

ПОЛТАВСЬКА ДЕРЖАВНА АГРАРНА АКАДЕМІЯ
Факультет інженерно-технологічний
Кафедра технологій та обладнання переробних і харчових виробництв

Пояснювальна записка
до *дипломної роботи* на здобуття ступеня вищої освіти
«магістр»
бакалавр, магістр

на тему: «Підвищення рівня однорідності змішування кормової суміші
вдосконаленням робочих органів змішувача»

Виконав: здобувач вищої освіти за
освітньо-професійною програмою
Технології і засоби механізації
сільськогосподарського виробництва
назва ОПП
спеціальності 208 Агроінженерія
код та найменування спеціальності
ступеня вищої освіти «магістр» групи ___
ТУМКО В. І.
Прізвище та ініціали студента
Керівник: АРЕНДАРЕНКО В. М.
Прізвище та ініціали керівника
Рецензент: ІВАНКОВА О. В.
Прізвище та ініціали рецензента

Полтава – 2021 року

ВСТУП

Актуальність. Відомо, що вартість кормів у тваринництві може досягати 75% вартості самої продукції. При цьому найдорожчими є концентровані корми. Враховуючи логістику перевезень, яка значною мірою може підняти вартість кормів, а також вимоги, що пред'являються до зберігання готових концентрованих кормів, у ряді випадків є найбільш доцільним виробництво кормів безпосередньо в господарстві.

Сучасні раціони годівлі сільськогосподарських тварин передбачають використання концентрованих кормів у раціоні ВРХ до 30%, при вирощуванні свиней до 95%, а птиці до 100%. Велика увага приділяється збалансованості готових кормосумішей, оскільки отримання кормів, які включають весь спектр необхідних тваринних поживних речовин, забезпечує збільшення їхньої продуктивності на 10...15%. Як наслідок, знижуються виробничі витрати, збільшується рентабельність виробництва.

Таким чином, обґрунтування пристроїв для приготування концентрованих кормів має важливе значення для країни.

Мета дослідження. підвищення ефективності змішування концентрованих кормів.

У відповідності до мети в роботі вирішувались наступні завдання:

- проаналізувати конструктивні та принципіальні схеми змішувачів концентрованих кормів;
- розробити дослідний зразок змішувача концентрованих кормів та провести експериментальні дослідження по встановленню раціональних параметрів їх роботи;
- надати оцінку рівня потенціального небезпеки для природного навколишнього середовища та провести аналіз потенціальним можливостям виникнення аварійнонебезпечним ситуаціям при використанні нового технологічного засобу;
- оцінити економічну ефективність використання розробленого змішувача при приготуванні кормових сумішей.

Об'єкт дослідження – технологічний процес змішування компонентів концентрованих кормів.

Предмет дослідження – закономірність зміни якості змішування концентрованих кормів від параметрів робочого органу змішувача.

Методика досліджень. Постановку експериментальних досліджень проводили відповідно до чинних стандартів і розроблених індивідуальних методик.

Обробка результатів досліджень проводилася за допомогою ПК та використанням програмних продуктів: табличного процесора Microsoft Excel, математичного редактора STATISTICS.

Наукова новизна одержаних результатів полягає в наступному:

1. Отримані апроксимовані рівняння, що відображають функціональний зв'язок між визначальними показниками роботи змішувача – кут розкриття лопастей механічного активатора, кут повороту механічного активатора, частота коливання – від визначних факторів: показник якості змішування, енергетичні витрати та продуктивність.

2. Графоаналітичне залежності ключових показників роботи змішувача від варіативної зміни визначальних факторів.

Практичне значення одержаних результатів полягає у:

1. Розроблено та запропоновано принципову схему та конструкцію змішувача з механічним активатором.

2. Конструктивне оформлення механічного активатора для підвищення ефективності змішування.

1 СТАН ДОСЛІДЖУВАНОВОГО ПИТАННЯ ТА ВИБІР НАПРЯМУ ДОСЛІДЖЕНЬ

1.1 Ефективність використання концентрованих кормів у тваринництві

Ефективно розвивати сільське господарство нашої країни можливо шляхом активного впровадження інтенсивних технологій вирощування сільськогосподарських тварин. Сучасні інтенсивні технології вирощування сільськогосподарських тварин побудовані на основі годівлі тварин концентрованими кормами.

До сучасних концентрованих кормів висувається низка інноваційних вимог. Корми повинні містити всі необхідні для зростання та розвитку організму тварини поживні речовини, при цьому повинні мати можливість довго зберігатися, легко дозуватися [7].

Відомо, що в економічних умовах найбільш рентабельним є приготування концентрованих кормів в умовах господарства. Виробляти окремі види зерна та готувати на їх основі високоякісні збагачені види корму набагато дешевше, ніж закуповувати готові корми, а також витратити кошти на транспортування закуплених кормів [8, 15].

Для приготування сумішей концентратів в умовах господарства немає необхідності використовувати дороге металомістке та високопродуктивне обладнання. Найбільш прийнятним, виходячи з економічних та експлуатаційних міркувань, є використання невеликих кормоприготувальних комплексів обладнання [22]. Для приготування концентрованих кормів за умов господарства найперспективнішою є спрощена схема кормоприготування [18]. Схема кормоприготування зводиться до послідовного виконання кількох технологічних операцій:

- нагромадження та зберігання компонентів кормосуміші;
- дозована подача компонентів на змішування;
- змішування.

Таким чином, основною операцією практично будь-якої з сучасних технологій кормоприготування є змішування. До сучасних змішувачів пред'являється велика кількість різноманітних вимог [25]:

- суміш кормів може готуватися з декількох десятків компонентів;
- кормосуміш може бути збагачена мікродобавками, концентрація яких може досягати 0,001%;
- необхідно забезпечити приготування суміші, вимоги якої відповідають вимогам коефіцієнта варіації для різних видів тварин.

Велика кількість вимог пред'являється також і безпосередньо до самих конструкцій змішувачів [25, 26]:

- змішувачі повинні мати високу технічну надійність, що дозволяє експлуатувати їх протягом декількох років у важких експлуатаційних умовах (при негативних і позитивних температурах, а також при високій вологості повітря);
- змішувачі повинні при необхідності швидко змінювати продуктивність;
- змішувачі повинні мати широку універсальність (забезпечувати приготування кормів за різними рецептурами);
- змішувачі не повинні подрібнювати корми, що змішуються, і порушувати макроструктуру компонентів;
- змішувачі не повинні викликати псування кормів;
- змішувачі повинні мати високі ергономічні властивості.

Для використання в умовах дрібного та середнього господарства найбільш прийнятними виявляються дві такі схеми кормоприготування:

- прямоточна (при безпосередній подачі компонентів кормосуміші на змішування);
- послідовно-паралельна, що полягає у підготовці всіх видів корму до змішування та одноразове дозування.

Сучасний ринок кормопідготовчого устаткування цілком насичений змішувачами, зокрема зарубіжного виробництва, у своїй дуже високій залишається вартість устаткування, часто недоступна більшість дрібних виробників. У зв'язку з

цим видається цілком виправданим виробництво вітчизняних змішувачів, доступних за ціною.

1.2 Аналіз способів та засобів змішування концентрованих кормів

Сучасні раціони годівлі сільськогосподарських тварин з одного боку мають бути висококалорійними та насиченими поживними речовинами, а з іншого боку не повинні викликати захворювань тварин. Тому передбачено виробництво концентрованих кормів як у рідкому та напіврідкому стані, так і в тістоподібному та сухому розсипчастому. Безумовно, що в даний час випускаються змішувачі для кожного виду корму, є також низка універсальних пристроїв. З позицій виробництва найбільш технологічним видом концентрованих кормів є сухі розсипчасті концентровані корми, оскільки вони мають низку переваг [23]:

- кормосуміш може тривалий час зберігатися без псування;
- можливо, використовувати різні за щільністю компоненти;
- приготовлений корм має гарні технологічні властивості.

Дослідженню процесу змішування присвячені роботи багатьох відомих як вітчизняних, і зарубіжних учених. Удосконаленням процесу змішування кормів займалися багато відомих вчених: С.Г. Карташів, Колпаков, В.В. Коновалов, В.Г. Коба, Г.М. Кукта, В.І. Курдюмов, С.В. Мельников, К.Я. Мотовілов, Ю.В. Назаренко, І.Г. Панін, І.Ф. Сараєв, Ф.Г. Стукалкін, В.В. Утолін, С.К. Філатов, В.Ю. Фролов, В.Д. Хмиров, Voxer, Т.А. Oxley, А. Peterson та ін.

Змішувачі, які випускаються промисловістю, мають велику різноманітність конструкцій, що відрізняються як за призначенням, так і принципом дії. У зв'язку з вищесказаним, дуже скрутним є класифікація змішувачів, заснована на одному принциповому відмінності. На наш погляд найбільш раціональним є більш складна класифікація цієї групи пристроїв, заснована на ряді конструктивно-технологічних показників. У відповідність до існуючих схем змішування, змішувачі можна розділити на пристрої безперервної дії і періодичного [22]. Змішувачі періодичної дії, як правило, мають меншу питому продуктивність, тобто продуктивність, віднесена до маси самого пристрою [21]. Енергоємність таких пристроїв, як правило, вища, ніж

у змішувачів безперервної дії, оскільки обмежений об'єм корму циркулює всередині пристрою багаторазово. При цьому значно простіше отримати високу якість кормосуміші та забезпечити точність дозування компонентів та рівномірність розподілу по всій масі концентрованого корму мікродобавок, кількість яких у суміші не перевищує одного відсотка [18].

Змішувачі безперервної дії, як правило, мають більшу питому продуктивність. Якість готової суміші в змішувачах безперервної дії також дещо гірша, оскільки обмежено час взаємодії компонентів суміші, що обмежує можливості використання мікродобавок. Аналізуючи переваги та недоліки змішувачів безперервної та періодичної дії, можна зробити висновок, що змішувачі безперервної дії придатні для використання при великих обсягах виробництва, коли вимоги до коефіцієнта варіації кормів мають широкий діапазон [15]. Змішувачі періодичної дії доцільно застосовувати при необхідності дотримання високих вимог до кормосуміші, що готується. Традиційними критеріями оцінки ефективності використання змішувача є:

- можливість змішування кормів різної вологості;
- коефіцієнт варіації одержуваних кормосумішей;
- енергоємність процесу кормоприготування;
- ергономічність;
- можливість швидкої зміни параметрів технологічного процесу;
- можливість проведення термічної обробки корму під час кормоприготування;
- висока технічна надійність.

Змішувачі, як правило, є обертовою або нерухомою робочою камерою (бункером), всередині якої розташовані обертові або нерухомі робочі органи (шнек або лопатеві мішалки). Сам корпус виготовляють різної геометричної форми та розмірів. Відомі пристрої з прямокутними та циліндричними корпусами, а також корпусами різного ступеня ущільнення, близького до еліпсоїда. Змішувачі з робочим корпусом, що обертається, проводять перемішування практично всього об'єму суміші, що міститься в ньому. Режим роботи змішувача з корпусом, що обертається, має свої явні переваги [10, 15]:

- компоненти корму, що готується, значно менше взаємодіють з робочими органами, а, отже, практично не подрібнюються;
- всередині змішувальної камери не створюються застійні зони, а як наслідок, бункер змішувача залишається практично чистим, що в кінцевому підсумку підвищує якість кормосуміші, що готується.

Особливістю змішувачів з корпусом, що обертається є відносно невисока продуктивність, так як для ефективної роботи даного класу пристроїв потрібна наявність вільного місця всередині змішувального бункера близько 15 ... 20% його об'єму. Конструкція змішувача, побудованого на основі корпусу, що обертається, представляється дуже складною, так як потрібно обертати великі маси як самого корпусу, так завантаженого в нього об'єму корму. Привід таких змішувачів має забезпечувати високі характеристики потужності. Пред'являються особливі вимоги до робочого майданчика, де встановлюється змішувач такого типу. Необхідно виключити вплив корпусу на обслуговуючий персонал, що також вимагає виготовлення різноманітних захисних огорож [9, 18].

Змішувачі, що мають нерухомий корпус, як правило, забезпечені валами, що обертаються, на яких розташовані робочі органи. Відомі конструкції змішувачів, побудовані на основі одного, двох, трьох, чотирьох та шести робочих валів. При цьому і спосіб розташування валів також впливає, як на процес змішування, так і на конструктивні особливості самих змішувачів. Пристрої з вертикальним або похилим розташуванням валів зазвичай використовують для об'єднання декількох технологічних функцій, наприклад дозовану видачу. Змішувачі, побудовані на основі одного робочого валу, відрізняються великими габаритними розмірами та низькою продуктивністю [20, 22].

Істотною відмінністю конструкцій змішувачів є також швидкість обертання робочих органів. На підставі цього критерію змішувачі поділяють на швидкохідні та тихохідні [26].

Зниження енергоємності процесу змішування можливе за рахунок переміщення потоків зерна під дією сили тяжіння, що реалізується в гравітаційних змішувачах [21]. Процес таких пристроїв полягає в тому, що кілька видів сипучих компонентів корму

під дією сили тяжіння закінчуються всередині камери змішування, при цьому потоки компонентів стикаються з пасивними робочими органами. Відбуваються множинні завихрення, порушуються швидкості руху потоків зерна, що призводить до їхнього взаємопроникнення. Для забезпечення ефективної роботи таких пристроїв потрібні великі габаритні розміри камери змішування. Розглянутий клас пристроїв відрізняється низькими питомими витратами енергії і невисокою якістю суміші, що готується. Відомий ряд способів покращення робочого процесу гравітаційних змішувачів. Використання вібрації сипучої маси при її закінченні під дією сили тяжіння в ряді випадків призводить до значного поліпшення якості суміші, що готується. Іноді гравітаційні змішувачі додатково постачають активними робочими органами, що, на думку розробників, також значно підвищує коефіцієнт варіації кормосуміші, що готується. Розроблено змішувачі, що дозволяють обробляти зернову масу стисненим повітрям перед змішуванням. Така обробка змінює величину тертя всередині сипучого середовища, що у свою чергу призводить до зміни характеру взаємодії сипких потоків корму при їх витягуванні, частинки різнорідних компонентів активніше проникають в масу один одного, що в кінцевому підсумку значно покращує коефіцієнт варіації приготованої суміші [15].

Змішувач періодичної дії, як правило, є ємністю для змішування, всередині якої розташовані робочі органи. Відомо, що ефективність змішування залежить від форми та геометричних розмірів корпусу змішувача, а також конструкції робочих органів. При цьому корпус може бути як нерухомим, так і обертовим [23].

Найбільш поширеною конструкцією змішувача періодичної дії є порційний змішувач СМ-2, представлений рисунку 1.1.

Він містить циліндричний бункер, усередині якого вертикально розташований вал з лопатями, внизу на вал насаджений шків ремінної передачі, що наводиться від асинхронного електродвигуна потужністю 3 кВт. Перевагою конструкції є явна простота, як наслідок і висока механічна надійність. Як недоліки можна відзначити те, що дозування компонентів, що змішуються здійснюється вручну, технологічний процес дуже енергоємний, та й вивантаження приготовленої суміші вимагає додаткових зусиль від обслуговуючого персоналу.

