

Центральноукраїнський національний технічний університет

Агротехнічний факультет

Кафедра сільськогосподарського машинобудування

“Допущено до захисту ”

Зав. кафедрою СГМ д.т.н.,

професор _____ Микола СВІРЕНЬ

“ _____ ” _____ 2022р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

**за другим (магістерським) рівнем вищої освіти
на тему:**

«Удосконалення конструкції змішувача кормів з обґрунтуванням
параметрів лопатевої мішалки»

Виконала здобувач вищої освіти __П__ курсу,
групи ГМ(СМ)-20М(1,9)

ОПП «Галузеве машинобудування»

спеціальності 133 «Галузеве машинобудування»

_____ Пудченко Олена Ігорівна

« _____ » _____ 2022р.

Керівник проекту

доц., канд. техн. наук _____ Руслан КІСІЛЬОВ

« _____ » _____ 2022 р.

Рецензент _____

[illegible]

[illegible]

ЗМІСТ

стор.

1. Вступ	
2. Наукова частина	
3. Інженерна частина.....	
4. Охорона праці	
5. Визначення економічної ефективності.....	
6. Висновки	
Список літератури	
Додатки.....	

					<i>MP 00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

Тваринництво як вагома галузь сільськогосподарського виробництва повинна надійно забезпечити у достатньому обсязі зростаючі потреби населення нашої держави продуктами харчування (м'ясо, молоко, яйця), а також промисловості у де кількох видах сировини і бути потужною та конкурентоздатною.

Сучасне ведення такої відповідальної галузі, підвищені вимоги щодо якості і кількісної вартості продукції та головні напрямки конкретних завдань національної програми відтворення тваринництва в Україні передбачають використання постійної інтенсифікації скотарства та птахівництва за рахунок впровадження та вдосконалення комплексної механізації і автоматизації виробничих процесів на фермах і комплексах цієї галузі та створення надпотужної кормової бази. А все це потребує використання і впровадження нових способів заготівлі та зберігання якісних кормів, інтенсивних прогресивних технологій підготовки кормів та їх переробкою з подальшим згодовуванням та приготування повнораціонних і збалансованих кормосумішей. Це надасть можливість покращення органолептичних і смакових властивостей та поживності таких кормів, а також більш доцільно використовувати відходи продуктів рослинництва та малоцінних кормів.

Показник якості переробки і підготовки кормів до згодовування з подальшим ефективним приготуванням збалансованих та повнораціонних кормосумішей дозволяє правильно використовувати в процесі поїдання, що є корисним і підвищує загальну продуктивність тварин за рахунок поліпшення їх стану і зростання вгодованості, суттєво зменшуються витрати кормів на виробництво тваринницької продукції і, в цілому, покращує її якість.

Відомі процеси обробки по підготовці кормів до згодовування та подальшому приготуванню кормосумішей відбуваються у механізованих кормоцехах з потоковими технологічними лініями, що обладнані спеціальним

					MP 00.000 ПЗ			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	Вступ	Літ.	Арк.	Аркушів
Розроб.	Пудченко							
Перевір.	Кісільов							
Реценз.								
Н. Контр.	Васильковський					ЦНТУ, гр. СМ-20М-1,9		
Затверд.	Свірень							

сучасним технологічним обладнанням і машинами. Вагомою і відповідальною операцією в технологічних лініях приготування кормів та сумішей є змішування різноманітних кормів та їх компонентів для утворення кормосуміші.

На сьогоднішній день, як в Україні так і за кордоном, в структурній системі механізованих кормоцехів ще досить широко використовуються існуючі змішувачі різних застарілих конструкцій, що не можуть повною мірою відповідати базовим стандартам та зоотехнічним вимогам щодо якості приготування таких кормосумішей, мають недоліки у вигляді високої метало- і енергоємності. Є момент в неповному обґрунтованні раціональних параметрів основних робочих органів і режимних показниках роботи, тому виникає багато питань до конструкцій мішалок, і все це потребує уваги до подальшої розробки нових та вдосконалення працюючих конструкцій змішувачів у виробництві в магістерській роботі.

					<i>MP 00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2. НАУКОВА ЧАСТИНА

2.1. Актуальність теми досліджень. Сучасне та ефективне ведення галузі тваринництва, надійне забезпечення виробництва високої якості продукції, а також зниження собівартості цієї продукції передбачають виконання повносистемної інтенсифікації, а це вже потребує вживання потужностей для підтримки кормової бази за рахунок використання прогресивних способів заготівлі, зберігання якісних кормів та новітніх технологій підготовки кормів до згодовування з остаточним приготуванням збалансованих повнораціонних кормосумішей. Виконання таких процесів надають покращення органолептичних і смакових властивостей вживаних кормів з правильним послідовним використанням відходів галузі рослинництва.

Мета і завдання досліджень. Метою дослідження даної магістерської роботи є підвищення якісних та показників ефективності приготування повнораціонних та збалансованих кормових сумішок з різноманітних компонентів кормів, а також внесенням білково- вітамінних макро- і мікродобавок в загальну масу шляхом удосконалення лопатевої мішалки змішувача з обґрунтуванням конструктивно-режимних параметрів.

Для досягнення поставленої мети визначені важливі завдання досліджень в магістерській роботі:

- опрацювати актуальні літературні джерела, розглянути теоретичні передумови з подальшим визначенням перспективних напрямків розвитку конструкцій лопатевих змішувачів для приготування кормосумішок для великої рогатої худоби (ВРХ);
- обґрунтувати актуальну технологічну функціональну схему лопатевої мішалки з лівими і правими плоскими лопатями, що мають розташовання по периферії;
- розглянути дослідження попередників щодо кінетики руху, визначити закономірності контакту лопатевої мішалки з монолітом компонентів підготовлених кормів, а також визначити доцільність параметрів;

					MP 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- провести необхідні теоретичні та експериментальні дослідження в лабораторії кафедри лопатевого змішувача , визначити послідовую економічну доцільність запропонованої конструкції установки.

Об’єкт досліджень – інтенсивні процеси змішування кормів та їх компонентів згідно добового раціону в приготуванні сумішей для ВРХ в плосколопатових змішувачах.

Предмет досліджень – обґрунтування конструктивних та режимних параметрів лопатевої мішалки змішувача порційної дії для приготування повнораціонної збалансованої кормової суміші.

Методи дослідження: теоретичні дослідження мають бути виконані із застосуванням базових положень математичних методів моделювання технологічного процесу змішування компонентів кормів лопатевою мішалкою. Цикл лабораторних досліджень з характерним проведенням експерименту за стандартними використаними методиками із застосуванням натурального зразка змішувача з виготовленими робочими органами змішувача з забезпеченням потрібних для цього приладів. В подальшому використовуючи положення теорії ймовірності та математичної статистики оброблюємо результати експериментальних досліджень .

Наукова новизна одержаних результатів:

1. Отримана оцінка впливу режимних параметрів руху плоских (лівих і правих) лопатей з радіальними пальцями на якість роботи.
2. Теоретично обґрунтовані та визначені основні конструктивно-режимні параметри робочих органів запропонованої мішалки .

2.2. Теоретичні дослідження процесу змішування кормів.

На сьогоднішній день сільськогосподарське машинобудування розширило виготовлення на підприємствах одновальні змішувачі кормів для приготування сумішок з послідовую годівлею ВРХ, груп свиней із широким застосуванням шнекових, стрічкових, лопатевих та інших органів і механізмів, що забезпечують найбільшу ефективність і працездатність в практичному їх застосуванні в механізованих кормових цехах. Такі конструкції

					MP 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

характеризуються бажаною відотною простотою, незначною металомісткістю та підвищеною динамічністю показника корисної дії.

Робочий цикл таких традиційних змішувачів періодичної дії складається з відомих послідовних операцій, а саме: завантаження необхідних віддозованих компонентів (силос, солома, сінаж, коренеплоди, концкорми тощо), перемішування цих компонентів з послідуєчим вивантаженням отриманої маси кормової суміші, потім процес циклічно повторюється.

У змішувачах такого принципу дії склад отриманої суміші готується до однорідної маси з характерною тривалістю процесу змішування та отримання показника однорідності на рівні не менше 85%. Аналіз цього якісного показника роботи свідчить про недостатньо стабільний та складний процес, так як компоненти сумішки подаються до робочої камери нерівномірно, і для отримання високого показника однорідності необхідно тривалий час виконувати змішування до рівномірної однорідної маси.

В змішувачах загальному перемішуванню підлягає частина корму, що складена з різних кормів та відповідних добавок. Цей процес характеризують три окремих елементарних процеси:

- інтенсивне переміщення групи суміжних (контактних) часток з одного місця бункера в інше з послідовним проникненням шарів та їх ковзанням (конвективне змішування);
- поступовий, досить швидкий за часом, перерозподіл часток крізь знову утворену границю або зону (дифузійне змішування);
- характерне скупчення часток, що мають подібну масу та розміри у відповідних місцях змішувача. Цей процес проходить під дією інерційних та гравітаційних сил (сегрегація часток).

					MP 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

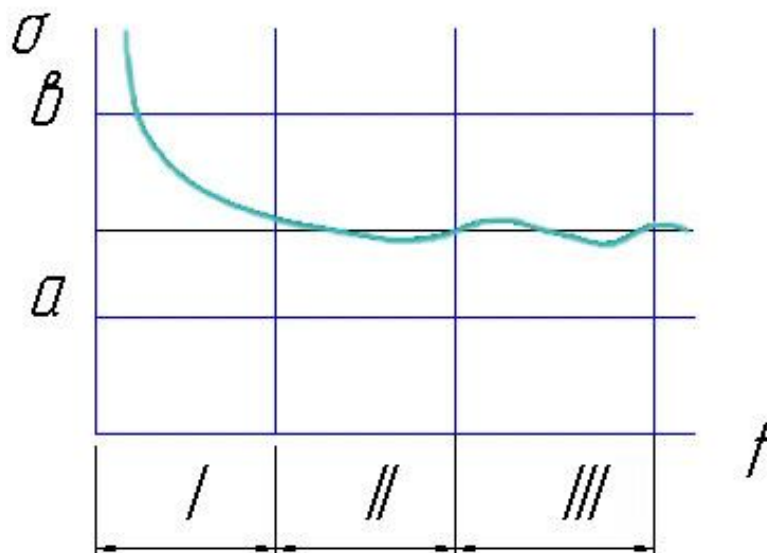


Рис. 2.1. Характеристика окремих етапів процесу кінетики (σ) в залежності від часу тривалості (t) процесу змішування: I етап – конвективне змішування; II етап – дифузійне змішування; III етап – стан завершення повного процесу змішування (сегрегація часток).

Перші два етапи сприяють покращенню якості суміші, третій етап уповільнює і гальмує загальний процес змішування. Всі три етапи проходять одночасно, але всі вони мають різний свій вплив в окремі періоди, і тому сам процес змішування неоднаковий за часовим показником. В перші етапи якість суміші покращується за рахунок іттевого конвективного змішування інгредієнтів або компонентів на рівні макрооб'ємів. Між ними величина поверхневого розподілу ще досить невелика і доля процесу дифузії змішування незначна. На такому етапі показник швидкості змішування суттєво не залежить від фізико-механічних властивостей отриманої маси, так як процес проходить на рівні макрооб'ємів. Визначальне значення на цьому етапі має характер руху, а на нього впливає вже розроблена конструкція з параметрами робочих органів мішалки змішувача. Коли завершується змішування на рівні макрооб'ємів, а воно закінчується після повного розподілення інгредієнтів кормосуміші по загальному об'єму бункера, починається інтенсивне змішування на рівні мікрооб'ємів. На другому етапі переважає процес дифузійного змішування (зона II). А надалі починає проявляти себе сегрегація часток, це третій етап, після в процесі якого подовження перемішування втрачає доцільність і

необхідно своєчасно його припиняти (зона ІІІ). Тривалість дифузійного етапу змішування залежить від фізико-механічних властивостей компонентів кормів, з яких найбільш визначальними є гранулометричний склад, щільність, форма та характер природніх поверхонь часток. А також їх вологість, сипкість та в'язкість. Тому, близькі за властивими ознаками компоненти, мають ефективніший процес перемішування. А вагома різниця за розмірами часток сприяє сегрегаційному процесу. Показник середнього значення часток визначається за наступною формулою:

$$d_{\text{сеп}} = \frac{1}{100} \cdot \sum_{i=1}^{n_{\phi}} d_i \cdot y_i, \quad (2.1)$$

де d_i – середній показник часток i -ої фракції, мм; y_i – вміст i -ої фракції в кормосуміші, %; n_{ϕ} – кількість перемішувальних фракцій.

Показник вологості сумішки доводиться до необхідності за формулою:

$$W_{\text{заг}} = \frac{m_1 W_1 + m_2 W_2 + \dots + m_n W_n}{m_1 + m_2 + \dots + m_n}, \quad (2.2)$$

де $m_1, m_2, \dots, m_n$ – маси складових компонентів кормів, кг;

$W_1, W_2, \dots, W_n$ – задана вологість складових компонентів.

Коли збільшується число інгредієнтів, то доля кожного з них в отриманій суміші зменшується, а процес змішування поступово уповільнюється.

І тоді результат інтенсивності процесу сумішоутворення ми маємо оцінювати показником збільшення масової долі контрольного компонента у відповідному часі, тобто рівняння кінетики такого процесу в нашому випадку буде мати вигляд:

$$v_{\text{зм.}} = dC_i/dt = f_n(t) - f_o(t), \quad (2.3)$$

де $v_{\text{зм.}}$ – показник інтенсивності процесу сумішоутворення, 1/с;

C_i – вміст контрольного компонента, г/г;

t – тривалість завершального процесу змішування, с;

$f_n(t)$ і $f_o(t)$ – показник інтенсивності прямого і зворотнього процесів сумішоутворення, 1/с.

					MP 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Проведений аналіз такого процесу з використанням різних робочих органів мішалок потребує наступного висновку, а саме те, що вони не дають можливості про повне і необхідне уявлення фізичної сутності процесу змішування, а це свідчить що виготовлені конструкції робочих органів не дають чіткого прогнозу щодо активного перерозподілу компонентів та оперативним упралінням процесом сумішоутворення. Це пояснюється тим, що всі змішувані компоненти кормів зазнають рівного і залежного впливу основних робочих органів та рухаються за довільними характерними траєкторіями, потім постає момент довільного дифузійного перерозподілу завантажених часток між направленими потоками компонентів, що рухаються і не досягається показник однорідності суміші. Такий процес механічного змішування кормів не надає повного розподілу компонентів, тобто досягти високих показник однорідності вкрай важко. Стан повного змішування компонентів у даному характерному випадку досягається тільки шляхом хаотичного руху або неупорядкованого розподілу, і тому з'являється вірогідність знаходження частки даного компонента , а це є постійною величиною, що дорівнює долі заданого компонента у порції суміші по всьому об'єму.

Можна зробити висновок проте, що в змішувачі нашої конструкції інтенсивний масообмін між потоками всіх компонентів призводить до вирівнювання загальної концентрацій компонентів , а це можливе при збільшені зіткнень часток, отримані більш складних траєкторій руху, а також підвищених перетинів зазвичай ніж при змішуванні у змішувачах, що традиційно використовуються (рис. 3.2).

Тобто, для усунення наявних недоліків традиційних кормозмішувачів можна застосувати потоково-контурну схему руху часток в об'ємі бункера.

Показники швидкостей (рис. 2.3) руху компонентів кормів під дією осьового напрямку руху різними лопатями та кругового, що задається лопатями та пальцями і відцентрового, що також задається – лопатями і пальцями за рахунок застосування досконалої конструкції мішалки, а саме плоских лопатей, що закріплені на горизонтальних трубах мішалки з різним кутом їх нахилу до

					MP 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

вісі мішалки в парних рядах з отриманим кроком вздовж цієї вісі. Таке розташування основних робочих органів покращує інтенсифікацію процесу, задає підвищену динамічність у всіх етапах змішування компонентів, а конструкція закріплених пальців доводить показник однорідності суміші на більш високий рівень.

