

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Механіко – технологічний факультет

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

Завідувач кафедри
охорони праці та біотехнічних систем у
тваринництві
(назва кафедри)

_____ Хмельовський В.С.
(підпис) (ПІБ)

« _____ » _____ 2025 р.

ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ БАКАЛАВРА

на тему «Механізація процесу стрижки овець з удосконаленням
заточувального пристрою»

Спеціальність 208 «Агроінженерія»

Гарант освітньої програми

_____ К.Т.Н., доцент _____ Сівак І.М.
(науковий ступінь та вчене звання) (підпис) (ПІБ)

Керівник дипломного проєкту бакалавра

_____ К.Т.Н., доцент _____ Ребенко В.І.
(науковий ступінь та вчене звання) (підпис) (ПІБ)

Виконав

« _____ » _____

_____ Гаврильченко Богдан Ігорович
(підпис) (ПІБ)

КИЇВ – 2025

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Механіко-технологічний факультет

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

охорони праці та біотехнічних систем у
тваринництві

д.т.н., проф. _____ Хмельовський В.С.
(наук. ступ., вч. звання) (підпис) (ПІБ)
« _____ » _____ 2025 р.

З А В Д А Н Н Я

на виконання дипломного проєкту бакалавра студенту

Гаврильченко Богдан Ігорович

(прізвище, ім'я, по батькові)

Спеціальність _____ 208 «Агроінженерія»

(код і назва)

Тема дипломного проєкту бакалавра на тему «Механізація процесу стрижки овець з удосконаленням заточувального пристрою»

затверджена наказом ректора НУБіП України від «26» листопада 2024р. №2098 «С»

Термін подання завершеної роботи (проєкту) на кафедру: _____ 20.05.2025

(рік, місяць, число)

Вихідні дані до дипломного проєкту бакалавра: технічні характеристики існуючого навантажувача кормів

Перелік питань які потрібно розробити _____

Вступ

1 СТАН ПРОБЛЕМИ, МЕТА І ЗАВДАННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ

2 ТЕОРЕТИЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ СТРИГАЛЬНИХ МАШИНОК

3 ПРОГРАМА ТА МЕТОДИКА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

4 РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

5 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ДОСЛІДЖЕНЬ

Висновки

Перелік графічного матеріалу: Класифікація конструктивних особливостей стригальних машинок; Залежність сили для зрізу вовни від швидкості руху ножа; Кінематична схема машинки з пружним елементом; Схема машинки з колінчастим натискним стрижнем; Загальний вигляд машинки з колінчастим натискним стрижнем; Діаграма швидкості обертання диска шліфувальної машини ТА-1 під час процесу заточування

Дата видачі завдання «01» грудня 2025 р.

Керівник дипломного проєкту бакалавра _____

(підпис)

Ребенко В.І.

(прізвище та ініціали)

Завдання прийняв до виконання _____

(підпис)

Гаврильченко Б.І.

(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Він складається з реферату, ілюстрацій, таблиць, 32 посилань, 5 додатків та 12 малюнків.

Ключові слова: заточувальний пристрій, ріжучі пари, гострота, стрижка, ефективність.

Огляд існуючих стригальних машинок показав, що у промисловому вівчарстві стрижка овець здійснюється з допомогою ручних електричних машинок. Встановлено, що 44% досліджуваних базових машин МСУ-200 і мають суттєвий конструктивний недолік у порушенні геометрії корпусу або натискного механізму і, внаслідок чого, дрібається нерівномірне притискання ножа до гребінки. Для забезпечення рівномірного притискання ножа до гребінки, усунення відхилень центрів коливання завзятого стрижня та важеля від осі, перпендикулярної площини гребінки при експлуатації, розроблена конструкція стригальної машинки з вертикальним натискним механізмом та колінчастим стрижнем.

ЗМІСТ

Вступ	6
1 СТАН ПРОБЛЕМИ, МЕТА І ЗАВДАННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ	9
1.1 Аналіз технологій та способів стрижки овець. Зоотехнічні вимоги до стрижки	9
1.2. Історія розвитку машинної стрижки овець	12
1.3 Аналіз робочих органів і параметрів стригальних машинок	15
2 ТЕОРЕТИЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ СТРИГАЛЬНИХ МАШИНОК	20
2.1 Машинки з опорою важеля у верхній частині корпусу і вертикальним натискним механізмом	20
2.2 Машинка з пружним елементом	21
2.3 Машинка з колінчастим натискним стрижнем	23
3 ПРОГРАМА ТА МЕТОДИКА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ	33
3.1 Методика визначення моменту інерції важеля машинки	33
4 РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ	39
4.1 Результати з визначення моменту інерції важеля стригальної машинки	39
5 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ДОСЛІДЖЕНЬ	42
5.1 Розрахунки виробничих витрат і капітальних вкладень на одиницю виконаної роботи	42
Висновки	46
Список використаної літератури	48

ВСТУП

Нині недостатньо вивчені та висвітлені в літературі питання впливу натискного механізму на ступінь ефективності роботи стригальної машинки. Технічний стан стригальних машинок оцінювали без урахування такого найважливішого показника, що безпосередньо впливає на робочий процес, як рівномірність зусилля притиснення ножа до гребінки.

Рівномірність забезпечується похилим натискним механізмом тільки в разі дотримання абсолютної геометричної точності конструкції, коли верхня точка наполегливого стрижня і центр хитання важеля лежать на одній осі перпендикулярній площині гребінки. У зв'язку з цим роботи з удосконалення конструкції стригальних машинок у напрямку підвищення ефективності стрижки овець є актуальними.

До теперішнього часу не всі недоліки усунуто, тому потрібні дослідження і подальші вдосконалення.

Мета роботи - підвищити ефективність стрижки овець шляхом удосконалення натискного механізму стригальних машинок, що забезпечує рівномірність притиснення ножа до гребінки в процесі роботи.

У ряді питань, що стоять перед сучасним сільським господарством та визначають пріоритетні напрями його розвитку, питання підвищення ефективності технологічних процесів отримання та переробки продукції тваринництва є одним із найбільш значущих.

Згадані технологічні процеси відрізняються складною організацією, трудомісткістю, великою кількістю зовнішніх факторів, що визначають значення якісних показників конкретного процесу. Це тим, що технологічний процес сучасного механізованого тваринництва є роботу складної біотехнічної системи, що з трьох ланок: людини-оператора, машини (механізму) і тварини. Порушення правильної взаємодії ланок системи призводить до цілого ряду негативних наслідків, серед яких захворювання тварин, зниження їхньої продуктивності, погіршення якості виробленої продукції. Оптимізація роботи системи дозволить підвищити якість одержуваної сировини.

Серед технологічних процесів тваринництва, які є представниками роботи системи «людина - машина - тварина», великий інтерес на сьогоднішній день представляє механізована стрижка овець, яка за складністю, відповідальністю, трудомісткістю та небезпекою для виконавця стоїть в одному ряду з машинним доїнням корів та пуху кіз. І тут у ролі людини-оператора виступає стригаль, під машиною розуміється машинка для стрижки овець, а твариною є вівця.

Серед технологічних процесів тваринництва, що представляють собою роботу системи «людина-машина-тварина», механічна стрижка овець викликає великий інтерес у наш час. І це складно. Відповідальність

Інтенсивність праці А ризик для пастуха порівнянний з ризиком доїння корів та стрижки овець машинами, у цьому випадку оператором є стригаль.

Вівчарство є однією з найважливіших галузей сільського господарства в період відродження і має першочергове значення з точки зору різноманітності виробленої продукції. Серед усієї отриманої сировини хутро є найважливішим продуктом. Грубу вовну використовують для виготовлення грубих тканин, трикотажу та валяного взуття. Тонка та напівтонка вовна використовується як сировина для виробництва високоякісних вовняних тканин та трикотажних машин.

Стрижка овець за допомогою ножиць проводиться на вівцефермах нашої країни вже понад 60 років, але продуктивність ножиць все ще значно відстає від світових стандартів.

Ефективність роботи ножиць для металу залежить не лише від рівня професійного володіння технікою різання металу та наявності чи відсутності спеціальних навичок. Але це також залежить від правильного та доцільного використання ножиць по металу відповідно до технічних принципів.

Ножиці зазнали найрізноманітніших удосконалень протягом багатьох років, але слід зазначити, що принцип роботи ріжучого пристрою не змінився. Його використовують у машинах, що використовуються великими виробниками стрижки вовни. У представленій тут статті (Актюбсільмаш, Лістер, Хайнігер, Волслі) описано ріжучий пристрій, який працює за принципом ножиць і поєднує рухому частину (ніж) з нерухомою частиною (гребінкою), утворюючи ріжучу пару.

Практика та дослідження показали, що серед вітчизняних та зарубіжних машин для стрижки волосся перукарня є технічно найменш надійним підрозділом. Якісне заточування лез і гребінців є одним з головних факторів, що визначають ефективність тримера з точки зору його впливу на шкіру вашої тварини.

Загалом, обладнання, яке використовується для заточування ножів та гребінців, спричиняє нерівномірний знос по ширині робочої поверхні. Це призводить до зменшення загального ресурсу ножів та гребінців з точки зору кількості разів, які потрібно заточувати, перш ніж їх викидати. Враховуючи останні наукові та промислові досягнення в галузі стрічкового шліфування, можливо, що абразивні стрічки можна використовувати для ефективного шліфування ножів та гребінців. Це забезпечує рівномірний знос робочих поверхонь різців і призводить до подовження загального терміну служби різців з точки зору кількості переточувань, необхідних перед утилізацією.

Однією з найважливіших галузей сільського господарства є вівчарство. Основним продуктом вівчарства є вовна. Заключним етапом у виробництві хутра є стрижка.

Оскільки сезон гоління короткий, важко забезпечити висококваліфікований персонал для гоління на станціях гоління. Це призвело до вищих вимог до продуктивності використання обладнання та інструментів для гоління.

Враховуючи рівень механізації, випас овець стає дедалі популярнішим в останні роки, досягнувши 98% /1/

Кількість вироблених різальних машин достатня для задоволення споживчого попиту. Недоліком різального обладнання є низька якість пари. Особливо погані властивості різання. Низькоякісна продукція затьмарюється вдвічі-втричі вищим надлишком.

Надійність обладнання для стрижки. Зокрема, перетворювач частоти та стрижальний апарат MSU-200 не відповідають стандартам, що змушує господарства купувати додаткові стрижальні апарати, щоб уникнути зриву термінів стрижки, що впливає на виробничі витрати. Щороку Україна втрачає близько 800-1000 тонн вовни, що зростає, вартістю понад 5 мільйонів доларів. Бо обладнання для стрижки овець не дуже надійне, а кваліфікація стригалів не вистачає гривень (ціни після 1990 року) /3/.

На завершення можна зробити висновок, що феномен вівчарства в Україні є проблемою, яка перешкоджає подальшому нормальному розвитку галузі вівчарства.

Одним з найважливіших питань у перукарському мистецтві сьогодні є надійність перукарського обладнання. Вирішення питань надійності є ключовим питанням у розробці, виробництві та експлуатації різних типів та застосувань машин.

Вирішення проблеми надійності обладнання для стрижки овець невіддільне від розширення та поглиблення наукових досліджень і розробок.

Наукова проблема полягає в удосконаленні процесу зсуву, щоб він був показником надійності системи. «людина-машина-тварина» шляхом розробки методів та технічних рішень для підвищення надійності стригального обладнання. Покращення технічного обслуговування та організаційних заходів.

1 СТАН ПРОБЛЕМИ, МЕТА І ЗАВДАННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ

1.1 Аналіз технологій та способів стрижки овець. Зоотехнічні вимоги до стрижки

Основна мета вівчарства це отримання вовни. Показником вовняної продуктивності овець є настриг у чистому волокнисті, який становить 35-45 % від загальної маси вовни. За технологічними властивостями вовна поділяється на однорідну, одержувану від тонкорунних і напівтонкорунних овець, і неоднорідну, яку дають грубошерсті та напівгрубошерсті вівці.

Міцність волокна, основний показник якості вовни, залежить від повноцінності годівлі тварин. Тонкорунних і напівтонкорунних овець стрижуть один раз на рік (навесні), грубошерстих і напівгрубошерстих - двічі на рік (навесні та восени). Овець Романівської породи стрижуть тричі (навесні, влітку і восени).

У господарствах із великим поголів'ям, у яких отари підбирають за статтю та віком, овець стрижуть із дотриманням певної черговості: спочатку маточне поголів'я, потім молодняк народження минулого року, маток весняного ягняцтва і, нарешті, баранів-плідників. Отари із захворюваннями на бруцельоз і коросту стрижуть в останню чергу в окремому приміщенні. Перед стрижкою овець протягом доби витримують без корму і 12 годин без води. На ніч перед стрижкою їх залишають у приміщенні, щоб шерсть не зволожувалася від дощу або роси, оскільки волога шерсть у стосах самозігрівається і псується. Після стрижки всі вівці обов'язково піддаються обробці розчином креоліну з гексахлораном для профілактики захворювання коростою. Для цієї мети існують спеціальні ванни та установки.

Стрижка овець – трудомістка операція. При роботі ручними ножицями можна застригти 17-20 овець, а при машинній стрижці 50 - 60 на день. Настригання сирієї вовни від тонкорунних овець досягає 4 кг. Машинна стрижка забезпечує нижчий і рівний зріз вовни, що підвищує її настриг і підвищується якість волокна рахунок збільшення його довжини. Стрижка проводиться на столах, на спеціальних столах-візках з фіксацією ніг тварин та на підлозі. В даний час найпрогресивнішим є швидкісний, оренбурзький спосіб стрижки. Сутність його полягає в суворій раціональній послідовності прийомів та рухів стригальника з машинкою. При цьому овець стрижуть у сидячому положенні на підлозі без настилів. Стрич овець слід без порізів, перепусток, січки, розривів руна та його забруднення.

Отримана рунна шерсть розбивається за сортами в залежності від якості. Далі вона пресується у стоси, які упаковують у мішковину та обв'язують дротом. Усі зазначені операції виконуються на стаціонарних чи пересувних (на відгінних пасовищах) стригальних пунктах, оснащених електростригальними агрегатами, столами для стрижки овець, апаратами для заточування ріжучих

пар. Пункти повною мірою повинні бути укомплектовані столами для класування вовни, пресами, транспортерами для подачі рун і переміщення стосів, приладами для визначення відсотка виходу чистої вовни, вагами та необхідним інвентарем.