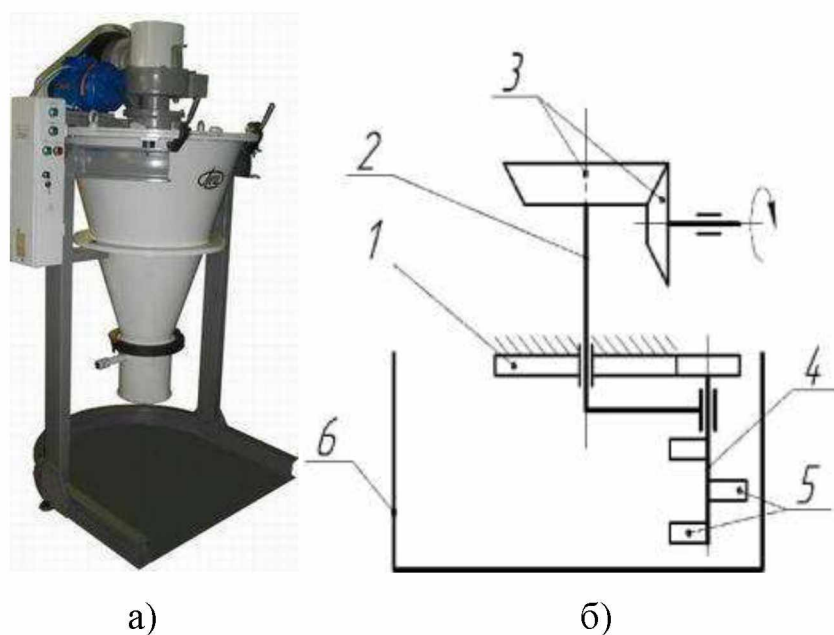


Рисунок 1.1 – Загальний вигляд змішувача CM-2

Дана конструкція є змішувачем періодичної дії, у зв'язку з чим процес збагачення концентрованого корму, що готується, преміксами може значно збільшити тривалість змішування. Для перемішування продуктів із такими властивостями розробили змішувачі планетарного типу, наприклад СПШ/20 [23].

Процес змішування у змішувачах планетарного типу здійснюється, як правило, шнеком або лопатевими мішалками. Загальний вигляд змішувача СПШ/20, представлений рисунку 1.2 а. Конструкція приводу (рис. 1.2 б) така, що змушує шнек робити складний рух.

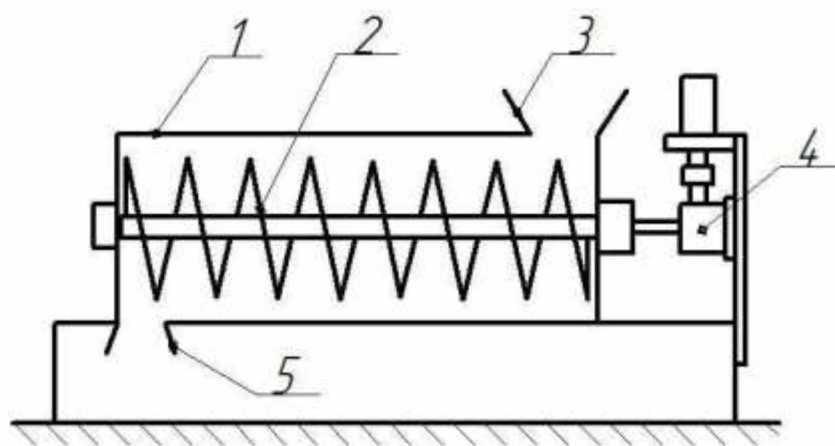
Шнек одночасно переміщається траєкторією, що копіює внутрішню поверхню бункера і при цьому обертається. За рахунок обертання вміст бункера переміщається знизу нагору і піддається складному навантаженню. При цьому грудки, що знаходяться в масі, що перемішується, руйнуються. Стінки змішувального бункера мають форму конуса, що змушує вміст бункера безперервно переміщатися вгору вниз, при цьому щільність суміші, що готується, вирівнюється. За рахунок складної роботи мішалки збільшується коефіцієнт варіації суміші, руйнуються грудки. До недоліків даної конструкції можна віднести деяку складність під час виготовлення приводу робочого органу. Змішувач виду, що розглядається, як правило, має невеликі габаритні розміри [23].



1 – змішувальний бункер; 2 – шнек; 3 – водило; 4 – шестерні; 5 – шестерня закріплена нерухомо у робочому бункері

Рисунок 1.2 – Загальний вигляд (а) та кінематична схема (б) планетарно-шнекового змішувача СПШ/20

Якщо компоненти, що змішуються, близькі за щільністю і гранулометричним складом, а до якості суміші не пред'являються особливі вимоги, найбільш доцільним є застосування простого шнекового змішувача (рис. 1.3).



1 – корпус шнека; 2 – шнек; 3 – завантажувальна горловина; 4 – електродвигун та знижувальний редуктор; 5 – вивантажувальна горловина

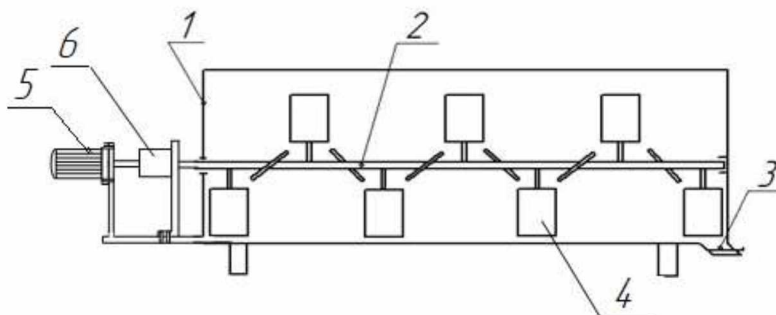
Рисунок 1.3 – Схема одновального шнекового змішувача

Шнекові змішувачі видаються найпростішими у виготовленні та експлуатації. Отримати високу якість суміші в шнековому змішувачі не завжди можливо, тому що шнек добре виконує функцію транспортування, при цьому маса корму

транспортується як би порціями, по черзі, а змішування здійснюється не досить активно. Під час транспортування відбувається тертя корму про навивку шнека та вал, тому покращити якість суміші, можливо, шляхом збільшення довжини шнека. Існує ряд та інших відомих способів, що дозволяють поліпшити якість суміші, що готується, зокрема виготовлення сегментної або перфорованої навивки, встановлення на одному валу навивки під різними кутами атаки, розміщення в одному корпусі декількох шнеків, які транспортують продукт як в одну, так і в протилежні сторони [21].

Перевагою шнекових змішувачів є можливість поєднання процесів змішування з процесом запарювання або процесом подрібнення компонентів корму, що готується. Найкращий ефект дає поєднання шнека з різного виду установками активації змішування [15].

Лопатеві змішувачі, конструкція яких у загальному вигляді представлена на рисунку 1.4, відрізняються від шнекових дещо більшою ефективністю, що дозволяє виготовляти їх більш компактними.



1 – змішувальний бункер; 2 -вал; 3 – вивантажувальна горловина; 4 - змішують лопаті; 5 – електродвигун; 6 – редуктор

Рисунок 1.4 – Схема лопатевого змішувача

Перевагою ряду лопатевих змішувачів є так само можливість зміни параметрів конструкції, зокрема встановлення змішувальних лопаток під різними кутами атаки та зміна їх площі та форми, що дозволяє змішувати сипучі матеріали та рідину як високою, так і невеликою густини.

Практичний інтерес представляє можливість збагачення концентрованих кормів жировими компонентами або мелясою та рівномірний розподіл цих добавок

по всьому об'єму корму. Найбільшою ефективністю змішування мають змішувачі, що мають два лопатеві вали, що створюють зустрічні потоки корму, що забезпечує можливість змішування кормів зі складною геометрією та фізичними властивостями. Тому в даний час виробляється велика кількість різних лопатевих змішувачів: С-7 (12), (30); МСП і т.д. Для змішування та одночасного запарювання випускаються такі моделі: С-2(7),(12); СКЦ-Ф-3. Для збагачення сипких кормів, що змішуються рідкими добавками виробляють змішувачі серій: НРВ; НСН; РМ; VKL [10].

До загальних недоліків існуючих змішувачів відносяться: горизонтальне розташування шнека, складність конструкції та громіздкість. Виходячи з аналізу вище викладених конструкцій змішувачів, можна зробити висновок, що для змішування концентрованих сипучих кормів в умовах малих тваринницьких ферм, переважно використовувати шнековий змішувач вертикального типу. Саме така конструкція змішувача забезпечить високий коефіцієнт варіації та мінімізує енергоємність установки за рахунок більшої площі змішування.

1.3 Висновки до першого розділу

Виконаний огляд літературних джерел дозволяє зробити такі висновки:

1. Тенденція вдосконалення конструкцій змішувачів передбачає підвищення технічної надійності існуючих пристроїв при зниженні собівартості виробництва концентрованого корму, виробництво змішувачів з розширеними функціональними можливостями та дотримання високих технологічних та ергономічних властивостей.

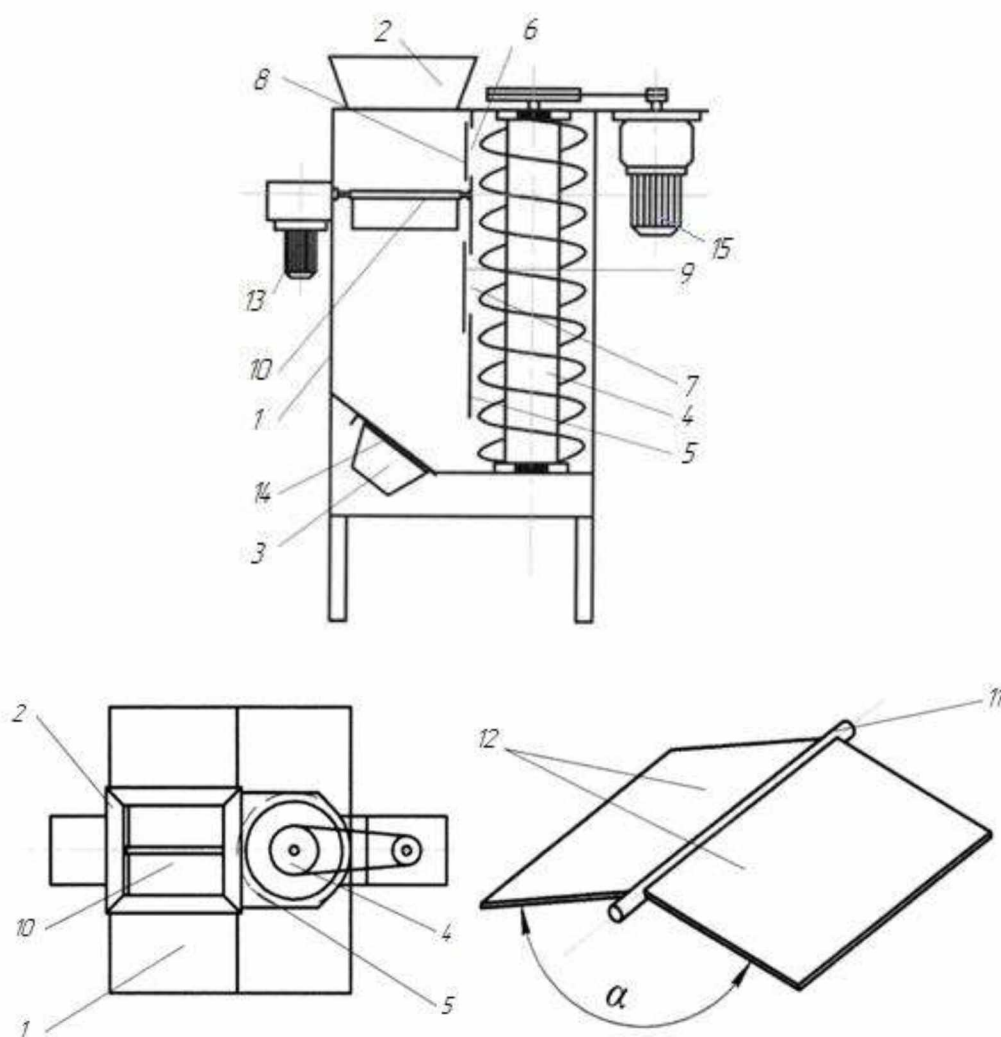
2. Перспективним напрямом удосконалення змішувачів є створення пристроїв, що поєднують у своїй конструкції гравітаційні змішувальні пристрої та активатори механічного шнека. Поєднання двох принципів змішування дозволяє отримати зниження енергоємності технологічного процесу за невеликих габаритних розмірів пристрою.

2 МЕТОДИКА Й ОСНОВНІ МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Схема змішувача концентрованих кормів

Схема змішувача концентрованих кормів представлена на рисунку 2.1. Змішувач концентрованих кормів складається з бункера 1 із завантажувальним приймачем 2 і вивантажувальної горловиною 3, вертикального шнека 4 і охоплює його кожуха 5 з перепускними вікнами 6 і 7, з заслінками 8 і 9, що регулюють площу їх прохідного перерізу. Одне з перепускних вікон 7 із заслінкою 9 розташоване в середній частині кожуха 5, в бункері 1 між перепускними вікнами 6 і 7 встановлений активатор 10. Він містить вал 11 з двома відбивачами 12, виконаними у вигляді пластин, розташованих під кутом один до одного і симетрично щодо осі обертання валу 11. Активатор оснащений приводом від електродвигуна 13. Привід шнека здійснюється від електродвигуна 15. Робота змішувача здійснюється наступним чином: компоненти концентрованої кормової суміші через завантажувальний приймач 2 засипаються в бункер 1 пошарово при закритій заслінці 14 горловини 3. електродвигун 15 наводить шнек 4, що забезпечує переміщення інгредієнтів суміші вздовж кожуха 5 вгору. При відкритті заслінки 9 вікна перепускного 7 менша частина компонентів витісняється за допомогою шнека 4 назад в бункер 1, що сприяє кращому їх перемішуванню.

Більшість компонентів, що залишилися, через відкриту заслінку 8 в кожусі 5 проходить через перепускне вікно 6 і потрапляє на пластини 12 активатора 10. Завдяки електродвигуну 13 активатор 10 здійснює коливальні рухи щодо осі обертання валу 11. Від впливу пластин компоненти кормової суміші рівномірно що сприяє кращому їх перемішуванню. Після двох-трьох циклів циркуляції суміш набуває однорідних властивостей, і її вивантажують через горловину 3 через відкриту заслінку 14.



1 – рама; 2 – завантажувальний приймач; 3 – вивантажувальна горловина; 4 – шнек;
 5 – кожух шнека; 6, 7 – перепускні вікна; 8, 9 – заслінки; 10 – механічний активатор;
 11 - вал активатора; 12 - лопаті активатора; 13,15 – електродвигуни приводів; 14 -
 шиберна заслінка.

Рисунок 2.1 – Схема змішувача концентрованих кормів

Спільна робота шнека і механічного активатора змішувача забезпечує високі показники коефіцієнта варіації концентрованого корму, що готується, а також рівномірний розподіл порошкоподібних кормових добавок (преміксів) за обсягом суміші. Під час здійснення технологічного процесу приготування концентрованих кормів робочі органи змішувача надають руху сипучі компоненти, в робочому процесі присутні так само фаза польоту, ковзання по поверхні, фази конвекції в бункері і т.д.

2.2 Програма експериментальних досліджень

Для обґрунтування основних конструктивно-технологічних параметрів робочого процесу пропонованого змішувача концентрованих кормів необхідно реалізувати таку програму досліджень.

1. Встановити залежність якості змішування, виражену показником коефіцієнта варіації зернової суміші, від часу технологічного процесу при демонтованому активаторі.

2. Дослідити процес механічного активатора. Сформуванати математичну модель, що описує вплив кута розкриття лопат активатора, його повороту щодо осі робочого валу і частоти його коливань на показник коефіцієнта варіації суміші.

