МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет інженерії та енергетики
Кафедра машиновикористання та сервісу технологічних систем

Кваліфікаційна робота
на правах рукопису

ДОБРОТВОРСЬКИЙ СЕРГІЙ ЮРІЙОВИЧ

УДК 636.32

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

Підвищення надійності механізмів стригальної машинки для овець

208 “Агроінженерія”

Подається на здобуття освітнього ступеня магістр

кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело _____С.Ю. Добротворський

Керівник роботи
Міненко С.В.
кандидат технічних наук

Житомир – 2020

АНОТАЦІЯ

Добротворський Сергій Юрійович. Підвищення надійності механізмів стригальної машинки для овець. – *Кваліфікаційна робота на правах рукопису.*

Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня магістра за спеціальністю 208 – Агроінженерія. – Поліський національний університет, Житомир, 2020.

В магістерській створено 3-D модель стригальної машинки ротаційного типу зі змінними різальними парами, проведено їх статичний аналіз на міцність та запропонована оптимальна конструкція. Моделювання дозволило виявити закономірність між зусиллям притиску в нажимному механізмі і зносом кінематично повязаних пов'язаних з ним вузлів, що призводять до зниження якості і продуктивності технологічного процесу стрижки.

Запропонована нова конструкція стригальної машинки, що дозволить суттєво підвищити її показники надійності. За результатами досліджень різального апарату стригальної машинки встановлено, що її довговічність приблизно в 8 разів більше за серійні.

Економічний ефект від впровадження розробленої ротаційної стригальної машинки склав 2764,09 грн. на одну стригальну машинку

Ключові слова: стригальна машинка, ресурс, надійність довговічність, різальна пара.

ANNOTATION

Dobrotvorskiy Sergiy Yuriyovich. Improvement of the reliability of the mechanisms of the shearing machine for sheep. – *The quality of the robot as a manuscript.*

The quality of the robot for the purpose of the master's degree for specialties 208 – Agroengineering. – Polisky National University, Zhytomyr, 2020.

A 3-D model of a rotary-type shearing machine with small cutting pairs was installed in the magister, a static analysis was carried out on the basis of the optimal design. The model made it possible to evolve the regularity of the Zusillas to the pressure in the push mechanism and wear of the kinematically tied universities connected to them, to reduce the quality and productivity of the technological process of cutting.

A new design of the shearing machine has been promoted, which will allow the sutta to advance and indicators of hope. Based on the results of the advanced cutting machine, it has been installed that the performance is 7.7 ... 8 times greater for the commercial bet of the serial shearing machines.

The economic effect of the production of rotational shearing machines from the shops 2764.09 UAH for one shearing machine

Key words: shearing machine, resource, reliability, safety pair.

ЗМІСТ

ВСТУП……..……5
РОЗДІЛ 1. ВПЛИВ НАДІЙНОСТІ НАТИСКНОГО МЕХАНІЗМУ І РІЖУЧИХ ПАР НА ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС СТРИЖКИ ОВЕЦЬ……..9
РОЗДІЛ 2. ІМІТАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ВТРАТИ ПРАЦЕЗДАТНОГО СТАНУ……..……..13
РОЗДІЛ 3. МЕТОДИКА ТА РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ……21
ВИСНОВКИ……..…….24
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ……...……..25

ВСТУП

Для забезпечення механізації основних робіт в тваринництві необхідно перейти на використання високоякісних і економічних машин, підняти їх продуктивність, надійність і термін служби.

Вівчарство є однією з найважливіших галузей тваринництва. Ця галузь забезпечує промисловість такими цінними видами сировини, як вовна,, каракуль і поставляє населенню продукти харчування – м’ясо, а так само молоко, з якого виробляють сири і бринзу. За різноманітністю виробленої продукції вівчарство не має собі рівних серед галузей продуктивного тваринництва.

В області заготовки вовни важливе значення має збільшення продуктивності електростригальних агрегатів. Стрижка овець – одна з важливих і трудомістких робіт у вівчарстві. За своєю значимістю вона стоїть в одному ряду з розведенням, годівлею та утриманням овець, так як при неякісній стрижці і хороша за якістю шерсть може перетворитися в брак. Період стрижки є вельми напруженим, так як пов'язаний з сезонністю і співпадає з термінами виробництва інших сільськогосподарських робіт. У зв'язку з цим необхідні машинки з хорошими технічними можливостями, надійні в експлуатації.

До нашої ери, коли стали приручати овець, їх не стригли, а висмикували і вичісують шерсть вручну. Пізніше, з появою ремесел, для стрижки овець стали застосовувати ручні ножиці. У 19 столітті, під час розвитку вівчарства, виникла необхідність заміни ручних ножиць механічними. Перша стригальна машинка була сконструйована в 1887 році в Австралії ірландцем Фреодоріком Йорком Волслі і складалася з гребінки і дискового ножа, а привід здійснювався за допомогою канатної передачі.

Переваги машинної стрижки полягають в полегшенні праці стригалів і підвищенні їх продуктивності. Ручними ножицями на стрижку однієї вівці

витрачалося 20…25 хвилин, машинкою від 3 до 8 хвилин в залежності від навичок стригаля; поліпшується якість і настриг вовни за рахунок більш рівномірного зрізу.

Історія розвитку машинної стрижки овець йшла в основному по шляху вдосконалення конструкції стригальної машинки. Однак навіть досконала стригальна машинка не в змозі різко вирішити в цілому проблему підвищення продуктивності праці, так як сам технологічний процес машинної стрижки майже не змінився і мало чим відрізняється від ручного. Праця стригалів як і раніше залишається найбільш трудомістким і відповідальним в сільському господарстві.

