

Дніпровський державний аграрно-економічний університет
Інженерно-технологічний факультет
Кафедра тракторів і сільськогосподарських машин

Пояснювальна записка

до дипломної роботи

освітнього ступеня "Магістр" на тему:

**Підвищення ефективності культиваторних лап для поверхневого
обробітку ґрунту методом технологічної конвергенції**

Виконав: студент 2 курсу, групи МГМ-1-23
за спеціальністю 208 «Агроінженерія»

_____ Кравець Геннадій Олександрович

Керівник: _____ Теслюк Геннадій Володимирович

Рецензент: _____ Степанов Станіслав Іванович

Дніпро, 2024

5. Перелік демонстраційного матеріалу

1. Тема. Мета і задачі досліджень. Аналіз (2 аркуша, А4). 2. Теоретичні дослідження (2 аркуша, А4). 3. Експериментальні дослідження (2 аркуша, А4). 4. Економічні показники (1 аркуш, А4). 5. Висновки (1 аркуша, А4) _

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1	Теслюк Г.В., зав. кафедри		
2	Теслюк Г.В., зав. кафедри		
3	Теслюк Г.В., зав. кафедри		
4	Теслюк Г.В., зав. кафедри		
5	Теслюк Г.В., зав. кафедри		
Нормоконтроль	Золотовська О.В., доцент		

7. Дата видачі завдання: _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналіз машин	до 15. 09.2024	виконав
2	Аналітичний	до 25. 09.2024	виконав
3	Експериментальний	до 28. 10.2024	виконав
4	Охорона праці	до 10. 11.2024	виконав
5	Економічний	до 21. 11.2024	виконав
6	Презентація роботи	до 02. 12.2024	виконав

Студент

_____ (підпис)

Кравець Г.О.

_____ (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

Теслюк Г.В.

РЕФЕРАТ

Кравець Г.О. Підвищення ефективності культиваторних лап для поверхневого обробітку ґрунту методом технологічної конвергенції. / Випускна кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня «магістр» за спеціальністю 208 «Агроінженерія» – ДДАЕУ, Дніпро, 2024.

Кваліфікаційна робота присвячена покращенню експлуатаційних характеристик культиваторних лап за допомогою метода технологічної конвергенції, суть якого полягає в об'єднанні декількох технологій зміцнення робочих органів, що забезпечить підвищення ресурсних показників лап та їх самозагострювання під час експлуатації, наприклад, застосування електроконтактного методу загострення та додаткового дискретного зміцнення робочої поверхні з використанням порошкових матеріалів.

Мета роботи - є підвищення довговічності культиваторних лап для передпосівного обробітку ґрунту завдяки самозагострюванню шляхом підвищення їх зносостійкості методом технологічної конвергенції.

Об'єкт досліджень. процес зміцнення лез культиваторних лап методом технологічної конвергенції.

Предмет досліджень. вплив параметрів і режимів процесу зміцнення робочих поверхонь культиваторних лап методом технологічної конвергенції на динаміку їх зношування і ресурс.

Ключові слова: культиваторні лапи, передпосівний обробіток ґрунту, зміцнення, технологічна конвергенція, ріжуча кромка, зносостійкість, абразивне зношування, наробіток, прогнозування, ресурс, довговічність, самозагострювання.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	8
РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ УМОВ ЕКСПЛУАТАЦІЇ КУЛЬТИВАТОРНИХ ЛАП ДЛЯ ПЕРЕДПОСІВНОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ І ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ЇХ ДОВГОВІЧНОСТІ.....	9
1.1 Конструкційні особливості та умови експлуатації культиваторних лап	9
1.2 Аналіз характерних дефектів культиваторних лап...13	13
1.3 Матеріали для зміцнення робочих поверхонь культиваторних лап 12	12
Висновки за розділом	20
РОЗДІЛ 2 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА.....	22
2.1 Зміна сили опору при об'ємному зміцненні лез робочих органів 22	22
2.2 Зміна сили опору при поверхневому зміцненні лез робочих органів	27
2.3 Дослідження дефектів культиваторних лап, що виникають в процесі їх експлуатації	30
Висновки за розділом.....	32
РОЗДІЛ 3 МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ЕКСПЕРЕМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ	33
3.1. Методика проведення експлуатаційних випробувань з визначення витрат пального під час експлуатації культиваторних лап, зміцнених методом технологічної конвергенції	33
3.2. Випробування культиваторних лап зміцнених методом технологічної конвергенції.....	34
3.3. Залежність витрати пального при експлуатації культиваторних лап, зміцнених методом технологічної конвергенції	41
Висновки за розділом	44
РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ	45
4.1 Організація умов та заходів з охорони праці в господарстві.....	45

4.2 Аналіз умов та заходів з охорони праці під час роботи грунтообробними машинами	47
Висновки по розділу	49
РОЗДІЛ 4 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ.....	50
Висновки за розділом	53
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	54
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	55
ДОДАТКИ	

ВСТУП

Актуальність теми. Від якісного передпосівного обробітку ґрунту в значній мірі залежить урожайність сільськогосподарських культур. Зокрема під час формування ложе для насінневого матеріалу лапи культиватора за агротехнічними вимогами повинні забезпечувати вирівняну розрихлену поверхню, задану глибину обробітку.

Вирішення цього питання ускладнюється за забур'яненості поверхні, або наявності сидератів, що зумовлює необхідність якісного підрізання кореневої системи на глибині висіву насіння. Тому такі лапи повинні бути постійно гострими під час експлуатації, що забезпечить якісне підрізання кореневої системи, зменшення сили опору культиватора, а відповідно пального на виконання передпосівного обробітку ґрунту [1–3].

Лапи культиваторів зарубіжного виробництва таких фірм, як Lemken, Frank, Kverneland, Rabewerk та ін. мають достатньо високий наробіток, але об'ємно загартовані деталі неефективні під час передпосівного обробітку ґрунту, оскільки швидко затуплюються, не забезпечують підрізання кореневої системи бур'янів та сидеральних культур в системі органічного землеробства. Такий недолік ще в більшій мірі притаманний культиваторним лапам вітчизняного виробництва. Тому актуальним є підвищення зносостійкості і довговічності культиваторних лап вітчизняного виробництва [4, 5].

Значна кількість зарубіжної ґрунтообробної техніки накопичено і широко використовується в сільськогосподарському виробництві України. Досвід застосування даної технології показує її переваги в надійності і довговічності в порівнянні з побутовими, особливо в тому, що стосується роботи робочого органу.

РОЗДІЛ 1

АНАЛІЗ УМОВ ЕКСПЛУАТАЦІЇ КУЛЬТИВАТОРНИХ ЛАП ДЛЯ ПЕРЕДПОСІВНОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ І ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ЇХ ДОВГОВІЧНОСТІ

1.1. Конструкційні особливості та умови експлуатації культиваторних лап для передпосівного обробітку ґрунту

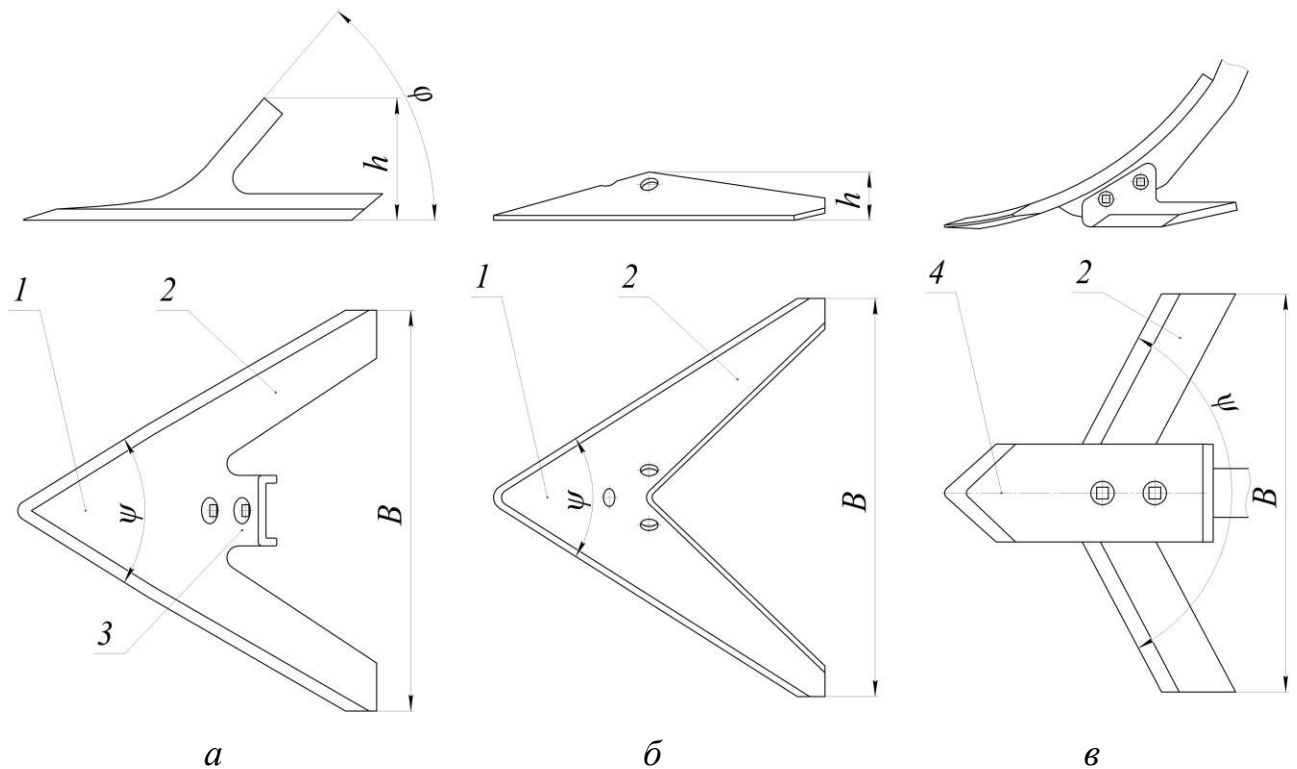
Стрілчасті робочі органи використовуються для безвідвального кришення шару ґрунту і знищених бур'янів при передпосівному та міжрядному обробітках ґрунту. В залежності від кута кришення ґрунту α та свого функціонального призначення вони поділяються на: плоскорізні $\alpha = 10\text{--}18^\circ$, універсальні $\alpha = 25\text{--}30^\circ$ і розпушувальні $\alpha > 30^\circ$ [1,12, 13]. Спосіб кріплення робочого органу зі стійкою відбувається за двома варіантами: хвостовиком стрілчастої лапи (різьбове або швидкороз'ємне з'єднання) та безхвостовикове кріплення (різьбове або заклепкове з'єднання).

У процесі експлуатації робочі органи зношуються, що призводить до підвищення сили опору МТА. При загострюванні лез застосовують три варіанти, а саме, верхнє, нижнє і комбіноване. Для забезпечення стабільного руху за глибиною обробітку ґрунту рекомендується за кута кришення $\alpha < 15^\circ$ застосовувати верхнє загострення, за $\alpha > 25^\circ$ нижнє, якщо $15^\circ < \alpha < 25^\circ$ то застосовується комбіноване загострення. При визначенні варіанту загострення леза слід відзначити, що задній кут різання повинен становити $\epsilon \geq 10^\circ$ [3,13,14]

Стрілчасті робочі органи характеризуються кутом розхилу крил ψ , шириною захвату лапи B , шириною крила та товщиною матеріалу з якого виготовлено робочий орган δ . (рис. 1.1).

Передові зарубіжні фірми ґрунтообробної техніки: Lemken, Kverneland, Horsch, Bellota, Gaspardo, Gascon та інші для підвищення ресурсних показників

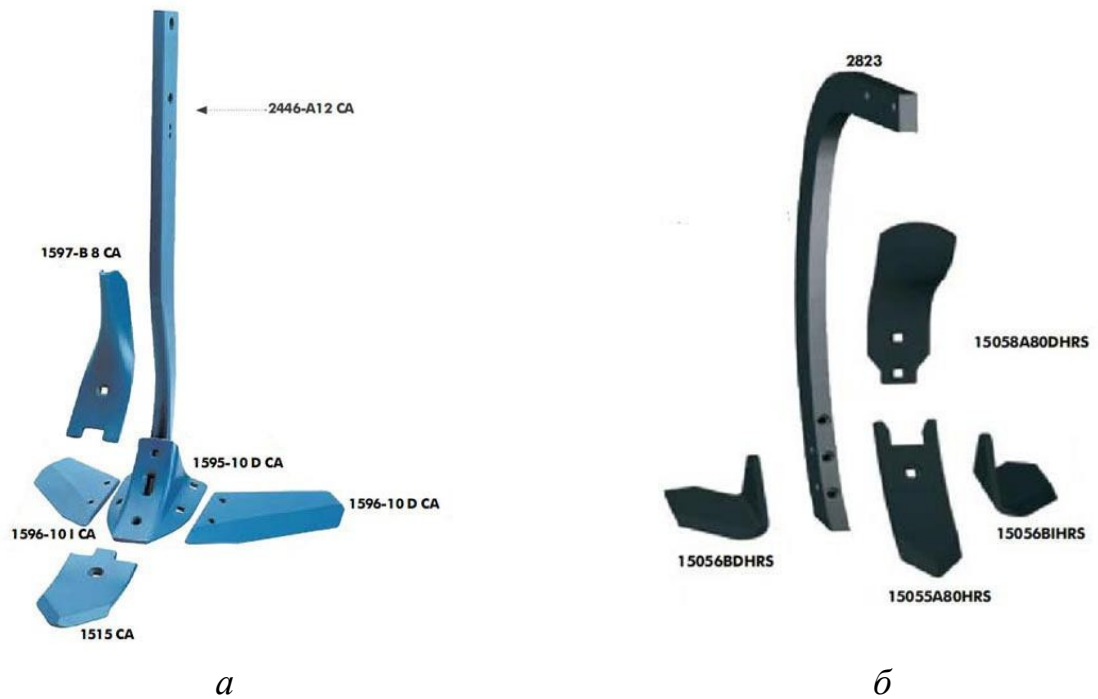
робочих органів використовують зміцнення гартуванням або нанесенням зносостійкого матеріалу.



a – культиваторна лапа з хвостовиком; *б* – культиваторна лапа без хвостовика; *в* – культиваторна лапа для глибокого розпушування ґрунту; 1 – передня частина; 2 – крило; 3 – хвостовик; 4 – долото; φ – кут хвостовика; h – висота лапи; ψ – кут розхилу крил; B – ширина захвату лапи

Рисунок 1.1 – Конструкційні параметри стрілочних робочих органів

Враховуючи те, що при експлуатації робочих органів в найважчих умовах працює його передня частина, що має підвищену інтенсивність до зношування. Його конструкційно розділяють на дві частини, а саме, долото, яке піддається термічній обробці і нанесенню на тильну сторону зносостійкого матеріалу та леза (рис. 1.2) які гартуються до твердості 50–60 HRC [2,7,16] і кріпляться різьбовими з'єднаннями із стійкою. Такі розбірні стріласті лапи застосовуються для глибокого рихлення ґрунту на глибину до 18 см [1-4]



a – лапа для культиватора Lemken Smaragd; *б* – лапа для культиватора HORSCH MULCH-MIX

Рисунок 1.2 – Загальний вигляд лап для глибокого рихлення ґрунту

На основі аналізу конструкційних особливостей культиваторних лап їх можна класифікувати за чотирьома ознаками, а саме, за функціональним призначенням, за способом кріплення зі стійкою, за способом загострення леза та за конструкцією (рис. 1.3)



Рисунок 1.3 – Класифікація культиваторних лап

Аналіз умов експлуатації ґрунтообробної техніки показує, що її робочі органи в процесі експлуатації мають різний характер зношування в залежності від способу їх зміцнення та типу ґрунтів. При роботі на тяжких ґрунтах робочі органи зношуються в основному, в передній його частині та за шириною, а робочі органи, які працюють на пісчанних ґрунтах, зношуються за товщиною, зберігаючи при цьому свою конфігурацію по контуру [1,4,8]. Тому було поставлено завдання першочергово провести дослідження в напрямку визначення величини та характеру зношення культиваторних лап, визначити зони локального зміцнення робочих органів при їх відновленні та виготовленні, обґрунтування матеріалів для зміцнення з метою підвищення довговічності.

