

ПОЛТАВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет інженерно-технологічний
Кафедра технологій та засобів механізації аграрного виробництва

Пояснювальна записка
до *дипломної роботи* на здобуття ступеня вищої освіти «магістр»
на тему: «Підвищення експлуатаційної надійності поверхонь робочих органів
грунтообробних машин»

Виконав: здобувач вищої освіти за
освітньо-професійною програмою
Технології і засоби механізації
сільськогосподарського виробництва
спеціальності 208 Агроінженерія
ступеня вищої освіти «*магістр*» групи 6
Снігур Олександр Володимирович
Керівник: Келемеш А. О.
Рецензент: Флегантов Л. О.

Полтава – 2021 року

ВСТУП

Підвищення довговічності робочих органів ґрунтообробних машин є однією з головних завдань сільськогосподарського машинобудування. Недостатня надійність ґрунтообробних машин викликає значні витрати запасних частин, що підвищує витрати на їх експлуатацію та ремонт.

У підвищенні ресурсу ґрунтообробних машин значну роль відводиться розробці та застосуванню ефективних технологій, що дозволять значно поліпшити якість відновлення їх робочих органів [1].

Практика показує, що термін роботи плужних лемішів до першого відновлення 3,5... 8 га, а після кожного з ремонтів знижується на 20... 40% [2].

Питанням підвищення довговічності робочих органів ґрунтообробних машин та підвищення їх надійності присвячені роботи вчених, у тому числі І.П. Сичова, А.І. Бойка, М.І. Чорновола, П.М. Заїки, А.А. Дуднікова, Д.Г. Войтюка та ін.

Однак багато питань забезпечення довговічності робочих органів ґрунтообробних машин вимагають проведення подальших досліджень [3].

Актуальність теми обумовлена необхідністю розробки та застосування ефективних в експлуатації методів забезпечення надійності ґрунтообробних машин шляхом зміцнюючих обробок поверхонь їх робочих органів. До числа таких ефективних методів може бути віднесена технологія відновлення і зміцнення робочих органів ґрунтообробних машин з використанням механічних віброколивань.

Особливої актуальності набули питання проведення досліджень: з виявлення зв'язків технологічних параметрів при вібраційній обробці; визначення оптимальних параметрів відновлення робочих органів ґрунтообробних машин.

Тому, дослідження спрямовані на створення технології зміцнення таких деталей з використанням механічних коливань, можуть бути віднесені до числа важливих і актуальних для агропромислового комплексу України.

Мета дослідження полягає у підвищенні довговічності робочих органів ґрунтообробних машин шляхом їх відновлення методом вібраційного зміцнення.

Для реалізації поставленої мети в роботі визначено вирішення наступних завдань:

- виявити причини і характер відмов ріжучих робочих органів ґрунтообробних машин;
- дослідити вплив вібраційної обробки на характер зміцнення ріжучих елементів лемішів;
- дати оцінку технологічному процесу відновлення лемішів плуга, що забезпечує підвищену довговічність і оцінити його техніко-економічну ефективність.

Об'єкт дослідження. Об'єктом дослідження є технологічний процес підвищення надійності і зміцнення ріжучих органів сільськогосподарських ґрунтообробних машин.

Предмет дослідження – обґрунтування технології відновлення робочих органів лемішного типу ґрунтообробних машин методом вібраційного зміцнення.

Методика досліджень. Методологічною основою проведених досліджень є оцінка надійності ґрунтообробних машин у процесі експлуатації з вибором методу і параметрів технологічних процесів збільшення терміну служби їх деталей при виробництві та відновленні.

У роботі використані такі методи дослідження як статистична обробка інформації, дослідження структури і механічних властивостей матеріалу деталей, відновлених з використанням різних технологій.

Результатом роботи є виведення залежностей, що оцінюють надійність робочих органів ґрунтообробних машин при відновленні їх вібраційною обробкою, а також розроблений процес відновлення ґрунтообробних органів.

Результати можуть використовуватися ремонтними підприємствами по відновленню деталей машин.