Аналізуючи вищевикладене можна сказати, що машинна стрижка тварин за допомогою ручних електричних машинок залишається основною в вівчарстві. Збільшення виробництва сільськогосподарської продукції неможливо без його технічного переозброєння. Особливого значення набувають питання зниження собівартості продукції і підвищення рентабельності. Назріла необхідність в удосконаленні машинок для стрижки тварин. Одним з таких напрямів є забезпечення якості технологічного процесу стрижки і надійності натискного механізму і ріжучих пар стригальної машинки. Підвищення надійності в кінцевому підсумку призводить до економічного ефекту. Важливо вибрати спосіб забезпечення надійності, при якому цей ефект буде максимальним. Рішення проблеми надійності машинки для стрижки тварин засновано на розширенні науково-дослідних і конструкторських робіт.

Мета і задачі дослідження. підвищення надійності ріжучих пар і натискного механізму стригальної машинки для тварин.

Таким чином, виходячи з цілей даної роботи, визначені основні завдання дослідження:

1. Виявити причини виникнення відмов стригальних машинок і встановити можливості підвищення надійності її деталей і вузлів.

2. Обґрунтувати показники надійності натискного механізму, ріжучих пар і кінематично пов'язаного з ними ексцентрикового механізму і способи підвищення їх надійності. Виявити допустимий і граничний знос контрольних деталей натискного механізму.

3. Розробити рекомендації щодо підвищення та забезпечення надійності стригальних машинок з оптимізацією показників безвідказної роботи нажимного механізму, ріжучих пар і ексцентрикового механізму.

Об’єкт дослідження є процес функціонування машинки для стрижки тварин і її найменш надійних вузлів: натискного механізму і ріжучих пар.

Предмет дослідження: закономірності зносів і показники надійності, методи і способи підвищення надійності стригальних машинок.

Методи дослідження. Основні дослідження виконано з використанням загальнонаукових методів пізнання, теорії надійності, трибології та механіки. Обробку експериментальних даних виконано за допомогою методів математичної статистики.

Перелік публікацій за темою роботи:

1. Савченко В. М., **Добротворський С. Ю.** Сучасний стан та перспективи розвитку механізації стрижки овець. Збірник тез V-ї Всеукраїнської науково-практичної конференції «*Перспективи і тенденції розвитку конструкцій та технічного сервісу сільськогосподарських машин і знарядь*». 28-29березня 2019 року м. Житомир. ЖАТК. С. 264-276.

2. **Добротворський С. Ю**. Імітаційне моделювання процесу втрати працездатного стану. Збірник тез *VI-ї* всеукраїнської науково-практичної конференції «*Перспективи і тенденції розвитку конструкцій та технічного сервісу сільськогосподарських машин і знарядь*» 9-10 квітня 2020 року. Житомир : ЖАТК. С. 169-183.

3. **Добротворський С. Ю.** Методика проведення досліджень та результати випробовування запропонованої конструкції стригальної машинки. IX Міжнародної науково-технічної конференції «*Технічний прогрес у*

тваринництві та кормовиробництві», 5-24 жовтня 2020 року, смт. Глеваха Київської області, Національний науковий центр «ІМЕСГ» НААН України. м. Київ, Національний університет біоресурсів і природокористування України. Видавничий центр НУБіП України, 2020.

Практичне значення одержаних результатів. Результати роботи можуть бути впровадженні в тваринницьких комплексах агропромислових підприємств України.

Структура та обсяг роботи. Кваліфікаційна робота складається з вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел з 18 найменувань. Загальний обсяг роботи становить 26 сторінок комп’ютерного тексту, містить 10 рисунків.

РОЗДІЛ 1
ВПЛИВ НАДІЙНОСТІ НАТИСКНОГО МЕХАНІЗМУ І РІЖУЧИХ ПАР НА ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС СТРИЖКИ ОВЕЦЬ

Надійність є найважливішою характеристикою будь-якої сучасної технічної системи, головним чином визначає її ефективність.

Проблема надійності тваринницького обладнання має важливе значення перш за все тому, що ненадійна техніка завдає значний економічний збиток, пов'язаний з витратами на запасні частини, ремонт обладнання і зміст технічного сервісу. Від надійності залежиь безпека, економічність, ресурс роботи. Надійність – один з основних показників якості продукції. Недостатня надійність знижує ефективність експлуатації будь-якого механізму. В процесі експлуатації, зберігання і транспортування технічний стан обладнання та його окремих елементів погіршується, а ненадійні вироби частіше виходять з ладу [1-4].

Стрижка овець доволі складний і затратний процес. Від обладнання і устаткування яке буде використовуватись залежить не тільки якість але й продуктивність процесу [5-9].

Конструктивного вдосконалення вимагає нажимний механізм стригальної машинки. Існуючий нажимний механізм з похилим розташуванням стрижня направляючої, є невдалим. Горизонтальна складова сили притиску ножа до гребінки, при похилому розташуванні стрижня направляючої, виштовхує важіль з корпусу стригальної головки, що призводить до передчасного зносу сфери центру обертання важеля і порушення нормального режиму роботи стригальної машинки. Необхідно виключити однобічний знос центру обертання важеля і зберегти сталість притиску ножа по всій ширині гребінки, наприклад, зробити притиск прямим [7].

Надійність натискного механізму істотно впливає як на енергетичні витрати, так і на якість стрижки. При недостатньому зусиллі притиску ножа до

гребінки на шкірі вівці залишаються смуги підвищеного зрізу вовни, а при повторному проході машинки по цьому місцю з'являється порізи. При надмірному зусиллі притиску починає нагріватися ріжучий пара, натискний і передавальний механізми, а також перегрівається від перевантаження електродвигун [8].