Дослідженнями авторів [4, 5, 9] встановлено, що на різні частини леза діє різний тиск. За даними [11, 13] $P_3=3,8P_2=8,2P_1$, а за даними [1,5] $P_3=2,3P_2=4,2P_1$. (рис. 1.4)

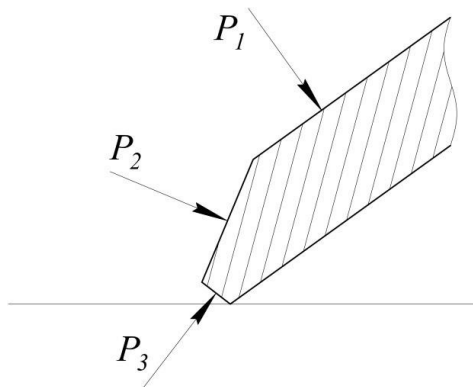


Рисунок 1.4 – Схема леза робочого органа та сил, що діють на нього в процесі виконання технологічних операцій з обробки ґрунту

Встановлено, що визначальним для зменшення сили опору робочого органа є стан ріжучої кромки, який в 4–8 разів є більш значимим, ніж стан інших робочих поверхонь [11].

Дослідження [14] для розробки нових технологій виготовлення та відновлення робочих органів ґрунтообробних машин з використанням вуглецевої сталі (вміст вуглецю 0,6-0,7%) та використання процесу електричної корозії для їх посилення було встановлено, що посилення робочої поверхні є перспективним та позитивним. Відновлення зношених опор для обробки ґрунту, тріщин і дисків з важким ореолом.

Однак для посилення деталей, що працюють в умовах полірування, було розроблено безліч інших матеріалів. Зокрема, Інститут електрозварювання Національної академії наук. Експериментальний завод зварювальних матеріалів лабораторії о. Патона випускає електроди наступних марок для посилення робочого органу лапи Т–590 та Т–620. Такий матеріал бажано наносити місцево на поверхню робочого органу, в місцях сильного зносу, щоб знизити його витрату. При такому способі зміцнення на деталь витрачається близько 0,1 кг арматури, а зносостійкість деталі підвищується в 2,0-2,5 рази в порівнянні з серійною заготовлею [7, 8].

Тому одним із основних напрямків досліджень було дослідження закономірностей зношування, обґрунтування зміцнюючих матеріалів, визначення способів зміцнення та встановлення раціональних режимів зміцнення з метою підвищення довговічності робочих органів.

1.2. Аналіз характерних дефектів культиваторних лап

Складні експлуатаційні умови роботи ґрунтообробних машин призводять до інтенсивного зношування їх робочих органів. У процесі експлуатації культиваторів змінюються розміри і форма лап, що призводить до збільшення величини сили опору, а також зниження якості обробітку ґрунту [5, 6].

Характер і величина зносу культиваторних лап впливають на стійкість роботи культиватора на заданій глибині обробітку ґрунту. Утворена затилкова фаска сприяє виникненню вертикальної складової реакції ґрунту, яка впливає на рівномірність глибини суцільного обробітку, призводить до виглиблення культиваторних лап [5,7].

За даними авторів [1,4, 9, 10] зношення робочих органів ґрунтообробних машин залежить від кількості фізичного піску в ґрунті розміром частинок більше 0,01 мм. Найшвидше зношуються робочі органи, що працюють на піщано-щебеновому ґрунті, а найменші показники зносу спостерігаються на чорноземних і глинистих ґрунтах [6, 7, 8].

Інтенсивність зносу передньої частини Лапи культиватора в кілька разів вище, ніж у крила, оскільки питома навантаження на лезо Лапи культиватора збільшується у напрямку до носка. Лапа культиватора має такий характер і силу зносу в процесі експлуатації КПЕ-410 (рис. 1.5); Bourgault (рис. 1.6); Kockerling Allrounder-10 (рис. 1.7); КРН, КПС 330 (рис. 1.8).



Рисунок 1.5 – Загальний вигляд нової (а) та зношеної (б) культиваторної лапи КПЕ-410 в умовах піщаних ґрунтів

При ширині крила лапи культиватора КПЕ-410, що дорівнює 65 мм, це значення досягає 10-15 мм, в залежності від часу роботи. При цьому товщина з 8 мм зменшується на 1-2 мм, а в хвостовій частині знос досягає 5-6 мм. Вага деталі знижується з 3,5 кг до 1,4-1,8 кг. Аналогічна картина – на культиваторних лапах Bourgault, Kockerling Allrounder-10. Якщо номінальна ширина леза становить 50 мм, то величина зносу досягає 35-40 мм, і при цьому залишкова товщина хвостовій частині становить 2-3 мм.



Рисунок 1.6 – Загальний вигляд нової (а) та зношеної (б) культиваторної лапи Bourgault 310 мм в умовах глинистих ґрунтів



Рисунок 1.7 – Загальний вигляд нової (а) та зношеної (б) культиваторної лапи Kockerling Allrounder-10 в умовах піщаних ґрунтів

Культиваторні лапи КПС-330, КПЕ-410 вони зношуються відповідно до аналогічного показника, тобто передня частина зношується найбільш інтенсивно, центральна частина має рівномірний знос, а знос збільшується за крилами ніжок.



Рисунок 1.8 – Загальний вигляд нової (а) та зношеної (б) культиваторної лапи КПС 330мм в умовах чорноземних ґрунтів

Через те, що носова частина Лапи культиватора сприймає максимальне навантаження, вартість таких деталей досягає тих значень, при яких ремонт цих деталей більше не рекомендується. Це особливо актуально при використанні на піщаних ґрунтах, лінійному зносі до значень, коли товщина підшви культиватора зношена до величини 2-3 мм, а носок і відвал не виступають над стійкою і не захищають її від зносу.

Характер і ступінь зносу стопи після певного періоду експлуатації (рис.1.9) проаналізуйте робочу гіпотезу та відповідайте відповідно. Рекомендується зміцнювати його в основному в тих місцях, де існує

найбільша ймовірність зносу, беручи до уваги умови роботи: щільність, склад ґрунту і вологість.

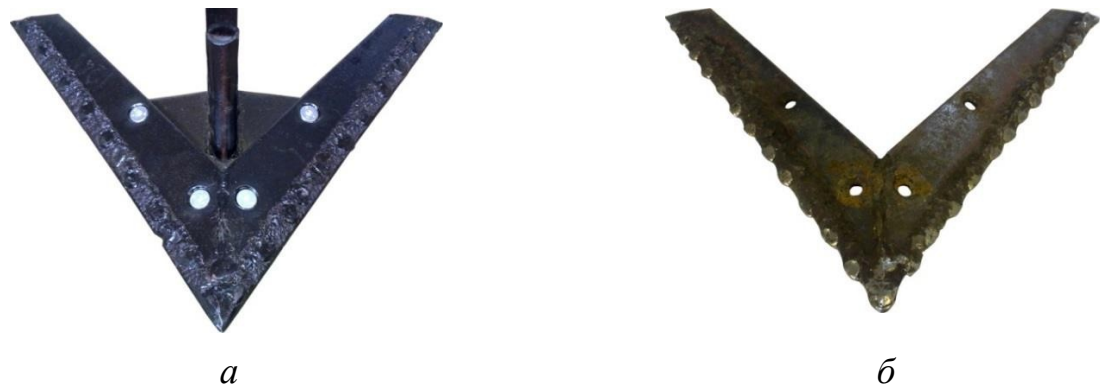


Рисунок 1.9 – Загальний вигляд нової (а) та зношеної (б) лап культиватора КВАНТ–12 в умовах чорноземних ґрунтів

Характер та величини зношень робочих органів, дозволяють визначити раціональний спосіб локального зміцнення конкретного виду робочого органу, з урахуванням їх геометричних форм та розмірів. Локальне зміцнення дозволяє з мінімальними витратами порівняно дорогих зміцнюючих матеріалів збільшити ресурс нової чи відновленої деталі в декілька разів [7, 8,12, 16].

1.3. Матеріали для зміцнення робочих поверхонь культиваторних лап

Тип і сорт матеріалу, що використовується для армування деталей культиватора, повинні бути адаптовані до обраного способу нанесення на поверхню деталі, а шар, нанесений відповідно до характеристик робочого органу відповідно до умов експлуатації, повинен бути стійкий до абразивного зносу.

Для електродугового зварювання можна використовувати такі матеріали, як зварювальний і поверхневий порошковий дріт, стрічка, сталеве зварювання і поверхневий дріт, електрод деталі для ручної обробки поверхні [15,16].

Для ручного дугового зварювання армуючих покриттів широко застосовуються електроди, в яких використовуються легуючі елементи. Для покриття деталей, що працюють в умовах абразивного зносу, використовуються наступні типи електродів Э-95Х7Г5С марки 12АН-ЛИВТ, та типу Э- 30Х5В2Г2СМ, марки ТКЗ-Н ГОСТ 9466-75 [17, 19].

Рекомендується використовувати будь-який тип електрода для поверхневих деталей, що працюють в умовах інтенсивного абразивного зносу при ударних навантаженнях Э-300Х28НЧСЧ марки ЦС1, типу Э-225Х10Г10С марки ЦН11, типу Э-110Х14В12Ф2 марки ВСН6 та типу Э-175Б8Х6СТ марки ЦН16 ГОСТ 9466-75, ГОСТ 10051-75 [18,20].

Для зміцнення деталей застосовують також трубчаті електроди, так звані реліти: ТЗ-1, ТЗ-2, ТЗ-3 та ТЗ-4. Трубчатий електрод - це трубка зігнута зі сталеної стрічки товщиною 0,65-0,80 мм, наповнена порошковою сумішшю зі сталініту, феромарганцю або інших матеріалів. В наплавлений такими електродами метал з порошкової суміші переходить 80-85 % марганцю, 90 % вуглецю, 90 % хрому [16, 19].

Для зміцнення деталей шляхом наплавлення сталевим наплавлувальним дротом що виготовляється згідно з ДСТУ 3671-97, доцільно застосовувати легований або високолегований дріт, а саме Нп-40Х2Г2М, що дає твердість наплавленого шару 54-56HRC після гартування, Нп-50ХФА та Нп-40Х13 з твердістю наплавленого шару відповідно 43-50 HRC та 42-52 HRC [9, 20].

Порошковий дріт зазвичай використовується для деталей, що фіксують поверхню, для посилення поверхні відкритою дугою. Властивість наплавленого порошковими дротами шару визначається хімічним складом наповнювача. Вміст легуючих домішок в наплавленому металі може досягати до 35 % [12, 13].

Для наплавлення робочих органів ґрунтообробної техніки з метою їх зміцнення найбільш підходять порошкові дроти марок ПП-АН122, ПП-АН128, ПП-АН124, ПП-АН125, ПП-АН170.

Матеріали, які за властивостями наплавленого шару та можливістю їх застосування відповідно до вибраних способів нанесення рекомендуються для локального зміцнення робочих органів ґрунтообробних машин, приведених в таблицях 1.1 [15].

Таблиця 1.1 – Наплавлювальні дроти, що рекомендуються для нанесення зміцнюючих покриттів на робочі органи ґрунтообробних машин

Марка	Хімічний склад, %									Твердість наплавленого шару, HRC
	Вуглець	Марганець	Кремній	Хром	Нікель	Вольфрам	Молібден	Ванадій	Титан	
Легована сталь суцільний переріз										
НП-40Х2Г2М	0,35-0,43	1,8-2,3	0,4-0,7	1,8-2,3	≤0,4	-	0,8-1,2	-		54-56
НП-50ХФА	0,46-0,54	0,5-0,8	0,17-0,37	0,8-1,1	≤0,4	-	-	0,1-0,2		43-50
Порошковий дріт										
ПП-АН124	2,8	1	0,6	17	-	-	-	-	0,3	42-48
ПП-АН125	2	1	1,5	15	-	0,7	-	-	0,3	50-58
ПП-АН170	0,7	0,6	0,6	20	-	3	-	-	0,2	60-65
ПП-АН-122	-	-	-	-	-	-	-	-	-	50-56
ПП-АН-128	-	-	-	-	-	-	-	-	-	48-52

При виборі матеріалів для нанесення зміцнюючих покриттів на робочі органи ґрунтообробних машин виходили з умов найменших витрат та досягнення необхідних якісних показників, а саме, адгезії, твердості, стійкості до абразивного зношення.

Для відновлення зношених поверхонь деталей широке застосування отримали порошкові самофлюсуючі сплави Ni–Cr–B–Si, в які додають карбіди.

Перспективним методом зміцнення робочих органів ґрунтообробних машин є нанесення зносостійких гранульованих порошків методом газоплазмового, плазмового, детонаційного напилення та порошкового наплавлення. Порошки розміром 40–100 мкм використовують для газоплазмового і плазмового напилення, до 200 мкм для газопорошкового наплавлення, 20-60 мкм для детонаційного напилення. Порошки марок ПГ–10Н–01, ПГ–10Н–04, та ПГ–10К–01 застосовують для порошкового наплавлення, високолеговану порошкову суміш ПС–12НВК–01, гранульовані порошки ПГ–12Н–01 і ПН–12Н–02 для газотермічного напилення з наступним оплавленням. Марки порошків і твердість покриття приведені в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 – Марки порошкових матеріалів та твердість їх покриття

Марка порошку	Склад компонентів, % (мас. доля)							Твердість покриття HRC
	Cr	B	Si	Fe	Co	C	Ni	
ПГ-10Н-01	14-20	2,8-4,2	4,0-4,5	3-7	-	0,6-1,0	Основа	55-62
ПГ-10Н-04	-	1,2-1,8	2,3-2,8	До 2	-	До 0,2	Основа	20-32
ПГ-10К-01	21-25	1,2-1,8	0,8-1,3	До 2	35-39	1,3-1,7	28-32	45-50
ПГ-12Н-01	8-14	1,7-2,8	1,2-3,2	2-5	-	0,3-0,6	Основа	35-44
ПГ-12Н-02	10-16	2-4	3-5	3-6	-	0,4-0,8	Основа	45-54
ПС-12НВК-01	8,4-14	1,7-2,4	2,4-3,1	22	WC 35	0,4-0,7	23-31	57-64
Сормайт - 1	25-31		2,8-4,2	54-66	-	2,5-3,5	3-5	48-52
ФХБ-1	43	19	3	Осно- ва	-	0,8	-	-

Для нанесення зміцнюючих покриттів на робочі органи ґрунтообробних машин з метою визначення раціональних режимів нанесення, вибрано матеріали (порошки), які задовольняють вимоги до нанесених покриттів за твердістю та зносостійкістю:

- **ПГ-10К-01** – застосовується для зміцнення і відновлення деталей, які працюють в корозійних середовищах у поєднанні з абразивним зносом. Наплавлений шар характеризується високою абразивною стійкістю, високою міцністю при контактних навантаженнях. Твердість наплавленого шару від 45 до 50 HRC;

- **ПС-12НВК-01** – (HRC 57-64) складається з композиції: порошок ПГ-10Н-01 (65%) + порошок карбіду вольфраму WC (35%). Покриття цієї композиції мають високу зносостійкість;

- **ФХБ-1** – призначений для легування сталей, а також при виробництві зварювальних і наплавлювальних електродів. Застосування ферохромобора підвищує твердість і зносостійкість;

- **сормайт** – призначений для наплавлення деталей металургійного та енергетичного обладнання, сільськогосподарських машин тощо, які працюють в умовах абразивного зношування при температурі до 500 °С з помірними ударними навантаженнями.

