

НУБІП України

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Факультет конструювання та дизайну

НУБІП України

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ
Завідувач кафедри
кафедра охорони праці та біотехнічних
систем у тваринництві

Хмельовський В.С.

(підпис)

(ПІБ)

НУБІП України

“ ”

2021 р.

МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА

на тему *Обґрунтування параметрів заточувального
пристрою стригального агрегату*

НУБІП України

Спеціальність – 133 «Галузеве машинобудування»

Освітня програма – Машини та обладнання сільськогосподарського
виробництва

Орієнтація освітньої програми – освітньо-професійна

НУБІП України

Гарант освітньої програми

Д.т.н., проф.

(науковий ступінь та вчене звання)

Ромасевич Ю.О.

(підпис)

(ПІБ)

Керівник магістерської роботи

НУБІП України

к.т.н., доцент

(науковий ступінь та вчене звання)

Виконав

В.І.Ребенко

(підпис)

(ПІБ)

О.О.Крамаренко

(підпис)

(ПІБ студента)

НУБІП України

КИЇВ – 2021

НУБІП України

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Факультет конструювання та дизайну

НУБІП України

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри

д.т.н., проф. Хмельовський В.С.
(підпис) (ІПБ)

“ ” 2021 р.

НУБІП України

З А В Д А Н Н Я

на виконання магістерської роботи студенту

Крамаренку Олексію Олександровичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

Спеціальність: 133 «Галузеве машинобудування»
(код і назва)

Тема магістерської роботи: Обґрунтування параметрів заточувального пристрою
стригального агрегату

затверджена наказом ректора НУБІП України від “03” лютого 2021 р. №195-с

Термін подання завершеної роботи (проекту) на кафедру
(рік, місяць, число)

Вихідні дані до магістерської роботи

Перелік питань, які потрібно розробити:

Перелік графічних документів (за потреби)

Дата видачі завдання “ ” 20 р.

Керівник магістерської роботи _____ В.І. Ребенко
(підпис) (прізвище та ініціали)

Завдання прийняв до виконання _____ О.О. Крамаренко
(підпис) (прізвище та ініціали студента)

НУБІП України

НУБІП України

РЕФЕРАТ

Магістерська робота включає 75 сторінок машинного тексту, 9 таблиць, 22 рисунки, опрацьовано 37 літературних джерел.
Об'єктом досліджень являється обладнання для стрижки овець.

Мета досліджень: обґрунтування видів та параметрів ремонтно-обслуговуючих дій для стригального обладнання та організація його технічного сервісу в умовах фермерських господарств.

В магістерській роботі проведено аналіз вівчарських фермерських господарств в Україні, обґрунтовано стригальний пункт для невеликого поголів'я та систему ТОіР стригального обладнання в умовах фермерських господарств, яка дасть змогу зменшити втрати на простої обладнання, зекономити витрати праці, підвищити ступінь використання техніки, а також підвищити продуктивність стрижки овець.

Методикою досліджень передбачено було виявити резерви підвищення роботоздатності стригального обладнання. Експерименти показали вплив якості виконання ремонтно-обслуговуючих дій на ефективність експлуатації стригального обладнання і підтвердили високу ефективність запропонованих рішень порівняно з існуючими.

Ключові слова: стригальне обладнання, технічне обслуговування, вовна, вівці, стригальний пункт, сервіс, надійність.

НУБІП України

1. СТАН ПИТАННЯ. ЦІЛЬ І ЗАВДАННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ 1.1.

НУБІП України

Технології одержання овечої вовни

З моменту появи вівчарства (близько 6...8 тис. років до н.е.) протягом

декількох тисяч років овець не стригли, а вичісували вовна вручну,

висмикували, зрізали лезом ножа. Перші ножиці, призначені для стрижки овечої

вовни, з'явилися близько 3,5 тис. років тому і являли собою дві заточені

металові пластини, з'єднані на зразок пінцета (Рис. 1.1, а). Ножиці, що

працюють за принципом важеля, з'явилися лише в VIII - X вв. н.е. (Рис. 1.1, б) і

залишаються практично незмінними конструктивно по справжній момент.

Перші відомі ножиці, які можна вважати прототипом сучасних стригальних

пристроїв, запатентовані в другій половині XIX у США (Рис. 1.1, в - патент

US376233).

НУБІП України

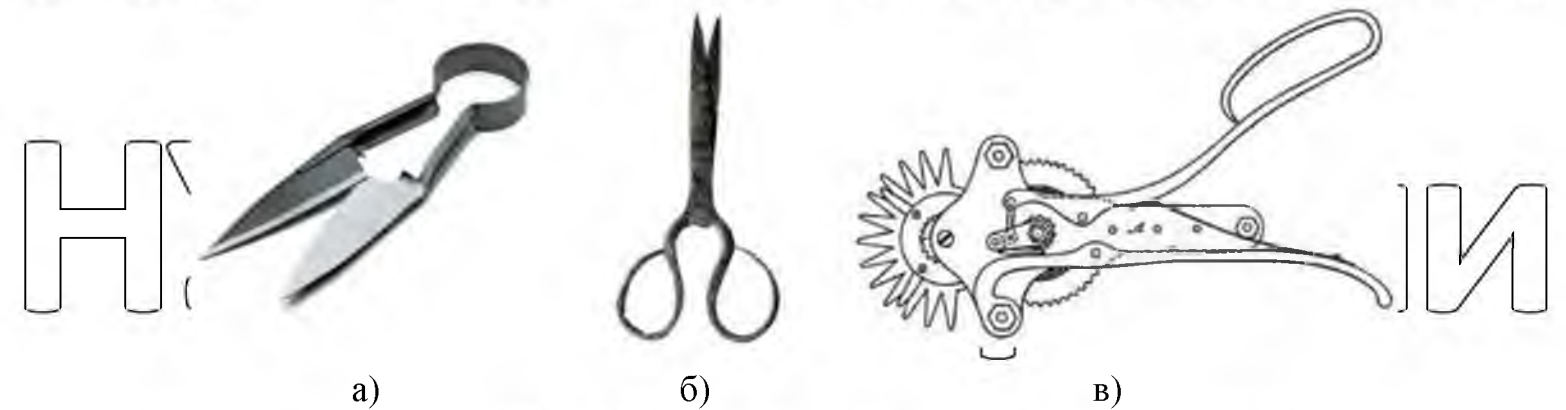


Рис. 1.1 - Ножиці для стрижки овець

НУБІП України

Початок розвитку стригальної техніки прийнято зв'язувати з іменем

Фредеріка Йерка Волслея, який в 1887 році в Австралії сконструював

стригальну машинку із гребінкою й дисковим ножом, привод якого

здійснювався за допомогою канатної передачі [46, 62]. Відомі й більш

ранні технічні розв'язки, запатентовані в США, що мають у конструкції

НУБІП України

ріжучого апарата, як дисковий ніж, так і ніж із зубами [71, 72]. Надалі поліпшення конструкції машинки йшло по шляху вдосконалення ріжучих пар і

їх привода. Дискові ножі були вигнуті ножами з радіальним і паралельним осьової лінії розташуванням зубів, зі зворотно-поступальним рухом ножа по гребінці, що сприяє самоочищенню. У передавальному механізмі канатна передача була замінена на колінний і гнучкий вал, від групового привода перейшли до індивідуального (Рис. 1.2).

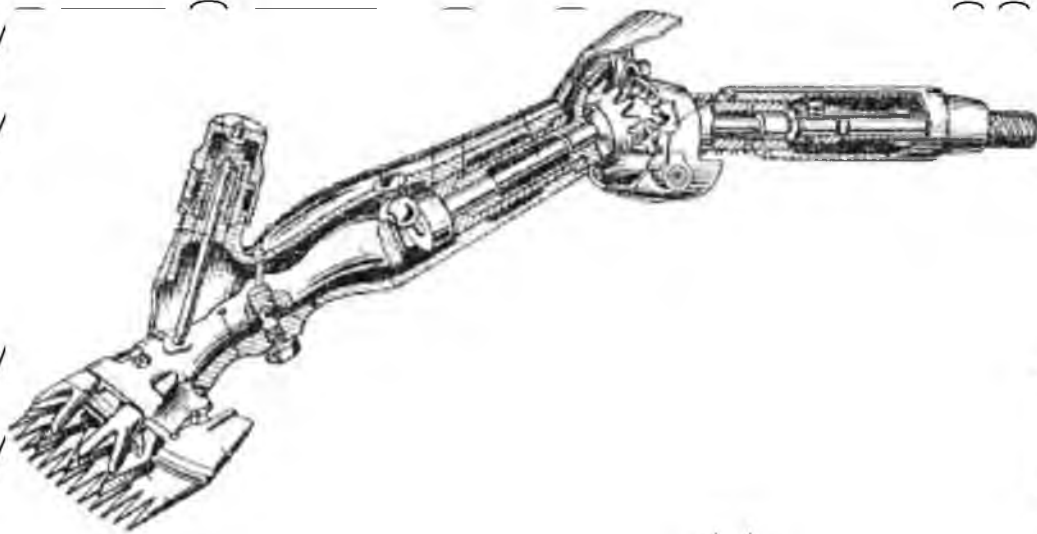
У процесі експлуатації стригальних машинок їх перевага над ручним способом стрижки ножицями стало очевидним:

- значно полегшилася праця стригалів - на стрижку однієї вівці вручну потрібно до 1000 натисків ножицями;

- в 3...5 раз підвищилася продуктивність праці - на стрижку однієї вівці в середньому затрачається, залежно від навичок стригаля, ручними ножицями 20...25 хвилин, машинкою від 2 до 8 хвилин;

- покращилася якість руна й на 8...13% збільшився настриг вовни за рахунок більш низького рівномірного зрізу;

- знизилася число порізів шкіри тварин і наявність січки на руні; [41]



Слід зазначити, що винахід механічної машинки для стрижки овець було

НУВІП УКРАЇНИ

єдиним значним кроком уперед у питанні вдосконалення процесу одержання овечої вовни за останні 200 років. З тих пор, незважаючи на фінансування

НУВІП УКРАЇНИ

наукових досліджень у цій області, помітних позитивних результатів отримане не було. Відомо, що в 1970 р. Австралійська корпорація вовни підняла питання про дефіцит, що намітився, стригалів і про вагу їх праці. Було помічене, що витрати на стрижку стали рости набагато швидше, чим ціни на вовну. Група фермерів Австралії звернулася із пропозицією до Австралійської корпорації

НУВІП УКРАЇНИ

вовни про можливе фінансування техніко-економічного дослідження автоматизованої стрижки. Австралійська корпорація вовни позитивно відреагувала на цю пропозицію й з 1975 р. фінансує п'ять основних напрямків науково-технічних досліджень, головною метою яких є зниження вартості стрижки овець [63, 64, 99]:

НУВІП УКРАЇНИ

- біологічний збір «урожаю» вовни;
- хімічна стрижка;
- роботизована стрижка;
- механізація процесу стрижки в традиційних стригальних пунктах;
- удосконалення приймань стрижки.

НУВІП УКРАЇНИ

В 1990 р. з'явилися результати досліджень, проведених в Австралії, по біологічному «зборі врожаю» вовни як альтернативному методу стрижки. Робота проводилася двома напрямками: використання для орального застосування хімічної сполуки M-160, що викликає розрив шерстних волокон, а біологічного ФРЭ (фактор росту епідермиса)

НУВІП УКРАЇНИ

для ін'єкцій. Вовна можна було знімати через шість тижнів після обробки, тобто після того, як вона отрастет на 6.. 8 мм, щоб захистити вівцю від сонця й холоду. Застосування з'єднання M-160 було незабаром припинене через його високу вартість і більших труднощів при ліквідації залишкового впливу й токсичності. Групою дослідників

НУВІП УКРАЇНИ

Австралії, Німеччині, Греції було встановлено, що, застосовуючи ФРЭ, неможливо викликати таке послаблення у вовні, яке дозволило б їй залишатися

НУВІП УКРАЇНИ

на вівці протягом шести тижнів після обробки без системи її втримання. При всіх явних перевагах біологічного способу зняття рунь (легкість одержання,

НУВІП УКРАЇНИ

цілісність, відсутність порізів в овець будь-якої складчості, відсутність перестрига, неможливість до кваліфікації виконавця), вартість однієї дози ФРЗ перекриває всю можливу економічну вигоду. Відомо, що роботи в даному напрямку тривають, але ні про які позитивні й перспективні результати на сьогоднішній день не заявлене.

НУВІП УКРАЇНИ

У ряді альтернативних способів стрижки овець варто також назвати зріз вовни *гарячим дротом* «hot blade», який виявився незастосовний на практиці через неможливість швидкої адаптації температури дроту до навколишнього середовища й до різної щільності шерстного покриву. У процесі роботи дріт остигав у шерстному покриві, або плавилася при виході з нього, що приводило до поломки стригального пристрою й зниженню якості рунь.

НУВІП УКРАЇНИ

Перший досвід *роботизації* стрижки овець був зафіксований в Австралії в 1975 році. Можливість організації потокової автоматизованої стрижки стала досить вагомою перспективою для фінансування цього напрямку Австралійською корпорацією вовни. В 1985 році був створений

НУВІП УКРАЇНИ

автоматизований *робототехнический комплекс*, що мав систему самонавчання й орієнтування в процесі роботи на рельєф шкурного покриву конкретної вівці [63, 99]. Виключення із процесу стрижки людського фактора має рядом переваг: зниження травматизму людей і тварин, відсутність витрат на навчання стригаля, одержання більш однорідного руна, можливість цілодобового режиму роботи в

НУВІП УКРАЇНИ

умовах *стислих строків стрижки*. Однак, за станом на сьогоднішній день, впровадження *роботизованих комплексів* є економічно неефективним через дорожнечу *суттєвого встаткування*.

НУВІП УКРАЇНИ

Використання для стрижки *лазерного променя* в Австралії вперше було згадано ще в 1973 р., потім, в 1974...1977 рр. у ВНИОК були проведені докладні дослідження цього способу одержання овечої вовни, описані В.І. Крисюком. Стрижка лазером не знайшла широкого застосування через високу

НУВІП УКРАЇНИ

вартість і більших габаритів необхідного встаткування, хоча мала перевагу перед механізованою стрижкою в плані безпеки для шкірного покриву тварини.

[46, 63]

Багато з перерахованих способів зняття вовни з вівці є досить перспективними, однак на сьогоднішній день єдиним розповсюдженим і практикованим в усьому світі способом є механізована стрижка овець.

Рациональна технологія стрижки овець базується на анатомо-морфологічних і фізіологічних показниках тварини, фізичних і функціональних особливостях виконавця, а також технічних характеристиках стригальних машинок.

Одним з основних факторів, що визначають продуктивність праці при існуючому методі стрижки, є рівень освоєння стригалем раціональних приймань і рухів при стрижці вівці.

Сучасні приймання механізованої стрижки, практикуємі в овцеводческих господарствах, були розроблені для зниження трудомісткості процесу й поліпшення якості одержуваного руна [33].

Так, практикою доведене, що досвідчений стригаль витрачає на зняття руна 200,500 секунд (3,8 хвилин), роблячи при цьому 55...60 робочих ходів машинкою. Швидкість подачі машинки стригалем становить 0,57...0,63 м/с при коефіцієнті використання активної частини гребінки 0,73-0,92, а перестриг вовни не перевищує 3 г.

Стригаль низької кваліфікації, що не володіє міцними сенсорномоторними навичками, витрачає на зняття руна в 4,7...6,0 раз більше часу, роблячи при цьому 180...210 робочих ходів, а низька швидкість подачі машинки (0,4-0,47 м/с) приводить до зростання січки на 60%. Неповне використання активної частини гребінки (0,47-0,50, тобто 3...3,5 зуба не беруть участь у роботі) приводить до появи "сухого" тертя в ріжучій парі, її нагріванню, передчасному зношуванню й затупленню [41].

Що стосується якості обстриженого руна, то, з виробничої точки зору,

НУБІП УКРАЇНИ

найбільш серйозними недоліками є шматочки шкіри, що попадають у руно внаслідок порізів. Ці шматочки часто викликають поломку тонких голок у

прядильних машинах, і з'являється поверхневий порок у готовому матеріалі. Численні порізи, у свою чергу, можуть привести до влучення в організм вівці інфекцій.

Крім поліпшення показників якості процесу стрижки, немаловажну роль відіграє питання зниження шкідливих впливів на організм самого виконавця.

Результати досліджень трудової діяльності стригалів при стрижці овець різними прийманнями (закарпатський, казахський, ставропольський, австралійський, оренбурзький) показали, що поряд зі статичними навантаженнями опорно-рухового апарата, виникають більші знакозмінні навантаження на руку виконавця й плечове зчленування.

Останні дослідження процесу стрижки овець едильбаевської породи підтвердили необхідність удосконалювання стригальних машинок типу МСУ-200, особливо її ріжучих пар, тому що пухошерстна структура руна не дозволяє із зусиллям 20...30 кг впровадитися в зрізаний покрив. Навантаження на руку виконавця зростає в 4,5...6 раз, що граничить із його фізичними можливостями з одного боку, а з іншого - виводить із ладу двигуні машинок, і тварина випробовує більші стреси.

Знизити негативний вплив вищезгаданих факторів можна за допомогою грамотного підходу до вибору приймань стрижки конкретної породи овець із повноцінним забезпеченням технічної оснащеності процесу - і це, у першу чергу, питання кваліфікації виконавця. В.А. Мороз у ході своїх досліджень стрижки австралійських мериносів позначив наступні «секрети гарної стрижки: мати гострі гребінки й ножі в стригальній машинці, містити ручні інструменти в гарному стані, ретельно обробляти овець, стригти по всій ширині гребінки, робити довгі проходи, дозволяти вівцям перебувати в потрібному положенні, а не боротися з ними». [63]

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП України

1.2 Тенденції розвитку механізованої стрижки

Світовою практикою механізованої стрижки в ході нагромадження вікового досвіду була розроблена безліч технічних розв'язків, спрямованих на підвищення ефективності процесу зняття руць. Усі історично сложившеся різноманіття стригальних машинок можна в загальному класифікувати по ряду конструктивних особливостей (Рис. 1.3).



Рис. 1.3 - Класифікація стригальних машинок

Основна маса представлених пристроїв у процесі розвитку стригальної техніки була відкинута через низьку якість одержуваного руна, незручності в експлуатації, невисокого ресурсу деталей і вузлів. Уживали спроби замінити електропривод на гідравлічний і пневматичний [22, 45, 46, 62], також вбудовані в рукоятку машинки. У числі переваг зазначених способів привода можна назвати зниження маси машинки й можливість плавного регулювання частоти подвійних ходів ножа. Одержувані при цьому недоліки у вигляді зниження маневреності, запущеності робочого місця й т.п. не сприяли впровадженню подібних пристроїв.