Залежно від системи вівчарства, поголів'я овець, від місця та часу проведення стрижки стригальні пункти поділяються на такі типи: - укрупнені стаціонарні на 24 машинки, що влаштовуються у спеціальних приміщеннях; - стаціонарні на 12 - 24 машини, що влаштовуються на базі типових кошар; - пересувні або виносні на 6-12-24 машинки.

Укрупнені стригальні пункти обладнують на скотопрогінних трасах, якщо час стрижки збігається з часом перегону худоби на літні пасовища. Їхня пропускна здатність становить до 1500 голів за зміну і дорівнює 35 тис. голів у період стрижки. Після стрижки кожна отара проходить профілактичне купання та відправляється по відведеній трасі на літні пасовища.

Дослідження показують, що створення дуже великих стригальних пунктів є недоцільним для пустельно-пасовищного вівчарства. Знаходження великої кількості овець на обмеженій ділянці призводить до витоптування пасовищ.

Основною операцією в аналізованому біотехнологічному процесі є зняття шерстного покриву. Вона може виконуватися або потоковим або індивідуальним способом. При індивідуальному способі обслуговування тварин стосовно стрижки на підлозі відпрацьовані найбільш ефективні швидкісні прийоми. Важливо дотримуватись основних зоотехнічних вимог.

Стрижка повинна проводитись у період теплої безвітряної та сухої погоди. Загальна її тривалість від 10 до 15 робочих днів. Календарні терміни залежить від природно-кліматичних умов. Весняна стрижка має починатися до природного линяння, запізнення призводить до великих втрат. Восени стрижку починають з розрахунком, щоб до зими у овець виріс покрив вовни, здатний захистити їх від холоду. Романівських (шубних) грубошерстих овець стрижуть через кожні сто днів. Вівці, поставлені на відгодівлю, стрижуть за 1,5-2 місяці до здачі на м'ясо. Після стрижки хворих овець весь інвентар та одяг стригалів дезінфікують.

Перед стрижкою овець не напувають і не годують, тому що неприродне становище при стрижці може призвести до порушення діяльності травних органів, що викликає захворювання та загибель тварин. Крім того, напоєні вівці виділяють багато поту та сечі, вовна псується. Не можна стригти овець з вологою вовною, тому що вона не тільки пріє, а й втрачає міцність і колір. Перед початком стрижки доцільно проводити семінари зі стригальними, особливо з початківцями. У перші кілька днів стрижуть найменш цінне поголів'я, щоб стригали змогли з найменшою шкодою засвоїти необхідні

навички, прийоми стрижки та усунути несправності в роботі стригального агрегату. При стрижці необхідно дотримуватися таких основних правил:

- дбайливо поводитися з вівцею, не завдаючи їй травм;
- зріз вовни вести нижче і рівніше, не допускаючи ділянок з високо стриженою вовною, оскільки це зменшує настриг та знижує якість за рахунок короткої довжини волокон вовни;
- не допускати повторних зрізів вовни (перестригу), оскільки січка знижує якість вовни через неможливість відокремити від руна, потрапляючи у пряжу, вона зменшує її міцність;
- не допускати порізів, а при їх появі обов'язково обробити рану дезрозчином креоліну або спеціальною маззю для запобігання зараженню личинками мух;
- руно, отримане після стрижки, має залишатися цілісним, без розривів.

Для запобігання поширенню інфекційних та паразитарних захворювань необхідно створювати центр (ферму) з розведення овець на відстані не менше 300 метрів. (Санітарно-захисна зона) відокремлена від житлової та промислової зон. З огляду на довгостроковий план розвитку, будівництво житла для тварин та інших об'єктів у санітарно-захисній зоні заборонено; дороги, крім тих, що обслуговують проектну групу Niu Mu; резервуари, що містять стічні води;

Вівцеферма - це закритий бізнес. Фермерська територія повинна мати огорожу висотою не менше 1,6 метра та зелену зону шириною 4-5 метрів для забезпечення ветеринарної та санітарної безпеки. Будь-який підхід до планування та розробки проекту загальної площі, незалежно від його розміру, структури виробництва, поділяється на чорний та білий. Білі зони позначають місця розташування основних виробничих будівель (загонів для овець, місць для вигулу та годівлі). Біла зона на зображенні - це центр штучного запліднення тощо, а чорна зона - розташування адміністративної будівлі та допоміжного господарства. Слід забезпечити найкоротші та найзручніші сполучення між регіонами. Нижче за течією від виробничої зони та адміністративно-господарської зони розташовані житлові райони, ділянки автомагістралей та місця зберігання гною тварин. Це не включає транскордонне перевезення та повернення готової продукції, кормів для тварин і гною. Головна будівля та всі будинки в зоні проекту були спроектовані з урахуванням «напрямку вітру», з вентиляцією, що забезпечувалася з торців будинків. Це допоможе швидко позбутися забрудненого повітря між будинками.

Ми приділяємо особливу увагу фермам та спеціалізованим територіям, де ветеринарні та санітарні правила в'їзду та виїзду з їхньої території дуже суворі. Щоб запобігти поширенню інфекційних захворювань, усі відвідувачі, які входять на територію проекту, повинні пройти санітарний контроль.

(Санітарна зона) Транспортні засоби повинні проїжджати через контрольньо-пропускний пункт дезінфекції на в'їзді.

Зони для вигулу та годівлі (бази) у північній та північній зонах зазвичай розташовані на південній стіні вольєру. Південний схід або південний захід є протилежністю півдня, зазвичай він спрямований на північ. Станції штучного запліднення на північному сході або північному заході розташовані поблизу вівчарень. Також є місце, де вівці можуть вигулюватися та годуватися.

Загін для овець (теплиця) повинен бути зручно з'єднаний із загоном для високопродуктивних вівцематок. Також є приміщення для штучного розведення ягнят.

Зона годівлі облаштована в одному місці. По краях ділянки, вздовж поздовжньої або поперечної осі, передбачаються огорожі та поручні для проходу.

Склад кормів для тварин зручно розташований поруч зі складом гранульованих кормів для тварин.

Санітарна зона повинна розташовуватися біля входу до виробничої зони. Звісно, його перекриває адміністративна будівля. Планується, що будівля охорони здоров'я матиме центральний коридор. Гардероби для жінок та чоловіків для повсякденного, домашнього та робочого одягу, а також ванна кімната з 1 душем на 3-5 осіб. У цей час туалети були додатково вдосконалені, щоб стати санітарними та соціальними приміщеннями. Тепер обслуговуючий персонал носить чистий одяг, коли ходить на роботу та коли їде з роботи.

1.2. Історія розвитку машинної стрижки овець

Вівці почали приручати близько 6-8 тисяч років до нашої ери. На той час овець не стригли, а висмикували і вичісували вовну вручну. Пізніше з появою ремесел для стрижки овець стали застосовувати ручні ножиці. У середині 19 століття з розвитком вівчарства виникла потреба заміни ручних ножиць механічними. Першу стригальну машинку сконструював в Австралії ірландець за походженням Фредерік Йорк Волслей у 1887 році. Машинка складалася з гребінки та дискового ножа, а привід здійснювався за допомогою канатної передачі. Переваги машинної стрижки очевидні: значно полегшується праця стригалів, на стрижку однієї вівці вручну потрібно до 1000 натисків ножицями; у 3 - 5 разів підвищується їхня продуктивність, ручними ножицями на стрижку однієї вівці витрачалось 20 - 25 хвилин, машинкою від 3 до 8 хвилин залежно від навичок стригалю; покращується якість і на 8 - 13% збільшується настриг вовни за рахунок більш рівного зрізу. Всі ці переваги дали повсюдне використання машинної стрижки в вівчарстві.

Привід всіх перерахованих вище машинок здійснювався гнучкими валами, які часто виходили з ладу. На частку їх припадало близько 80 % від

усіх поломок, усунути які у польових умовах дуже важко. До суттєвих недоліків можна віднести: велику металоємність; значну вагу, що припадає на руку стригалю; реактивний момент, що крутить, викручує машинку з рук стригалю; обмежену маневреність при стрижці; небезпечна для життя робоча напруга струму 220 - 380 В.

Інші способи стрижки овець - використання теплового променя. Також відомий як метод «гарячого леза», цей метод на практиці довів свою неефективність. Це пояснюється тим, що температуру дроту неможливо швидко відрегулювати відповідно до різних середовищ та щільності вовни. Під час цього процесу дріт або охолоне всередині светра, або розплавиться, коли виходитиме з нього. Це призводить до пошкодження стригальної машини та зниження якості вовни.

Перший досвід роботизованого гоління було зафіксовано в Австралії у 2001 році. У 1975 році перспективи безперервного автоматичного гоління були оцінені як хороші, і Австралійська рада з вовни надала фінансування цьому сектору. У 1985 році було розроблено автономного робота, який міг самостійно навчатися та орієнтуватися під час обробки на основі текстури поверхні шкіри кожної вівці. Виключення людського фактору з процесу гоління має багато переваг, включаючи зменшення травматизму для людей і тварин. Це зменшує витрати на навчання бритви та забезпечує більш рівномірне гоління. Він також може працювати цілодобово, щоб дотримуватися суворих термінів гоління. Однак наразі використання роботизованих систем не є економічно ефективним. Обладнання, що використовується, є дорогим.

В Австралії використання лазерних променів для стрижки волосся вперше згадувалося в 1973 році. Пізніше, в 1974 та 1977 роках, ВНІОК провів детальні дослідження цього методу отримання вовни. Лазерна епіляція безпечніша для шкіри тварин, ніж механічна. Але він ще не отримав широкого поширення, оскільки вимагає великогабаритного та дорогого обладнання.

Хоча багато з перерахованих вище методів видалення вовни здаються перспективними, існує лише один метод, який широко використовується та практикується у всьому світі сьогодні: механічне видалення вовни.

Отже, історія розвитку машиною стрижки овець йшла переважно шляхом вдосконалення конструкції стригальної машинки. Однак навіть цілком досконала стригальна машинка не в змозі різко вирішити проблему підвищення продуктивності праці, оскільки сам технологічний процес машинної стрижки майже не змінився і мало чим відрізняється від ручного. Праця стригалей, як і раніше, залишається найбільш трудомістким і відповідальним у сільському господарстві.

Чи є нові засоби зняття вовни з тіла вівці?

Вчені всього світу продовжують пошук нових методів, які істотно змінять стрижку.

Так, сутність біохімічного методу зняття вовни полягає в тому, що в організм тварин шляхом ін'єкції або з кормом вводиться спеціальний хімічний препарат, який сприяє припиненню росту клітин у волосяних цибулинах. В результаті чого в волокнах вовни, що ростуть, утворюється кільцеподібне звуження, яке легко переламується, що дозволяє через 8 - 14 діб вручну відокремити руно від тіла вівці. Переваги цього способу в наступному: повністю виключаються порізи шкіри та січка вовни, різко скорочуються витрати праці та собівартість вовни, з'являється можливість використовувати робітників з низькою кваліфікацією. Однак його застосування можливе лише після широкої та всебічної перевірки щодо обґрунтування точної дози препарату, його впливу на інтенсивність подальшого зростання вовни, відтворювальні здатності овець, ступінь небезпеки споживання м'яса людиною, стійкість тварин до захворювань.

Заслуговує на увагу потоково-конвеєрний метод, коли одну вівцю стрижуть по черзі чотири людини, для чого вівця фіксується на столі-каруселі, що спеціально обертається, і кожен стригаль остригає строго певну частину тіла вівці. При цьому з'являється можливість вузької спеціалізації стригалю, що у 1,5-2 рази підвищує його продуктивність праці.

В Австралії фірмою «Кліп Синдикат» велися роботи зі створення установки для стрижки овець за допомогою променя лазера.

Також проводили експерименти щодо використання лазерного променя для стрижки овець, були отримані результати, так, наприклад, одна вівця була острижена за 10 годин.

Висока вартість таких установок, труднощі щодо забезпечення безпеки стрижки і низька швидкість різання вимагає значної доробки.

Отже, машинна стрижка овець за допомогою ручних електричних машин залишається основною в промисловому вівчарстві.

У світовій практиці механічної стрижки, яка спирається на багатовіковий досвід, розробляються різні технологічні рішення, багато з яких спрямовані на оптимізацію процесу видалення волосся. Різні машинки для стрижки волосся. Ті, що розроблялися протягом історії, можна класифікувати за їхніми різними конструктивними характеристиками. Це можна зробити багатьма способами (рис. 1.1).



Рис. 1.1 – Класифікація конструктивних особливостей стригальних машинок

У процесі розробки обладнання для різання більшість запропонованого обладнання було відбраковано через низьку якість вовни. Незручна робота. Низький ресурс деталей та вузлів тощо. Крім того, докладаються зусилля щодо заміни електроприводів гідравлічними та пневматичними приводами, вбудованими в ручку верстата. До переваг цього методу руху можна віднести зменшення ваги машини, та можливість плавного регулювання частоти ходу подвійного ножа. Це призводить до багатьох недоліків, таких як обмежена мобільність. Робоча зона повна пилу, що призвело до використання такого обладнання.

1.3 Аналіз робочих органів і параметрів стригальних машинок

Стригальні машинки характеризуються низкою параметрів, а саме: типом різального апарату, швидкістю зрізу шерсті та подачі машинки, шириною захвату. Усі ці параметри взаємопов'язані один з одним, і раціональний їхній вибір дає змогу підвищити техніко-економічні та експлуатаційні показники машинки загалом. Тип ріжучого апарату. Усі стригальні машинки мають апарати низького різання, що зумовлено отриманням найбільшого настригу вовни. У машинках між кроком гребінки t_0 і ножа t , ходом ножа S є така залежність:

$$S = t = 2t_0 \quad (1.1)$$

Поширення різального апарату з таким ходом пояснюється найбільш вдалим розміщенням деяких конструктивних параметрів машинки,

полегшенням процесу різання, забезпеченням найбільшого настригу вовни та покращенням його технологічних властивостей. Тому стригальні машинки мають такий тип ріжучого апарату.