Зварювальні електроди Э-320Х25С2ГР-Т-590 наплавлювальні – призначені для наплавлення деталей, які працюють в умовах переважно абразивного зношування з помірними ударними навантаженнями (HRC 58-64).

Вугільні електроди ОК Carbon ESAB 8.0x305 – застосовуються для різання, стругання, пробивання отворів у вуглецевих, низьковуглецевих і легованих сталях.

Висновки за розділом

1. В процесі експлуатації зношуються поверхні культиваторних лап, що негативно впливає на товщину ріжучої кромки леза. Із збільшенням наробітку товщина ріжучої кромки збільшується за рахунок цього відбувається збільшення сили опору до значень, які приводять до перевитрат пального. Це означає, що визначальним для зменшення сили опору робочого

органу є стан ріжучої кромки, який є більш значимим, ніж стан інших робочих поверхонь.

2. Перспективним методом посилення робочого органу є використання порошкових матеріалів з композитними частинками розміром близько 0,1 мкм, що дозволяє підвищити фізико-механічні властивості шару, що наноситься, тобто його міцність на розтяг, в 1,5-2,5 рази при збереженні достатньої пластичності. Завдяки використанню порошкових матеріалів вдається значно збільшити ресурси (до 1,5-4 разів), знизити експлуатаційні витрати.

3. Використання локального зміцнення порошковими матеріалами дозволить з мінімальними витратами порівняно дорогих зміцнюючих матеріалів збільшити ресурс нової чи відновленої деталі в декілька разів.

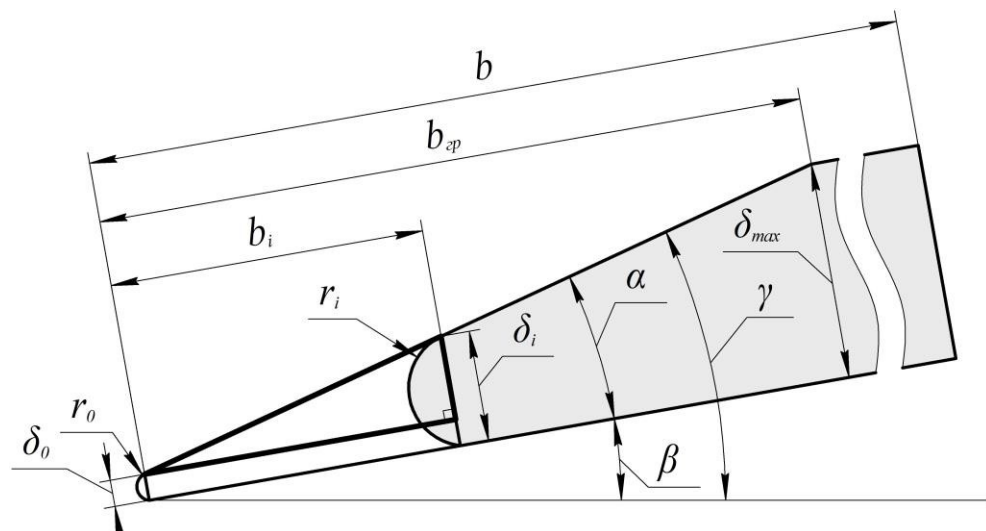
4. На підставі проведеного огляду й аналізу характерних дефектів та відомих методів зміцнення культиваторних лап встановлено, що одним із основних напрямків досліджень є визначення способів, дослідження закономірностей і встановлення раціональних режимів зміцнення та обґрунтування зміцнюючих матеріалів з метою підвищення зносостійкості і довговічності культиваторних лап

РОЗДІЛ 2

АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

2.1. Зміна сили опору при об'ємному зміцненні лез робочих органів

Під час роботи через абразивного впливу і тиску ґрунту ріжуча кромка робочого органу ґрунтообробного інструменту спочатку зношується. Спостерігається його уповільнення і наступні Геометричні зміни, тобто збільшення товщини ріжучої кромки (рис.2.1). Це особливо характерно для окремих ділянок робочого тіла, особливо для тих, які мають об'ємне зміцнення крил загострених кінцівок культиватора [2,3,11].



b – ширина леза культиваторної лапи; b_i , b_{cp} – відповідно значення i -го та граничного зношення леза за шириною; δ_0 , δ_i , δ_{cp} – відповідно значення початкової, i -тої та граничної товщини ріжучої кромки; α – кут загострення леза; β – задній кут різання; γ – кут різання

Рисунок 2.1 – Графічне відображення процесу зміни геометричних параметрів ріжучої кромки робочих органів з об'ємним загартуванням на i -тих стадіях зношення

Лезо нової культиваторної лапи характеризується певною товщиною різальної кромки δ_0 та кутом загострення леза α . В залежності від призначення лапи – полольна чи розпушувальна, змінюються кут різання γ та задній кут β [4, 5].

Зношення деталі супроводжується зміною товщини δ_i ріжучої кромки, від δ_0 до δ_{gr} , де δ_i – будь яке проміжне значення. Із збільшенням величини зношення b_i збільшується δ_i . За умови досягнення граничного значення величини зношення леза за шириною b_{gr} , товщина ріжучої кромки не змінюється і дорівнює величині δ_{gr} .

В результаті аналізу характеру зношування лап культиваторів з об'ємним загартуванням (рис. 2.1) встановлено взаємозв'язок між геометричними параметрами леза культиваторної лапи та товщиною ріжучої кромки δ_0 і δ_i , який описується виразом:

$$\delta_i = \delta_0 + b_i \cdot tg\alpha. \quad (2.1)$$

Цей вираз дозволяє прогнозувати товщину ріжучої кромки δ_i в процесі експлуатації та прогнозувати збільшення сили опору робочого органа в залежності від величини зношення леза за шириною b_i . Збільшення величини b_i призводить до збільшення радіуса заокруглення ріжучих кромки і підвищення сили опору культиватора та витрати палива при виконанні технологічних операцій з обробітку ґрунту

На практиці згідно технічних вимог та в залежності від призначення культиваторних лап при їх виготовленні використовують кути загострення леза від 12° до 30° [2,6, 7].

Враховуючи вираз (2.1) теоретично змодельовано процес взаємозв'язку між величиною лінійного зношення b_i , кутом загострення леза α та товщиною ріжучої кромки δ_i (рис. 2.2).

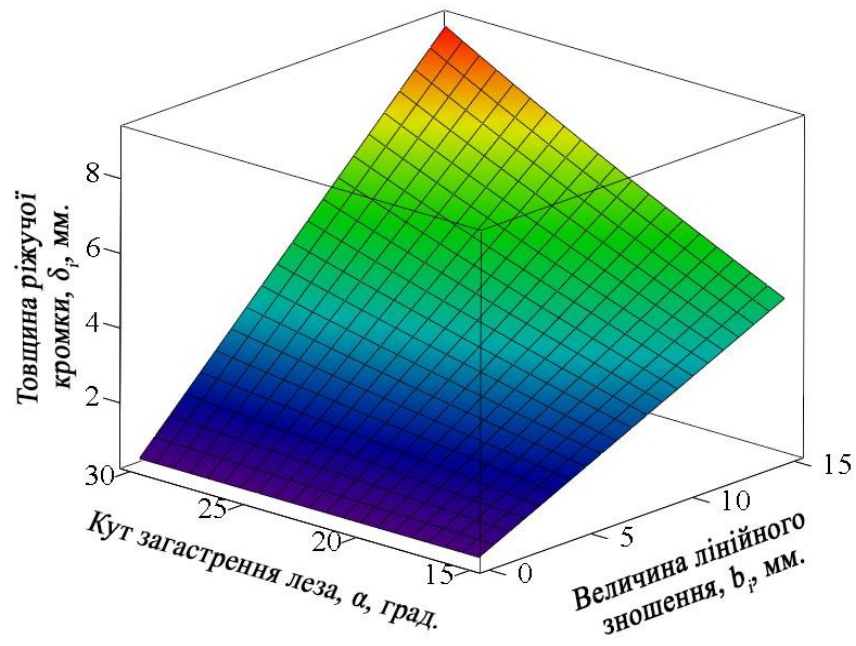


Рисунок 2.2 – Залежність впливу величини зношення леза за шириною b_i і кута загострення леза α на зміну товщини ріжучої кромки δ_i

Згідно теоретичних досліджень взаємозв'язку між величиною зношення, кутом загострення та товщиною різальної кромки культиваторних лап з об'ємним загартуванням, встановлено, що в процесі експлуатації за рахунок лінійного зношення леза відбувається поступове збільшення радіусу різальної кромки. Зменшення δ_i , а в ідеальному випадку доведення його до початкового значення δ_0 і забезпечення його постійної величини в процесі експлуатації, можливе шляхом зміцнення поверхні леза культиваторної лапи методом нанесення зміцнюючих покриттів, або поверхневого загартування робочої поверхні леза на глибину 0,5–2,0 мм.

Для прогнозування зміни сили опору культиватора в процесі експлуатації, вирішено розширити відому залежність (1.1), а саме, запропоновано розраховувати складову $kabn$, що визначає опір відрізання і деформацію пласта ґрунту за формулою (1.2). Враховуючи доповнення залежність (1.1) набуде вигляду:

$$P_{\kappa} = fG + \left(\tau a B \frac{\cos \varphi \sin(\gamma + 2\varphi')}{\cos \varphi' \cos^2 \left(\frac{\gamma + \varphi + \varphi'}{2} \right)} + \delta_i B \sigma_{\text{сод}} \right) n + \varepsilon a B n V^2. \quad (2.2)$$

Отриманий вираз (2.2) щодо визначення сили опору культиватора, дозволяє розширити раціональну формула В.П. Горячкіна шляхом врахування опору стиснення і сколювання шару ґрунту а також опору ґрунту вдавлюванню товщиною ріжучої кромки. Для прогнозування зміни сили опору культиватора було використано наступні дані: $f = 0,5$; $G = 80000$ Н; $\tau = 11768$ Н/м²; $a = 0,05$ м; $B = 0,4$ м; $\varphi = 39^\circ$; $\varphi' = 31^\circ$; $\gamma = 30^\circ$; $\sigma_{\text{сод}} = 378820$ Н/м²; $n = 38$ шт.; $\varepsilon = 1500$ Н·с²/м⁴; $V = 2,22$ м/с. Це дало змогу аналітично встановити вплив товщини ріжучої кромки на зміну сили опору культиватора (рис. 2.3).

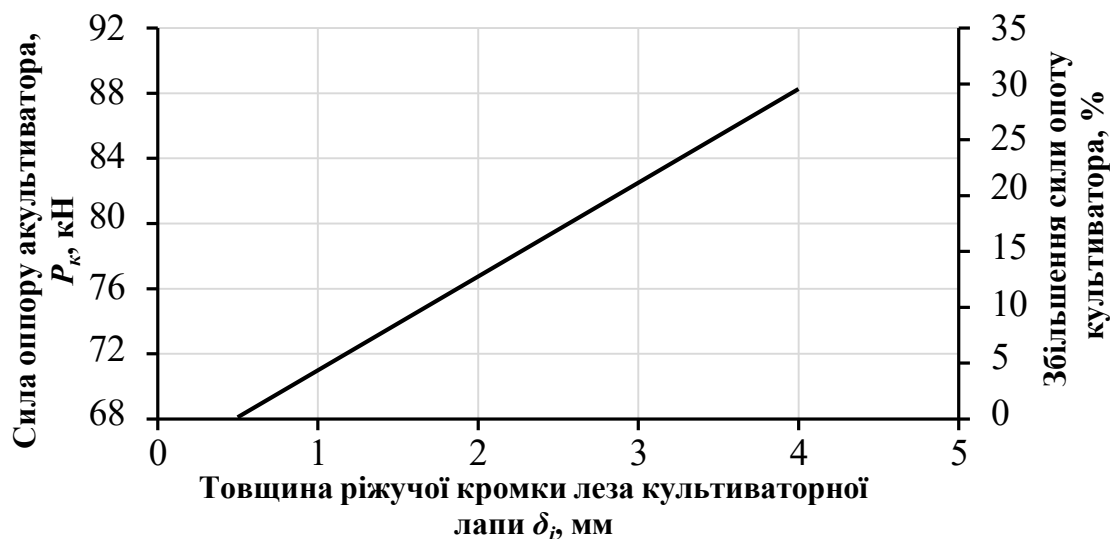


Рисунок 2.3 – Залежність сили опору культиватора КВАНТ–12 від товщини ріжучої кромки

Аналіз графічної залежності (рис. 2.3) показує, що збільшення товщини різальної кромки культиваторної лапи з 0,5 мм до 4 мм призводить до зростання сила опору культиватора на 29,6 %.

Вираз визначення сили опору агрегату (2.2) доповнюємо з урахуванням залежності зміни товщини ріжучої кромки леза культиваторної лапи з об'ємним загартуванням (2.1), в результаті чого отримуємо залежність:

$$P_k = fG + \left(\tau a B \frac{\cos \varphi \sin(\gamma + 2\varphi')}{\cos \varphi' \cos^2 \left(\frac{\gamma + \varphi + \varphi'}{2} \right)} + (\delta_0 + b_i \cdot \operatorname{tg} \alpha) B \sigma_{\text{ср}} \right) n + \varepsilon a B n V^2. \quad (2.3)$$

Графічна інтерпретація отриманого виразу (2.3) приведена у вигляді поверхні відгуку (рис. 2.4).