Це відбувається внаслідок того, що в процесі експлуатації змінюються геометричні розміри деталей натискного механізму. Спочатку верхня головка паравляючого стрижня збігається з геометричною віссю центру обертання важеля і переміщаючись утворює конуса, стрижень надає однакове зусилля притиску в середньому і крайньому положеннях важеля. Однак у міру зносу (укорочення) стрижня верхня головка відходить від вершини конуса в результаті чого в середньому положенні важеля зусилля притиску відповідає нормі, а в крайніх положеннях ножа притискається до гребінки недостатньо і якість стрижки погіршується. Це призводить до розмикання ножа з гребінкою в крайніх положеннях, що викликає защемлення вовни або забивання, до підвищення динамічних навантажень у ланках механізму за рахунок їх податливості, що призводять до поломки деталей або виходу їх з ладу. При цьому відзначаються пружні коливання всієї системи [9-13].

Збільшення сили притиску в серійному нажимному механізмі, одночасно з позитивним забезпеченням притиску ножа до гребінки, викликає такі негативні явища як: виникнення поздовжньої складової реакції опори важеля, що обумовлює знос контактуючих поверхонь – центру обертання і підпятника важеля; надмірне збільшення притискного зусилля при розбіжності проекції верхньої опори стержня направляючої з віссю або центром обертання важеля, що різко посилює знос не тільки нажимного, але і ріжучого механізму, в результаті чого частіше доводиться здійснювати переточування ріжучої пари - ножа і гребінки; у частково зношеного стрижня направляючої (довжина зменшилася на 0,5 мм) нерівномірність притиску ножа до гребінки склала більше 30%. Це викликає необхідність збільшити притискне зусилля в центрі,

щоб компенсувати його зниження в крайніх положеннях ножа, що призводить до збільшення енергоємності процесу, збільшеному нагрівання електродвигуна і передчасного виходу деталей з ладу [13-14].

Також на надійність стригальної машинки в цілому і натискного механізму і ріжучих пар зокрема впливає кваліфікація стригаля. При стрижці однієї вівці стригаль повинен виконати 10...12 прийомів, 60...68 рухів, близько 300 дій, які повинні бути доведені до автоматизму. Разом з тим в ході тривалої роботи з'являється стомлюваність, збільшується напруженість уваги і природно знижується інформаційна надійність і продуктивність стригаля.

В ході проведення випробувань на надійність стригальних агрегатів в умовах експлуатації в господарствах Житомирської області встановлено, що стригалі вищої кваліфікації раціональніше використовують свої можливості протягом тривалого часу роботи, менше допускають помилок в порівнянні з менш кваліфікованими працівниками [12-17].

У зв'язку з нетривалістю сезону стрижки овець виникають складності в забезпеченні стригальних пунктів постійними кадрами висококваліфікованих стригалів, пред'являються підвищені вимоги до ефективності використання стригального техніки і обладнання.

Кількість виробленого в Україні стригального обладнання достатнє для задоволення попиту споживачів. Недоліком стригального обладнання є його низька якість, особливо ріжучих пар. Низька якість перектривалося 2..3 кратним перевиробництвом. Господарства були змушені купувати по кілька додаткових стригальних агрегатів, щоб не зірвати терміни стрижки, що позначалося на собівартості продукції [18].

У зв'язку з вищевикладеним, в даний час одним з основних питань при організації стрижки є забезпечення надійності стригального обладнання. Рішення проблеми надійності є однією з ключових проблем при розробці, виробництві і експлуатації машин різного типу і призначення.

Висновки по розділу 1

На підставі аналізу даних, отриманих при дослідженні надійності високочастотних стригальних агрегатів в умовах експлуатації в господарствах Житомирської області (зона тонкорунного вівчарства) нами запропоновано шляхи конструктивного вдосконалення стригального обладнання з метою підвищення його надійності. На підставі вищевикладеного нами зроблено висновок: необхідно підвищити надійність стригального обладнання за рахунок конструктивного вдосконалення, поліпшення технології виготовлення, впровадження організаційних заходів і підвищення якості технічного обслуговування.

РОЗДІЛ 2
ІМІТАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ВТРАТИ ПРАЦЕЗДАТНОГО СТАНУ

Нині всі закордонні технічні розробки здійснюються за допомогою персонального комп'ютера (ПК) з використанням різноманітних пакетів програмного забезпечення. В нашій країні відсутні чіткі алгоритми тривимірного проектування та імітаційних досліджень машин. Тому методика проектування технічних засобів з використанням тривимірного моделювання, яка б спрощувала сам процес розробки і підвищувала достовірність результатів, є доцільною і перспективною..

Нині існуючі пакети програмного забезпечення (оболонки) AutoCAD, Solid Works, Kompas, T-Flex та інших грунтуються на Basic, C++, Paskal та інших мовах програмування, основою яких є математика. Для користувача спрощена візуалізація математичних даних [12-17].

Тривимірне моделювання за допомогою ПК ґрунтується на роботі з масивами векторів. Створивши тривимірну модель, користувач автоматично створює математичну модель, яку обробляє та візуалізує ПК за допомогою процесора й відеокарти відповідно. Саме тому при роботі в 3-D середовищі вирішальними є параметри останніх.

Вищезазначене програмне забезпечення дозволяє проектувати машини та технологічні процеси. Відмінність в них така, що одні пакети пропонують комплекси вузько направлених (самостійних) програм, а інші мають в основі одну робочу оболонку з можливістю використання додаткових (несамостійних) плагінів.

Існує багато навчальної літератури, де описано як створювати окремі елементи, проте рекомендацій щодо комплексного підходу до проектування технічних засобів не існує [12-17].

З метою візуалізації та узгодження деталей у вузлах та конструкції взагалі, були розроблені комплекти різальних пар та конструкції стригальних машинок ротаційного типу, що показані на рисунках 5 та 6 відповідно.

Конструкція б рисунка 5 має закриту передачу та вмонтований в ручку електродвигун, що підвищує надійність та якість роботи машинки.