НУВІП УКРАЇНИ

У нашій країні машинна стрижка овець уперше була застосована в Омській області, де в 1929 році були проведені випробування всіх імпортованих

машинок, що добре зарекомендували себе, з метою виявлення найбільш працездатних моделей. Промислове виробництво стригальних машинок марки ГМ із шириною захвата 57,6 мм у нашій країні почалося в 1934 році Ростовським механічним заводом. В 1938 році почався випуск удосконаленої машинки ШЗМ із шириною захвата 76,8 мм, потім, після модернізації, з 1949

року вийшла в серійне виробництво ШЗМ-2, і машинною стрижкою було охоплено вже порядку 30...35% усього поголів'я овець. [62]

В 1960 р. на базі ШЗМ-2 випускаються машинки МСО-77А, головною відмінністю яких стала заміна чавунного корпусу алюмінієвим з метою зменшення навантаження на руку стригальця. Підвищення кваліфікації стригальців

викликало необхідність у збільшенні швидкості стрижки, і з 1965 року починається випуск машинок МСО-77Б, із частотою подвійних ходів 2380 хв^{-1} , замість частоти 1800 хв^{-1} у попередньої моделі. Одним з найбільш істотних недоліків перерахованих моделей був привод - він здійснювався через гнучкий вал від індивідуального електродвигуна. Це викликало реактивний крутний

момент, що викручує машинку, обмежувало маневреність при стрижці, а робоча напруга струму (220/380 В) становило небезпеку для життя.

Перша машинка, що мала привод від електродвигуна змінного струму із частотою 200 Гц, розташованого в рукоятці машинки, була сконструйована в

1959 році інститутами НИИЭП і ВИЭСХ. Небагато пізніше, в 1962 році у

ВИЭСХ на базі досліджень Ю.І. Краморова були виготовлені малогабаритні машинки МС-200 і МС-400 з асинхронним трифазним короткозамкненим електродвигуном, що працюють від змінного струму підвищеної частоти відповідно на 200 і 400 Гц. Ці машинки мали рядом недоліків: значна вага, складність конструкції понижувального редуктора, великий діаметр рукоятки, високе нагрівання корпусу. [13, 14, 16, 42, 43, 58]

Згадані недоліки були усунуті в машинці МС-200М, розробленої

НУБІП УКРАЇНИ

Грузинимех під керівництвом К.А. Мехи в 1966 році. Примітно, що ця машинка під маркою МСУ-200 донині випускається заводом «Актюбсельмаш» і

НУБІП УКРАЇНИ

є єдиним конкурентоспроможним вітчизняним представником стригальної техніки (Рис. 1.4).

Стригальна машинка складається з корпусу, ексцентрикового й натискного механізмів пари, що ріже, і редуктора.

Корпус 30 з'єднує всі механізми машинки. У верхній частині корпусу

НУБІП УКРАЇНИ

приплив, у який ввернуть штуцер 6 натискного механізму. У середній частині є оглядове вікно, закрите заглушкою, і отвір із запобіжним гвинтом 10, унизу отвір під центр обертання 32. Торень корпусу виконаний у вигляді круглого фланця під гвинти 25 для приєднання електродвигуна.

Ексцентриковий механізм розташований у корпусі машинки й служить

НУБІП УКРАЇНИ

для перетворення обертального руху вала-ексцентрика 28 у коливальний рух важеля 33. У передній частині важеля встановлені натискні лапки, ліва й права 1, 2, утримувані від випадання пружиною й гайкою 3. Лапки своїми конічними вусиками входять в отвори зубів ножа 35.

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

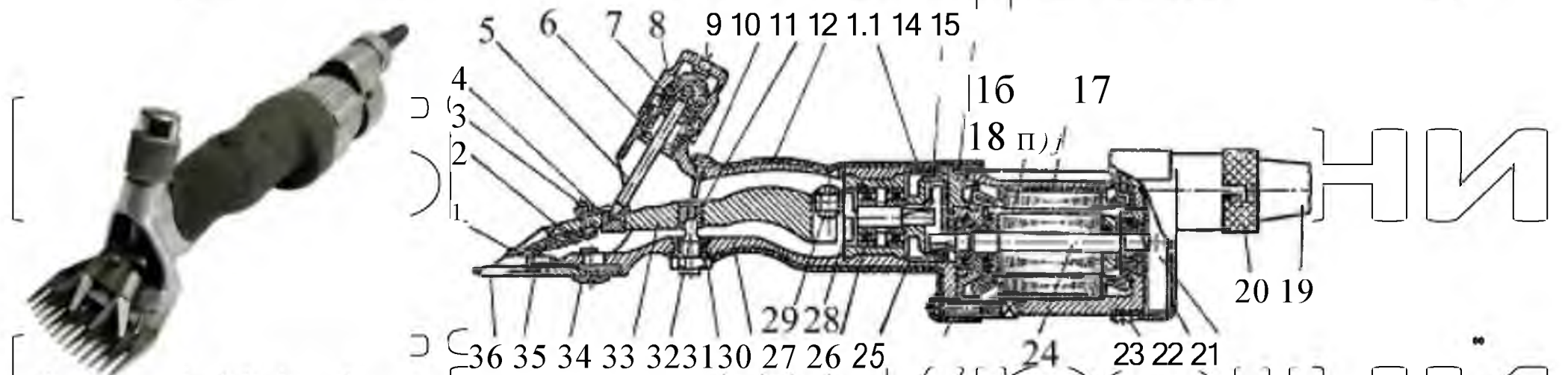


Рисунок 1.4 - Стригальна машинка МСУ-200

1 - лапка натискна ліва; 2 - лапка натискна права; 3 - гайка; 4 - під'ятник стрижня упорного; 5 - стрижень упорний; 6 - штуцер; 7 - патрон натискної; 8 - гайка натискна; 9 - упор патрона; 10 - гвинт запобіжний; 11 - під'ятник центру обертання; 12 - чохол; 13 - колесо зубчасте; 14 - штифт; 15 - щит підшипника; 16 - шарикопідшипник; 17 - статор; 18 - корпус електродвигуна; 19 - шнур живлення; 20 - фіксатор; 21 - вентилятор; 22 - кожух; 23 - гвинт; 24 - вал-шестірня ротора; 25 - гвинт; 26 - дистанційна втулка; 27 - підшипник; 28 - вал-ексцентрик; 29 - ролик; 30 - корпус; 31 - гайка спеціальна; 32 - центр обертання; 33 - важіль; 34 - гвинт гребінки; 35 - ніж; 36 - гребінка.

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

Натискний механізм забезпечує рівномірний притиск ножа до гребінки.

Кожна лапка для рівномірного натискання на ніж може, незалежно від іншої,

вільно встановлюватися в потрібне положення, повертаючись навколо своєї осі.

Центр обертання 32 є віссю повороту й опорою важеля й регулюється по висоті залежно від товщини ножа. Від мимовільного відвинчування він фіксується спеціальною гайкою 31. Вал-Ексцентрик обертається в підшипниках 27,

установлених у корпусі 30. Натискний механізм розташований у припливі

передньої частини корпусу. Тиск на ніж передається натискною гайкою 8 через

натискний патрон 7, упорний стрижень 5, передню частину важеля й лапки.

Натискна гайка фіксується стопорною пружиною. Для запобігання упорного

стрижня від випадання па його нижню головку надета пружина. Одна головка

входить у натискний патрон 7, а інша — у під'ятник 4 стрижня упорного на

важелі

Ріжучий апарат призначений для зрізання вовни й складається із гребінки

36 і ножа 35. Гребінка має два отвори під штифти тримача точильного апарата й

за допомогою двох гвинтів кріпиться до передньої частини корпусу машинки.

Зуби гребінки при стрижці входять у вовну, розчісують і підтримують її при

зрізанні ножем. Гребінка кріпиться гвинтами 34 до передньої частини корпусу

машинки. Ніж має коробчасту форму. Тонкі стінки надають ножу еластичність,

зберігаючи твердість конструкції. Ніж має чотири ріжучі зуби. Кожний зуб

сприймає тиск ріжків натискних лапок, за допомогою яких важіль надає ножу

коливальний рух.

На вільному хвостовику вала-ексцентрика закріплюється за допомогою

штифта 14 циліндричне прямозубе колесо 13 внутрішнього зачеплення,

сполучене з валом ротором 24 електродвигуна. Між заднім підшипником 16 і

щитом підшипника 15 установлена дистанційна втулка 26.

Електродвигун машинки МСУ-200 трифазний з короткозамкненим

ротором і виконано в закритому алюмінієвому корпусі 18. Обдувши корпус

електродвигуна здійснюється вентилятором 21, установленим на кінці вала

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

ротора 24. На кінець корпусу електродвигуна надет кожух 23. Вал ротора обертається в підшипниках 80019. Задній підшипник посаджений у втулку, армирующую корпус електродвигуна. У передній частині електродвигун закритий підшипниковим щитом 15, у якому розміщений передній підшипник.

Фланець корпусу електродвигуна приєднаний до фланця корпусу головки гвинтами 25.

Проведення шнура живлення безраз'ємно з'єднані з вивідними кінцями електродвигуна. Передача напруги на електродвигун здійснюється через вимикач на задній кришці.

Перетворювач частоти струму призначений для перетворення однофазної мережі змінного струму нормальної частоти 50 Гц при напрузі 220 У в змінний трифазний струм підвищеної частоти 200 Гц, напругою 36 В.

Варто відзначити, що дослідницька робота, спрямована на поліпшення конструкції стригальних машинок з погляду підвищення надійності й безпеки роботи, зносостійкості вузлів і деталей, зручності для стригалів й підвищення якості одержуваного сировини, ведеться фахівцями із цієї дні.

Зокрема, можливість підвищити якість руна, що обстригається, за допомогою модернізації ріжучого апарату стригальної машинки, займала багатьох дослідників як у нашій країні (В.А. Зяблов, П.Л. Полозов, П.В. Гулянский, К.А. Месхи, П.К. Григоров, В.І. Крижук і ін.), так і за рубежом (Р. Hudson, К. Atkinson, В. Field, А. Richardson і ін.) Ними були встановлені й досліджені основні конструктивні й режимні параметри стригальної машинки, що впливають на робочий процес стрижки:

- ширина захвата;
- швидкість переміщення машинки;
- зусилля притиску ножа до гребінки;
- число подвійних ходів ножа;
- опір переміщенню ріжучого апарату.

Визначені параметри визначають значення головних якісних показників

процесу стрижки: чистоти й рівномірності висоти зрізу, трудомісткості процесу, процентного вмісту в одержуванім руні січки й перестрига. Співвідношення

геометричних і кінематичних характеристик ріжучого апарата стригальної машинки вважається оптимальним, якщо, при забезпеченні чистого й рівномірного зрізу вовни, діаграма руху ножа не має пропусків, а явище повторного зрізу зведене до мінімуму.

Необхідна *ширина захвата* стригальної машинки визначає всю геометрію ріжучої пари. Загальноприйняті значення ширини гребінки становлять 57,2 мм для узкозахватних і 76,8 мм для широкозахватних і мають на увазі 10 і 13 зубів відповідно. Існують моделі гребінок з одним або двома довгими відігнутими крайніми зубами для згладжування складок шкіри й збільшення ширини захвата

до 91 мм. У свій час, П.Л. Полозов, провівши випробування гребінок шириною від 70 мм до 140 мм, визнав оптимальної ширину 98,4 мм найбільшу продуктивність, що як забезпечує, і зносостійкість [76, 77]. Використання такої гребінки вимагало конструктивних змін у самій машинці, а сама стрижка повинна була проводитися по складній гвинтовій траєкторії. О.Г. Ангилев і В.І.

Крисюк, у свою чергу, у ході досліджень дійшли висновку, що використання при стрижці тонкорунних овець узкозахватної ріжучої пари веде до зменшення перестрига навіть у стригалів низької кваліфікації [14, 15, 48].

По відносній довжині зубів гребінки можна розділити на круглі, прямі й увігнуті. Практика не показала істотних переваг однієї конструкції перед іншими, однак відомо, що гребінки круглого фронту розташування зубів рекомендовані починаючим стригалям.

Ножі роблять тризубими для узкозахватних і чотирьозубими для широкозахватних гребінок (Рис. 15).

НУБІП України



НУ

У



И

НУ



У



И

узкозахватные Wolsley

широкозахватні для МСУ-200

Австрія

Актюбсельмаш, Казахстан

НУ



У



И

НУ



У



И

НУ

широкозахватні ніж Diamond,
гребінка Warrior Heiniger,

Швейцарія широкозахватні ніж

У

України

400 Wide, гребінка Falcon 5
Lister, Великобританія

НУБІП України

Р... 1.5 - Н... и... бенки... инок для...
ст... колес...

НУБІП УКРАЇНИ

Закордонними й вітчизняними дослідниками пропонувалися різні модифікації ножів для підвищення ефективності їх роботи: з різними кутами

розчину лез, з паралельними ріжучими гранями, з радіусною насічкою лез, з кутами нахилу лез $19..38^\circ$ [10, 70, 106]. На сьогоднішній день використовуються, що найбільше добре зарекомендували себе коробчатые ножі з насічкою на бічних гранях.

При стрижці овець у холодних районах доцільно залишати на тварині більш довгу вовну, що досягається за допомогою використання гребінок високого зрізу. Це австралійські й новозеландські «snow comb», і їхні аналоги. П. Боуэн указує, що для такої гребінки необхідний спеціальний ніж з більшим кутом розкриття лез [22]. Подібні гребінки мають припливи різної висоти, заходную, опорну й вихідну частини, що дозволяють витримати необхідну висоту вовни.

Замість гребінок високого зрізу можна використовувати звичайні в комбінації зі спеціальними наставками, що піднімають робочу площину ріжучої пари на необхідну висоту й утворюючими із гребінкою єдине ціле [8, 94].

Виробниками Німеччини й США надається великий вибір приставок, зуби яких розташовуються із зазором щодо зубів гребінки.

Недоліком використання гребінок високого зрізу є нерівномірність висоти зрізу вовни при різних значеннях кута нахилу машинки до тіла вівці, що неминуче при будь-якій стрижці.

Якщо щодо геометричних параметрів ріжучої пари можна сказати, що на сьогоднішній день є розповсюджен класичними зразки, що стали, ножів і гребінок, то в питанні оптимальних режимних параметрів роботи ріжучого апарата стригальної машинки дані дослідників досить суперечливі.

Приміром, оптимальне значення швидкості переміщення стригальної машинки по В.А. Зяблову становить $0,5..0,7$ м/с, по П.В. Гулянському $0,8$ м/с, по П.Л. Полозову ефективна стрижка можлива й при $0,9$ м/с, якщо забезпечити

НУБІП УКРАЇНИ

необхідну частоту обертання двигуна машинки. Це ж значення швидкості переміщення машинки визнане К.А. Месхи оптимальним, мінімізуючим майданчика подвійного зрізу [29, 31, 36, 60, 54, 76].

Значення кута нахилу натискного механізму в 60° було обґрунтовано Крамаровим Ю.І. і підтверджене А. Мадалиєвим, що ж стосується значень зусилля притиснення ножа до гребінки - тут рекомендації дослідників розходяться. По У. Керимову при гострих ножах досить зусилля в 90 Н, і 150 Н

коли ріжуча пара затунлена. За даними К. Аткинсона зусилля менш 200 Н може викликати роз'єднання ріжучої пари від будь-якого волоека або абразиву. З іншого боку, аналіз енергетичного балансу стригальних машинок, проведений О.Г. Ангилєєвим і В.І. Крисюком показав, у числі іншого, що зусилля притиснення ножа до гребінки не повинне перевищувати 200 Н [45, 48, 54, 55, 76, 77, 82].

Частота подвійних ходів ножа впливає на кількість січки в руні, що обстригається. Н.Д. Прутковим були встановлені оптимальні значення частоти подвійних ходів залежно від різних кутів сходження лез ножа. К. Аткинсон і Д. Хеншоу рекомендують значення в 3250 хв^{-1} , В.І. Крисюк вважає, що навіть 4000 хв^{-1} виявлять тільки позитивний вплив на якість отриманого руна [46, 81, 99, 100].

Значення сили опору переміщенню машинки на думку дослідників також залежить від частоти подвійних ходів ножа, від швидкості переміщення машинки й від ширини захвата ріжучого апарата [31, 35, 48,].

У питанні забезпечення чистого й рівного зрізу більшу роль відіграє кут защемлення вовни крайками ножа й гребінки. Порушення оптимального значення цього параметра спричиняє виштовхування волокон з розчину лез, суттєво знижуючи якість роботи всієї стригальної машинки. Використання запропонованого П.Л. Полозовим нанесення на бічні грані ножа насічок дозволяє збільшити коефіцієнт тертя вовни по ріжучій крайці ножа й усунути виштовхування її з розчину ріжучої пари.

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

Кути заточення ріжучих елементів також є важливими факторами для забезпечення процесу різання. Залежність питомої роботи різання від значення

кута заточення гребінки була встановлена в роботі Дж. Лильедала, над визначенням кутів заточення ножа працювали В.А. Зяблов і Ю.А. Хлопко, одержавши оптимальні значення для забезпечення більш чистого зрізу й збільшення тривалості роботи ріжучої пари до затуплення [37, 91].

Оптимальний кут нахилу стригальної машинки до тіла вівці був визначений у роботах Н.В. Гулянского [30, 31]. На думку автора, витримування кута в $30...35^\circ$ у прочосі роботи дозволить скоротити утвір січки при стрижці тонкорунних овець на 35 грам.

Крім пошуку оптимальних конструктивно-режимних параметрів, дослідниками була проведена робота зі збільшення зносостійкості ріжучої пари як самого ненадійного елемента ріжучого апарата, що бідує в постійнім технічній обслуговуванні. Підвищення ресурсу ріжучої пари досягалося за допомогою збільшення товщини ножа, зміни його геометрії (Рис. 1.6), застосування малоознашываемых матеріалів для виготовлення, спеціальної термообробки.

Приміром, Р.А. Деннисом описаний flexicutter, «гнучкий ніж», що має в силу конструктивних особливостей цілий ряд переваг перед звичайним ножем: менше зусилля притиску, більш легке заточення, підвищене чистота зрізу, збільшений ресурс [102]. А. Дж. Макензи й Б.В. Филд описують випробування гребінок, покритих карбідом вольфраму. Такі гребінки мають підвищений ресурс і сприяють самозаточенню ножа в процесі роботи [104, 105, 109].