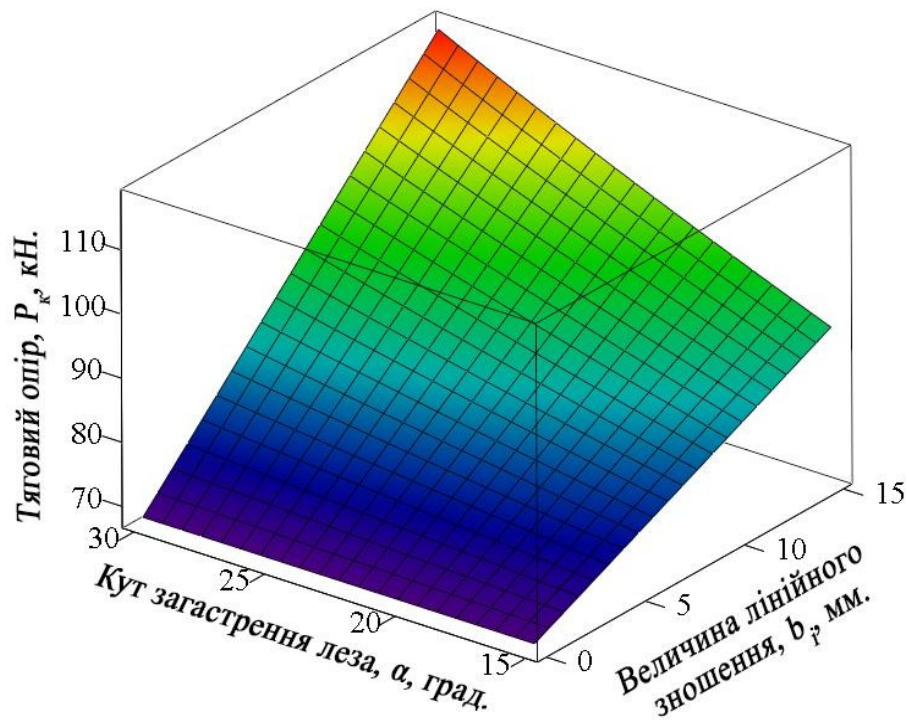


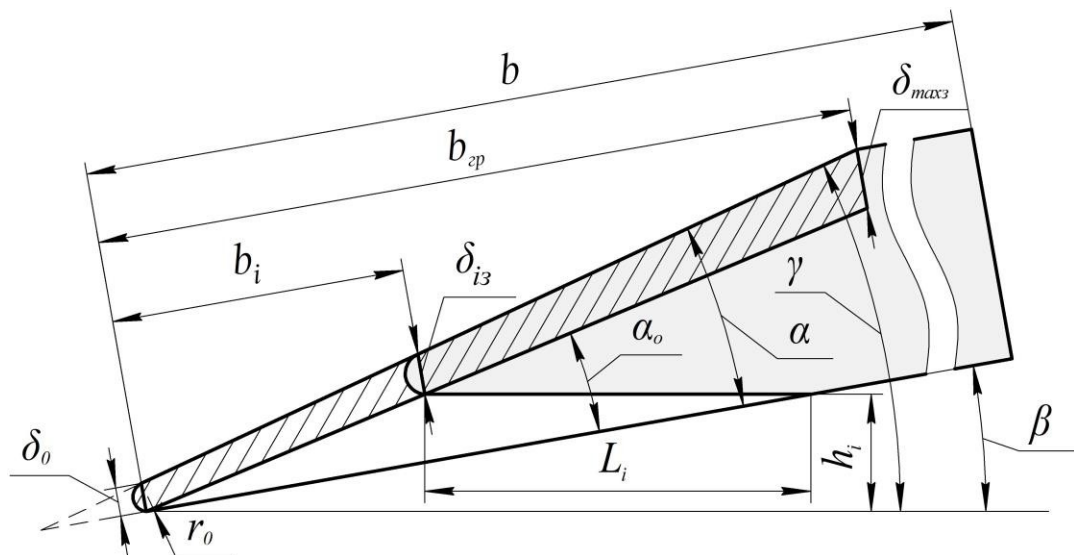
Рисунок 2.4 – Залежність сили опору культиватора від величини лінійного зношення за лека шириною b_i і кута загострення лека a

Приведені математична модель (2.3) та графічна залежність (рис. 2.4) сили опору культиватора P_k від величини лінійного зношення лека за шириною b_i і кута загострення лека культиваторної лапи a дозволяє відслідковувати та впливати на величину сили опору культиватора використовуючи механічні прийоми, наприклад, при підвищенні сили опору до значень, які приводять до перевитрат пального на 10 – 15 % проводити заточування культиваторних лап, що є приводом для підвищення собівартості сільськогосподарської продукції.

Це питання можна вирішити забезпечуючи самогострювання робочих органів в процесі виконання технологічних операцій з обробітку ґрунту.

2.2. Зміна сили опору при поверхневому зміцненні лез робочих органів

В результаті досліджень встановлено, що на відміну від процесу формування ріжучої кромки при i – тих стадіях, зношення з об'ємним загартуванням, яка представлена на рисунку 2.1, процес формування ріжучої кромки на i – тих стадіях зношення з поверхневим зміцненням має вигляд, представлений на рисунку 2.5.



b – ширина леза культиваторної лапи; b_i , b_{sp} – відповідно значення i -го та граничного зношення леза за шириною; δ_0 , δ_{i3} – відповідно значення початкової та i -тої товщини різальної кромки; L_i – величина площини утвореної паралельно напрямку руху робочого органу при i -му зношенні леза; h_i – величина зменшення глибини обробітку ґрунту при i -му зношенні леза від початкового значення; γ – кут різання; β – задній кут різання; α – кут загострення леза.

Рисунок 2.5 – Графічне відображення процесу зміни геометричних параметрів ріжучої кромки робочих органів з поверхневим зміцненням на i -тих стадіях зношення

Під час поверхневого зміцнення леза робочого органу зносостійкими матеріалами або поверхневим зміцненням робочої поверхні леза, на початку експлуатації кут γ , який є кутом різання дорівнює сумі кутів $\alpha + \beta$. В процесі зношення леза культиваторної лапи за такого зміцнення, утворюється затилкова фаска довжиною L_i на висоті h_i від початкового значення. При цьому кут різання становить $\gamma = Const$.

Геометричні параметри ріжучої кромки робочих органів з поверхневим зміцненням на відміну від об'ємного загартування, залежать від товщини зміцненої робочої поверхні леза $\delta_{із}$. Враховуючи те, що зміцнений шар зношується менш інтенсивно, ніж основний метал, прогнозується, що в процесі експлуатації на робочому органі буде утворюватися площа розташована паралельно руху робочого органу з розміром за шириною L_i . Така умова сприяє виникненню процесу самозагострювання леза. В цьому випадку нижня поверхня робочого органу, встановлена на задану глибину оранки, піднімається на наступну висоту h_i , яка дорівнює:

$$h_i = (\delta_0 - \delta_{із} + b_i \cdot (\operatorname{tg} \alpha + \operatorname{tg} \beta)) \cdot \cos \beta. \quad (2.4)$$

Це означає, що в процесі експлуатації шляхом вимірювань зношення лапи за шириною, можливо встановити висоту h_i під час зміни глибини обробітку ґрунту відповідно попередніх регулювань.

Вплив кута електроконтактного загострення α на формування кута основи (не зміцненого шару металу) α_0 залежить від початкової товщини зміцнення $\delta_{0з}$, максимальної δ_{\max} і визначається за виразом:

$$\alpha_0 = \operatorname{arctg} \frac{(\delta_{\max} - \delta_{\max з} - \delta_0 + \delta_{0з}) \operatorname{tg} \alpha}{\delta_{\max} - \delta_0}, \quad (2.5)$$

де δ_{\max} – максимальна товщина ріжучої кромки, що дорівнює товщині матеріалу, з якого виготовлена культиваторна лапа, мм;

$\delta_{\max з}$ – максимальна товщина електроконтактного зміцнення, мм;

δ_0 – початкова товщина ріжучої кромки культиваторної лапи, мм;

$\delta_{0з}$ – початкова товщина електроконтактного зміцнення, мм;

α – кут загострення леза, град.

Вираз (2.5) дозволяє прогнозувати кут формування основи (не зміцненого шару металу) α_o в залежності від кута електроконтактного загострення α , початкової δ_0 і максимальної δ_{max} товщини ріжучої кромки та максимальної товщини електроконтактного зміцнення $\delta_{maxз}$.

Враховуючи геометричні параметри ріжучої кромки робочих органів з поверхневим зміцненням (рис. 2.5) та отриманий вираз (2.5) зміна товщини ріжучої кромки $\delta_{із}$ при поверхневому зміцненні леза описується виразом:

$$\delta_{із} = \delta_0 + b_i \cdot tg\alpha - b_i \cdot tg\alpha_o = \delta_0 + b_i \cdot (tg\alpha - tg\alpha_o) \quad (2.6)$$

де δ_0 – початкова товщина ріжучої кромки культиваторної лапи, мм;

b_i – величина лінійного зношення за шириною леза, мм;

α – кут загострення леза, град;

α_o – кут основи (не зміцненого шару металу), град.

Отриманий вираз (2.6) дозволяє визначати товщину зміцненого шару δ_i електроконтактним обробленням під час експлуатації в залежності від кута загострення леза α і величини лінійного зношення леза b_i (рис. 2.6)

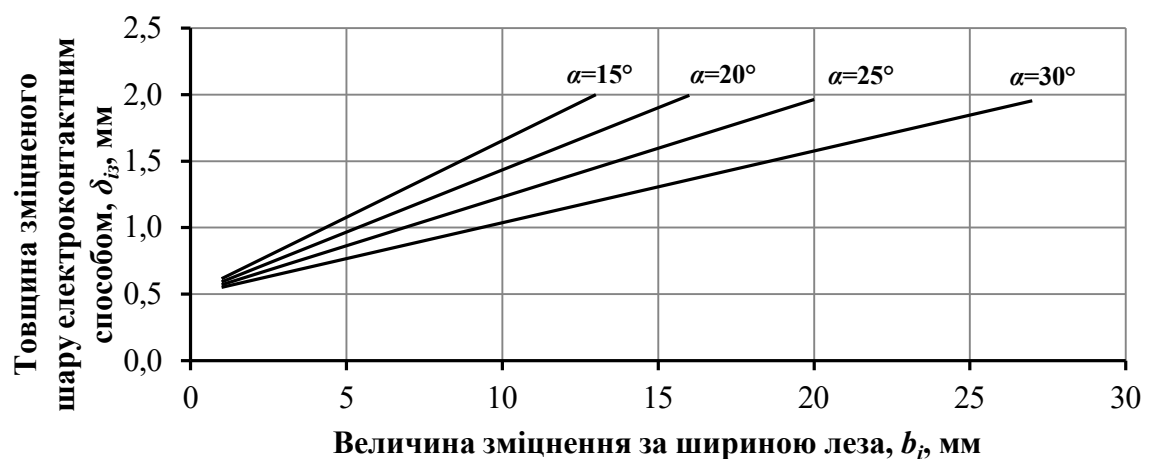


Рисунок 2.6 – Залежність товщини зміцненого шару електроконтактним обробленням від впливу величини лінійного зношення леза за шириною.

В результаті аналізу математичного виразу (2.6) і графічної інтерпретації (рис. 2.6) можна зробити висновок, що товщина зміцненого шару δ_i електроконтактним обробленням змінюється від $\delta_{0z} = 0,5$ мм (на початку ріжучої кромки) до $\delta_{\max z} = 2$ мм (на кінці ріжучої кромки) а інтенсивність його зміни за шириною леза залежить від кута загострення α .

2.3. Дослідження дефектів культиваторних лап, що виникають в процесі їх експлуатації

Робочі органи зберігають роботоздатний стан до тих пір, поки значення їх конструктивних параметрів забезпечують виконання функціонального призначення в допустимих межах відхилень, відповідно до вимог нормативно-технічної та конструкторської документації. Кожний робочий орган має декілька критеріїв граничного стану.

Деформація або руйнування робочих органів відбувається внаслідок недостатньої міцності деталі або при аварійному випадку (порушенні правил та умов експлуатації, наїзди на сторонні предмети і т.д.) (рис. 7). Такі робочі органи замінюються на нові і відлік наробітку ведеться з початку.



a – відлом крила культиваторної лапи КПС-270; *б* – відлом крила в місці кріплення лапи культиватора КВАНТ–12; *в* – протирання місця кріплення відновленої культиваторної лапи КПС-330

Рисунок 2.7 – Загальний вигляд деформованих (руйнованих) культиваторних лап

Ступінь підрізання кореневищ бур'янів культиваторними лапами залежить від радіусу різальної кромки леза. В свою чергу зміна цього параметру робочих органів призводить до збільшення сили опору та до перевитрат пального.

Зміна глибини обробітку ґрунту призводить до невідповідності агротехнічним вимогам та неякісного підрізання та подрібнювання рослинних решток, в тому числі і при зношенні робочих органів до величин, при яких можливий контакт з ґрунтом корпусних деталей (рис. 3.2). Такий стан оцінюється візуально.



1 – культиваторна лапа КВАНТ-12; 2 – нижня частина культиваторної стійки;
3 – стійка культиваторної лапи

Рисунок 2.8 – Загальний вигляд культиваторних лап КВАНТ-12 зношених до величин, при яких відбувається контакт з ґрунтом корпусної деталі – нижньої частини стійки

Зменшення ширини захвату при лінійному зносі деталей за довжиною та шириною призводить до виконання додаткових технологічних операцій.

Для визначення доцільності відновлення робочих органів при експлуатації їх на різних ґрунтах першочергово проводиться операція дефектування. При цьому деталі розділяються на такі, що придатні до подальшої експлуатації, придатні до ремонту (рис.2.9 б, в) та такі, що підлягають вибракуванню (рис. 2.9 а).



a – наскрізне протирання у місці кріплення (підлягає вибракуванню);

б, в – мають граничне зношення крил (придатні для відновлення)

Рисунок 2.9 – Загальний вигляд гранично зношених робочих органів з вибракувальними ознаками за шириною захвату, товщиною та шириною

Відновленню підлягають деталі, що досягли граничних меж зношення і не придатні для подальшої експлуатації за якого їх відновлення буде технічно можливим.

Дотримання цих умов експлуатування робочих органів дозволить своєчасно замінювати зношені деталі на нові або відновлені, що зведе до мінімуму відсоток вибракування зношених робочих органів та знизить витрати на придбання нових запасних частин.

Висновки за розділом

В результаті аналізу процесів абразивного зношування лез культиваторних лап з різними варіантами зміцнення встановлено взаємозв'язок між лінійним зношенням леза та зміною товщини його ріжучої кромки в процесі експлуатації.

РОЗДІЛ 3

3. МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ВИПРОБУВАНЬ

3.1. Методика проведення експлуатаційних випробувань з визначення витрат пального під час експлуатації культиваторних лап, зміцнених методом технологічної конвергенції

Дослідження витрати пального при експлуатації культиваторних лап, зміцнених методом технологічної конвергенції проводили під час виконання технологічної операції «культивація на глибину 5 см» колісним трактором Fendt 936 Vario з культиватором КВАНТ–12.



Рисунок 3.1 – Загальний вигляд культиватора КВАНТ–12 агрегатованого з трактором Fendt 936 Vario

Під час проведення експериментальних досліджень з визначення витрати пального при експлуатації серійних культиваторних лап та лап, зміцнених методом технологічної конвергенції використовували трактор Fendt 936 Vario, який оснащений двигуном внутрішнього згорання потужністю 360 к.с. Робоча швидкість руху трактора Fendt 936 Vario загрегатованого з культиватором КВАНТ–12 становила 8 км/год. В процесі дослідження за допомогою бортового комп'ютера вмонтованого в трактор Fendt 936 Vario фіксували наробіток за зміну, який розподілявся на кількість культиваторних лап та питому витрату пального при цьому проводили

вимірювання товщини ріжучих кромки лез культиваторних лап.

Обробка дослідних даних проводилась в програмах Microsoft Excel 2010, StatSoft STATISTICA, MathCAD V15, КОМПАС-3D V16.

3.2. Випробування культиваторних лап, зміцнених методом технологічної конвергенції

Виготовлені та зміцненні на експериментальній ділянці лабораторії культиваторні лапи з шириною захвату 420 мм (рис. 3.2) проходили випробування в польових умовах.



Рисунок 3.2 – Загальний вигляд ряду робочих органів зміцнених для культиваторів КВАНТ-12

Виготовлені та зміцненні культиваторні лапи були встановлені на культиватор з шириною захвату 12 м, (рис.3.3.).