РОЗДІЛ 1

СТАН ПИТАННЯ ТА ВИБІР НАПРЯМКУ ДОСЛІДЖЕНЬ

1.1. Види робочих органів ґрунтообробних машин

Сезона по характеру і навантажена по часу обробка ґрунту в сільськогосподарському виробництві потребує високої надійності і довговічності робочих органів знарядь і машин для її обробки; а у випадку зношування – ремонтпридатності і ефективної технології відновлення.

В процесі експлуатації ґрунтообробні машини сприймають багато факторів (напруги в матеріалі деталі; навколишнє середовище; склад ґрунту, що обробляється та ін.), які погіршують їх технічні характеристики і працездатність [4, 5].

В залежності від обробки ґрунту ґрунтообробні машини поділяються для основного обробітку ґрунту (плуги, дискові борони), поверхневого обробітку культиватори, луцильники, борони) і спеціального призначення (ґрунтообробні фрези, плоскорізи та ін.) [6].

Робочі органи ґрунтообробних машин (рис. 1.1) представляють собою плоскі (леміші, ножі плугів, лапи культиваторів та ін.) і криволінійні (сферичні диски, відвали та ін.) клини. Характер дії клину на ґрунт залежить від технологічних властивостей ґрунту і кута нахилу клину.

Існує близько тридцяти різних конструкцій лемішів, основними із яких є трапецієвидні і долотоподібні. Більш широке розповсюдження отримали долотоподібні леміші [7].

На рис. 1.2 показана конструкція леміша плуга з відрізним носком, використання якого дозволяє зменшити втрати металу і витрати на відновлення.

