовано загальноприйняту методику розрахунку, наведену в [21, 22].

«Кількість технологічного обладнання встановлюють за такою формулою:

$$N_{обл} = \frac{Q_{лін}}{n \cdot q_{обл}} \quad (3.2)$$

де n – кількість годин в зміні, год.;

$q_{обл}$ – паспортна продуктивність обладнання, кг/год

$Q_{лін}$ – продуктивність лінії, кг/год» [22].

Продуктивність лінії в даному випадку приймаємо відповідно до завдання на кваліфікаційну роботу – 320 т/добу в наявній лінії та 400 т/добу – в удосконаленій.

Необхідну кількість сепараторів розраховуємо за сумарною продуктивністю по формулі 3.2:

$$N_{сеп} = \frac{400}{16 \cdot (12 + 16)} = 0,89 .$$

Отже, приймаємо до встановлення по одному сепаратору А1-БЛС-12 та А1-БЛС-16.

Визначаємо необхідну кількість дозаторів:

$$N_{доз} = \frac{400}{16 \cdot 25} = 1,0 .$$

Встановлюємо 1 дозатор АД2000-2К.

Визначаємо необхідну кількість змішувачів:

$$N_{зміш} = \frac{400}{16 \cdot 25} = 1,0 .$$

Приймаємо до встановлення 1 змішувач А9-БСГ-30.

Визначаємо необхідну кількість експандерів, враховуючи, що тільки 10 частина комбікормів підлягає процесу експандування:

$$N_{експ} = \frac{400}{16 \cdot 10 \cdot 0,25} = 1,0.$$

Приймаємо до встановлення 1 експандер ЭК-1-250.

Для порівняння розраховуємо теоретичну кількість старого обладнання для нової продуктивності лінії:

$$N_{дроб} = \frac{400}{16 \cdot 20} = 1,25.$$

Необхідну кількість дробарок, пропонованих для встановлення, також розраховуємо за формулою (3.2):

$$N_{дроб} = \frac{400}{16 \cdot 25} = 1,0.$$

Тобто, за результатами розрахунків, ми бачимо за нової продуктивності лінії старе обладнання для подрібнення не забезпечувало б вимогу по продуктивності. При удосконаленні технологічної лінії для підвищення продуктивності з 320 т/добу до 400 т/добу пропоноване до встановлення обладнання повністю забезпечує вимогу по продуктивності.

Це свідчить про доцільність проведеної модернізації, оскільки заміна обладнання на більш продуктивне дозволяє усунути обмеження на критичній стадії подрібнення та забезпечити узгоджену роботу всіх елементів технологічної лінії. У результаті досягається не лише підвищення загальної продуктивності підприємства, але й стабільність технологічного процесу, що є важливим чинником для отримання комбікормів заданої якості.

3.3 Розрахунок площ та компонування обладнання основних виробничих приміщень

Запаси зернової сировини на підприємствах, розташованих поблизу фермерських господарств, доцільно передбачати в обсязі власного фуражу з урахуванням наявних складських потужностей у господарствах. Місткість складу готової продукції визначається відповідно до завдання на проєктування, але має становити не менше тридобового запасу з урахуванням оперативних ємностей виробничого корпусу.

«Об’єм складів силосного або бункерного типу для зберігання сировини визначають за розрахунковою залежністю, яка наведена у формулі 3.3:

$$V = \frac{K_1 \cdot P \cdot t}{\gamma \cdot K_2}, \tag{3.3}$$

де K_1 – коефіцієнт, що враховує частку сировини в рецептурі;

P – потужність підприємства, т/добу;

t – тривалість запасу, діб;

γ – об’ємну масу сировини, т/м^3;

K_2 – коефіцієнт заповнення» [22].

Тоді розраховуємо для:

- зернової сировини:

$$V = \frac{0,8 \cdot 400 \cdot 48}{0,65 \cdot 0,8} = 29538 \text{ м}^3;$$

- борошнистої сировини:

$$V = \frac{0,08 \cdot 400 \cdot 48}{0,3 \cdot 0,65} = 7877 \text{ м}^3;$$

- для макухи:

$$V = \frac{0,05 \cdot 400 \cdot 48}{0,48 \cdot 0,85} = 2353 \text{ м}^3;$$

- для мінеральної сировини:

$$V = \frac{0,01 \cdot 400 \cdot 48}{1,62 \cdot 0,9} = 131 \text{ м}^3;$$

- для кормових продуктів:

$$V = \frac{0,04 \cdot 400 \cdot 48}{1,62 \cdot 0,9} = 527 \text{ м}^3;$$

- для премікcів:

$$V = \frac{0,04 \cdot 400 \cdot 48}{1,62 \cdot 0,9} = 527 \text{ м}^3.$$

За проведеними розрахунками місткість складу зернової сировини становить 29538 м³. Аналогічно визначено об’єми складів для інших видів сировини: для борошнистої – 7877 м³, макухи – 2353 м³, мінеральної сировини – 131 м³, кормових продуктів – 527м³, премікcу – 527 м³.

Місткість складу готової продукції розраховують із умови забезпечення тридобового запасу, що при продуктивності підприємства 400 т/добу становить 1200 т.

«Для визначення кількості силосів попередньо обчислюють об’єм одного силосу за його геометричними розмірами, який у даному випадку дорівнює:

$$V_c = a \cdot b \cdot c \quad (3.4)$$

де a, b, c – лінійні розміри силосу, м» [22].

$$V_c = 3 \cdot 3 \cdot 20 = 180 \text{ м}^3.$$

«Далі кількість силосів встановлюють шляхом ділення загального об'єму зберігання на об'єм одного силосу» [22]:

$$n = \frac{V}{V_c}, \quad (3.5)$$

$$n = \frac{1200}{180} = 6,66 \approx 7 \text{ шт.}$$

«Слід враховувати, що фактична кількість силосів може бути більшою за розрахункову через конструктивні особливості будівлі, тому остаточне рішення приймається з урахуванням планувальних параметрів силосного корпусу» [14].

На завершальному етапі визначають загальну потребу в сировині, яка підлягає зберіганню, що забезпечує безперервність технологічного процесу виробництва комбікормів:

$$Q = K_1 \cdot P \cdot t, \quad (3.6)$$

- зернової сировини:

$$Q = 0,8 \cdot 400 \cdot 16 = 5120 \text{ т},$$

- борошнистої сировини:

$$Q = 0,08 \cdot 400 \cdot 16 = 512 \text{ т},$$

- для макухи:

$$Q = 0,05 \cdot 400 \cdot 16 = 320 \text{ т},$$

- для мінеральної сировини:

$$Q = 0,01 \cdot 400 \cdot 16 = 64 \text{ т},$$

- для кормових продуктів:

$$Q = 0,04 \cdot 400 \cdot 16 = 256 \text{ т},$$

- для премікcів:

$$Q = 0,04 \cdot 400 \cdot 16 = 256 \text{ т}.$$

Висновки по розділу.