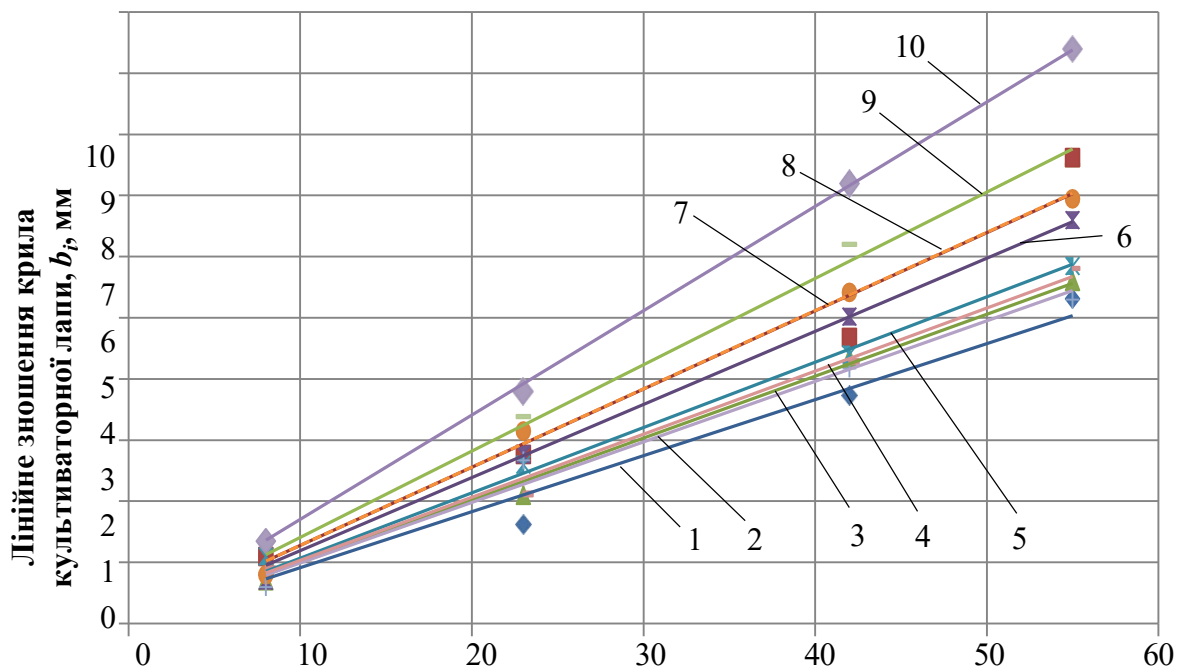


Рисунок 3.3 – Культиватор КВАНТ-12, укомплектований виготовленими і зміцненими робочими органами для проведення випробувань в польових умовах



Рисунок 3.3 – Загальний вигляд лап культиватора КВАНТ-12 після наробітку 55 га на один робочий орган

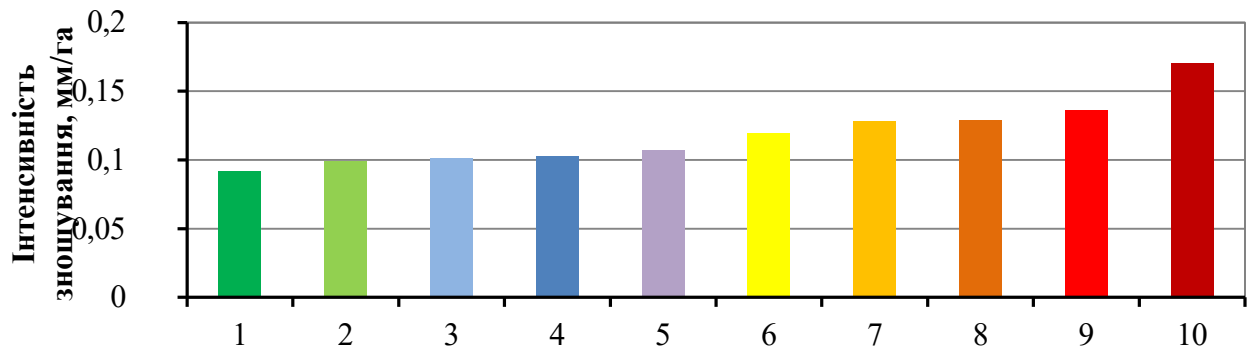
Для визначення зміни лінійного зношення за шириною леза в залежності від зміцнення різними порошковими матеріалами, після виробничих випробувань були відібрані експериментальні культиваторні лапи з наробітком 8, 23, 42, 55 га (рис. 3.4).



Наробіток на одну культиваторну лапу, W , га
 1 - ПС-12НВК-01 + Т-590; 2 - ПГ-10К-01 + Т-590; 3 - ФХБ-1 + Т-590;
 4 - ПГ-10К-01 + Графітовий; 5 - Сормайт + Т-590; 6 - ПС-12НВК-01 +
 Графітовий; 7 - ФХБ-1 + Графітовий; 8 - Сормайт +
 Графітовий; 9 – Електроерозійна обробка; 10 - Серійні
 культиваторні лапи.

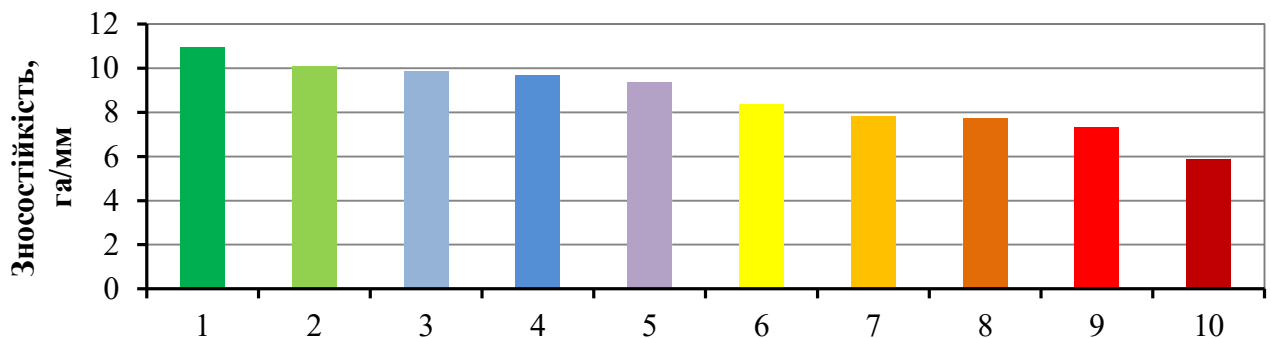
Рисунок 3.4 – Залежність лінійного зношення лез від наробітку лап культиватора КВАНТ-12

З рис. 3.4 видно, що за наробітку 55 га на один робочий орган культиватора лінійне зношення леза зміцненого порошковим матеріалом ПС-12НВК-01 та електродом Т-590 становить 5,3 мм і має більші ресурсні показники на 43,6% ніж лап зміцнених електроконтактним способом.



1 - ПС-12НВК-01 + Т-590; 2 - ПГ-10К-01 + Т-590; 3 - ФХБ-1 + Т-590;
4 - ПГ-10К-01 + Графітовий; 5 - Сормайт + Т-590; 6 - ПС-12НВК-01 +
Графітовий; 7 - ФХБ-1 + Графітовий; 8 - Сормайт +
Графітовий; 9 – Електроерозійна обробка; 10 - Серійні
культиваторні лапи.

Рисунок 3.5 – Залежність інтенсивності зношування лез культиваторних лап зміцнених методом технологічної конвергенції з використанням різних порошкових матеріалів



1 - ПС-12НВК-01 + Т-590; 2 - ПГ-10К-01 + Т-590; 3 - ФХБ-1 + Т-590;
4 - ПГ-10К-01 + Графітовий; 5 - Сормайт + Т-590; 6 - ПС-12НВК-01 +
Графітовий; 7 - ФХБ-1 + Графітовий; 8 - Сормайт + Графітовий; 9 –
Електроерозійна обробка; 10 - Серійні культиваторні лапи.

Рисунок 3.6 – Залежність зносостійкості лез культиваторних лап зміцнених методом технологічної конвергенції з використанням різних порошкових матеріалів

Встановлено, що найкращі результати зносостійкості показав матеріал ПС-12НВК-01 наплавлений електродом Т-590 Ø5x450 мм (рис. 3.6) і описується наступною залежністю:

$$b_i = 0,085W - 0,056 \quad (3.1)$$

де b_i – величина лінійного зношення леза культиваторної лапи, мм;

W – наробіток на одну лапу культиватора, га.

Результати проведених лабораторних досліджень зношування маси зміцнених і серійних лопаток показали, що за наробітку зміцнених лопаток 55 га, середня маса зношення становить 436 г, що на 40,3 % менше ніж серійних лопаток (рис. 7).

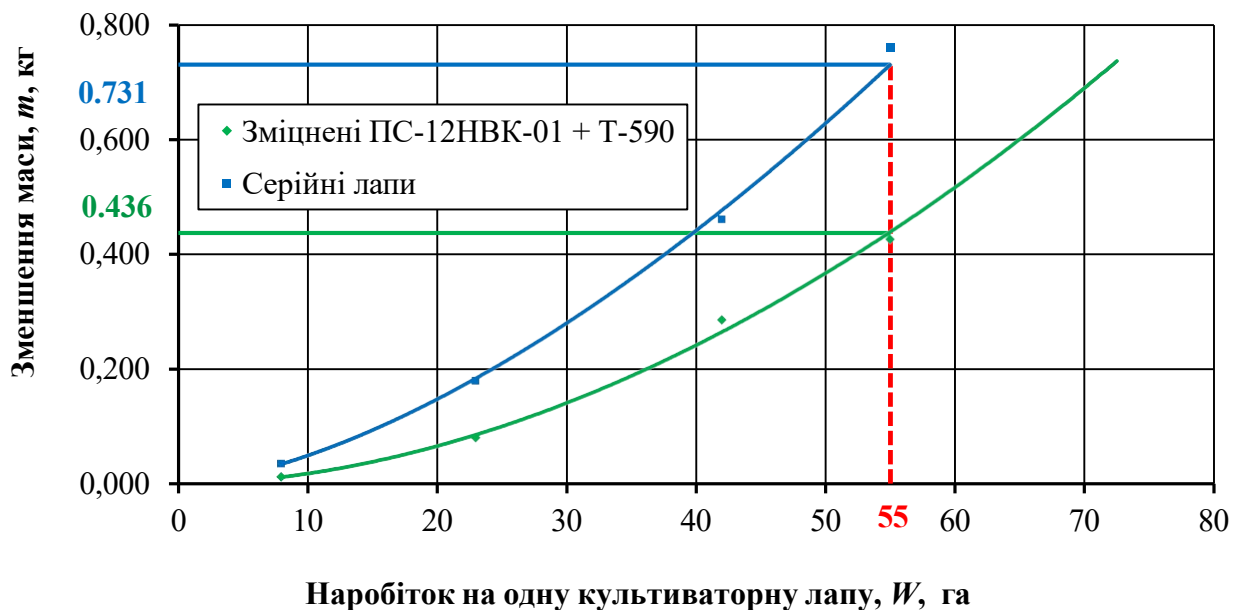


Рисунок 3.7 – Залежність зменшення маси лопаток культиватора КВАНТ-12 від їх наробітку

Після обробки результатів лабораторних і польових випробувань ніжок культиватора КВАНТ-12 була розроблена математична модель процесу масового зносу m_c і зміцнених m_z лопаток в залежності від наробітку W :

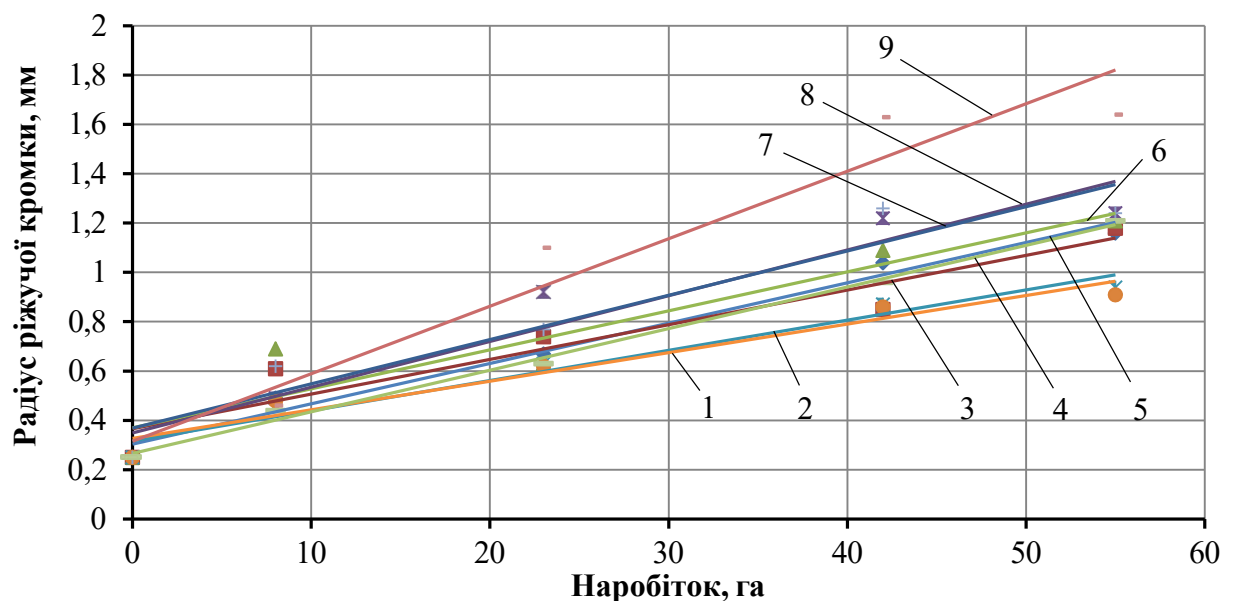
$$m_c = 1,3 \cdot 10^{-3} \cdot W^{1.58} \quad (3.2)$$

$$m_3 = 2,38 \cdot 10^{-4} \cdot W^{1.875} \quad (3.3)$$

де m_c , m_3 – відповідно вага зношеного матеріалу серійних і зміцнених культиваторних лап, кг;

W – наробіток на одну лапу культиватора, га.

Радіус ріжучої кромки є одним із основних параметрів культиваторних лап, який впливає на витрату пального під час виконання технологічних операцій з обробітку ґрунту. В процесі експлуатаційних випробувань визначали вплив зносостійких порошоків на зміну радіуса різальної кромки (рис. 3.8). Для забезпечення достовірності експериментальних даних культиваторні лапи експлуатувались весь період 55 га без додаткового загострення.