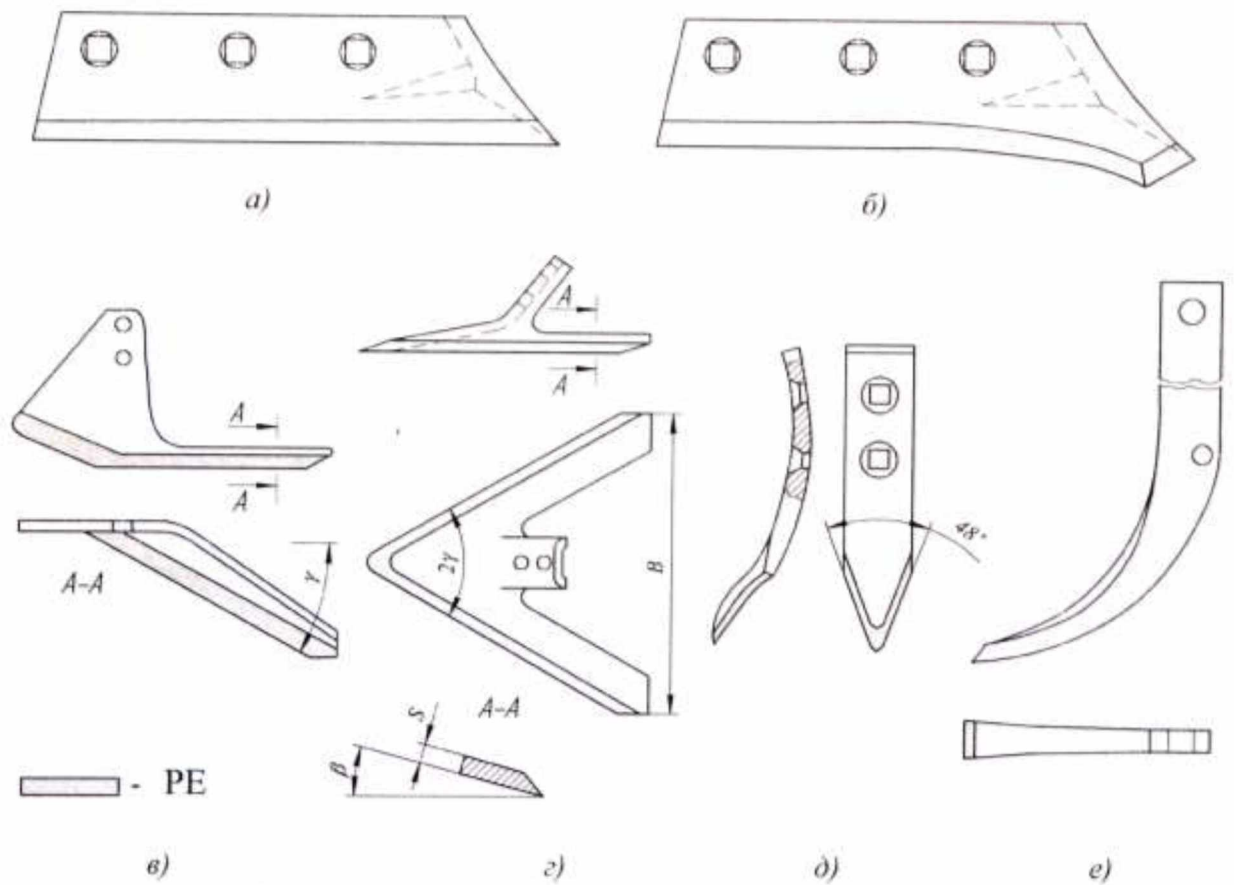


Рисунок 1.1 – Види робочих органів ґрунтообробних машин: а, б – трапецеїдальний і долотоподібний леміші; в, г – одностороння і стрілочата плоскорізні лапи; д, е – долотоподібні розрихлюючі лапи

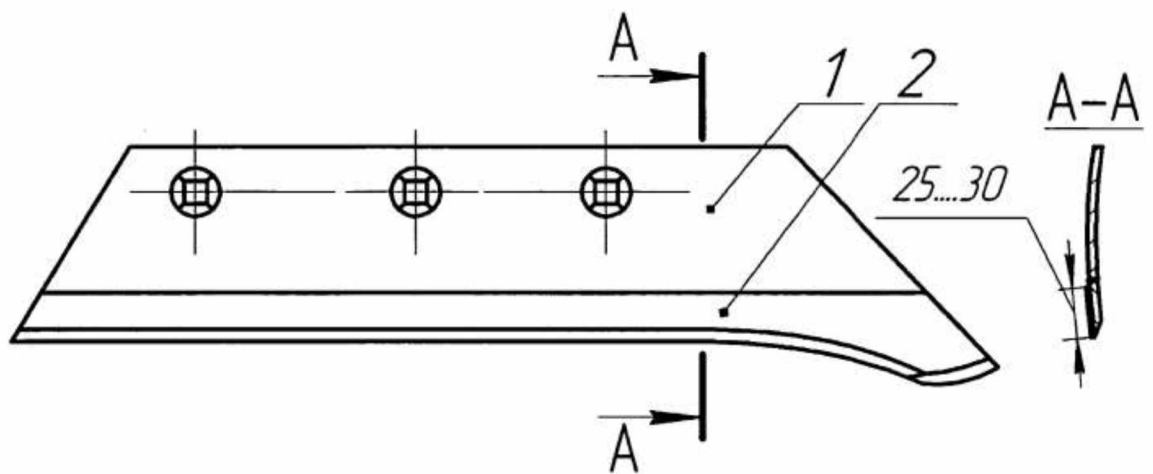


Рисунок 1.2 – Леміш з відрізним носком

Співробітниками інституту чорної металургії України розроблений складний леміш зі змінними лезами зі сталі X12 і X12Ф1 (рис. 1.3)