У розділі виконано комплексний технологічний розрахунок виробництва комбікормів, у межах якого визначено основні параметри процесу, потребу в сировині та місткість складських приміщень для різних її видів. Розрахунки проведено з урахуванням продуктивності підприємства, норм запасів і фізико-технологічних властивостей компонентів, що дозволило обґрунтувати необхідні об’єми зберігання та забезпечити безперервність виробничого процесу.

На основі отриманих даних визначено необхідну кількість технологічного обладнання для модернізованої лінії. Встановлено, що при підвищенні продуктивності до 400 т/добу окремі одиниці обладнання, зокрема на стадії

подрібнення, не відповідають новим вимогам, що обґрунтовує доцільність їх заміни на більш продуктивні аналоги. Запропоноване обладнання забезпечує узгоджену роботу всіх ділянок та усуває потенційні «вузькі місця» у технологічній схемі.

У межах розрахунків визначено необхідну кількість сировини для забезпечення безперебійної роботи підприємства з урахуванням продуктивності та нормативних запасів. На основі отриманих даних обґрунтовано обсяги запасів для різних видів сировини, що гарантує стабільність технологічного процесу. Також виконано визначення необхідних місткостей для зберігання сировини та готової продукції. Розраховані об’єми складів забезпечують дотримання встановлених термінів зберігання, раціональне використання ресурсів і безперервність виробництва.

4 ВПРОВАДЖЕННЯ ЕЛЕМЕНТІВ СИСТЕМИ НАССР

«НАССР (Hazard Analysis and Critical Control Points) – це науково обґрунтована система управління безпечністю продукції, яка передбачає ідентифікацію, оцінювання та контроль небезпечних чинників на всіх етапах виробничого процесу» [23-26]. Її сутність полягає у зосередженні уваги не на кінцевому контролі готової продукції, а на попередженні виникнення небезпек ще під час виробництва. «Водночас НАССР не гарантує повного усунення ризиків, але дозволяє звести їх до прийнятного рівня шляхом системного підходу до контролю критичних точок» [24].

«Запровадження НАССР на підприємствах комбікормового виробництва має свої специфічні особливості, обумовлені видом сировини, технологічними процесами та вимогами до якості готової продукції» [25]. Комбікорми виготовляються з різноманітних компонентів – зернових, білкових, мінеральних добавок, премікси – кожен із яких може бути потенційним джерелом небезпек. Тому важливим є контроль на всіх етапах: від приймання сировини, її очищення, зберігання та подрібнення до змішування, термічної обробки та відвантаження готового продукту.

«На початковому етапі впровадження НАССР проводиться аналіз можливих небезпек, які можуть виникати у процесі виробництва комбікормів. До них належать біологічні (мікроорганізми, пліснява), хімічні (мікотоксини, залишки пестицидів, важкі метали) та фізичні (металеві домішки, сторонні предмети)» [25]. Особливу увагу приділяють зерновій сировині, яка є основною складовою комбікормів і водночас найбільш вразливою до впливу несприятливих факторів під час зберігання та транспортування (табл. 4.1).

«Наступним кроком є визначення критичних контрольних точок (ККТ), тобто таких етапів технологічного процесу, на яких можливе ефективне запобігання або усунення небезпек» [25]. У комбікормовому виробництві до таких точок, як правило, відносять операції очищення сировини (сепарація, магнітний контроль),

подрібнення, дозування компонентів, термічну обробку (експандування або гранулювання), а також зберігання готової продукції.

Таблиця 4.1 – Потенційно небезпечні чинники на технологічних етапах виробництва комбікормів

Операція у складі процесу	Небезпечний чинник та його джерело	Заходи контролю
Приймання зернової сировини	Наявність мікотоксинів, пестицидів, сторонніх домішок у сировині	Вхідний лабораторний контроль, перевірка сертифікатів якості
Зберігання зерна	Розвиток плісняви та шкідників при підвищеній вологості	Контроль температури та вологості, регулярна дезінсекція
Очищення (сепарація)	Потрапляння металомагнітних і мінеральних домішок	Використання магнітних сепараторів, контроль роботи сит
Подрібнення	Потрапляння металевих частинок через зношення обладнання	Періодична перевірка стану молотків, магнітний контроль
Дозування компонентів	Порушення рецептури, нерівномірність складу	Автоматичний контроль дозаторів, калібрування обладнання
Змішування	Нерівномірний розподіл компонентів, перехресне забруднення	Контроль тривалості змішування, очищення змішувача
Експандування / термічна обробка	Недостатня термічна обробка, збереження патогенів	Контроль температури та тиску процесу
Охолодження	Повторне зволоження та мікробіологічне забруднення	Контроль параметрів повітря, санітарний стан обладнання
Зберігання готової продукції	Розвиток плісняви, самозігрівання корму	Контроль температури, вологості та термінів зберігання
Відвантаження	Забруднення під час транспортування	Очищення транспорту, контроль умов перевезення

Для кожної ККТ (табл. 4.2) встановлюють критичні межі, наприклад, допустимий рівень вологості, температури або наявності домішок.

Таблиця 4.2 – Виявлення критичних точок контролю при виробництві комбікормів

Операція у складі процесу	Питання 1	Питання 2	Питання 3	Питання 4	Чи є ККТ?
Приймання зернової сировини	Так	Так	—	—	Так
Зберігання зерна	Так	Так	—	—	Так
Очищення (сепарація)	Так	Ні	Так	Ні	Так
Подрібнення	Так	Ні	Так	Ні	Так
Дозування компонентів	Так	Ні	Так	Ні	Так
Змішування	Ні	—	—	—	Ні
Експандування / термічна обробка	Так	Так	—	—	Так
Охолодження	Так	Так	—	—	Так
Зберігання готової продукції	Так	Так	—	—	Так
Відвантаження	Ні	—	—	—	Ні

«Ефективність системи HACCP значною мірою залежить від організації моніторингу та документування всіх процесів. На підприємстві необхідно забезпечити постійний контроль параметрів у критичних точках, своєчасне виявлення відхилень і впровадження коригувальних дій» [25. 26]. Важливим елементом є також навчання персоналу, оскільки саме працівники безпосередньо забезпечують дотримання технологічної дисципліни та виконання встановлених процедур.