1 – ПГ-10К-01 + Т-590; 2 – ПГ-10К-01 + Графітовий; 3 – Сормайт + Графітовий;
 4 – Електроерозійна обробка; 5 – Сормайт + Т-590; 6 – ПС-12НВК-01 + Т-590;
 7 – ФХБ-1 + Т-590; 8 – ПС-12НВК-01 + Графітовий; 9 – ФХБ-1 + Графітовий

Рисунок 3.8 – Залежність зміни радіуса ріжучої кромки лапи від наробітку

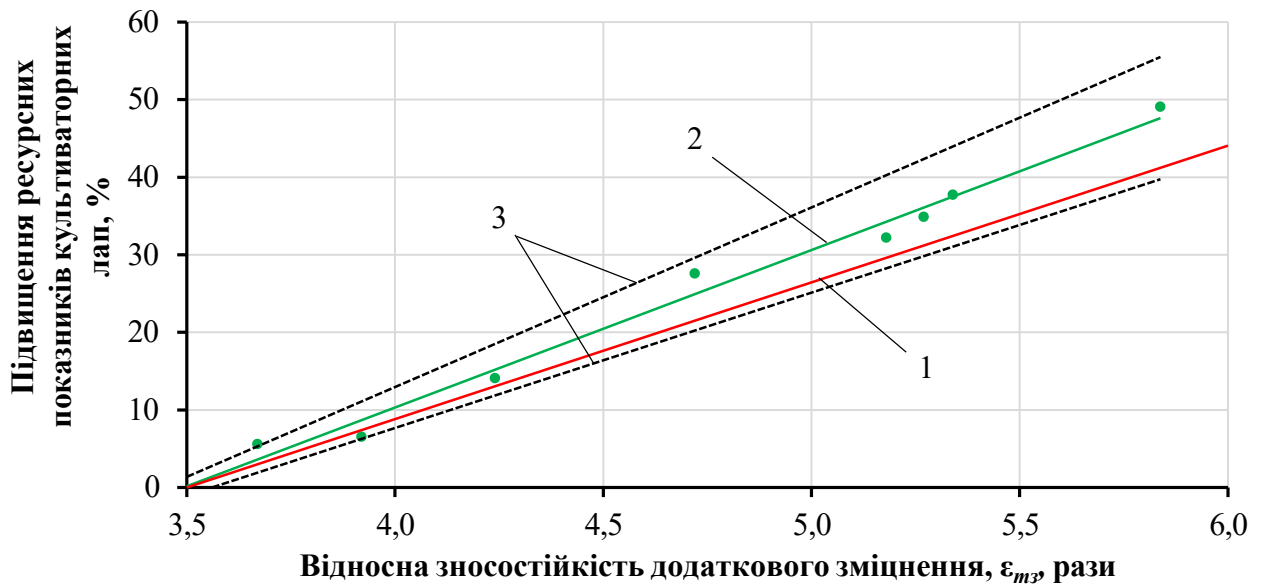
В результаті випробувань встановлено, що серійні лапи мають значне збільшення радіусу різальної кромки до 1,64 мм. При цьому найкращі результати показали лапи, зміцнені порошком ПС-12НВК-01 з використанням електроду Т-590 - 0,91 мм, що на 44% менше ніж серійні.

За результатами прискорених випробувань на абразивне зношування додаткового зміцнення лез культиваторних лап різними порошковими матеріалами та наплавлення їх різними електродами встановлено відносну зносостійкість цих матеріалів (табл. 3.3).

Таблиця 3.3 – Відносна зносостійкість додаткового зміцнення в залежності від використання порошкових матеріалів

№ п/п	Марка порошкового матеріалу	Марка електрода яким проводили наплавлення порошкового матеріалу	Середня вага зношення покриття після 10 хв. випробування на абразивне зношування, г	Відносна зносостійкість
1	ПС-12НВК-01	Т-590	0,00262	5,04
2	ПС-12НВК-01	Графітовий	0,00311	4,24
3	ПГ-10К-01	Т-590	0,00247	5,34
4	ПГ-10К-01	Графітовий	0,00255	5,18
5	ФХБ-1	Т-590	0,00250	5,27
6	ФХБ-1	Графітовий	0,00337	3,92
7	Сормайт	Т-590	0,00280	4,72
8	Сормайт	Графітовий	0,00360	3,67
9	Електроерозійна обробка	Т-590	0,00294	4,49
10	Електроерозійна обробка	-	0,00379	3,48
11	Еталон – Сталь 65Г		0,01320	1,00

Результати перевірки адекватності теоретичних моделей з прогнозування ресурсних показників культиваторних лап експериментальним даним приведено на графіку з ймовірністю довіри 95 % (рис. 3.9).



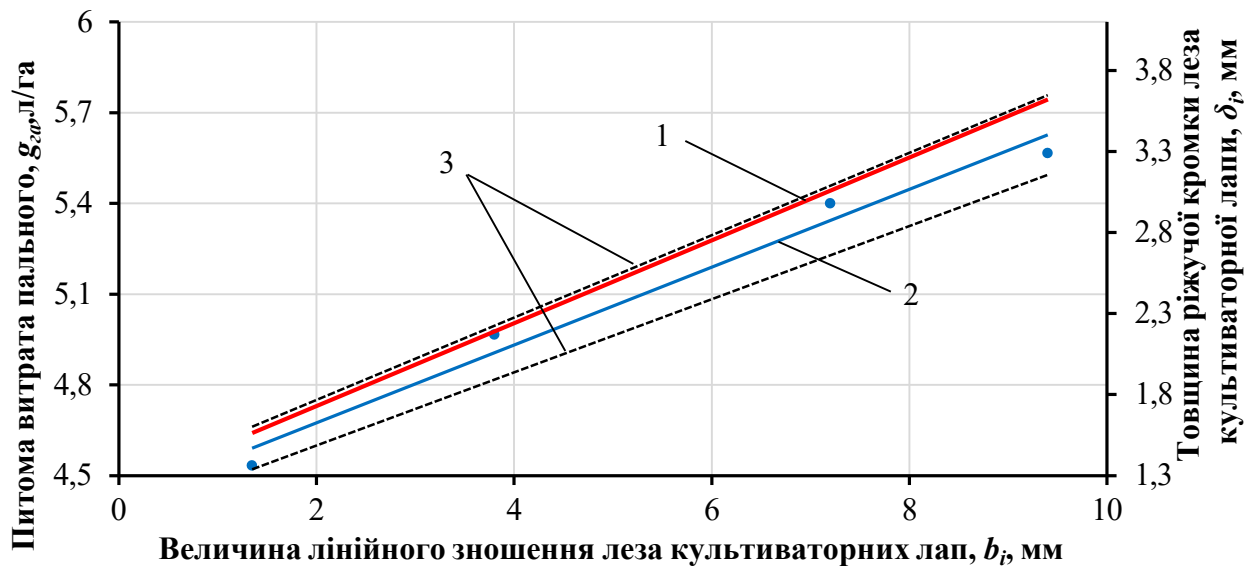
1 – теоретичні дані; 2 – експериментальні дані; 3 – інтервали довіри

Рисунок 3.9 – Вплив відносної зносостійкості точкового зміцнення на підвищення ресурсних показників культиваторних лап

3.3. Залежність витрати пального при експлуатації культиваторних лап, зміцнених методом технологічної конвергенції

За результатами експериментальних досліджень з визначення витрат пального при експлуатації серійних культиваторних лап та лап, зміцнених методом технологічної конвергенції при виконанні технологічної операції – культивування на глибину 5 см, за допомогою колісного трактора Fendt 936 Vario укомплектованого культиватором КВАНТ–12 представлено графічну модель зміни витрат пального при експлуатації культиваторних лап серійного виробництва і лап, зміцнених методом технологічної конвергенції. Результати перевірки адекватності отриманих теоретичних моделей з визначення витрат

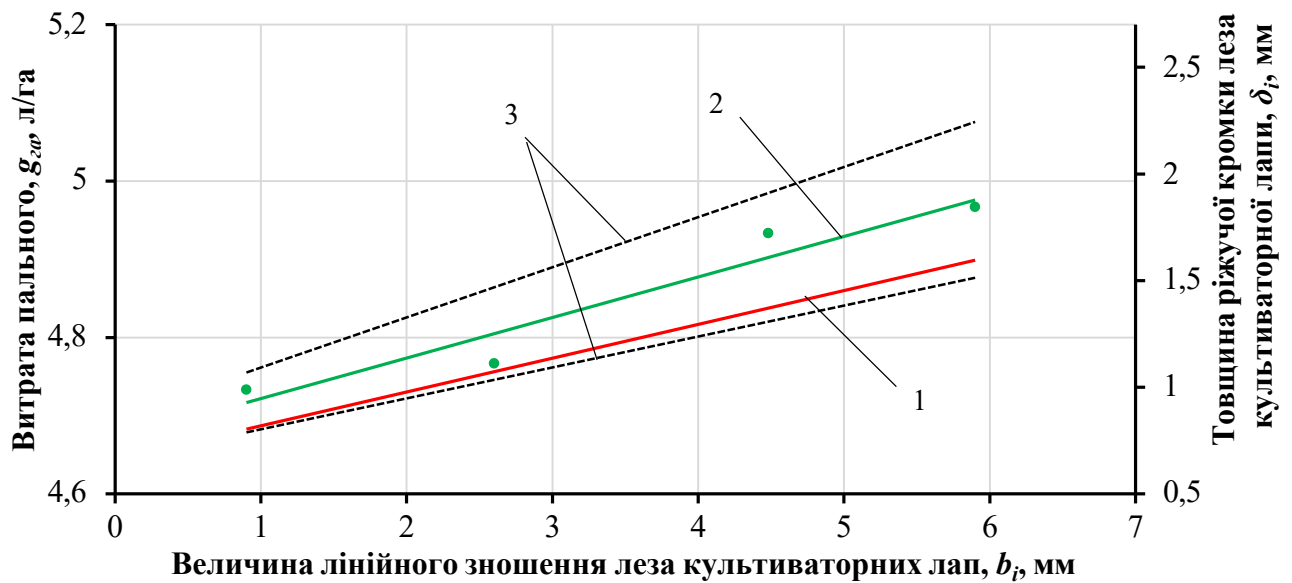
пального із експериментальними даними враховуючи інтервалами довіри з ймовірністю довіри 95 % приведено на графіках (рис.3.10,3.11).



1 – теоретичні дані; 2 – експериментальні дані; 3 – інтервали довіри

Рисунок 3.10 – Залежність питомих витрат пального та товщини ріжучої кромки від величини лінійного зношення серійних культиваторних лап при експлуатації МТА – Fendt 936 Vario + Horsh Агросоюз FG–11.30

За результатами проведених експериментальних досліджень з визначення витрати пального від величини зношення лез серійних культиваторних лап та їх інтервалу довіри встановлено, що експериментальні дані підтверджують теоретичні припущення щодо збільшення товщини ріжучої кромки культиваторних лап в процесі їх експлуатації, що призводить до збільшення витрат пального. При експлуатації серійних культиваторних лап з наробітком 55 га на один робочий орган їх лінійне зношення за шириною леза становить 9,4 мм (рис. 3.11) при цьому питома витрата пального становить 5,6 л/га, що на 27,3 % більше від початкових умов. Середній показник питомої витрати пального за період експлуатації 55 га серійних культиваторних лап становить 5,0 л/га.



1 – теоретичні дані; 2 – експериментальні дані; 3 – інтервали довіри

Рисунок 3.11 – Залежність питомих витрат пального та товщини ріжучої кромки від величини лінійного зношення культиваторних лап зміцнених методом технологічної конвергенції при експлуатації МТА – Fendt 936 Vario + КВАНТ–12

За експлуатації культиваторних лап зміцнених методом технологічної конвергенції з використанням порошкових матеріалів та наробітку 55 га на один робочий орган (рис. 3.11). витрата палива становить 4,9 л/га, що на 5,0 % більше від початкових умов, при цьому середній показник питомої витрати пального становить 4,8 л/га.

В результаті аналізу отриманих експериментальних даних (рис. 3.10,3.11) встановлено, що за однакових експлуатаційних умов та наробітку культиваторних лап 55 га витрата пального при використанні лап зміцнених методом технологічної конвергенції на 4 % менше ніж за використання серійних лап.

Перевірка на адекватність отриманих теоретичних моделей експериментальним даним показала, що теоретичні дані знаходяться в довірчому інтервалі експериментальних даних

Висновки за розділом

1. Теоретично обґрунтовано вплив товщини ріжучої кромки культиваторної лапи на зміну сили опору культиватора та встановлено, що збільшення товщини ріжучої кромки культиваторної лапи з 0,5 мм до 4 мм призводить до зростання сили опору культиватора на 29,6%.

2. За результатами експериментальних випробувань культиваторних лап серійного виробництва встановлено, що основними дефектами лап є затуплення ріжучих кромок – 72,7%, зношення носка лапи за довжиною – 63,7%, зношення леза за шириною – 36,3%, деформація і руйнування – 9,0% це дозволило обґрунтувати зони зміцнення робочих поверхонь культиваторних лап та застосування поверхневого зміцнення носків та лез, що дозволить підвищити зносостійкість цих поверхонь і, як наслідок, культиваторних лап в цілому.

3. В результаті польових випробувань встановлено, що за наробітку 55 га радіус заокруглення ріжучої кромки культиваторних лап з точковим зміцненням порошковим матеріалом ПС–12НВК–01 з використанням електроду Т-590 становить 0,9 мм і на 44% менше, ніж серійних лап.

РОЗДІЛ 4

ОХОРОНА ПРАЦІ

В умовах спеціалізації та інтенсифікації сільськогосподарського виробництва, заснованого на співпраці між господарствами та агропромислової інтеграції, насиченість села різноманітною технікою збільшується, і в той же час стає все більш важливим, щоб сільські робітники були добре навчені техніці безпеки та промислової гігієни.

4.1 Організація умов та заходів з охорони праці в господарстві

Організація умов та заходів з охорони праці в господарстві є важливою складовою частиною загальної системи управління безпекою та здоров'ям працівників. Вона має на меті забезпечення безпечних і здорових умов праці, попередження травматизму, професійних захворювань та інших негативних наслідків для працівників. Нижче описано основні етапи організації охорони праці в господарстві.

Розробка політики охорони праці. Політика охорони праці є основою для створення системи управління безпекою праці в організації. Це документ, який визначає принципи, цілі та стратегію щодо забезпечення безпеки праці.

Необхідно зафіксувати в політиці бажання керівництва забезпечити здорові та безпечні умови праці, а також відповідальність за виконання заходів з охорони праці.

Розподіл обов'язків з охорони праці.

Відповідальність за організацію охорони праці повинна бути чітко розподілена серед керівництва та відповідальних осіб (керівник підприємства, інженер з охорони праці, інші відповідальні за безпеку працівники). Кожен працівник має знати свої обов'язки щодо безпеки та бути навченим, як уникнути потенційних небезпек.

Оцінка та аналіз ризиків.

Перш ніж вжити конкретні заходи з охорони праці, необхідно провести ****оцінку ризиків****, щоб визначити небезпечні фактори в робочому

середовищі.

Це включає в себе вивчення технологічних процесів, обладнання, організації робочих місць, умов праці, шкідливих і небезпечних виробничих факторів. Оцінка ризиків повинна базуватись на законодавчих вимогах та стандартних методах оцінки небезпек.

Розробка нормативних документів і інструкцій.

На основі проведеної оцінки ризиків розробляються нормативні документи (інструкції, правила, положення), які регламентують безпечні умови праці. Важливо розробити інструкції з охорони праці для кожної професії чи виду робіт, що включають: алгоритм дій в аварійних ситуаціях, порядок використання засобів індивідуального захисту (ЗІЗ), заходи щодо запобігання травмам та професійним захворюванням.

Забезпечення працівників засобами індивідуального та колективного захисту. Усі працівники повинні бути забезпечені необхідними засобами індивідуального захисту, такими як: каски, захисні окуляри, рукавички, спецодяг, респіратори тощо. Крім того, на підприємстві мають бути належно організовані засоби колективного захисту (наприклад, вентиляція, системи локалізації шуму).

Навчання та інструктажі з охорони праці.

Регулярне проведення навчання з охорони праці та інструктажів для працівників є обов'язковим. Працівники мають знати основи безпеки та методи надання першої допомоги. Інструктажі можуть бути вступними, на робочому місці, позачерговими та повторними залежно від характеру робіт і змін у законодавстві.