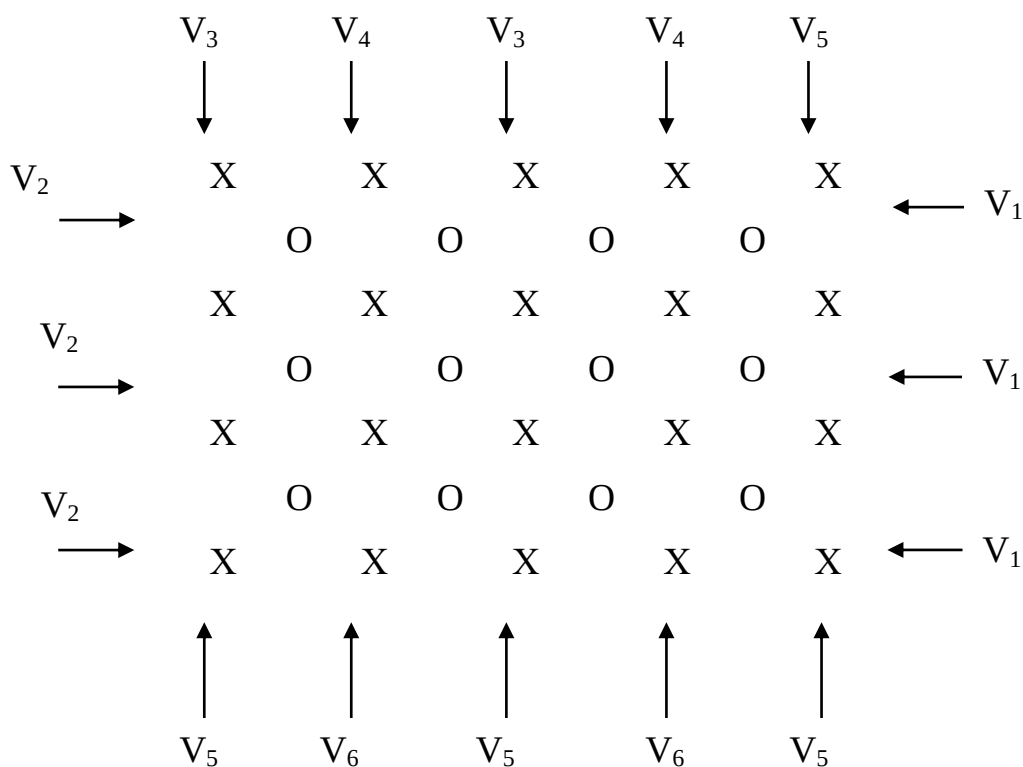


Рис. 2.2. Графічна схема, що характеризує запропонований спосіб сумішоутворення.

Розглянемо процес змішування кормів експериментальною мішалкою. Він характеризується тим, що лопаті верхнього ряду з правим кутом нахилу до вісі валу відокремлюють порцію компонентів по ширині лопаті і переміщують праворуч в заданих напрямках: радіальному, круговому та осьовому, а другий ряд, з відповідно, лівим кутом нахилу – в протилежний, лівий кінець мішалки. Переміщення компонентів по поверхні лопаті, а саме в зоні інерційного руху тримається в режимі підвищеної динамічності процесу, і це забезпечує форма атакуючої поверхні лопаті та крок кроком між лопатями.

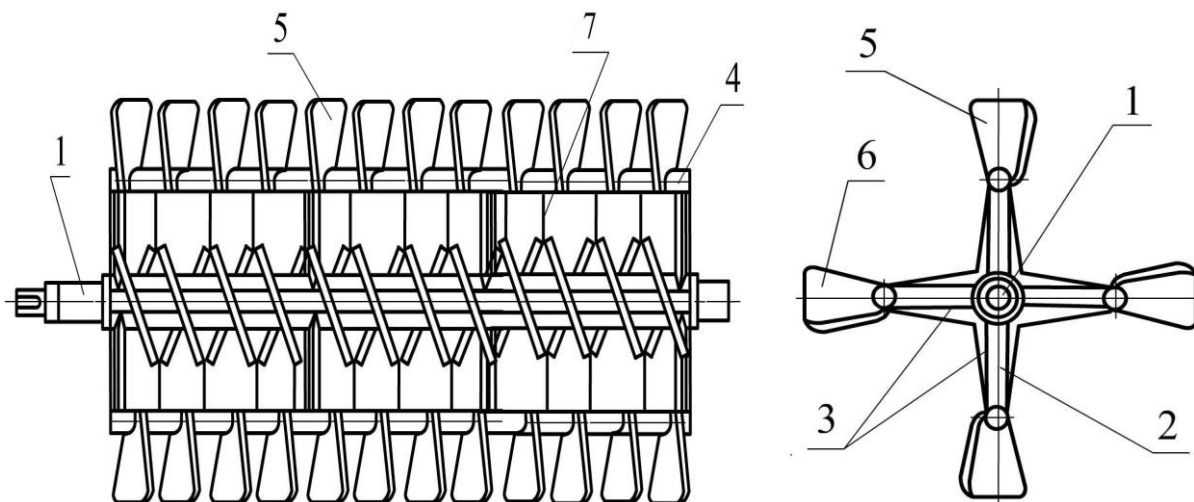


Рис. 2.3. Схема розробленої лопатевої мішалки:

1 – вал; 2 – стрічка; 3 – косинка; 4 – горизонтальна труба; 5, 6 – ліва і права лопаті; 7 – радіальні пальці

Створений режим роботи лопатевого змішувача має наявне забезпечення умов подальшого виконання технологічного процесу змішування кормів. Для тихохідних змішувачів умова $k = \frac{\omega^2 \cdot R_{\text{л}}}{g} < 30$, а для швидкохідних - навпаки ($k > 30$). Показник швидкості руху лопатей з наступної умови, а саме відцентрова сила $m\omega^2 R_{\text{л}}$, постійно діє на частку вздовж лопаті і не повинна перевищувати значення сили ваги цієї частки, в противному випадку вона зійде з плоскої лопаті і вийде із активної фази процесу щодо перемішування компонентів кормів. Значення колової швидкості руху самої мішалки визначається з наступної формули:

$$\omega_{\text{кр}} = \sqrt{g / R_{\text{л}}}, \quad (2.4)$$

де $R_{\text{л}}$ – створений радіус лопаті, м.

Активну роботу мішалки при змішуванні кормів з різним гранулометричним складом часток компонентів зі зменшеним ударним навантаженням на основні робочі органи мішалки задає показник кутової швидкості, що дорівнює $\omega = 0,5 \omega_{\text{кр}}$.

					MP 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Тоді проекція лопаті на розгорнуту площину змішувача прийме вигляд:

$$b = \frac{\rho^\circ \pi}{180} R_{\text{л}} = \rho R_{\text{л}}, \quad (2.5)$$

де ρ°, ρ - центральний кут лопаті в градусах або радіанах.

Відповідно крок між лопатями визначається за такою формулою:

$$t = \frac{\rho R_{\text{л}} \sin \alpha}{1 + \operatorname{tg} \alpha \cdot \operatorname{tg} \varphi}, \quad (2.6)$$

де α – кут установки лопаті до вісі вала мішалки;

φ – кут тертя заданих компонентів по лопаті.

Заданий вектор показника швидкості руху часток потоку компонентів ($R_{\text{л}}$) під дією плоских лопатей мішалки утворюється з геометричних напрямків кругової $v_{\text{кр.}}$, осьової $v_{\text{ос.}}$ та значення швидкості руху часток вздовж цієї ж лопаті $v_{\text{лоп.}}$, значення яких утримані з наступних залежностей:

$$v_{\text{кр.}}(R_{\text{л}}) = \omega R, \quad (2.7)$$

$$v_{\text{ос.}}(R_{\text{л}}) = v_{\text{кол.}}(R_{\text{л}}) \operatorname{tg} \alpha = \omega R_{\text{л}} \operatorname{tg} \alpha, \quad (2.8)$$

$$v_{\text{лоп.}}(R_{\text{л}}) = \frac{dS}{dt}. \quad (2.9)$$

В процесі переміщення частки кормосумішки траєкторія руху (матеріальної точки) під дією поверхні лопаті визнає собою криву у просторі, що подібна гвинтовій лінії з перемінним кроком та перемінним зовнішнім діаметром кола. Момент, коли частка полягає на поверхні лопаті від внутрішньої поверхні корпусу, тоді вона мусить рухатися по дузі A_0A_1 та вздовж осі валу змішувача завдяки наступним силам: силі ваги mg , відцентрової сили $m\omega_1 R_{\text{л}}$, заданій реакції поверхні корпусу змішувача N , силі тертя частки компонента по поверхні корпусу F , нормальній реакції поверхні плоскої лопаті N_1 , силі тертя частки компонента по лопаті мішалки F_0 та рушійна сила T згідно (рис. 2.4).

Маємо наступну умову руху частки компоненту вздовж вісі валу, що буде виконана при $T > F_0$, а саме дана частка суміші рухається по поверхні плоскої лопаті мішалки:

					MP 00.000 ПЗ		Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

$$(F + mg \sin \beta) \cos \alpha > (F + mg \sin \beta) \sin \alpha \tan \varphi_1. \quad (2.10)$$

При цьому умовою забезпечення руху частки буде тоді, коли виконається нерівність $\alpha < 90 - \varphi_1$.

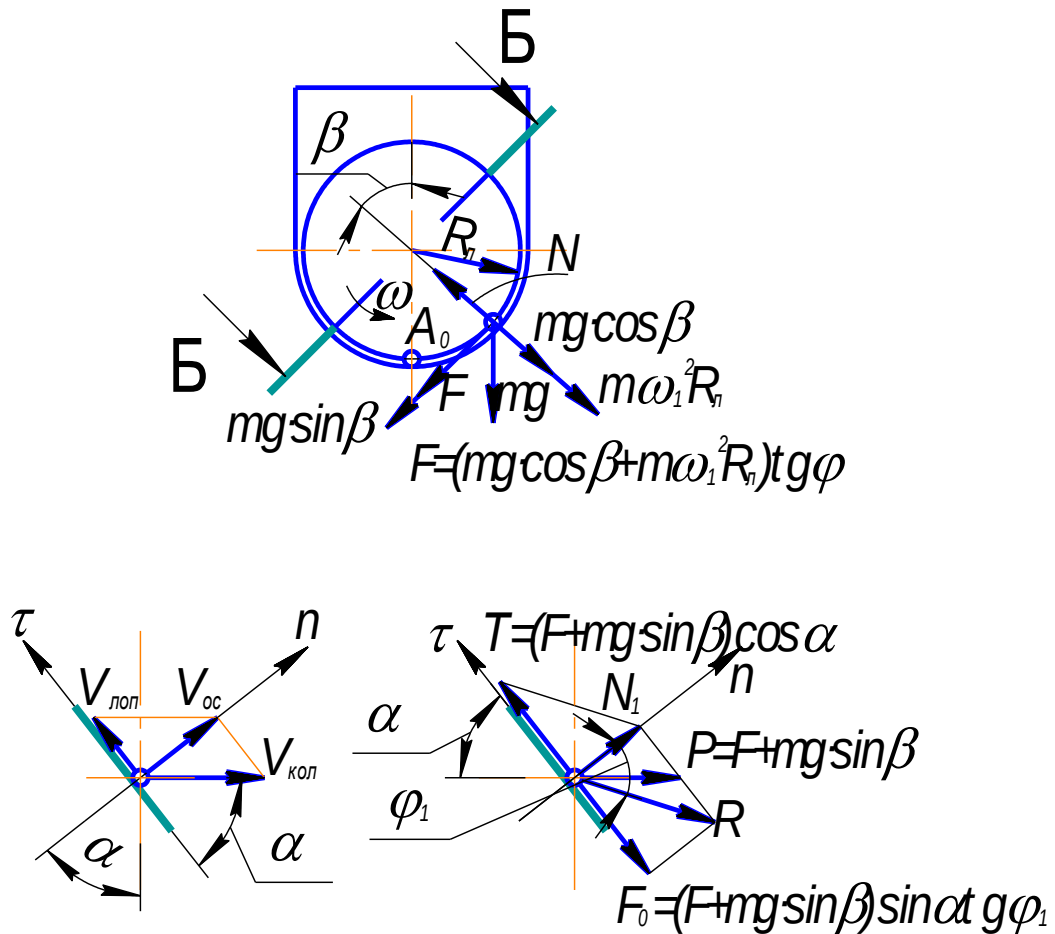


Рис. 2.4. Схема дії зазначених вище сил на частку плоскої лопаті

Існує випадок при якому лопаті розташовані паралельно або перпендикулярно до вісі валу, тобто це свідчить, що поступальний рух компонентів вздовж осі валу практично припиняється. При умові, коли кут $\alpha = 90^\circ$ плоскі лопаті розташовуються паралельно вісі і робота мішалки зводиться до процесу роботи барабану, тобто вся маса корму буде виконувати обертальний рух. Також потрібно враховувати величину осьового відставання часток компонента коефіцієнтом μ в залежності від відповідних кутів α і φ ,

$$\mu = \frac{\sin \alpha \sin (\alpha + \varphi)}{\cos \varphi}, \quad (2.11)$$

					MP 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

то область визначених швидкостей буде виглядати: при $\alpha=0$, $\sin\alpha=0$, $\mu=0$ зазначена швидкість руху $v=v_{\max}=\omega R_{\text{л}}\text{tg}\alpha$, при $\mu=1$, $\alpha=90-\varphi$, $v=0$. Тобто, у першому випадку, аса часток рухається вздовж осі вала, і при $v=0$ приймає наступний вигляд:

$$\frac{\pi}{2}-\varphi < \alpha < \frac{\pi}{2}+\varphi \quad (2.12)$$

При цьому, результуюча зовнішніх сил, що діють на окрему частку, міситься у внутрішній частині корпуса тертя і тому показник швидкості по відношенню до похилої поверхні плоскої лопаті дорівнює значенню-ноль, тобто частки кормів в осьовому напрямку практично не переміщаються, а відповідно обертаються разом з лопаттю навколо валу мішалки. Експериментальні розрахунки імпульсів зовнішніх сил зазначили, що максимальна величина дотримується при значенні кута $\alpha=45\dots 50^\circ$ для плоских лопатей. При збільшенні значень висоти і ширини лопаті від $0,4 R_{\text{л}}$ до $0,75 R_{\text{л}}$ часткам, що рухаються прикладається $75\dots 78\%$ максимального показника імпульсу. А якщо збільшуємо площі поверхней плоских лопатей, тоді різко збільшуються енергетичні поазники, що не є ефективним і доцільним.

Тоді загальне значення осьової швидкості руху компонентів корму у змішувачі буде мати вигляд:

$$g_o = \frac{\rho}{2\pi} \omega R_{\text{л}} K_1 K_2, \quad (2.13)$$

де K_1 – значення коефіцієнта, який враховує обертання часток кормів лопаттю в зону вільного руху, його межі дорівнюють $K=0,9\dots 0,95$;

$K_2 = \frac{\sin \alpha}{1+\text{tg}\alpha\text{tg}\varphi}$ - значення коефіцієнта, що враховує вплив кута тертя і кута регулювання лопаті до осі вала мішалки; ρ - показник кута лопаті.

Тепер визначаємо площу бічної поверхні плоскої лопаті

$$F_{\text{л}} = \frac{\rho\pi(D^2 - d^2)}{4 \cdot 360} = \frac{\rho F_{\text{м}}}{360}, \quad (2.14)$$

					MP 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де $F_{\text{м}} = \frac{\pi(D^2 - d^2)}{4}$ – площа отриманого перерізу корпусу змішувача, м²; а відповідно D і d – значення діаметрів зовнішньої і внутрішньої кромки плоскої лопаті.

Співвідношення отриманих площ $\frac{F_{\text{л}}}{F_{\text{м}}} = \frac{\rho}{360} = \beta_0$ визначається показником співвідношення бічної проекції площі плоскої лопаті до площі поперечного перерізу корпусу змішувача.

Тоді продуктивність лопатевої мішалки має вигляд:

$$Q = \psi K F_{\text{л}} \omega R_{\text{л}} \gamma K_1 K_2 (Z-1) m, \text{ кг/с}, \quad (2.15)$$

де K – показник кратності обробітку однієї порції за один оберт вала мішалки;

ψ – значення коефіцієнту заповнення лопаті змішувача;

Z – чисельність лопатей в рядах з кроком t;

m – кількість рядів плоских лопатей мішалки;

$F_{\text{л}}$ – площа бічної поверхні лопаті, м²;

ω – показник кутової швидкості руху плоских лопатей, с⁻¹;

$R_{\text{л}}$ – значення радіусу мішалки, м.