Зустрічаються апарати нормального різання з одинарним розмахом ножа, у яких співвідношення між кроком ріжучої частини та розмахом ножа виражається формулою:

$$S = t = t_0 \quad (1.2)$$

Швидкість різання вовни. Ця швидкість створюється активною частиною різального апарату - ножем, що рухається зі змінною швидкістю, яка змінюється від нуля до деякого максимуму.

У результаті численних досліджень швидкості різання встановлено, що зі збільшенням швидкості різання зусилля на зріз зменшується. У стригальних машинках інтенсивне зменшення зусилля зрізу спостерігається до швидкості різання - 0,7 м/с відповідно до рис. 1.2, отже, зріз вовни необхідно проводити за швидкості, вищою за 0,7 м/с.



Рис. 1.2 - Залежність сили для зрізу вовни від швидкості руху ножа

Аналіз зміни швидкості різання показав, що швидкість різання будь-якого леза ножа у першого зуба гребінки починається близько до нуля і досягає максимуму - 2,08 м/с. Отже, на початку різання не дотримується умова $V > 0,7$ м/с, але це усунуто рахунок збільшення ходу (перебігу) ножа на величину - 3,2 мм. При цьому зріз починається при швидкості 1,1 м/с, закінчується при швидкості 1,6 м/с і ніж постійно працює. Швидкість подачі машини. Вона здійснюється рукою стригалью та залежить від його кваліфікації. Зі збільшенням швидкості подачі продуктивність зростає прямо пропорційно.

При розгляді швидкості подачі розрізняють теоретичну швидкість, яку може забезпечити конструкція машинки, і фактичну швидкість подачі, що створює стригаль. Якщо з'являються майданчики пропуску, що не пробігають

лезом ножа. Це викликає зниження якості шерсті, що зрізається, і продуктивності праці.

Так фактична швидкість подачі машинки у стригалю з низькою кваліфікацією становить - 0,3 - 0,7 м/с, середньою - 0,4 - 0,8 м/с, високою - 0,5 - 1,1 м/с. Отже, за оптимальну швидкість подачі стригальні машинки слід прийняти величину 0,7 - 0,9 м/с і вище. Причому нижня межа 0,7 м/с належить випадку, коли ніж максимально зношений і його висота сегмента мінімальна, а верхній 0,9-1,0 м/с для нового ножа, коли його висота максимальна.

Ширина захвату. Це основний конструктивний чинник, що характеризує робочий процес стригальної машинки і в сукупності зі швидкістю подачі, що впливає на її продуктивність.

У перелічені робочі параметри не включені такі важливі характеристики, як зусилля і рівномірність притискання ножа до гребінки, а наголошується на раціональний підбір загальноприйнятих параметрів з метою підвищення експлуатаційних показників.

В даний час існують зоотехнічні вимоги на стригальні агрегати, розроблені науково-дослідними організаціями, передбаченими в системі машин для вівчарства.

Аналіз даних показав, що спеціальних стандартів зі стригальних машинок немає, а є вимоги до агрегатів загалом.

Таким чином, належить вибрати найменшу кількість показників, які стосуються досліджуваного об'єкту - стригальну машинку. До стригальних машинок пред'являються такі вимоги:

- зоотехнічні;
- технічні;
- експлуатаційні;
- економічні;
- безпеки праці

Зоотехнічні вимоги:

1. Стригальна машинка має бути призначена для стрижки овець усіх порід.

2. Застосування стригальної машини передбачається у всіх зонах ведення вівчарства.

3. Стрижку тонкорунних овець роблять навесні, а грубошерстних навесні та восени.

4. Терміни проведення підстрижки визначаються станом тварин: маток підстригають за три-чотири тижні до початку ягнення, а інші статево-вікові групи міроносних овець - перед виходом на пасовища.

5. Стригальна машинка призначається для роботи в умовах підвищеної вологості (до 9%) за температури повітря від 10 до 35°C.

6. Стригальна машинка повинна забезпечити чистий та рівний зріз вовни без порізів шкіри овець, висота зрізу вовни не більше 5 мм.

7. Обробка зубів та тильного боку гребінки повинна забезпечити легке сходження жиропоту з їх поверхонь під час роботи машинки.

8. Температура гребінки під час роботи машинки не повинна перевищувати 50 °С, щоб не обпалювати тіло вівці.

Технічні вимоги:

1. Стригальна машинка повинна мати привід від електродвигуна і комплектуватися змінними ріжучими апаратами з шириною захвату 76,8 і 58 мм, що забезпечують висоту зрізу 5-6 мм, час зміни ріжучого апарата не більше 5 хвилин.

2. Маса машинки повинна бути не більше 1,5 кг і мати форму корпусу зручну для керування рукою.

3. Діаметр ручки трохи більше 45 мм.

4. Центр тяжкості повинен розташовуватись у зоні охоплення рукою стригалю.

5. Натискний механізм машинки повинен забезпечувати рівномірний тиск ножа на всьому переміщенні його з лівого крайнього положення до правого.

6. Температура корпусу машинки у місцях зіткнення його з рукою стригалю трохи більше 45°С.

7. Частота коливань ножа машинки не менше 2300 подвійних ходів за хвилину.

8. Потужність електродвигуна 180 - 270 Вт.

9. Коефіцієнт готовності 0,98.

Експлуатаційні вимоги:

1. Машинка повинна легко розбиратися, збиратися і регулюватися за допомогою інструменту, що додається.

2. Кількість обслуговуючого персоналу – одна людина.

3. Продуктивність 4-8 голів за годину.

Економічні вимоги:

1. Допустимий рівень звукового тиску та рівень звуку на робочих місцях обслуговуючого персоналу не повинен перевищувати допустимих значень.

2. Величини вібрацій на органах управління тривалого використання не повинні перевищувати допустимих значень.

3. Нагрівання корпусу стригальної машинки під час роботи не повинно перевищувати 60°С, а нагрівання теплоізоляції рукоятки - 40°С.

4. У конструкції електродвигуна стригальної машинки повинен бути передбачений пристрій із заземлюючим контактом, що дозволяє швидко, надійно та безпечно приєднувати електродвигун до джерела струму.

У переважній більшості випадків при експлуатації машинки з похилим натискним механізмом через неточності виготовлення, переточування ножа і знос шарнірних з'єднань, ця умова порушується. Причому, зважаючи на значну жорсткість деталей натискного механізму, на одних ділянках спостерігається надмірне притискання, що викликає зношування, а на інших - поява проміжків, що веде до затягування вовни між лезами ріжучого апарату.

У загальній масі приводів до стригальних машинок, виявлених в результаті патентного пошуку, надається перевага електроприводу. Це і зрозуміло, оскільки одним із способів досягнення високих техніко-економічних показників машинок є підвищення їх робочих швидкостей з переведенням на електропривод, а крім електроприводу, ні гідравліка, ні пневматика не дають необхідних параметрів.

Незважаючи на відмінності в конструктивному оформленні, переважна більшість машинок має ідентичну схему передачі: від ексцентрика до ножа через важіль, що здійснює коливальні рухи щодо нерухомого шарового шарніра та натискний механізм. Важіль першого або другого роду перетворює обертальний рух ексцентрикового механізму на коливальний рух ножа, утримує ніж у певному положенні, забезпечує його притискання до поверхні гребінки для зрізу вовни, що передається натискним механізмом. У кінематичних схемах стригальних машинок приділяють велику увагу раціональній конструкції натискного механізму, який забезпечив би рівномірне і постійне притискання ножа до гребінки, викликаючи при цьому найменшу реакцію в опорах.

Багато господарствах нині застосовується швидкісна стрижка овець. Вона прогресивніша за рахунок високої продуктивності праці стригалей. Серед вітчизняних фермерів найбільшу популярність користується романівська порода овець. Велика кількість стригальних машинок на ринку від різних закордонних виробників дозволяє вівчарям зробити широкий вибір при закупівлі даної техніки, але цінова різниця змушує купувати недорогі моделі. У фермерських господарствах рентабельність бізнесу становить від 10 до 30% і залежить в основному від розмірів підприємства та досвіду вівчарів.

Проведений аналіз конструкцій стригальних машинок для овець показує, що закордонні машинки мають похилий натискний механізм, нормальна робота якого можлива тоді, коли ніж притиснутий до гребінки рівномірно протягом усього його ходу. Ця умова забезпечується, якщо точки хитання важеля та завязаного стрижня лежать на одній осі перпендикулярної площини гребінки. У більшості випадків при виготовленні та експлуатації машинок ця умова порушується, викликаючи нерівномірність притискання, зношування всіх шарнірних з'єднань, перевантаження та нагрівання деталей.

Огляд досліджень у цьому напрямі попередніх авторів виявив, що найменш дослідженими є машинки з вертикальним натискним механізмом, що

дозволяють значно спростити технологію виготовлення, поліпшити конструктивні та експлуатаційні показники машинки. Аналіз існуючих методик випробувань стригальних машинок показав, що при оцінці конструктивних параметрів майже не беруться до уваги рівномірність і сила притискання ножа до гребінки.

2 ТЕОРЕТИЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ СТРИГАЛЬНИХ МАШИНОК

2.1 Машинки з опорою важеля у верхній частині корпусу і вертикальним натискним механізмом

При створенні машинок з суміщеними точками гойдання важеля і завязтого стрижня однієї осі перпендикулярної площині гребінки виходили з умови незмінності параметрів ріжучої пари гребінця - ніж і кінематичного режиму її роботи, тобто. ставилася ціль максимальної уніфікації з машинкою Kaison 500. Для цього переноситься опора важеля у верхню частину корпусу, тобто поєднується з центром хитання, а для задньої частини важеля передбачається опора.

У цьому випадку забезпечується рівномірне притискання ріжучої пари при будь-якій висоті та будь-якому положенні ножа, зберігається положення паза ролика, приплив натискної гайки відсувається назад і зменшується його висота. Машинка включає: корпус; ніж; гребінці; важіль; підп'ятник; футерування з різьбленням; натискний гвинт - вісь гойдання; стопор з гвинтом кріплення; балку опорну; підшипник. Важіль приводиться в рух так само, як і в серійній машинці, але коливається навколо натискного гвинта. Притискання ножа до гребінки здійснюється натискним механізмом, що складається з натискного гвинта, що спирається нижньою сферичною головкою в підп'ятник у сталеву футерування корпусу, верхня поверхня гвинта у свою чергу забезпечена накаткою. Важель зчленований з ножем так само, як і в серійній машинці.

Внаслідок того, що задній кінець важеля має підшипник кочення, що спирається на опорну балку, а передній зчленований з ножем, що спирається на гребінку, тиск, що передається на важіль натискним гвинтом зверху вниз, рівномірно розподіляється ножем по всій поверхні гребінки.

Заново виготовлені та введені в конструкцію такі деталі: футерування верхня; натискний гвинт; балка опорна; стопор із гвинтом кріплення; важіль, що розчленовується. Виключені такі деталі: підп'ятник завязтого стрижня; пружина стрижня завязтого; стрижень наполегливий; штуцер; патрон натискний; гайка завязата; упор патрона; футерування нижня; центр обертання.

Переваги варіанта такі: рівномірність притискання ножа до гребінки; виключено регулювання важеля щодо ролика ексцентрикового механізму; спрощено конструкцію натискного механізму; скорочено кількість деталей; профіль передньої частини корпусу зроблений пологішим; серійний підшипник, наявний на заводі.

Недоліком конструкції є велика маса зовнішнього кільця підшипника, що призводить до його ковзання на балці і складністю виготовлення роз'ємного важеля.

Варіант із задньою опорою на сферичному ролику. Машинка включає: корпус; ніж; гребінку; важіль; підп'ятник; футерування з різьбленням; натискний гвинт вісь гойдання; стопорну гайку; опорний плоский майданчик; сферичний ролик; вісь ролика.

Притискання здійснюється навертанням у сталеву футерування корпусу натискного гвинта, який упирається нижньою сферичною головкою в підп'ятник важеля. Фіксація натискного гвинта у певному положенні здійснюється стопорною гайкою. Порівняно із серійною машинкою видозмінено корпус машинки та важіль.

Корпус машинки - відсутня головка натискного механізму. У передній частині корпусу зверху заподлицо влита сталева футеровка, в якій просвердлено отвір та нарізане різьблення. У зоні руху хвостової частини важеля знизу корпусу встановлена сталева пластина з плоскою верхньою поверхнею, паралельною гребінці.

Важіль - підп'ятник під натискний гвинт розгорнутий на 180°C і запресований з верхнього боку. У хвостовій частині додано приплив, в якому профрезеровано паз під ролик і просвердлено отвір під вісь ролика. Заново виготовлені деталі: футерування верхнє; гвинт натискний; ролик сферичний; вісь ролика. Виключені деталі: підп'ятник завязатого стрижня; пружина стрижня завязатого; стрижень наполегливий; штуцер; патрон натискний; гайка натискна; упор патрона; футерування нижня; центр обертання. Переваги варіанта із задньою опорою на сферичному ролику - рівномірність притискання ножа до гребінки, виключено регулювання важеля щодо ролика ексцентрикового механізму, спрощено конструкцію натискного механізму, скорочено кількість деталей, профіль передньої частини корпусу зроблений пологішим.

Недоліком конструкції є необхідність стопоріння натискного гвинта контргайкою після встановлення необхідного натискання.

2.2 Машинка з пружним елементом

У стригальній машинці всі елементи кінематичного ланцюга навантажуються динамічно, що призводить до збільшення розмірів ланок, і вимагає додаткової витрати енергії на подолання тертя сил від інерції. Неврівноваженими деталями, що обертаються, у машинки є ексцентрик і важіль у зборі. Інерційні сили від маси важеля є найістотнішими. При розрахунках деталей машинки на міцність реакції в опорах, що виникають від дії інерційних сил, повинні бути враховані в сумі з реакціями викликаними зусиллям, потрібним для зрізу вовни ножем і опором тертя ножа про гребінку, так як реакції від інерційних сил важеля складають вже величину в кілька ексцентрики.