3. Встановити залежність якості змішування, виражену показником коефіцієнта варіації зернової суміші, від часу технологічного процесу при встановленому активаторі та оптимальних значеннях продуктивності та енергоємності. З отриманих даних визначити час приготування кормосуміші.

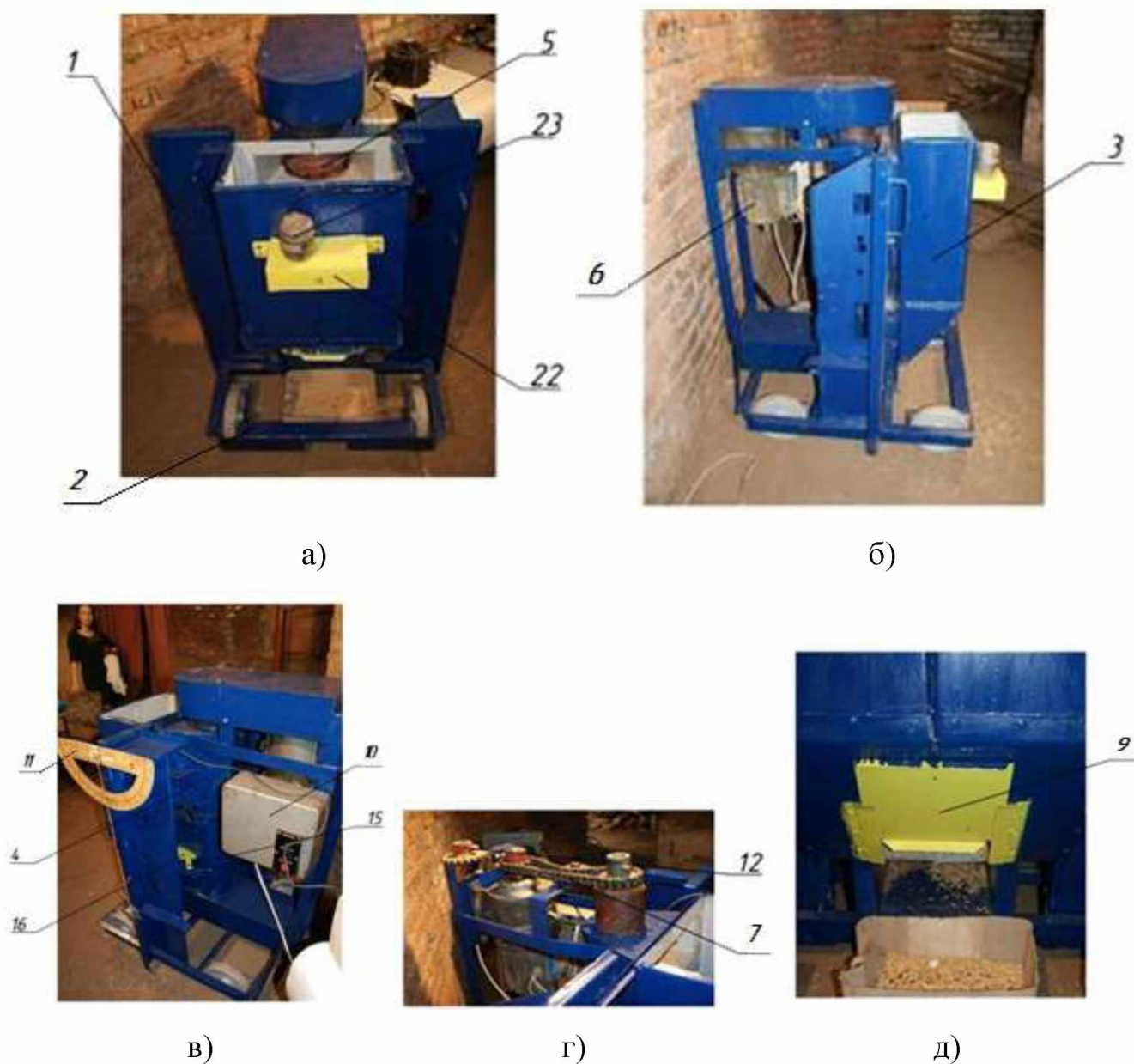
2.3 Конструкція лабораторної установки змішувача концентрованих кормів з активатором

Для проведення лабораторних досліджень було виготовлено дослідний зразок змішувача концентрованих кормів.

На рисунку 2.2 представлено загальний вигляд змішувача з активатором. Для більш детального розгляду внутрішній пристрій камери змішувача і конструкція механічного активатора представлені на рисунку 2.3.

Змішувач складається з рами 1 (рис. 2.2), розташованої на рухомій платформі 2, на якій вертикально встановлений змішувальний бункер 3. У задній частині бункера закріплений кожух 4 з встановленим всередині змішувальним шнеком 5. Привід шнека здійснюється від електродвигуна через ланцюгову передачу 7. У передній частині робочої камери знаходиться вивантажне вікно 8, закривається шиберною заслінкою 9. Є також пульт управління 10, що дозволяє здійснювати пуск і зупинку електродвигуна і його реверс.

Корпус змішувача концентрованих кормів забезпечений пристроєм для зміни величини кута нахилу робочого шнека 5 від вертикального положення в діапазоні $\pm 15^\circ$, а також системою контролю величини нахилу шнека 11.



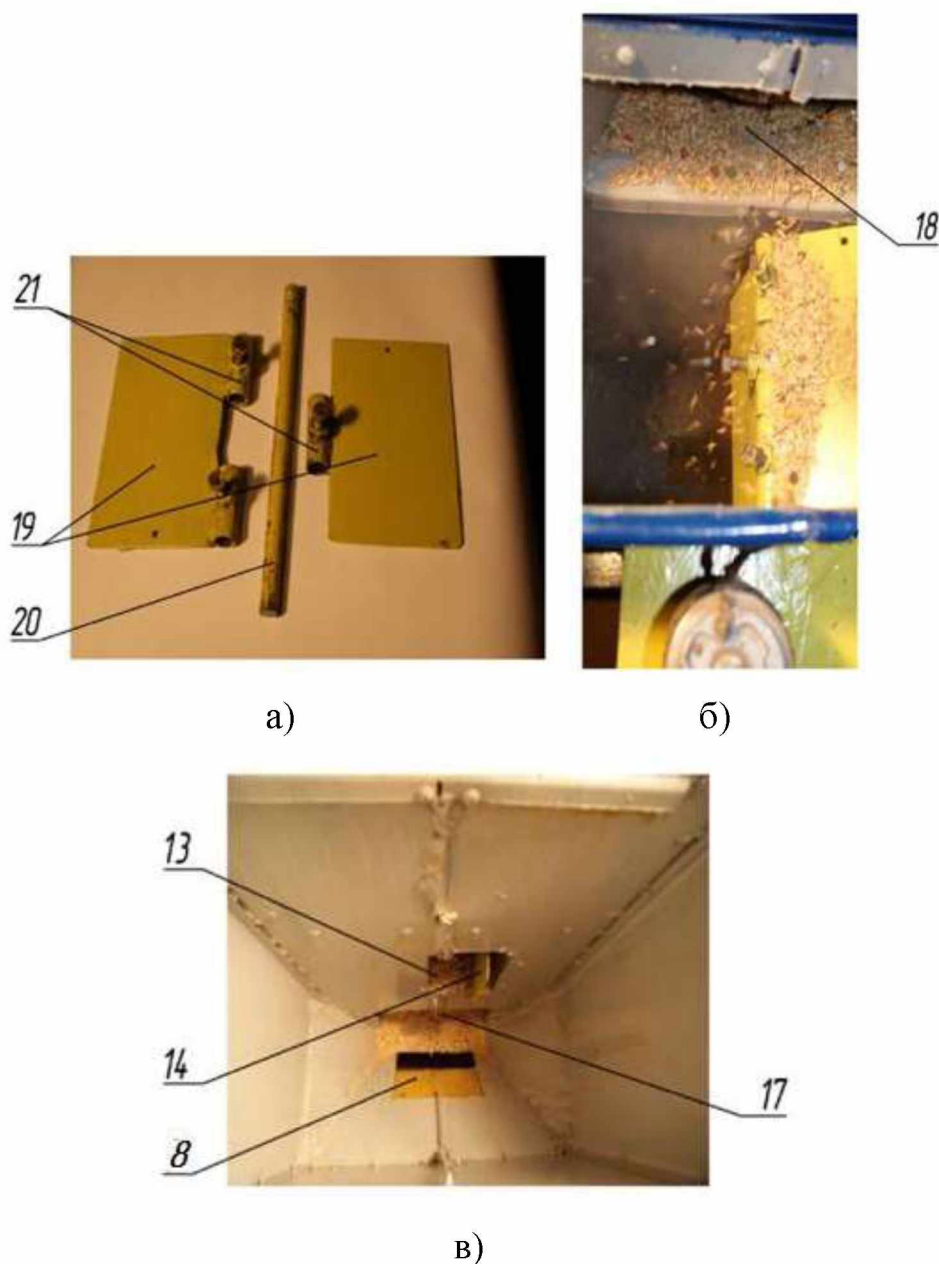
а – вид спереду; б, в – вид збоку; г – вид приводу; д – вид вивантажувального вікна

Рисунок 2.2 – Загальний вигляд змішувача концентрованих кормів

Кожух шнека з'єднаний з робочою камерою за допомогою перепускного вікна 13, розмір відкриття якого регулюється за допомогою заслінки 14, керованої ручкою 15 і фіксованої за допомогою пристрою 16. У нижній частині змішувального бункера 3 є вікно 17, через яке зерно подається на лопаті шнека 5, а у верхній частині є вивантажувальне вікно 18, через яке здійснюється вихід циркулюючого потоку зерна.

Є також додаткова шестерня 12, що дозволяє змінювати частоту обертання робочого шнека і його крутний момент.

Конструкція механічного активатора представлена на рисунку 2.3.



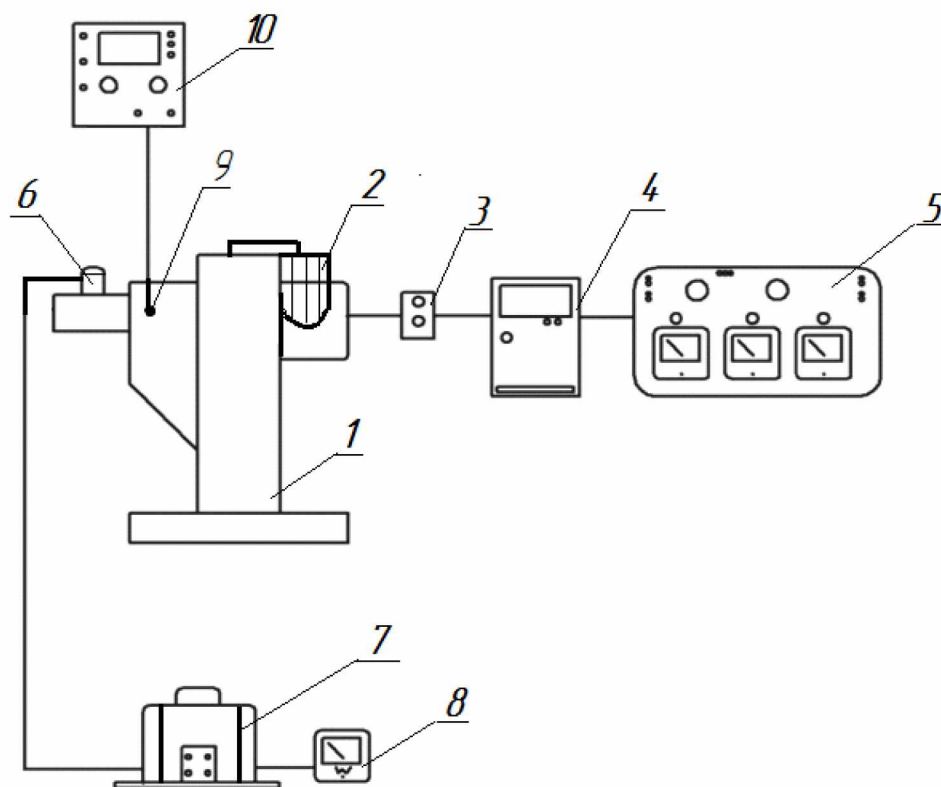
а – механічний активатор (розібраний); б – механічний активатор під час роботи; в – робоча камера змішувача з демонтованим активатором.

Рисунок 2.3 – Вид змішувального бункера змішувача концентрованих кормів

Конструкція механічного активатора, представленого на рисунку 2.3а, складається з двох пластин-лопатей 19, закріплених на валу 20. Пластини забезпечені регулювальними втулками 21, що дозволяють підкріплювати необхідним кутом. У передній частині установки є шатунно-кривошипний механізм 22 приводу

активатора, з електричним двигуном 23. Шатунно-кривошипний механізм дозволяє здійснювати активатору зворотно-поступальні рухи щодо своєї осі.

Для проведення експериментальних досліджень дослідний зразок змішувача концентрованих кормів додатково оснащений контрольними і вимірювальними приладами. Схема лабораторної установки, що вийшла таким чином, наведена на рисунку 2.4.



1 – змішувач; 2 – електродвигун (асинхронний);

3 – комутаційно-захисний апарат; 4 – частотний регулятор; 5 – прилад К-51; 6 – електродвигун (шунтового типу); 7 – ЛАТР; 8 – ватметр; 9 – датчик ФОН1;

10 - осцилограф

Рисунок 2.4 – Схема лабораторної установки

До складу лабораторної установки входить: змішувач концентрованих кормів 1; асинхронний електродвигун, що приводить шнек 2; комутаційно-захисний апарат 3, що здійснює включення та вимкнення, а також реверс електродвигуна робочого шнека та захист від аварійних режимів роботи; частотний регулятор 4 марки ЕПВ-Р, що забезпечує зміну частоти обертання електродвигуна шнека в межах; комплект

вимірювальних приладів 5 марки К-51 призначений для вимірювання потужності, що споживається основним двигуном лабораторної установки.

Для забезпечення живлення електродвигуна механічного активатора 6 шунтового типу установка має лабораторний автотрансформатор 7 марки 1М. Ваттметр 8 марки Арра 135 дозволяє вимірювати потужність, що споживається електродвигуном механічного активатора.

Контролює частоту коливань, що здійснюються механічним активатором,

– здійснюється електромагнітним датчиком 9 марки ФОН-1, показання якого виводили на осцилограф марки 10 С1-35.

Постачання лабораторної установки контрольно-вимірювальними та допоміжними приладами дозволяє:

- змінювати частоту обертання шнека змішувача;
- вимірювати потужність, що споживається електродвигуном шнека змішувача;
- змінювати кут нахилу шнека щодо вертикалі (від 0 до $\pm 15^\circ$);
- змінювати кут відкриття перепускного вікна (від 0° до 90°);
- регулювати частоту коливань механічного активатора в діапазоні від 15 до 50 хв^{-1} ;
- змінювати величину кута розкриття площин механічного активатора у діапазоні від 0° до 180° ;
- змінювати величину кута коливань активатора в діапазоні від 0° до 85° ;
- вимірювати потужність, що споживається електродвигуном механічного активатора.