Годинна продуктивність лопатевого порційного змішувача з урахуванням кількості повторних циклів змішування

$$Q_{\text{зм}} = 3,6 Q / n_{\text{ц}}, \text{ т/год}. \quad (2.16)$$

Нормальну складову сили $P_{\text{н}}$ розкладаємо за двома напрямками: кругової і осьової швидкостей, в такому випадку отримуємо певне зусилля $P'_{\text{р}}$, що забезпечує часткам компонентів обертальний рух, і $P'_{\text{о}}$, що переміщує ці всі частки кормів в осьовому напрямку:

$$P'_{\text{р}} = P_{\text{н}} \cos \alpha \quad \text{і} \quad P'_{\text{о}} = P_{\text{н}} \sin \alpha, \quad (2.17)$$

де α – значення кута нахилу лопаті до осі обертання вала мішалки.

Також, під дією нормальної складової рівнодіючої сили R в площині руху часток по плоскій лопаті реагує сила тертя $F_{\text{тр}} = f P_{\text{н}}$. Вона направлена проти відносного руху часток компонентів по лопаті.

Відповідно розкладемо силу тертя $F_{\text{тр}}$ на складові в кругову та осьову

					MP 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

напрямах і це будуть так рівняння:

$$F'_{mp.p} = F_{тр} \sin \alpha = f P_n \sin \alpha, \quad (2.18)$$

$$F'_{mp.o} = F_{тр} \cos \alpha = f P_n \cos \alpha. \quad (2.19)$$

За їх сумою отримаємо вектори за різними напрямками:

$$\text{кругове зусилля } P_p = P'_p + F'_{mp.p} = P_n (\cos \alpha + f \sin \alpha), \quad (2.20)$$

$$\text{осьове зусилля } P_o = P'_o - F'_{mp.o} = P_n (\sin \alpha - f \cos \alpha). \quad (2.21)$$

Тоді потужність на привід мішалки буде дорівнювати:

$$N_m = N_l + N_{ст.} + N_n + N_f, \quad (2.22)$$

де N_l , $N_{ст.}$, N_n , N_f – характерні витрати потужності на привід плоских лопатей, стійок, пальців та відповідно тертя мішалки від корпусу, кВт.

$$N_m = \frac{(P_p v_p + P_o v_o) Z_l}{1000} + \frac{M_{cm} \cdot Z_{cm} \cdot \omega}{1000} + \frac{M_n \cdot Z_n \cdot \omega}{1000} + \frac{\pi D^2 \cdot \gamma \cdot L \cdot \omega \cdot f}{4 \cdot 1000}, \quad (2.23)$$

де P_p , P_o – значення кругового і осьового зусилля, Н;

v_p , v_o – значення кругової і осьової швидкості руху суміші, м/с;

Z_l – значення кількості лопатей;

$M_{ст.}$, M_n – крутний момент від сили опору, а також стійки та пальця,

Нм;

D – значення діаметру мішалки, м;

L – довжина металевого корпусу, м;

f – значення коефіцієнту тертя.

2.3. Програма експериментальних досліджень

Розглянуті вище задачі та теоретичні дослідження сприяють проведенню подальших експериментальних досліджень. Тому необхідно обґрунтувати залежності нерівномірності змішування компонентів кормів та середньоквадратичного відхилення за допомогою вмісту контрольного компонента.

Методика досліджень

Самі експериментальні дослідження проводились на розробленій модульній установці для змішування кормів за мішалки з плоскими лопатями (рис. 2.5).

					MP 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рис. 2.5. Експериментальна установка з плоскими лопатями

За основу моделі процесу змішування кормів ми вибрали очищену тирсу, а контрольний компонент з насіння звичайних буряків розміром 4-5 мм.

Вибір контрольного компонента брався - 20 штук насінин на проби вагою по 100 г., а далі в послідовному досліді методом відбору по 10 проб з послідовним зваженням на електронних вагах, і так через наступні дві хвилини.

Сам показник змішування (оцінка нерівномірності) компонентів отриманої суміші визначалась шляхом виведення середньоквадратичного відхилення контрольного компонента за існуючою формулою:

$$\sigma_e = \sqrt{\sum_{i=1}^m \left(x_i - \bar{x} \right)^2 / (n-1)}, \quad (2.24)$$

де $\bar{x}$ - середньоарифметичний показник контрольного компонента у всіх пробах $\left(\bar{x} = \frac{\sum x_i}{m} \right)$; n – повторність проб.

Ступінь однорідності, тобто головний чинник що характеризує якість отриманої суміші розраховували як співвідношення теоретичного та дослідного показника середньоквадратичного відхилення контрольного компонента в суміші за такою формулою:

$$\theta = \frac{\sigma_T}{\sigma_e} \cdot 100, \% \quad (2.25)$$

Всі отримані результати дослідів реєстрували протягом 20 хвилин інтервалом у дві хвилини.

					MP 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.4. Результати проведених експериментальних досліджень

Проведений аналіз і обробка результатів лабораторних експериментальних досліджень надає зробити висновок проте, що робоча фаза процесу змішування кормів з модернізованою мішалкою проходить за 6-8 хвилин, а базового – за 15-18 хвилин. Показник середньоарифметичного відхилення концентрації контрольного компонента не перевищує існуючі вимоги, а головне, що ступінь однорідності кормосуміші отримуємо на 92-95% і це дещо вище показників щодо зоотехнічних вимог (рис. 3.6).

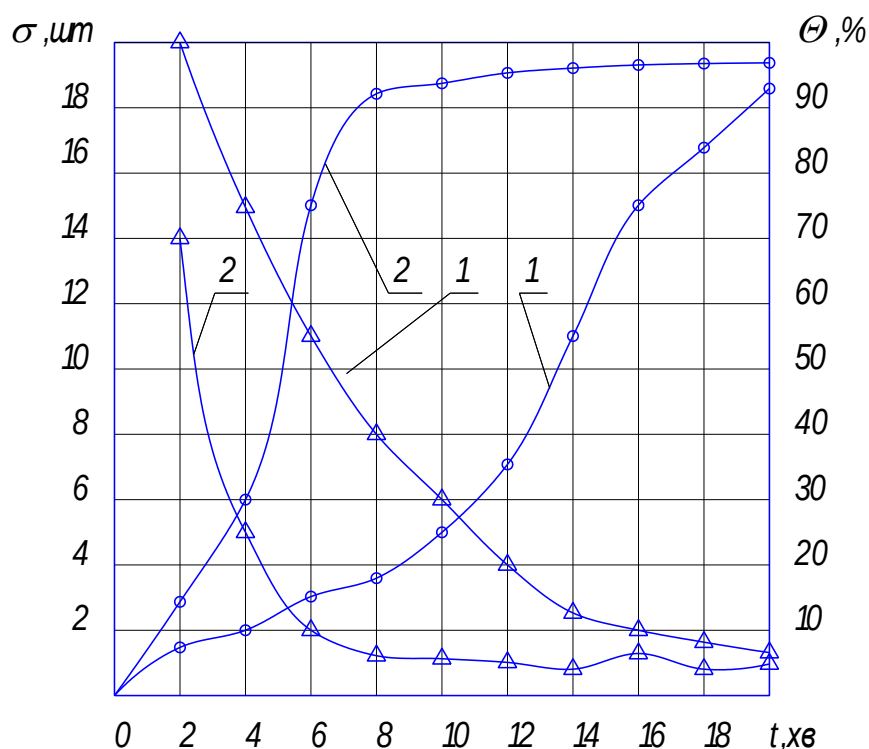


Рис. 2.6. Залежність показника середньоквадратичного відхилення контрольного компонента суміші (σ) і ступеня однорідності (θ) від часу (t) змішування різних компонентів: 1 – серійний лопатевий змішувач; 2 – удосконалений змішувач з плоскими лопатями

Отримані характерні графічні залежності щодо ефективності змішування компонентів свідчить, що розрахункова продуктивність удосконаленого змішувача підвищується в 1,5 рази, при цьому витрати потужності на одиницю виробленої маси суміші зменшуються в 1,3-1,5 разів проти базового варіанту СКО-Ф-3,0.

Висновки за розділом.

1. Проведені теоретичні дослідження підтвердили значні переваги запропонованої конструкції вдосконаленого змішувача з плоским лопатями. Цей факт надає можливість ефективного застосування потоково-контурної схеми щодо руху часток компонентів по поверхні плоских (лівих і правих) лопатей та в зоні інерційного руху, де режим переходить до підвищених показників динамічності, а головне, що покращується показник однорідності, при цьому мінімізуються енергетичні витрати.

2. Обґрунтовані раціональні конструктивні та режимні параметри плоских лопатей, що встановлені по краям мішалки з різним напрямком кута нахилу їх до вісі валу з відповідним кроком встановлення їх вздовж осі.

3. Теоретично розраховано продуктивність та показники енергетичних витрат лопатевого змішувача.

					MP 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3. ІНЖЕНЕРНА ЧАСТИНА

3.1. Зоотехнічні і технологічні існуючі вимоги до змішувача кормів.

Запарник-змішувач має одновальну конструкцію з періодичною дією. Застосування - приготування вологих кормосумішок з різних компонентів кормів з використанням у потоково-технологічній механізованій лінії. Є можливість використання як самостійну машину для індивідуального застосування.

Рекомендації полягають у використанні у всіх зонах України де існує тваринництво. Можливість працездатності в умовах з температурним режимом не менше $+5^{\circ}\text{C}$ і відносним показником вологості повітря до 38%.

Саме живлення електродвигунів машини повинно здійснюватися від трьох- фазної розподільної сітки змінного струму з глухозаземленим нульовим проводом, що має напругу в 380/220 В та частотою 50 Гц. Показник допустимого відхилення напруги в межах 7,5-10%.

Тип машини – стаціонарний, з місткістю бункеру 3м^3 . Призначається для змішування кормових компонентів і приготування суміші вологістю 60...95 % згідно добового раціону для різних технологічних груп тварин. Показник однорідності змішування вологих компонентів кормосумішки дл ВРХ має бути не менше 86%. Конструкцією змішувача передбачається запарювання кормів з наступним послідовним дозуванням та завантажуванням необхідних компонентів в бункер і змішування їх.

Продуктивність машини саме на змішуванні кормів без запарювання (без урахування часу на завантажування) має бути не менше 4,7т/год, а використанням операції-запарювання – 0,5-1,5т/год. Змішувач обладнаний деякими приладами контролю, а саме, датчик рівня завантажених кормів та водомір. Відповідний рівень механізації і автоматизації виконання технологічного процесу знаходиться на 100%, контролює і керує процесом працівник з фаховим профілем використовуючи дистанційний пульт керування. Об'ємна вага конструкції повинна бути близько 2370кг з повздовжніми конвеєрами та пультом керування. Працівник, що керує і управляє процесом і машиною – 1чол. Строк експлуатації та служби не менше 8років.

					MP 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Коефіцієнт готовності складає не менше 0,99, значення коефіцієнту надійності технологічного процесу має бути 0,8, значення коефіцієнту технічного обслуговування дорівнює 0,95, значення коефіцієнту технологічного використання дорівнює 0,94.

3.2. Загальна будова, принцип дії та особливості регулювання запарника-змішувача СКО-Ф-3,0.

Даний запарник-змішувач кормів готує суміш з різних компонентів вологістю до 80%. Може готувати суміш з операцією-запарювання. Збагачення кормів мікро- і макродобавками та іншими компонентами, а це дріжджі, розчин меласи доповнюють після заповнення резервуара змішувача всіма основними інгредієнтами.

Машина СКО-Ф-3,0 складається з корпусу, рами привода, електричного мотора, мотора-редуктора, клинопасової передачі, запобіжної муфти, зрошувачів, пульта керування, завантажувальної горловини з оглядовим люком, термометра, засувки з приводом поєднаним з роботою мішалки, вивантажувальної горловини, зони паророзподілення, вивантажувального шнека та його приводом. Корпус змішувача є основною складовою. До нього всі вузли і механізми, а також одночасно ємністю до 3м³ для приготування кормосумішки.

Нижня частина корпусу обладнана горизонтальним вивантажувальним шнеком. Після приготування суміші приводиться в дію мотор-редуктор за допомогою запобіжної муфти і виконується вивантажування продукції крізь вивантажувальну горловину. Болтовими з'єднаннями кришка кріпиться до верхньої частини, що дозволяє зручно обслуговувати змішувача. Зрошувачі вмонтовані з бічної частини та регулюють подачу води до резервуару змішувача. Контролює вміст води в бункері витратомір. До корпусу змішувача приварена рамка для кріплення двигуна та редуктора з приводом. Оглядовий люк призначений для наглядового контролю за процесом, особливо при завантаженні резервуара відповідними компонентами. Маховик дозволяє щільно та герметично притискати оглядовий люк, який має гумову прокладку. Збоку оглядового люку обладнано вимикачем. Головним робочим органом змішувача є

					МП 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

мішалка. Вона обладнана трубами з привареними до них секціями лопатей та пальців, виконує обертальний рух, переміщує компоненти кормів та транспортує їх до вивантажувальної зони. Електричний мотор передає обертальний рух завдяки приводу з муфтою, а також приводить в дію мотор-редуктор для вивантаження суміші. Роботу система паророзподілення підтримує трьохпозиційний кран, що поєднує роботу фланця з магістральною трубою через патрубки. Така конструкція крану дає можливість подавати необхідну кількість пари та води до змішувача. Позавершенні процесу запарювання корму бажано закрити пар та подати воду. Це запобігає ймовірному попаданню готового корму до патрубків. Наявні заглушки призначені для зручності послідуєчого очищення в паророзподільній системі залишків зайвої суміші.

Для контролю температури нагрівання суміші з бічної сторони корпусу змішувача встановлений дистанційний термометр. Його конструкція передбачає датчик контролю, трубки та показчик. Система трубопроводу заповнена технічним ефіром. При нагріванні тиск в загальній системі підвищується і стрілка показчика починає відхилятися за шкалою, що дає змогу оператору проводити основні регулювання. Шкала має різні кольори секторів: сектор 40-70⁰С – білого кольору, 75-90 ⁰С – зеленого, 95-120 ⁰С – червоного кольору. Металева засувка передбачає відкриття та закриття вивантажувальної горловини. Конструкція важелів ущільнює і герметично перекривають засувку в закриті положення за допомогою системи керування.

Технологічний процес приготування кормосумішки для ВРХ з запарюванням виконується таким чином. Компоненти кормів, що призначені для змішування, згідно вимог мають бути подрібнені на частки довжиною не більше 50 мм. В бункер постачається розрахунковий об'єм води для зволоження подавального матеріалу. Оператор включає вимикач, обертається мішалка, при цьому звожуються частки кормів, подається певна кількість пари і нагріваємо до температури в 90⁰С. Потім подача пари припиняється, а корми, в своїй зволоженій масі витримується в ємкості змішувача протягом 55-90хвилин. Потім в змішувач додають об'єм холодної води, компоненти кормів та хімічний розчин

					МП 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

у вигляді мікро- і макродобавок та продовжується процес змішування протягом 10-15хв. Отримана готова продукція для ВРХ вивантажується шнеком до кормороздавача з послідуочем наповненням годівниць.

Проаналізовані висновки протоколів випробувань та основних результатів серійно-сервісної експлуатації запарники-змішувачі кормів періодичної дії СКО-Ф-3,0 мають ряд певних недоліків, а саме:

1. Існуючі гвинтові стрічки та плоскі лопаті базової конструкції змішувача не забезпечують повою мірою стандартні зоотехнічні і технологічні вимоги щодо однорідності змішування кормів за один етап змішування порції компонентів, що вимагає додаткового або повторного змішування компонентів протягом 15-20 хвилин. Це все призводить до деяких недоцільних витрат енергії. Погіршується показник паспортної продуктивності змішувача в 2рази.