На наступному етапі визначають критичні межі для встановлених критичних контрольних точок у процесі виробництва обраного продукту згідно з третім принципом системи HACCP (табл. 4.3).

Критичні межі являють собою гранично допустимі значення контрольованих параметрів, перевищення або недотримання яких свідчить про втрату керованості процесом і можливе виникнення небезпеки.

Таблиця 4.3 – Специфікація критичних меж для критичних точок контролю

Критичні контрольні точки (ККТ)	Біологічні	Хімічні	Фізичні	Характеристики небезпечних чинників	Граничне значення ККТ
Приймання зернової сировини	+	+	+	Мікотоксини, залишки пестицидів, сторонні домішки	Вміст мікотоксинів – згідно норм; пестициди – не більше ГДК; сторонні домішки – не допускаються
Зберігання зерна	+	–	–	Пліснява, розвиток мікрофлори (МФАМ, КУО)	МФАМ – не більше $1{,}0 \cdot 10^5$ КУО/г; відсутність плісняви
Очищення (сепарація)	–	–	+	Металомагнітні та мінеральні домішки	Металодомішки – не допускаються
Подрібнення	–	–	+	Металеві частинки, зношення робочих органів	Металодомішки – не допускаються
Дозування компонентів	–	+	–	Передозування добавок, нерівномірність складу	Відхилення дозування – не більше ±1–2 %
Експандування / термічна обробка	+	–	–	Патогенна мікрофлора	Температура обробки – не нижче 80–90 °С
Охолодження	+	–	–	Вторинне мікробіологічне забруднення	Температура продукту – не вище +10 °С до навколишнього середовища
Зберігання готової продукції	+	–	–	Пліснява, самозігрівання	Вологість – не більше 14 %; відсутність плісняви

«До таких показників можуть належати температура, вологість, тривалість обробки, рівень домішок або інші технологічні характеристики, що підлягають постійному контролю. Їх обґрунтоване встановлення забезпечує своєчасне виявлення відхилень та прийняття коригувальних заходів» [25].

Отже, за результатами аналізу технологічного процесу виробництва комбікормів в умовах ТОВ «Дніпропетровський комбікормовий завод» було визначено основні критичні контрольні точки на етапах: приймання та зберігання сировини, очищення, подрібнення, дозування компонентів, термічної обробки та зберігання готової продукції. Для кожної з визначених ККТ встановлено потенційні небезпечні чинники біологічного, хімічного та фізичного походження, а також обґрунтовано їх характеристики.

Крім того, для кожної критичної точки встановлено граничні значення контрольованих параметрів, дотримання яких забезпечує безпечність та належну якість комбікормової продукції. Це дозволяє своєчасно виявляти відхилення у технологічному процесі та впроваджувати заходи з метою мінімізації ризиків.

Висновки по розділу.

У результаті проведеного аналізу технологічного процесу виробництва комбікормів на ТОВ «Дніпропетровський комбікормовий завод» ідентифіковано ключові критичні контрольні точки, зокрема на стадіях приймання і зберігання сировини, її очищення, подрібнення, дозування компонентів, термічної обробки та зберігання готової продукції. Для кожної з визначених ККТ встановлено можливі небезпечні чинники біологічного, хімічного та фізичного характеру, а також надано їх обґрунтовану характеристику.

Таким чином, впровадження системи HACCP на комбікормових підприємствах дозволяє підвищити рівень безпечності продукції, зменшити ризики для здоров’я тварин і забезпечити стабільну якість кормів. Системний підхід до контролю небезпек сприяє підвищенню довіри споживачів, відповідності міжнародним стандартам та конкурентоспроможності підприємства на ринку кормової продукції.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

5.1 Розробка карти безпеки праці

Для розробки картки охорони праці на підприємстві комбікормового виробництва необхідно провести комплексний аналіз основних складових безпечних умов праці. Зокрема, слід детально розглянути заходи з електробезпеки, що передбачають захист персоналу від ураження електричним струмом під час експлуатації обладнання. «Важливим є також забезпечення належного стану санітарно-побутових приміщень, які повинні відповідати встановленим гігієнічним вимогам» [27]. Окрему увагу необхідно приділити техніці безпеки при обслуговуванні технологічного обладнання, що включає правильну експлуатацію, своєчасне обслуговування та запобігання аварійним ситуаціям. Крім того, обов’язковим елементом є дотримання вимог пожежної безпеки, спрямованих на попередження виникнення пожеж та забезпечення ефективних заходів їх ліквідації.

«Виробниче приміщення за умовами експлуатації належить до категорії з підвищеною небезпекою ураження електричним струмом, що обумовлено наявністю підвищеної вологості (близько 75 %), струмопровідного пилу, електропровідної підлоги, а також можливістю одночасного контакту працівника з двома струмопровідними елементами» [27]. Для зниження ризику травматизму всі електроустановки підлягають обов’язковому заземленню: корпуси обладнання, металеві конструкції, пускова та захисна апаратура приєднуються до єдиного заземлювального контуру. «Як заземлювачі використовують сталеві елементи, при цьому опір заземлювального пристрою не повинен перевищувати 4 Ом» [27]. Обслуговуючий персонал забезпечується засобами індивідуального захисту, зокрема діелектричними рукавицями, гумовими килимками та спеціальним інструментом.

«Окрім заземлення, для підвищення рівня електробезпеки застосовують додаткові заходи, зокрема занулення (у мережах до 1000 В) та системи захисного відключення» [27]. Значну увагу приділяють також боротьбі зі статичною електрикою, яка виникає під час роботи дробарок, змішувачів, транспортерів і

фільтраційного обладнання внаслідок тертя частинок сировини. Накопичення електростатичних зарядів може призводити до утворення іскрових розрядів, тому для їх відведення використовують заземлення обладнання, підвищення електропровідності матеріалів та очищення повітря від пилу.

З метою захисту будівлі та обладнання від атмосферної електрики передбачено блискавкозахист. «Для цього застосовують стержневі блискавковідводи, а також блискавкоприймальну сітку, розміщену під шаром покрівельного покриття. Така система забезпечує ефективне відведення струму блискавки та запобігає пошкодженню виробничих об’єктів і виникненню аварійних ситуацій» [27].