2.4 Методика исследования влияния продолжительности смешивания компонентов без использования активатора на коэффициент вариации

Змішування являє собою механічний процес, спрямований на отримання однорідної суміші, що складається з двох і більше компонентів, частинки яких розподілені рівномірно по всьому об'єму, що перемішується, що досягається шляхом взаємного їх переміщення під впливом зовнішніх механічних сил. Ступінь

коефіцієнта варіації готової суміші визначається методом відбору проб за визначальною ознакою з наступним статистичним аналізом. Визначальними ознаками можуть бути такі величини: число частинок компонента в пробі, його масова частка, розміри частинок тощо. Завершеність процесу змішування характеризується показником коефіцієнта варіації суміші λ , який є відношенням масової частки контрольного компонента в аналізованій пробі до масової частки цього ж компонента в рецептурній суміші, виражене в частках одиниці (або у відсотках).

У таблиці 2.1 наведено відповідність характеристики якості суміші кількісному значенню ступеня коефіцієнта варіації суміші, %, прийняте відповідно до ГОСТ для концентрованих кормів [21].

Таблиця 2.1 - Характеристика якості суміші

Якість суміші	λ , %
Добре	Більше 92
Задовільне	85...92
Погане	Менше 85

В лабораторних умовах ступень коефіцієнта варіації суміші λ можна визначити:

$$\lambda = \begin{cases} \frac{B_i}{B_o}, & B_i < B_o \\ \sum_{i=1}^n \frac{B_o}{n}, & B_i < B_o \\ \sum_{i=1}^n \left(2 - \frac{B_i}{B_o}\right) \frac{1}{n}, & B_i > B_o \end{cases}, \quad (2.1)$$

де B_i – частка контрольного компонента у i -тій пробі, %

B_o – частка того ж компонента в рецептурній суміші, %

n – кількість проб.

Як контрольний компонент, зазвичай, вибирають компонент з меншою масовою часткою в суміші. Проби беруть із різних ділянок обсягу готової суміші, у

кількості не менше 5 проб з кожної ділянки. При аналізі сухих сумішей з відотною вологістю трохи більше 17% рекомендована маса проби становить 2-5 г [9].

Дослідження проводили на приготуванні зернової суміші з очищеного жита (40%), пшениці (45%) та вівса (15%). Компонент з меншою масовою часткою в суміші (овес) прийнятий як контрольний і попередньо промаркований - пофарбований в оранжевий колір. Підготовлену таким чином сировину, загальною масою ($50 \pm 0,1$ кг) завантажували в змішувач і включали його в режимі при певних значень частоти обертання шнека, кута його нахилу щодо вертикалі вивантажувальної горловини і ступеня розкриття перепускного вікна, що знаходиться в середині кожуха шнека.

Фактором варіювання було тривалість робочого процесу, встановленого на 7 рівнях: 1, 4, 7, 10, 13, 16, 19 хвилин.

Після закінчення процесу перемішування установку відключали і робили вивантаження кормової суміші в 3 етапи: спочатку вивантажували нижню частину об'єму суміші, з якої відбирали 5 проб масою по $10 \pm 0,01$ г. Точно також відбирали по 5 проб із середньої та верхньої частини об'єму суміші. Процесом вивантаження керували за допомогою шиберної заслінки. Таким чином, для кожного значення фактора формували 15 експериментальних проб із 3-х ділянок робочого об'єму. Кожну пробу зважували на терезах марки ВЛКТ-500М, потім ручним способом відокремлювали маркований контрольний компонент (овес), який зважували і визначали його масову частку в пробі. Показник коефіцієнта варіації суміші, % (критерій оптимізації) визначали за виразом 2.1.

Досліди проводили з 3-х кратною повторюваністю у кожній точці.

2.5 Методика дослідження механічного активатора коефіцієнт варіації.

Планування багатфакторного експерименту

Описана у пункті 2.3 лабораторна установка змішувача концентрованих кормів містить у робочому бункері активатор процесу змішування, представлений рисунку 2.5, що складається з двох лопатей, закріплених під кутом на валу. Кривошипно-шатунний електрифікований привід валу активатора дозволяє здійснювати йому зворотно-поступальні рухи. Робота активатора забезпечує порушення струминного

закінчення компонентів концентрованого корму, що подаються в бункер за допомогою шнека, що значною мірою сприяє дезорієнтації частинок, тобто прискорює змішування. Робота активатора здійснюється так: шнек подає концентрований корм зверху з його лопаті. Кормовий потік, розділений на дві частини, стікає по лопаті в робочу камеру, при цьому активатор здійснює зворотно-поступальні рухи щодо робочого валу. Таким чином, всередині робочого бункера створюється перемішана однорідна багатокомпонентна маса. Теоретичне дослідження, наведене в розділі 2, дозволяє стверджувати, що в запропонованій конструкції змішувача концентрованих кормів на процес змішування найбільше впливають наступні фактори:

- кут розкриття лопатей механічного активатора (x_1);
- кут повороту механічного активатора щодо осі робочого валу (x_2);
- частота коливань механічного активатора (x_3).

Для знаходження значень факторів, поєднання яких забезпечує найкращу якість одержуваної суміші %, необхідно провести трифакторний експеримент.

З метою забезпечення високої точності досвідчених даних найбільш доцільним є проведення трирівневого експерименту.



Рисунок 2.5– Механічний активатор процесу змішування у зборі

Діапазон варіювання факторами вибирали на підставі апріорних експериментальних даних та результатів теоретичного дослідження [1, 17].

Кут розкриття лопат механічного активатора (x_1) знаходиться в діапазоні від 70° до 130° . Зменшення кута розкриття лопат активатора менше 70° не істотно впливає на зміну струменевості закінчення зерна, а отже, активатор в цілому несуттєво впливає на процес змішування компонентів кормосуміші. Збільшення кута на величину більше 130° є істотною перешкодою на шляху закінчення зерна та створює нерівномірність розподілу зерна в робочій камері.

Кут повороту (коливач) активатора (x_2) повинен перевищувати 60° , т.к. перевищення цієї величини у поєднанні з високою швидкістю руху наводить до викиду значної частини зерна з робочої камери, а зниження величини менш ніж до 20° практично не змінить струменя потоку, що зводить нанівець ефект від використання активатора.

Частоту коливач (x_3) вибирали в діапазоні від 40 до 90 хв^{-1} , оскільки перевищення значення 90 хв^{-1} це не дає бажаного ефекту змішування, т.к. перевищує продуктивність змішувального шнека. Зниження частоти менше значення 40 хв^{-1} сприяє процесу сегрегації концентрованого корму.

Досліджувані фактори та рівні їх варіювання представлені в таблиці 2.2. Критерієм оптимізації, що характеризує якість одержуваної суміші концентрованих кормів, є ступінь коефіцієнта варіації суміші λ , %. Методику визначення цього показника наведено у попередньому пункті.

Експеримент проводили за фіксованого значення часу робочого процесу t , хв . При визначенні значення t мін керувалися такими міркуваннями. Оптимальний час, необхідний для досягнення задовільного ступеня коефіцієнта варіації (85%) при демонтованому активаторі та значеннях технологічних показників, що відповідають максимальній продуктивності та становить 13 хв . Наявність активатора, як передбачається, має значно прискорити процес змішування. Тому при варіюванні факторами, позначеними в таблиці 2.2, для отримання більш-менш помітних між собою значень відгуку необхідно як мінімум удвічі зменшити тривалість процесу змішування.

Таблиця 2.2 – Фактори та рівні їх варіювання

Фактори	Позначення	Од. вимір.	Рівні варіювання			Інтервал варіювання
			нижній	нулевий	верхній	
			-1	0	+1	
Кут розкриття лопастей механічного активатора	x_1	град.	70	100	130	30
Кут повороту механічного активатора	x_2	град.	20	40	60	20
Частота коливання	x_3	хв ⁻¹	40	65	90	25

Таким чином, час робочого процесу в даному експерименті було визначено на підставі однофакторного експерименту та складало близько 7 хвилин.

2.6 Методика дослідження впливу тривалості змішування під час використання активатора на коефіцієнт варіації.

Заключний етап лабораторних досліджень – визначення часу робочого процесу, необхідного для досягнення задовільної якості суміші під час роботи змішувача концентрованих кормів у режимі, що відповідає раціональним значенням основних технологічних параметрів активатора при обробці результатів проведених експериментів.

Варіювання фактором "час робочого процесу змішувача" t , хв здійснювали на 7 рівнях при значенні верхнього рівня 7 хвилин: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 хвилин.

Методика відбору проб та визначення критерію оптимізації повністю відповідає опису у пункті 2.5. Досліди проводили з 3-кратною повторністю в кожній точці.

Знайдене раціональне значення часу робочого процесу із встановленим активатором буде визначальним при обчисленні продуктивності змішувача концентрованих кормів.

2.7 Висновки до другого розділу

1. Розроблений програму та алгоритми проведення експериментальних досліджень, що передбачало дослідження процесу змішування компонентів кормової суміші, що становлять дисперсну систему.

2. У відповідності до програми досліджень для досягнення поставленої мети необхідно здійснити визначення якості процесу змішування при змінні конструктивних та режимних параметрів роботи механічного активатора з встановленням оптимальних параметрів його роботи.

3. Розроблена і виготовлена лабораторна установка, що реалізує процес змішування при використанні механічного активатора.

3 РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1 Результати дослідження продуктивності лабораторної установки та енергоємності змішування при демонтованому активаторі на коефіцієнт варіації

Результати проведеного дослідження щодо визначення впливу частоти обертання робочого шнека (x_1), кута його нахилу щодо вертикалі вивантажувальної горловини (x_2) та ступеня розкриття перепускного вікна (x_3), що знаходиться в середині кожуха шнека, на продуктивність Q , кг/с та енергоємність E , кВт·год процесу перемішування при демонтованому активаторі представлені у додатку А. Отримані дані проходили перевірку на величину коефіцієнта варіації дисперсій (відтворюваності дослідів) за критерієм Кохрена на рівні значущості $\alpha = 0,05$. Після отримання задовільного результату їх використовували для проведення регресійного аналізу та побудови математичної моделі. Результат статистичної обробки експериментальних даних виробляється з використанням математичного пакету MathCAD 14.0, представлений у вигляді емпіричних виразів 3.1 та 3.2:

$$Q(x_1, x_2, x_3) = 0.131 - 0.0047x_1 - 0.009x_2 + 0.005x_3 + 0.006x_1x_2 + 0.0005x_1^2 - 0.00007x_3^2 \quad (3.1)$$

$$E(x_1, x_2, x_3) = 2.331 - 0.32x_1 - 0.19x_2 + 0.25x_3 + 0.12x_2x_3 + 0.025x_1^2 - 0.34x_2^2 \quad (3.2)$$

Обидві моделі пройшли перевірку на адекватність за критерієм Фішера рівні значущості $\alpha = 0,01$.

Аналіз емпіричного рівняння 3.1 показує, що ці чинники значимо впливають на продуктивність шнека (рівень статистичної значущості $\alpha = 0,1$). Найбільше впливає фактор x_2 – величина кута нахилу шнека, про що можна судити за лінійним коефіцієнтом даного фактора. Значний вплив надає також і частота обертання робочого шнека (x_1). У мінімальній ступеня, але статистично значимо, на продуктивність так само робить фактор x_3 – ступінь розкриття вікна.

Проведено оптимізацію досліджуваного факторного простору з метою встановлення значень сукупності факторів, за яких величина критерію оптимізації (продуктивність) досягає максимуму:

Таким чином, встановлено, що за $x_1 = 70 \text{ хв}^{-1}$, $x_2 = 9^\circ$, $x_3 = 41^\circ$ продуктивність досягає максимуму, що дорівнює $0,339 \text{ кг/сек}$. Критерій оптимізації досягає максимального значення на межах факторного простору.

З метою наочного уявлення отриманої емпіричної залежності 3.1 побудовано тривимірні поверхні (рис. 3.1 - 3.3) шляхом фіксування одного із трьох факторів на оптимальному рівні.

Аналізуючи представлені графіки можна стверджувати, що фактор «кут нахилу шнека від вертикального положення» у поєднанні з фактором «кут розкриття перепускного вікна» впливають на процес майже лінійно.

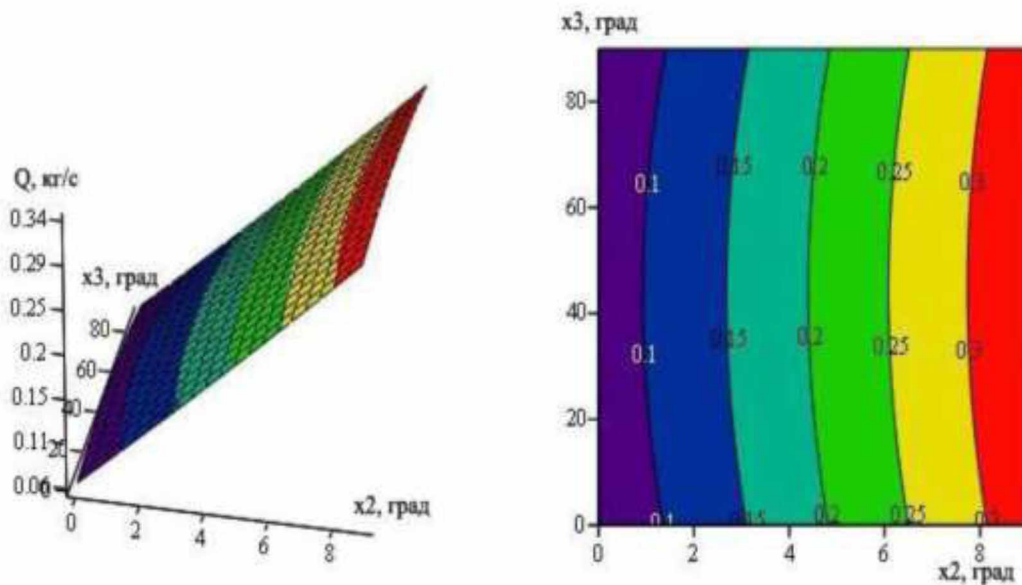


Рисунок 3.1 – Залежність продуктивності процесу Q (кг/с) від кута нахилу шнека щодо вертикального положення x_2 (град.) та кута розкриття заслінки x_3 (град.) при фіксованому значенні частоти обертання шнека x_1 (хв^{-1}) на оптимальному рівні.