Технічна характеристика запарника-змішувача СКО-Ф-3,0

Таблиця 3.1

№ п/п	Найменування показників	Значення показників
1	2	3
1	Тип	Стаціонарний одновальний
2	Продуктивність при приготуванні вологих кормосумішок без врахування часу на завантаження без запарювання при дії змішування 10-15 хв, т/год	4,7
3	Об'єм резервуара, м ³	3,0
4	Маса змішувача, кг: - з конвеєрами і шафою керування - без конвеєрів і шафи керування	2370 1700
5	Потужність двигунів, кВт: - змішувача з конвеєрами - змішувача без конвеєрів	11,07 7,37
6	Частота обертання вала мішалки, С ⁻¹ (хв ⁻¹)	0,3 (18)
7	Енергетичні показники: привід змішувача редуктор	Електродвигун 4AI32 6БСУІ N=5,5 кВт, Ц2У-250-31,5-11-КУІ

					MP 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1	2	3
	привід механізму засувки привід вивантажувального шнека	електродвигун 4ААМ63ВУСУІ N =0,37 кВт мотор-редуктор І МП з 2-40-56ЦУІ N=1,5 кВт
8	Рівномірність змішування, %	до 90
9	Витрати пари на 1 т корма при запарюванні, кг	160-200
10	Кількість обслуговуючого персонала, чол	1
11	Питомі витрати енергії, $\frac{\text{квт} - \text{год}}{t}$ змішувач з конвеєрами змішувач без конвеєрів	 2,4 1,64
12	Затрати праці, $\frac{\text{люд} - \text{год}}{t}$	0,22

3.3. Деякі пропозиції щодо вдосконалення запарника-змішувача кормів СКО-Ф-3,0.

Враховуючі виявлені деякі недоліки в конструкції мішалки запарника-змішувача кормів СКО-Ф-3,0 в данній магістерській роботі пропонується:

1. Обладнати конструкцію мішалки плоскими лопатями, що закріплені на трубі, при цьому мають різний напрям нахилу їх до вісі валу мішалки в парних рядах, а по зовнішній поверхні труби кріпляться радіальні пальці, що значно покращують динамічне перемішування компонентів кормів по всьому об'єму бункера, рівномірне розподілення матеріалу по довжині і покращить інтенсивність змішування на рівні мікрооб'ємів, а також ліквідує повторний етап змішування порції компонентів кормів.

2. Обґрунтувати чотири раціональні впливові параметри на режими роботи удосконаленої конструкції мішалки.

3. Визначити затратну потужність механізму привода мішалки та мотор-редуктора на відкриття вікна для вивантаження продукції.

					МП 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.4. Технологічні розрахунки.

3.4.1. Розрахунок загальної продуктивності мішалки.

Для забезпечення ВРХ вологою кормовою сумішю з окремих компонентів добового раціону необхідно їх завантажити в змішувач-запарник СКО-Ф-3,0. Потім до процесу включається вдосконалена мішалка (рис. 4.1), до неї кріпляться похилі плоскі лопаті в чотири окремі ряди з кутом нахилу $\alpha=45^0$. Два ряди з правим кутом нахилу, два інші - з лівим нахилом. Кожна окрема лопать має габаритні розміри: ширину 230мм, а довжину 290мм. Площа їхньої поверхні дорівнює $F_{л} = 0,0524 \text{ м}^2$, а відповідно бічна площа лопаті $F_{лб} = F_{л} \sin \alpha = 0,0371 \text{ м}^2$. З протилежного боку кожної труби встановлено по десять радіальних пальців наступними розмірами: довжиною $l_{п}=0,08 \text{ м}$ та діаметром $d_{п}=0,010 \text{ м}$.

Під дією плоских лопатей та радіальних пальців відбувається динамічне і більш якісне перемішування компонентів, матеріал рівномірно розташовується по робочій довжині мішалки. З часом також покращується рівномірність процесу на рівні мікрооб'ємів (процес дифузії), що дає змогу зменшити циклічність змішування в декілька разів. Тим самим є можливість підвищення продуктивності змішувача.

Тобто продуктивність вдосконаленого змішувача періодичної дії для приготування повнораціонної кормової суміші без врахування часу на завантаження та процесу запарювання при дії не більше 10 циклів можна рорахувати за формулою:

$$Q_{зм} = \frac{3,6 \cdot \psi \cdot K \cdot F_{лб} \cdot \omega \cdot R_{л} \cdot \gamma \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot (z-1) \cdot m}{n_{ц}}, \text{ т/год}, \quad (3.1)$$

де ψ - показник заповнення лопаті, $\psi = 0,8$;

K – відповідна кратність обробітку однієї порції за 1 оберт вала;

$F_{лб}$ – бічна площа поверхні лопаті, м^2 ;

$R_{л}$ - максимальний радіус самої мішалки, м ;

$\gamma = 300 \dots 350 \text{ кг/м}^3$ – значення об'ємної маси вологої кормосумішки, кг/м^3 ;

K_1 – коефіцієнт, що враховує обертання певної маси корму плоскою лопаттю в зону вільного (інерційного) руху ($K_1=0,9 \dots 0,95$);

					MP 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$K_2 = \frac{\sin \alpha}{1 + \operatorname{tg} \alpha \cdot \operatorname{tg} \varphi} - \text{показник, що враховує вплив кута тертя та кута}$$

встановлення лопаті до вісі валу мішалки;

z – кількість плоских лопатей, що занурюються в матеріал по одному сліду з певним кроком s в одному ряду;

m – кількість загальних рядів лопатей мішалки;

$n_{\text{ц}}$ – повторна циклічність щодо змішування порції;

$$Q_{\text{зм}} =$$

$$Q_{\text{зм}} = \frac{3,6 \cdot 0,8 \cdot 1 \cdot 0,0372 \cdot 1,9 \cdot 0,58 \cdot 350 \cdot 0,9 \cdot \sin 45^\circ \cdot (6 - 1) \cdot 4}{(1 + \operatorname{tg} 45^\circ \cdot \operatorname{tg} 27^\circ) \cdot 50} = 7 \text{ т/год.}$$

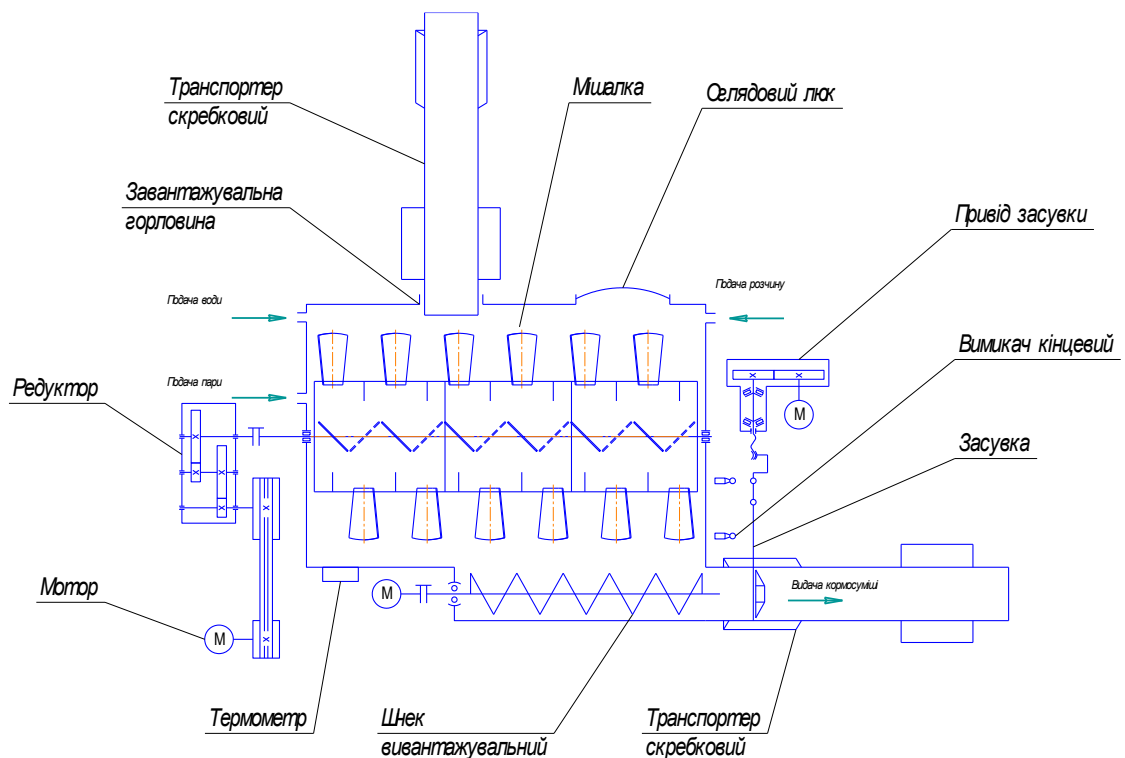


Рис. 3.1. Технологічна схема запропонованого лопатевого запарника-змішувача СКО-Ф-3,0.

Знаходимо продуктивність змішувача без запарювання з завантажуванням, окремо змішуванням і вивантаженням готової сумішки:

$$t_{\text{ц}} = 2 + 7,2 + 7 = 16,2 \text{ хв.}$$

$$Q_{\text{зм}} = \frac{3 \cdot 0,8 \cdot 0,35 \cdot 60}{16,2} = 3,11 \text{ т/год.}$$

					MP 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Продуктивність змішувача з процесом запарюванням, завантажуванням, змішуванням і вивантаженням готової сумішки:

$$t_{ц} = 2 + 40 + 7,2 + 7 = 56,2 \text{ хв.},$$

$$Q_{зм} = \frac{3 \cdot 0,8 \cdot 0,35 \cdot 60}{56,2} = 0,9 \text{ т/год.}$$

3.4.2. Розрахунок частоти обертання лопатевої мішалки змішувача.

Швидкість руху плоскої лопаті розраховуємо з умови, тобто відцентрова сила $m \cdot \omega^2 \cdot R_{л}$ не має бути більшою сили тяжіння самих часток mg , тому що відбудеться їх з поверхні лопаті і тим самим вони вийдуть з активної фази процесу змішування.

При умові $m \cdot \omega^2 \cdot R_{л} \leq m \cdot g$ буде критична колова швидкість руху мішалки, що визначається за формулою:

$$\omega_{кр} = \sqrt{\frac{g}{R_{л}}} \quad (3.2)$$

де $R_{л}$ – радіус плоскої лопаті мішалки, $R_{л} = 0,58\text{м}$;

$$\omega_{кр} = \sqrt{\frac{9,81}{0,58}} = 4,2 \text{ с}^{-1}.$$

Для активної роботи мішалки приймаємо:

$$\omega = \frac{\omega_{кр}}{2}, \quad \omega = \frac{4,2}{2} = 2,1 \text{ с}^{-1}.$$

Тоді частоту обертання вала мішалки знаходимо за формулою:

$$n = \frac{30\omega}{\pi}, \quad n = \frac{30 \cdot 2,1}{3,14} = 20,06 \text{ об/хв.} \quad (3.3)$$

Аналізуючи отримані значення приймаємо частоту обертання вала мішалки базового змішувача 18 об/хв., а швидкість руху плоскої лопаті $-1,9 \text{ с}^{-1}$.

3.4.3. Розрахунок частоти обертання вала вивантажувального шнека.

Частота обертання вивантажувального шнека дорівнює:

$$n = \frac{Q_{ш}}{47,1[(D + 2\lambda)^2 - d^2] \cdot S \cdot \varphi \cdot \gamma \cdot C}, \text{ об/хв,} \quad (3.4)$$

					MP 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де $Q_{ш}$ – показник продуктивності вивантажувального шнека, т/год;

$$Q_{ш} = \frac{V \cdot \varphi \cdot \gamma}{t_{\epsilon}}, \quad Q_{ш} = \frac{3 \cdot 0,8 \cdot 0,3 \cdot 60}{7} = 6,17 \text{ т/год.}$$

D, d – діаметр відповідно шнека і вала ($D = 0,25$ м, $d = 0,06$ м), м;

λ – радіальний зазор між кромкою гвинтової лінії та внутрішньою поверхнею самого кожуха шнека ($\lambda = 0,01$ м), м;

S – крок гвинта, $S = 0,25$ м;

φ – значення коефіцієнта заповнення, $\varphi = 0,9$;

γ – об’ємна маса готової сумішки, $\gamma = 0,35$ т/м³;

c – показник зниження продуктивності в залежності від кута нахилу шнека, $c = 1$;

$$n = \frac{6,17}{47,1 \left[(0,25 + 2 \cdot 0,01)^2 - 0,06^2 \right] \cdot 0,25 \cdot 0,9 \cdot 0,35 \cdot 1} = 23,8 \text{ об/хв.}$$

Приймаємо частоту обертання валу машини $n = 24$ об/хв.

3.4.4. Розрахунок швидкості відкриття засувки вивантажувального шнека.

Спочатку знаходимо величину ходу засувки з умови повного перекриття самої горловини з радіальним зазором у межах 8...10мм.

Тоді швидкість руху засувки:

$$g_3 = \frac{S_3}{t_{\epsilon}}, \quad (3.5)$$

де S_3 – величина ходу засувки, $S_3 = 0,3$ м;

t_{ϵ} – час повного відкриття засувки, $t_{\epsilon} = 0,5$ с;

$$g_3 = \frac{0,3}{0,5} = 0,6 \text{ м/с.}$$

3.5. Кінематичний розрахунок розробленого запарника-змішувача.

Для забезпечення якісної роботи мішалки визначаємо окремий привід від електродвигуна з частотою обертання валу $n_{дв} = 1500$ об/хв. та знаходимо передаточне число самого механізму приводу вала мішалки за формулою:

					MP 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$i_{\text{заг}} = \frac{n_{\text{дв}}}{n_{\text{м}}}, \quad (3.6)$$

де $n_{\text{м}}$ – частота обертання вала мішалки, $n_{\text{м}} = 18$ об/хв;

$$i_{\text{заг}} = \frac{1500}{18} = 83,4.$$

Тоді розбиваємо загальне передаточне число на певні ступеневі передачі:

$$i_{\text{заг}} = i_{\text{р}} \cdot i_{\text{пн}}, \quad (3.7)$$

де $i_{\text{р}}$ – передаточне значення мотор-редуктора.

Згідно табличних показників вибираємо мотор-редуктор за номером Ц2У-250-31,5-11-У2, де $i_{\text{пн}}$ – передаточне значення клинопасової передачі, $i_{\text{пн}} = 2,65$;

Тоді:

$$i_{\text{заг}} = 31,5 \cdot 2,65 = 83,4.$$

Для забезпечення якісної роботи вивантажувального шнека приймаємо окремий привід від електродвигуна з частотою обертання валу: $n_{\text{дв}} = 1400$ об/хв. і знаходимо загальне передаточне значення механізму приводу вивантажувального шнека за формулою:

$$i_{\text{заг}} = \frac{n_{\text{дв}}}{n_{\text{ш}}} \quad (3.8)$$

де $n_{\text{ш}}$ – значення частоти обертання валу шнека, $n_{\text{ш}} = 22$ об/хв.;

$$i_{\text{заг}} = \frac{1400}{22} = 63,65$$

Тепер розбиваємо загальне передаточне число на окремі ступені передач

$$i_{\text{заг}} = i_{\text{м.р.}}, \quad (3.9)$$

де $i_{\text{м.р.}}$ – передаточне значення мотор-редуктора, $i_{\text{м.р.}} = 64$;

$$i_{\text{заг}} = 64.$$

Для забезпечення якісної роботи засувки шнека приймаємо окремий привід відкриття засувки шнека від електродвигуна з заданою частотою обертання валу, що дорівнює $n_{\text{дв}} = 1500$ об/хв. Потім визначаємо загальне передаточне число самого механізму приводу засувки шнека за формулою:

					MP 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$i_{\text{заг}} = \frac{n_{\text{дв}}}{n_2} \quad (3.10)$$

де n_2 – значення частоти обертання гвинтового вала, що завдяки гайки відкриває або закриває саму засувку вивантажувального шнека, $n_2 = 100$ об/хв;

$$i_{\text{заг}} = \frac{1500}{100} = 15$$

Приймаємо електродвигун серії 4AA63B4CYI з редуктором, що має потужність $N = 0,37$ кВт.

3.6. Енергетичний розрахунок.