Охорона праці при роботах з підвищеною небезпекою.

Для робіт з підвищеною небезпекою, таких як роботи на висоті, електричні роботи, роботи з токсичними речовинами, повинні бути розроблені спеціальні заходи безпеки та проведені додаткові інструктажі.

Потрібно встановити систему контролю за виконанням заходів з охорони праці.

Забезпечення контролю за дотриманням вимог охорони праці.

Важливо встановити систему контролю та нагляду за дотриманням вимог з охорони праці. Це може включати регулярні перевірки стану безпеки, проведення інспекцій, перевірок та аудити.

Необхідно реагувати на всі порушення і вживати відповідних заходів для усунення небезпек.

Документація та звітність.

Всі заходи з охорони праці мають бути задокументовані, і підприємство повинно вести відповідну звітність.

Документація включає журнали інструктажів, акти перевірок, результати медичних оглядів та інші документи.

Підтримка та покращення умов праці

Постійно проводити моніторинг і вдосконалення умов праці на підприємстві. Включати працівників у процес поліпшення умов праці, обговорюючи з ними проблеми та пропозиції щодо покращення безпеки. У разі виникнення інцидентів чи аварій необхідно провести розслідування причин та прийняти коригуючі заходи, щоб запобігти подібним ситуаціям у майбутньому.

Загалом, організація охорони праці в господарстві є комплексною і системною діяльністю, що включає не лише дотримання вимог законодавства, але й активне включення працівників в процес створення безпечних умов праці.

4.2 Аналіз умов та заходів з охорони праці під час роботи ґрунтообробними машинами

Аналіз умов та заходів з охорони праці під час роботи з ґрунтообробними машинами є важливим етапом для забезпечення безпеки працівників, зменшення ризиків травмування та запобігання професійним захворюванням на агропідприємствах. Робота з ґрунтообробними машинами, такими як трактори, плуги, культиватори та інші механізми, пов'язана з

низкою потенційно небезпечних факторів. Ось як проводиться аналіз цих умов та необхідних заходів охорони праці:

Оцінка небезпечних факторів при роботі з ґрунтообробними машинами. Основні небезпечні фактори при роботі з ґрунтообробними машинами можуть включати:

Механічні ризики:

- небезпека травмування під час роботи з обертальними частинами (плавники, ножі, валки), які можуть потрапити в одяг або травмувати працівника.

- падіння чи зіткнення з машинами через відсутність належної видимості або порушення правил безпеки.

- у разі несправності електричних чи гідравлічних систем машини можливі короткі замикання або гідравлічні удари.

несправні кабелі чи роз'єми можуть стати причиною ураження електричним струмом.

- нестабільність трактора або іншої техніки через неправильно налаштовані або пошкоджені елементи машини.

- перевернення техніки або перевантаження.

- викиди від дизельних двигунів тракторів і іншої техніки можуть містити шкідливі гази, що негативно впливають на дихальну систему працівників.

Основні заходи з охорони праці при роботі з ґрунтообробними машинами.

Підготовка робочого місця та машин:

- перед початком роботи необхідно перевірити технічний стан ґрунтообробних машин:

- переконатися, що всі механізми налаштовані і працюють коректно.

- перевірити наявність захисних огорожень на обертових елементах.

- переконатися у справності електричних та гідравлічних систем.

- робоче місце має бути вільним від сторонніх предметів і забезпечено

хорошою видимістю. Необхідно, щоб ґрунтообробні машини мали достатньо простору для маневру.

- для зменшення впливу шуму на слух працівники повинні використовувати беруші чи навушники з шумоізоляцією.

Постійне вдосконалення умов праці та впровадження нових технологій може допомогти зменшити ризики і підвищити ефективність роботи на ґрунтообробних машинах.

Висновки по розділу

Таким чином, організація належних умов охорони праці при роботі з ґрунтообробними машинами включає як технічні, так і організаційні заходи, спрямовані на мінімізацію ризиків і забезпечення безпеки працівників.

РОЗДІЛ 5

ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ

Економічний ефект від підвищення довговічності культиваторних лап та зменшення витрат пального завдяки їх зміцненню методом технологічної конвергенції

Економічний ефект від впровадження технологій по відновленню і зміцненню подошви культиватора досягається за рахунок збільшення ресурсу подошви культиватора на 40,3% в порівнянні із суцільною, зниження витрати паливно-мастильних матеріалів при проведенні технічної операції обробки ґрунту. Підвищення ресурсу культиваторних лап зумовлює зменшення тривалості простоїв агрегатів для заміни робочих органів. Розрахунок собівартості зміцнення культиваторних лап за розробленою технологією представлено в таблиці 4.1.

Таблиця 5.1 – Розрахунок собівартості зміцнення лап

№ п/п	Найменування	Показник
1	2	3
1 Розрахунок затрат на матеріали для зміцнення культиваторної лапи		
1.1	Кількість точкового зміцнення на культиваторній лапі, шт	20
1.2	Маса порошкового матеріала ПС-12НВК-01 для наплавлення однієї точки, г	2,5
1.3	Маса електрода Т-590 для наплавлення однієї точки, г	3,4
1.4	Ціна порошкового матеріала ПС-12НВК-01, грн/кг	750
1.5	Ціна електродів Т-590, грн/кг	110
1.6	Загальна вартість матеріалів для зміцнення культиваторної лапи, грн.	44,93
1.4	Ціна порошкового матеріала ПС-12НВК-01, грн/кг	750
1.5	Ціна електродів Т-590, грн/кг	110

Продовження таблиці 5.1

1	2	3
1.6	Загальна вартість матеріалів для зміцнення культиваторної лапи, грн.	44,93
2 Розрахунок затрат на оплату заробітної плати		
2.1	Тривалість наплавлення точкового зміцнення, с	5
2.2	Тривалість підготовчих робіт для наплавлення точкового зміцнення, с	10
2.3	Тривалість зважування порошкових матеріалів для наплавлення точкового зміцнення, с	15
2.4	Питомі витрати заробітної плати зварювальника, грн/лапу	18,94
2.5	Нарахування на заробітну плату, грн	4,17
2.6	Накладні витрати, грн	11,36
2.7	Загальні витрати на заробітну плату для зміцнення однієї культиваторної лапи, грн	34,47
3 Затрати на експлуатацію обладнання і оренду приміщення		
3.1	Ціна зварювального обладнання Патон ВДИ-315S DC, грн	13000
3.2	Норма амортизаційних відрахувань	0,15
3.3	Кількість зміцнених культиваторних лап за рік, шт.	10656
3.4	Річні витрати на експлуатацію зварювального обладнання, грн	1950
3.5	Річні витрати на оренду приміщення, грн	16200
3.6	Питомі витрати на експлуатацію обладнання та оренду приміщення на одну лапу, грн	1,7
4 Затрати на електроенергію		
4.1	Споживана потужність зварювального обладнання, кВт/год	13
4.2	Вартість електричної енергії для промислових споживачів, грн./кВт	2,79
4.3	Час зміцнення однієї культиваторної лапи, год	0,028
4.4	Витрати на електроенергію на одну лапу, грн	1,01
5	Собівартість зміцнення однієї культиваторної лапи, грн	82,11

Для розрахунку економічного ефекту від впровадження запропонованої технології зміцнення взято з площею ріллі 7360 га. Основними ґрунтами є чорноземи типові глибокі середньосуглинкові.

Річний економічний ефект від використання зміцнених методом технологічної конвергенції лап культиватора КВАНТ-12 в представлено у таблиці 5.2.

Таблиця 5.2 – Економічний ефект від зміцнення лап для культиватора КВАНТ-12

№ п/п	Найменування	Зміцнена культиваторна лапа	Нова культиваторна лапа серійного виробництва
1	2	3	4
1 Визначення економічного ефекту від збільшення ресурсних показників			
1.1	Загальна вартість культиваторної лапи, грн	382,11	300
1.2	Кількість лап на культиваторі КВАНТ-12, шт	38	
1.3	Ресурс культиваторної лапи, га	55	40
1.4	Площа розораність сільськогосподарських угідь становить, га	7360	
1.5	Кількість замін лап на культиваторі КВАНТ-12, разів	3,5	4,8
1.6	Кількість лап за рік	134	184
1.7	Економічний ефект від підвищення ресурсу, грн	4618,68	-
2 Економічний ефект від зменшення витрат на пальне			
2.4	Середня витрата пального, л/га	4,8	5,0
2.4	Витрата на пальне за весь період експлуатації культиваторних лап, грн	1083456	1128600
2.5	Економічний ефект від зменшення витрат пального, грн	45144	-
3	Річний економічний ефект від зміцнення культиваторних лап, грн	49762,69	-
4	Економічний ефект від зміцнення на одну культиваторну лапу, грн	371,36	-

Річний економічний ефект від використання зміцнених методом технологічної конвергенції лап культиватора КВАНТ-12 становить 49762,7 грн.

Висновки за розділом

1. Позитивний економічний ефект запропонованої технології зміцнення культиваторних лап підтверджує доцільність її застосування при виготовленні, відновленні і зміцненні культиваторних лап.

2. Річний економічний ефект від використання зміцнених методом технологічної конвергенції лап культиватора КВАНТ-12 на площі ріллі 7360 га становить 49762,7 грн.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Зношування робочих поверхонь культиваторних лап для передпосівного обробітку ґрунту у процесі експлуатації впливає на зміну товщину ріжучої кромки леза. Із збільшенням наробітку товщина ріжучої кромки збільшується, за рахунок цього відбувається збільшення сили опору до значень, які призводять до перевитрат пального. Тому визначальним чинником зменшення сили опору робочого органу є стан ріжучої кромки, який є більш значимим, ніж стан інших робочих поверхонь.

Теоретично обґрунтовано вплив товщини ріжучої кромки культиваторної лапи на зміну сили опору культиватора та встановлено, що збільшення товщини ріжучої кромки культиваторної лапи з 0,5 мм до 4 мм призводить до зростання сили опору культиватора на 29,6%.

За результатами теоретичних досліджень встановлено, що за поверхневого зміцнення культиваторних лап і лінійного зношення ширини леза на 15 мм, сила опору культиватора КВАНТ–12 становитиме близько 81 кН, що на 18,7 % менше, ніж за використання лап з об'ємним зміцненням.

Отримано математичні вирази для прогнозування та порівняння витрат пального на виконання технологічних операцій з обробітку ґрунту залежно від способу зміцнення леза. В результаті встановлено, що за експлуатації культиватора з лапами, робоча поверхня яких зміцнена за технологічною конвергенцією, витрати пального зменшуються на 10,9 %, при цьому середня витрата пального під час експлуатації культиваторних лап з поверхневим зміцненням становить 4,9 л/га, а об'ємно загартованих 5,5 л/га.

Річний економічний ефект від використання зміцнених методом технологічної конвергенції лап культиватора КВАНТ-12, на площі ріллі 7360 га становить 49762,7 грн.

Список використаних джерел

- 1 Механізація, електрифікація та автоматизація сільськогосподарського виробництва: підруч. у 2 т: Т 1/ А.В. Рудь, І.М. Бендера, Д.Г. Войтюк та ін.; за ред. А.В. Рудя. – К.: Агроосвіта, 2012. – 584 с.
- 2 Фортуна В.Й., Миронюк С.К. Технологія механізованих сільськогосподарських робіт. – К.: Вища школа, 1991 – 316 с.
- 3 Механіко-технологічні властивості сільськогосподарських матеріалів: навчальний посібник / А. С. Кобець, Т. Д. Іщенко, Б. А. Волик, О. А. Демидов. – Дніпропетровськ: РВВ ДДАУ, 2009. – 84 с.
- 4 Головчук А.Ф., Марченко В., Орлов В.Ф.,: Експлуатація та ремонт сільськогосподарської техніки. Підручник: УЗ кн./ за ред. А.Ф. Головчука – К.: «Грамота», 2005. – Кн. 3: Машини сільськогосподарські. – 576с.
- 5 Шевченко І.А. Обґрунтування технологій та технічних засобів для обробітку ґрунтів на базі їх агрофізичних показників: Дис... докт. техн. наук: 05.05.11. – Мелітополь, 2003. – 403 с.
- 6 Розробити технологічні процеси і обладнання для відновлення робочих органів ґрунтообробних машин із застосуванням електрофізичних способів загострення та зміцнення. *Звіт про НДР* № держ. реєстрації 0196U005163: № держ. облік. 0200U006523. Глеваха. 2000. 92 с.
- 7 Василенко П.М. Основи аналітичних методів землеробської механіки / За ред. В.М.Булгакова, В.П.Василенко. – К.: Вид-во НАУ, 1998. – 29 с.
- 8 ДСТУ 2293-99. Охорона праці. Терміни та визначення основних понять. Київ: Держстандарт України, 1999. 22 с.
- 9 Василенко М. О., Чернявський О. О., Матвійченко В. С., Буслаєв Д. О. Підвищення ресурсу відновлених дискових робочих органів конструктивно-технологічними методами. Механізація та електрифікація сільського господарства: [міжвідомчий тематичний науковий збірник]. Глеваха, 2011. Вип. 95. С. 352–360.

10 Mykhailo Vasylenko, Dmytro Buslaiev, Oleksandr Kalinin. Ensuring the effect of self-sharpening of parts of tillage machines in operation in soils of various types. *MOTROL. Commission of Motorization and Energetics in Agriculture*. 2017. Vol.19. No.1. 11–14

11 Василенко М. О., Буслаєв Д. О., Матвійченко В. С. Покращення ресурсних показників відновлених робочих органів ґрунтообробних машин. *Механізація та електрифікація сільського господарства: [міжвідомчий тематичний науковий збірник]*. Глеваха, 2012. Вип. 96. С. 533–541.

12 Василенко М. О., Буслаєв Д. О. Зменшення тягового опору відновлених і зміцнених робочих органів при експлуатації. *Науково-теоретичний журнал Національної академії аграрних наук України: Вісник аграрної науки*. Київ, 2016. №9 С. 52–55. DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201609-10>

13 Василенко М. О., Буслаєв Д. О. Тяговий опір культиваторних лап з поверхневим зміцненням при експлуатації ґрунтообробних машин. *Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research*. Kyiv. Ukraine. 2020, Vol. 11, No 1, 177-182. DOI: 10.31548/machenergy.2020.01.177-182

14 Василенко М. О., Буслаєв Д. О. Вплив режимів нанесення зміцнювального покриття на параметри точкового зміцнення робочих органів ґрунтообробних машин. *Науково-теоретичний журнал Національної академії аграрних наук України: Вісник аграрної науки*. Київ, 2015. №7. С. 44–48. DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201507-09>

15 Василенко М. О., Буслаєв Д. О. Математичні моделі прогнозування вагового і лінійного зношень від ресурсних показників серійних і зміцнених комбінованим методом культиваторних лап. *Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research*. Kyiv. Ukraine. 2020, Vol. 11, No 2, 29-33. DOI: 10.31548/machenergy.2020.02.029-033

16 Василенко М. О., Буслаєв Д. О., Калінін О. Є., Кононогов Ю. А. Підвищення довговічності робочих органів ґрунтообробних машин, адаптованих до ґрунтів різних типів. *Механізація та електрифікація сільського господарства*. Глеваха, 2018. Вип. № 7. (106). С. 164–172.

17 Василенко М. О., Буслаєв Д. О., Калінін О. Є., Кононогов Ю. А. Обґрунтування способів та матеріалів для кріплення змінних зносостійких елементів до поверхонь ґрунтообробних робочих органів для підвищення їхньої довговічності. *Механізація та електрифікація сільського господарства: [загальнодержавний збірник]*. Глеваха, 2018. Випуск №8 (107). С. 190–197.