Якщо систему машинки, що коливається, налаштувати в режим близький до резонансу, то це дозволить врівноважити сили інерції. З цією метою нами сконструйовано машинку з пружним елементом. На малюнку 2.1 зображено кінематична схема машинки з пружним елементом - вид збоку та зверху. Основні елементи машини: корпус 1; важіль 2; центр обертання 3; гребінця 4; ніж 5; шарнір 6; упор 7; гвинт 8; заклепка 9. Упор 7 складається з двох ділянок. Нижня ділянка виконана у вигляді пакета плоских пружин різної товщини і може згинатися у напрямку ножа. Верхня ділянка виконана у формі чотиригранника, який має можливість переміщатися по напрямному отвору в корпусі 1 машинки, перпендикулярно площині гребінки 4. Один кінець натискного упору 7 шарніром 6 (проріз у важелі) пов'язаний з важелем 2, інший входить у проріз верхньої ділянки упору 7 тисне гвинт 8. Машинка працює в такий спосіб. Навколо центру обертання 3 коливається важіль 2, притискаючи ніж 5 до гребінки 4 за допомогою гвинта 8 і упору 7. Відхилення важеля 2 від середнього положення в крайнє викликає відповідні вигини нижнього упору 7 у напрямках ходу ножа 5. За рахунок оптимального система стригальної машинки налаштовується у режим резонансу, що знижує динамічні навантаження. У цьому зберігається сталість заданого гвинтом 8 натискання, нижня ділянка упору 7 жорстка вздовж осі перпендикулярної площини гребінки. Зсув упору 7 під дією гвинта 8 відбувається по осі перпендикулярної площини гребінки і проходить через центр хитання важеля, що створює рівномірне притискання ножа до гребінки протягом усього його ходу.

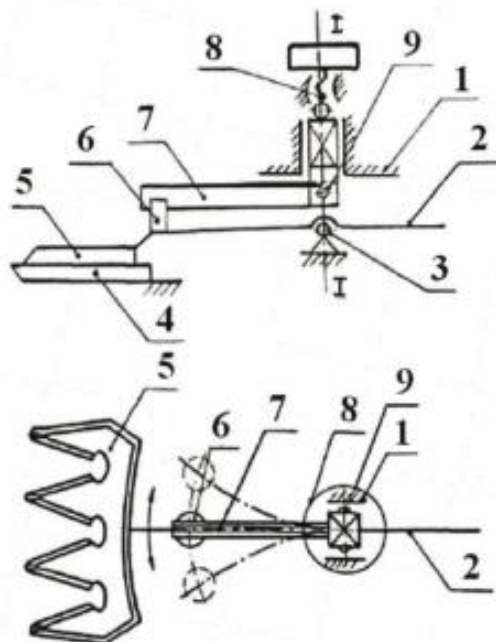


Рис. 2.1 - Кінематична схема машинки з пружним елементом: 1 - корпус; 2 - важіль; 3 - центр обертання; 4 - гребінка; 5 - ніж; 6 - шарнір; 7 - упор; 8 - гвинт; 9 - заклепка

Застосування такого натискного механізму спрощує конструкцію та технологію виготовлення машинки, скорочує кількість деталей та створює рівномірне притискання ножа до гребінки. При цьому за рахунок пружності нижньої ділянки упору система машинки, що коливається, налаштовується в режим резонансу, що дозволяє врівноважити сили інерції, знизити споживану потужність і навантаження на шарнірні з'єднання.

2.3 Машинка з колінчастим натискним стрижнем

Для цієї машини ставилася мета - спростити конструкцію натискного механізму, забезпечити рівномірне притискання ножа до гребінки протягом усього його ходу та можливість виготовлення у заводських умовах.

Рівномірність притискання досягається тим, що верхня точка (упор шарніра) «а» натискного колінчастого стрижня і центр гойдання важеля «d» завжди знаходяться на осі, перпендикулярній площині гребінки відповідно до рисунка 2.2.

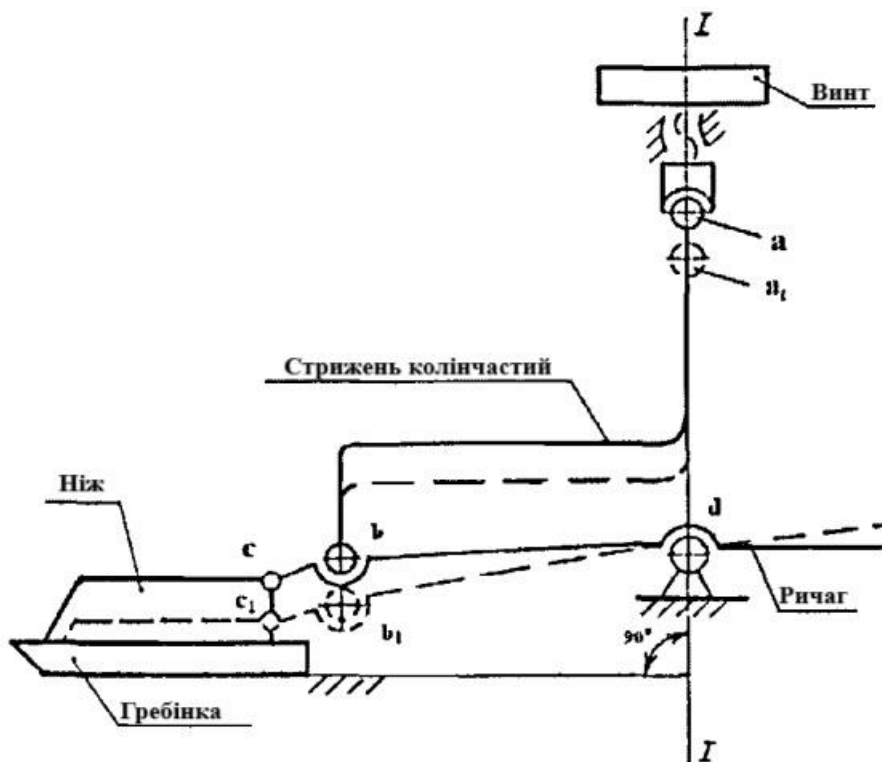


Рис. 2.2 - Схема машинки з колінчастим натискним стрижнем

Вигляд у плані та поздовжньому розрізі машинки зображений відповідно до рисунку 2.3.

Основні елементи машини: корпус 1; електродвигун 2; редуктор 3; натискний механізм, розташований у передній частині корпусу, що включає в себе штуцер 4, на верхню частину якого накинута натискна гайка 5,

колінчастий завзятий стрижень 6, що упирається верхньою частиною в упор 7, а нижньою - у підп'ятник 8; важіль 9; вал-ексцентрик 10; гребінка 11; ніж 12; центр обертання 13; лапки натискні 14.

Машинка працює в такий спосіб. Обертання валу електродвигуна 2 через редуктор 3 передається вал-ексцентрику 10, який обертається навколо центру обертання 13. В отвори передньої частини важеля входять дві натискні лапки 14, що упираються в ніж 12, совер. нагвинчуванні гайки 5 на штуцер 4, упор 7 тисне на верхню частину колінчастого завзятого стрижня 6, який іншим кінцем упирається в підп'ятник 8, і передає тиск на важіль, що рівномірно притискає ніж до гребінки незалежно від ступеня зношування ножа, переміщення верхньої точки «а» колінчастого завзятого стрижня завжди відбувається по осі, перпендикулярній площині гребінки.

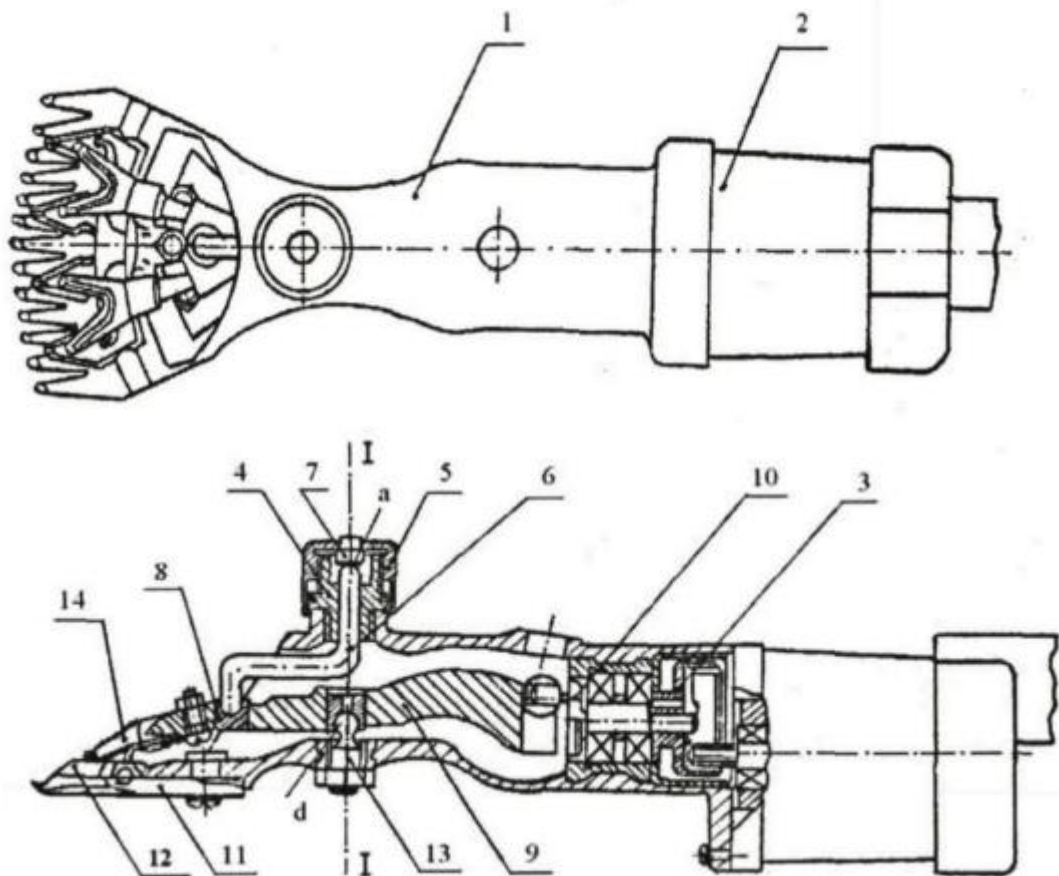


Рис. 2.3 - Загальний вигляд машинки з колінчастим натискним стрижнем: 1 - корпус; 2 - електродвигун; 3 - редуктор; 4 - штуцер; 5 - натискна гайка; 6 - колінчастий напологливий стрижень; 7 - упор; 8 - підп'ятник; 9 - важіль; 10 - вал-ексцентрик; 11 - гребінка; 12 - ніж; 13 - центр обертання; 14 - натискні лапки

Колінчаста форма завзятого стрижня забезпечує більш просту технологію виготовлення машинки, спрощує конструкцію натискного

механізму, скорочує кількість деталей, а при експлуатації за рахунок переміщення верхньої точки «а» колінчастого завязаного стрижня по осі гойдання важеля I-I, перпендикулярної площині гребінки, ножа до гребінки, підвищуються техніко-економічні показники під час роботи.

Виготовлення модернізованих корпусів за заводською технологією дозволило вносити в конструкцію натискного механізму зміни, не побоюючись за їхню надійність у процесі експлуатації. Додатково було доопрацьовано технологічну карту на механічну обробку виливки корпусу. Виготовлено експериментальний кокіль шляхом переробки серійного кокіля, частково змінено оснащення ливарних піщаних стрижнів. Все це дозволило зібрати форму, відлити та витягти з неї без руйнування готові виливки корпусу для модернізованих стригальних машинок.

Зрештою використання експериментального кокіля в комбінації з піщаним стрижнем економічно виправдало себе рахунок зменшення маси корпусу у новому виконанні та додаткової економії на механічних операціях рахунок спрощення конструкції верхньої головки корпусу.

Ознайомлення з технологією виробництва стригальних машинок на заводі показало, що зміщення центру коливання завязаного стрижня відбувається в результаті того, що обробка корпусу проводиться з декількох установок на різних пристосуваннях, основою при цьому служать ливарні поверхні. Крім того, після висвердлювання похилого отвору під натискний механізм і фрезерування площини прилягання гребінки відбуваються додаткові відхилення нормальної геометрії розташування ланок механізму. У корпусах розроблених нами конструкціях стригальних машинок отвори під натискний механізм і центр обертання важеля виконані за один прохід (з однієї установки), причому за базу прийнято фрезеровану площину прилягання гребінки, що дозволило виключити зазначені недоліки у всіх цих конструкціях.

Необхідна ширина різання тримера визначає загальну форму ріжучої пари. Типові значення ширини гребінця становлять 57,2 мм для вузьких ручок і 76,8 мм для широких ручок. Це стосується 10 та 13 зубів відповідно, причому гребінчаста модель має один або два довгих, вигнутих зовнішніх зуби. Він розгладжує зморшки на шкірі та розширює ручку до 91 мм. Після тестування гребінців шириною від 70 мм до 140 мм, ми виявили, що оптимальною шириною є гребінець 98,4 мм, що забезпечує найкращу продуктивність та зносостійкість. Щоб використовувати такий гребінець, потрібно буде змінити конструкцію пристрою. А стрижка повинна відповідати складному спіральному візерунку. Дослідження показало, що використання ножиць з тонкою ручкою для гоління тонкої вовни зменшує надмірне гоління навіть при використанні ножиць нижчої якості.

Гребінці поділяються на круглі, прямі та увігнуті гребінці за відносною довжиною зубців. На практиці не було показано, що одна конструкція має

суттєвих переваг над іншою. Однак, загальновідомо, що гребінці із закругленими передніми зубцями рекомендуються для перукарів-початківців.

Ніж має три зубці для вузького хвата та чотири зубці для широкого хвата (рисунок 2.4 а, б).



Рис. 2.4, а - широкозахватний ніж Diamond, гребінка Warrior Heiniger, Рис. 2.4, б - 400 Wide, гребінка Falcon 5 Lister, Великобританія

Іноземні дослідники запропонували вдосконалення різних ножів. Для підвищення ефективності роботи, наприклад, зміни кута леза, зробіть ріжучі кромки паралельними, додайте радіальні виїмки на лезо. А кут скосу леза збільшили з 19 до 38 градусів, і сьогодні використовується найперевіреніший коробчастий ніж з боковою виїмкою.