Витрати загальної потужності електродвигуна на привід мішалки запарника-змішувача кормів визначаємо за формулою:

$$N_{\text{м}} = N_{\text{л}} + N_{\text{ст}} + N_{\text{п}} + N_{\text{тр}} + N_{\text{ф}}, \quad (3.11)$$

де $N_{\text{л}}$, $N_{\text{ст}}$, $N_{\text{п}}$, $N_{\text{тр}}$, $N_{\text{ф}}$ – складові витрат потужностей на привід відповідно плоских лопатей, стоек, вертикальних пальців, горизонтальних труб на подолання тертя суміші по кожуху, кВт,

$$N_{\text{л}} = \frac{1}{10^3} (P_{\text{р}} \vartheta_{\text{р}} + P_{\text{о}} \vartheta_{\text{о}}) Z_{\text{л}}, \quad (3.12)$$

де $P_{\text{р}}$ – значення кругового зусилля, Н; $P_{\text{о}}$ – значення осьового зусилля, Н; $\vartheta_{\text{р}}$ – кругова швидкість руху компонентів, м/с; $\vartheta_{\text{о}}$ – значення осьової швидкості руху компонентів, м/с; $Z_{\text{л}}$ – кількість одночасно занурених плоских лопатей;

$$P_{\text{р}} = P_{\text{н}} (\cos \alpha + f \sin \alpha), \quad (3.13)$$

де $P_{\text{н}}$ – значення складової сил опору; α – кут нахилу плоскої лопаті до вісі валу, $\alpha = 45^\circ$; f – значення коефіцієнту тертя сумішки по плоскій лопаті, $f = 0,51$;

$$P_{\text{н}} = 9,81 \cdot \gamma \cdot h_{\text{сер}} \cdot F_{\text{лп}} \cdot \text{tg}^2 (45^\circ + \varphi/2), \quad (3.14)$$

де γ – об'ємна маса компонентів сумішки, $\gamma = 350$ кг/м³; $h_{\text{сер}}$ – середня глибина занурення плоскої лопаті, $h_{\text{сер}} = 0,435$ м, м; $F_{\text{лп}}$ – проекція площі плоскої лопаті на напрямок обертання, $F_{\text{лп}} = 0,0371$ м², м²; φ – значення кута внутрішнього тертя, $\varphi = 27^\circ$;

					MP 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$P_H = 9,81 \cdot 350 \cdot 0,435 \cdot 0,0371 \cdot \operatorname{tg}^2 \left(45^\circ + \frac{27^\circ}{2} \right) = 147,23 \text{ Н.}$$

$$P_p = 147,23 \cdot (\cos 45^\circ + 0,51 \cdot \sin 45^\circ) = 157,19 \text{ Н.}$$

$$P_o = P_H \cdot (\sin \alpha - f \cos \alpha), \quad (3.15)$$

$$P_o = 147,23 \cdot (\sin 45^\circ - 0,51 \cdot \cos 45^\circ) = 51 \text{ Н.}$$

$$v_p = \omega R_{\text{сер}}, \quad v_p = 1,9 \cdot 0,435 = 0,827 \text{ м/с.}$$

$$v_o = v_p \cdot \cos \alpha \cdot \sin \alpha, \quad v_o = 0,827 \cdot 0,7071 \cdot 0,7071 = 0,414 \text{ м/с.}$$

$$N_{\text{л}} = \frac{(157,19 \cdot 0,827 + 51 \cdot 0,414) \cdot 24}{10^3} = 3,623 \text{ кВт.}$$

$$N_{\text{cm}} = \frac{M_{\text{cm}} \cdot Z_{\text{cm}} \cdot \omega}{1000} \text{ кВт,} \quad (3.16)$$

де $M_{\text{ст}}$ – крутний момент від сили опору вертикальної стійки, Нм;

$Z_{\text{ст}}$ – кількість вертикальних стійок, $Z_{\text{ст}} = 16$ шт;

$$M_{\text{ст}} = l \cdot \frac{R}{2} \cdot h_{\text{сер}} \cdot a \cdot g \cdot \gamma \cdot \operatorname{tg} \varphi, \text{ Нм,} \quad (3.17)$$

де l – довжина вертикальної стійки, $l = 0,29$ м;

$\frac{R}{2}$ - відношення довжини стійки до сили опору, $\frac{R}{2} = 0,145$ м;

$h_{\text{сер}}$ – середня глибина занурення вертикальної стійки в моноліт корму,

$h_{\text{сер}} = 0,145$ м;

a – ширина вертикальної стійки, $a = 0,05$ м;

φ – значення кута відкосу корму, $\varphi = 50^\circ$;

$$M_{\text{ст}} = 0,29 \cdot 0,145 \cdot 0,145 \cdot 0,05 \cdot 9,81 \cdot 350 \cdot \operatorname{tg} 50^\circ = 1,26 \text{ Нм.}$$

$$N_{\text{cm}} = \frac{1,26 \cdot 16 \cdot 1,9}{1000} = 0,039 \text{ кВт.}$$

$$N_n = \frac{M_n \cdot Z_n \cdot \omega}{1000}, \text{ кВт,} \quad (3.18)$$

$$M_n = P_n \cdot l_n \cdot d_n \cdot R_n, \text{ Нм,} \quad (3.19)$$

де P_n – питомий опір компонентів сумішки, $P_n = 400 \text{ Н/м}^2$; l_n – довжина вертикального пальця, $l_n = 0,08$ м;

					MP 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

d_n – діаметр вертикальних пальців, $d_n = 0,01\text{м}$; R_n – середній радіус вертикальних пальців, $R_n = 0,25\text{м}$;

$$M_n = 400 \cdot 0,08 \cdot 0,01 \cdot 0,25 = 0,09 \text{ Нм.}$$

$$N_n = \frac{0,09 \cdot 40 \cdot 1,9}{1000} = 0,007 \text{ кВт.}$$

$$N_{mp} = \frac{M_{mp} \cdot Z_{mp} \cdot \omega}{1000}, \text{ кВт} \quad (3.20)$$

$$M_{тр} = P_n \cdot L \cdot d_{тр} \cdot R_{тр}, \text{ Нм}, \quad (3.21)$$

$$M_{тр} = 400 \cdot 2,06 \cdot 0,05 \cdot 0,29 = 11,949 \text{ Нм.}$$

Продуктивність лопатевого змішувача без запарювання з завантажуванням, змішуванням і вивантаженням готової сумішки:

$$t_{ц} = 2 + 7,2 + 7 = 16,2 \text{ хв.}$$

$$Q_{зм} = \frac{3 \cdot 0,8 \cdot 0,35 \cdot 60}{16,2} = 3,12 \text{ т/год.}$$

Продуктивність лопатевого змішувача з запарюванням, завантажуванням, змішуванням і вивантаженням готової сумішки:

$$t_{ц} = 2 + 40 + 7,2 + 7 = 56,2 \text{ хв.},$$

$$Q_{зм} = \frac{3 \cdot 0,8 \cdot 0,35 \cdot 60}{56,2} = 0,9 \text{ т/год.}$$

Продуктивність змішувача з запарюванням, завантажуванням, змішуванням і вивантаженням сумішки

$$t_{ц} = 2 + 40 + 7,2 + 7 = 56,2 \text{ хв.},$$

$$Q_{зм} = \frac{3 \cdot 0,8 \cdot 0,35 \cdot 60}{56,2} = 0,9 \text{ т/год.}$$

$$N_{mp} = \frac{11,948 \cdot 4 \cdot 1,9}{1000} = 0,092 \text{ кВт.}$$

$$N_f = \frac{\pi \cdot D^2 \cdot \gamma \cdot L \cdot \omega \cdot f}{4000}, \text{ кВт}, \quad (3.22)$$

$$N_f = \frac{3,14 \cdot 1,16^2 \cdot 350 \cdot 2 \cdot 1,9 \cdot 0,51}{4000} = 0,717 \text{ кВт.}$$

					MP 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$N_M = 3,622 + 0,038 + 0,006 + 0,091 + 0,716 = 4,474 \text{ кВт.}$$

$$N_M = \frac{N_M}{\eta_n \cdot \eta_m \cdot \eta_{nn} \cdot \eta_{ред}}, \text{ кВт,} \quad (3.23)$$

$$N_M = \frac{4,474}{0,98 \cdot 0,985 \cdot 0,94 \cdot 0,92} = 5,359 \text{ кВт.}$$

Згідно отриманих значень приймаємо $N_{M3} = 5,5 \text{ кВт.}$

Тепер визначаємо потужність на привід вивантажувального шнека за формулою:

$$N_{ви} = \frac{C_o \cdot Q \cdot l}{367 \eta}, \quad \text{кВт,} \quad (3.24)$$

де C_o – коефіцієнт опору переміщення готової кормосумішки, $C_o = 2,7$;

Q – значення продуктивності шнека, $Q = 6,17 \text{ т/год}$;

l – довжина шнека, $l = 1,1 \text{ м}$;

η - ККД підшипників кочення, що дорівнює $\eta = 0,995$;

$$N_{ви} = \frac{2,7 \cdot 6,17 \cdot 1,1}{367 \cdot 0,995} = 0,05 \text{ кВт.}$$

Потужність на тертя сумішки по кожуху :

$$N_f = \frac{\pi \cdot D^2 \cdot \gamma \cdot L \cdot \omega \cdot f}{4000}, \quad \text{кВт,} \quad (3.25)$$

$$N_f = \frac{3,14 \cdot 0,25^2 \cdot 350 \cdot 1,1 \cdot 2,3 \cdot 0,51}{4000} = 0,023 \text{ кВт.}$$

Визначаємо загальну потужність на привід шнека за формулою:

$$N = N_{ви} + N_f,$$

$$N = 0,05 + 0,023 = 0,0723 \text{ кВт.}$$

Згідно отриманого показника приймаємо мотор-редуктор ІМПз2-40-56ЦУІ з потужністю електродвигуна 1,5 кВт.

3.7. Розрахунок на міцність валу лопатевої мішалки.

Вихідні дані: частота обертання вала лопатевої мішалки $n = 180 \text{ об/хв}$, потужність привода вала лопатевої мішалки $N_{M3} = 5,5 \text{ кВт}$, крутний момент на

					MP 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

валу мішалки $M_{кр} = 2919,72$ Нм, загальна довжина вала мішалки $l = 2,08$ м його ширина $b = 0,35$ м, маса мішалки 320 кг.

Для проведення силового аналізу утворюємо схему дії сил на вал лопатевої мішалки (рис. 3.2).

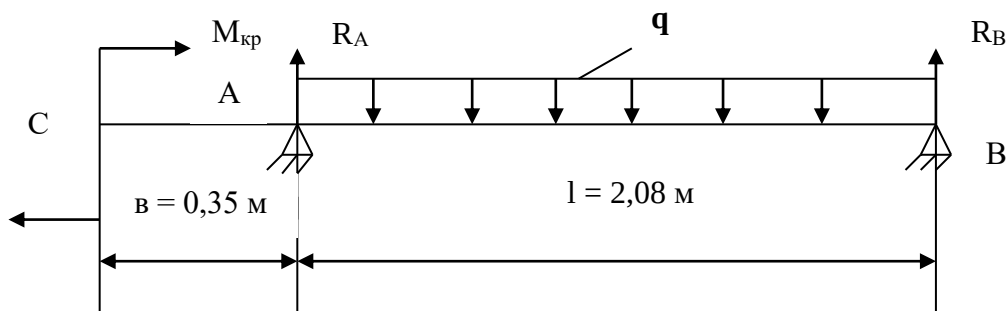


Рис. 3.2. Схема дії сил на вал лопатевої мішалки

Визначаємо розподілене навантаження на вал мішалки за формулою:

$$q = \frac{G \cdot g}{l}, \text{ Н/м}, \quad (3.26)$$

$$q = \frac{378 \cdot 9,81}{2,08} = 1800 \text{ Н/м}.$$

Потім визначаємо опорні реакції з рівняння статики для вертикальної площини за формулою:

$$\Sigma M(A) = 0; \quad R_B l - \frac{q \cdot l^2}{2} = 0;$$

$$R_B = \frac{q \cdot l}{2}, \quad R_B = \frac{1800 \cdot 2,08}{2} = 1855 \text{ Н}.$$

$$\Sigma M(B) = 0; \quad R_{A(1)} = \frac{q \cdot l^2}{2} = 0; \quad R_A = \frac{q \cdot l}{2}; \quad R_A = \frac{1800 \cdot 2,08}{2} = 1855 \text{ Н}.$$

$$\text{Перевірка: } \Sigma P = 0; \quad R_A - ql + R_B = 0; \quad 1855 - 1800 \cdot 2,08 + 1855 = 0.$$

Потім розраховуємо згинальні моменти:

$$\text{Для I ділянки } M_{(x_1)} = R_A \cdot x_1 - \frac{q \cdot x_1^2}{2}; \quad 0 < x_1 < l;$$

$$M_A = 0; \quad M_B = R_A l - \frac{q \cdot l^2}{2}; \quad M_B = 1855 \cdot 2,08 - \frac{1800 \cdot 2,08^2}{2} = 0$$

					MP 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для II ділянки $M(x_2) = R_B x_2 - \frac{q \cdot x_2^2}{2}$; $0 < x_2 < l$;

$$M_B = 0; \quad M_A = R_B \cdot l - \frac{q \cdot l^2}{2}; \quad M_A = 1855 \cdot 2,08 - \frac{1800 \cdot 2,08^2}{2} = 0$$

$$M_D = R_B \cdot l/2 - \frac{q \cdot l^2}{8}; \quad M_D = 1855 \cdot \frac{2,08}{2} - \frac{1800 \cdot 2,08^2}{8} = 954,82 \text{ нм.}$$

Потім визначаємо приведений момент згідно формули:

$$M_{np} = \sqrt{M_3^2 + M_{np}^2};$$

$$M_{np} = \sqrt{954,82^2 + 2919,31^2} = 3071,6 \text{ нм.}$$

Проводимо побудову епюри крутних і згинальних моментів (рис. 4.3)

$$M_{np(A)} = \sqrt{0 + 2919,31^2} = 2919,31 \text{ Н м.}$$

Знаходимо безпечний переріз і визначаємо дійсний діаметр вала мішалки в точці D за формулою:

$$D = \sqrt[3]{\frac{M_{кр} \cdot 10^3}{0,2[\tau]}}, \text{ мм,} \quad (3.27)$$

$$D = \sqrt[3]{\frac{2919,31 \cdot 10^3}{0,2 \cdot 12}} = 107 \text{ мм.}$$

Для валу виготовленого з труби приймаємо відповідний діаметр $D=146\text{мм}$, тоді діаметр цапфи для місця під підшипники $d=110\text{мм}$.

					МП 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

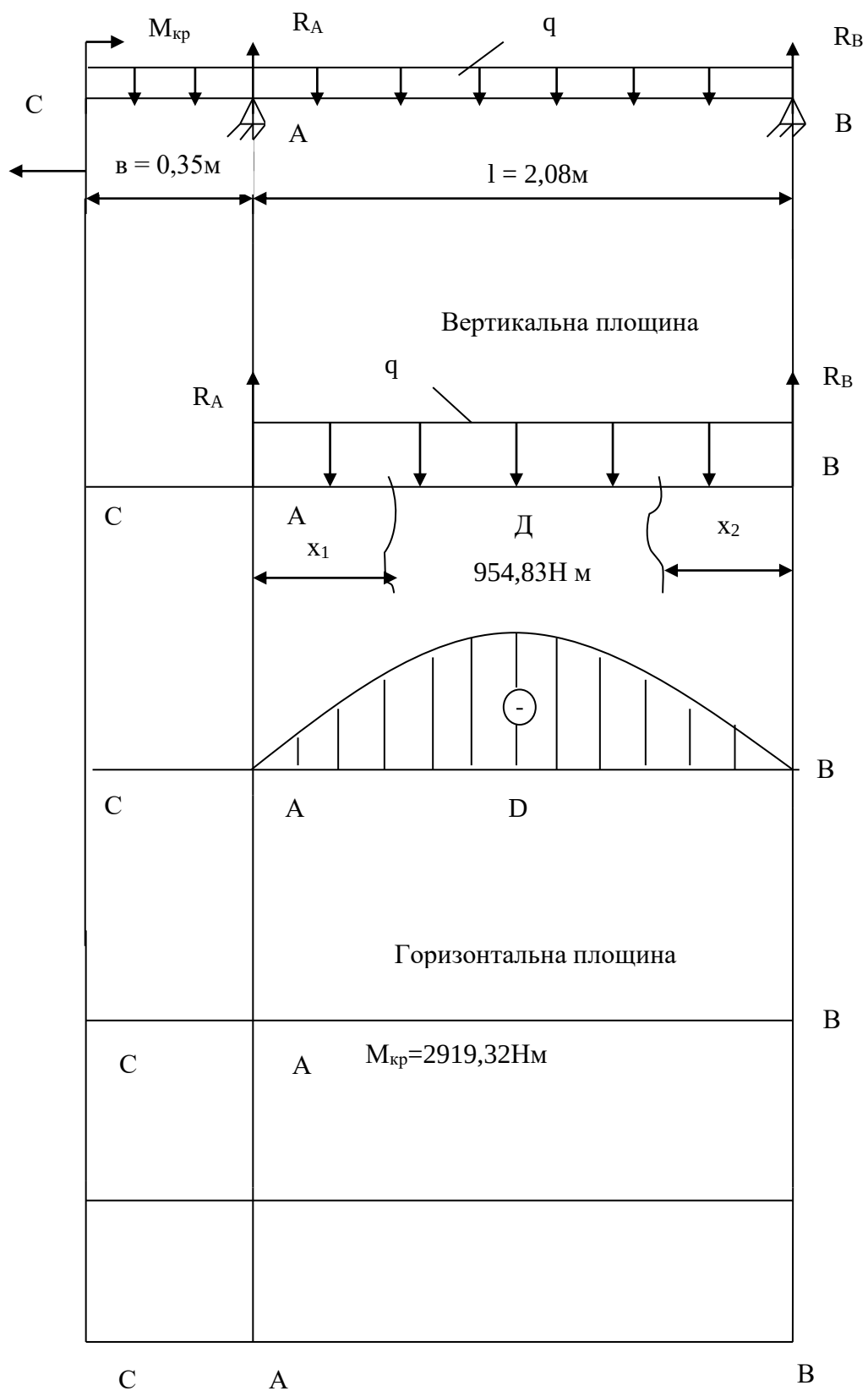


Рис. 3.3. Епюра згинальних і крутних моментів

4. ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1. Спеціальна частина.