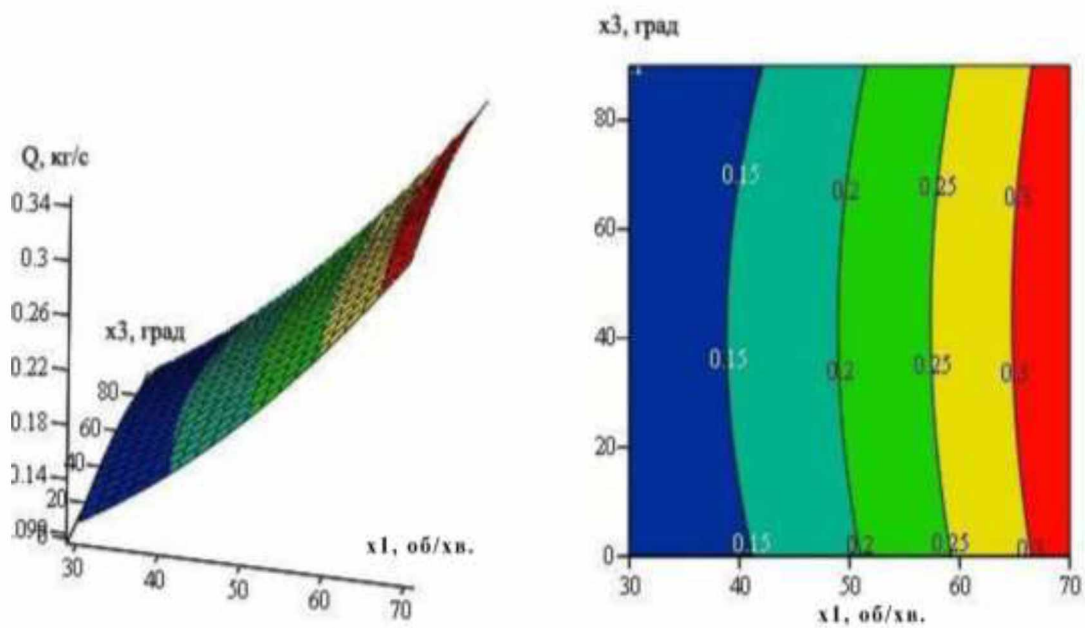


Рисунок 3.2 – Залежність продуктивності процесу Q (кг/с) від частоти обертання шнека x_1 (хв^{-1}) та кута розкриття заслінки x_3 (град.) при фіксованому значенні кута нахилу шнека щодо вертикального положення x_2 (град.) на оптимальному рівні

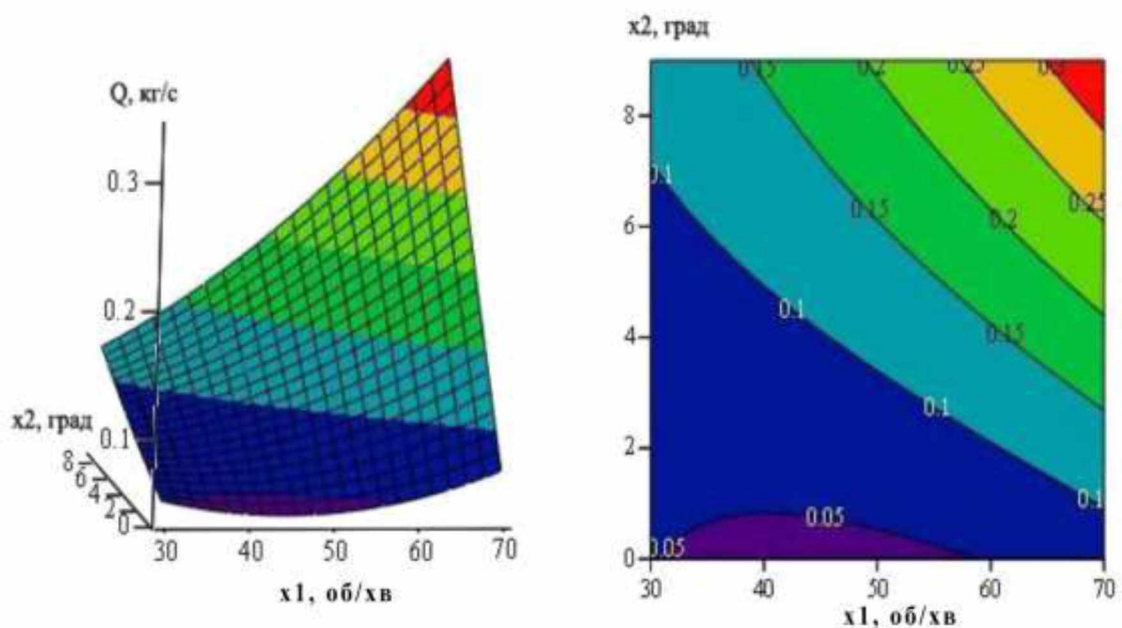


Рисунок 3.3 – Залежність продуктивності процесу Q (кг/с) від частоти обертання шнека x_1 (хв^{-1}) та кута нахилу шнека щодо вертикального положення x_2 (град.) при фіксованому значенні кута розкриття заслінки x_3 (град.) на оптимальному рівні.

Деяка степена залежність виявляється при сумісному впливі на продуктивність Q , кг/с частоти обертання шнека та кута розкриття перепускного вікна. Прояв квадратичних ефектів виявляється при сумісному впливі частоти обертання шнека та кута його нахилу. При вивченні впливу досліджуваних факторів на енергоємність E ,

кВт·год/т перед проведенням дослідів проводилися вимірювання споживаної потужності установки на необхідних для експерименту частотах обертання.

Аналіз емпіричного рівняння 3.2 показує, що найбільший вплив на енергоємність E , кВт·год/т робочого процесу шнека надає кут відхилення його від вертикального положення. Усі фактори суттєво впливають критерій оптимізації, у своїй поєднання $x_1 \cdot x_3$ виявилось статистично не значним і було виключено з моделі.

Оптимізація моделі 3.2 встановлює значення факторів, при яких величина енергоємності E досягає мінімуму:

$$E_{\min}(x_1; x_2; x_3) = E(70; 7.54; 90) = 0.18$$

Таким чином, мінімальне значення $E = 0,8$ кВт·год/т досягається при значеннях факторів $x_1 = 70$ хв⁻¹, $x_2 = 7,54^\circ$, $x_3 = 90^\circ$.

З метою наочного уявлення отриманої емпіричної залежності (3.2) побудовано тривимірні поверхні (рис. 3.4 – 3.6) шляхом фіксування одного з трьох факторів на оптимальному рівні.

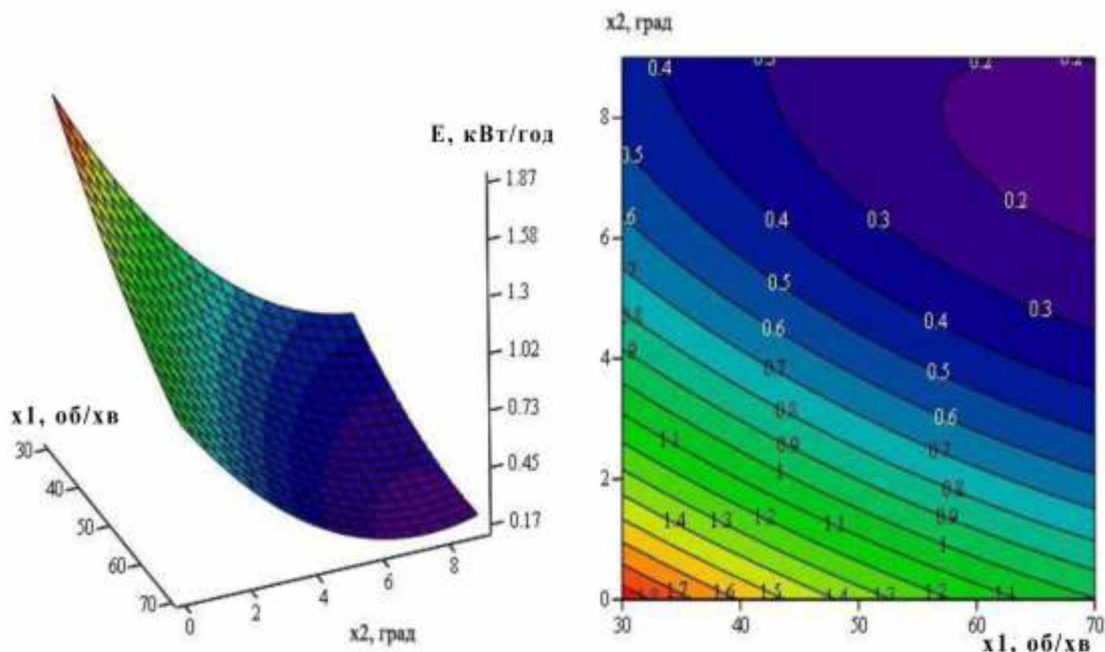


Рисунок 3.4 – Залежність енергоємності процесу E (кВт·ч/т) від частоти обертання шнека x_1 (хв⁻¹) та кута нахилу шнека щодо вертикального положення x_2 (град.) при фіксованому значенні кута розкриття заслінки x_3 (град.) на оптимальному рівні.

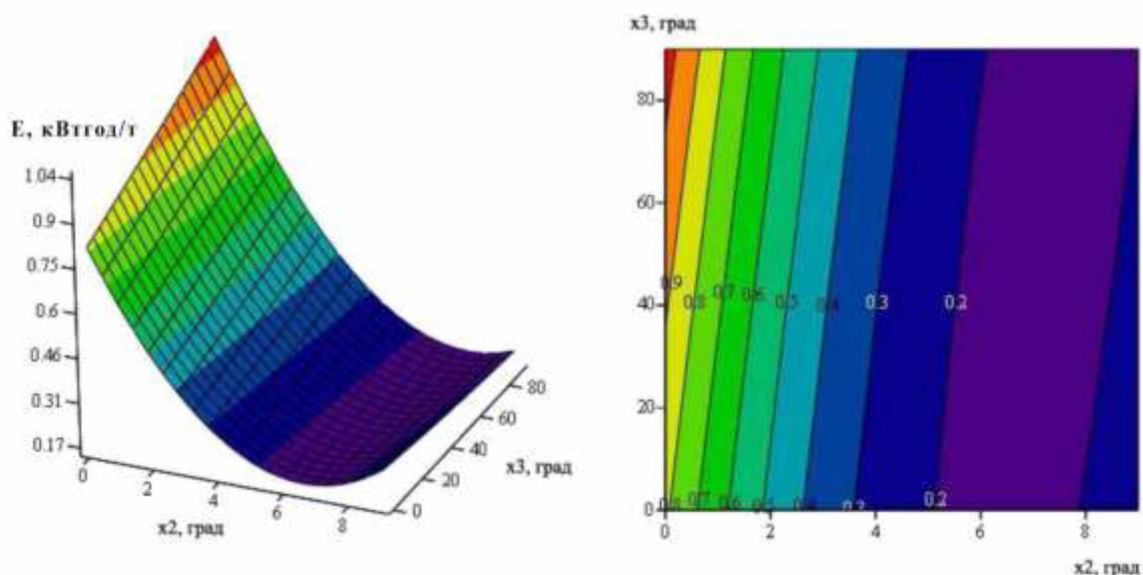


Рисунок 3.5 – Залежність енергоємності процесу E (кВт·год/т) від кута нахилу шнека щодо вертикального положення x_2 (град.) та кута розкриття заслінки x_3 (град.) при фіксованому значенні частоти обертання шнека x_1 (об/хв) на оптимальному рівні

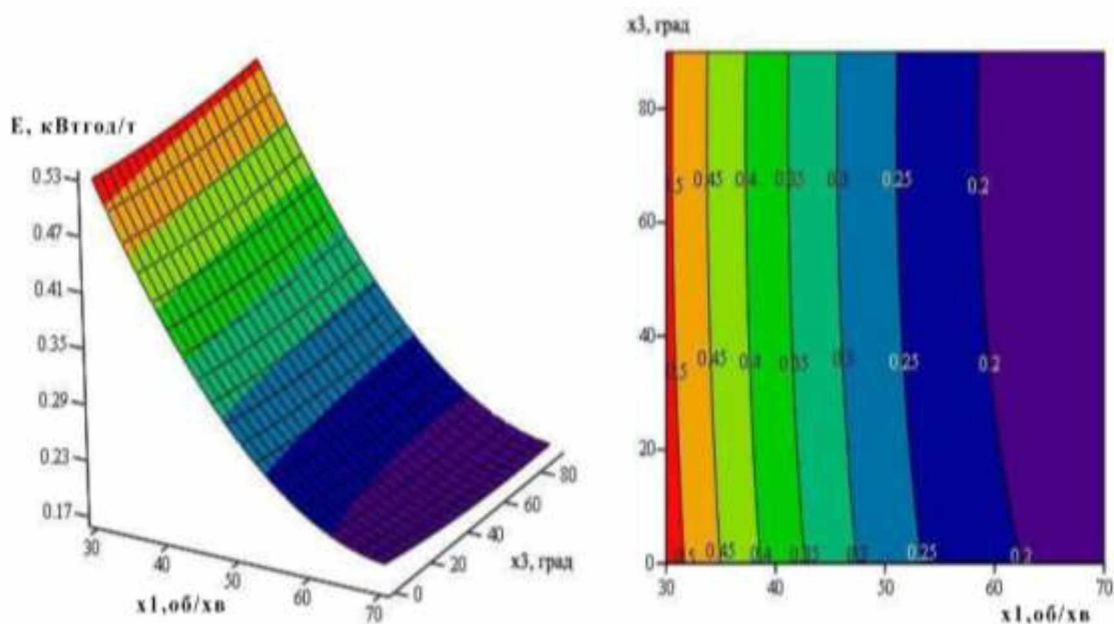


Рисунок 3.6 – Залежність енергоємності процесу E (кВт·ч/т) від частоти обертання шнека x_1 (об/хв) та кута розкриття заслінки x_3 (град.) при фіксованому значенні кута нахилу шнека щодо вертикального положення x_2 (град.) на оптимальному рівні.

Аналіз та порівняння залежностей, представлених на рисунках 3.4 – 3.6 та рисунках 3.1-3.3, та результатів їх оптимізації показує, що продуктивність Q , кг/с та енергоємність E , кВт·год/т досягають відповідно максимального та мінімального значень при частоті робочого шнека n рівною 70 хв^{-1} .

При цьому величина кута відхилення шнека від вертикального положення для забезпечення мінімуму енергоємності E менше на $1,5^\circ$, ніж для забезпечення максимуму продуктивності Q , а кут розкриття вікна перепускного відповідно на 49° більше.

3.2 Результати дослідження впливу часу змішування без використання активатора на коефіцієнт варіації

Дослідження впливу часу робочого процесу на якість змішування без використання активатора проводили при значеннях частоти обертання шнека, кута його нахилу щодо вертикалі вивантажувальної горловини та ступеня розкриття перепускного вікна, що відповідають максимальній продуктивності $Q = 0,339$ кг/сек. Дане раціональне поєднання факторів встановлено та відповідає значенням частоти обертання шнека 70 хв^{-1} , кута його нахилу щодо вертикалі 9° та величини розкриття перепускного вікна 41° .

У цьому режимі значення енергоємності процесу E , кВт·год/т, знайдене за встановленою емпіричною залежністю (3.2), буде відмінним від мінімального збільшення збільшення.

В результаті статистичної обробки даних експерименту отримано наступну регресійну залежність якості змішування, вираженого показником коефіцієнта варіації суміші λ , %, від тривалості процесу змішування t , хв. при демонтованому активаторі:

$$\lambda(t) = 26.8 + 7.5t - 0.24t^2, R^2 = 0.933 \quad (3.7)$$

Встановлена регресійна залежність 3.20 представлена графічно на рисунку 3.6. З графіка випливає, що у встановленому режимі роботи змішувача, що відповідає оптимальним значенням частоти обертання шнека, кута його нахилу щодо вертикалі вивантажувальної горловини та ступеня розкриття перепускного вікна, при демонтованому активаторі суміш досягає задовільного ступеня коефіцієнта варіації (85%) через 13 хвилин після включення установки. Далі процес стабілізується і відбувається незначне зростання критерію оптимізації протягом наступних 6 хвилин.