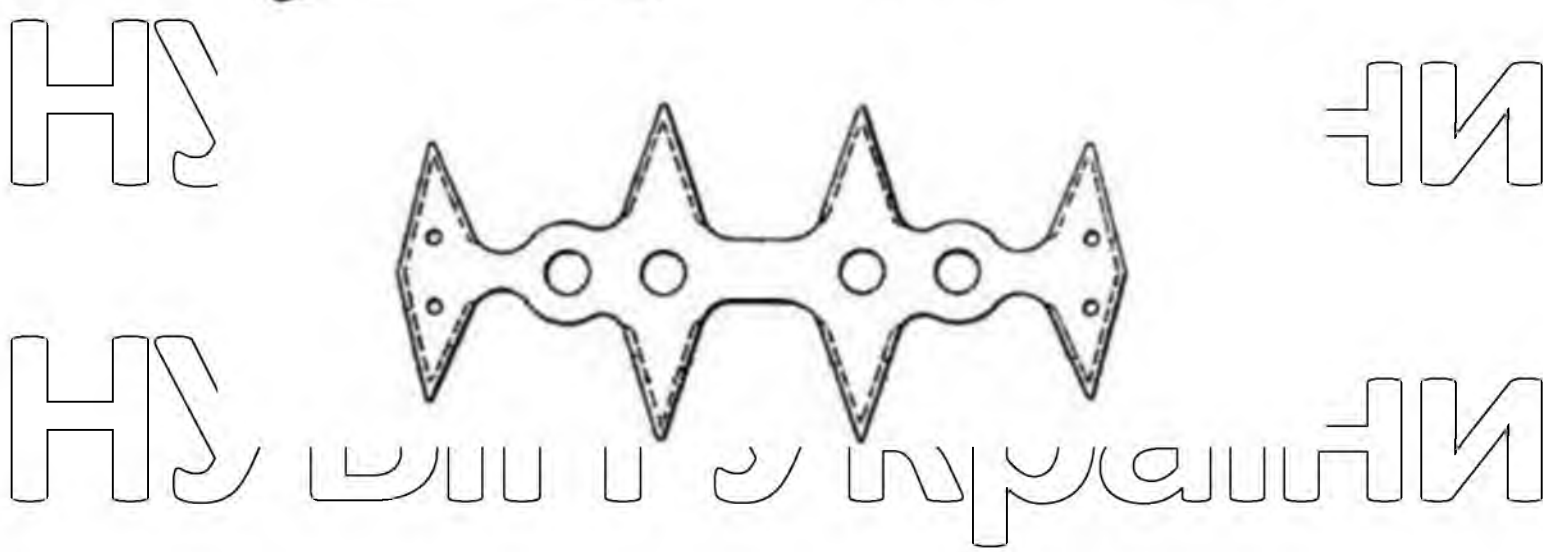
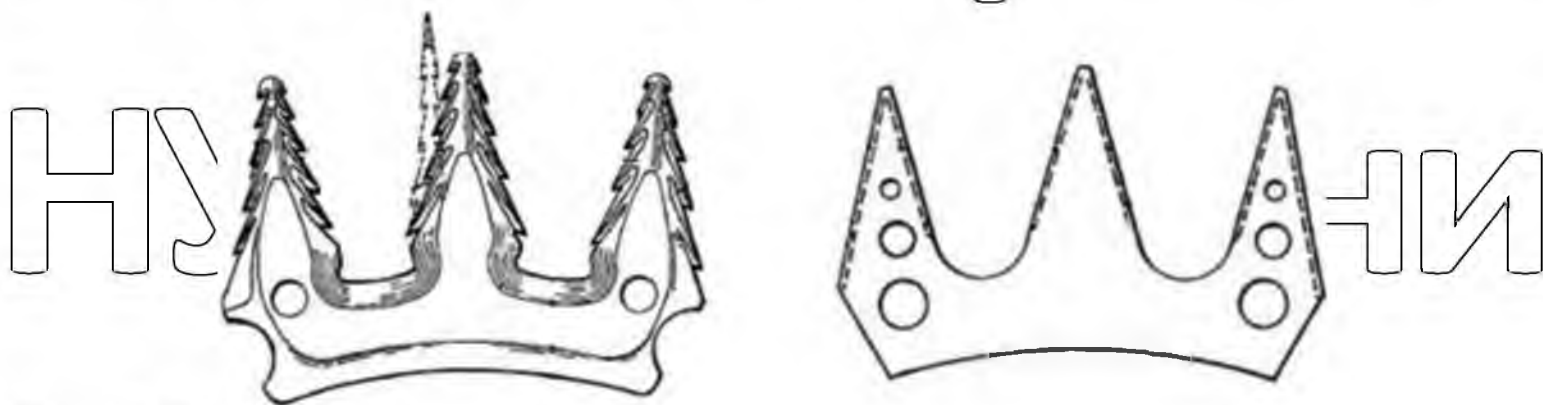
В 1953 році фахівці Московського інституту стали обґрунтували доцільність виготовлення ріжучих пар з легованої сталі X05

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП України

замість використаної раніше В12. Потім Х05 була замінена на 13Х, а в 1963 дослідники Ростовського НИИТМ створили зміцнену ріжучу пару зі сталі В8 з термодифузионним нанесенням на поверхні ножа й гребінки шару хрому, що в 2...3 рази підвищувало зносостійкість і суттєво знижувало ймовірність їх поломки [46, 99].

Найбільше економічно ефективно технічні розв'язки були реалізовані в машинках, пропорованих сьогодні провідними фірмами-виробниками стригальної техніки «Актюбсельмаш», «Lister», «Heiniger». Однак помилково буде вважатися, що наявність науково обгрунтованого й практично вивреного технічного оснащення повною мірою може забезпечити ефективна взаємодія системи «людей-машина-тварина».



НУВБІП України

У числі факторів, що впливають на процес стрижки (Рис. 1.7) більшу роль відіграє кваліфікація виконавця, під якою розуміється не тільки грамотне виконання приймань стрижки. Експлуатація стригальної машинки має на увазі регулярне технічне обслуговування, як сукупність рекомендованих до виконання операцій, що мають під собою відповідну теоретичну базу. Своєчасне й правильне проведення технічного обслуговування – це перший по значимості фактор, що визначає ефективну й безвідмовну роботу системи людей-машина- тварина.

Найбільш значимою й регулярною операцією по обслуговуванню стригальної машинки є підтримка працездатності ріжучої пари. При правильній установці ножа щодо гребінки, забезпеченні їх нормального притиску друг до друга, тривалість роботи ріжучої пари до затуплення еквівалентна, у середньому, 5 обстриженим головам. Ця цифра характеризує довговічність ріжучої пари й може змінюватися залежно від кваліфікації стригаля й ступені забруднення вовни вівці, однак практика показує, що через кожні 15...30 хв ніж і гребінка зазнають заточенню. Від того, наскільки якісно заточена ріжуча пара, залежить цілий ряд показників усього процесу стрижки:

- продуктивність стригаля;
- енергоємність процесу;
- якість одержуваного руна;
- стомлюваність стригаля й тварину;
- зношування вузлів і деталей машинки.

Про необхідність підтримки гостроти крайок ножа й гребінки для забезпечення чистого зрізу говорили у своїх роботах А. Мадалиев, П.Л. Полозов, П.К. Григоров, В.Н. Ткачев, О.Г. Ангилеев, В.І. Крисяк. Питанню підвищення якості заточення ріжучих пар присвячена безліч робіт, однак він, як і раніше має недосліджені резерви.

НУВБІП України



Рис. 1.7 - Факторы и показатели процесса стрижки овец

НУБІП України

1.3 Способи й технічні засоби заточення ріжучих пар

Підготовку ріжучих пар до роботи (комплектування, заправлення вхідної частини зубів гребінки), діагностику й заточення ножа й гребінки проводить слюсар-заточник. Його професійний рівень (теоретичний і практичний) у більшості випадків змушує бажати кращого. Так, за результатами дослідження, проведеного в 2000 році співробітниками кафедри «Механізація технологічних процесів в АПК» Оренбурзького ГАУ В.Д. Поздняковим і Ю.А. Хлопко, у господарствах Оренбурзької області всі слюсарі-заточники є самоучками, як правило, пенсійного віку й не мають ніякої спеціальної підготовки. У ході співбесіди жоден виконавець не міг пояснити, як правильно підготувати робоче місце (підібрати й раціонально розмістити допоміжне устаткування), зайняти зручне положення стосовно точильного агрегату, правильно розмістити основне й додаткове висвітлення на робочім місці, забезпечити електробезпечні й протипожежні умови для виконання процесу. Внаслідок цього виконавці допускають велику кількість помилок і порушень.

При експедиційній перевірці й обстеженні всіх стригальних пунктів Оренбурзької області, розміщених у типових і пристосованих будинках, виявилось, що в жодному з них на робочім місці точильника не було технологічної або маршрутної карти, що визначає правила підготовки використовуваного устаткування, головне, була відсутня інформація про нормативних умови допущення, особливості процесу заточення, доведення ріжучих пар і безпеки праці самого виконавця. [96]

Змушує бажати кращого також і технічна оснащеність робочого місця заточника, тому що на стригальних пунктах донині переважно використовуються дискові точильні апарати, що випускалися в СРСР із 1961 по 1990 рік (таблиця 1.1). Це апарати із чавунним диском, на поверхню яких наноситься абразивна паста (ТА-1, ДАС-350, ПЗН-60) і точильні апарати зі сталевим диском, на поверхню яких наклеюється наждакове полотно (точильний апарат ВНИИОК).

[62]

НУБІП України

Таблиця 1.1 - Технічні характеристики точильних і доводочних апаратів (по Ю.А. Мирзоянц)

Показники	ТА-1	ДАС-350	ПЗН-60	Точильний апарат ВНИИОК
Діаметр заточувального диска, мм	350	350	350	350
Товщина диска, мм	18	18	18	18
Електродвигун потужність, кВт напруга, В частота, Гц	0,4 220/380 50	0,5 220/380 50	0,66 220/380 50	0,4 36 200
Частота обертання диска, мін ⁻¹ при заточенні при нарізці канавок	1440 -	1325 171,5	1480 -	2800 -
Подача супорта, мм/ про при заточенні диска при нарізці канавок	-	0,3 1,75	- -	- -
Продуктивність пар, що ріжуть, у годину	30	30	75	10...12
Габаритні розміри, мм: довжина висота ширина	386 370 770	515 730 815	800 535 710	360 350 770
Маса, кг	51	127	150	16,2
Обслуговуючий персонал, чіл.	1	1	1	1

Перед заточенням ріжучих пар на точильних апаратах ТА-1 або ДАС- 350 рекомендується перевірити заточувальний диск на наявність торцевого биття, яке не повинне перевищувати 0,3 мм. Воно може бути викликане неперпендикулярністю осі посадкового отвору диска до його робочої поверхні, деформацією

НУБІП УКРАЇНИ

при зберіганні або слабким закріпленням диска на валу. При великій битті якісне заточення ножа й гребінки не представляється можливою. Тримач на підвісі

встановлюється так, як показано на малюнку 1.8, а напрямок обертання диска повинне відповідати напрямку стрілки кутової швидкості n . Правильним вважається положення тримача, при якому відстань від його штифтів до центру диска при проходженні тримача через центр диска становить 9 мм.

Перебуваючи у вертикальному положенні, тримач розташовується на рівній відстані від внутрішнього виточення диска і його зовнішнього краю. У цьому випадку вісь тримача перебуває на відстані 105 мм від вертикальної осі диска

Державка із установлені на ньому гребінкою перебуває на відстані 12 мм від площини заточувального диска й повинен бути їй паралельний.

Перед заточенням ріжучу пару промивають у п'ятивідсотковому розчині каустичної соди або прального порошку, щоб вилучити залишки жиру, поту, волосся, змащення й механічних домішок. Для цієї мети використовують капронові щітки із твердим ворсом. Включають у роботу точильний апарат і наносять м'яким волосяним пензликом або виконаним з мішкковини пристосуванням шар наждакової пасти, що полягає зі шліфувального порошку № 8-5 (ДЕРЖСТАНДАРТ 3647-59), доведеного до рідкого або тістоподібного стану за допомогою змішання з автотракторним маслом Асп-6 або Асп-10 і гасом.

На великій окружності інтенсивність стирання висока, тому шар пасти наносять по кривій траєкторії (Рис. 1.8). На іншу ділянку диска паста попадає за рахунок дії відцентрової сили й рисок нарізки диска із кроком 1,75 мм.

Уводити ніж або гребінку в контакт із заточувальним диском впливає п'ятою, злегка повернувши кінчики зубів на себе, і поступово переводити натискання на всю площину. Деталь переміщається вправо й уліво доти, поки з під неї не припиниться іскріння. Після цього необхідно знову нанести пасту на диск. Щоб заточення й стирання диска відбувалися більш рівномірно, при переміщенні гребінка повинна виходити на 1,5...2 зуба вліво й вправо за межі робочої поверхні диска. Досвідчений точильник прикладає більші зусилля на ту

НУБІП України

частину гребінки, яка розташована ближче до центру обертання. Це сприяє рівномірності зношування гребінки по фронту, збільшенні строку її використання, підвищенню якості стрижки.

НУБІП України

Тривалість контакту ножа або гребінки з диском повинна становити не більш 25...30 сек., потім необхідно відвести державку від площини диска. Відвід деталі проводиться у зворотному порядку, тобто спочатку відводять кінчики зубів, а потім увесь ніж (гребінку).

НУБІП України

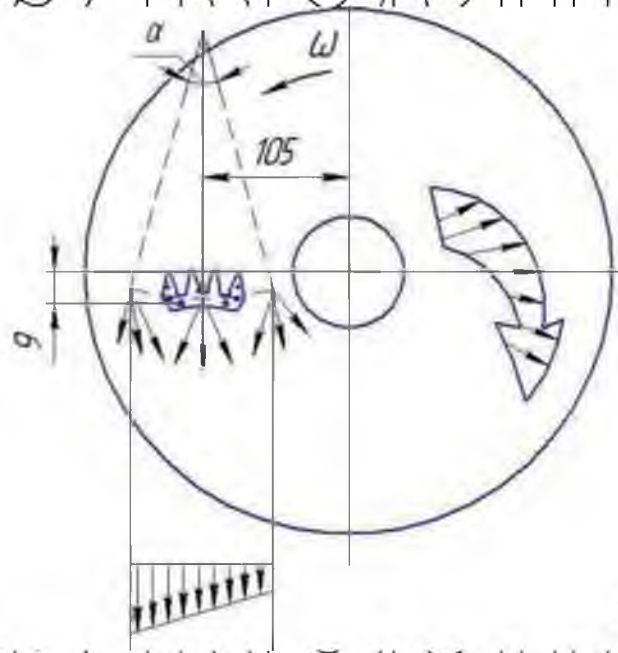


Рис. 1.8- Точильний апарат ТА-1. Ешора швидкостей диска при заточенні ножа на дисковому апараті

Якісно заточені ріжучі пари не повинні мати слідів (рисок) на робочій поверхні від руху ножа по гребінці. Робоча поверхня повинна бути дзеркальної або злегка матової (якщо диск тільки проточен або полірувальний порошок грубозернистий).

НУБІП України

Для візуального контролю якості заточення ніж або гребінку беруть за край і підносять до джерела світла так, щоб світло відбивалося на краях зубів. Якщо заточення зроблене не повністю, то на робочій країщі кожного зуба буде видна біла лінія відбитого світла товщиною у волосся. Якщо ніж або гребінка заточені

НУБІП України

НУБІП України

добре, то цих ліній не видно. Потім деталь бажано поставити на тримач і пригорнути на 1...1,5 секунди до центру робочої поверхні диска.

НУБІП України

Для більш якісного заточення необхідно два точильні апарати. На першому проводиться заточення із грубозернистим порошком, а на другому – доведення (використовується дрібнозернистий порошок, до складу пасти додається більше тасу або масла) [75].

НУБІП України

У процесі розвитку машинної стрижки овець у нашій країні, поряд з, що серійно випускалися (ТА-1, ТАД-350, ДАС-350) співробітниками ведучих НДІ були розроблені нові способи заточення й точильні апарати, у конструкції яких були початі спроби виправити основний недолік існуючих – нерівномірність стирання ріжучих країв зубів ножа й зубів гребінки (таблиця 1.2) [1-7, 9, 10].

НУБІП України

Причиною цього недоліку є заточувальний елемент у вигляді диска, який при роботі має різні дотичні швидкості на різних значеннях радіуса (Рис. 1.8):

НУБІП України

$$v = \omega R, \quad (1.1)$$

де v – лінійна швидкість крапки диска, м/с; ω – кутова швидкість обертання диска хв^{-1} ; R – значення величини радіуса диска, мм.

НУБІП України

Нерівномірне стирання робочих поверхонь приводить до зменшення повного ресурсу ножа й гребінки по числу можливих заточень.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

Таблиця 1.2 - Способи й засоби заточення ріжучих пар

Класичні (серійного виробництва)			
Марка	ТА-6	ТАД-350	ДАС-350
Зовнішній вид			к
Недоліки	<ul style="list-style-type: none"> - зниження повного ресурсу ріжучої пари в силу нерівномірності стирання робочих поверхонь ножа й гребінки; - необхідність кваліфікації для технічного обслуговування; - необхідність дотримання парності конкретних ножа й гребінки протягом усього строку експлуатації 		
Експериментальні			
Номер АС	Автори	Особливості	Недоліки
№250679	О.Г. Ангилеев, В.І. Крисяк	Сферична робоча поверхня заточувального диска	Більша тривалість процесу
№1641584	Ч.Д. Жамьянов, А.В. Маслаков	Траєкторія переміщення деталі по дискові	Більша тривалість процесу
№132091	Л.Н. Ткаченко	Рухливі абразивні кола	Неможливість заточувати гребінки, низька продуктивність
№134572	В.Н. Ткачев, П.К. Григоров	Занурення ріжучої пари в масляноабразивну суспензію	Неприпустиме влучення суспензії у вузли машинки
№1238947	С.С. Ходыко, Л.Н. Алимпов	Рівномірне зняття металу по ширині ножа й гребінки	Складність у виготовленні
№1227427 (ПЗН-60)	Г.В. Шеронин, Л.Н. Алимпов	Еліпсоїдна траєкторія переміщення пари по поверхні диска	Не дотримується умова паралельності ножів і гребінок

НУБІП України

Вищезгадані способи заточення не ввійшли в серійне виробництво через ряд недоліків, очікуваний економічний ефект від їхнього застосування не дозволяв говорити про перспективність використання в сільському господарстві.

Варто звернути увагу, що в закордонних точильних апаратах донині використовується заточувальний елемент у вигляді диска, хоча з моменту впровадження у виробництво їх конструкція перетерпіла деякі зміни (Рис. 1.9).



«Buzzmaster» Buzzacott,

«Utility» Австралія, 1955 г.

Lister, Великобританія, 1953 р.



«368 Grinder»

Lister,
Великобританія, 2013
г.



«KTS grinder» Heiniger, Швейцарія, 2013 р.

НУБІП України

НУБІП України

О.С. Салыковой (2003 р.) був запропонований спеціальний пристрій (Рис.

1.10), що забезпечує рівномірність стирання ножа й гребінки під час заточення за рахунок обертання їх щодо заточувального диска за допомогою стенда КИ-2205 [89]. Такий спосіб вимагає додаткового встаткування й спеціальної подпружиненої державки для кріплення ножа й гребінки, через що не ввійшов у серійне виробництво. Проте, економічний ефект від збільшення ресурсу ріжучої пари свідчить про перспективність подальшої роботи в цьому напрямку.