4.1.1. Розрахунок та обґрунтування необхідних заходів по безпечному обслуговуванню електричного обладнання щодо приводу змішувача.

Найбільш доцільним засобом захисту від струменевого замикання фази на нуль, а це має бути корпус електрообладнання, є автоматичне вимикання експериментальної установки від електричного струму, що називається захисним вимиканням.

Схема такого захисного вимикання приведена на рис. 4.1. За наявності напруги на корпусі електродвигуна, що приводить в дію робочі органи машини – 3, починає діяти електромагнітне реле, що втягує сердечник – 5, при цьому звільняється шток вимикача, а останній, в свою черг, під дією пружини-розтягу вимикає пошкоджений двигун від загальної електричної мережі.

Вимоги до автоматичного вимикання:

- вимикає зламану машину в мінімальні долі секунди (не більше 0,2с.);
- безвідмовно робить при встановленому струмові;
- допустиме реагування на зміну режимів в сусідніх ділянках електромережі.

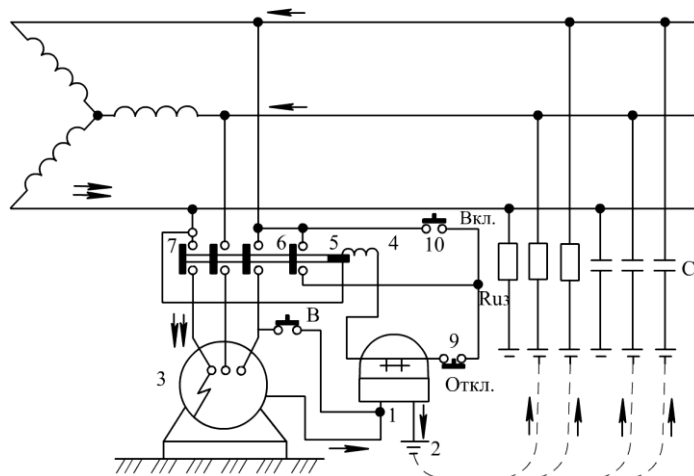


Рис. 4.1. Схема захисного вимикання лопатевого змішувача кормів:

1 – реле напруги; 2 – кнопка контактної вимикання; 3 – кнопка вмикавання; 4 – магнітна індукційна котушка; 5 – сердечник котушки; 6 – блок-контакт пускового пристрою; 7 – вмикач; 8 – кнопка контролю.

					MP 00.000 ПЗ		Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

Розрахунок плавких захисних вставок виконуємо в такій послідовності:

Визначаємо пусковий струм I_n електричного двигуна за формулою

$$I_n = \frac{k \cdot P \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot U_n \cdot \eta_\delta \cdot \cos \varphi}, \quad (4.1)$$

де P – показник потужності двигуна, кВт;

k – коефіцієнт, що характеризує кратність пускового струму, тобто ($k=5 \div 7$);

U_n – лінійна напруга всієї електромережі, В;

$\cos \varphi$ – значення коефіцієнта потужності (приймаємо – 0,8);

η_δ – ККД двигуна, приймаємо ($\eta_\delta = 0,98$).

$$I_n = \frac{7 \cdot 2,2 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 220 \cdot 0,8 \cdot 0,95} = 102 \text{ А}$$

Згідно отриманого значення пускового струму розраховуємо струм I_{np} для запобіжників за такою формулою:

$$I_{np} = \frac{I_n}{2,5}, \quad (4.2)$$

$$I_{np} = \frac{102}{2,5} = 40 \text{ А.}$$

Згідно даних із стандартного ряду вибираємо наступні запобіжники з плавкими вставками, що розраховані на пусковий струм у 40А.

4.1.2 Обґрунтування існуючих інженерно-технічних заходів для попередження враження електричним струмом при роботі оператора на лінії по виробництву молока.

Опір тварини електричному струму залежить від багатьох факторів. Такими є: стан шкіри, фізіологія тварини та стан навколишнього середовища. Сам опір тіла складається із двох складових: опору рогового шару $R_{ш}$ та опору тканини R_t і визначається формулою:

$$R_d = R_{ш} + R_t,$$

					MP 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де - R_T - опір тканин, Ом, приймаємо ($R_T = 1000$ Ом).

По-перше, опір рогового шару залежить від показника вологості шкіри, по-друге, стану її забруднення, по-третє, місця прикладання та площі контакту шкіри з ведучими ділянками струму. Згідно розрахунків опір тіла людини приймають на рівні $R_{\text{л}} = 1000$ Ом.

Значення сила струму, що проходить крізь тіло людини є головним чинником, що впливає на наслідки ураження, визначається за наступною формулою:

$$I_{\text{л}} = \frac{U_{\delta}}{R_{\text{л}}}, \quad (4.3)$$

де U_{δ} – показник напруги дотику;

$R_{\text{л}}$ – опір тіла.

Оператор, що торкається до однієї фази (рис. 5.2.), буде підключена до других фаз завдяки опорам ізоляції цих фаз відносно землі R_A , R_B . Потім оператор потрапляє під лінійну напругу $U_{\text{л}}$.

Визначаємо силу струму, що проходить крізь тіло людини, за наступною формулою:

$$I_{\text{люд}} = \frac{U_{\text{л}}}{R_{\text{люд}} + R_{\text{вз}} + R_{\text{н}} + R_{\text{з}} + \frac{R_{\text{із}}}{3}}. \quad (4.4)$$

При найбільш несприятливих моментах $R_{\text{вз}} + R_{\text{н}} + R_{\text{з}} = 0$, тоді будемо мати такий вираз:

$$I_{\text{люд}} = \frac{U_{\text{л}}}{R_{\text{люд}} + \frac{R_{\text{із}}}{3}}. \quad (4.5)$$

Розглянемо випадок, коли струм у мережі $U_{\text{л}} = 380$ В та опором у $R_{\text{із}} = 500000$ Ом, відповідно приймаючи $R_{\text{люд}} = 1000$ Ом, тоді сила струму, що проходить крізь тіло людини буде дорівнювати:

					MP 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$I_{\text{л}} = \frac{380}{1000 + \frac{500000}{3}} = 2,2 \text{ mA}.$$

Такий струм не є небезпечним для людини. Якщо значення опору ізоляції зменшимо до 5000 Ом, то тоді сила струму набуває смертельно небезпечної величини ідорівнює:

$$I_{\text{люд}} = \frac{380}{1000 + \frac{5000}{3}} = 142,5 \text{ mA}.$$

Тобто, ізоляція струмоведучих частин є вагомим засобом захисту від ураження струмом у діючих трифазних мережах з ізольованою нейтраллю. Так як, електричні мережі в сільській місцевості мають велику кількість розгалужень, то відповідно опори ізоляцій фаз відносно землі мають бути ввімкнені паралельно, так як їх опір може стрімко змінитися. У цей момент однофазний дотик у мережах, що мають ізольовану нейтраль навіть при справній ізоляції, є досить небезпечним.

За наявної довжини електричної мережі ємність існуючих проводів відносно землі досягає певної величини, тоді загальний опір z ізоляції фаз буде зменшуватися і визначається він за формулою:

$$z = \frac{R_{\text{із}} \cdot x_{\phi}}{R_{\text{із}} + x_{\phi}}, \quad (4.6)$$

де $x_{\phi} = \frac{1}{\omega \cdot c}$ – показник ємнісного опору фази;

$\omega = 2\pi f$ – значення частоти змінного струму;

f – значення частот змінного струму, Гц.

					MP 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

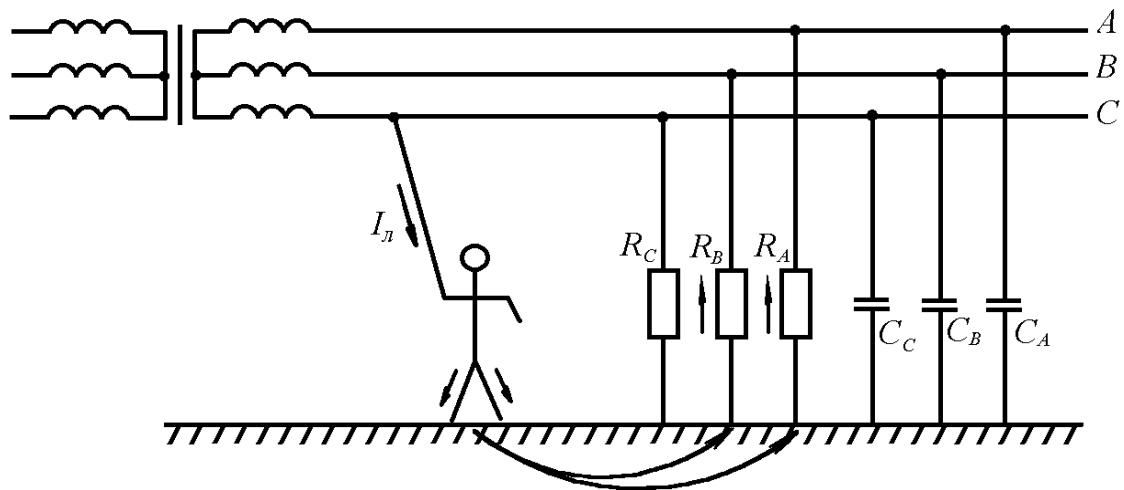


Рис. 4.2 Схема електричної мережі

У мережах з ізольованою нейтраллю може бути нещасний випадок, якщо виникає замикання одного із фазних проводів на землю (рис. 4.3), тоді сила струму, що безпечно проходить крізь тіло людини, буде дорівнювати:

$$I_n = \frac{U_n}{R_n} = \frac{380}{1000} = 380 \text{ mA}$$

Випадок коли людина начебто торкається до двох фаз, тоді сила струму буде досить небезпечна для життя людини. Інший випадок, якщо людина доторкнувшись до однієї фази (рис. 4.4), тоді буде підключена між фазою і землею і відбувається потрапляння під фазну напругу U_ϕ .

Знаходимо силу струму, що проходить крізь тіло людини за наступною формулою:

$$I_n = \frac{U_\phi}{R_n + R_{\text{вз}} + R_n + R_o} \quad (4.7)$$

де U_ϕ – фазна напруга, якою оснащена мережі, В;

$R_{\text{вз}}, R_n, R_o$ – показники опорів взуття людини, підлоги об'єкту, заземлення нейтралі, Ом.

Наступний випадок, коли людина знаходиться на землі чи струмопровідній підлозі у вологому або підбитому цвяхами взуванні, тоді є можливість знехтувати опорами $R_{\text{вз}}$ і R_n .

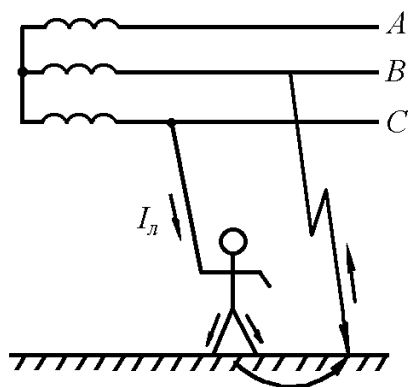


Рис. 4.3

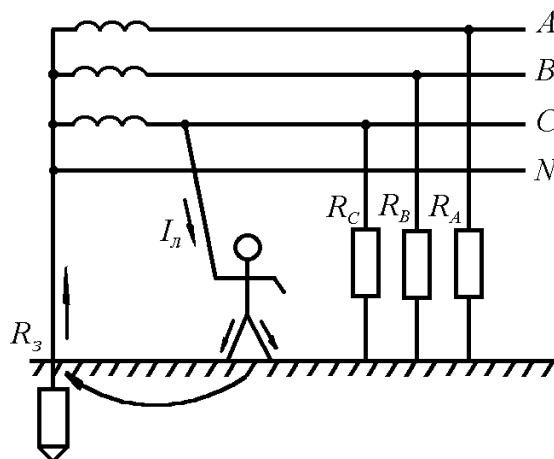


Рис. 4.4

Опір заземлення нейтралі досить малий ($R_o = 40 \text{ Ом}$) порівняно з існуючим опором тіла людини, тому є можливість ним знехтувати, визначається за формулою:

$$I_{\text{л}} = \frac{U_{\phi}}{R_{\text{л}}} \quad (4.8)$$

Тоді приймаємо $R_{\text{л}} = 1000 \text{ Ом}$, а значення сили струму, що проходить крізь тіло людини, буде визначатися:

$$I_{\text{люд}} = \frac{220}{1000} = 0,22 \text{ А} = 220 \text{ мА}.$$

Таке значення сили струму є смертельним, тобто така сила струму, що проходить крізь тіло людини, не залежить- ні від опору ізоляції, ні від показника ємності фаз відносно землі. В цьому випадку силу струму можна дещо зменшити застосовуючи ізолюючі дерев'яні підставки, різні гумові килими та діелектричні калоші.

4.2. Інструкція з охорони праці.

Коли здійснюється монтаж, потім починається експлуатація, поточні ремонти та обслуговування лопатевого змішувача кормів для ВРХ, необхідно дотримуватися відповідних діючих нормативних документів: “Правилами техніки безпеки в галузі тваринництва”, “Правилами встановлення електроустановок”, “Правилами технічної експлуатації та обслуговування

					MP 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

електроустановок”, “Правилами техніки безпеки при експлуатації електроустановок споживачів”, “Типовими інструкціями по техніці безпеки при монтажі обладнання на фермах ВРХ”.

Необхідно постійно слідкувати за правильною роботою електрообладнання змішувача. Категорично забороняється працювати оператору без заземлення або при його технічних неполадках.

Показник опору контуру повторного заземлення має бути не більше 4Ом, а відповідно опір ізоляції кабелю живлення до деяких струмоведучих частин не менше 1мОм.

Всі види робіт по технічному обслуговуванню виконувати тільки при знятій напрузі.

Для цього необхідно:

- надійно вимкнути рубильник, потім перевірити напругу на змішувачі або будь якій машині;
- над рубильником обов’язково закріпити попереджувальний знак з написом “Не вмикати - працюють люди”.

Відповідне обслуговування і необхідні ремонти обладнання має виконувати тільки електромонтер, що має кваліфікаційний документ, тобто групу електрика не нижче III розряду.

					MP 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

5.1. Визначення економічної ефективності модернізованої машини

В процесі виконання магістерської роботи була розроблена мішалка СКО-Ф-3,0 з плоскими лопатями.

Проведені зміни конструкції мішалки дозволили збільшити показник продуктивності, забезпечили якість приготування кормової суміші, тобто однорідність у 95%. Ці конструктивні зміни дозволили зменшити частково масу, потім скоротити витрати часу на регулювання і обслуговування змішувача на 5 хвилин, а також усунення поломок на 7 хвилин за одну робочу зміну.