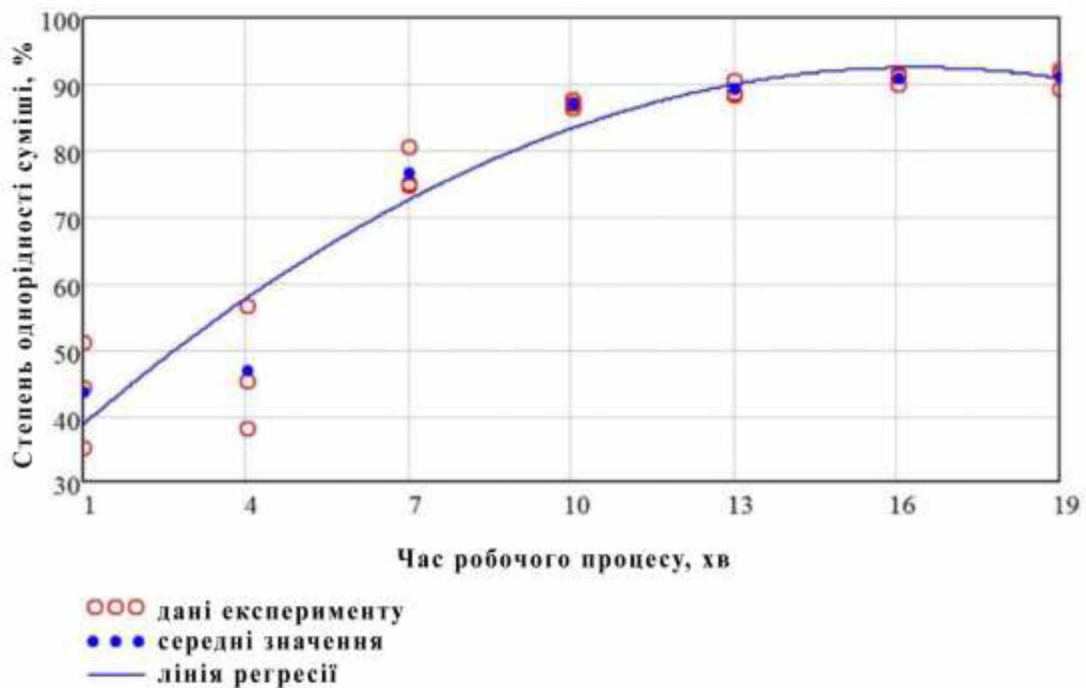


Рисунок 3.8 – Залежність показника коефіцієнта варіації суміші λ , % від тривалості процесу змішування t , хв. при поєднанні факторів, що забезпечують максимальну продуктивність в режимі робочого шнека та демонтованому активаторі.

Можна помітити також, що у перші 4 хвилини спостерігався більший розкид дослідних даних, що свідчить велика величина дисперсій у перших двох експериментальних точках. Флуктуація зменшується в міру стабілізації критерію.

3.3 Результати дослідження параметрів механічного активатора на коефіцієнт варіації

Експериментальні дані щодо визначення впливу параметрів роботи механічного активатора на якість суміші та їх дисперсійний аналіз представлені у додатку Б. Підтверджено коефіцієнт варіації дисперсій за критерієм Кохрена лише на рівні значимості $\alpha = 0,05$. Регресійний аналіз з оцінкою адекватності за критерієм Фішера на рівні $\alpha = 0,01$ проводився в математичному пакеті MathCAD 14.0. Результати представлені у вигляді емпіричного рівняння, що виражає залежність критерію оптимізації (ступінь коефіцієнта варіації суміші λ , %) від кута розкриття лопатей механічного активатора x_1 кута повороту механічного активатора щодо осі робочого валу x_2 та частоти коливань механічного активатора x_3 , хв^{-1} :

$$\lambda(x_1; x_2; x_3) = 38.2 + 0.1x_1 + 0.42x_2 + 0.63x_3 + 0.0012x_1x_3 - 0.00467x_2x_3 - 0.01x_2^2 - 0.00385x_3^2. \quad (3.3)$$

Фактором, що мінімально впливає на досліджуваний процес, що видно з величини лінійного коефіцієнта, що дорівнює 0,142, є кут розкриття лопатей механічного активатора. Істотно більший вплив має кут повороту механічного активатора (лінійний коефіцієнт за фактора x_2 дорівнює 0,45).

Максимальний вплив на досліджуваний процес має частота коливань механічного активатора, тому що лінійний коефіцієнт при x_3 складає 0,636.

Оптимізація моделі 3.3 проведена в середовищі MathCAD 14.0 та дозволила отримати такі результати:

$$\lambda_{\max}(x_1; x_2; x_3) = \lambda(130; 20; 90) = 91.2.$$

Таким чином, максимальне значення показника коефіцієнта варіації суміші $\lambda = 91,1\%$ досягається при значеннях факторів $x_1 = 130^\circ$, $x_2 = 20^\circ$, $x_3 = 90 \text{ хв}^{-1}$.

Для наочного подання фізичної сутності процесу подано залежності (рис. 3.7 – 3.9).

Залежність критерію оптимізації від двох досліджуваних факторів при оптимальній величині третього.

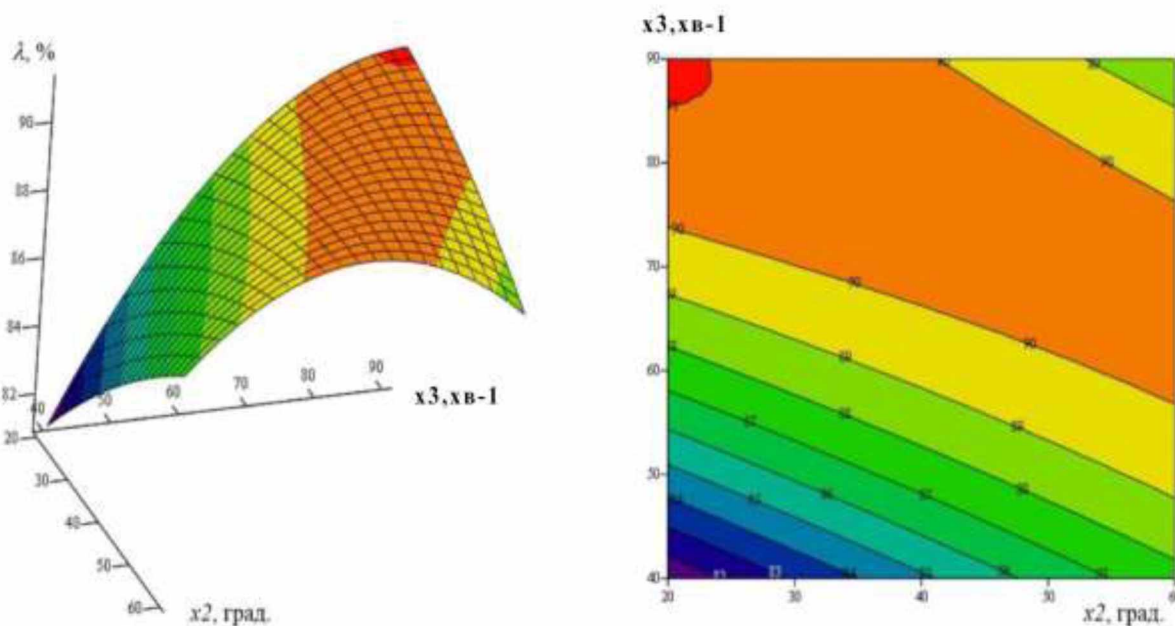


Рисунок 3.9 – Залежність показника коефіцієнта варіації суміші λ , % факторів x_2 , град. і x_3 , хв^{-1} при фіксованому на раціональному рівні значення фактора x_1 , град.

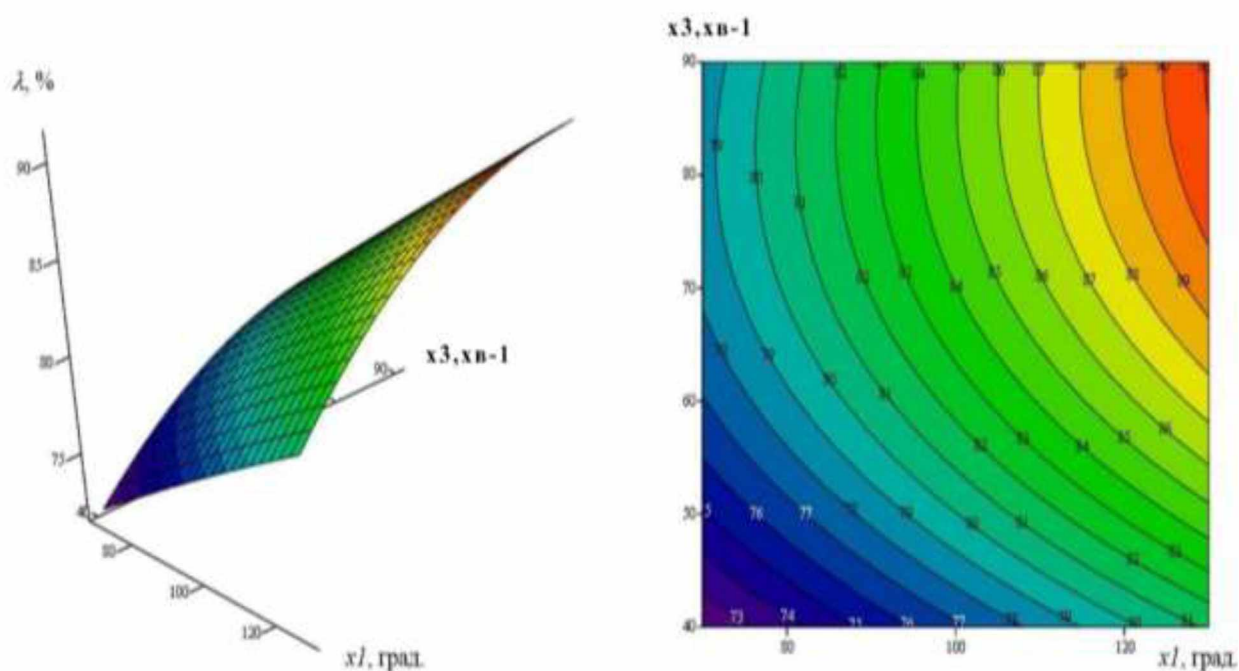


Рисунок 3.10 – Залежність показника коефіцієнта варіації суміші λ , % факторів x_1 , град. і x_3 , хв^{-1} при фіксованому на раціональному рівні значення фактора x_2 , град.

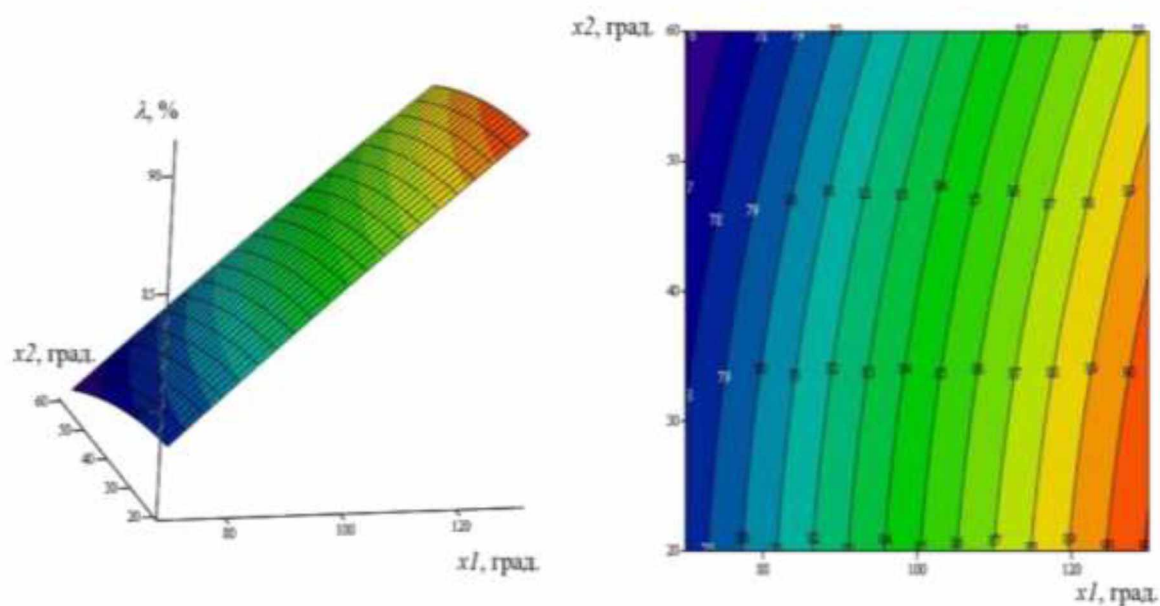


Рисунок 3.11 – Залежність показника коефіцієнта варіації суміші λ , % факторів x_1 , град. та x_2 , град. при фіксованому на раціональному рівні значенні фактора x_3 , хв^{-1}

Аналізуючи встановлені залежності можна зробити висновок, що раціональне поєднання факторів знаходиться на краях факторного простору, в зоні інтерполяції.

3.4 Результати дослідження впливу тривалості змішування при використанні активатора на коефіцієнт варіації

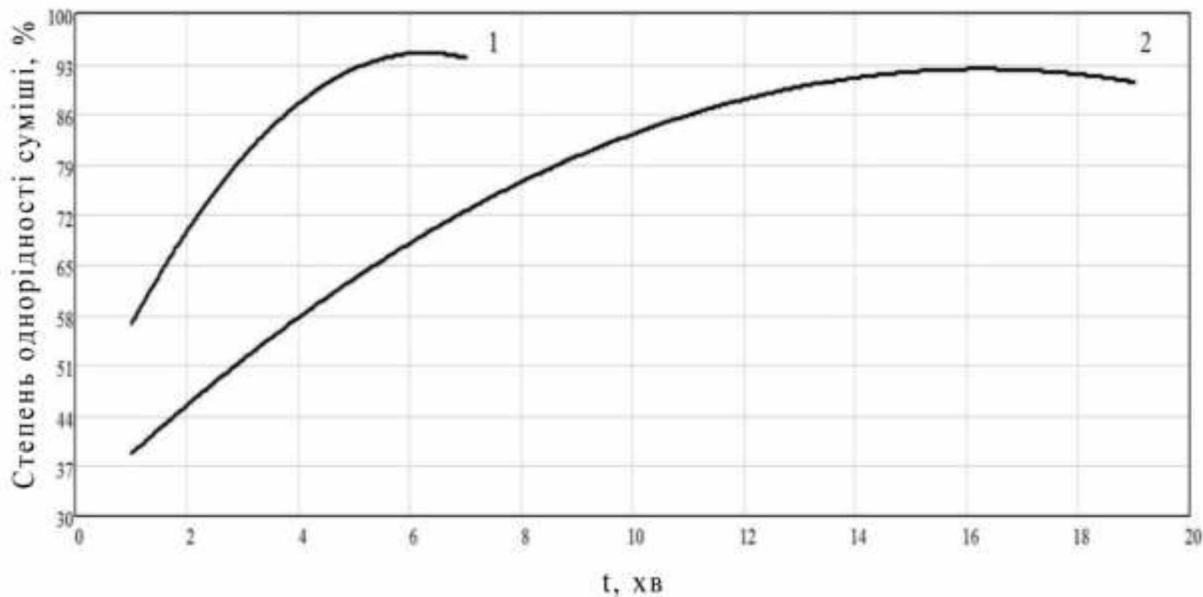
Дослідження впливу часу робочого процесу на якість змішування із встановленим активатором проводили при оптимальних значеннях кута розкриття лопат активатора, кута його повороту щодо осі робочого валу та частоти коливань активатора, визначених у попередньому пункті.

В результаті статистичної обробки даних експерименту отримано регресійну залежність якості

змішування, вираженого показником коефіцієнта варіації суміші λ , %, від тривалості процесу змішування при встановленому активаторі:

$$\lambda(t) = 40.9 + 17.1t - 1.4t^2, R^2 = 0.95. \quad (3.12)$$

Ця регресійна залежність представлена графічно на рисунку 3.11 (крива 1) порівняно з результатом аналогічного дослідження при демонтованому активаторі (крива 2), вираженого залежністю 3.10.