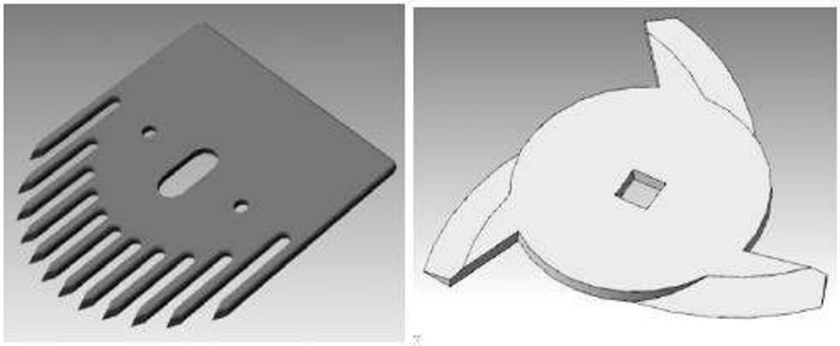
Різальний апарат може бути виготовлений із сталі 65Г ГОСТ 14959-79 чи іншої інструментальної марки.

Для визначення попередньої маси технічного виробу необхідно задати характеристики матеріалів і інших його деталей. Після цього є можливість визначити моменти інерції деталей та головних моментів інерції машини.

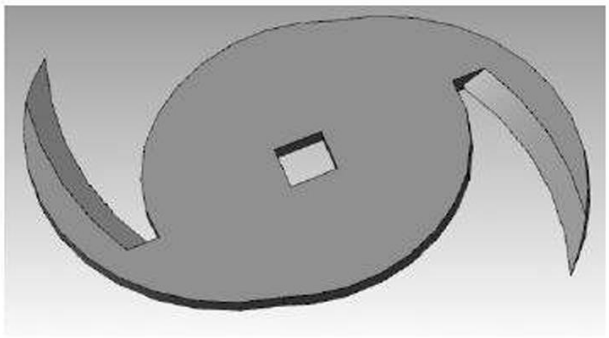
З метою імітаційної перевірки перерізання вовни, а також визначення граничних умов роботи різальних пар та вузлів стригальної машинки [10], були проведені розрахунки за теорією температурних напружень, використовуючи метод кінцевих елементів на міцність з урахуванням фізико-механічних властивостей вовни, різального апарата та деталей машинки, за умов защемлення вовни, прикладення критичної сили руйнування (навантаження леза ножа по всій довжині критичною силою різання 23 Н та силою притискання ножа до гребінки 14 Н) та технологічних параметрів (швидкість подачі 0,6 м/с, частота обертання ножа 2700 об/хв).

Імітаційний зріз вовни (рис. 2.1) підтвердив класичні теоретичні передумови та дав змогу наочно встановити епюри розподілення руйнівних напружень у зразку вовни. Наведене вище дає підставу відзначити, що складена нами імітаційна 3-D модель перерізання вовни відповідає математичній моделі перерізання вовни, яку вирішує комп’ютер та видає результат про ефективність зрізу і розподілення головних напружень у матеріалі та робочому органі.

Імітаційні дослідження підтверджують, що максимальні зусилля виникають на кромці леза ножа. При перерізані вовни є змога встановити величину розподілення напружень на ножі з урахуванням граничних режимів його роботи (рис. 2.2).