Під час стрижки овець у холодному кліматі для довгої вовни рекомендуються гребінці з високим зрізом. Це австралійські та новозеландські «снігові гребені» та їхні родичі. Г. Боуен вказує, що для таких гребінців потрібні спеціальні ножі з широким кутом розкриття леза. Гребінка має вхідну секцію, вхідну секцію, опорну секцію та вихідну секцію різної висоти. Дозволяє підтримувати потрібну висоту хутра.

Замість використання гребінця з високим зрізом можна використовувати звичайний гребінець у поєднанні зі спеціальною насадкою, яка піднімає робочу поверхню стрижучого партнера на потрібну висоту та інтегрує його з гребінцем.

Німецькі та американські виробники пропонують широкий асортимент аксесуарів із зубцями, які розташовані далі один від одного, ніж зубці гребінця.

Недоліки використання високого гребінця для стрижки полягають у тому, що висота стрижки вовни не є рівномірною. Це залежить від кута нахилу машини відносно тіла вівці. Але це неминуче для будь-якого процесу стрижки.

Враховуючи геометричні параметри пари перетину, можна сказати, що класичні сталеві моделі ножа та гребінця сьогодні широко поширені. Але коли

справа доходить до питання оптимальних робочих параметрів стрижучого обладнання машинки для стрижки волосся, дані дослідників досить суперечливі.

Значення кута нахилу механізму тиску 60° було доведено. Що стосується сили, з якою ніж притискається до гребінця, то в цьому випадку рекомендації дослідників розходяться. Для гострого ножа достатньо сили 90 Н, а для тупого ножа - сили 150 Н. За даними, сила менше 200 Н може призвести до відокремлення ріжучої пари від волосся або абразиву. З іншого боку, аналіз енергетичного балансу машинок для стрижки, проведений О.Г. Ангелєв та В.І. Крисюк показав, що сила притискання ножів до гребінця не повинна перевищувати 200 Н.

Частота подвійної стрижки впливає на кількість зголої вовняної стружки. Оптимальне значення частоти подвійних розрізів залежно від кута зближення лез. К. Аткинсон та Д. Хеншоу рекомендували значення 3250 хв^{-1} , В.І. Крисюк вважав, що швидкість обертання 4000 хв^{-1} лише позитивно впливає на якість отриманої вовни.

Як зазначали дослідники, значення опору руху машини також залежить від частоти двох рухів ножа. Швидкість руху машини та ширина ручки ріжучого інструменту.

Кут між лезом ножа та гребінцем відіграє важливу роль у досягненні акуратного та рівного зрізу. Порушення оптимального значення цього параметра призводить до видавлювання волокон з розчину лопаті. Це призводить до значного зниження загальної якості тримера. Бічну кромку ножа просвердлюють за допомогою запропонованої П.Л. Ковзаня збільшує коефіцієнт тертя вовни вздовж ріжучої кромки ножа. та виключить струмінь волосся з парового розчину під час стрижки

Кут заточування ріжучих елементів також є важливим фактором для забезпечення надійного процесу різання. Зв'язок між питомою дією різання та значенням кута заточування гребеня був доведений у роботах Дж. Лілієдали, В.А. Ми працювали над визначенням кута заточування ножів. Сіаблор та У. А. Клопко отримали оптимальні значення для забезпечення чистішого різання та збільшення часу роботи ріжучої пари до затуплення.

З дослідження П.В. було виявлено, що найбільш підходящий кут нахилу тримера відносно тіла вівці. Гурянський стверджує, що підтримка кута $30\text{-}35^\circ$ під час розчісування може зменшити кількість утвореного волосся на 35 г під час гоління тонкої вовни.

Окрім дослідження оптимальних конструктивних та експлуатаційних параметрів, дослідники також працюють над підвищенням зносостійкості різальних пар. Це найменш надійний компонент різального пристрою. Який вимагає постійного обслуговування. Збільшення ресурсу ріжучої пари здійснюється за рахунок збільшення товщини ножа. Використовуйте у

виробництві матеріали з низьким рівнем зносу. та провести спеціальну термічну обробку.

Найбільш економічно ефективні технологічні рішення впроваджені у верстатах, які наразі пропонують провідні виробники різального обладнання, включаючи Актюбсільмаш, Lister та Heiniger. Однак було б помилкою вважати, що наявність науково доведених та практично перевірених технологічних пристроїв може гарантувати ефективну взаємодію систем «Людина-машина-тварина» у повній мірі.

Фактори, що впливають на процес стрижки, відіграють важливу роль. Вам потрібно не тільки бути вправним у мистецтві стрижки волосся, але й користуватися кусачками для нігтів, що вимагає регулярного догляду. Це робочий набір рекомендацій з ґрунтовним теоретичним обґрунтуванням. Правильне та своєчасне технічне обслуговування є першим і найважливішим фактором, що визначає ефективну та безпроблемну роботу будь-якої системи людина-машина-тварина.

Найважливішим та найпостійнішим обслуговуванням вашого тримера є обслуговування ріжучих ножів. Правильно приставивши ніж до гребінця. За нормального відносного тиску ріжуча пара прослужить в середньому п'ять бритвених головок, перш ніж затупиться. Це число вказує на довговічність ріжучої пари та може змінюватися залежно від характеристик стригальної машини та рівня забруднення вовни. Але насправді ножі та гребінці заточують кожні 15-30 хвилин. Від того, наскільки добре заточені ножиці, залежать деякі показники, що визначають весь процес стрижки:

- коефіцієнт зсуву;
- енергоємність процесу;
- якість отриманої вовни;
- втома стригалів та тварин;
- знос механічних деталей та компонентів.

Підготовку ріжучої пари до роботи (складання, підпилювання вхідної частини зубів гребінця), діагностику та заточування леза і гребінця проводить слюсар. У більшості випадків його професійного рівня (як теорії, так і практики) недостатньо, тому результати опитування показують, що всі слюсарі є самоуками. Більшість із них на пенсії. і не пройшов жодної спеціальної підготовки. Під час співбесіди жоден працівник не може пояснити, як правильно облаштувати робоче місце. (Раціонально оберіть та розташуйте аксесуари) Як зручно стояти по відношенню до шліфувальної машини? Як правильно розташувати основне та додаткове освітлення на робочому місці? Як забезпечити електробезпеку та умови пожежної безпеки під час експлуатації? В результаті виконавці роблять багато помилок та порушують правила.

Під час перевірки та обстеження всіх станцій різання у стандартних та модифікованих будівлях було виявлено, що на станції шліфування відсутні технологічні карти та маршрутні карти. У шліфувальному цеху встановлені правила підготовки використовуваного обладнання. Найголовніше, що немає інформації про регуляторні умови, припущення чи характеристики процесу подрібнення. Подвійне різання, шліфування та безпека самих працівників

Технічне оснащення шліфувального цеху все ще недостатнє. А на різальній станції більшість досі використовують дискові шліфувальні машини, випущені в Радянському Союзі між 1950 і 1960 роками. Ці пристрої мали чавунні пластини з нанесеним на поверхню абразивом. А шліфувальне обладнання має сталеву пластину та наждачний папір, прикріплені до поверхні.

Перед заточуванням ріжучої кромки на шліфувальному верстаті ТА-1 або DAS-350 рекомендується перевірити допуск вершини шліфувального круга, який не повинен перевищувати 0,3 мм. Це може бути пов'язано з тим, що вісь отвору для кріплення диска не перпендикулярна до робочої поверхні. Деформація під час зберігання Або диск і вісь нещільно закріплені. Якщо ви будете занадто часто їх заточувати, ви не зможете якісно заточити свої ножі та гребінці. Напрямок обертання пластини повинен узгоджуватися з напрямком стрілки кутової швидкості, тобто правильним положенням монтажного кронштейна вважається таке, що монтажний кронштейн проходить через центр пластини. А відстань від штифта до центру пластини становить 9 мм.

У вертикальному положенні кронштейни розташовані на однаковій відстані від внутрішньої канавки та зовнішнього краю диска. У цьому випадку відстань між віссю кронштейна та вертикальною віссю диска становить 105 мм. Кронштейн, який використовується для встановлення гребінця, розташований на відстані 12 мм від плоскої поверхні заточувальної пластини та має бути паралельним їй.

Перед заточуванням очистіть ріжучу кромку 5% розчином каустичної соди або миючим засобом, щоб видалити жир, піт, волосся, олію та машинний бруд. Для цього використовуйте нейлонову щітку з жорсткою щетиною. Увімкніть шліфувальну машину та нанесіть шар шліфувальної пасти, що складається з абразивного порошку № 8-5 (ГОСТ 3647-59), щоб надати їй рідкої або кремоподібної текстури. Змішуючи з тракторною олією Асп-6 або Асп-10 та гасом. Використовуйте м'яку щітку або інструмент, виготовлений з мішковини.

Для великих периметральних площ інтенсивність ерозії буде високою. Таким чином, шар порошку наноситься вздовж криволінійної траєкторії. Завдяки відцентровій силі та перетину дисків, які знаходяться на відстані 1,75 мм один від одного, блискучий порошок падає на інші ділянки диска.

Покладіть ніж або гребінець на дошку для заточування, злегка поверніть кінчик до себе та злегка натисніть на поверхню. Деталь рухатиметься праворуч і ліворуч, доки іскри знизу не припиняться. Після цього потрібно приклеїти його назад до паперу. Робить заточування та тертя шліфувального диска більш рівномірними. Під час руху гребінки вона повинна виступати на 1,5...2 зубця ліворуч і праворуч від робочої поверхні шліфувального диска. Досвідчений точильщик докладе більше зусиль до тієї частини гребінця, яка знаходиться ближче до центру обертання. Допомагає гребінцю рівномірно розміститися по передній частині. Подовжити життя та покращити якість стрижки

Ніж або гребінець не повинні торкатися дошки більше 25...30 секунд, після чого тримач необхідно змістити з площини дошки. Частини, які потрібно видалити, розташовані навпаки, тобто спочатку видаляється кінчик зуба.

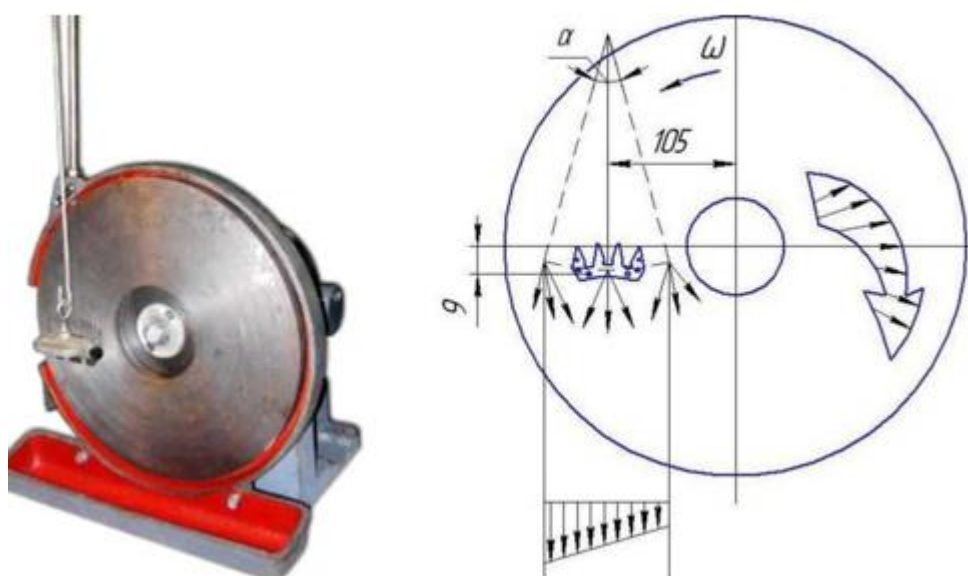


Рис. 2.5 - Діаграма швидкості обертання диска шліфувальної машини ТА-1 під час процесу заточування

Якісна точилка не повинна залишати на робочій поверхні слідів (подряпин), що виникають внаслідок руху ножа вздовж гребінця, робоча поверхня повинна мати дзеркальний або злегка матовий вигляд, коли пластина або порошок свіжозмелені та мають шорстку текстуру.

Візуально перевірте якість заточування, зрізавши кінчик ножем або гребінцем, а потім піднісши його до джерела світла. Якщо світло відбивається від краю зуба і не загострюється, на робочому краю кожного зуба з'явиться біле відбите світло товщиною з волосину. Якщо ніж або гребінець гострі, ці сліди не будуть помітні. Потім рекомендується помістити деталь на тримач і натиснути нею в центрі робочої поверхні диска на 1 - 1,5 секунди.

Для кращого заточування потрібні дві точила. Перший шматок заточується грубим порошком. Другий блок буде очищений. (Використовуйте борошно дрібного помелу. Додайте до тіста гас або іншу олію)[75]

Під час розвитку машин для стрижки вовни в нашій країні, під час серійного виробництва машин, співробітники провідних науково-дослідних інститутів розробили нові методи та пристрої для заточування. У конструкції було зроблено спробу подолати основний недолік існуючих пристроїв, а саме нерівномірний знос ріжучих кромки зубів та гребінців. Причиною цього недоліку є дископодібні шліфувальні елементи, які мають різну швидкість контакту при різних радіальних значеннях під час роботи:

$$v = w \cdot R, \quad (1.1)$$

де v - лінійна швидкість руху інвентарю, м/с; w - кутова швидкість, R – радіус диска. Одиниці вимірювання - міліметри.

Нерівномірний знос робочої поверхні призводить до зменшення загального ресурсу ножа та гребінця за кількістю можливих операцій заточування.

Вищезазначене показує, що використання стрічкових шліфувальних машин для заточування кусачок для нігтів потребує подальших досліджень.

Шліфування стрічкою - не єдиний метод шліфування, який може забезпечити рівномірну товщину шару металу, що знімається з заготовки. Однак, абразивна стрічка є гнучким елементом заточування. Це дозволяє використовувати поверхні з різною геометрією. Це підтримуваний профіль. Оскільки зрізане насіння акуратно розташоване на основі, стрічковий шліфувальний верстат забезпечує кращі можливості різання порівняно з підвісними системами, що використовуються в TA-1 та DAS-350. Використання техніки стрічкового шліфування з парою опорних пластин для заточування кусачок для нігтів може досягти таких результатів:

- немає потреби у використанні великогабаритного обладнання (використовує багато металу та є дорогим шліфувальна машина для поверхні), електрохімічна шліфувальна машина тощо.