Відповідно до чинних будівельних норм і правил на підприємстві передбачено комплекс санітарно-побутових приміщень, необхідних для забезпечення належних умов праці та відпочинку персоналу. «До їх складу входять гардеробні, душові, умивальні, приміщення для відпочинку, особистої гігієни, обігріву працівників, а також кімнати для видачі робочого і санітарного одягу та медичний пункт» [27]. Кожному працівникові надається індивідуальна шафа у роздягальні, при цьому відстань між рядами шаф становить 1,5 м, що забезпечує зручність користування. Відстань від прохідної до роздягальні складає 800 м.

Душові приміщення розташовані суміжно з гардеробними, а їх кількість визначається з розрахунку одна душова сітка на трьох працівників. «Умивальники розміщені в окремих приміщеннях із відстанню між кранами 0,65 м, при цьому їх кількість відповідає чисельності працівників найбільшої зміни» [27]. Убиральні передбачені на кожному поверсі будівлі та розташовані на відстані не більше 75 м від найдальшого робочого місця.

«Для забезпечення комфортних умов під час перерв організовано приміщення для відпочинку, площа яких визначається з розрахунку 0,2 м² на одного працівника найбільш чисельної зміни» [27]. Таке планування санітарно-побутових умов сприяє підтриманню належного рівня гігієни, підвищенню працездатності персоналу та загальній ефективності виробничого процесу.

Перед введенням технологічного обладнання в роботу необхідно здійснити перевірку наявності та справності магнітного захисту, який запобігає потраплянню металевих домішок у робочі органи машин. «Усі захисні елементи (огородження, щити, кожухи, а також ізоляція паропроводів) повинні перебувати у належному технічному стані» [27]. Перед запуском слід переконатися у відсутності сторонніх предметів у робочих зонах обладнання, а також у справності механізмів і контрольно-вимірювальних приладів.

Під час роботи обладнання категорично забороняється виконувати будь-які дії в зоні рухомих вузлів машин. Налаштування, зокрема регулювання зазорів, допускається лише після повної зупинки обладнання. Пульти керування, щити, запірна арматура та вимірювальні прилади повинні бути розташовані у зручних для обслуговування місцях і забезпечувати вільний доступ для персоналу, що є важливою умовою безпечної експлуатації технологічної лінії.

У межах підприємства, що розглядається, виробничий корпус віднесено до категорії В, що характеризується наявністю горючих матеріалів і пилу.

«До цієї категорії належать виробництва, де використовуються рідини з температурою спалаху понад 61 °С, горючий пил із нижньою межею вибуховості понад 65 г/м³, а також речовини, здатні займатися при взаємодії з повітрям або між собою» [27]. Крім того, сюди відносять процеси, пов’язані з обробкою твердих горючих матеріалів, що характерно для комбікормового виробництва.

Для забезпечення пожежної безпеки на території підприємства передбачено зовнішній протипожежний водопровід. «У разі виникнення загоряння на початковій стадії його розвитку застосовують первинні засоби пожежогасіння, до яких належать внутрішні пожежні крани з рукавами і стволами, вогнегасники, ємності з водою, а також інвентар – багри, ломи, сокири та відра» [27]. Усі виробничі об’єкти повинні бути укомплектовані такими засобами незалежно від наявності стаціонарних систем пожежогасіння, причому їх розміщують у доступних і добре видимих місцях для оперативного використання.

Як підсумок, було розроблено картку охорони праці, де систематизовано всі вищевикладені норми (рис. 4.1)

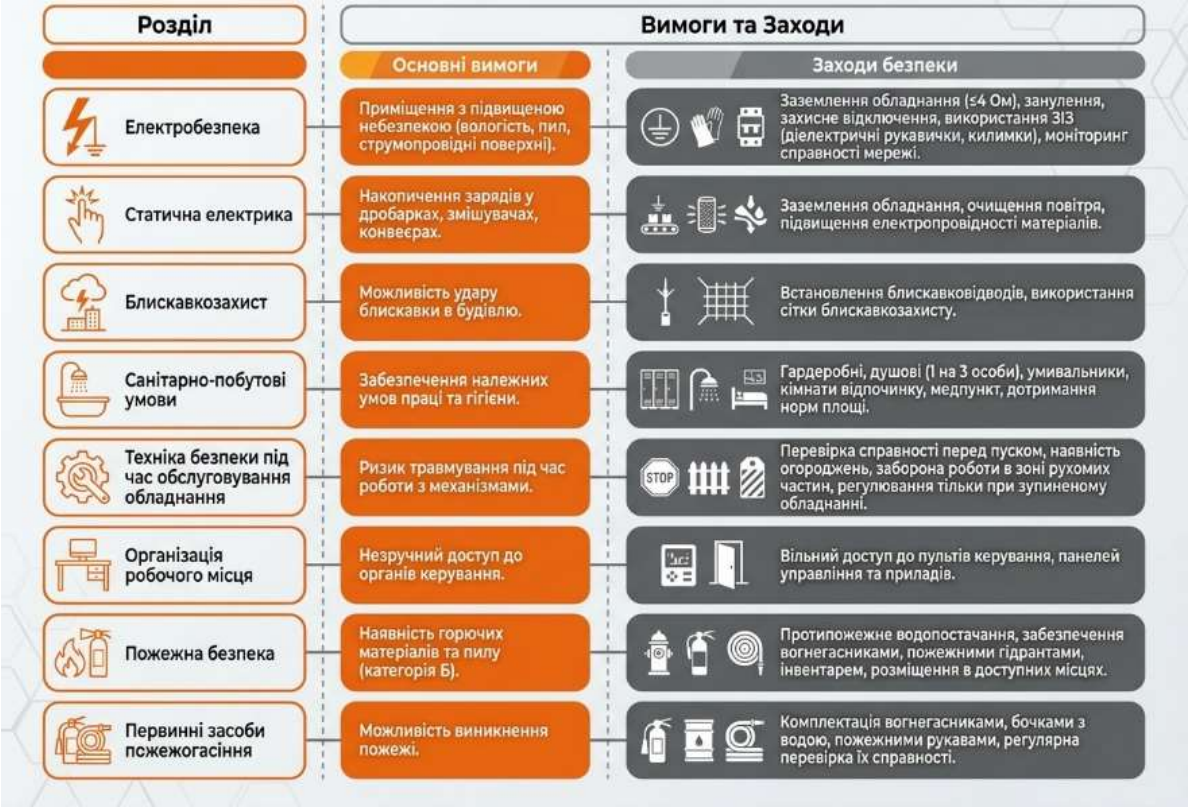

Рисунок 4.1 – Розроблена картка охорони праці

У результаті розроблення картки охорони праці для комбікормового виробництва визначено основні небезпечні та шкідливі фактори виробничого середовища, а також обґрунтовано комплекс ефективних заходів щодо їх мінімізації. Запропоновані рішення охоплюють вимоги електро- та пожежної безпеки, безпечної експлуатації технологічного обладнання, організації робочих місць і забезпечення належних санітарно-побутових умов. Реалізація зазначених заходів сприятиме підвищенню рівня безпеки праці, зниженню виробничого травматизму та створенню оптимальних умов для стабільної і ефективної роботи персоналу.