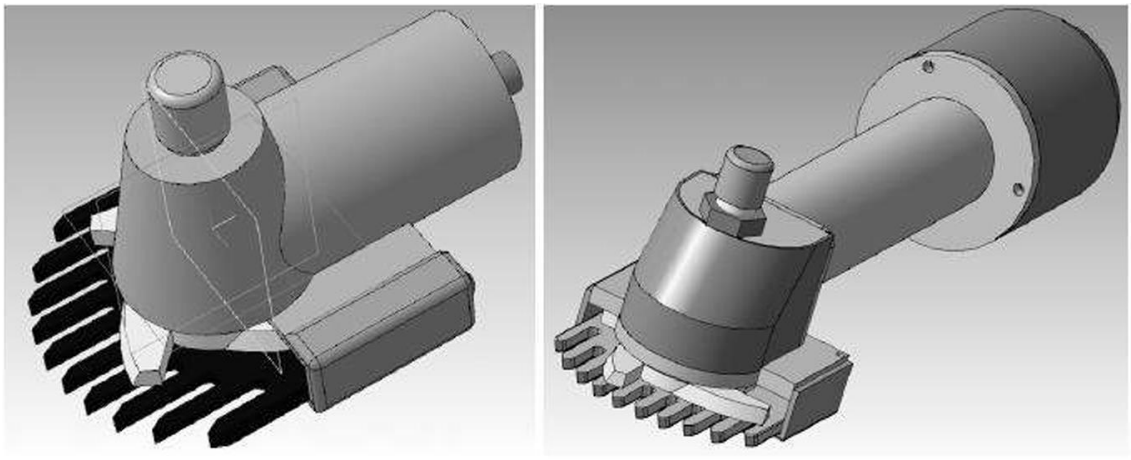


а б



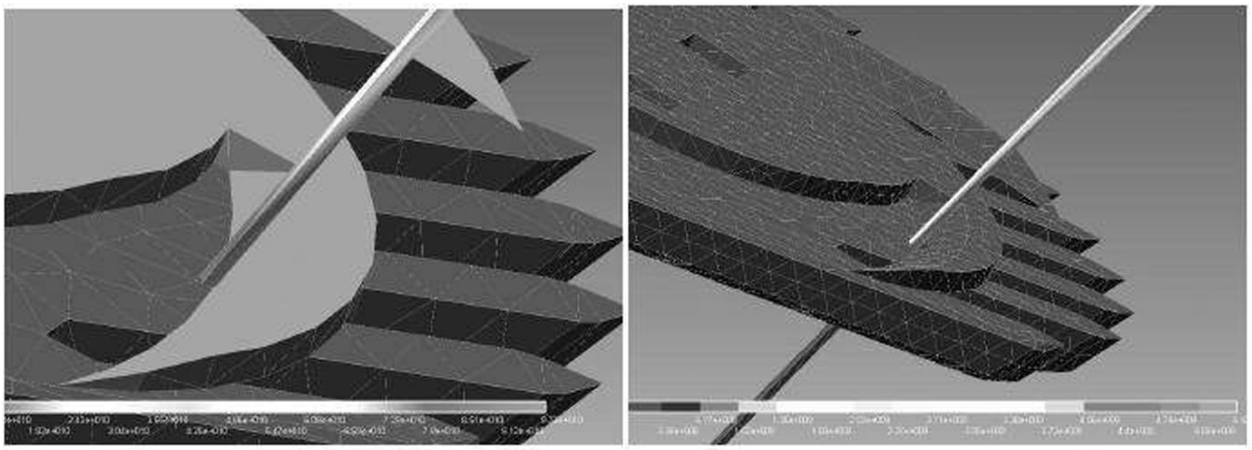
в

Рис. 2.1. Комплект різальної пари з дисковими ножами: *а* – гребінка; *б* – дисковий ніж із зовнішньою різальною кромкою; *в* – дисковий ніж із внутрішньою різальною кромкою



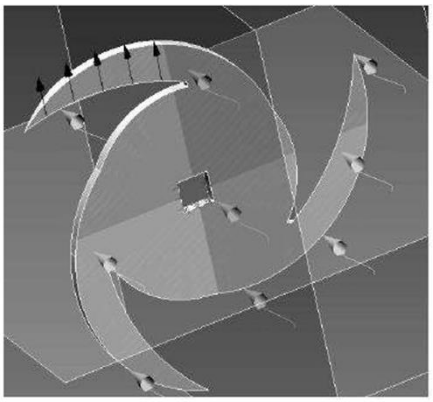
а б

Рис. 2.2. Тривимірні моделі стригальних машинок ротаційного типу: *а* – стригальна машинка ротаційного типу з суцільною відкритою головкою та зовнішнім приводом; *б* – стригальна машинка ротаційного типу зі з’ємною головкою та приводом, що кріпиться до ручки

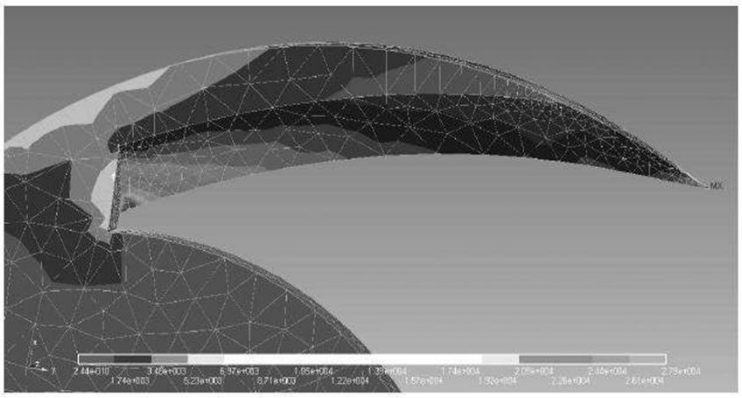


а б

Рис. 2.3. Імітаційний зріз вовни: а – градієнт (3D-епюра) розподілення переміщень; б – градієнт (3D-епюра) розподілень напружень



а



б

Рис. 2.4. Імітаційні випробування на міцність: а – схема розподілення зовнішніх сил на ніж; б – градієнт розподілення напружень по поверхні ножа

Найнебезпечнішою є зона переходу леза в маточину ножа, напруження в якій не повинно перевищувати допустимого для даного матеріалу рівня.

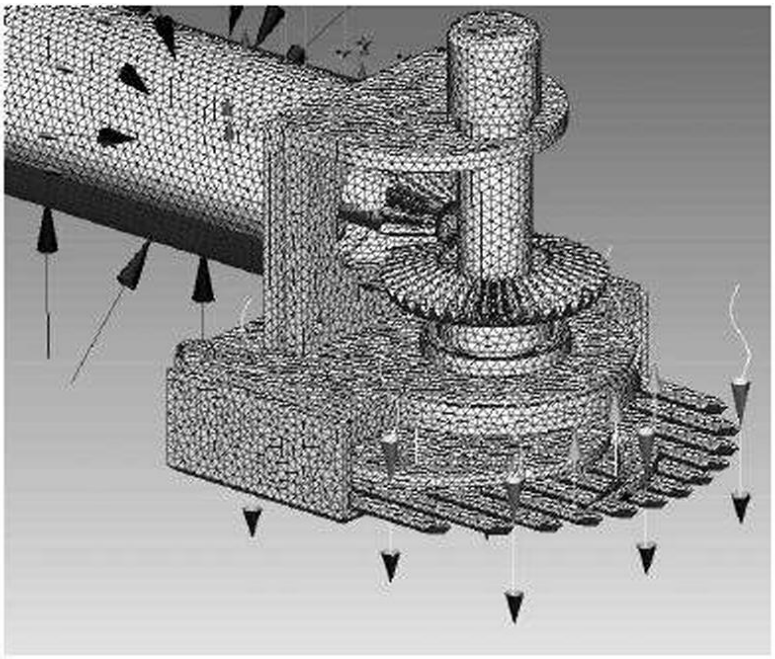
Проведені також імітаційні дослідження на міцність стригальної машинки ротаційного типу з урахуванням усіх внутрішніх зусиль, що виникають у вузлах за умови прикладення критичної сили різання вовни (рис. 2.5 а).

Імітаційні дослідження конструкції стригальної машинки дають змогу передбачати необхідний запас міцності її елементів (рис. 2.5, б). При цьому є можливість окремі з них (наприклад ручку, головку виготовити з інших легших менш міцних матеріалів. Це, в свою чергу, дасть змогу зменшити масу машинки, полегшити працю стригаля.