- підвищити надійність двосічних лез без зниження довговічності та збільшення трудомісткості під час заточування.

З вищезазначеного аналізу можна визначити такі цілі дослідження:

1. Аналіз процесу заточування ножиць та технічних методів.
2. Теоретично підтверджено зв'язок між параметрами процесу та показниками стрічково-шліфувальної пари.
3. Розробіть інструмент, який допоможе заточити ножиці для різання сталевих прутків шляхом шліфування ремня. та методи оцінки якості шліфування
4. Провести лабораторні та виробничі дослідження процесу заточування ріжучих кромки на розробленому обладнанні. та надавати поради щодо найбільш підходящого режиму роботи
5. Проводити техніко-економічні дослідження.

Машинки з опорою важеля у верхній частині корпусу головки слід піддати господарським випробуванням з метою перевірки працездатності та впливу рівномірності зусиль притискання ножа до гребінки на час їх роботи без переточок.

Недоліки, виявлені в процесі попередніх досліджень та конструюванні, такі як малий ресурс підшипників кочення, підвищені втрати на тертя, самовідкручування натискного гвинта, складність виготовлення важеля вимагають доопрацювання через ряд переваг, які переважають над недоліками.

До переваг відносяться: спрощення конструкції натискного механізму; рівномірність притискання ножа до гребінки; відсутність регулювання важеля щодо ролика ексцентрикового механізму; скорочення кількості деталей; більш плавний профіль передньої частини головки корпусу.

Теоретичні обґрунтування стригальної машинки з пружним елементом підтвердило можливість створення коливальної системи, що працює в області резонансу, що дає отримати наступні переваги: - підвищується швидкісний режим за рахунок розвантаження сил інерції елементів кінематичного ланцюга механізму приводу ножа; зменшуються витрати енергії та відповідно збільшується коефіцієнт корисної дії механізму за рахунок зниження тисків у шарнірах передач; - можливе зменшення розмірів деталей механізму за рахунок зниження динамічних навантажень на ланки; - покращується кінематика роботи механізму, коефіцієнт нерівномірності ходу наближається до нуля та потрібна менша махова маса. Для перевірки теоретичних розрахунків з цієї машинки необхідно провести господарські випробування з метою визначення працездатності.

Теоретичне обґрунтування конструкції та параметрів стригальної машинки з колінчастим натискним стрижнем вимагають підтвердження шляхом проведення господарських випробувань та попередніх на машиновипробувальній станції. Це дозволить отримати дані щодо показників умов праці, продуктивності, енерговитрат, ергономіки, експлуатаційно-технологічних та економічних на основній роботі стрижки овець.

3 ПРОГРАМА ТА МЕТОДИКА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1 Методика визначення моменту інерції важеля машинки

Момент інерції важеля може бути підрахований з деяким наближенням аналітично за відомою методикою, а при готовій конструкції машинки з достатньою точністю визначено експериментально. Момент інерції важеля визначений експериментально шляхом крутильних коливань з допомогою трифілярного підвісу. Трифілярний підвіс складається з диска масою m і радіусом R відповідно до, підвішеного на трьох симетрично розташованих металевих нитках довгою ℓ . Нагорі ці нитки симетрично закріплені по краях диска меншого радіусу r . При повороті верхнього диска на невеликий кут α_0 навколо вертикальної осі, перпендикулярної площині диска і проходить через його центр, всі три нитки приймають похило положення, центр тяжкості системи піднімається трохи по осі обертання. Нижній диск починає здійснювати крутильні коливання, період T яких залежатиме від моменту інерції системи. При відхиленні верхнього диска на деякий кут нижній почне робити крутильні коливання. Різкий поворот верхнього диска здійснюється натягом шнура, не показаного малюнку. Цим майже повністю виключаються некрутильні коливання.

Для виконання роботи необхідні наступне приладдя: трифілярний підвіс, секундомір, ваги, набір гирь, масштабна лінійка, тіло, що досліджується: два важелі в зборі, рівні по масі.

Робота виконувалася у такому порядку. Визначався момент інерції ненавантаженого диска 10 для чого повідомляли диску обертальний імпульс і секундоміром вимірювали час 30-ти повних коливанні, обчислювався період одного коливання T .

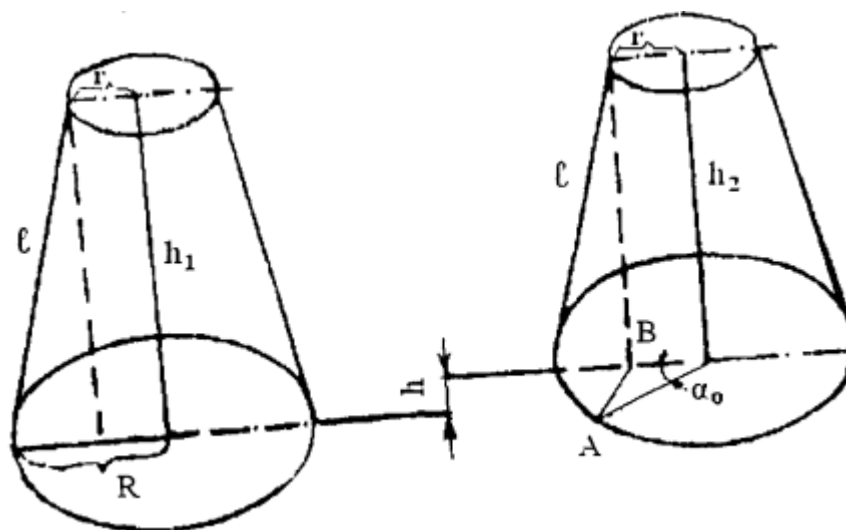


Рис. 3.1 - Схема трифілярного підвісу

Далі визначався момент інерція системи I_1 . Для цього встановлювали на диск два важелі таким чином, щоб вісь обертання проходила через центр ваги відповідно до рисунка 3.2.

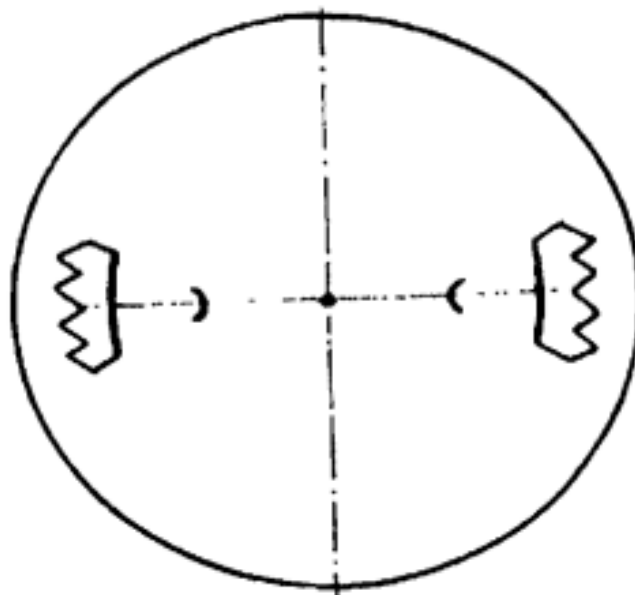


Рисунок 3.2 - Схема встановлення важелів на диску

При такій установці важелів центр ваги розташовується в точці коливання, що дає можливість зберегти горизонтальне положення диска і зрештою визначити момент інерції важеля відносно його центру гойдання.

Як оцінний критерій конструкції натискного механізму стригальної машинки прийнята нерівномірність притискання зубів ножа до гребінки, яка залежить від робочих параметрів всіх деталей стригальної головки, так як притиск ножа до гребінки повинен бути рівномірним у будь-якому положенні ножа в процесі його пересування по гребінці.

Метою даного експериментального дослідження є визначення ступеня нерівномірності притискання ножа до гребінки в дослідних стригальних машинках з різною конструкцією натискного вертикального механізму. Випробування модернізованих машинок проводилося паралельно із серійною моделлю МСУ-200.

Технічний стан стригальних машинок досі оцінювалося без урахування такого найважливішого показника, що безпосередньо впливає на робочий процес та умови зрізу вовни, як рівномірність притискання ножа до гребінки. Відомі прилади для перевірки роботи ріжучого апарату передбачають окремий контроль правильності регулювання центру обертання важеля та наявності перекосу посадкового майданчика під гребінець. Однак такий контроль не відображає дійсного положення частин механізму машинки, оскільки проводиться непрямо за положенням ексцентрикового механізму, що не виключає помилок, що викликаються неточністю виготовлення та складання стригальної машинки.

Контроль наявності перекосу посадкового майданчика відомими способами здійснюється шляхом повного розбирання стригальної машинки та перевірки її корпусу на перевірочній плиті за допомогою спеціального пристрою та індикатора. Такий контроль важко здійснити у польових умовах на стригальних пунктах, тим більше на великій партії стригальних машинок. Крім того, не можна виявити реальний вплив існуючого перекосу на роботу машини.

Для перевірки теоретичних досліджень і доказу того, що під час експлуатації машинки через зменшення висоти ножа після переточувань порушується умова знаходження точок коливання стрижня наполегливого та центру хитання на осі, перпендикулярній до площини гребінки, що призводить до нерівномірності притиснення ножа при русі гребінкою, був проведений наступний експеримент.

На плоскошліфувальному верстаті обробили дві гребінки до однакової висоти по всіх зубах. Перша гребінка вийшла висотою h , що дорівнює 2,77 мм, інша - 2,60 мм. Для досліду було взято дві машинки: серійну і модернізовану з колінчастим натискним штоком. Всі машинки були піддані перевірці на відсутність порушення геометрії корпусу і натискного механізму, після чого були визнані придатними до випробувань. Методика випробування проста. Свідомо створили умови порушення геометрії натискного механізму шляхом встановлення сточених до мінімуму ножів, після чого обкатали машинки на стенді, що містить лещата машинні, ванночки для рідини з абразивним матеріалом, перетворювач на 200 Гц, вимикачі та прилади спостереження - амперметр і вольтметр - відповідно до рисунка 3.3.

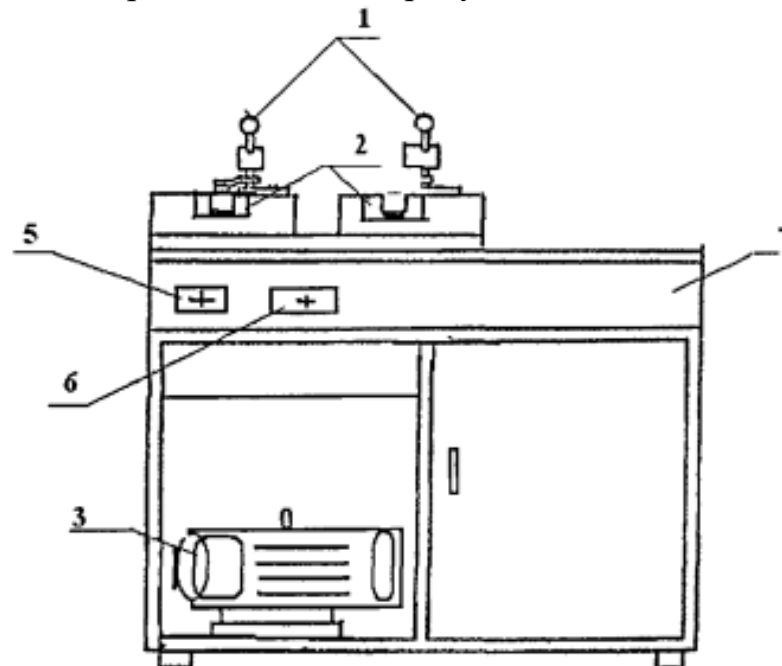


Рис. 3.3 - Стенд для обкатки стригальних машинок: 1 - лещата; 2 - ванночки; 3 - перетворювач; 4 - верстак слюсарний; 5 - амперметр; 6 - вольтметр

Випробування проводилися в імітаційному режимі - увімкнення машинок у роботу на 6 хвилин і вимкнення на 1 хвилину, що відповідає умові їхньої експлуатації під час стрижки. Загальний час напрацювання склав 57 годин. Цей експеримент дав змогу отримати зноси за робочого тиску ножа на гребінку із силою, що дорівнює 150 Н, достатні для їхнього виміру. Вимірювання проводилося в трьох точках гребінки відповідно до рисунка 3.4.

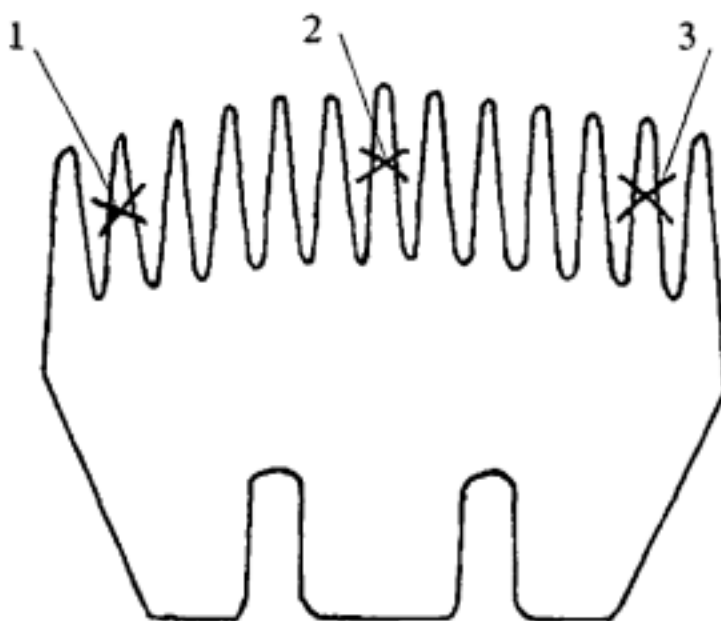


Рисунок 3.4 - Схема гребінки із зазначенням місць замірів

Жорсткість важеля також впливає на нерівномірність притиснення ножа до гребінки, оскільки сприяє зміщенню центру коливання упорного стрижня.