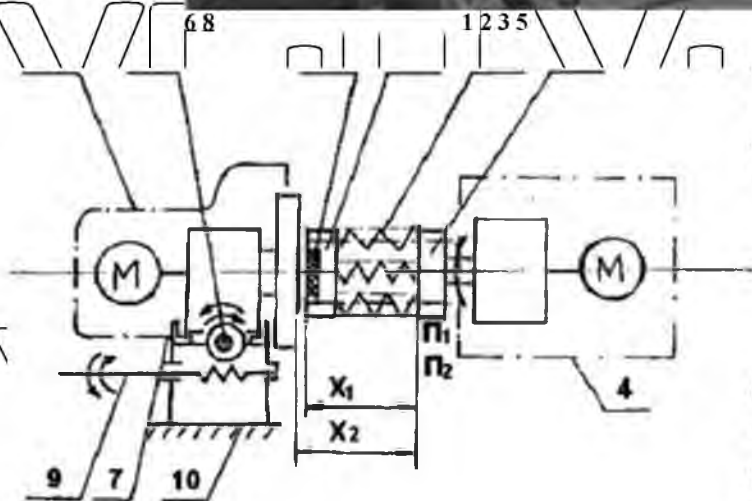


Рисунок 1.10 - Установка для заточки режущих пар

(О.С. Салыкова):

- 1 - магнит, 2 - патрон, 3 - подпружиненная державка, 4 - стенд КИ-2205,
- 5 - полумуфта, 6 - ТА-1, 7 - регулятор, 8 - рукоятка,
- 9 - полозья, 10 - салазки.

НУБІП України

Очевидним варіантом усунення нерівномірного стирання є зміна типу

заточувального елемента й технологічної схеми заточення, що було реалізовано

співробітниками ВНИИОК (Рис. 1.11) і «Листер» [46, 62]. Ними було

запропоновано використовувати технологію заточення за допомогою

нескінченного плоского ремня, що забезпечує рівномірне знімання металу з

робочих поверхонь ножа й гребінки.

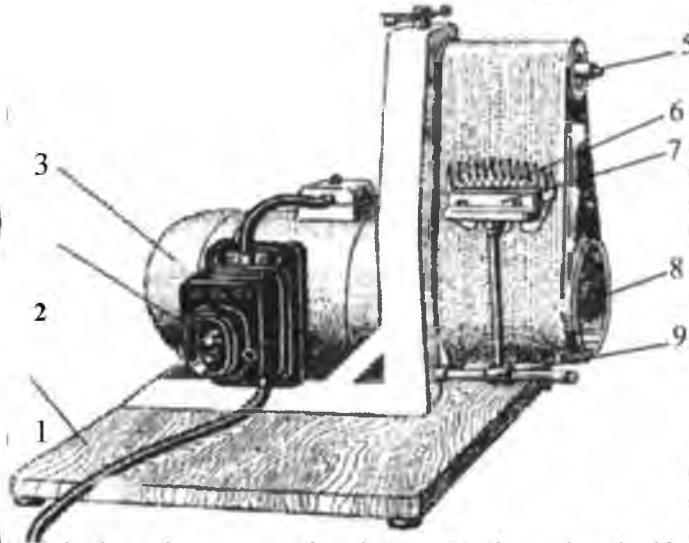


Рисунок 1.11 - Ленточный точильный аппарат:

1 - основание; 2 - выключатель; 3 - электродвигатель; 4 - винт натяжного устройства;

5 - натяжной ролик; 6 - затачиваемая гребёнка; 7 - державка; 8 - ведущий шкив; 9 -

поворотная втулка стойки державки (на кронштейне).

При заточке на таком аппарате скорость движения абразивных зерен одинакова

по всей ширине контакта заточного ремня с ножом и гребенкой, что способствует

равномерности истирания рабочих поверхностей режущей пары по всей площади

пятна контакта.

Технология не получила распространения в связи с небольшим ресурсом и дороговизной заточных ремней, однако промышленные и научные достижения в

области ленточного шлифования за последние 10 лет позволяют нам предположить

возможность экономически и технически эффективного использования бесконечных

абразивных лент для заточки режущих пар стригальных машинок.

1.4 Показники, що характеризують якість заточення

Процес заточення ножа й гребінки стригальної машинки має на увазі відновлення їх ріжучої здатності. При виборі раціонального й грамотного підходу до технології заточення будь-якого різального інструменту необхідно визначити його тип роботи, зрозуміти, які фізичні явища лежать в основі цього процесу.

У створення й розвиток теорії різання стосовно до сільськогосподарських культур неocenний внесок вніс академік В.П. Горячкин [27, 28]. Опіраючись на результати його роботи, дослідники В.А. Зяблов, П.Л. Полозов і Ц.В. Пуляиский знайшли багато загального в процесах зрізання волокна вовни й зрізання стебла рослини, що дозволило їм розглядати процес роботи ріжучого апарата стригальної машинки, що відбуваються за принципом ножиців [31, 37, 76]. Н.Е. Резник, у свою чергу, класифікуючи ріжучі апарати, охарактеризував апарат стригальної машинки як поступальний-поступальний-зворотно-поступальний з похилим різанням [84, 85].

У дослідженнях П.К. Григорова [29] доведена залежність ріжучої здатності ножів і гребінок від радіуса закруглення їх фасок (ріжучих крайок), яке утворюється в процесі роботи. Очевидно, що оптимальні режим заточення повинні забезпечувати товщину знімання металу з робочих поверхонь ножа й гребінки, що не перевищує значення лінійного зношування їх ріжучих крайок. Варто також звернути увагу, що значення радіуса скруглення ріжучих крайок є різним по довжині зубів ножа й гребінки (Рис. 1.12 - 1.13).

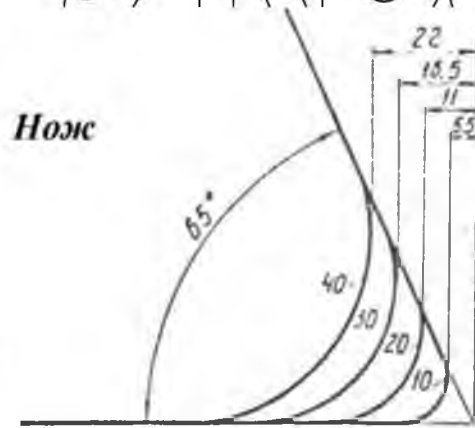
В.І. Крисюк, опіраючись на дослідження А.В. Перчихина й Н.А. Васильєва, доходить висновку, що в роботі ріжучого апарата стригальної машинки використовується принцип різання вовни лезом (Рис. 1.14), що виникають на лінії перетинання фасок ножа з фасками гребінки. Автор відзначає, що лезо складається з мікроскопічних зубчиків, що утворюються при заточенні [46, 73].

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП АІНИ

НУЕ ІНИ

НУЕ ІНИ



Гребенка

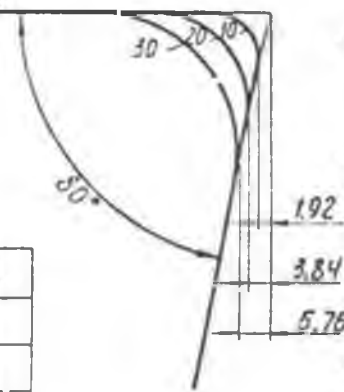


Рис. 1.12 - Залежність між лінійним зношуванням і радіусом затуплення лез ножа 1 і гребінки 2 (по П.К. Григорову)

НА І

НА І

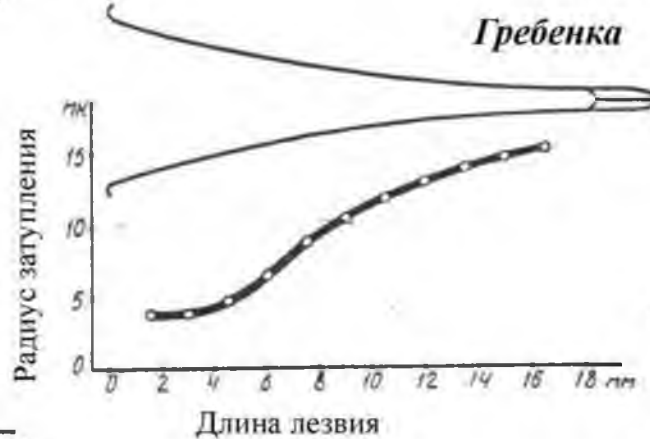
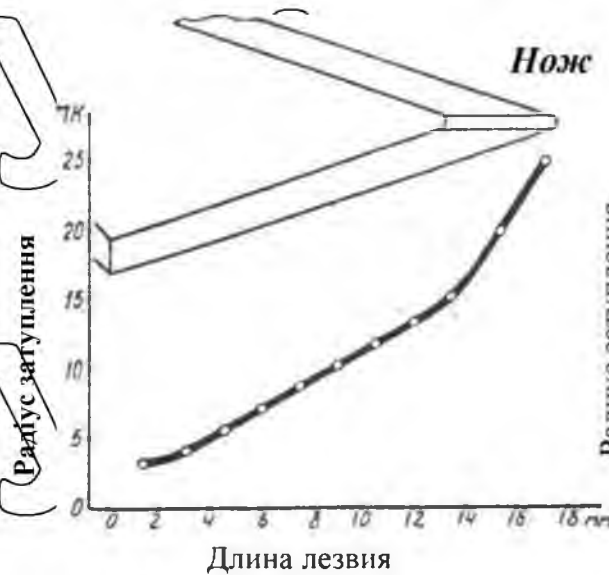


Рис. 1.13 - Затуплення лез ножа й гребінки по довжині (по П.К. Григорову)

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

Аналізуючи процес різання вовни вівці ножем коробчатої форми І.А.

Шишина дійшла висновку [99], що в процесі роботи внутрішня крайка ножа, защемляючи шерстинки, що розпрямляються у внутрішній порожнині ножа, викликає підведення ножа над площиною різання (Рис. 1.15).

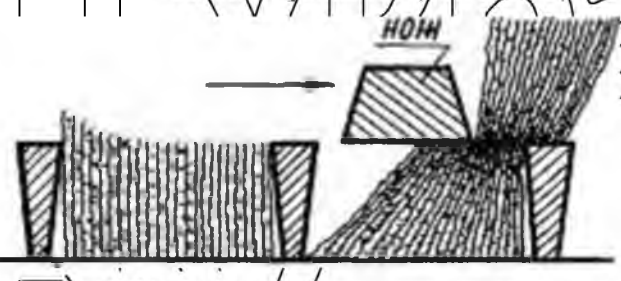


Рисунок 1.14 - Схема роботи ножа и гребенки (по В.И. Крисику)

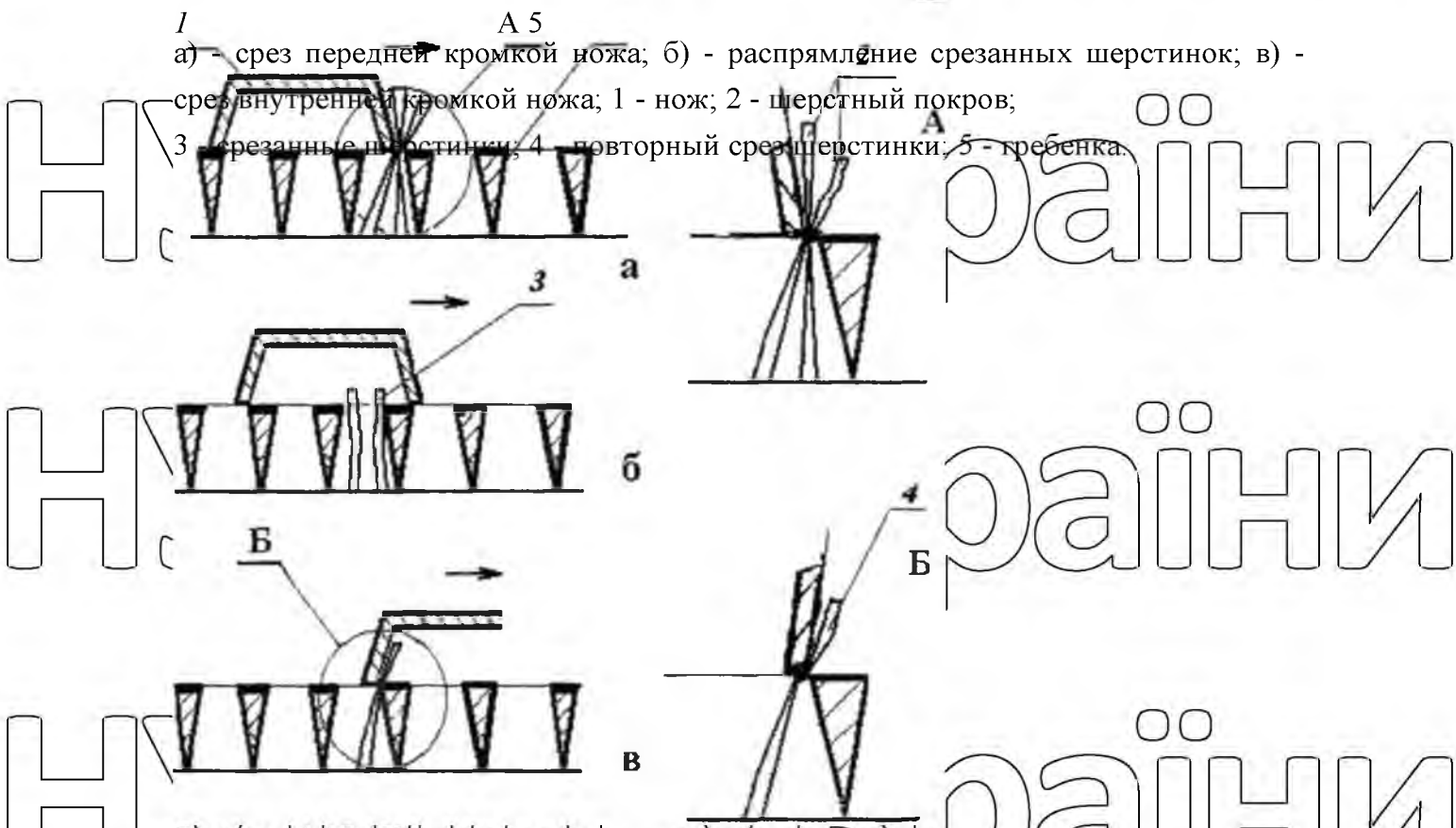


Рисунок 1.15 - Участие внутренней кромки коробчатого ножа в резании шерсти (по И.А. Шишиной):

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

На думку автора, це явище компенсується більшим значенням зусилля притиску ножа до гребінки, що збільшує енергоємність і процентну частку перестрига в загальній масі руна.

Беручи до уваги факт, що через малий діаметр шерстних волокон ніж і гребінка повинні працювати в притиснутому друг до друга стані, погодимося з висновками дослідників про першорядний вплив шорсткості робочих поверхонь ножа й гребінки на їхню ріжучу здатність. Сила щільності прилягання елементів ріжучої пари при цьому виявляє неоднозначний вплив: з одного боку, перешкоджає влученню абразивних часток на робочі поверхні ножа й гребінки, з іншого боку, при занадто великій значенні сприяє прискореному зношуванню. Як нами вже згадувалося, рекомендації дослідників за значенням оптимальної щільності притиснення ножа до гребінки розходяться.

Таким чином, особливості роботи ріжучого апарата стригальної машинки дозволяють говорити про те, що для повноцінного відновлення ріжучої здатності ножа й гребінки їх робочі поверхні, крім видалення зношеної частини ріжучих крайок, потребують шліфування. Шліфування ж у широкому змісті в першу чергу характеризується одержуваною чистотою обробленої поверхні, інакше кажучи, шорсткістю.

Дослідженнями В.Г. Крисюка [46, 47, 49] підтвержене положення про те, що для двох третьових поверхонь існує оптимальна шорсткість, яка практично не міняється в процесі роботи, знижуючи час приробляння й інтенсивність зношування поверхонь. Автором встановлено, що мікрогеометрія елементів, що заточуються, перебуває в прямій залежності від профілю поверхні робочого органа точильного апарата, від режиму заточення, від величини використовуваного абразиву. У роботі приводяться результати випробувань різних точильних апаратів і їх вплив на зносостійкість ножів і гребінок (таблиця 1.3). Примітно, що в ході випробувань стрічкового апарата, автор використовує стрічку з більшим абразивом, чому на дискових ТА-1, ТАД-350 і ДАС-350, що приводило до більш високих значень шорсткості робочих поверхонь

НУБІП України

і, як наслідок, низької довговічності ножів і гребінок.

Таблиця 1.3 - Результати випробувань точильних апаратів при стрижці

тонкорунних овець (за даними досліджень В.І. Крисюка)

Марка апарата	Тип робочого органа	Абразивний матеріал	Зносостійкість робочого органа до відновлення, штук		Довговічність ріжучої пари до переточування, голів
			ножів	гребінок	
Ленточний ВНИОК	нескінченний шкіряний плоский ремінь	наждакове полотно № 16	-	80	5...6
		наждакове полотно № 25	40	-	
ТАШ-2	сталевий диск із прямолінійною робочою поверхнею	наждакове полотно № 16	-	200	5...6
		наждакове полотно № 25	200	-	
ТАД-350 ДАС-350 ТА-1	чавунний диск із плоскою робочою поверхнею й кільцевими канавками	паста з наждакового порошку № 5, автолізу й гасу	400	400	4...5
ТАД-350 ДАС-350 ТА-1	чавунний диск із гладкою робочою поверхнею	паста з наждакового порошку № 5, автолізу й гасу	1600	1600	5...6
ТАД-350 ДАС-350 ТА-1	чавунний диск із гладкою сферичною робочою поверхнею	паста з наждакового порошку № 5, автолізу й гасу	3200	3200	8...10

З вищевикладеного випливає необхідність більш детального дослідження питання застосування стрічкового шліфування для заточення ріжучих пар стригальних машинок.

Технологія стрічкового шліфування є не єдиним способом заточення для

НУБІП УКРАЇНИ

забезпечення рівномірності товщини шару металу, що знімається з оброблюваної деталі. Однак, абразивна стрічка являє собою гнучкий

заточувальний елемент, що дає можливість використовувати як опорний профіль поверхні різної геометрії. У силу впорядкованого розташування ріжучих зерен на основі, абразивна стрічка має кращу ріжучу здатність у порівнянні із суспензією, застосовуваною на ТА-1 і ДАС-350. Застосування технології

стрічкового шліфування з опорною плитою для заточення ріжучих пар стригальних машинок дозволить:

- виключити необхідність використання габаритного, металомісткого й дорогого встаткування (плоскошліфувальні верстати, установки для електрохімічного шліфування й ін.);

- підвищити надійність ріжучих пар без зниження довговічності їх роботи й збільшення трудомісткості процесу заточення.

На підставі аналізу вищевикладеного визначені наступні завдання дослідження:

1. Провести аналіз технологій і технічних засобів заточення ріжучих пар стригальних машинок;

2. Теоретично обґрунтувати залежності параметрів і показників процесу заточення ріжучих пар стрічковим шліфуванням;

3. Розробити апарат для заточення ріжучих пар стригальних машинок стрічковим шліфуванням і методику оцінки якості заточення;

4. Провести лабораторні й виробничі дослідження процесу заточення ріжучих пар на розробленому апараті й дати рекомендації з його оптимального режиму роботи;

5. Дати техніко-економічну оцінку результатів дослідження.