5.2 Утилізація відходів виробництва

Система інженерно-технічних і організаційних рішень, спрямованих на захист довкілля, має забезпечувати раціональне використання природних ресурсів і збереження екологічної рівноваги як для сучасного суспільства, так і для

наступних поколінь. «Діяльність підприємств, що здійснюють перероблення зернової сировини, супроводжується рядом негативних чинників впливу на навколишнє середовище, зокрема викидами пилу та шкідливих речовин в атмосферу, забрудненням продукції, утворенням забруднених стічних вод, а також підвищеним рівнем виробничого шуму» [28].

У процесі функціонування комбікормового заводу пил утворюється під час приймання, транспортування та обробки сировини. Потрапляючи в атмосферне повітря, він погіршує його якісні характеристики, знижує прозорість та обмежує проникнення сонячного випромінювання, зокрема ультрафіолетової складової. Це негативно позначається як на стані довкілля, так і на умовах праці персоналу.

Впровадження ефективних природоохоронних заходів є важливою складовою діяльності підприємства, оскільки вони спрямовані на створення безпечних і комфортних умов праці, зменшення шкідливого впливу виробництва на довкілля та підвищення загальної ефективності виробничих процесів. Такі заходи сприяють зростанню продуктивності праці та стимулюють розвиток сучасних технологій у галузі.

«Основними джерелами надходження забруднюючих речовин в атмосферне повітря є транспортні засоби, будівельна техніка, а також виконання зварювальних і фарбувальних робіт» [28]. Під час зварювання у повітря виділяються оксиди заліза та мангану, тоді як у процесі фарбування «можливе надходження летких органічних сполук, зокрема уайт-спіриту, ксилолу, бутанолу, ацетону, бутилацетату, толуолу та етанолу» [28].

У цеху розсипних комбікормів значна частина викидів пов’язана з транспортуванням сировини за допомогою норій. У цьому випадку організованим джерелом є аспіраційна труба, через яку в атмосферу потрапляють забруднюючі речовини у вигляді завислих твердих частинок без чітко визначеного складу. «Аналогічні викиди утворюються під час процесу подрібнення сировини у дробарках, де відведення пилоповітряної суміші здійснюється через систему газоочистки» [28].

Додатковим джерелом пиловиділення є зона завантаження та розвантаження сировини, яка належить до неорганізованих джерел. У цьому випадку в атмосферу також надходять тверді дисперсні частинки. «У цеху гранульованих комбікормів під час пресування суміші формуються організовані викиди через аспіраційні системи, які відводять повітря з домішками пилу, представленого завислими твердими частинками» [28].

Раціональна система поводження відходами (рис. 4.2) передбачає їх максимальне повернення у виробничий цикл після відповідного очищення та контролю якості. «Найчастіше дрібнодисперсний пил, що утворюється під час транспортування, дроблення та змішування, уловлюється аспіраційними системами і повторно вводиться до складу комбікорму, якщо відповідає встановленим ветеринарно-санітарним вимогам» [28].

Рисунок 4.2 – Шляхи утилізації відходів комбікормового виробництва

«Відходи, які не можуть бути повторно використані у виробництві, підлягають утилізації або передаються спеціалізованим організаціям для подальшої переробки» [28]. Органічні залишки можуть використовуватися як

вторинна сировина у тваринництві або для виробництва біоенергії, тоді як мінеральні домішки та забруднені матеріали підлягають безпечному видаленню відповідно до екологічних норм. Такий підхід дозволяє зменшити негативний вплив на довкілля, підвищити ресурсоефективність виробництва та знизити загальний обсяг відходів, що підлягають захороненню.

Висновки по розділу.

У результаті виконаної роботи розроблено картку охорони праці для комбікормового виробництва, в якій систематизовано основні вимоги безпеки до виробничого процесу. У ній узагальнено заходи електробезпеки, пожежної безпеки, правила експлуатації технологічного обладнання та вимоги до санітарно-побутового забезпечення персоналу. Запропонована картка дозволяє чітко структурувати небезпечні фактори виробничого середовища та визначити комплекс профілактичних заходів, спрямованих на зниження рівня виробничого травматизму та підвищення безпеки праці.

Щодо утилізації відходів встановлено, що комбікормове виробництво супроводжується утворенням пилоподібних фракцій, некондиційної сировини, залишків очищення та відпрацьованих фільтрувальних матеріалів. Значна частина пилу повертається у виробничий цикл після очищення, що підвищує ресурсоефективність процесу. Інші види відходів підлягають сортуванню, переробці або передачі спеціалізованим підприємствам для утилізації відповідно до екологічних вимог, що дозволяє зменшити негативний вплив виробництва на навколишнє середовище.

6 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ

На основі вихідних даних удосконалення технологічної лінії виробництва комбікормів в умовах ТОВ «Дніпропетровський комбікормовий завод» виконано розрахунок основних техніко-економічних показників, що дозволяють оцінити загальну ефективність запропонованих рішень.

У розрахунках використано вихідні параметри технологічної лінії виробництва комбікормів, наведені у табл. 6.1.

Таблиця 6.1 – Дані для розрахунку

Показники	Значення показника
Вид готової продукції	Комбікорм
Обсяг сировини, що поступає на переробку, т	652800
Усереднена ціна 1 т сировини, грн.	21400
Вихід кінцевої продукції, %	95,0 %
Кількість основних робітників, осіб	3
Середньомісячна зарплата робітника, грн.	20000,00
Річні витрати електроенергії, кВт	200000
Ціна 1 кВт / год. електроенергії, грн.	8,40

«Розраховуємо вартість готового продукту за формулою (6.1) на основі заданих вихідних даних.

$$B_{к.п.} = Q_{сир} \cdot Ц_{сир} \qquad (6.1)$$

де $Ц_{сир}$ – вартість готового продукту, грн» [29].

$$B_{к.п.} = 65280 \cdot 21400 = 1,39 \text{ млд. грн.}$$

«Визначаємо вартість основних виробничих фондів за формулою (6.2) з урахуванням вартості будівлі, обладнання та допоміжного оснащення:

$$C_o = C_{буд} + C_{об} + C_n \ , \qquad (6.2)$$

де $C_{буд}, C_{об}$ – відповідно вартість виробничої будівлі, встановленого обладнання, грн;

C_n – вартість приладів, пристроїв, інструменту, інвентарю, грн» [29].