Для більш точного дослідження було розроблено спеціальну методику тарування важеля стригальної машинки. Вибір методу дослідження натискного механізму визначався вимогами до величини жорсткості важеля і ступеня нерівномірності притиснення під дією змінних сил.

Лабораторним дослідженням передували вибір вимірювального інструменту, приладів, тарування натискних важелів. За критерій точності вибору вимірювальних приладів приймалася їхня похибка. На рисунку 3.5 показано схему експериментальної тарувальної установки, де як обладнання використовували стригальну машинку (серійну МСУ-200 і експериментальну), спеціальне фіксувальне пристосування, ваги важільні, індикатор, універсальну стійку, кутомір.

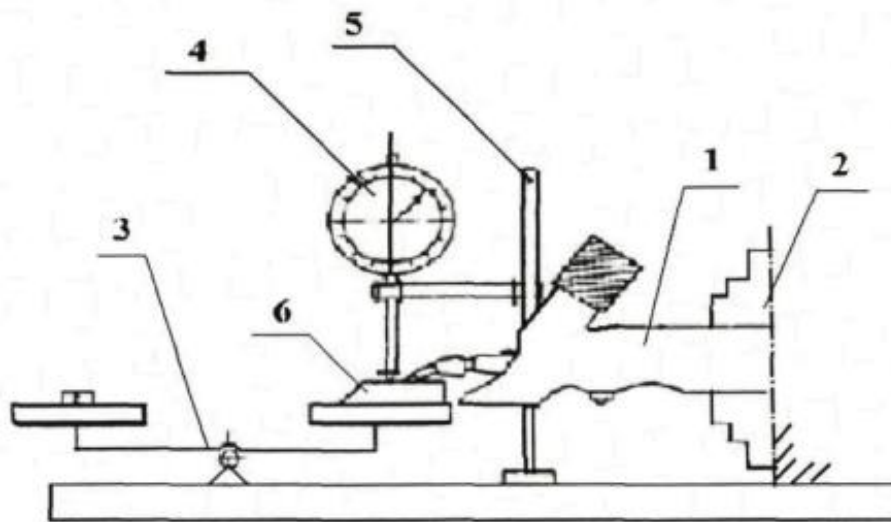


Рис. 3.5 - Схема експериментальної тарувальної установки: 1 - машинка стригальна; 2 - пристосування; 3 - ваги; 4 - індикатор годинникового типу; 5 - універсальна стійка; 6 - ніж

Машинка 1 закріплювалася за корпус нерухомо в спеціальному пристосуванні 2 так, щоб ніж лягав на одну з чаш терезів 3, не порушуючи їхньої рівноваги. Індикатор 4 за допомогою універсальної стійки 5 встановлювався на середині зуба ножа 6. Вільну чашу ваг навантажували розвагами по 2 кг, а після досягнення верхньої межі 20 кг, розвантажували. Під дією вантажу важіль і вся коливна система деформувалися, а чаша терезів піднімалася, змінюючи показання індикатора. Таким чином, було проведено тарування натискного механізму серійної та експериментальної машинок.

Механізація бритвеної машини може бути досягнута шляхом удосконалення конструкції бритвеної машини та організації процесу гоління.

Першу машину для стрижки овець винайшов у 1840 році. 1887 році ірландець на ім'я Ф.І. Вулслі, Австралія, під час реконструкції. Механічну систему тросового приводу спочатку замінили системою фрикційного приводу. А пізніше з'явилася система електричного приводу. (як групові, так і індивідуальні) У 1934 році вітчизняна промисловість почала випускати вузькопрохідні (76,8 мм) електромеханічні машини. На цій основі в 1934 році був розроблений літак МСО-77 з фюзеляжем з легкого алюмінієвого сплаву. 2503 Цей різак приводиться в рух гнучким валом від підвісного електродвигуна.

Недоліки цієї машини: Велика кількість металу. Передача крутного моменту реакції на руку різача. Обмежена рухливість під час різання. Небезпечна робоча напруга (220-380 В).

Невдовзі після того, як, слідуючи науковому прогресу радянського вченого У.І. Краморова, компанія розробила більш досконалу модель машинки для стрижки волосся МСУ-200. У ручці встановлено невеликий трифазний

асинхронний високочастотний електродвигун змінного струму (200 Гц) з ротором, захищеним від короткого замикання. Перевагою цієї машини над попередніми моделями є те, що крутний момент реакції приводу не передається оператору ножиць. Що робить його більш гнучким. Використовуйте менше металу та безпечніше працювати

Однак, оскільки електричні машинки для стрижки волосся стали більш досконалими, технологія машинної стрижки волосся мало чим відрізняється від ручної. Стригачі виходять зі складної ситуації, багаторазово натискаючи на ручні ножиці, тому такий підхід не вирішує проблему невимагання фізичної праці при стрижці.

Розбираємо машину в наступному порядку. Викрутіть гвинти та зніміть двигун з ріжучої головки. Поверніть натискну гайку на 2-3 оберти та підніміть важіль за допомогою натискного механізму. Потім вийміть ніж. Поверніть головку тримера так, щоб гребінець був спрямований вгору. Послабте гвинти кріплення та зніміть гребінець. Знову переверніть корпус так, щоб натискна гайка була спрямована вгору. Потім відкрутіть його. Підніміть важіль і зніміть напірний циліндр. Відпустіть пружину та зніміть карданний вал. Викрутіть запобіжний гвинт і поворухіть центр. І вийміть з корпусу важіль з роликком, пружиною та притискною опорою. Відокремте пружину та ремінець від важеля. Для зняття розподільного вала з підшипниками та іншими деталями буде використано зубило. Витягніть штифт і зніміть шестерню та підшипник з ексцентрикового вала. Зніміть утримувальну пружину та від'єднайте дроти від двигуна. Викрутіть гвинти, що кріплять шнур живлення до панелі. І вийміть шнур живлення з корпусу. І розплутайте дроти на задній панелі. Відкрутіть штифти кріплення вентилятора та зніміть його. Потім обережно постукайте по валу ротора. Зніміть задній підшипник з вала. Зберіть пристрій у зворотному порядку.

Перед підключенням кусачки для нігтів до електромережі перевірте, чи рухомі частини рухаються плавно. Одночасно за допомогою викрутки поверніть вал двигуна через отвір у бічній частині корпусу вентилятора. Рух має бути плавним, без ривків та заїдань. Після цього відрегулюйте машину.

Щоб налаштувати машинку, гребінець потрібно встановити правильно. Положення голови та тіла і зазор між ножем і гребінцем (тиск ножа).

4 РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

4.1 Результати з визначення моменту інерції важеля важеля стригальної машинки

При конструюванні стригальних машинок існують деякі граничні значення величин маси і швидкості, взаємозв'язок між якими впливає на рівномірність і плавність руху механізму. швидкістю важеля, сумарна дія яких виражається моментом інерції M , що визначається через момент інерції важеля в зборі I та кутове прискорення ε :

$$M = I \times \varepsilon; \quad (4.1)$$

У існуючих стригальних машинках центр ваги важеля не збігається з його центром хитання, тому крім моменту інерції виникає ще інерційна сила від маси важеля, прикладена в центрі хитання і спрямована протилежно до прискорення.

При розробці конструкцій машинок з пружним елементом і колінчастим штоком виникла потреба у визначенні моменту інерції важеля.

$$I = \frac{m \cdot g \cdot R \cdot r}{4 \cdot \pi^2 \cdot \ell} T^2; \quad (4.2)$$

Середнє арифметичне величини періоду одного коливання T визначено з урахуванням похибок: для ненавантаженого диска дорівнює 2,7343 с, для навантаженого диска - 2,3073 с.

Знаючи величини $\ell; R; r; m$ визначимо момент інерції, диска I_0 і системи I_1 . Нижче наведено значення основних величин для розрахунку моменту інерції:

$$M_{\text{диску}} = 0,4804 \text{ кг} \pm 0,0002;$$

$$R = 0,11 \text{ м} \pm 0,0005;$$

$$r = 0,06 \text{ м} \pm 0,0005;$$

$$m_{\text{ричагу1}} = 0,1648 \text{ кг} \pm 0,0002;$$

$$m_{\text{ричагу2}} = 0,1648 \text{ кг} \pm 0,0002;$$

$$\ell = 1,82 \text{ м} \pm 0,001;$$

$$g = 9,81 \text{ м/с}^2.$$

$$I_0 = \frac{0,4804 \cdot 9,81 \cdot 0,11 \cdot 0,06 \cdot 2,7343^2}{4 \cdot 3,14^2 \cdot 1,82} = 32,39 \cdot 10^{-4} \text{ кг} \cdot \text{м}^2;$$

$$I_1 = \frac{0,810 \cdot 9,81 \cdot 0,11 \cdot 0,06 \cdot 2,3073^2}{4 \cdot 3,14^2 \cdot 1,82} = 38,89 \cdot 10^{-4} \text{ кг} \cdot \text{м}^2;$$

Позначимо момент інерції одного важеля відносно осі обертання трифілярного підвісу через I_2 . Оскільки момент інерції величина адитивна, то $I_1 = I_0 + 2 \cdot I_2$, тоді

$$I_1 = \frac{I_1 - I_0}{2} = \frac{0,003889 - 0,003239}{2} = 3,25 \cdot 10^{-4} \text{ кг} \cdot \text{м}^2.$$

Серійна машинка, ручний привід. У всіх машинок, що випробовувалися, відзначалася велика різниця зусилля притискання ножа в різних положеннях і особливо в крайніх. Ця різниця не зникла і зі збільшенням початкового притискання ножа, хоча перевищення найбільшого значення над найменшим зі збільшенням початкового притискання зменшилося у кілька разів. Наприклад, при початковому притисканні 50 Н найбільше перевищує найменше $120:7,6 = 15,8$ рази, а при початковому притисканні 150 Н цей показник становить $221:80,8 = 2,7$ рази.

Крім того, у серійних машинок спостерігається ще одна особливість - перевищення значень зусилля притискання ножа в одному із крайніх положень над значенням початкового притискання ножа, причому це явище простежується на всіх щаблях початкового притискання. При ручному приводі вказане явище не властиве дослідним зразкам.

Обробка осцилограм записів динаміки машинок показала, що ступінь нерівномірності притискання ножа до гребінки у дослідних № 1, № 2 і серійних машинок зі зростанням зусилля початкового притискання знижується, причому у дослідних це має яскраво виражений характер. Так, за зусилля початкового притискання 50 Н, ступінь нерівномірності становить 0,50, а при 150 Н - 0,2. Якщо порівняти величини ступенів нерівномірності в досвідчених і серійних зразках, дуже помітна різниця між ними. У серійних вона в 2,5 рази вища.

Дані результатів досліджень свідчать також про те, що явище перевищення значень притискання в одному з крайніх положень над значенням початкового притискання властиво і досвідченим і серійним машинкам, хоча останнім воно притаманне більшою мірою.

Таким чином, проведений аналіз цієї серії дослідів дозволяє отримати такі висновки:

- у дослідних машинок зусилля притискання ножа до гребінки в діапазоні ходу ножа коливається в незначних межах, чого не можна сказати про серійні машинки;
- ступінь нерівномірності зусилля притискання ножа до гребінки у дослідних зразків у 2,5 рази нижче, ніж у серійних;
- зі зростанням зусиль початкового притискання ножа до гребінки відзначається вирівнювання значень зусиль притискання ножа та зниження ступеня нерівномірності.

За допомогою приладу для контролю роботи різального апарату стригальних машинок проводили контрольні заміри на 50 машинках МСУ-200 і 50 машинках МС0-77Б, що випускаються серійно. Для дослідів було відібрано

машинки, виготовлені в різні дні та зміни. Заміри проводилися за зусилля притиснення ножа до гребінки, що дорівнює 100 Н. Результати дослідів показали, що 44% нових машинок МСУ-200 і 26% МС0-77Б мають приховані дефекти. Таким чином, у стригальних машинках, які випускаються промисловістю, спостерігається зміщення центру коливання наполегливого стрижня відносно осі, що проходить через центр гойдання важеля перпендикулярно до площини прилягання гребінки, що підтверджує аналогічні висновки інших дослідників.

Знос гребінки модернізованої машинки був рівномірний у всіх точках і становив 0,04 мм. На гребінці серійної машинки знос нерівномірний: у середній точці (2) - 0,09 мм; у лівій (1) і правій (3) точках - відповідно по 0,04 мм. Цей простий дослід дає змогу зробити висновок, що експериментальна машинка дає рівномірне притиснення, незалежно від величини зносу ножа.

Експериментальним шляхом за допомогою трифілярного підвісу визначено момент інерції важеля, що дорівнює $3,25 \times 10^{-4}$ кг х м². Це значення використано при конструктивних розрахунках стригальних машинок.

Приладом для контролю роботи виявлено приховані дефекти у нових серійних машинках МСУ-200, які становили 44 % від загальної кількості вимірів.

Зношування гребінки при імітаційній обкатці на модернізованій машинці були рівномірними, а вироблення складало 0,04 мм.

Обробка осцилограм показала, що ступінь нерівномірності притискання ножа до гребінки модернізованої машини в 2,5 рази нижче, ніж серійної.

При стрижці овець безпосередньо на стригальному пункті за допомогою переносного приладу величина зусилля притискання ножа до гребінки після стрижки п'яти голів не перевищувала 200 - 220 Н.

Дослідження з визначення гостроти леза ножа і сил притискання ножа до гребінки показали, що у дослідної машинки після стрижки чотирьох голів овець зусилля притискання становило 220 Н, а радіус затуплення леза ножа 30,0 мкм, в серійній машинці у 0 затуплення краю ножа 38,3 мкм.

Результати визначення показників електроприводу при стрижці овець модернізованої та серійної машинками виявили, що коефіцієнт завантаження електродвигуна модернізованої машинки становив 54,3%, а серійної 59,3%, отже, вона працює з великим запасом потужності, що говорить про перевагу натискного механізму.