НУБІП УКРАЇНИ

3. ПРОГРАМА Й МЕТОДИКА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1 Програма експериментальних досліджень

Переходячи до практичної складової дослідження необхідно відзначити, що процес заточення ріжучих пар за допомогою стрічкового шліфування з опорною плитою має ряд особливостей.

На думку дослідників [18, 39, 53], інтенсивність зношування зерен абразивної стрічки залежить не тільки від режимних параметрів процесу шліфування, але й багато в чому від характеристик оброблюваного металу й типу стрічки (состава зерен, виду основи, способу нанесення). Як показують результати проведених досліджень [46, 62], саме низька зносостійкість абразивного ремня стала у свій час причиною, по якій заточення ріжучих пар абразивними стрічками не увійшла в широку практику.

З вищевикладеного випливає необхідність контролю ступені зношування зерен шліфувальної стрічки для оцінки її ресурсу й виправлення стосовно до режимних параметрів процесу заточення для одержання необхідного значення шорсткості робочих поверхонь ножів і гребінок.

Необхідно також взяти до уваги, що при заточенні гребінки через велику пляму контакту оброблюваної поверхні з поверхнею стрічки, можливий утвір прижогов з відпусткою внаслідок високої температури в зоні контакту. Практикою матеріалознавства встановлене [34, 66], що виникнення прижогов на поверхні металів супроводжується зниженням твердості поверхні до 20 HRC, що може викликати передчасне затуплення ножа й гребінки.

Наведені в роботі Е.П. Калініна [39] досвідчені дані й залежності максимальної контактної температури при стрічковім шліфуванні не дозволяють точно встановити границі безприжогової обробки через труднощі визначення значень складових величин:

$$1,508 \cdot P_z \cdot v \cdot b \cdot S \cdot X \cdot Z \cdot 2e^{-\frac{1}{2} \cdot (T - T_0)} \cdot 10^{-3} \text{ K}$$

де P_z - дотична складова сили різання, Н; v - швидкість руху стрічки, м/с; b - фактична глибина шліфування, мм; S - швидкість поздовжньої подачі виробу, мм/хв; X - продуктивність шліфування, мм³/з; X - коефіцієнт теплопровідності матеріалу деталі Вт/(м °С); Z - питома теплоємність матеріалу, що шліфується,

НУБІП України

$D_{ж}/(kg\ I_3)$, - - щільність матеріалу, що шліфується, kg/m^3 ; l_k - довжина зони контакту інструмента й виробу, мм.

Оцінка оптимальності режиму шліфування з погляду контактної температури можлива й за допомогою виміру твердості обробленої поверхні й порівняння отриманого значення з початковим.

З вираження (3.1) випливає, що, крім зернистості, усі параметри процесу стрічкового шліфування впливають на значення величини температури в зоні контакту стрічки з ножом або гребінкою. Це обумовлює необхідність постійного контролю значення твердості робочих поверхонь ножа й гребінки в процесі визначення оптимальних режимних параметрів процесу заточення.

Виходячи з аналізу вищевикладеного, була визначена програма експериментальних досліджень, яка дозволяє нам повною мірою визначити ступінь впливу всіх параметрів процесу заточення ріжучих пар стрічковим шліфуванням на якісні показники процесу:

1. Розробити дослідний зразок апарата для заточення ріжучих пар, що дозволяє варіювати режимними параметрами процесу заточення стрічковим шліфуванням:

- швидкістю руху стрічки;
- зусиллям притиснення ножа й гребінки до стрічки;
- тривалістю заточення;

2. Розробити методику визначення наступних показників, що характеризують якість заточення ріжучих пар стрічковим шліфуванням:

- шорсткості обробленої поверхні;
- мікротвердості обробленої поверхні;
- товщини ножа, що знімається з поверхні, і гребінки шару металу;
- неплоскості робочих поверхонь ножа й гребінки;

3. Розробити методику визначення ступені зношування абразивної стрічки залежно від параметрів роботи апарата для заточення ріжучих пар;

4. Провести оцінку якості роботи ріжучої пари по одному з відомих показників: тривалості роботи до затуплення, чистоті зрізу, зусиллю на перерізання волокна вовни;

5. Дати порівняльну оцінку впливу традиційного (на дисковому апараті) і

НУБІП України
пропонованого (на апарату із заточувальним елементом у вигляді абразивної стрічки) способів заточення на наступні вихідні показники процесу заточення:

ресурс роботи ріжучої пари по числу можливих заточень і довговічність роботи

ріжучої пари між заточеннями з метою подальшої оцінки економічної ефективності пропонованого способу відновлення ріжучої здатності ножів і гребінок і підвищення надійності ріжучих пар стригальних машинок.

3.2 Методика експериментальних досліджень

Для реалізації програми експерименту нами був розроблений дослідний зразок апарату для заточення ріжучих пар (заявка на винахід № 2012145822), що дозволяє варіювати режимними параметрами процесу шліфування, а саме швидкістю стрічки, зусиллям притиснення ножа й гребінки до стрічки, тривалістю заточення. Реалізована в пропонованому апараті технологія стрічкового шліфування з опорною плитою дозволяє виключити нерівномірність стирання робочих поверхонь ножа й гребінки по ширині в процесі заточення (Рис. 3.1).

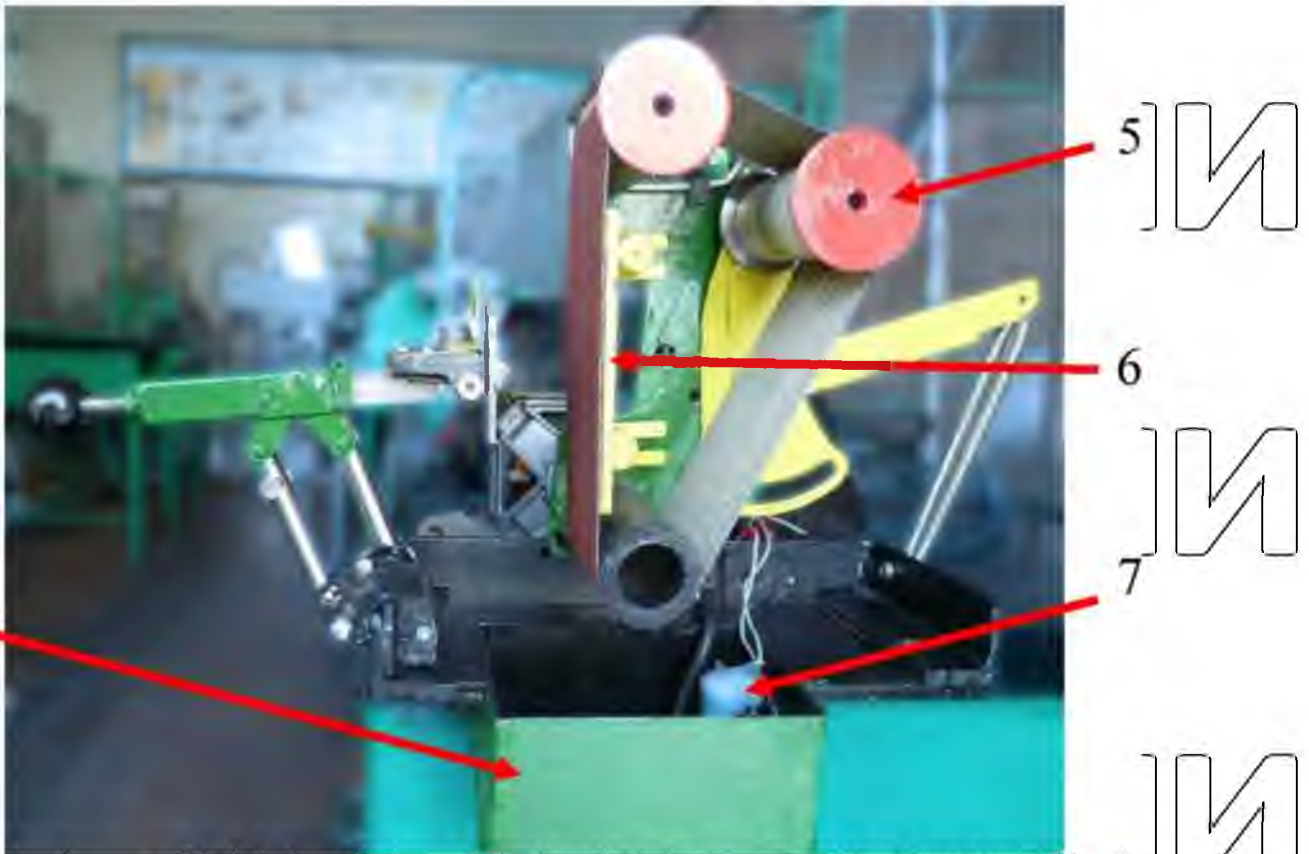
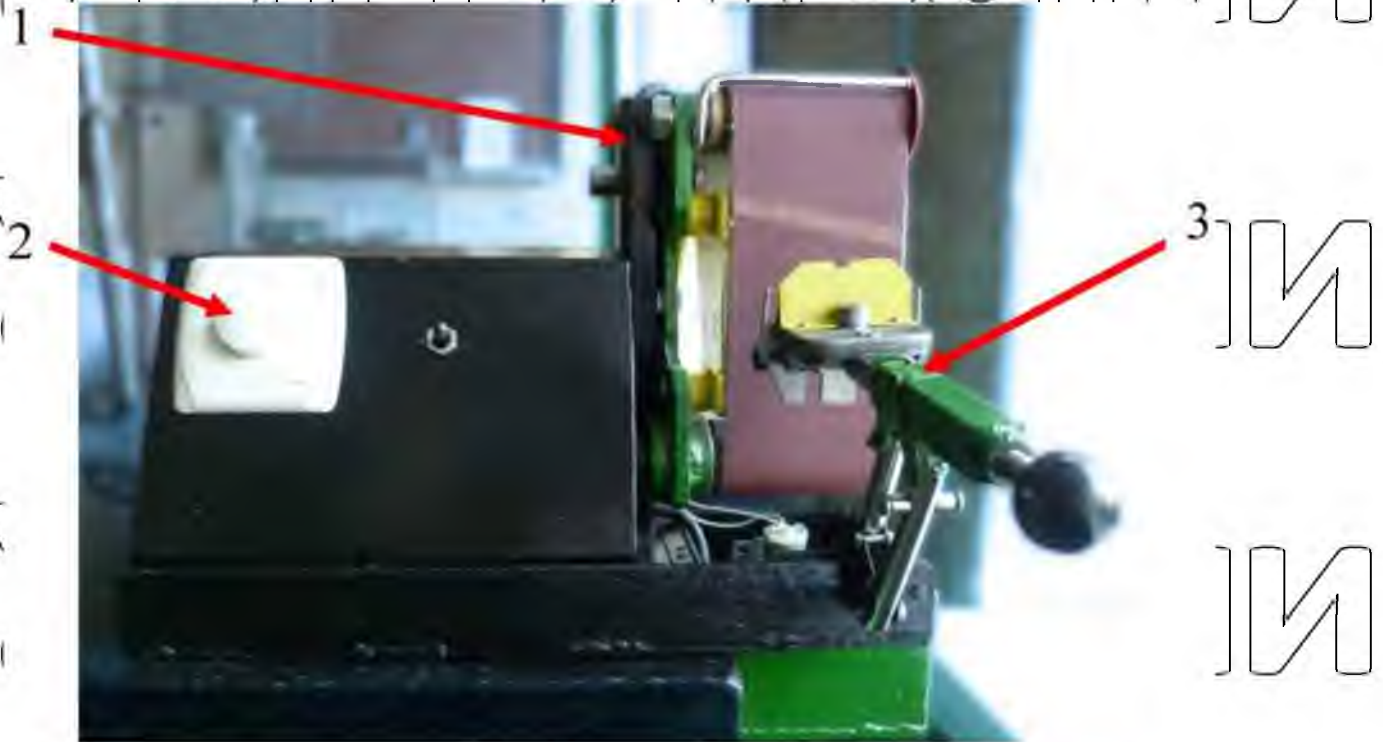


Рис. 3.1 - Дослідний зразок апарата для заточення ріжучих пар:

1 - станина; 2 - електродвигун з реостатом; 3 - державка, 4 - ємність для збору СОЖ; 5 - механізм натягу стрічки, 6 - опорна плита; 7 - насос.

Державка 3 дає можливість регулювати зусилля притиснення деталі, що заточується, до стрічки. Пружина, розташована в корпусі державки може

змінювати первісний ступінь стиску за допомогою гвинта, регулюючи силу, необхідну для підведення ножа або гребінки до стрічки. Пружина була попередньо тарована на стенді, призначеному для тарировки гнучкості поршневих кілець.

Елемент ріжучої пари закріплюють у державке, апарат включається, електродвигун надає руху стрічці. Одночасно із включенням електродвигуна, за допомогою насоса починається подача смазующе-охолодної рідини через розподільник (Рис. 3.2) у зону контакту ножа або гребінки з поверхнею стрічки. Відпрацьована суспензія збирається в ємність 4, звідки після очищення фільтром вертається до розподільника.

Передбачена в апараті система подачі СОЖ у зону контакту ножа й гребінки зі стрічкою служить для запобігання утвору прижегов у випадку неможливості забезпечення досить низкою контактної температури.



Для визначення шорсткості оброблених робочих поверхонь ножів і гребінок використовувався профілометр моделі 253 заводу «Калібр» (Рис. 3.3). Виміри проводилися по поверхнях ріжучих пар до й після затонення ріжучих пар на стрічковому точильному апараті.

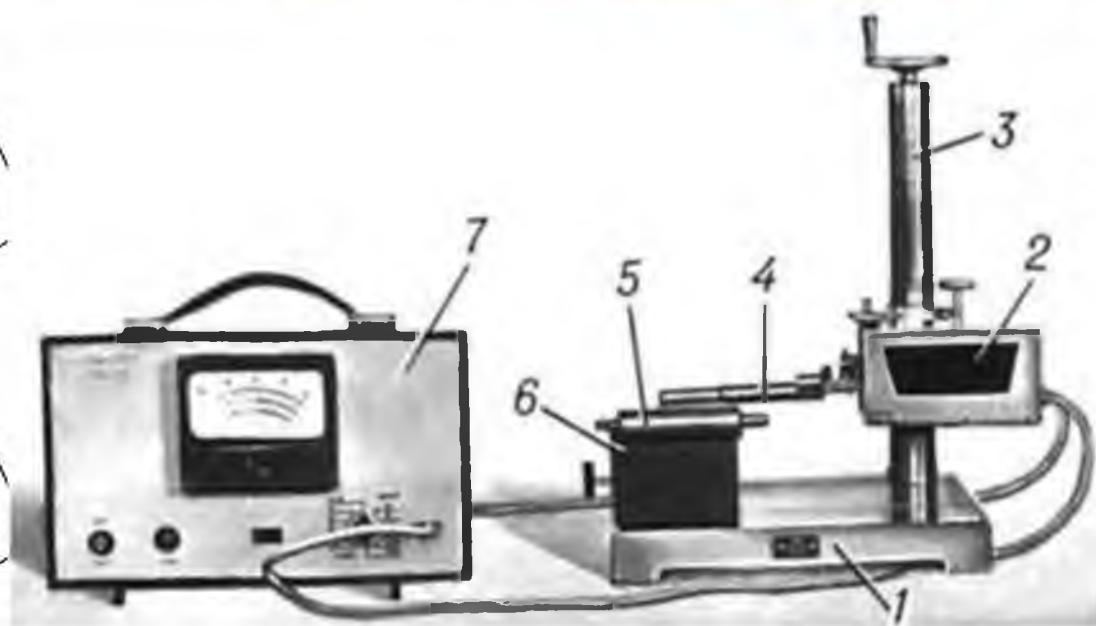


Рис. 3.3 - Вимір шорсткості робочої поверхні гребінки:

1 - станина; 2 - привод; 3 - стійка; 4 - датчик; 5 - деталь; 6 - вимірювальний столик; 7 - електронний блок з пристроєм, що показує.

Для виміру відхилень мікротвердості робочих поверхонь ріжучих пар від номінальних значень, характерних для сталі В9, використовувався твердомер ТК-2

(Рис. 3.5). Виміри проводилися до й послі заточення, по шкалі HRA з відповідним набором вантажів. Твердість замірялася в підстави й на кінцях зубів (у гребінок - через один зуб).

Результати виміру твердості кінців і підстав зубів рівнялися між собою. При відсутності розбіжностей перебувало середнє значення твердості по ножу (гребінці) і рівнялося зі значенням, отриманим до заточення (додаток А).

НУБІП України

НУБІП України



Рис. 3.4 Крапки виміру твердості робочих поверхонь ножів і гребінки

НУБІП України

НУБІП України



НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

Для визначення неплоскостності (відхилень товщини ножа й гребінки по ширині) робочих поверхнь ріжучих пар використовувався штангенрейсмас із індикаторною головкою (Рис. 3.7). Виміри проводилися після кожного заточення ріжучої пари на дисковому апараті ТА-1 і на пропонованому апараті.



Рис. 3.6 - Схема виміру відхилень товщини гребінки по ширині



НУБІП України

Товщина шару металу, який необхідно зняти з поверхні ножа й гребінки при якісній заточенні (Рис. 3.8), визначена в роботі П.К. Григорова по дослідженню зношування ріжучих пар [29]. За даними автора, максимальна товщина шару, що

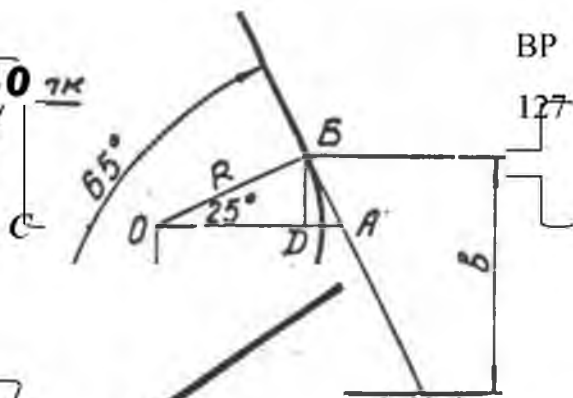
знімається металу, з урахуванням радіуса затуплення ріжучої крайки й зношування кінців зубів становить для ножа 127 мкм, для гребінки 59 мкм.