Окремо розраховуємо «вартість виробничої будівлі (6.3), встановленого обладнання (6.4) та допоміжних матеріалів, інструментів і інвентарю (6.5).

$$C_{буд} = C'_{буд} \cdot F = 41000 \cdot 300 = 12,3 \text{ млн. грн}, \qquad (6.3)$$

де $C'_{буд}$=41000,00 грн/м^2 – середня вартість будівельно-монтажних робіт, віднесена до площі цеху з виробництва комбікормів, грн» [29];

F = 300 м^2 – загальна виробнича площа робочої будівлі комбікормового заводу.

$$C_{об} = C'_{об} \cdot F = 52125 \cdot 300 = 15,64 \text{ млн. грн}, \qquad (6.4)$$

де $C'_{об}$ =52125 грн/м^2 – середня вартість встановленого обладнання на одиницю виробничої площі робочої будівлі комбікормового заводу.

$$C_n = C'_n \cdot F = 10154 \cdot 300 = 3,05 \text{ млн. грн.}, \qquad (6.5)$$

де C'_n =10154 грн/м^2 – середня вартість приладів, інструментів та інвентарю, віднесена до площі цеху.

На основі отриманих значень визначено загальну вартість основних виробничих фондів.

$$C_o = 12,3 + 15,64 + 3,05 = 31,34 \text{ грн.}$$

«Розраховуємо річний фонд заробітної плати за формулою (6.6):

$$C_{пр.п} = C_{осн} + C_{дод} + C_{нар} \ , \qquad (6.6)$$

де $C_{осн}$ – основна заробітна плата виробничих робітників, грн.;

$C_{дод}$ – додаткова заробітна плата робітників, грн.;

$C_{нар}$ – додаткові нарахування до заробітної плати, грн» [29].

«Визначаємо основну заробітну плату працівників (6.7), додаткову заробітну плату (6.8) та нарахування на заробітну плату (6.9).

$$C_{осн} = ЗП_c \cdot C_n \cdot 12 \ , \qquad (6.7)$$

де C_n – годинна тарифна ставка робітника, нарахована по V розряду (згідно «Положення про оплату праці», приймаємо C_n=111,11 грн./год);

$ЗП_c$ – середня заробітна плата робітника, грн» [29].

$$C_{осн} = 20000 \cdot 111,11 \cdot 12 = 26,67 \text{ млн. грн.}$$

Зважаючи на те, що кількість виробничих робітників становить 3, то $C_{осн}$ = 79,99 млн. грн/рік.

$$C_{дод} = 0,12 \cdot C_{осн} = 0,12 \cdot 79,99 = 9,60 \text{ млн. грн.}, \qquad (6.8)$$

$$C_{нар} = 0,3719 \cdot (C_{осн} + C_{дод}) = 0,3719 \cdot (79,99 + 9,60) = 33,32 \text{ млн. грн.} \qquad (6.9)$$

Таким чином, повний річний фонд заробітної плати становить:

$$C_{пр.п} = 79,99 + 9,60 + 33,32 = 122,91 \text{ млн. грн.}$$

Окремо розраховуємо «витрати на технічне обслуговування (6.10), амортизаційні відрахування (6.11) та витрати на електроенергію (6.12).

$$ТО = 0,045 \cdot C_{о} = 0,045 \cdot 31,34 = 1,41 \text{ млн. грн.;} \quad (6.10)$$

$$А_{в} = 0,05 \cdot C_{о} = 0,05 \cdot 31,34 = 1,57 \text{ млн. грн.;} \quad (6.11)$$

$$Н_{оп} = Ц_{вл} \cdot П_{з.р.} = 8,40 \cdot 200000 = 1,68 \text{ млн. грн.} \quad (6.12)$$

де $П_{з.р}$ – загальна річна потреба електроенергії включаючи витрати на освітлення» [29].

Визначаємо цехові витрати як 2 % від загальних витрат (6.13).

$$Ц_{з} = 0,02 \cdot (C_{пр.п} + А_{В} + ТО + Н_{оп.осв} + З_{сир}) \quad (6.13)$$

$$Ц_{з} = 0,02(122,91 + 1,57 + 1,41 + 1,68 + 419,10) = 10,93 \text{ млн. грн.}$$

«Розраховуємо загальні виробничі витрати (6.14) та собівартість продукції на 1 т (6.15)» [29].

$$ВЗ = C_{пр.п} + А_{В} + ТО + Н_{оп.осв} + З_{сир} + Ц_{з} \quad (6.14)$$

$$ВЗ = 122,91 + 1,57 + 1,41 + 1,68 + 419,10 + 10,93 = 557,60 \text{ млн. грн.}$$

$$С = \frac{ВЗ}{Q_{пр}} = \frac{557600000}{65280} = 8541,67 \text{ грн.} \quad (6.15)$$

де $Q_{пр}$ – об’єм перероблюваної продукції за рік.

Окремо визначаємо капітальні вкладення на 1 т сировини (6.16) та приведені витрати (6.17).

$$K = \frac{C_o}{Q_{пр}} = \frac{31340000}{65280} = 480,09 \text{ грн.} \quad (6.16)$$

Визначаємо приведені витрати на 1 т сировини:

$$З = C + 0,15 \cdot K = 8541,64 + 0,15 \cdot 480,09 = 8613,65 \text{ грн.} \quad (6.17)$$

Виконуємо порівняння витрат на переробку сировини на інших підприємствах і за даним удосконаленням (6.18).