Річний економічний ефект споживача модернізованого змішувача.

$$E_{рсп} = [(E_{вб} + E_n \cdot П_{квб}) - (E_{ам} + E_n \cdot П_{квм})] \cdot П_{екм} \cdot P_{зм}$$

$$E_{р.сп} = [(26,09 + 0,16 \cdot 30,04) - (25,66 + 0,16 \cdot 29,22)] \cdot 3,67 \cdot 2000 = 4119,2 \text{ грн.}$$

Як видно із розрахунків і виробник і споживач модернізованої машини можуть отримати значний позитивний економічний ефект, що свідчить про ефективність магістерських розробок, що виконані в данній роботі. Тому ці розробки доцільно рекомендувати до впровадження у виробництво.

Повний розрахунок економічних показників наведено у додатку самої роботи.

					MP 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6. ВИСНОВКИ

В науковій частині магістерської роботи за проведеними результатами та аналітичного аналізу методології розвитку новітніх технологій щодо приготування повнораціонних кормових сумішей та активного розвитку технічного рівня конструкцій змішувачів запропоновано нове вирішення наукової задачі за рахунок розробки та теоретичного узагальнення з обґрунтування принципової конструктивно-технологічної схеми змішувача та параметрів робочих органів для реалізації процесу приготування збалансованих сумішей для ВРХ.

В інженерній частині розраховані раціональні конструктивні та режимні параметри мішалки з плоскими лопатями, а також проведені розрахунки на міцність валу змішувача.

В розділі «Охорона праці» проведено розрахунок та обґрунтовано заходи по безпечному обслуговуванню електричного обладнання приводу змішувача.

Розраховані техніко-економічні показники підтвердили доцільність проведення змін в конструкції змішувача СКО-Ф-3,0. В результаті модернізації отримано позитивний річний економічний ефект як у виробника, так і у споживача.

					MP 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Механізація виробництва продукції тваринництва / І.І. Ревенко, Г.М. Кукта, В.М. Манько та ін.; За ред. І.І. Ревенка. — К.: Урожай, 1994. — 264 с.
2. Монтаж, експлуатація і ремонт машин у тваринництві / М.В. Брагінець, П.В. Педченко, І.Г. Резчик. — К.: Вища школа, 1991. — 359 с.
3. Практикум по машинах і обладнанню для тваринництва / За редакцією О.П. Скорика, О.І. Фісяченко. — Харків, ХДТУСГ, 2004 — 256 с. URL: [http://internal.khntusg.com.ua/fulltext/Proshivka/25_2/%D0%9D%D0%B0%D0%B2%D1%87.%20%D0%BF%D0%BE%D1%81%D1%96%D0%B1%D0%BD/Q_%D0%9F%D1%80%D0%B0%D0%BA%D1%82%D0%B8%D0%BA%D1%83%D0%BC%20%D0%BF%D0%BE%20%D0%BC%D0%B0%D1%88%D0%B8%D0%BD%D0%B0%D0%BC%20%D1%96%20%D0%BE%D0%B1%D0%BB%D0%B0%D0%B4%D0%BD%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8E%20%D0%B4%D0%BB%D1%8F%20%D1%82%D0%B2%D0%B0%D1%80%D0%B8%D0%BD%D0%BD%D0%B8%D1%86%D1%82%D0%B2%D0%B0.%20\(2004\).pdf](http://internal.khntusg.com.ua/fulltext/Proshivka/25_2/%D0%9D%D0%B0%D0%B2%D1%87.%20%D0%BF%D0%BE%D1%81%D1%96%D0%B1%D0%BD/Q_%D0%9F%D1%80%D0%B0%D0%BA%D1%82%D0%B8%D0%BA%D1%83%D0%BC%20%D0%BF%D0%BE%20%D0%BC%D0%B0%D1%88%D0%B8%D0%BD%D0%B0%D0%BC%20%D1%96%20%D0%BE%D0%B1%D0%BB%D0%B0%D0%B4%D0%BD%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8E%20%D0%B4%D0%BB%D1%8F%20%D1%82%D0%B2%D0%B0%D1%80%D0%B8%D0%BD%D0%BD%D0%B8%D1%86%D1%82%D0%B2%D0%B0.%20(2004).pdf).
4. Механізація тваринництва / І.І. Ревенко, В.С. Хмельовський, М.І. Ікальчик. — Ніжин, видавець ПП Лисенко М.М., 2015. — 328 с.
6. Проектування технологій і технічних засобів для тваринництва / О.А. Науменко, І.Г. Бойко, В.І. Грідасов, А.І. Дзюба та ін. За ред. Скорика О.П., Полупанова В.М. — Харків, ХНТУСГ, 2009. — 429 с. URL: <http://dspace.khntusg.com.ua/bitstream/123456789/1249/1/%D0%9F%D1%80%D0%BE%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%83%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8F%20%D1%82%D0%B5%D1%85%D0%BD%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D1%96%D0%B9%20%D1%96%20%D1%82%D0%B5%D1%85%D0%BD%D1%96%D1%87%D0%BD%D0%B8%D1%85%20%D0%B7%D0%B0%D1%81%D0%BE%D0%B1%D1%96%D0%B2%20%D0%B4%D0%BB%D1%8F%20%D1%82%D0%B2%D0%B0%D1%80%D0%B8%D0%BD%D0%BD%D0%B8%D1%86%D1%82%D0%B2%D0%B0.%20%282009%29.pdf>.

					MP 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

7. Практикум з годівлі сільськогосподарських тварин: навчальний посібник/[Ібатуллін І.І., Мельник Ю.Ф., Отченашко В.В., та ін.]; під ред. академіка НААН України І.І. Ібатулліна. – К.: 2015. – 422 с. URL: https://nubip.edu.ua/sites/default/files/u104/%D0%9F%D0%A0%D0%90%D0%9A%D0%A2%D0%98%D0%9A%D0%A3%D0%9C%20%D0%B7%20%D0%B3%D0%BE%D0%B4%D1%96%D0%B2%D0%BB%D1%96%20%D1%81-%D0%B3.%20%D1%82%D0%B2%D0%B0%D1%80%D0%B8%D0%BD%20%D0%86%D0%B1%D0%B0%D1%82%D1%83%D0%BB%D0%BB%D1%96%D0%BD%20%D1%82%D0%B0%20%D1%96%D0%BD_1_%D0%9C%D0%9E%D0%9D%2B%D1%80%D0%B8%D0%B1%D0%B0.pdf.

8. Підпала Т.В. Скотарство і технологія виробництва молока та яловичини / Т.В. Підпала. – Миколаїв: Видавничий відділ МДАУ, 2008. – 369 с.

9. Технологія виробництва молока і яловичини : методичні рекомендації для виконання курсового проекту студентами напряму підготовки 6.090102 – ТВППТ / Т.В. Підпала, О.К. Цхвітава. – Миколаїв, МНАУ, 2014. – 61 с. URL: <http://dspace.mnau.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/3033/1/%D0%9C%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%BA%D0%BE%20%D1%96%20%D0%AF%D0%BB%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D1%87%D0%B8%D0%BD%D0%B0%20%D0%9A%D0%A3%D0%A0%D0%A1%20%D0%9F%D0%A0%202014.pdf>.

10. Механізація тваринницьких ферм / Б.П.Шабельник, М.М. Троянов, І.Г. Бойко та ін.; За ред. М.М. Троянова, - Харків, 2002. – 208 с.

11. Машина і обладнання для тваринництва : Електронний підручник / І.І. Ревенко, В.С. Хмельовський, О.О. Заболотько та ін. – Київ, ДУ «Науково-методичний центр вищої та фахової передвищої освіти», 2019. URL: <http://rodak.if.ua/mot/index.htm>.

					MP 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ДОДАТКИ

[illegible]

5. Визначення економічної ефективності модернізованої машини

В процесі виконання магістерської роботи були розроблені робочі органи лопатевої мішалки СКО-Ф-3,0.

Зміни конструкції лопатевого змішувача кормів дозволили збільшити продуктивність, забезпечили приготування кормової суміші на рівні однорідності 95%.

Зміни внесені до конструкції дозволили зменшити масу скоротити витрати часу на регулювання та технічне обслуговування на 5 хвилин, а на усунення поломок і деформацій на 7 хвилин у робочу зміну.

Техніко-економічні показники порівнюваних машин

Таблиця 5.1.

№ пп	Показники	Одиниці виміру	Машина	
			базова	модерні- зована
1	Агрегатування		стаціо- нарна	стаціо- нарна
2	Маса машини	кг	2370	2324
3	Маса покупних виробів	кг	711	697
4	Оптова ціна машини	грн.	165000	
5	Собівартість виготовлення машини	грн.	140250	
6	Вартість покупних виробів у собівартості машини	грн.	49770	48790
7	Продуктивність машини за 1 год. чистого часу	т/год.	4,7	4,7
8	Коефіцієнт використання часу зміни: - робочого - експлуатаційного		0,82 0,76	
9	Кількість обслуговуючого персоналу	чол.	1	1
10	Середньогодинна заробітна плата: - оператора - конструктора; технолога	грн.	35 38	35 38
11	Потужність електродвигуна	кВт	11,07	7,37
12	Кількість найменувань оригінальних деталей, які розроблені в процесі розробки	шт.	-	4

13	Кількість найменувань деталей в машині всього, в т.ч.: - оригінальних - стандартних	шт.	350 135 73	362 106 56
14	Кількість деталей в машині	шт.	1180	1105
15	Середньорічна програма випуску машини	шт.	-	100

5.1. Оцінка техніко-економічного рівня модернізованої машини

Для визначення впливу виконаних у конструкторській частині проекту розробок на техніко-економічний рівень базової машини визначимо величини основних абсолютних та відносних показників, які його характеризують:

Визначаємо коефіцієнт уніфікації

$$K_d = \frac{D_3 - D_{op}}{D_3} \quad (5.1)$$

де D_3 – загальна кількість найменувань деталей у машині за винятком метизів;

D_{op} – кількість найменувань оригінальних деталей.

$$K_{yб} = \frac{350 - 135}{350} = 0,61 \quad K_{ум} = \frac{362 - 106}{362} = 0,71 \quad (5.2)$$

Відносний показник рівня уніфікації конструкції

$$K_{ку} = K_{ум} / K_{yб} = 0,71 / 0,61 = 1,16 \quad (5.3)$$

Коефіцієнт стандартизації продукції

$$K_{ст} = D_{ст} / D_3; \quad (5.4)$$

де $D_{ст}$ – кількість найменувань стандартних деталей в машині

$$K_{стб} = 73 / 350 = 0,21 \quad K_{стм} = 56 / 362 = 0,15$$

Відносний показний рівня стандартизації конструкції

$$K_{ст} = K_{стм} / K_{стб} = 0,15 / 0,21 = 0,71 \quad (5.5)$$

Коефіцієнт конструктивної повторюваності

$$K_{кп} = H_3 / D_3 \quad (5.6)$$

де H_3 – загальна кількість деталей в машині,

$$K_{кпб} = 1180 / 350 = 3,37 \quad K_{кпм} = 1105 / 362 = 3,05$$

Відносний показник рівня конструктивної повторюваності:

$$В_{\text{нп}} = K_{\text{кпм}} / K_{\text{кпб}} = 3,05 / 3,37 = 0,9 \quad (5.7)$$

Собівартість модернізованої машини

$$C_{\text{м}} = \frac{C_{\text{б}} - C_{\text{пб}}}{M_{\text{б}} - M_{\text{пб}}} \cdot (M_{\text{м}} - M_{\text{пм}}) + C_{\text{пм}}, \quad (5.8)$$

де $C_{\text{б}}$ – собівартість виготовлення базової машини;

$C_{\text{пб}}$ та $C_{\text{пм}}$ – ціна покупних виробів у собівартості базової модернізованої машини;

$M_{\text{б}}$ та $M_{\text{м}}$ – маса базової та модернізованої машини;

$M_{\text{пб}}$ та $M_{\text{пм}}$ – маса покупних виробів базової та модернізованої машини;

$$C_{\text{м}} = \frac{140250 - 49770}{2370 - 711} \cdot (2324 - 697) + 48790 = 137524,75 \text{ грн.}$$

Продуктивність машини за 1 годину експлуатаційного та змінного часу:

$$P_{\text{ек}} = P_{\text{о}} \cdot K_{\text{ек}} \quad (5.9)$$

$$P_{\text{зм}} = P_{\text{о}} \cdot K_{\text{ер}} \quad (5.10)$$

де $P_{\text{о}}$ – продуктивність машини за 1 годину основного часу,

Підрахуємо коефіцієнти використання експлуатаційного та робочого часу зміни для модернізованої машини:

$$\begin{aligned} K_{\text{екм}} &= \frac{T_{\text{екб}} + (T_{\text{то}} + T_{\text{лп}}) / 60}{T_{\text{зм}}} & K_{\text{екм}} &= \frac{7,6 + (5 + 7) / 60}{10} = 0,78 \\ K_{\text{ерм}} &= \frac{T_{\text{врб}} + T_{\text{то}} / 60}{T_{\text{зм}}} & K_{\text{ерм}} &= \frac{8,2 + 5 / 60}{10} = 0,83 \end{aligned} \quad (5.11)$$

Продуктивність машини за 1 годину робочого та експлуатаційного часу

$$P_{\text{ек.б}} = 4,7 \cdot 0,76 = 3,57 \text{ т/год.}$$

$$P_{\text{ек.м}} = 4,7 \cdot 0,78 = 3,67 \text{ т/ год.}$$

$$P_{\text{зм.б}} = 4,7 \cdot 0,82 = 3,85 \text{ т/ год.}$$

$$P_{\text{зм.м}} = 4,7 \cdot 0,83 = 3,9 \text{ т/ год.}$$

Питома собівартість машини

$$C_{\text{п}} = C / P_{\text{ек}} \quad (5.12)$$

де C – собівартість машини.

$$C_{\text{пб}} = 140250 / 3,57 = 39285,7 \text{ грн/т/год.}$$

$$C_{\text{пм}} = 137524,75 / 3,57 = 38522,34$$

грн/т/год

Відносний показник рівня питомої собівартості

$$V_{сп} = C_{пб} / C_{пм} = 39285,7 / 38522,34 = 1,02 \quad (5.13)$$

Питома матеріаломісткість машини

$$M_{п} = M / P_{ек}; \quad (5.14)$$

де M – маса “сухої”, тобто незавантаженої машини;

$$M_{пб} = 2370 / 3,57 = 663,87 \text{ кг/т/ год.} \quad M_{пм} = 2324 / 3,67 = 633,24 \text{ кг/т/ год.}$$

Відносний показник рівня питомої матеріалоємкості:

$$V_{мп} = M_{пб} / M_{пм} = 663,87 / 633,24 = 1,05 \quad (5.15)$$

Узагальнений показник техніко-економічного рівня – модернізованої машини

$$U_{тр} = \sum_i^m a_i \cdot \beta_{gi} \quad (5.16)$$

де β_{gi} – величина i -го відносного показника техніко-економічного рівня;

M – кількість відносних показників, приймаючих до розрахунків;

a_i – коефіцієнт вагомості i -го відносного показника техніко-економічного рівня;

$$U_{тр} = 1,16 \cdot 0,1 + 0,71 \cdot 0,05 + 0,9 \cdot 0,05 + 1,02 \cdot 0,45 + 1,05 \cdot 0,35 = 1,031$$

Якщо величина узагальненого показника більше одиниці, то це свідчить про те, що внесені конструктивні зміни підвищують техніко-економічний рівень базової машини та її конкурентоспроможності.

5.2. Визначення економічної ефективності модернізованої машини.

Визначення витрат на проектування та освоєння виробництва модернізованої машини:

$$V_{п} = N_{ф} \cdot T_{кон} \cdot Z_{сг} \cdot (1 + \beta / 100) \cdot (1 + P_{св} / 100) \quad (5.17)$$

де $N_{ф}$ – кількість найменувань оригінальних деталей, які розроблюються в процесі модернізації.