Товщина шару, що знімається, визначалася для встановлених параметрів шліфування, що забезпечують необхідну чистоту поверхні по 9 класу за допомогою мікрометра.

$$BD = \sin 25^\circ R b = BD + R = 56,9 \text{ мкм}$$

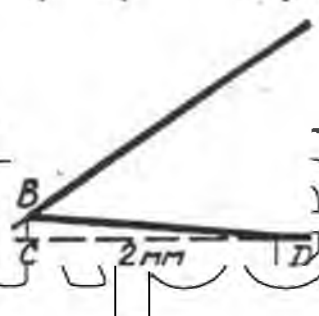
$$= \sin 2^\circ \cdot BD = 69,8 \text{ мкм} \quad 56,9 + 69,8 \approx 127 \text{ мкм}$$

$R = 40 \text{ мкм}$



НУБІП України

НУБІП України



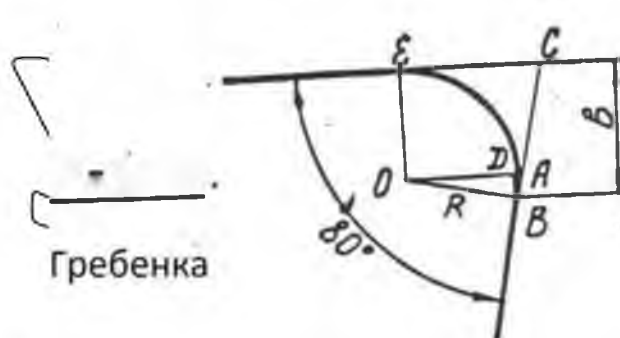
$$BD = \sin 10^\circ R b = BD + R = 29,3$$

глибина следа на поверхності $R-25nK$

мкм

затуплених гребінок - 30 мкм

$$29,3 + 30 \approx 59 \text{ мкм}$$



Гребенка

НУБІП України

(по П.К. Григорову)

НУБІП України

Основною характеристикою абразивних стрічок є їхня зернистість. Цей параметр більшою мірою визначає чистоту обробленої поверхні, оскільки саме від розміру основної фракції зерен у зв'язуванні стрічки залежить висота мікронерівностей, що залишаються ними на поверхні деталі в процесі шліфування.

У ході досліджень [46], проведених В.І. Крисяком, був установлений діапазон значень шорсткості робочої поверхні ножа й гребінки, що забезпечує найбільшу довговічність роботи ріжучої пари до зауплнення (Рис. 3.9).

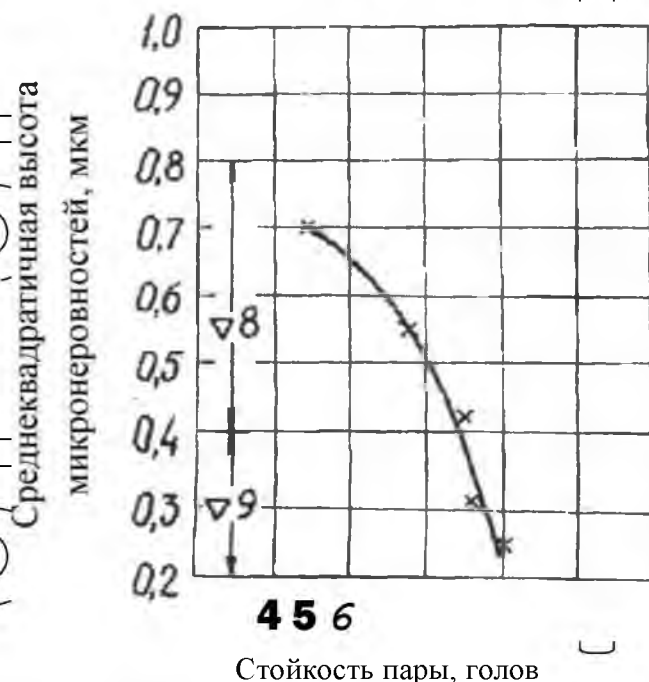


Рисунок 3.9 - Зависимость стойкости режущей пары от шероховатости их рабочих поверхностей (по В.И. Крисяку)

У ході аналізу наведених автором результатів випробувань точильних апаратів при стрижці тонкорунних овець (таблиця 1.3) було встановлено, що найбільша стійкість ріжучих пар була досягнута при їхньому заточенні з використанням абразивного порошку №5 (ДЕРЖСТАНДАРТ 3647-80). Опіраючись на зведену класифікацію абразивних стрічок (додаток Б), була визначена марка стрічки, що має аналогічний розмір основної фракції зерен. Це стрічка марки Р 240 із середнім розміром абразивних часток 60 мкм.

Для підтвердження обраного значення зернистості стрічки скористаємося отриманими вираженнями (2.31), (2.32) і (2.35).

Визначимо товщину зрізу, чиненого одним зерном при заточенні гребінки за допомогою шліфування її робочої поверхні абразивною стрічкою марки Р-240. Для підстановки в рівняння (2.35) визначимося зі значеннями вхідних у нього величин. Площа S робочої поверхні гребінки, за результатами оцінки її сканованого зображення програмою Komras 12.0 становить 2000 мм^2 . Глибина шліфування t , еквівалентна припустимій товщині шару, що знімається, металу для гребінки становить 59 мкм . Діаметр провідного ролика розробленого апарата становить 50 мм . Середня відстань між ріжучими крайками X , згідно з маркуванням і знімкам мікроскопа (Рис. 3.10) становить 80 мкм . Значення тривалості заточення T , з обліком кращої ріжучої здатності стрічки, прийемо рівним 20 с . Значення швидкості стрічки v - $1,5 \text{ м/с}$, виходячи із середнього значення окружної швидкості диска при заточенні ріжучих пар на ТА-1. Довжина стрічки l , використовуваної на дослідному зразку апарата для заточення становить 630 мм . Діаметр майданчиків зношування d_m прийемо рівним 1 мкм , оскільки встановлена стрічка є новою. У цьому випадку одержимо:

$$a = \frac{2000 \cdot 0,059 \cdot 50 \cdot 0,08 \cdot t \cdot p \cdot 3 \cdot l \cdot p / - \cdot \text{щ.6}}{2 \cdot 202 \cdot 15002 \cdot 630 \cdot 0,001} \cdot 10^3 = 0,26 \cdot 10^6 \text{ м}$$

Прийемо значення товщини зрізу $0,26 \text{ мкм}$ у якості критичного a_{cr} , що буде забезпечувати його збереження протягом усього процесу заточення. Визначимо шерсткість поверхні гребінки:

3-65-10-3

$$Ra^* = \frac{351}{\dots} \cdot 0,278 \text{ мкм},$$

$$a = \frac{2 \cdot 630 \cdot 20 \cdot 60 \cdot 12,5 \cdot 240 \cdot 0,016 \cdot 0,0225_{R(h)}}{\dots}$$

$$\text{де } \Phi_{п(Ю)} = \frac{(1501 + 0,262 + 20) \cdot 10^{-6}}{65 \text{ мм}; p = 60 \text{ с-Г}; K_p \text{ для нової стрічки рівно } = \frac{10^{-6}}{12,5 \text{ мм}^{-1}}; p_0 = 240 \text{ мм}^{-2},$$

Я 0,08

виходячи з марки стрічки; $t = \dots = 0,016$; $C_{fc} = 2,25 \cdot 10^{-2}[95]$; $h_0 = 20 \text{ мкм}$ -

60 глибина залягання основної фракції зерен розміром $60 = 5 \text{ мкм}$.

НУБІП України

Принимемо стрічку марки Р 240 у якості експериментального зразка. Для оцінки ступеня зношування зерен стрічки в процесі роботи, був обраний мікроскоп МІМ-6, що дозволяє одержати досить достовірні результати виміру. Об'єктив із числовою апертурою 0,4 разом з окуляром М-10 дозволяє одержати корисне збільшення в 210 раз, чого досить для достовірного визначення діаметра майданчиків зношування зерен.

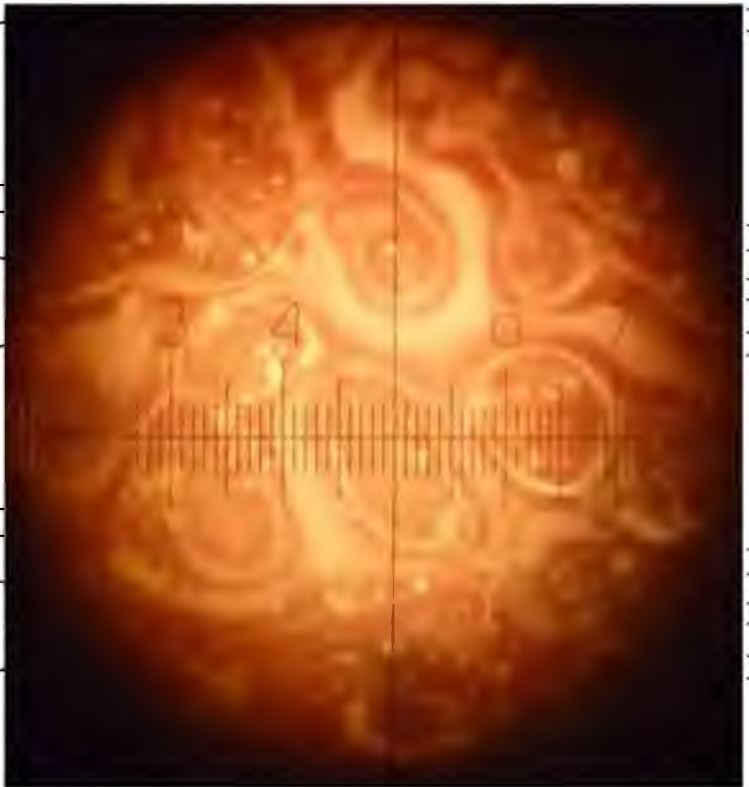


Рисунок 8. Вимірювання діаметра майданчиків зношування зерен стрічки марки Р240 мікроскопом МІМ-6

НУБІП України

НУБІП України

У якості показника, що характеризує якість роботи ріжучої пари, була обрана *тривалість роботи ріжучої пари до затуплення*, оскільки показники чистоти зрізу й зусилля на перерізання на думку авторів [35, 76, 99] визначаються більшою мірою геометричними параметрами ріжучої пари (кут розчину лез, кут заточення, наявність насічок на бічних гранях ножа). Тривалість роботи до затуплення характеризує довговічність ріжучої пари і є показником її надійності як міжремонтного ресурсу [44].

При виборі із числа відомих пристроїв [49, 98], що дозволяють визначити значення цього показника в лабораторних умовах, ми керувалися можливістю одержання найбільш достовірних результатів експерименту при мінімізації залучення дорогого й громіздкого встаткування. Стенд для прискорених випробувань якості заточення ріжучих пар, розроблений Ю.А. Хлопко (Рис. 3.11), задовольняє зазначеним умовам. У ході випробувань ріжуча пара машинки поринала в суспензію, що імітує шерстний покрив вівці, що полягає з волокон вовни, абразиву й шерстного жиру. По амперметру відслідковувалося значення сили струму й при перевищенні його 5 А, машинка відключалася, показання тривалості роботи фіксувалися.



Рис 3.11 - Модифікація стенда для ускореного проведення испытаний качества заточки (Ю.А. Хлопко). Машинка МСУ-200.

НУБІП України

3.3 Планування експерименту

У результаті аналізу математичної моделі процесу утвору шорсткості (2.31), (2.32) і рівняння товщини зрізу (2.33), було встановлено, що при заточенні ріжучих пар стрічковим шліфуванням з опорною плитою параметрами, що впливають на шорсткість обробленої поверхні, є:

- зернистість абразивної стрічки;
- швидкість руху стрічки;
- зусилля притиснення ножа й гребінки до стрічки;
- тривалість контакту деталі зі стрічкою;
- ступінь зношеності стрічки.

У ході розробки методики визначення ступеня зношування зерен абразивної стрічки був визначений її рекомендована зернистість (60 ± 5 мкм), однак ступінь впливу інших режимних параметрів на чистоту оброблюваної поверхні вимагає уточнення.

У числі іншого, необхідно врахувати, що зношування зерен абразивної стрічки, на думку дослідників [18, 19, 39, 95] також перебуває в прямій залежності від режимних параметрів процесу шліфування, виявляючи вплив на одержувану шорсткість.

Опираючись на вищесказане, було ухвалене рішення про проведення двоетапного експерименту:

1) Визначити значення швидкості руху стрічки, зусилля притиснення ножа й гребінки до стрічки, часу їх контакту зі стрічкою, які забезпечать шорсткість у межах 9 класу;

2) Із загального діапазону можливих варіантів режимних параметрів вибрати ті, при яких відбувається найменше зношування зерен абразивної стрічки.

Для встановлення ступеня впливу керованих режимних параметрів процесу шліфування на якість заточення ріжучої пари й визначення їх

НУБІП України

оптимальных значений, воспользуемся методикой проведения многофакторного эксперимента, изложенной в работах [11, 12, 23, 25, 59, 83, 95].

Для этого зависимость параметра шероховатости обработанной поверхности от управляемых параметров процесса шлифования представим в виде уравнения линейной регрессии, которое для 3-факторного эксперимента имеет вид:

$$y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b^{12}x_1x_2 + b^{13}x_1x_3 + b^{23}x_2x_3 + b^{123}x_1x_2x_3 \quad (3.1)$$

где $y = \lg Ra$ - логарифмическое выражение параметра шероховатости Ra (отклик модели); x_1 , x_2 и x_3 - переменные факторы в закодированном виде, соответствующие скорости ленты v , времени заточки T и усилию прижатия P_u соответственно; b_0 , b_1 , b_2 , b_3 - коэффициенты регрессии при переменных факторах, являющиеся оценками их значимости; b_{12} , b_{13} , b_{23} , b_{123} - коэффициенты регрессии, учитывающие значимость взаимного влияния переменных факторов на процесс шлифования.

Кодирование факторов X_1 , X_2 , X_3 в уравнении регрессии (3.1) осуществляется по следующим зависимостям:

$$X_1 = \frac{2(\lg v - \lg v_{max})}{v_{max} - v_{min}} + 1;$$

$$\begin{aligned} X_2 &= \frac{2(\lg T - \lg T_{min})}{T_{max} - T_{min}} + 1; \\ X_3 &= \frac{2(\lg P_u - \lg P_{u_{min}})}{P_{u_{max}} - P_{u_{min}}} + 1. \end{aligned} \quad (3.2)$$

Расчет коэффициентов регрессии b_0 , b_i , b_2 , b_{i23} в уравнении (3.1) осуществляется с учетом знака (\pm) при переменных факторах по зависимостям:

$$\begin{aligned} b_0 &= \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n y_j - \sum_{i=1}^3 b_i x_{ij} \\ b_j &= \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_{ij} y_i - b_0 \end{aligned} \quad (3.3)$$

где \bar{y} - среднее значение логарифма шероховатости по трем параллельным опытам.

НУБІП України

НУБІП України

Оцінка значимості коефіцієнтів регресії здійснюється при по - мощі t -критерію Стюдента. Коефіцієнт регресії b_j статично значимо, якщо виконується умова:

(3.4)

$$|b_j| > \pm t(p, \nu) S_{b_j},$$

де $t(p, \nu)$ - табличне значення критерію Стюдента; S_{b_j} - середньоквадратичне відхилення коефіцієнтів регресії.

При рівні довірчої ймовірності $p = 0,95$ і числі ступенів волі дисперсії адекватності $\nu = N(k - 1) = 8(3 - 1) = 16$ табличне значення критерію Стюдента

становить $t(0,95; 16) = 2,12$ (додаток В).

Середньоквадратичне відхилення коефіцієнтів регресії визначається:

(3.5)

де S^2 - оцінка середнього значення дисперсії відтворюваності паралельних досвідів:

$$S_{b_j} = \sqrt{\frac{S^2_{y_i}}{N}}$$

(3.6)

$$S^2_{y_i} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n S_i^2$$

де S_j - дисперсія відтворюваності паралельних досвідів.

Визначимося з рівнями варіювання параметрів.

Виходячи з норм часу заточення ножа й гребінки (15...20 з і 25...40 з відповідно) прийmemo крайні значення часу заточення від 10 до 16 із для ножа й від 15 до 25 із для гребінки, з метою скоротити трудомісткість заточення в порівнянні з дисковими точильними апаратами. Нами згадувалося, що зерна абразивної стрічки мають кращу ріжучу здатність у порівнянні із суспензією, використовуваною при заточенні на дискових апаратах. Це пов'язане з упорядкованістю розташування зерен і пружністю основи. При установці нижніх значень рівня варіювання часу заточення також закладалася умова видалення з ріжучих країв ножа й гребінки майданчиків затуплення.

НУБІП України

НУБІП України

Швидкість стрічки вибиралася нами виходячи із середньої окружної швидкості обертання диска точильного апарата, також з обліком кращої ріжучої здатності стрічки. Прийняті крайні значення швидкості стрічки 1 ..,2 м/с.

НУБІП України

Рівні варіювання зусилля притиснення ножа й гребінки до поверхні стрічки виходячи із забезпечення мінімально можливого навантаження на руку слюсаря-заточника - 10...20 Н.

НУБІП України

У ході проведення експериментів нами враховувалася різниця в площі робочих поверхонь ножа й гребінки, а також те, що для заточення ножа згідно з дослідженнями Н.К. Тригорова [29], потрібен більше знімання металу в порівнянні із гребінкою. Досвіди для ножів і гребінок проводилися окремо, але на однакових значеннях параметрів швидкості стрічки й зусилля притиснення. Це робилося з метою пошуку значень режимних параметрів, що підходять і для ножа, і для гребінки, що повинне в майбутньому полегшити експлуатацію пропонованого апарата.

НУБІП України

Таблиця 3.1 – Рівні варіювання режимних параметрів при заточенні ножа й гребінки

Рівень варіювання	Швидкість стрічки		Тривалість заточення		Зусилля притиснення		
	i, м/с	X1	T, з		Py, Н	X3	
			ніж	гребінка			
Основний	1,5	0	13	20	0	15	0
Верхній	2,0	+1	16	25	+1	20	+1
Нижній	1,0	-1	10	15	-1	10	-1

Згідно з методикою проведення повного факторного експерименту із трьома змінними на двох рівнях, нам потрібно провести вісім незалежних досвідів (N = 23) [13]. Кожний з досвідів при цьому повинен відповідати граничній крапці

НУБІП України

НУБІП України

експериментування.

У таблиці 3.2 наведена матриця плану проведення експерименту, у якій рядка відповідають проведеним досвідам, а стовпці X_j - параметрам незалежного й взаємного їх за структурою рівняння (2) впливу. Знаку (+) відповідає максимальне значення параметра в експерименті, знаку (-) мінімальне значення. Для вірогідності отриманого результату по кожному незалежному досвіду рекомендується проводити не менш 3 паралельних досвідів з визначенням щораз параметра шорсткості й обчисленням його середнього арифметичного значення. При побудові рівняння регресії в логарифмічних координатах, слід представляти отримані експериментально значення шорсткості R_a як логарифм їх значень із символом y_{ik} , а середнє арифметичне логарифмів як y_2 .