Так як вартість переробки сировини на інших подібних підприємствах складає $Ц_{пер}$ = 2,550 грн/кг (2550 грн/т), то:

- вартість переробки сировини на інших підприємствах:

$$ВР = Ц_{пер} \cdot Q_{пр} = 2550 \cdot 65280 = 166,46 \text{ млн.грн.} \quad (6.18)$$

- вартість переробки сировини за проєктом:

$$ВР = Ц_{пер} \cdot Q_{пр} = 2050 \cdot 65280 = 133,82 \text{ млн.грн.}$$

Розраховуємо річний економічний ефект (6.19).

$$E_в = ВЗ - ВР = 557,60 - 133,82 = 423,78 \text{ млн. грн.} \quad (6.19)$$

Визначаємо термін окупності капітальних витрат (6.20) та обчислюємо рівень рентабельності підприємства (6.21).

$$O_к = \frac{C_o}{E_в} = \frac{31,34}{423,78} = 0,07 \text{ року} \quad (6.20)$$

$$P = \frac{BP}{E_в} = \frac{133,82}{423,78} \cdot 100 = 31,5\%. \quad (6.21)$$

Отримані результати зведено в таблицю техніко-економічних показників (табл. 6.2).

Таблиця 6.2 – Результати розрахунків техніко-економічних показників проєкту

Показники	Проєкт		Відхилення
	Базовий	Удосконалений	+/-
Вид готової продукції	Комбікорм	Комбікорм	—
Кількість сировини, що надходить на обробку, т/рік	65280	65280	—
Вартість сировини, млд. грн.	1,39	1,39	—
Кількість працівників, люд.	3	3	—
Експлуатаційні затрати по переробці сировини, млн. грн. всього:	166,46	133,82	-32,64
в тому числі:			
- заробітна плата з нарахуваннями	122,91	122,91	—
- амортизаційні відрахування по приміщенню та обладнанню	1,57	1,57	—
- затрати ТО приміщення, обладнання	1,41	1,41	—
- затрати на електроенергію	1,68	1,68	—
- затрати на сировину по собівартості	419,10	419,10	—
- цехові затрати	10,93	10,93	—
Вартість переробки сировини, млн. грн.	166,46	133,82	-32,64
Рівень рентабельності, %	20%	31,5%	+11,5%
Термін окупності капітальних вкладень, років		0,07	

Висновки по розділу.

За результатами виконаних розрахунків встановлено, що вдосконалений варіант технологічної лінії дозволяє суттєво скоротити експлуатаційні витрати на 32,64 млн грн, що забезпечує зниження вартості переробки сировини. При цьому основні складові витрат, такі як заробітна плата, амортизаційні відрахування, витрати на технічне обслуговування, електроенергію та сировину, залишаються незмінними, що свідчить про оптимізацію витрат саме за рахунок підвищення ефективності організації виробничого процесу.

Удосконалення технологічної лінії сприяло значному підвищенню економічної ефективності виробництва, що підтверджується зростанням рівня рентабельності з 20 % до 31,5 %, тобто на 11,5 %.

Крім того, встановлено, що термін окупності капітальних вкладень становить 0,07 року, що є надзвичайно коротким періодом повернення інвестицій. При цьому такі показники, як обсяг переробки сировини, її вартість та кількість працівників, залишаються стабільними, що підтверджує доцільність впровадження запропонованих рішень та їх високу економічну ефективність.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

ТОВ «Дніпропетровський комбікормовий завод» – це сучасне підприємство агропромислового сектору України, яке спеціалізується на виготовленні комбікормів та переробці олійної сировини. Завдяки зручному розташуванню, наявності сучасного обладнання та власної лабораторії забезпечується ефективний виробничий процес і належний контроль якості продукції.

У роботі наведено характеристику основних видів сировини, що використовуються у виробництві комбікормів, з урахуванням їх поживної цінності, технологічних властивостей і впливу на якість готової продукції. Особливу увагу приділено білковим, енергетичним і мінеральним складовим, а також значенню побічних продуктів у формуванні раціональних кормових сумішей.

В результаті аналізу технологічного процесу діючої лінії з виробництва комбікормів встановлено, що окремі етапи технологічного процесу стримують загальну продуктивність підприємства. Зокрема, стадія подрібнення зернової сировини є визначальною як для якості комбікорму, так і для пропускної здатності всієї лінії, при цьому наявне обладнання не повністю відповідає сучасним вимогам виробництва.

У зв’язку з цим обґрунтовано доцільність удосконалення технологічної схеми шляхом заміни існуючого обладнання на більш продуктивне. Проведений аналіз підтвердив ефективність використання дробарки А1-ДМ2Р-200, яка забезпечує підвищення продуктивності, стабільність роботи та покращення економічних показників підприємства.

В роботі виконано технологічний розрахунок виробництва комбікормів. Обчислення здійснено з урахуванням продуктивності підприємства, нормативних запасів і властивостей компонентів, що дозволило обґрунтувати безперервність виробництва. На основі розрахунків встановлено необхідну кількість обладнання для модернізованої лінії. На основі отриманих даних обґрунтовано обсяги запасів для різних видів сировини, що гарантує стабільність технологічного процесу. Також виконано визначення необхідних місткостей для зберігання сировини та

готової продукції. Розраховані об’єми складів забезпечують дотримання встановлених термінів зберігання, раціональне використання ресурсів і безперервність виробництва

За результатами аналізу технологічної схеми виробництва комбікормів на ТОВ «Дніпропетровський комбікормовий завод» визначено основні критичні контрольні точки, що охоплюють етапи приймання та зберігання сировини, очищення, подрібнення, дозування складових, термічної обробки і зберігання готової продукції. Для кожної з цих ККТ ідентифіковано потенційні небезпечні чинники біологічної, хімічної та фізичної природи та наведено їх детальну характеристику.

У ході роботи розроблено картку охорони праці для комбікормового виробництва, в якій узагальнено ключові вимоги безпеки: електро- та пожежний захист, правила експлуатації обладнання і санітарно-побутові умови. Вона дає змогу систематизувати небезпечні фактори та визначити заходи для зниження травматизму і підвищення рівня безпеки праці. Встановлено, що у процесі виробництва утворюються пил, некондиційна сировина, відходи очищення та відпрацьовані фільтрувальні матеріали. Частина пилу після очищення повертається у виробництво, тоді як інші відходи підлягають переробці або передаються на утилізацію, що сприяє зменшенню негативного впливу на довкілля.

За результатами виконаних розрахунків встановлено, що вдосконалений варіант технологічної лінії дозволяє суттєво скоротити експлуатаційні витрати на 32,64 млн грн, що забезпечує зниження вартості переробки сировини.

Удосконалення технологічної лінії сприяло значному підвищенню економічної ефективності виробництва, що підтверджується зростанням рівня рентабельності з 20 % до 31,5 %, тобто на 11,5 %. Крім того, встановлено, що термін окупності капітальних вкладень становить 0,07 року, що є надзвичайно коротким періодом повернення інвестицій.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Офіційний сайт ТОВ «Дніпропетровський комбікормовий завод». – Електронний ресурс. URL: https://dkz.in.ua/index.html

2. Єгоров, Б. В. Технологія виробництва комбікормів: підручник для студентів вищ. навч. закл. напряму «Харчова технологія та інженерія» за програмами бакалаврів і спец. «Технологія зберігання та переробки зерна» за програмами спеціалістів і магістрів. Одеса: Друк. дім, 2011. 448 с.