18 Буслаєв Д. О. Дослідження зносостійкості зміцнюючих нанопокриттів методом прискорених випробувань. *Механізація та електрифікація сільського господарства: [міжвідомчий тематичний науковий збірник]*. Глеваха, 2013. Вип. 98. Том 2. С. 340 – 347.

19 Василенко М. О. Буслаєв Д. О., Калінін О. Є. Модифікування наноструктури створеного поверхневого шару культиваторних лап для експлуатації в ґрунтах різних типів. *Механізація та електрифікація сільського господарства: [загальнодержавний збірник]*. 2015. Випуск №1 (100). Глеваха, 2015. С. 195–204.

20 Спосіб відновлення лап культиватора: патент 74697, Україна, МПК (2012.01) В23Н 9/00 / Василенко М. О., Буслаєв Д. О.: заявник і власник Національний науковий центр «Інститут механізації та електрифікації сільського господарства». Заявл. 06.04.2012; опубл. 12.11.2012, бюл. № 21.

21 Булгаков В.М., Шелудченко Б.А. Самоорганізація ґрунтових структур. – К.: Видавництво НАУ, 1998. – 58 с.

22 Чабанний В. Я. Паливо-мастильні матеріали, технічні рідини та системи їх забезпечення. Кіровоград: Центрально-Українське видавництво, 2008. 353 с.

23 Бобрицький В. М. Підвищення зносостійкості різальних елементів робочих органів ґрунтообробних машин : дис ... канд. техн. наук. Кіровоград, 2007. 182 с.

ДОДАТКИ

ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Інженерно-технологічний факультет
Кафедра тракторів і сільськогосподарських машин

Презентація
до дипломної роботи
освітнього ступеня «Магістр»
на тему:

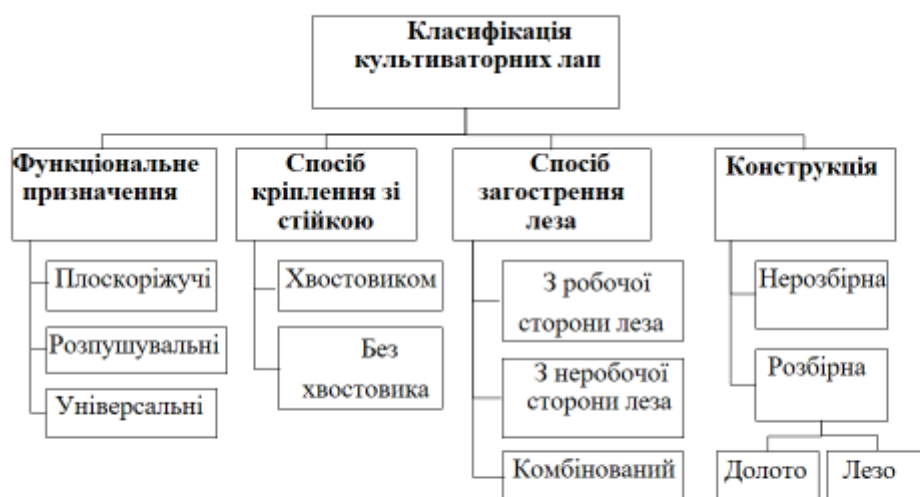
**ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ КУЛЬТИВАТОРНИХ ЛАП ДЛЯ ПОВЕРХНЕВОГО
ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ МЕТОДОМ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ КОНВЕРГЕНЦІЇ**

Виконав: Кравець Геннадій Олександрович
Керівник: Теслюк Геннадій Володимирович

Дніпро 2024

Мета роботи

- ▶ **Метою** даної магістерської роботи є підвищення довговічності культиваторних лап для передпосівного обробітку ґрунту завдяки самозагострюванню шляхом підвищення їх зносостійкості методом технологічної конвергенції.
- ▶ **Предмет досліджень.** вплив параметрів і режимів процесу зміцнення робочих поверхонь культиваторних лап методом технологічної конвергенції на динаміку їх зношування і ресурс.



Класифікація культиваторних лап

ОГЛЯД КОНСТРУКЦІЙ КУЛЬТАВАТОРНИХ ЛАП ПРИ ЗНОШУВАННІ



a



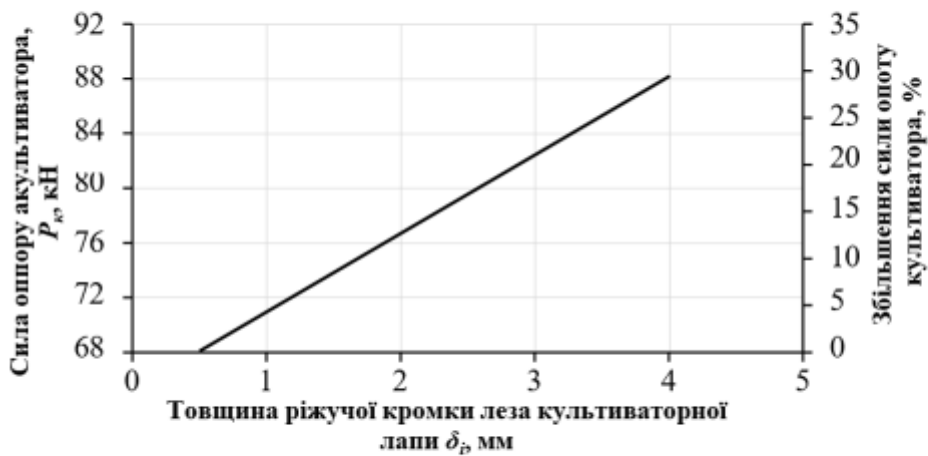
б

Загальний вигляд нової (а) та зношеної (б) культиваторної лапи КРЕ-410 в умовах піщаних ґрунтів



Загальний вигляд нової (а) та зношеної (б) культиваторної лапи Kockerling Allrounder-10 в умовах піщаних ґрунтів

АНАЛІТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ

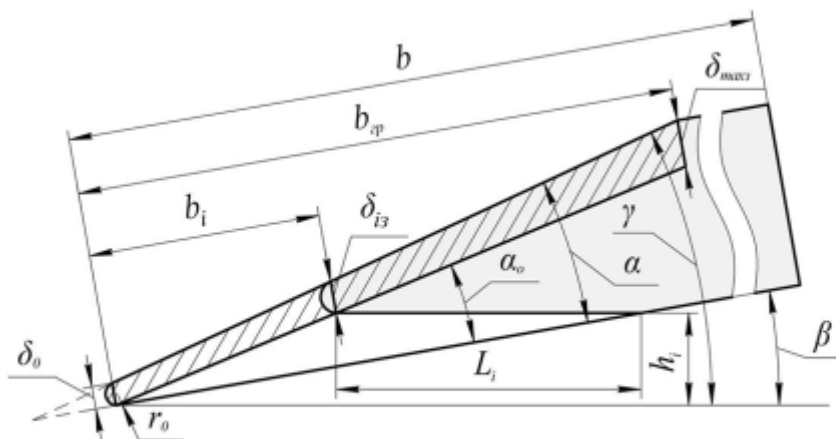


Залежність сили опору культиватора КВАНТ-12 від товщини ріжучої кромки

5

Аналіз графічної залежності показує, що збільшення товщини різальної кромки культиваторної лапи з 0,5 мм до 4 мм призводить до зростання сила опору культиватора на 29,6%.

ПРОЦЕС ФОРМУВАННЯ РІЖУЧОЇ КРОМКИ



Графічне відображення процесу зміни геометричних параметрів ріжучої кромки робочих органів з поверхневим зношенням на і-тих стадіях зношення

6

b – ширина леза культиваторної лапи; b_i , $b_{гр}$ – відповідно значення і-го та граничного зношення леза за шириною; δ_0 , $\delta_{із}$ – відповідно значення початкової та і-тої товщини різальної кромки; L_i – величина площини утвореної паралельно напрямку руху робочого органу при і-му зношенні леза; h_i – величина зменшення глибини обробки ґрунту при і-му зношенні леза від початкового значення; γ – кут різання; β – задній кут різання; α – кут заострення леза.

ЗАПРОПОНОВАНИЙ РОБОЧИЙ ОРГАН ДО КУЛЬТИВАТОРА

7



Загальний вигляд лап культиватора КВАНТ-12 після наробітку 55 га на один робочий орган



1 – культиваторна лапа КВАНТ-12; 2 – нижня частина культиваторної стійки; 3 – стійка культиваторної лапи

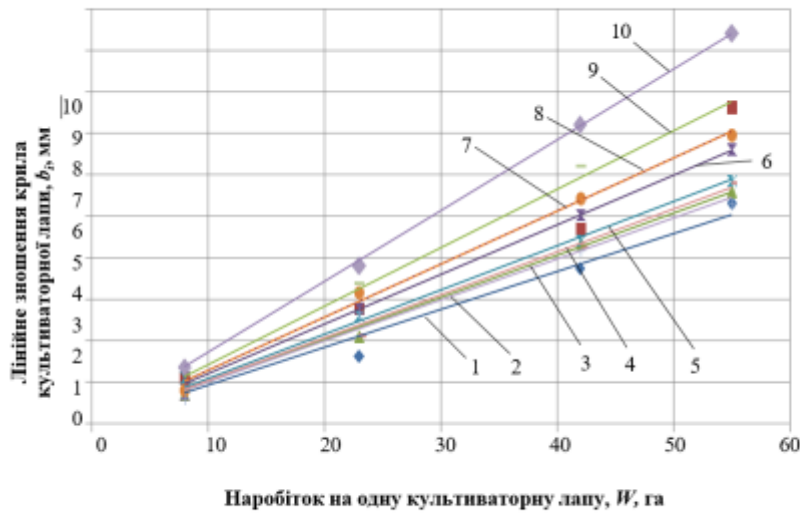
ВИПРОБУВАНЬ В ПОЛЬОВИХ УМОВАХ

8



Культиватор КВАНТ-12, укомплектований виготовленими і зміцненими робочими органами для проведення випробувань в польових умовах

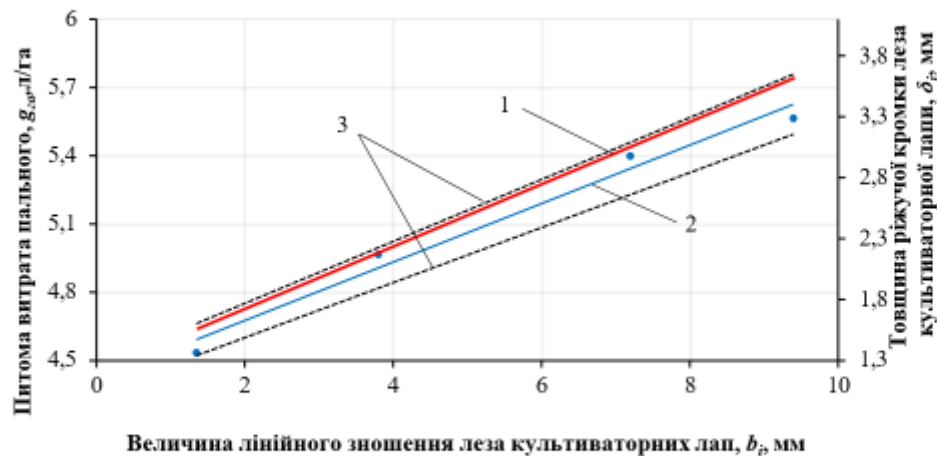
РЕЗУЛЬТАТИ ВИПРОБУВАНЬ



Залежність лінійного зношення лез від наробітку лап культиватора КВАНТ-12 (55 га)

- 9
- 1 - ПС-12НВК-01 + Т-590;
 - 2 - ПГ-10К-01 + Т-590;
 - 3 - ФХБ-1 + Т-590;
 - 4 - ПГ-10К-01 + Графітовий;
 - 5 - Сормайт + Т-590;
 - 6 - ПС-12НВК-01 + Графітовий;
 - 7 - ФХБ-1 + Графітовий;
 - 8 - Сормайт + Графітовий;
 - 9 - Електроерозійна обробка;
 - 10 - Серійні культиваторні лапи.

РЕЗУЛЬТАТАМИ ДОСЛІДЖЕНЬ ВИТРАТИ ПАЛИВА



Залежність питомих витрат пального та товщини ріжучої кромки від величини лінійного зношення серійних культиваторних лап при експлуатації МТА – Fendt 936 Vario + Horsh Агросоюз FG-11.30

1 – теоретичні дані; 2 – експериментальні дані;

Економічний ефект від зміцнення лап для культиватора КВАНТ-12

№ п/п	Найменування	Зміцнена культиваторна лапа	Нова культиваторна лапа серийного виробництва
1	2	3	4
1 Визначення економічного ефекту від збільшення ресурсних показників			
1.1	Загальна вартість культиваторної лапи, грн	382,11	300
1.2	Кількість лап на культиваторі КВАНТ-12, шт	38	
1.3	Ресурс культиваторної лапи, га	55	40
1.4	Площа розораність сільськогосподарських угідь становить, га	7360	
1.5	Кількість замін лап на культиваторі КВАНТ-12, разів	3,5	4,8
1.6	Кількість лап за рік	134	184
1.7	Економічний ефект від підвищення ресурсу, грн	4618,68	-
2 Економічний ефект від зменшення витрат на паливе			
2.4	Середня витрата пального, л/га	4,8	5,0
2.4	Витрата на паливе за весь період експлуатації культиваторних лап, грн	1083456	1128600
2.5	Економічний ефект від зменшення витрат пального, грн	45144	-
3	Річний економічний ефект від зміцнення культиваторних лап, грн	49762,69	-
4	Економічний ефект від зміцнення на одну культиваторну лапу, грн	371,36	-

11

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

12

Зношування робочих поверхонь культиваторних лап для передпосівного обробітку ґрунту у процесі експлуатації впливає на зміну товщину ріжучої кромки леза. Із збільшенням наробітку товщина ріжучої кромки збільшується, за рахунок цього відбувається збільшення сили опору до значень, які призводять до перевитрат пального. Тому визначальним чинником зменшення сили опору робочого органу є стан ріжучої кромки, який є більш значимим, ніж стан інших робочих поверхонь.

Теоретично обґрунтовано вплив товщини ріжучої кромки культиваторної лапи на зміну сили опору культиватора та встановлено, що збільшення товщини ріжучої кромки культиваторної лапи з 0,5 мм до 4 мм призводить до зростання сили опору культиватора на 29,6%.

За результатами теоретичних досліджень встановлено, що за поверхневого зміцнення культиваторних лап і лінійного зношення ширини леза на 15 мм, сила опору культиватора КВАНТ-12 становитиме близько 81 кН, що на 18,7 % менше, ніж за використання лап з об'ємним зміцненням.

Отримано математичні вирази для прогнозування та порівняння витрат пального на виконання технологічних операцій з обробітку ґрунту залежно від способу зміцнення леза. В результаті встановлено, що за експлуатації культиватора з лапами, робоча поверхня яких зміцнена за технологічною конвергенцією, витрати пального зменшуються на 10,9 %, при цьому середня витрата пального під час експлуатації культиваторних лап з поверхневим зміцненням становить 4,9 л/га, а об'ємно загартованих 5,5 л/га.

Річний економічний ефект від використання зміцнених методом технологічної конвергенції лап культиватора КВАНТ-12, на площі ріллі 7360 га становить 49762,7 грн