Таблиця 3.2 - Матриця плану експерименту N=23

№ досвіду, N	X_0	X_1	X_2	X_3	$X_1 X_2$	$X_1 X_3$	$X_2 X_3$	$X_1 X_2 X_3$
1	+	+	+	+	+	+	+	+
2	+	-	+	+	-	-	+	-
3	+	+	-	+	-	+	-	-
4	+	-	-	+	+	-	-	+
5	+	+	+	-	+	-	-	-
6	+	-	+	-	-	+	-	+
7	+	+	-	-	-	-	+	+
8	+	-	-	-	+	+	+	-

НУБІП України

Оцінка відтворюваності паралельних досвідів у логарифмічному вираженні здійснюється по G-Критерію Кохрена, згідно з яким гіпотеза відтворюваності досвідів ухвалюється, якщо розрахункове значення Gr-Критерію буде менше його табличного значення.

НУБІП України

де p - рівень довірчої ймовірності, прийнятої в експерименті;

N - число досвідів; f_i - число ступенів волі кожного з них.

Для прийнятих в експерименті умов досвідів:

$p = 0,95$; $N = 8$; $f_i = k - 1 = 3 - 1 = 2$ табличне значення критерію Кохрена становить (додаток В): $G_{\alpha}(0,95; 8; 2) = 0,516$.

Розрахункове значення Gr-Критерію Кохрена визначається по формулі [13]:

$$G_p = S_{i \max}^2 / \sum_{i=1}^N S_i^2, \quad (3.8)$$

де S_i^2 - дисперсія відтворюваності i -го незалежного досвіду; $S_{i \max}^2$ - максимальне значення дисперсії відтворюваності із усіх досвідів; N - число незалежних досвідів.

Дисперсія відтворюваності по кожному досвіду визначається як:

$$S_i^2 = \frac{1}{k-1} \sum_{k=1}^k (y_{ik} - \bar{y}_i)^2, \quad (3.9)$$

де $k = 3$ - число паралельних досвідів

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

4. РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

4.1 Аналіз утвору шорсткості обробленої поверхні

При пошуку оптимальних значень режиму заточення ріжучих пар стрічковим шліфуванням необхідно визначитися зі значенням вихідного показника, яке буде відповідати необхідним експлуатаційним характеристикам досліджуваного процесу.

Із практичної точки зору, переважніше при цьому одержати тривимірні графіки залежностей вихідного параметра від режимних параметрів стрічкового шліфування, щоб їх вибір у сукупності забезпечував необхідний рівень шорсткості поверхні при обробці.

Побудова подібних графіків можливо при наявності математичної залежності (моделі) шорсткості поверхні від наведених факторів, поверхня відгуку якої можна представити як геометричне місце крапок значень режимних параметрів досліджуваного процесу.

Опираючись на результати досліджень [46] ми прийняли значення шорсткості 0,2 мкм, що є кращим у ряді значень по 9 класу. Досягнення цього значення буде вважатися необхідним для визнання режиму шліфування, що відповідають мети експерименту.

Результати виміру шорсткості робочих поверхонь гребінки й ножа, отримані в ході експерименту, представлено в таблицях 4.1 і 4.2.

Досвіди проводилися згідно зі складеним планом експерименту, по трьом паралельним досвідам перебувало середнє значення шорсткості *Ra*.

Грунтуючись на результатах проведеного експерименту, розрахуємо значення коефіцієнтів регресії для наступної підстановки їх у рівняння (3.1).

Розрахунки коефіцієнтів проводився по формулі (3.2), наведеної в п. 3.3

«Планування експерименту».

НУБІП України

НУБІП УКРАЇНИ

Таблиця 4.1 - Результати експерименту по заточенню гребінки і їх обробка

№ досвіду	Ha,	B*	B*	(B - y) ² • 10 ⁻⁴	• 10 ⁻⁴
1	0,15	-0,8239	-0,8212	0,0729	33,51
2	0,48	-0,3187	-0,319	0,0009	26,14
3	0,35	-0,4559	-0,4534	0,0625	11,08
4	0,62	-0,2076	-0,208	0,0016	8,06
5	0,29	-0,5376	-0,538	0,0016	15,56
6	0,40	-0,3979	-0,3955	0,0576	6,48
7	0,51	-0,2924	-0,2918	0,0036	9,01
8	0,70	-0,1549	-0,155	0,0001	22,23

Середньоквадратичне відхилення коефіцієнтів регресії визначалося виходячи з оцінки середнього значення дисперсії відтворюваності досвідів по формулах (3.4), (3.5), (3.8):

Середнє значення дисперсії відтворюваності:

$$S.2 = \frac{1}{8} (33,51 + 26,14 + 11,08 + 8,06 + 15,56 + 6,48 + 9,01 + 22,23) \times 10^{-4} = 16,51 \cdot 10^{-4}$$

Середньоквадратичне відхилення коефіцієнтів регресії:

$$Sb_1 = 1,1436 \cdot 10^{-2}$$

Статистично значимі коефіцієнти регресії повинні задовольняти умові $B_y >$

$$\pm 2,12 \cdot 1,1436 \cdot 10^{-2} = \pm 0,0304$$

Результати розрахунків коефіцієнтів регресії

b ₀	b ₁	b ₂	b ₃	b ₁ b ₂	b ₁ b ₃	b ₂ b ₃	b ₁ b ₂ b ₃
0,3987	-0,1287	-0,121	-0,053	0,0325	-0,0595	0,0317	0,0013

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

Як ми бачимо, статистично значимими є всі коефіцієнти, крім b_1 b_2 b_3 .

З урахуванням оцінки значимості коефіцієнтів, рівняння регресії (3.1) приймає

вид:

$$v = 0,3987 - 0,1287x_1 - 0,121x_2 - 0,053x_3 + 0,0325x_1x_2 - 0,0595x_1x_3 + 0,0317x_2x_3$$

Перевірка адекватності отриманої залежності (4.1) експериментально отриманим значенням шорсткості поверхні при

стрічковім шліфуванні здійснюється по F-Критерію Фішера, розрахункове значення якого повинне бути більше (рівно) його табличного значення при прийнятих умовах

експерименту, тобто

$$F_p = P_m(P' f_{ад} > f_{y'}) \quad (4.2)$$

При прийнятих в експерименті відомих $p = 0,95$, $f_{y'} = 16$ і новій умові числі ступенів волі дисперсії адекватності, обумовленому, як $f_{некло} = N - (k + 1) = 8 -$

$(3 + 1) = 4$, табличне значення критерію Фішера становить: $F(0,95; 4; 16) = 3,01$

(додаток Е).

Розрахункове значення критерію Фішера визначається з порівняння оцінок дисперсій [4]:

$$F_p = \frac{S_y^2}{S_{ад}^2}$$

де S - дисперсія адекватності; S_y - середнє значення дисперсії відтворюваності досвідів.

Дисперсія адекватності розраховується по формулі:

$$(4.4) \quad S_{ад}^2 = \frac{1}{f_{ад}} \sum_{i=1}^N (\bar{y}_i - \hat{y}_i)^2,$$

де \bar{y} - експериментально отримане

середнє арифметичне значення пари - метра шорсткості поверхні в i -м незалежному

досвіді, \hat{y}_i - розраховане по рівнянню (4.1) значення параметра шорсткості в цьому ж досвіді;

$f_{некло} = N - (k + 1)$ - число ступенів волі дисперсії адекватності.

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП України

Сума нев'язань досвіду — $\sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n y_{ij}^2 = 0,2008$

Дисперсія адекватності складе:

$$s_2^2 = \frac{0,2008}{10-4} = 0,03347$$

У цьому випадку розрахункове значення F-Критерію Фишера рівно:

$$F = \frac{16,511}{0,03347} = 493,28$$

$$p = 0,0502$$

Розрахункове значення F-Критерію Фишера більше його табличного значення

$F(0,95; 4; 16) = 3,01$, що говорить про адекватність моделі (4.1) і служить підставою

для її прийняття в якості робочої при описі залежності параметра шорсткості в дослідженому факторному просторі.

Як вказувалося раніше, значення змінних факторів x_1 , x_2 і x_3 у рівнянні регресії (4.1) перебувають у закодованому виді по вираженнях (3.2).

Підставляючи у вираження (3.2) для x_1 , x_2 і x_3 максимальне й мінімальне значення відповідних їм параметрів i , T , і P_y , одержимо наступні вираження в декодованому виді:

$$x_1 = 6,644 \cdot Z_{gv}; x_2 = 9,0171 \cdot T - 6,3025; x_3 = 6,644 \cdot P_y - 4,322$$

Після підстановки їх у рівняння (4.1) і проведення проміжних (4.6) обчислень, одержимо наступне вираження рівняння регресії в декодованому виді:

$$\Gamma_{гр} = 1,12 - 0,02i - 0,0365T - 0,003P_y + 0,001ut - 0,015u_p + 0,0009T P_y \quad (4.7)$$

При підстановці в рівняння (4.6) значень факторів по основному рівню варіювання $i = 1,5$ м/с, $T = 20$ з і $P_y = 15$ Н одержимо розрахункове значення шорсткості поверхні рівне $0,277$ мкм. Експериментальне значення при цих значеннях факторів склало $0,29$ мкм, що лежить у межах 5% помилки експерименту.

НУБІП України

Аналогічним образом були проведені розрахунки рівняння регресії для ножа й відповідні експерименти.

Таблиця 4.2 - Результати експерименту по заточенню ножа і їх обробка

№ досвіду	H_a	B^*	B^*	$(B - y)^2 \cdot 10^{-4}$	$5? \cdot 10^{-4}$
1	0,17	-0,7269	-0,7212	0,0623	35,48
2	0,45	-0,2878	-0,2738	0,0009	23,11
3	0,30	-0,4019	-0,4022	0,0625	9,88
4	0,58	-0,2371	-0,2386	0,0016	9,76
5	0,32	-0,4879	-0,4843	0,0016	14,31
6	0,44	-0,3979	-0,3955	0,0576	8,68
7	0,51	-0,2924	-0,2918	0,0036	10,27
8	0,82	-0,1451	-0,1435	0,0001	25,44

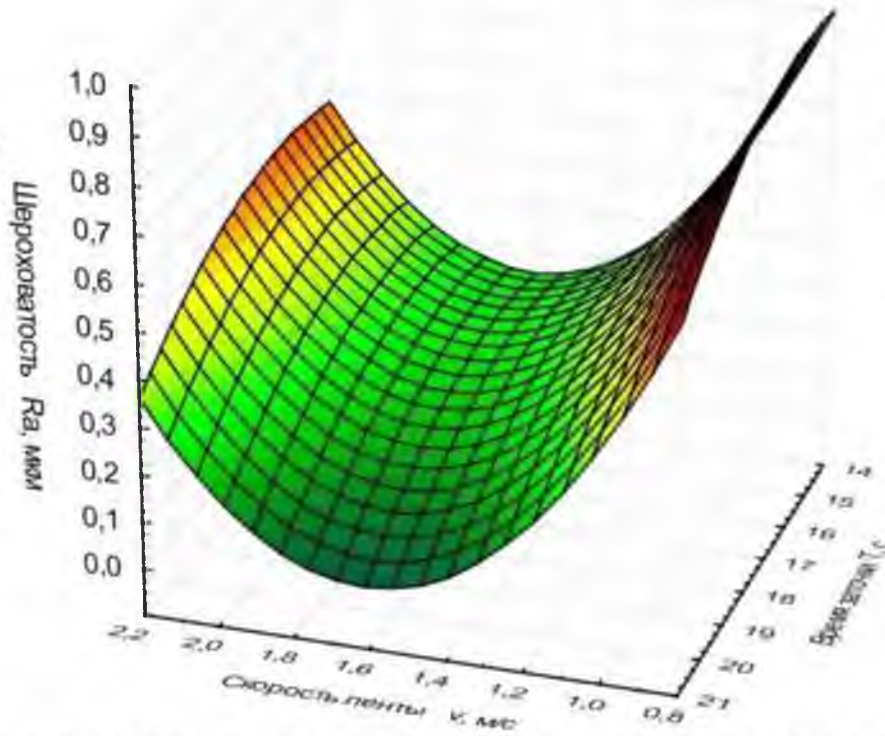
$$YH = 2,036 - 0,3558i - 0,0971T - 0,0385Py + 0,0158ut - 0,0065cру + 0,00258Tру \quad (4.8)$$

За результатами експериментів були побудовані поверхні відгуку, що відображають залежність шорсткості робочих поверхонь ножа й гребінки від швидкості руху стрічки, зусилля притиснення ножа й гребінки до стрічки й тривалості заточення (малюнки 4.1-4.3).

НУБІП Україна

НУ

НУ



їни

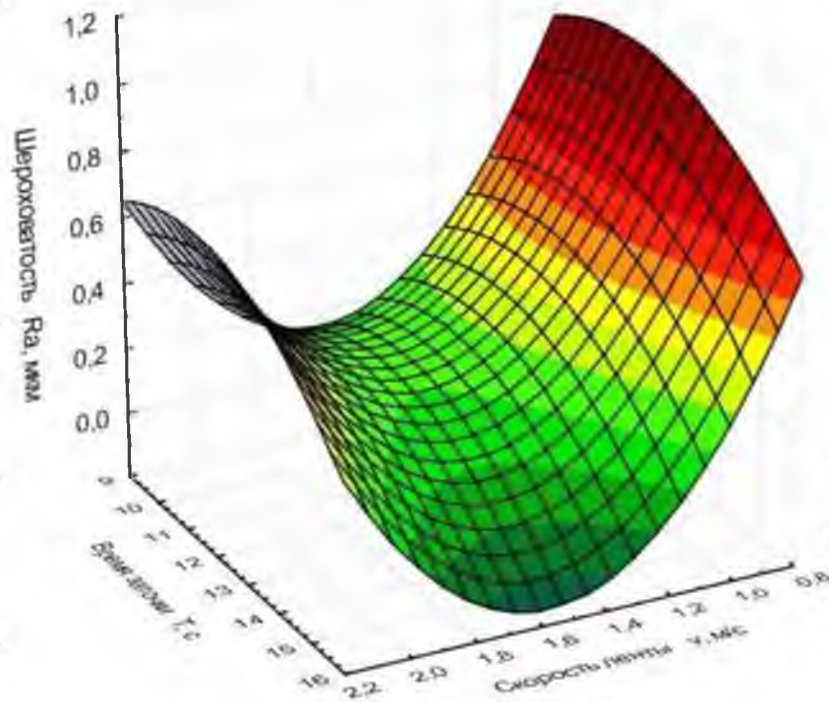
їни

Малюнок 4.1, а - Залежність шерсткості робочій поверхні гребінки від швидкості стрічки й тривалості заточення

НУБІП

НУ

НУ



їни

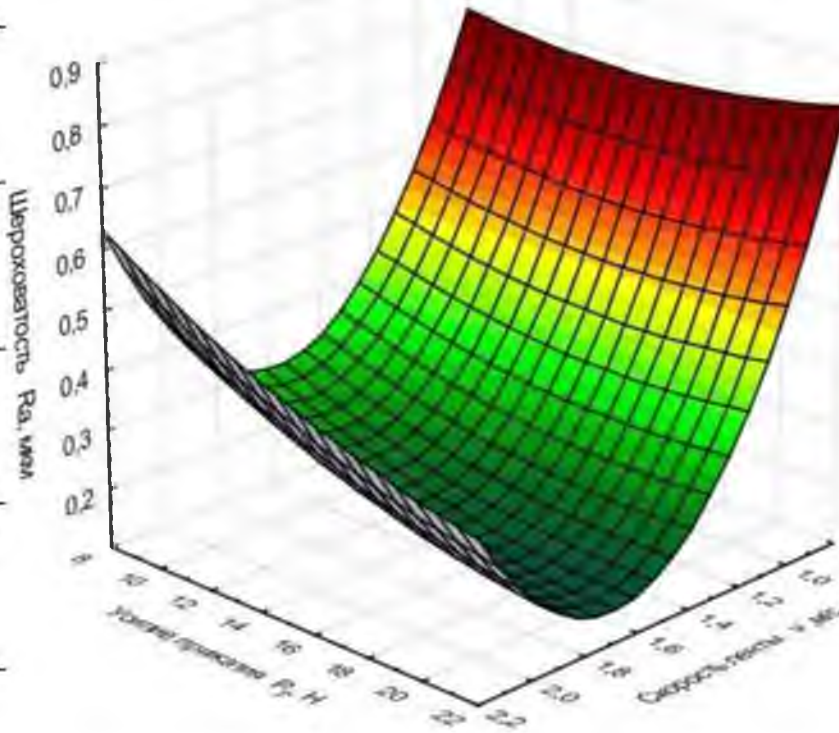
їни

НУБІП Україна

НУБІП України

НУ

НУ



їні

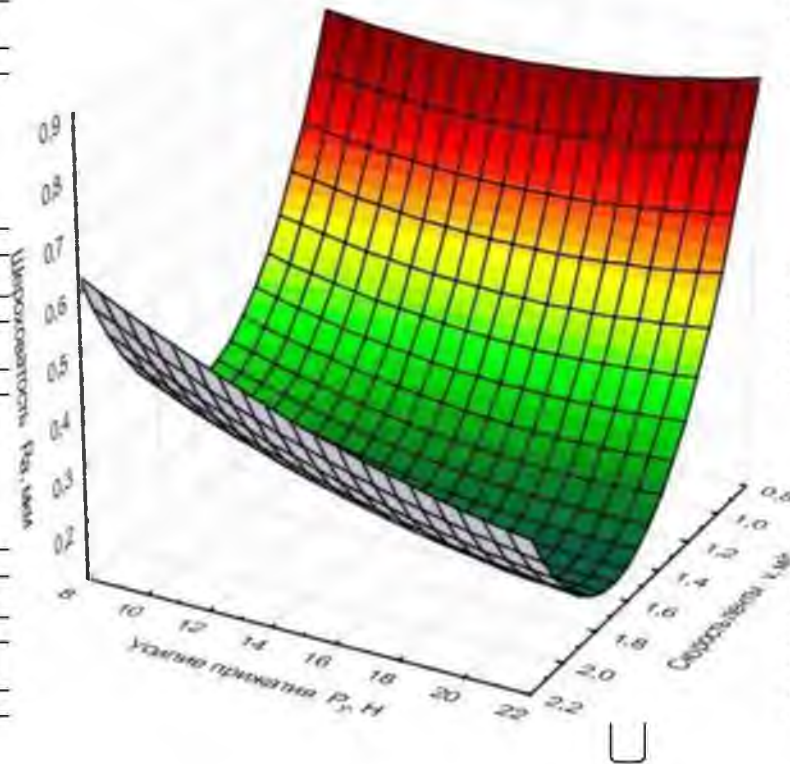
їні

Малюнок 4.2, а - Залежність шорсткості робочої поверхні гребінки від швидкості стрічки й зусилля притиснення