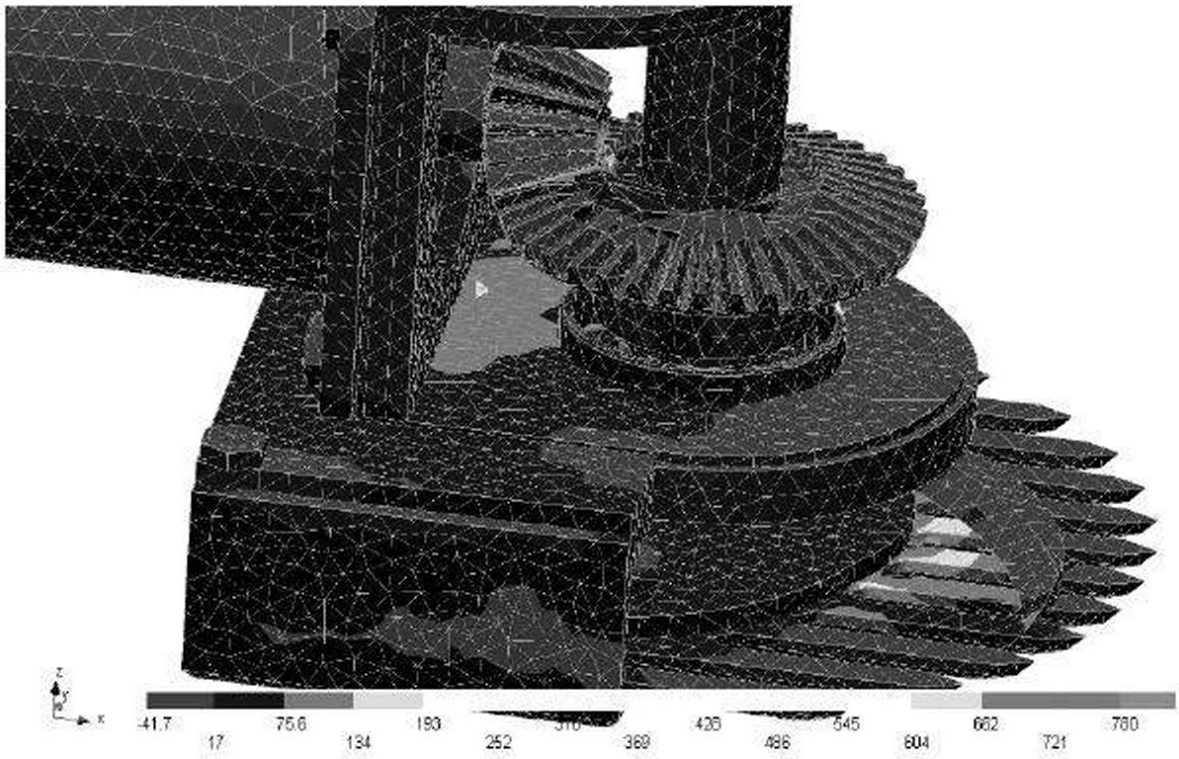
За допомогою були виконані попередні дослідження в тривимірному середовищі для визначення сил, що діють на деталі при динамічному навантаженні критичного зусилля різання та сили притискання ножа до гребінки. Вивчені можливості зменшення маси, усунення вібрацій, спрощення обслуговування, покращення ергономічності та дизайну — прототипу різального апарата та стригальної машинки (рис. 2.5).

Попередні випробування різального апарата та стригальної машинки ротаційного типу за програмами дають змогу встановити такі залежності змін (будь-якої точки, кривої, поверхні чи деталі стригальної машинки) в часі:

- переміщення, швидкості та прискорення,
- сил та моментів інерції,
- реакцій та вібрацій у парах контакту (вузлах).



а



б

Рис. 2.5. Імітаційні випробування на міцність конструкції стригальної машинки*:* а – схема розподілення зусиль; б – розподілення головних напружень по машинці