Експериментально-технологічні та ергономічні дослідження модернізованої стригальної машинки показали збільшення продуктивності при стрижці на 0.8 голів на годину, зниження споживаної потужності електродвигуна на 0,009 кВт. Знижено вібрацію та шум стригальної машинки, температура корпусу електродвигуна зменшилася на 10°C.

5 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ДОСЛІДЖЕНЬ

5.1 Розрахунки виробничих витрат і капітальних вкладень на одиницю виконаної роботи

Рекомендована стригальна машинка є модифікацією машинки МСУ-200. Стригальна машинка має вертикальний натискний механізм, що поєднує центр коливання наполегливого стрижня і центр гойдання важеля на осі перпендикулярній площині гребінки. При цьому упорний стрижень має колінчасту форму. Модернізація машинки дала змогу отримати підвищення ефективності стрижки за показниками: продуктивність, витрати праці на виконання основного виробничого процесу, витрати електроенергії, суми приведених витрат на одиницю продукції. Знижено балансову ціну машинки за рахунок спрощення конструкції натискного механізму і технології виготовлення, зменшення кількості деталей і ваги корпусу машинки.

Вихідні дані та розрахунок економічних показників процесу стрижки овець із застосуванням нової та базової машинок на одиницю виконаної роботи наведено в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 - Вихідні дані та розрахунок економічних показників процесу стрижки овець із застосуванням нової та базової машинок

Найменування показників	Нової машинки	Базової машинки
Склад агрегату: а) марка машинки б) число машинок	модернізована	МСУ-200
Обслуговуючий персонал, чол: а) професія, розряд б) кількість	стригаль, 4-й розряд	стригаль, 4-й розряд
Продуктивність за 1 годину, голів: а) основного часу	11,76	10,96
Середній настриг вовни з 1 голови в чистому волокні, кг	2,06	2,02
Витрати праці, люд.-год/гол: а) на виконання основного виробничого процесу б) на ремонт і періодичне обслуговування	0,085 -	0,091 -

Балансова ціна машинки, грн.	12100,00	12500,00
Коефіцієнт відрахування: а) на реновацію б) на капітальний і поточний ремонти та періодичне обслуговування	0,166 0,07	0,166 0,07
Річне завантаження, год: а) нормативне б) зональне	210 210	210 210
Річний зональний обсяг роботи, гол.	2083,2	2083,2
Фактичний обсяг робіт, гол.	275	250
Фактичний строк роботи, днів	5	5
Час основної роботи, год	21,25	22,81
Витрати електроенергії, кВтг год/гол.	0,0082	0,0096
Прямі експлуатаційні витрати, грн./гол: а) зарплата б) реновація в) капітальний і поточний ремонти та періодичне обслуговування г) електроенергія	9,72 0,65 0,27 1,04	9,73 0,68 0,29 1,04
Питомі капіталовкладення, грн./гол.	3,90	4,10
Сума наведених витрат, грн./гол.	11,20	11,30

Приклад розрахунку у людино-годинах на 1 голову стригальником визначається за формою:

$$B_n = \frac{K}{W_{осн}}; \quad (5.1)$$

де B_n – витрати праці, люд.-год;

K - кількість стригальників, осіб;

$W_{осн}$ - продуктивність стригальника за 1 годину основного робочого часу, голів на годину.

$$B_n = \frac{1}{11,76} = 0,085 \frac{\text{люд.} - \text{год.}}{\text{гол.}};$$

$$B_m = \frac{1}{10,96} = 0,091 \frac{\text{люд.} - \text{год.}}{\text{гол.}};$$

Приклад розрахунку загальні витрати праці на виконання річного зонального обсягу робіт нової та базової машинок визначимо за формулою:

$$T_{заг} = B_n \cdot P_3 \quad (5.2)$$

де B_n - витрати праці в людино-годинах на 1 голову;

P_3 - річне зональне напрацювання, голів овець.

$$T_{загн} = 0,085 \cdot 2083,2 = 177,07 \text{ люд.-год.};$$

$$T_{загб} = 0,091 \cdot 2083,2 = 189,57 \text{ люд.-год.}$$

Річна економія праці при експлуатації нової машинки (B_n рік) в людино-годинах визначиться за формулою:

$$B_{n \text{ рік}} = T_{загн} - T_{загб};$$

$$B_{n \text{ рік}} = 189,57 - 177,07 = 12,5 \text{ люд.-год.} \quad (5.3)$$

Річні витрати на електроенергію визначимо за формулою:

$$A_e = C \cdot N \cdot B_3; \quad (5.4)$$

де A_{en} ; A_{eb} - річні витрати електроенергії на одну машинку для нової і базової машинки, грн;

$$C - \text{тариф на електроенергію, } \frac{\text{грн.}}{\text{кВт} \cdot \text{ч}};$$

$$N_n; N_b - \text{витрата електроенергії за новою і базовою машинками, } \frac{\text{кВт} \cdot \text{ч}}{\text{гол.}};$$

B_3 - річне зональне напрацювання, голів овець.

$$A_{en} = 5,00 \cdot 0,0082 \cdot 2083,2 = 85,41 \text{ грн.};$$

$$A_{eb} = 5,00 \cdot 0,0096 \cdot 2083,2 = 99,99 \text{ грн.}$$

Економія електроенергії на рік від випуску партії в кількості 10000 штук нової машинки складе 145800 грн. Приклади розрахунків визначення показників порівняльної економічної ефективності. Річний економічний ефект, визначений за економією наведених витрат на виконання річного обсягу робіт нової машинки, складе:

$$E_p = C_b - C_n; \quad (5.5)$$

де E_p - річний економічний ефект, грн;

C_6 ; C_n - сума приведених витрат у базовому і новому варіантах, грн.

$$E_p = 23540,00 - 23330,00 = 210 \text{ грн.}$$

Річний економічний ефект від виробництва і використання за строк служби нової машинки в грн:

$$E_{m.n} = \frac{E_p}{\alpha_n + E}; \quad (5.6)$$

де $E_{т.п}$ - річний економічний ефект від виробництва і терміну служби, грн;

α_n - коефіцієнт на реновацію від нової машинки, що дорівнює 0,166;

E - нормативний коефіцієнт ефективності капітальних вкладень 0,16.

$$E_{m.n} = \frac{210}{0,166 + 0,16} = 644 \text{ грн};$$

Витрати на впровадження не пов'язані зі збільшенням вартості основних виробничих фондів, тому термін окупності не розраховується. Річний госпрозрахунковий економічний ефект, визначений за економією наведених витрат від серійного випуску стригальних машинок у кількості 10000 штук, становитиме:

$$E_r = E_p \cdot A_r; \quad (5.8)$$

де E_r - річний госпрозрахунковий економічний ефект з економії наведених витрат від серійного випуску машинок, грн;

A_r - річний обсяг робіт, штук.

$$E_r = 210 \cdot 10000 = 2100000 \text{ грн.}$$

Техніко-економічні та технічні показники, отримані в результаті випробувань модернізованої машинки:

- продуктивність підвищилася на 0,8 гол. за 1 годину основного часу;
- річна економія праці під час експлуатації машинки становила 12,5 люд. год;
- річна економія праці під час експлуатації машинки становила 12,5 люд.год;
- річна економія витрат на електроенергію на одну машинку склала 14,58 грн, а від серійного випуску машинок у кількості 10000 штук дорівнюватиме 145800 грн;
- прямі експлуатаційні витрати на річний обсяг роботи машинки зменшилися на 124,99 грн;
- річний економічний ефект за сумою наведених витрат від впровадження однієї машинки дорівнює 210,00 грн;
- балансова ціна машинки, за даними заводу виробника, знижена на 400,00 грн за рахунок зниження ваги машинки на 0,095 кг, скорочення кількості деталей і простоти виготовлення натискного механізму.

Річний госпрозрахунковий економічний ефект, визначений за економією наведених витрат від серійного випуску машинок у кількості 10000 штук, становитиме 2.1 млн грн.

ВИСНОВКИ

1. У господарствах застосовується в основному швидкісна стрижка овець, що вимагає модернізації існуючих та створення нових конструкцій стригальних машинок, що сприяють підвищенню їхньої надійності та продуктивності праці стригалів.

2. Огляд існуючих стригальних машинок показав, що у промисловому вівчарстві стрижка овець здійснюється з допомогою ручних електричних машинок. Встановлено, що 44% досліджуваних базових машин МСУ-200 мають суттєвий конструктивний недолік у порушенні геометрії корпусу або натискного механізму і, внаслідок чого, дрібається нерівномірне притискання ножа до гребінки. Для забезпечення рівномірного притискання ножа до гребінки, усунення відхилень центрів коливання завзятого стрижня та важеля від осі, перпендикулярної площини гребінки при експлуатації, розроблена конструкція стригальної машинки з вертикальним натискним механізмом та колінчастим стрижнем.

3. Теоретичні та експериментальні дослідження модернізованої конструкції машинки дозволили встановити: - циклічна сила, що діє на колінчастий завзятий стрижень, у модернізованій машинці, завжди проходить по осі, перпендикулярній площині гребінки та при зменшенні висоти ножа в процесі переточень не змінює свого напрямку; - основними критеріями об'єктивної оцінки конструкції стригальної машинки слід вважати: рівномірність та силу притискання ножа до гребінки, від яких залежать зоотехнічні, ергономічні та техніко-експлуатаційні показники процесу стрижки овець; величина нерівномірності притискання ножа до гребінки в модернізованій машинці в межах створюваних зусиль 100 - 150 Н становить не більше 40 Н (різниця між максимальними і мінімальними зусиллями). У серійній машинці ця величина становить 1355 Н, тобто. у 3 рази більше.

4. Дослідженнями встановлено, що зусилля притискання ножа до гребінки в модернізованій машинці з колінчастим завзятим стрижнем до моменту затуплення лез ножа знаходяться в межах 140 - 220 Н. У серійних машинках вони коливаються від 170 до 270 н. Внаслідок цього в модернізованих машинках збільшується термін служби ріжучих пар між їх переточуванням і зменшується навантаження на кінематичні пари передавального механізму, що труться.

5. Розроблено методику та обладнання для проведення експрес-випробувань стригальних машинок у лабораторних та польових умовах з метою отримання даних щодо рівномірності та сили притискання ножа до гребінки.

6. Виробничі випробування модернізованої стригальної машини показали такі техніко-економічні показники: річний економічний ефект від однієї машини становив 210,00 грн; продуктивність протягом години

основного часу підвищилася на 0,8 години. Знижена балансова вартість машини на 400,00 грн; зменшилася витрата електроенергії на 0,0014 кВт год/гол., покращилися ергономічні показники, на 0,095 кг знизилася маса машинки.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Ревенко І.І., Брагінець М.В., Ребенко В.І. Машина та обладнання для тваринництва: підручник. - К.: Кондор, 2012. - 731 с.
2. Ревенко І.І., Хмельовський В.С., Ікальчик М.І. Механізація тваринництва: підручник. - Ніжин: Видавець Лисенко М.М., 2015. - 328 с.
3. Ревенко І.І., Брагінець М.В., Заболотько О.О. та ін. Машина та обладнання для тваринництва: посібник-практикум. - К.: Кондор, 2012. - 562 с.
4. Механізація і автоматизація у тваринництві: навчальний посібник / НУБіП України. - К.: НУБіП, 2015. - 180 с.
5. Пічугін Д.В. Механізація стрижки овець: дипломна робота. - Одеський державний аграрний університет, 2024. - 65 с.
6. Маласай Д.С. Пояснювальна записка до дипломного проекту. - Дніпровський державний аграрно-економічний університет, 2023. - 70 с.
7. Цапко В.І. Значення механізації та зоотехнічні вимоги стрижки овець. - Таврійський державний агротехнологічний університет, 2022. - 12 с.
8. Saha, S., Prasad, B. Synthesis and Analysis of a New Mechanism for Sheep Shearing Machine. - ResearchGate, 2013.
9. Court, J. Sheep Farming for Meat and Wool. - CSIRO Publishing, 2014. - 256 p.
10. Taylor, P. Pastoral Properties of Australia. - George Allen & Unwin, 1984. - 320 p.
11. High-Frequency Electric Shearing Unit for Sheep. - SpringerLink, 2018.
12. Reduction in Sheep-Shearing Power Requirements by Altering Cutter Geometry. - ScienceDirect, 2005.
13. A Study of a Modern Sheep Shearing Handpiece. - ScienceDirect, 1977.
14. Sharpening Mechanism for Cloth Shearing Cutter. - Google Patents, 2014.
15. US199243A - Improvement in Power Sheep-Shears. - Google Patents, 1877.
16. Sheep Wool: Hand-Shearing or Machine? Key Differences. - FarmFixes, 2023.
17. Машинка для стрижки овець «Kaison-300» (США). - УкрНДПВТ ім. Л. Погорілого, 2019.
18. Машина для стрижки овець: технічні характеристики та особливості. - Агроінженерія України, 2021.
19. Інноваційні технології в механізації тваринництва. - АгроСвіт, 2020.
20. Сучасні тенденції у виробництві обладнання для стрижки овець. - Техніка і технології АПК, 2022.
21. Енергозберігаючі технології в тваринництві. - Науковий вісник НУБіП, 2021.
22. Вплив геометрії ножів на ефективність стрижки овець. - Збірник наукових праць НУБіП, 2020.

23. Механізація процесів у вівчарстві. - Аграрна наука та освіта, 2019.
24. Технічне обслуговування та ремонт обладнання для стрижки овець. - Практикум з агроінженерії, 2021.
25. Заточувальні пристрої: конструкції та принципи роботи. - Інженерна механіка, 2020.
26. Безпека праці при роботі з обладнанням для стрижки овець. - Охорона праці в АПК, 2022.
27. Економічна ефективність механізації стрижки овець. - Економіка АПК, 2021.
28. Порівняльний аналіз ручної та механізованої стрижки овець. - Вісник аграрної науки, 2020.
29. Впровадження новітніх технологій у вівчарстві. - Сільське господарство України, 2021.
30. Технологічні процеси у вівчарстві. - Навчальний посібник для аграрних ВНЗ, 2019.
31. Модернізація заточувальних пристроїв для стригальних машинок. - Технічна творчість студентів, 2022.
32. Патент на заточувальний пристрій для стригальної машинки. - Державний реєстр патентів України, 2023.

ДОДАТКИ