Так сумарна трудомісткість розробки конструкторської документації, яка припадає на одне найменування оригінальної деталі (90-140 годин);

$Z_{сг}$ – середньогодинна заробітна плата конструкторів;

$V_{с}$ – відрахування на соціальне страхування та в спеціальні фонди;

$P_{св}$ – процент посередніх витрат (200-300%).

$$V_{п} = 4 \cdot 100 \cdot 38 \cdot (1 + 22 / 100) \cdot (1 + 200 / 100) = 55632 \text{ грн} \quad (5.18)$$

Витрати на розробку технології виготовлення модернізованої машини:

$$B_T = \text{Нор} \cdot T_T \cdot Z_{\text{сг}} \cdot (1 + B_{\text{с}}/100) \cdot (1 + P_{\text{св}}/100), \quad (5.19)$$

де T_T – сумарна трудомісткість розробки технологічної документації, яка припадає на одне найменування оригінальної деталі (60-80 год),

$$B_T = 4 \cdot 60 \cdot 38 \cdot (1 + 22/100) \cdot (1 + 200/100) = 33379,2 \text{ грн.}$$

Витрати на виготовлення технологічного оснащення, необхідного для виробництва модернізованої машини.

$$B_{\text{осн}} = \text{Нор} \cdot \sum_{i=1}^k K_{\text{гго}}(i) \cdot K_{\text{ксм}}(i) \cdot C_{\text{об}}(i), \quad (5.20)$$

де k – кількість груп оснащення;

$K_{\text{гго}}(i)$ – коефіцієнт технологічного оснащення, по i -й групі оснащення;

$K_{\text{ксм}}(i)$ – кількість комплектів i -ої групи оснащення;

$C_{\text{об}}(i)$ – ціна одиниці оснащення i -ої групи

$$B_{\text{осн}} = 4 \cdot (0,35 \cdot 2 \cdot 4800 + 0,6 \cdot 2580 + 0,8 \cdot 3 \cdot 90 + 0,1 \cdot 3 \cdot 55) = 20562 \text{ грн.}$$

Витрати на виготовлення дослідного зразка

$$B_{\text{уз}} = (1,2 \div 1,3) \cdot C_{\text{м}} = 1,2 \cdot 137524,75 = 165029,7 \text{ грн.} \quad (5.21)$$

Витрати на виготовлення дослідної партії

$$B_{\text{дп}} = (1,1 - 1,2) \cdot C_{\text{м}} \cdot N_{\text{м}} = 1,2 \cdot 137524,75 \cdot 4 = 660118,8 \text{ грн.} \quad (5.19)$$

де $N_{\text{м}}$ – кількість машин у дослідній партії (2-8 шт).

Інші витрати на проектування та освоєння виробництва модернізованої машини:

$$I_{\text{нв}} = K_{\text{ін}}/100 \cdot \sum_{i=1}^5 \beta_{(i)} \quad (5.22)$$

де $K_{\text{ін}}$ - % на інші витрати на освоєння виробництва до суми п'яти попередніх статей витрат (10-20%).

$$I_{\text{нв}} = 10/100(55632 + 33379,2 + 20562 + 165029,7 + 660118,8) = 93472,2 \text{ грн.} \quad (5.23)$$

Сума витрат на проектування та освоєння виробництва

$$B_{\text{осв}} = 55632 + 33379,2 + 20562 + 165029,7 + 660118,8 + 93472,2 = 1028193,9 \text{ грн.}$$

Питомі витрати на проектування та освоєння виробництва модернізованої машини

$$В_{\text{пос}} = В_{\text{осв}} / Н_{\text{св}} \quad (5.24)$$

де $Н_{\text{св}}$ – середньорічна програма випуску модернізованої машини

$$В_{\text{пос}} = 1028193,9 / 100 = 10281,9 \text{ грн} \quad (5.25)$$

Обґрунтування оптової ціни модернізованої машини.

Так як сума питомих витрат менша за зниження собівартості виготовлення модернізованої машини відносно базової, то ми приймаємо оптову ціну модернізованої машини такою ж, як і у базової, тобто 165000 грн.

Річний економічний ефект заводу виробника від впровадження модернізованої машини у виробництво:

$$Е_{\text{рв}} = (Ц_{\text{опм}} - С_{\text{м}}) - (Ц_{\text{спб}} - С_{\text{б}}) - В_{\text{пос}} \cdot Е_{\text{н}}, \quad (5.26)$$

де $Е_{\text{н}}$ – нормативний коефіцієнт ефективності капітальних витрат

$$Е_{\text{рв}} = (165000 - 137524,75) - (165000 - 140250) - 10061,0,16 = 1115,45 \text{ грн.}$$

5.3. Визначення річного економічного ефекту споживача модернізованої машини.

Визначення експлуатаційних витрат, які припадають на одиницю вироблюваної продукції або роботи порівнювальних машин.

Заробітна плата обслуговуючого персоналу

$$З_{\text{п}} = \frac{\sum_{i=1}^k P_{\text{сб}}(i) \cdot P_{\text{тв}}(i)}{П_{\text{з}}} \quad (5.27)$$

Де $P_{\text{сб}}(i)$ – кількість робітників, виконуючих роботу i -го розряду;

$P_{\text{тв}}(i)$ – годинна тарифна ставка i -го розряду роботи;

K – кількість розрядів робіт, які виконують робітники

$$З_{\text{пб}} = \frac{1 \cdot 35}{3,85} = 9,09 \text{ грн./т} \quad З_{\text{пн}} = \frac{1 \cdot 35}{3,9} = 8,97 \text{ грн./т}$$

Витрати на амортизацію та ремонт машини

$$В_{\text{ам}} = K_{\text{п}} \cdot Ц_{\text{оп}} \cdot (Н_{\text{а}} + Н_{\text{р}}) / (100 \cdot П_{\text{ек}} \cdot Р_{\text{з}}) \quad (5.28)$$

де $K_{\text{п}}$ – коефіцієнт переводу оптових цін у балансову вартість (1,3-1,5);

На, Нр – норма щорічних амортизаційних відрахувань на реновацію машини, та на ремонт;

Рз – коефіцієнт, який враховує виплати податку;

$$B_{\text{рем.з}}^{\text{ам}} = \frac{1,3 \cdot 165000 \cdot (15+12)}{100 \cdot 3,57 \cdot 2000} = 8,1 \text{ грн/т}$$

$$B_{\text{рем.м}}^{\text{ам}} = \frac{1,3 \cdot 165000 \cdot (15+12)}{100 \cdot 3,67 \cdot 2000} = 7,9 \text{ грн/т}$$

Витрати на електроенергію

$$B_{\text{п}} = \frac{B_{\text{нд}} \cdot C_e}{\Pi_{\text{зм}} \cdot K_{\text{кд}} \cdot K_{\text{км}}} \quad (5.29)$$

де $B_{\text{нд}}$ – встановлена потужність електродвигунів, кВт;

C_e – ціна 1 кВт-год електроенергії, грн;

$K_{\text{кд}}$ та $K_{\text{км}}$ – коефіцієнт використання дії електродвигунів (0,85) та мережі (0,96-0,98)

$$B_{\text{пб}} = \frac{11,07 \cdot 2,4}{3,85 \cdot 0,85 \cdot 0,96} = 8,45 \text{ грн/т}$$

$$B_{\text{пм}} = \frac{7,37 \cdot 2,4}{3,9 \cdot 0,85 \cdot 0,96} = 8,35 \text{ грн/т}$$

Витрати на збереження

$$B_{\text{з}} = \frac{\sum H_{\text{з(i)}}}{\Pi_{\text{ек}}} \quad (5.30)$$

де $H_{\text{з}}$ – норматив витрат, які припадають на 1 годину збереження

$$B_{\text{зб}} = \frac{1,6}{3,57} = 0,45 \text{ грн/т}$$

$$B_{\text{зм}} = \frac{1,6}{3,67} = 0,44 \text{ грн/т}$$

Визначення суми експлуатаційних витрат, які припадають на роботи порівнювальних машин

$$E_{\text{вб}}^{\text{п}} = 9,09 + 8,1 + 8,45 + 0,45 = 26,09 \text{ грн/т}$$

$$E_{\text{вм}} = 8,97 + 7,9 + 8,35 + 0,44 = 25,66 \text{ грн/т}$$

Визначаються питомі капітальні витрати на одиницю виробленої продукції або роботи зрівнювальних машин:

$$П_{кв} = (1/П_{ек}) \cdot (Б_{вм}/Р_{зм}) \quad (5.31)$$

де Б_{вм} – балансова вартість машини;

Р_{ам} – нормативне річне завантаження машини.

$$П_{кв_6} = \frac{1}{3,57} \cdot \left(\frac{1,3 \cdot 165000}{2000} \right) = 30,04 \text{ грн/кг}$$

$$П_{кв_м} = \frac{1}{3,67} \cdot \left(\frac{1,3 \cdot 165000}{2000} \right) = 29,22 \text{ грн/кг}$$

Балансова вартість машини визначається таким чином:

$$Б_{в} = К_{п} \cdot Ц_{оп} \quad (5.32)$$

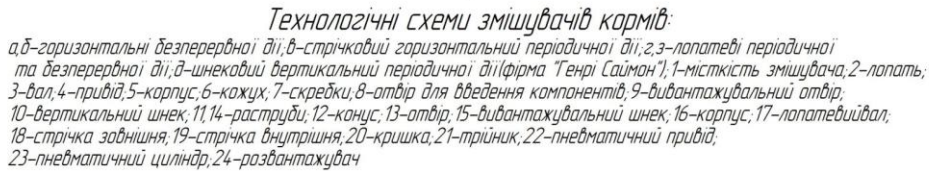
$$Б_{вм} = Б_{вб} = 1,3 \cdot 165000 = 214500 \text{ грн.}$$

Річний економічний ефект споживача модернізованої машини.

$$E_{рсп} = [(E_{вб} + E_n \cdot П_{квб}) - (E_{вм} + E_n \cdot П_{квм})] \cdot П_{екм} \cdot Р_{зм} \quad (5.33)$$

$$E_{р.сп} = [(26,09 + 0,16 \cdot 30,04) - (25,66 + 0,16 \cdot 29,22)] \cdot 3,67 \cdot 2000 = 4119,2 \text{ грн.}$$

Як видно із розрахунків і виробник і споживач модернізованої машини можуть отримати значний позитивний економічний ефект, що свідчить про ефективність конструкторських розробок, які виконані в магістерській роботі. Тому ці розробки доцільно рекомендувати до впровадження у виробництво.

[illegible]

КЛАСИФІКАЦІЯ ЗМІШУВАЧІВ КОРМІВ

МР 00.002 НЧ

ЗА ПРИЗНАЧЕННЯМ

СПЕЦІАЛЬНІ

УНІВЕРСАЛЬНІ

КОМБІНОВАНІ

ЗА ОРГАНІЗАЦІЄЮ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ

ПОРЦІЙНІ

(ПЕРІОДИЧНОЇ ДІЇ)

З НЕРУХОМОЮ КАМЕРОЮ

З РУХОМОЮ КАМЕРОЮ

ПОТОКОВІ

(БЕЗПЕРЕВНОЇ ДІЇ)

ЗА КОНСТРУКТИВНИМ ВИКОНАННЯМ

ШНЕКОВІ

СТРІЧКОВІ

РАМНІ

МАЯТНИКОВІ

ЛОПАТЕВІ

ТУРБІННІ

КЛІТКОВІ

БАРАБАННІ
РІЗНИХ ТИПІВ

СТРІЧКОВО-ШНЕКОВІ

ПРОПЕЛЕРНІ

ЦИРКУЛЯЦІЙНІ

ВІБРАЦІЙНІ

ЯКІРНІ

ШТІФТОВІ

ЗА РОЗМІЩЕННЯМ МІШАЛКИ

ГОРИЗОНТАЛЬНІ

ВЕРТИКАЛЬНІ

ПОХИЛІ

ПЛАНЕТАРНІ

ЗА КІЛЬКІСТЮ МІШАЛОК

ОДНОВАЛЬНІ

ДВОВАЛЬНІ

БАГАТОВАЛЬНІ

ЗА КІНЕМАТИЧНИМ ПОКАЗНИКОМ РОБОТИ МІШАЛКИ

ТИХОХІДНІ

ШВИДКОХІДНІ

маш. 00.002

маш. 00.002

маш. 00.002

маш. 00.002

маш. 00.002

маш.	маш.	маш.	маш.	маш.	маш.
маш.	маш.	маш.	маш.	маш.	маш.
маш.	маш.	маш.	маш.	маш.	маш.
маш.	маш.	маш.	маш.	маш.	маш.
маш.	маш.	маш.	маш.	маш.	маш.

МР 00.002 НЧ

Класифікація
змішувачів кормів

—

МР 00.002 НЧ
ар. СН-2014-19

Класифікація
змішувачів кормів

Мета досліджень – підвищення якості та ефективності приготування вологих і сухих повнораціонних та збалансованих кормових сумішок з різноманітних кормів раціону та білково-вітамінних макро і мікродобавок шляхом удосконалення лопатевої мішалки змішувача, а також обґрунтування її конструктивно-технологічних параметрів і режимів роботи.

Об'єкт досліджень – процеси змішування кормів і компонентів раціонів кормосумішки для ВРХ в порціонних змішувачах.

Предмет – технологічні та конструктивно-кінематичні і енергетичні досліджень параметри лопатевої мішалки змішувача порційної дії для приготування повнораціонної кормосумішки для великої рогатої худоби.

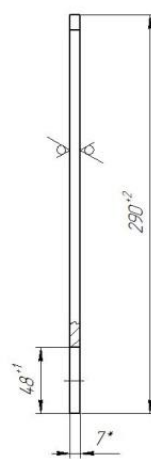
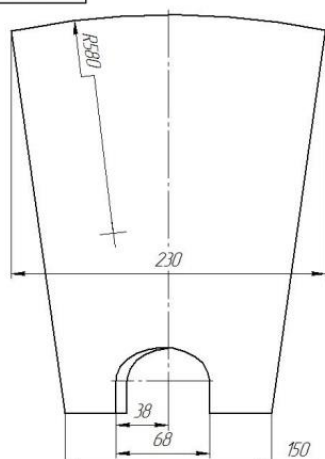
- Завдання – опрацювати літературні джерела і теоретичні передумови та дослідження визначити і обґрунтувати перспективні напрями розвитку конструкції стрічково-лопатевих змішувачів для приготування кормосумішок для ВРХ;
- обґрунтувати нову конструктивно-технологічну функціональну схему лопатевої мішалки з лівими і правими лопатями, що розташовані по периферії;
- вивчити кінетику руху і закономірності взаємодії лопатевої мішалки з монолітом компонентів кормосумішки і визначити найбільш раціональні параметри такої взаємодії;
- провести теоретичні і лабораторні експериментальні дослідження лопатевого змішувача і визначити основні показники роботи мішалки та економічну доцільність запропонованої конструкції.

Наукова новизна

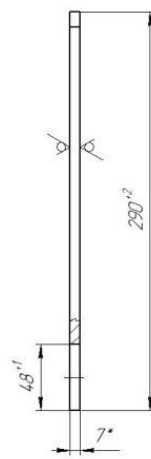
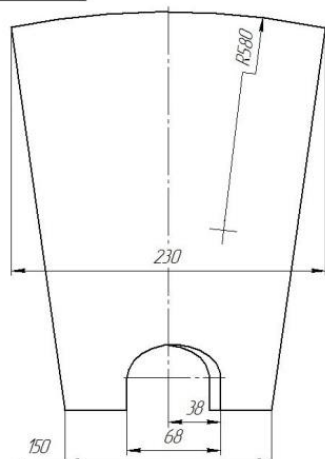
- проведена оцінка впливу кінематичних параметрів руху лівих і правих лопатей з радіальними пальцями та конструктивних елементів лопатевого змішувача на якість роботи;
- теоретично обґрунтовані основні конструктивно-технологічні параметри робочих органів вдосконаленої мішалки.

[illegible]

				MP 00. 040 65																		
				Mishalka zmiyushaya																		
				<table><tr><td>Am</td><td>Plen</td><td>Plenost</td></tr><tr><td></td><td>3525</td><td>110</td></tr><tr><td colspan="3">Am</td></tr><tr><td colspan="3">1174</td></tr><tr><td colspan="3">20. 04. 2011 19</td></tr></table>				Am	Plen	Plenost		3525	110	Am			1174			20. 04. 2011 19		
Am	Plen	Plenost																				
	3525	110																				
Am																						
1174																						
20. 04. 2011 19																						
				-																		
Kosmos				Sputnik AT																		



1. Небказані граничні відхилення розмірів $\pm T16/2$.
2. * Розміри для довідок.

[illegible]

1. Неказані граничні відхилення розмірів $\pm T16/2$.
2. * Розміри для довідок.

				MP 00.106			
				Лопать права			
				Лист Масса Норматив 2,86 12			
				Лист Листов 1			
				7х230 В ГОСТ 103-76 Литр ГОСТ 535-88 Смуга			
				ИЧТ4 ар. СН-20М119) Формат А3			
				Копировать			