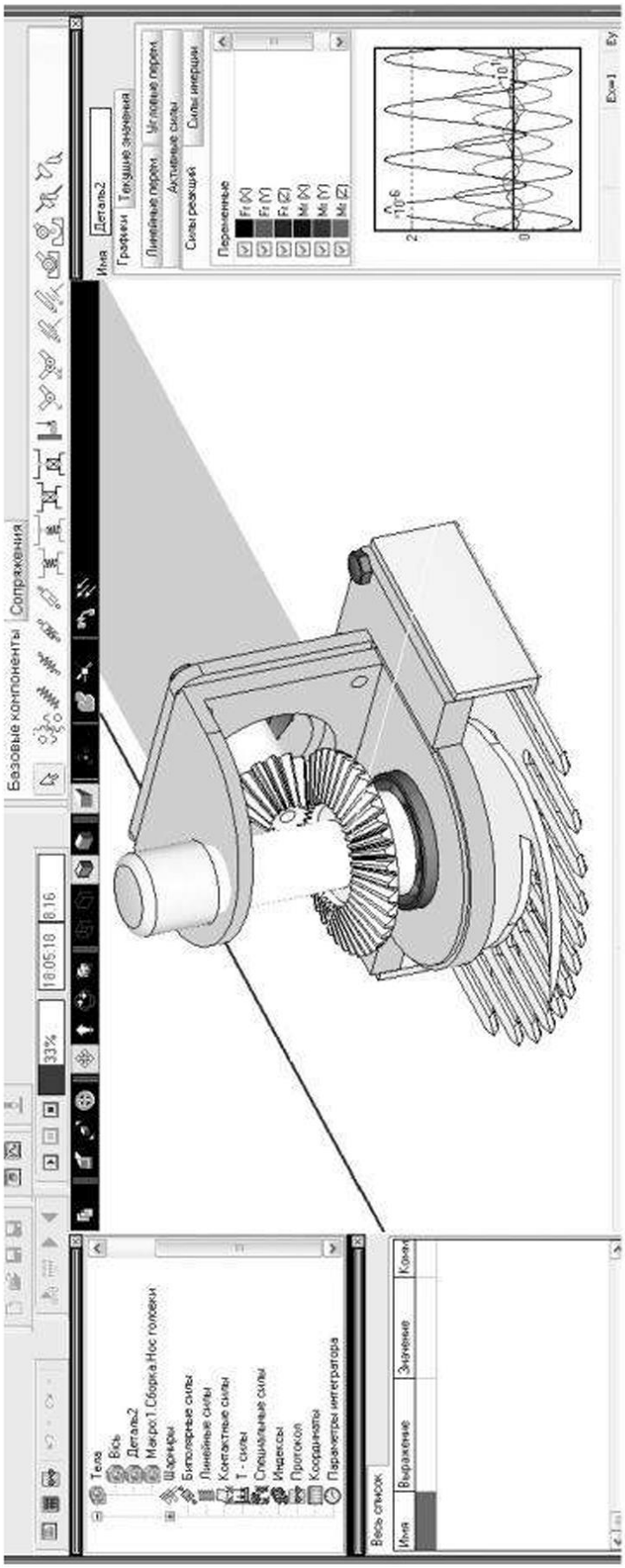


Рис. 2.6 Попередні кінематичні випробовування різального апарата та стригальної машинки

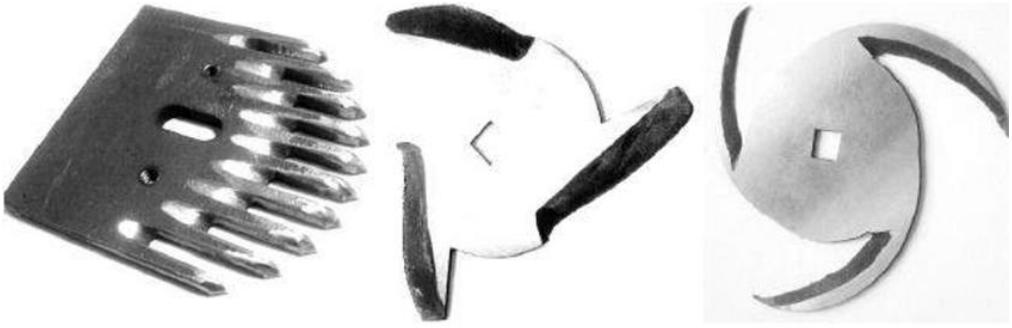
З вищезазначеного можна зробити **висновки**, що нами складений алгоритм проведення імітаційних досліджень у тривимірному середовищі:

- створення нової 3-D моделі або вдосконалення вже відомих технічних рішень та покращення їх ергономіки й дизайну (візуалізація та визначення матеріалу деталей);
- визначення основних фізичних параметрів (об’єму, маси, моментів інерції);
- накладання та визначення в’язей та ступенів вільностей;
- задання та визначення траєкторій руху, швидкостей та прискорень деталей, а також сил взаємодії та реакцій у вузлах;
- визначення допустимих навантажень на робочі органи та вузли машини спочатку в статиці, потім у динаміці;
- аналіз одержаних даних;
- виготовлення прототипу;
- лабораторні та виробничі випробування.

Таким чином було створено 3-D модель стригальної машинки ротаційного типу зі змінними різальними парами, проведено їх статичний аналіз на міцність

РОЗДІЛ 3
МЕТОДИКА ТА РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

З використанням тривимірної моделі було створено робочі креслення деталей стригальної машинки, за якими було виготовлено комплекти різальних пар (гребінка з двома варіантами ножів), що зображені на рисунках 3.1 та 3.2 відповідно.



а б в

Рис. 3.1. Комплект різальної пари з дисковими ножами: а – гребінка, б – дисковий ніж із зовнішньою різальною кромкою; в дисковий ніж із внутрішньою різальною кромкою.

Рис. 3.2. Стригальна машинка ротаційного типу.

Запропонована стригальна машинка (рис. 3.3) має дисковий різальний апарат ротаційного типу.

Рис. 3.3. Досліджувані машинки.

Таким чином, дослідною стригальною машинкою було обстрижено, в рамках досліду, 176 голів тонкорунних овець, результати експлуатаційних випробовувань показано на рис. 3.4.