НУ

НУ

НУ



їні

їні

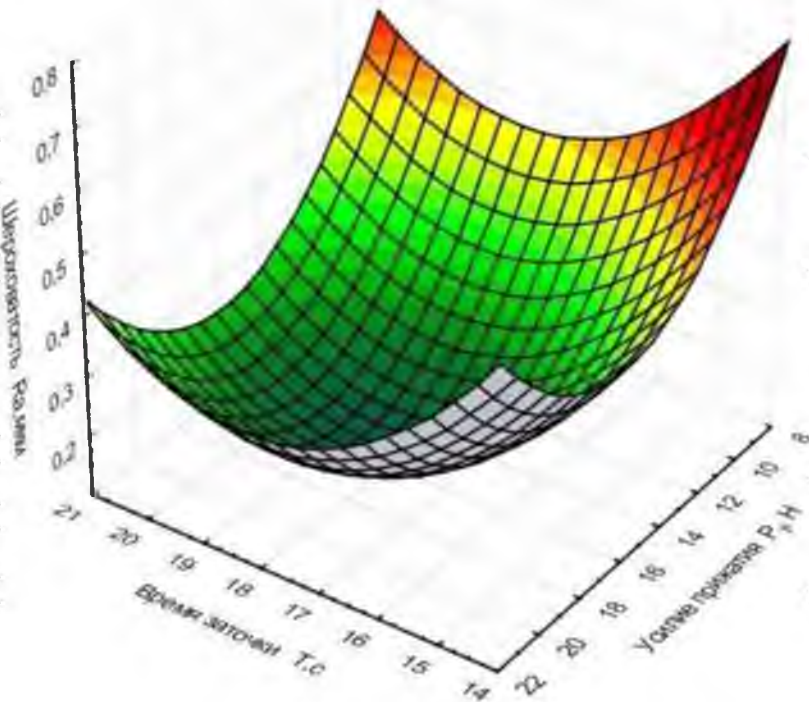
їні

НУБІП України

НУБІП України

НУБ

НУБ



їїНИ

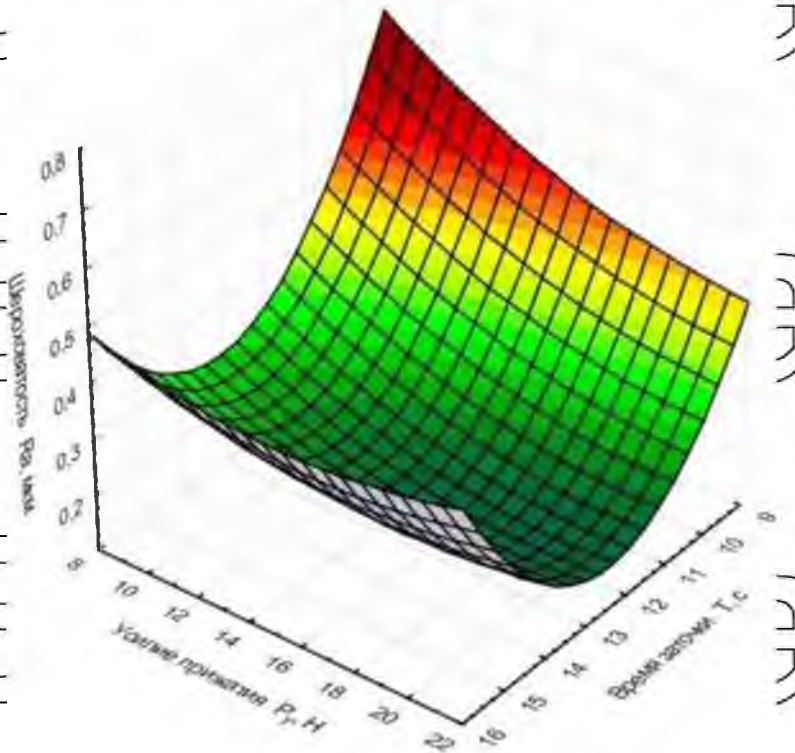
їїНИ

Малюнок 4.3, а - Залежність шорсткості робочої поверхні гребінки від тривалості заточення й зусилля притиснення

НУБ

НУБ

НУБ



їїНИ

їїНИ

їїНИ

У ході проведеного аналізу поверхонь відгуку були визначені наступні

НУБІП України

НУБІП УКРАЇНИ

оптимальні режимні параметри заточення ріжучих пар на розробленому апарату:

- швидкість стрічки 1,7 м/с;

- зусилля притиснення ножа й гребінки до стрічки 18 Н;

- тривалість заточення гребінки 19 з, ножа 12 с.

НУБІП УКРАЇНИ

При визначенні рекомендованих значень ставилася мета знизити тривалість заточення настільки, наскільки можливо при встановлених рівнях варіювання режимних параметрів процесу. У наявності зниження трудомісткості відновлення справного стану ріжучої пари в порівнянні із заточенням на дисковому апараті. [44]

НУБІП УКРАЇНИ

На наведених поверхнях видно, що шорсткість робочих поверхонь ріжучої пари знижується при збільшенні значення зусилля притиснення ножа й гребінки до поверхні стрічки при забезпеченні необхідного значення швидкості стрічки. Це пояснюється тим, що зерна стрічки під дією нормальної сили притиснення F_n випробовують підвищене зношування. Діаметр майданника, що утворюється, зношування сприяє зниженню шорсткості, що утворюється в підсумку, поверхні, що підтверджує адекватність отриманих раніше виражень (2.31), (2.32), (2.35).

НУБІП УКРАЇНИ

Проведені виміри мікротвердості на обраних крапках поверхні зубів ножа й гребінки показали, що в переділах режимів шліфування, реалізованих у ході експерименту, мікротвердість робочих поверхонь ріжучих пар не змінюється, що говорить про відсутність явища прижогов відпустки через високу температуру в зоні контакту деталі зі стрічкою при шліфуванні. На підставі вищевикладеного був зроблений вивід, що застосування СОЖ на встановлених режимах роботи стрічкового точильного апарату не потрібно.

НУБІП УКРАЇНИ

У числі іншого, необхідно переконатися в тому, що встановлені значення параметрів режиму шліфування не приводять до зайвого знімання металу з поверхні ножа й гребінки.

4.2 Аналіз товщини шару, що знімається, металу

НУБІП УКРАЇНИ

Згідно з методикою, викладеною в п 32, ми визначали товщину шару металу, що знімається з поверхні ножа й гребінки на режимах шліфування, що

НУБІП України

забезпечують необхідну нам чистоту робочих поверхонь ріжучої пари. Для зниження трудомісткості заточення ножа й гребінки, побудуємо графік залежності товщини знімання металу від зусилля притиснення й швидкості

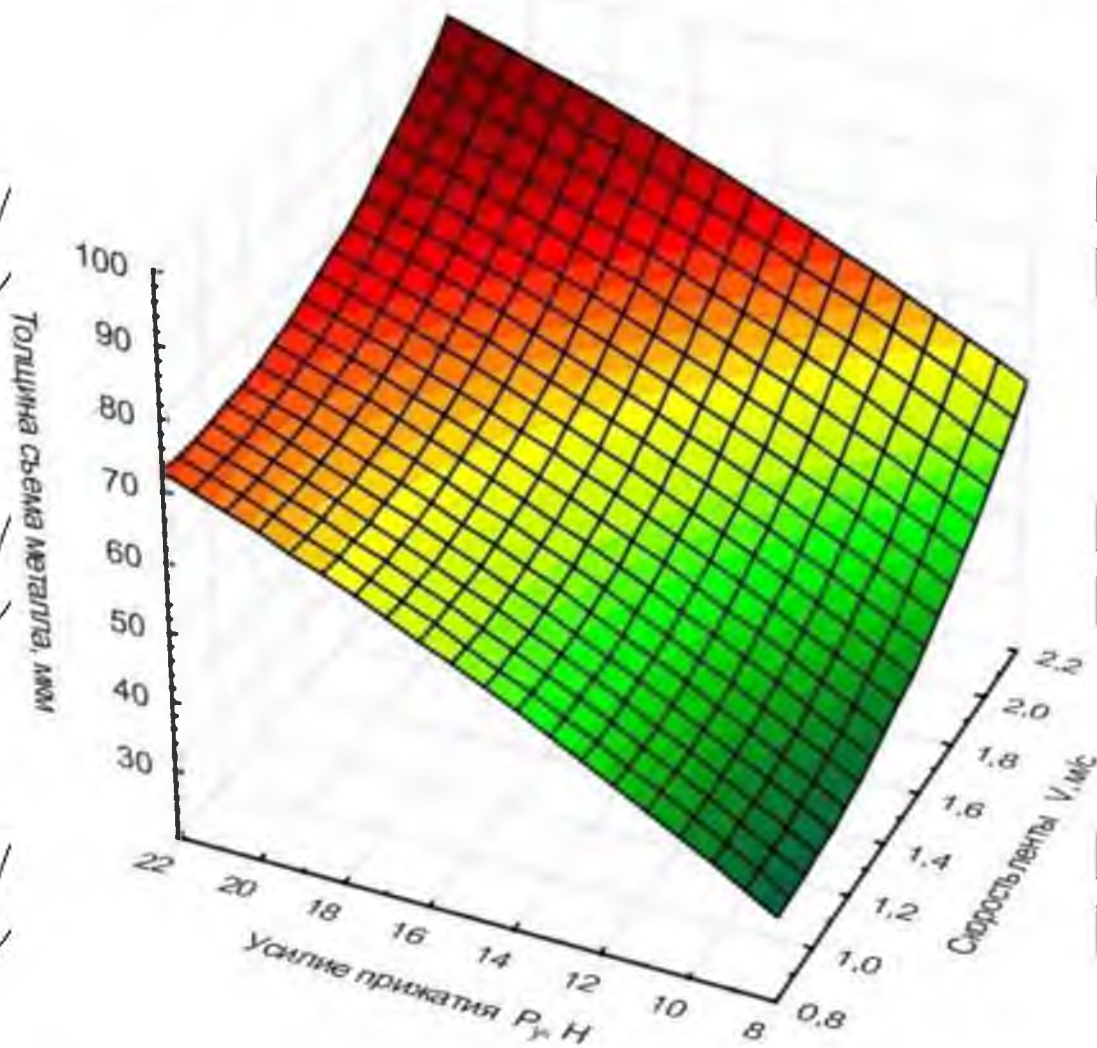
НУБІП України

стрічки (малюнок 4.4) які є основними параметрами, що визначають продуктивність процесу шліфування.

НУ

НУ

НУ



НИ

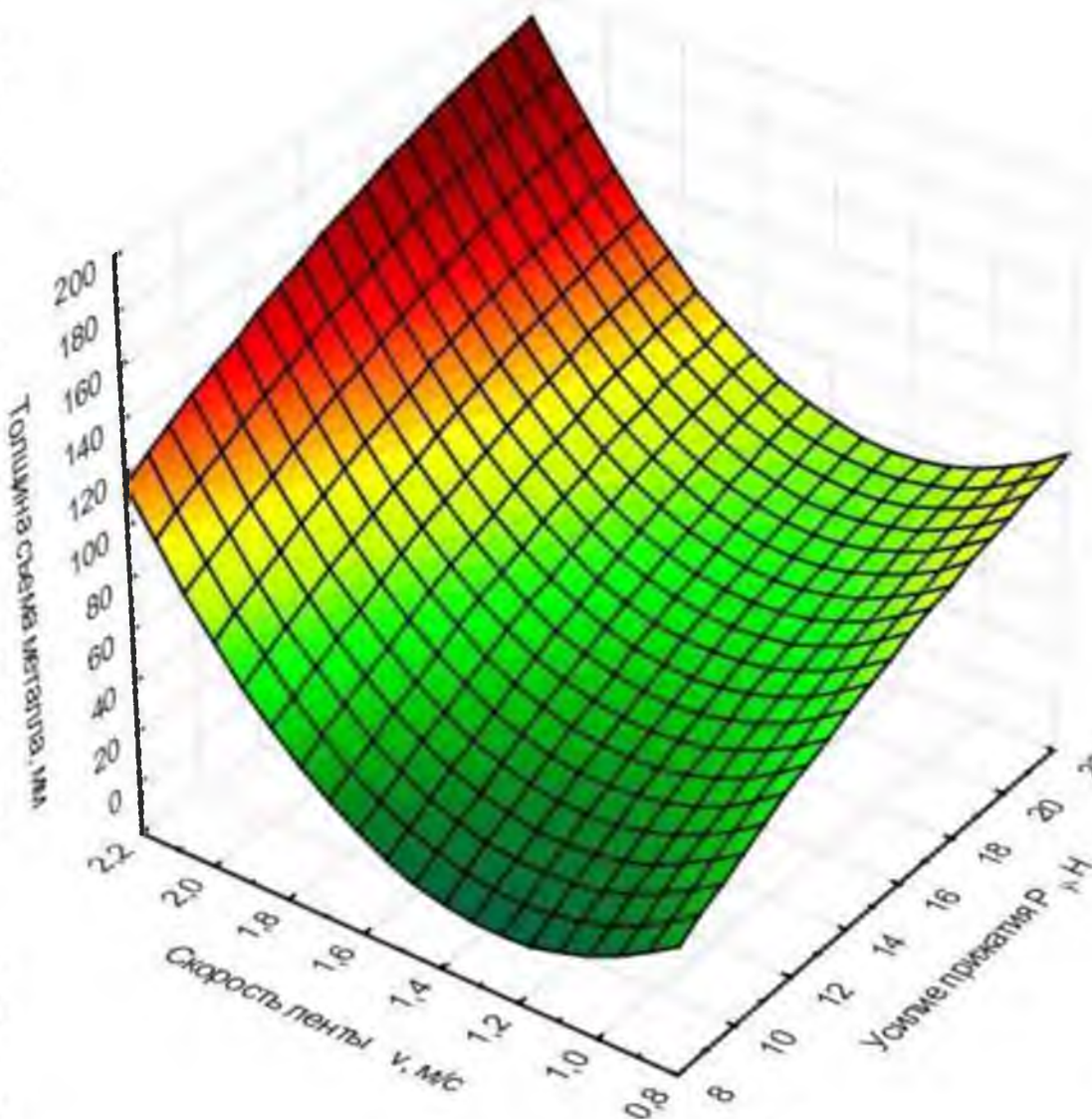
НИ

НИ

НУБІП України

НУБІП України

Аналіз отриманих графіків (малюнок 4.4-4/5) дозволяє говорити про те, що заточення ріжучих пар при обраних значеннях швидкості стрічки 1,7 м/с і зусилля притиснення ножа й гребінки до поверхні стрічки 18 Н забезпечує товщину шару, що знімається, металу 95 мкм для ножа й 45 мкм для гребінки, що лежить у межах максимально допустимого значення з метою уникнення перетонування. Граничні значення, наведені в роботі [29] становлять 127 мкм і 59 мкм для ножа й гребінки відповідно.



НУБІП України

НУБІП України

Н

Н

Н

Н

Н

НУБІП України

НУБІП України

На малюнках 4.4, 4.5 видно, що залежність товщини шару, що знімається, металу від швидкості стрічки має вигляд параболи, а від зусилля притиснення ножа або гребінки до стрічки залежність лінійна. Це відповідає вираженню фактичної глибини шліфування з формули (2.35), якщо врахувати, що значення діаметра майданчиків зношування прямо пропорційно значенню зусилля притиснення. Отримані графіки дають можливість оцінити вірогідність теоретичної залежності (2.35) з експериментально встановленою залежністю показника товщини, що знімається шару металу від режимних параметрів процесу заточення стрічковим шліфуванням (малюнок 4.6; додаток Д).

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

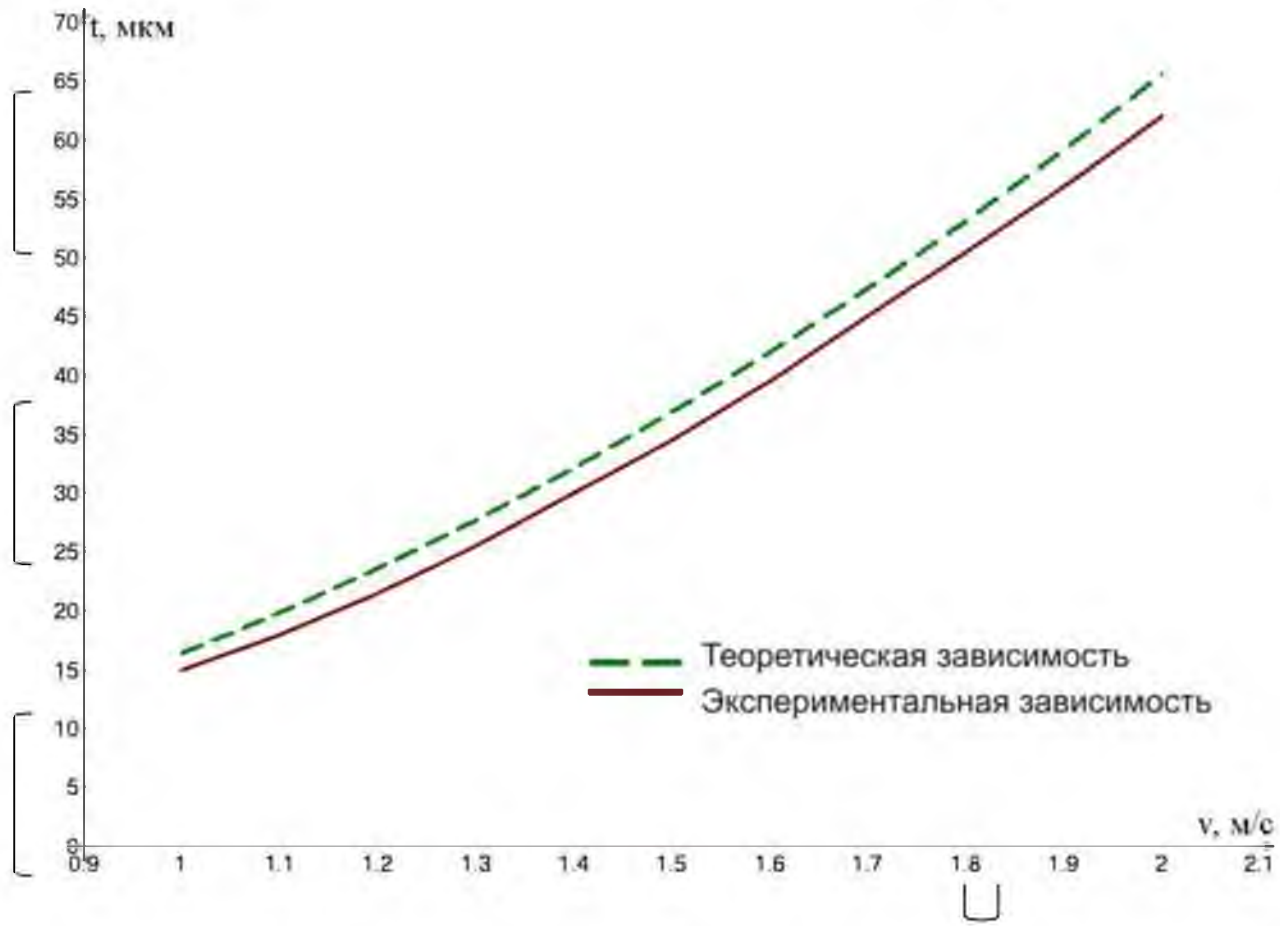


Рисунок 4.6. Экспериментальная теоретическая зависимость фактической глионни шлифования t від швидкості абразивної стрічки v при затолці гребінки

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України