1 – з активатором 2 – без активатора

Рисунок 3.13 – Залежність показника коефіцієнта варіації суміші λ , % від тривалості процесу змішування t , хв. при встановленому активаторі та без активатора

З графіка стає зрозумілим, що при встановленому активаторі, в режимі роботи змішувача, що відповідає оптимальним значенням кута розкриття лопат активатора,

кута його повороту щодо осі робочого валу і частоти коливань активатора, суміш досягає задовільного ступеня коефіцієнта варіації (85%) після 4 хвилин після включення установки. Далі процес стабілізується і відбувається незначне зростання критерію оптимізації протягом наступних 3 хвилин. Можна також помітити, що при встановленому активаторі, в порівнянні з режимом роботи без активатора, результат збільшується в 1,5 рази на 1-й хвилині робочого процесу.

3.5 Висновки до третього розділу

1. Отримано емпіричні моделі, що встановлюють вплив частоти обертання робочого шнека (x_1), кута його нахилу щодо вертикалі вивантажувальної горловини (x_2) та ступеня розкриття перепускного вікна (x_3), що знаходиться в середині кожуха шнека, на продуктивність Q , кг/с та енергоємність кВт·год/т. Встановлено, що за $x_1 = 70 \text{ хв}^{-1}$, $x_2 = 9^\circ$, $x_3 = 41^\circ$ продуктивність досягає максимуму, що дорівнює 0,339 кг/сек, а мінімальне значення енергоємності $E = 0,18 \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{т}$ досягається при значеннях факторів $x_1 = 70 \text{ хв}^{-1}$, $x_2 = 7,54^\circ$, $x_3 = 90^\circ$.

2. При певних параметрах шнека, що забезпечують максимальну його продуктивність, отримана регресійна модель, що виражає залежність показника коефіцієнта варіації суміші λ , % в камері робочої камери змішувача при демонтованому механічному активаторі від тривалості робочого процесу t , хв. Суміш досягає задовільного ступеня коефіцієнта варіації (85%) після 13 хвилин з початку робочого процесу у встановленому режимі.

3. Досліджено вплив параметрів механічного активатора на показник коефіцієнта варіації суміші, % при рекомендованих параметрах роботи шнека, з урахуванням встановленого значення тривалості робочого процесу. Отримано регресійну модель, що виражає залежність ступеня коефіцієнта варіації суміші λ , % від кута розкриття лопатей механічного активатора x_1 (град.), кута повороту механічного активатора щодо осі робочого валу x_2 (град.) та частоти коливань механічного активатора x_3 , хв^{-1} . Встановлено, що максимальне значення показника коефіцієнта варіації суміші = 91,1% досягається при значеннях факторів $x_1 = 130^\circ$, $x_2 = 20^\circ$, $x_3 = 90 \text{ хв}^{-1}$.

4. При встановлених параметрах шнека, що забезпечують максимальну його продуктивність, і параметри механічного активатора встановлено емпіричну залежність показника коефіцієнта варіації суміші λ , % від тривалості робочого процесу t , хв. Суміш досягає задовільного ступеня коефіцієнта варіації (85%) через 4 хвилини з моменту початку робочого процесу у встановленому режимі.

4 РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ПРАКТИЧНОЇ РЕАЛІЗАЦІЇ ДОСЛІДЖЕНЬ

4.1 Екологічна експертиза

Екологічна експертиза являє собою врегульовану нормами діяльність експертів по аналізу, перевірці і оцінці документації об'єктів і рішень, на їх відповідність правилам і вимогам охорони навколишнього середовища і раціонального природокористування з метою попередження можливих негативних наслідків для навколишнього середовища.

Метою екологічної експертизи є запобігання негативному впливові антропогенної діяльності на стан навколишнього природного середовища та здоров'я людей, а також оцінка ступеня екологічної безпеки господарської діяльності й екологічної ситуації на окремих територіях та об'єктах.

Основними завданнями екологічної експертизи є:

1. Визначення ступеня екологічного ризику і безпеки запланованої чи здійснюваної діяльності.
2. Організація комплексної, науково-обґрунтованої оцінки об'єктів екологічної експертизи.
3. Встановлення відповідності об'єктів експертизи вимогам екологічного законодавства, будівельних норм і правил.
4. Оцінка впливу діяльності об'єктів екологічної експертизи на стан навколишнього природного середовища і якість природних ресурсів.
5. Оцінка ефективності, повноти, обґрунтованості та достатності заходів щодо охорони навколишнього природного середовища.
6. Підготовка об'єктивних всебічно обґрунтованих висновків екологічної експертизи.

Екологічна експертиза буває державною, громадською та інших різновидів. Вона є обов'язковою умовою законодавчої роботи господарства й іншої діяльності, яка впливає на стан навколишнього середовища. Основним законодавчим актом, що визначає правові, екологічні і соціальні основи організації охорони навколишнього середовища, є Закон України "Про охорону навколишнього природного середовища",

прийнятий 25 червня 1991 року на третій сесії Верховної Ради України [11]. Іншим важливим законом є Закон „Про екологічну експертизу”, від 9 лютого 1995 р. [11, 12].

Екологічну експертизу проекту проводять з дотриманням принципів права громадськості на охорону навколишнього середовища, гармонійного поєднання екологічних і економічних інтересів, суворого дотримання законності і державних норм природокористування.

Громадська екологічна експертиза може здійснюватися в будь-якій сфері діяльності, що потребує екологічного обґрунтування, за ініціативою громадських організацій чи інших громадських формувань. Громадська екологічна експертиза може здійснюватися одночасно з державною екологічною експертизою шляхом створення на добровільних засадах тимчасових або постійних еколого-експертних колективів громадських організацій чи інших громадських формувань.

Предметом розгляду впливу на оточуюче навколишнє середовище є технологія змішування концентрованих кормів для тваринництва. Дана технологія є цілковито безпечною і в повній мірі відповідає усім законодавчо-нормативним актам та екологічним нормам і стандартам. Це твердження обумовлено відсутністю появи яких-небудь токсичних або негативних проявів, що би могли сприяти погіршенню екологічного становища навколишнього природного середовища. Але одним із потенційно можливих факторів екологічного забруднення є псування та втрата зернового врожаю з доволі великої кількості причини: недотримання технології зберігання, транспортування, первинної обробки та інше. Для недопущення окресленої негативної ситуації слід дотримуватися наступних вимог у поводженні зі зерновим збіжжям.

Зберігання зерна здійснюється в зерносховищах, що відповідають екологічним, будівельним, пожежним, санітарно-гігієнічним, фітосанітарним вимогам відповідно до технічних регламентів та стандартів.

Поверхні стін, стель, несучих конструкцій, дверей, підлоги виробничих приміщень, а також силосів і бункерів повинні бути доступними для очищення і знезараження. Стан покрівлі і стін зерносховищ, конструкції вхідних отворів каналів

активної вентиляції повинні забезпечити запобігання попадання в них атмосферних опадів і сторонніх предметів.

Технологічний процес обробки зерна в зерносховищах повинен забезпечувати сушку, очистку і знезараження зерна до рівня, що забезпечує безпечне і стійке для зберігання стану.

У зерносховищах не допускається:

1) зберігати спільно з зерном токсичні, горючі хімічні речовини, пально-мастильні матеріали та нафтопродукти, а також харчову продукцію іншого виду і нехарчову продукцію в разі, якщо це може призвести до забруднення зерна;

2) застосовувати всередині складських приміщень машини з двигунами внутрішнього згоряння.

У зерносховищі протягом всього періоду зберігання зерна повинен бути організований виробничий контроль за вологістю, температурою, зараженістю шкідниками, запахом і кольором зерна.

При зберіганні зерна в мішках на настилах і піддонах розміри штабелів і відстань між ними не повинні створювати перешкод для відбору проб з будь-якого місця і проведення технологічних операцій.

Для забезпечення безпеки зерна його перевезення здійснюється спеціально призначеними для цих цілей транспортними засобами. При перевезенні зерна залізничним транспортом використовуються криті вагони, хопер-вагони (зерновози) або контейнери, що відповідають пропонованим до них санітарним вимогам.

Конструкція вантажних приміщень транспортних засобів, що використовуються для перевезення зерна, повинна забезпечувати можливість їх миття, обробки і дезінфекції, дезінсекції та дератизації, захист зерна від забруднення, а також перешкоджатиме пробудженню зерна в процесі перевезення, проникненню комах, тварин, в тому числі гризунів.

Очищення, мийка, обробка, дезінфекція, дезінсекція та дератизація залізничних транспортних засобів і транспортного устаткування (контейнерів) для перевезення зерна повинна здійснюватися в порядку, встановленому національним законодавством.

Не допускається перевезення зерна в транспортних засобах, в яких перевозилися сильно пахучі і (або) токсичні вантажі.

У кінцевому випадку, технологія активної аерації зернової маси характеризується мінімальним рівнем екологічної загрози, не призводить до негативного впливу на стан природного навколишнього середовища, є безпечним для людини та живих організмів та відповідає всім екологічним нормам та правилам, обумовлених чиним вітчизняним екологічним законодавством.

4.2 Охорона праці

4.2.1 Актуальність проблеми безпеки людини у виробничому середовищі та при надзвичайних ситуаціях

Вивчення й вирішення проблем, пов'язаних із забезпеченням здорових і безпечних умов, у яких відбувається праця людини – одне з найбільш важливих завдань у розробці нових технологій і систем виробництва. Дослідження й виявлення можливих причин виробничих нещасних випадків, професійних захворювань, аварій, вибухів, пожеж, і розробка заходів і вимог, спрямованих на усунення цих причин дозволяють створити безпечні й сприятливі умови для праці людини. Комфортні й безпечні умови праці – один з основних факторів, який впливає на продуктивність і безпеку праці, здоров'я працівників [2,14].

Державне, регіональне і галузеве управління охороною праці, численні наглядові і контрольні інспекції не забезпечать безпечне ведення робіт, якщо це не стане головним повсякденним завданням і моральним обов'язком для усіх без винятку – роботодавців, керівників, інженерно-технічних працівників, кожного працюючого. Для вирішення всіх проблем у сфері охорони праці потрібний системний підхід створення ефективної системи управління охороною праці (СУОП) на кожному підприємстві, установі, організації незалежно від форми власності і розмірів [4, 14].

Останніми роками охорона праці перебуває на етапі кардинальних перетворень. Багато підприємств проявляють зацікавленість щодо використання моделі управління охороною праці, що передбачає взаємну соціальну й економічну відповідальність

бізнесу і працівників у процесі забезпечення безпечних умов праці з метою підвищення ролі соціального партнерства в створенні здорового психологічного клімату на підприємстві та максимізації добробуту як окремого працівника, так й організації в цілому.

Серед категорій, за допомогою яких прийнято характеризувати підприємство, звичайно виділяють економічні й технологічні показники. Однак, вони займають провідне положення лише в тому випадку, якщо дотримано основну умову діяльності підприємства як суб'єкта господарювання – забезпечується безпека виробничих процесів і трудової діяльності індивіда.

4.2.2 Аналіз наявних потенційних небезпек та об'єктів підвищеної небезпеки

Характер сировини, що переробляється, а також технологічні процеси приймання, відпуску та переробки зерна і одержуваних з нього продуктів призводять до виникнення особливих факторів травмування обслуговуючого персоналу. До них насамперед належать: затягування в зернову масу при випуску зерна зі складів, бункерів, з силосів елеваторів; завалювання людини зерною масою, що обрушується, або масою продуктів переробки зерна в складах для зберігання; травмування при падінні у відкритий люк бункера або силосу; травмування при вантажно-розвантажувальних роботах з сипучими або тарний вантажами; травмування при роботі з тарний вантажами в складах зберігання; отруєння отрутохімікатами, що застосовуються при боротьбі з шкідниками комор; отруєння вуглекислим газом, що накопичується в силосах, складах або в заглиблених, погано провітрюваних приміщеннях в результаті дихання зерна чи інших процесів.

Затягування зерном відбувається в зв'язку з тим, що при випуску його з зерносховища над випускним люком утворюється спочатку невелика воронка, діаметр якої в міру виходу зерна збільшується до межі кута природного укосу. Продовжує цю воронку «стовп» зерна, що рухається вертикально зверху вниз, в якому діють різні сили, з них найбільші - вертикальні.

Дії цих сил спрямовані до випускного люка зерносховища, чим і пояснюється властивість рухомого «стовпа» зерна втягувати (засмоктувати) все, що знаходиться на його поверхні і шляхи.

Наскільки серйозною небезпеку наражається людина, що потрапила в воронку рухомого зерна, можна судити з наступних цифр: тиск зерна в звичайному складі на 1 м² підлоги при висоті зернового насипу 1,5 м становить понад 1 т, при висоті насипу 2,5 м - близько 2 т і при висоті насипу 3,5 м - близько 3 т; при випуску 16 т зерна на годину з зерносховища через випускний люк (отвір) швидкість руху вертикального «стовпа» зерна в центрі воронки досягає 3 м/хв.

Величина всмоктувального зусилля в центрі зерна настільки велика, що підвішені металеві труби (для дистанційного термометрування зерна в силосах при випуску зерна іноді деформуються або спостерігається обрив тросів.

Ось чому випадки перебування людини на насипу зерна, що випускається, закінчувалися затягуванням його в зерно і задухою.

Небезпека для робітників на елеваторах, борошномельних, круп'яних і комбікормових заводах виникає як при переміщенні зерна, висівок, компонентів комбікормів, мучки, лушпиння, зернового пилу та інших відходів, так і при зберіганні їх в складах, засіках, бункерах і запарошених камерах, при неправильній організації робіт. При цьому особливу небезпеку становлять:

- вибірка при заповненні мішків або при підгортання зерна з насипу до випускного отвору на транспортну стрічку або норію шляхом «підкопу» із залишенням навислої або стрімкого верху насипу, який несподівано може обрушитися на працівників, зайнятих цими операціями;

- ходіння працівників по насипу (навіть злежаного) зерна, висівок, відходів та інше без спеціальних настилів, що призводить до провалу людини в сховані порожнечі, наявних всередині насипу;

- спуск працівників в бункера і безпосередньо на насип для розпушування злежаних висівок, компонентів комбікормів, відходів і випуску їх в патрубках, на норію або на транспортерну стрічку;

– спуск працівників в бункера і пилову камеру для зачистки або обрушення злежалася (прилип до стін) в них сипучої маси.

Робочі зони, що представляють собою можливі джерела ураження людини в результаті затягування його в зернову воронку, обрушення склепіння або навислої продукту, отруєння вуглекислим газом, слід вважати зонами підвищеної небезпеки.

Сховища для зерна або зернопродуктів силосного або бункерного типу мають у верхній частині насипні отвори (люки), що виходять найчастіше на рівень підлоги виробничих приміщень. При відсутності запобіжних пристроїв можливий травматизм в результаті падіння обслуговуючого персоналу в відкриті незахищені люки.

4.2.3 Пропозиції щодо покращення умов виробничої безпеки та недопущення появи небезпечних ситуацій

Труби і фасонні частини самопливних трубопроводів повинні бути надійно закріплені, щільно з'єднані між собою і не пропускати пил. Чим не дозволяється усувати залягання продукту в соматичних трубопроводах, б'ючи по них твердими предметами. Лючки на самопливних трубопроводах повинні мати щільно закриті кришки і розташовуватися в місцях, зручних для обслуговування.

Для очищення повітропроводів від пилу кожна горизонтальна ділянка мережі обладнують герметично закритими люками.

Повітропроводи слід прочищати при непрацюючому вентиляторі. При очищенні повітропроводів робочі повинні користуватися протипиловими індивідуальними респіраторами. Під час роботи не можна відкривати кришки люків в повітропроводах, що примикають до вентиляторів, і просовувати руки всередину повітропроводів. При обслуговуванні повітропроводів, розташованих на висоті, треба користуватися тільки справними сходами.