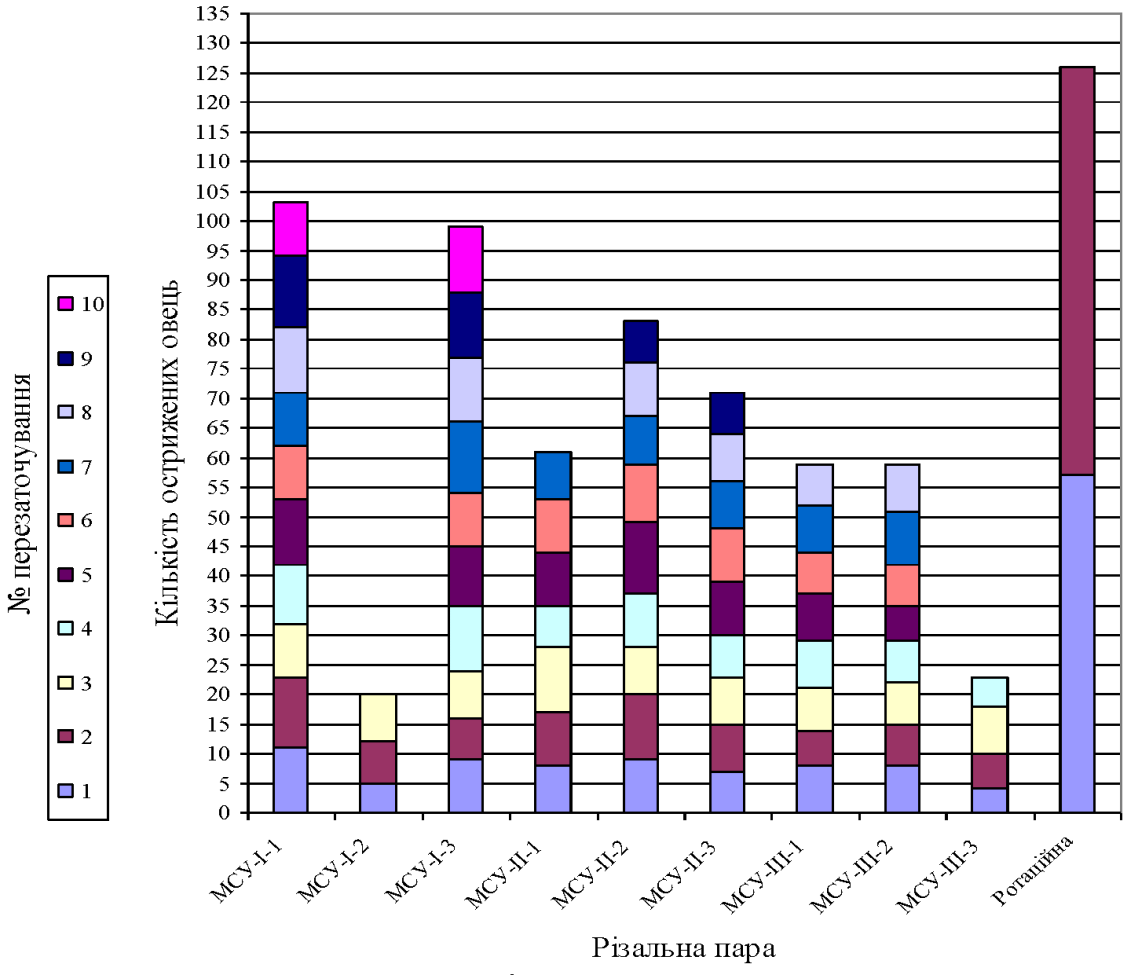


Рис. 3.4. Діаграма наробітку до відмови (затуплення-перезаточування) різальних пар.

Економічний ефект від використання стригальних машинок отримуємо за рахунок: підвищення якості вовни, збільшення продуктивності праці стригаля, зменшення ремонтних операцій стригальної машинки.

Розрахунок економічного ефекту виконували за прийнятою в державному стандарті методикою і він склав 2764,09 грн. на одну стригальну машинку

Висновки по розділу 3

В третьому розділі магістерської роботи представлено загальний вигляд запропонованої конструкції стригальної машинки, методику проведення експлуатаційних досліджень та їх результати.

ВИСНОВКИ

1. Застосування чисельних методів з використанням ПК дає змогу прискорити й підвищити ефективність досліджень стригальних машин при їх проектуванні.

2. Створено 3-D модель стригальної машинки ротаційного типу зі змінними різальними парами, проведено їх статичний аналіз на міцність.

3. Виявлено закономірність між зусиллям притиску в нажимному механізмі і зносом кінематично повязаних пов'язаних з ним вузлів, що призводять до зниження якості і продуктивності технологічного процесу стрижки;

4. Запропонована нова конструкція стригальної машинки з підвищеним ресурсом

5. За результатами досліджень різального апарату стригальної машинки встановлено, що довговічність в 7,7…8 разів більший за різальні пари серійних стригальних машинок.

6. Економічний ефект від впровадження розробленої ротаційної стригальної машинки склав 2764,09 грн. на одну стригальну машинку

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Машини і обладнання для тваринництва. Електроний ресур - http://rodak.if.ua/mot/teoria/tema_10.htm

2. Механізація та автоматизація у тваринництві і птахівництві / за ред. О.С. Марченка. Київ : Урожай, 1995. 312 с.

3. Машини і обладнання для тваринництва: підручник для студентів аграрних навчальних закладів І-ІІ рівнів акредитації / за ред. І. І. Ревенко, Ніжин: Видавець ПП Лисенко М. М. 2017. 304 с.

4. Сиротюк В. М. Машини та обладнання для тваринництва: навчальний посібник. Львів : видавець В.М. Піча, 2004. 200с.

5. Машини і обладнання для тваринництва та птахівництва : посібник / за ред. В. І. Кравчука, Ю. Ф. Мельника. Дослідницьке : УкрНДІПВТ ім. Погорілого, 2009. 207 с.

6. Брагінець М. В., Педченко П. В., Резчик І. Г. Монтаж, експлуатація і ремонт машин у тваринництві. Київ : Вища школа, 1991. 359 с.

7. Бєлєхов І. П. Механізація і автоматизація тваринницьких ферм і комплексів. Київ : Освіта, 1993. 240с.

8. Регуш В.В. Организация технического обслуживания машин в животноводстве. Москва : Россельхозиздат, 1987.239 с.

9. Механізація виробництва продукції тваринництва / за ред. Ревенка І.І. Київ : Урожай, 1994. 264с.

10. Кормановский Л.П., Морозов Н И., Цой Л.М. Обоснование системы технологий и машин для животноводства. М.: ИК «Родник», ж-л «Аграрная наука», 1999, с. 228.

11. Машини і обладнання для тваринництва / за ред. І. І.Ревенко. Ніжин, видавець ПП Лисенко М.М., 2016. 584 с.

12. Офіційний сайт компанії autodesk [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.autodesk.ru/

13. Офіційний сайт компанії solidworks [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.solidworks.ru/

14. Офіційний сайт компанії Аксон [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://ascon.ru/

15. Офіційний сайт компанії t-flex [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.tflex.ru/

16. Офіційний сайт visual basic [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.visualbasic.org/

17. Сайт C++ [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://cpp.com.ru/.

18. ДСТУ 2860–64. Надійність техніки. Терміни та визначення. Київ : Держстандарт України, 1994. 91 с.