3. Дяченко Л. С., Бомко В. С., Сивик Т. Л. Основи технології комбікормового виробництва : навч. посібник. Біла Церква, 2015. 306 с.

4. Півоваров О. А. Інноваційні методи визначення показників якості зерна: навч. посіб. / О. А. Півоваров, О. С. Ковальова, В. С. Кошулько; Дніпровський держ. аграр.-екон. ун-т. Дніпро: ДДАЕУ, 2023. 325 с.

5. Куц А.М., Кошова В.М., Білько М.В. загальна Технологія харчової промисловості: Конспект лекцій розділу “Харчові технології” для студ. ден. та заоч. форм навчання спец. 6.091700 “Технологія бродильних виробництв і виноробство” напряму підготовки 0917 “Харчова технологія та інженерія”. – К.: НУХТ, 2006. 250 с.

6. Зінченко О. І. Кормовиробництво: Навчальне видання. 2-е вид., доп. і перероб. К.: Вища освіта, 2005. 448 с.

7. Єгоров Б. В., Воєцька О. Є., Лапінська А. П. Сучасні тенденції виробництва комбікормів для свиней //Наукові праці [Одеської національної академії харчових технологій]. 2011. №. 40 (1). С. 76-80.

8. Гаркавий А.Д., Середа Л.П., Заболотний Г.М.. Сучасні технології заготівлі кормів з використанням відновлюваних джерел енергії: Методичні рекомендації. Вінниця, 2006. 72 с.

9. Рудик Р. І., Савченко Ю. І., Герасимчук В. І. та ін. Науковопрактичні рекомендації по виробництву і заготівлі кормів. Житомир. ІСГП, 2016. 48 с.

10. Петриченко В.Ф., Кулик М.Ф., Ібатуллін І.І, Костенко В.М. та ін. Виробництво, зберігання і використання кормів. Навчальний посібник. Вінниця: Діло, 2005. 472 с.

11. Кулик М.Ф. Корми: оцінка, використання, продукція тваринництва, екологія: Посібник / Кулик М.Ф., Кравців Р.Й., Обертюх Ю.В. та ін./ За ред. М.Ф. Кулика. Вінниця:Тезис, 2003. 336 с.

12. Берник П. С., Стоцько З. А., Паламарчук І. П. Механічні процеси і обладнання переробного та харчового виробництва. Київ: Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2008. 336 с.

13. Дацишин О. В., Ткачук А. 1., Гвоздєв О. В, та ін. Технологічне обладнання зернопереробних та олійних виробництв / За редакцією О. В. Дацишина. Навчальний посібник. Вінниця: Нова Книга, 2008. 488 с.

14. Правила організації і ведення технологочічного процесу виробництва комбікормової продукції. К. ВІПОЛ, 1998. 219 с.

15. Офіційний сайт НОВ Агро-Сімо-Машбуд. – Електронний ресурс. URL: https://simo.com.ua/ua/obladnannya/drobilka-molotkovaya-dmr

16. Офіційний сайт Хорольського механічного заводу. – Електронний ресурс. URL: https://smart.mehzavod.com.ua/catalog/drobilki-molotkovye/a1-dm2r-m/

17. Офіційний сайт компанії «Van Aarsen». – Електронний ресурс. URL: https://vanaarsen.com/products/hammer-mills/

18. Офіційний сайт компанії «Murska». – Електронний ресурс. URL: https://murska.fi/en/products/murska-hammer-mills/hammer

19. Кошулько В.С., Тимчак Д.О. Методичні рекомендації до практичних занять з вибіркової навчальної дисципліни «Експлуатація і обслуговування обладнання харчових виробництв» для здобувачів першого (бакалаврського) рівня освіти спеціальності 181 «Харчові технології», ОПП «Харчові технології». Дніпро: ДДАЕУ, 2022. 100 с.

20. Бакалов В.Г., Корольов О.О. Розрахунок обладнання харчових виробництв. Методичні вказівки до практичних занять і самостійної роботи з дисципліни “Обладнання харчових виробництв”. Чернігів: НУЧК, 2025, 159 с.

21. Гвоздєв О. В., Спірін А. В. Системний підхід у підвищенні ефективності використання технічних засобів комбікормового виробництва. Збірник наукових праць ВНАУ. Серія: Технічні науки. 2015. №1 (89) Т1. С.43–47.

22. Кошулько В.С., Тимчак Д.О. Методичні рекомендації до практичних занять з вибіркової навчальної дисципліни «Проектування підприємств галузі» для здобувачів першого (бакалаврського) рівня освіти спеціальності 181 «Харчові технології», ОПП «Харчові технології». Дніпро: ДДАЕУ, 2022. 68 с.

23. Кошулько В.С., Сова Н.А., Чурсінов Ю.О., Ковальова О.С., Холобцева І.П., Тимчак Д.О. Методичні рекомендації до виконання та захисту кваліфікаційної роботи для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності 181 «Харчові технології» ОПП «Харчові технології». Дніпро: ДДАЕУ, 2022. – 48 с.

24. ДСТУ 4161-2003. Системи управління безпечністю харчових продуктів. Вимоги.

25. Холобцева І.П. Методичні рекомендації до виконання розрахунково-графічної роботи з дисципліни «Контроль якості та безпеки продукції галузі» для студентів інженерно-технологічного факультету денної та заочної форми навчання за спеціальністю 181 «Харчові технології», ступінь вищої освіти «Бакалавр». Дніпро: ДДАЕУ, 2024. 20 с.

26. ДСТУ ISO 22000:2007 «Системи управління безпечністю харчових продуктів»/ К.: Держспоживстандарт України, 2007. 30 с.

27. Пістун І. П. Охорона праці в галузі сільського господарства (тваринництво, птахівництво) : навч. посіб. / І. П. Пістун, А. П. Березовецький, С. А. Березовецький. Суми : Університетська книга, 2018. 503 с.

28. Баб’як О. С. Екологічне право України: навчальний посібник. Київ: АТІКА, 2000. 216 с

29. Іванова В. В. Економіка підприємства: навч. посіб. Львів: Новий світ-2000, 2012. 439 с.