Для обслуговування засувки, якщо вони встановлені на висоті більше 2 м, влаштовують спеціальні площадки з драбинами.

Насипні лотки слід ретельно встановлювати по транспортеру. Вони повинні аспіровані, не допускати пилевиділення, підсору зерна. Забороняється поправляти

щітки насипного лотка на ходу транспортера, брати з нього проби зерна, виймати сторонні предмети.

Ефективна і безпечна робота аспіраційних і пневмотранспортних установок багато в чому залежить від вмілого і правильного догляду за ними. При експлуатації всмоктуючих фільтрів необхідно, щоб їх шафи, конуси для пилю і дверки (люки), а також випускні колектори та прийомні коробки були герметичними і не допускали підсосу повітря. Оглядати рукава і перевіряти їх натяг необхідно не рідше одного разу на добу. Несправні рукава повинні своєчасно замінюватись новими.

У відцентрових пиловідокремлювачах (циклони і розвантажувач) всі з'єднання і затвори пиловідвідного патрубку систематично перевіряють на герметичність. Необхідно стежити, щоб в пилозбірнику не накопичувався пил. Доступ до люків циклонів повинен бути вільним і безпечним. Для обслуговування циклонів і розвантажувачів, встановлених на висоті, навколо них влаштовують спеціальний майданчик. Настил площадки не повинен мати щілин між дошками, щоб вниз не могли впасти інструмент та інші предмети.

При експлуатації повітродувних машин і вентиляторів, щоб уникнути аварій і нещасних випадків робочі колеса, з'єднувальні муфти і шківни необхідно добре відбалансувати.

Всмоктуючий отвір вентилятора, що не приєднаний до повітропроводу, має бути перекритий сіткою з осередками розміром 20x25 мм. Без таких сіток включати вентилятор в роботу не можна.

Для пневмотранспортних установок застосовують відцентрові вентилятори високого тиску і повітродувні машини. Робочий, який обслуговує вентилятор, повинен стежити за тим, щоб він працював безшумно, не перегрівалися підшипники, щоб було нормальним натяг приводних ременів і щільно приєднаний всмоктуючий повітропровід до вентилятора. Температура корпусу підшипників вентилятора повинна бути не вище 40 ... 50 °С. У разі підвищення температури необхідно виявити причину, при необхідності заповнити свіжою мастилом.

4.3 Техніко-економічне обґрунтування досліджень

Для визначення економічної ефективності від впровадження у виробництво пропонованого змішувача концентрованих кормів необхідно визначити цільові економічні показники, до яких належить річний економічний ефект (річна економія) в абсолютному та відносному вираженні та термін окупності капітальних вкладень. Методикою розрахунку є порівняльний аналіз існуючого (порівнюваного) та пропонованого обладнання [16]. Для порівняння було обрано змішувач СВ-1,1 виробництва ТОВ "Аграрні Технології та Машини" (табл. 4.1).

Для розрахунку зазначених вище цільових економічних показників визначаються такі величини.

Річний обсяг продукту, що переробляється, для тваринницького підприємства розраховується на основі добової потреби в кормі та поголів'я стада. У середньому одна тварина споживає на день 6 кг зернової суміші.

Тоді річний обсяг виробництва V , т становитиме:

$$V = 0.006 \cdot 365 \cdot n, \quad (4.1)$$

де n – поголів'я стада, кіл.

Річна нормативне навантаження T , год:

$$T = \frac{V}{Q}, \quad (4.2)$$

де V - річний обсяг воскової сировини, що переробляється, т

Q – годинна продуктивність установки, т/год.

Енергоємність процесу змішування концентрованого корму E , кВт·год/т складе:

$$E = \frac{N}{Q}, \quad (4.3)$$

де N - Встановлена потужність обладнання, кВт.

Витрати праці на річний обсяг роботи t , чол визначаються за виразом:

$$t = T \cdot z, \quad (4.4)$$

де z – чисельність обслуговуючого персоналу, чол.

Витрати на оплату праці визначаються як сума основної та додаткової заробітної плати плюс соціальні відрахування. Додаткова заробітна плата приймається у розмірі 30% від основної. Відрахування на соціальні потреби приймаються у розмірі 28% від суми основної та додаткової заробітної плати. Загальні річні витрати на оплату праці становитимуть:

$$Z_{on} = h_{zod} \cdot t \cdot 1.3 \cdot 1.28, \quad (4.5)$$

де h_{zod} - годинна ставка працівника, грн/год.

t – кількість годин роботи за зміну, год.

Витрати на електричну енергію на рік визначаються за такою формулою:

$$E = V \cdot E \cdot C_e, \quad (4.6)$$

де E – енергоємність процесу приготування кормової суміші, кВт·год/т.

C_e - тариф на електричну енергію, грн/кВт·год.

Сума амортизаційних відрахувань A , грн. розраховується за методом списання вартості обладнання пропорційно до обсягу продукції (ПБУ 6/01 «Облік основних засобів»):

$$A = h_{zod} \frac{V}{Q}, \quad (4.7)$$

де h_{zod} - годинна амортизація, руб/год.

Розмір годинної амортизації h_{zod} , грн/год розраховується при терміні корисного використання обладнання 8 років, числі робочих днів на рік 273 і 8-годинному робочому дні:

$$h_{zod} = \frac{S_6}{N \cdot n_r \cdot n}, \quad (4.8)$$

де S_6 - балансова вартість установки, грн.

N - термін корисного використання устаткування;

n_r – кількість робочих днів на рік;

n – кількість годин у робочому дні.

Витрати на технічне обслуговування та поточний ремонт за нормативами від балансової вартості обладнання:

$$Z_{ТО/ТР} = S_6 k_{ТО}, \quad (4.9)$$

де S_6 - балансова вартість обладнання, грн.

$k_{ТО}$ – коефіцієнт відрахувань на технічне обслуговування та ремонт (8%).

Далі обчислюються цільові показники.

Прямі витрати на рік визначаються за такою формулою:

$$Z_n = Z_e + S_6 e_n, \quad (4.10)$$

де Z_n - прямі річні витрати, грн.

Z_e - експлуатаційні річні витрати, грн.

S_6 - балансова вартість обладнання, грн.

e_n – нормативний коефіцієнт ефективності капітальних вкладень (приймається рівним 0,1).

Річні експлуатаційні витрати виражаються так:

$$Z_e = Z_{оп} + E + Z_{ТО/ТР} + A, \quad (4.11)$$

де $Z_{оп}$ - річні витрати на оплату праці, грн.

E - річні витрати на електричну енергію, грн.

$Z_{ТО/ТР}$ - річні витрати на технічне обслуговування та поточний ремонт, грн.

A - амортизаційні відрахування, грн.

Річний економічний ефект (річна економія) в абсолютному вираженні визначається як різниця прямих річних витрат за порівнюваним та пропонованим обладнанням:

$$E_p = Z_n^c - Z_n^n, \quad (4.12)$$

де Z_n^c - прямі річні витрати по порівнюваному обладнанню, грн.

Z_n^n - прямі річні витрати на пропоноване обладнання, грн.

Річний економічний ефект щодо прямих витрат на порівнюваного обладнання, %:

Річний економічний ефект відносно прямих затрат по порівнювальному обладнанню, %:

$$E_p^{\%} = \frac{E_p}{Z_n^c}. \quad (4.13)$$

Термін окупності розраховується за такою формулою:

$$C_o = \frac{S_o}{E_p}. \quad (4.14)$$

Розрахунок показників економічного ефекту проводили у табличному процесорі MSExcel.

При розмірі поголів'я ВРХ 379 голів річний економічний використання змішувача концентрованих кормів проти існуючим змішувачем марки СВ-1,1 виробництва ТОВ «АТМ» становив 56821 грн. в абсолютному вираженні або 18,28% щодо прямих річних витрат за обладнання, що порівнюється.

Термін окупності капітальних вкладень залежить від обсягу господарства.

При величині поголів'я 379 голів термін окупності становить 1,5 року.

За відомою годинною продуктивністю змішувача Q , т/год середньої добової потреби в сухій суміші 6 кг на одну тварину, при роботі в одну зміну тривалістю 8 годин можна обчислити максимальний розмір поголів'я, що обслуговується однією установкою:

$$n = \frac{8Q}{0.006} = \frac{8 \cdot 0.7}{0.006} = 800 \text{ голів.}$$

З метою наочного уявлення залежності показників економічного ефекту від обсягу господарства, а як і вироблення рекомендацій для цільової групи споживачів запропонованого устаткування, аналогічний розрахунок зроблено за різних значеннях величини поголів'я ВРХ.

Результат зведено до таблиці 4.3

Таблиця 4.3 - Залежність показників економічного ефекту від розміру господарства

Розмір стада, голів	Показник	Одиниці виміру		Значення
		3	4	
1	2	3	4	5
50	Річна економія абсолютна	E_p	грн	6800
	Річна економія відносна	$E_p^{\%}$	%	12,8
	Термін окупності	C_o	роки	12,2
100	Річна економія абсолютна	E_p	грн	14400
	Річна економія відносна	$E_p^{\%}$	%	15,6
	Термін окупності	C_o	роки	5,8

Продовження таблиці 4.3

1	2	3	4	5
200	Річна економія абсолютна	E_p	грн	29600
	Річна економія відносна	$E_p^{\%}$	%	17,4
	Термін окупності	C_o	роки	2,82
400	Річна економія абсолютна	E_p	грн	60000
	Річна економія відносна	$E_p^{\%}$	%	18,4
	Термін окупності	C_o	роки	1,4
600	Річна економія абсолютна	E_p	грн	90400
	Річна економія відносна	$E_p^{\%}$	%	18,7
	Термін окупності	C_o	роки	0,92
900	Річна економія абсолютна	E_p	грн	135900
	Річна економія відносна	$E_p^{\%}$	%	18,8
	Термін окупності	C_o	роки	0,65

На рисунку 4.3 представлена залежність терміну окупності від поголів'я ВРХ.

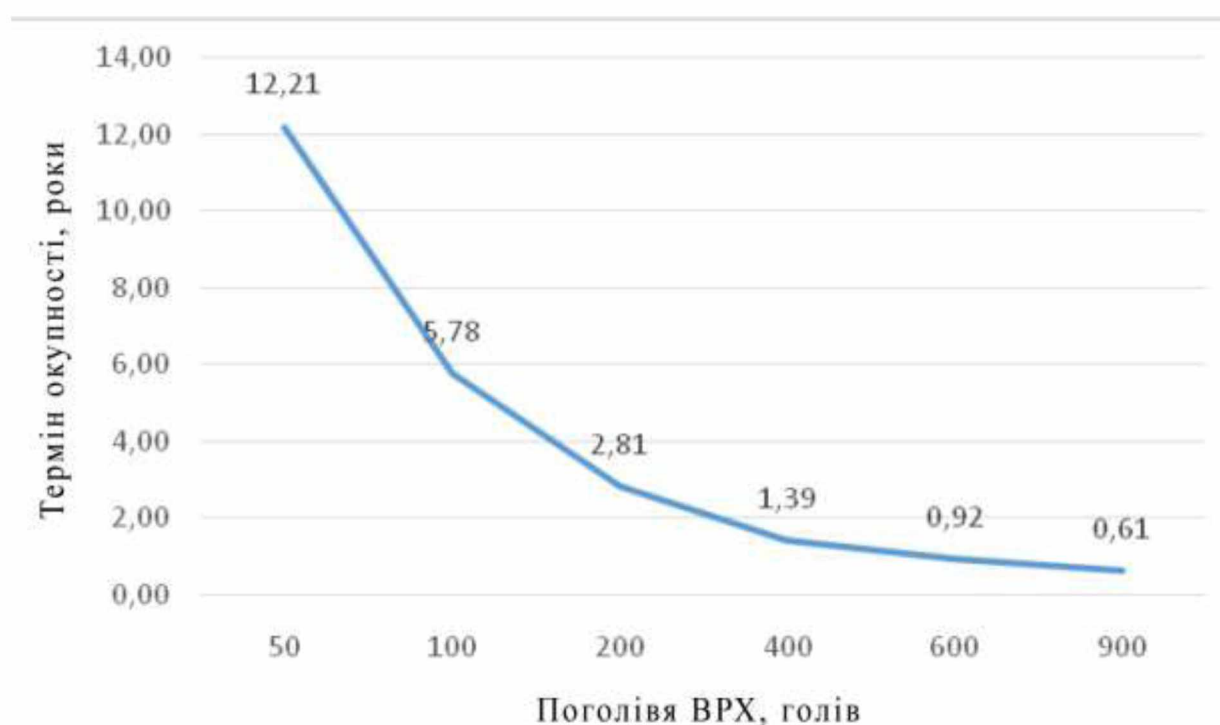


Рисунок 4.1 – Залежність терміну окупності від величини поголів'я ВРХ.

З наведених результатів дослідження економічного ефекту випливає, що використання запропонованого змішувача концентрованих кормів у виробництво

може бути рекомендовано фермерським господарствам величиною від 100 голів ВРХ до 930 (при використанні одного пристрою).

4.4 Висновки до четвертого розділу

1. На основі проведеної екологічної експертизи щодо виявленню ступеня негативного впливу технології змішування кормової суміші на стан природного навколишнього середовища не було встановлено фактів можливого радіоактивного, бактеріального, хімічного та інших видів забруднень

2. Основним об'єктом дослідження на предмет виявлення та упередження небезпечних ситуацій та дотримання вимог охорони праці є техніка безпека та правила поведінки при реалізації технологічного процесу змішування кормової суміші.

3. Річний економічний ефект (річна економія) від використання змішувача концентрованих кормів у порівнянні з існуючим змішувачем марки СВ-1,1 складає 56800 грн. в абсолютному вираженні або 18,28% щодо прямих річних витрат за обладнання, що порівнюється. Термін окупності капітальних вкладень залежить від обсягу господарства. При величині поголів'я 379 голів термін окупності становить 1,5 роки.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. З аналізу існуючих змішувачів концентрованих кормів встановлено, що при підвищенні продуктивності шнекових змішувачів знижуються якісні показники кормів, що готуються.

2. Визначено, що склад суміші концентрованих кормів залежить від параметрів плями закидання корму активатором змішувальний бункер. Так, за довжини плями від 0,5 до 0,15 м коефіцієнт варіації дорівнює 0,819. Найменша тривалість змішування компонентів суміші спостерігається при швидкості надходження на поверхню активатора 0,05 м/с. Кут розташування лопатей його при довжині 0,19 м варіюється від 10° до 36° . Частота коливань вбирається у 1,5 Гц.

3. Експериментально уточнено значення параметрів механічного активатора змішувача: кут установки двох лопатей один до одного 130° при частоті їх зворотно-поступальних рухів 90 хв^{-1} , кут щодо осі валу 20° , при цьому коефіцієнт варіації кормової суміші із зернових компонентів становить 91,1%. Тривалість приготування концентрованого корму масою 50 кг при спільній роботі шнека, що забезпечує циркуляційний потік компонентів активатор, становить 4 хвилини при коефіцієнті варіації суміші 85%.

4. Річний економічний ефект (річна економія) від використання змішувача концентрованих кормів у порівнянні з існуючим змішувачем марки СВ-1,1 складає 56800 грн. в абсолютному вираженні або 18,28% щодо прямих річних витрат за обладнання, що порівнюється. Термін окупності капітальних вкладень залежить від обсягу господарства. При величині поголів'я 379 голів термін окупності становить 1,5 роки.