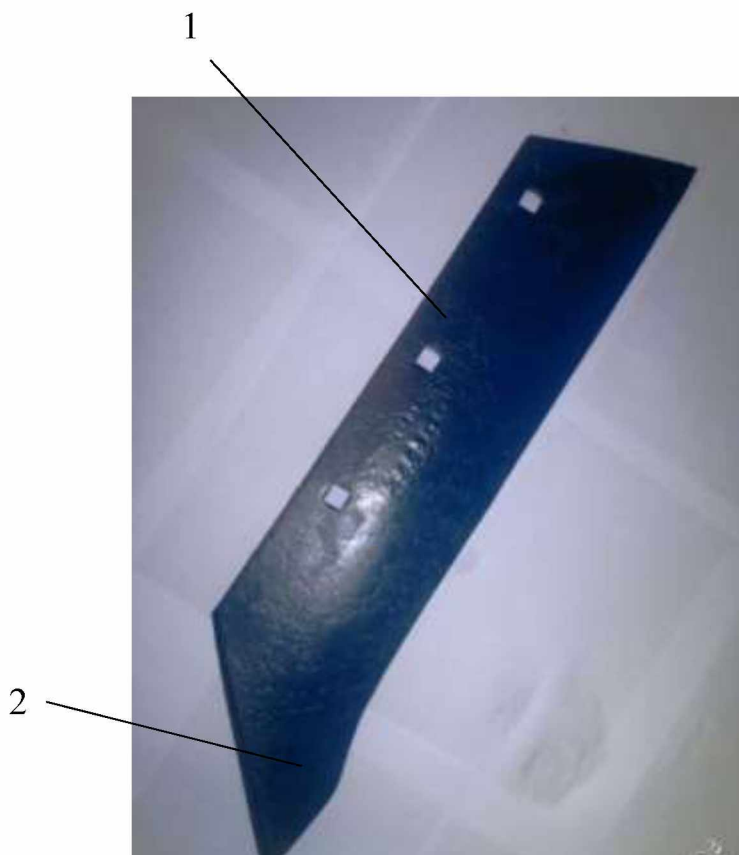


Рисунок 1.3 – Леміш зі змінним лезом: 1 – леміш; 2 – змінне лезо

Такі леміші мають підвищену довговічність 2,5...3 рази в порівнянні з серійно виготовленими зі сталі Л53. Однак вони мають високу вартість виготовлення.

Існує конструкція лемішів зі змінними носками: штамповані (рис. 1.4) і литі (рис. 1.5).



Рисунок 1.4 – Леміш зі змінними носками: 1 – корпус; 2 – носок лемішу

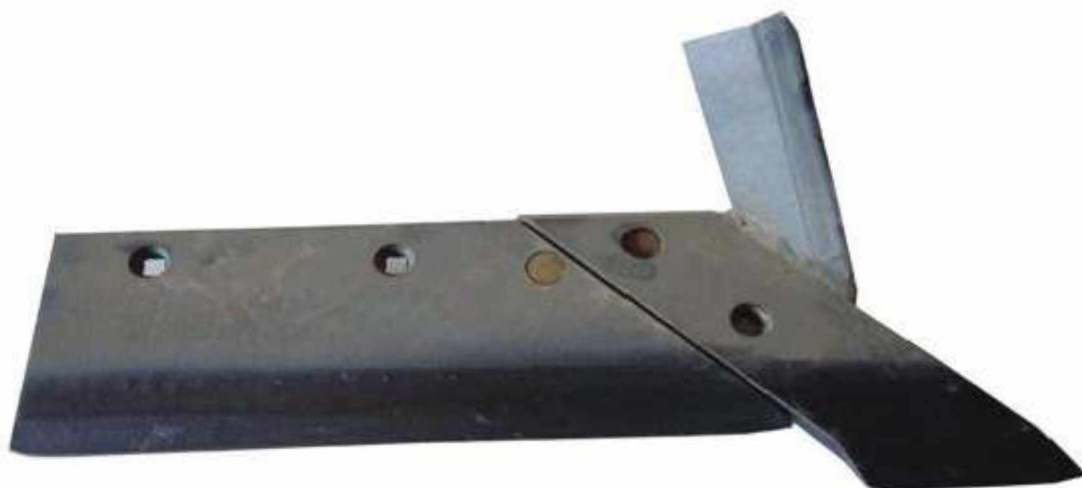


Рисунок 1.5 – Стальний литий леміш зі змінним носком

Такі леміші мають високу ремонтпридатність, але потребують наявності великої кількості запасних змінних носків.

Фірмою Ронсом (США) виготовляються плуги з висувними долотами (рис 1.6), що відрізняються складністю конструктивного рішення.



Рисунок 1.6 – Складений корпус фірми Ронсом (США)

На рис. 1.7 показана розробка фірми Мак-Кормік (США).



Рисунок 1.7 – Леміш зі змінним носком фірми Мак-Кормік ССША)

Першочергове значення на сьогодні має проблема підвищення надійності ґрунтообробних машин і зниження енергомісткості оранки. Надійність роботи може бути забезпечена використанням зміцнюючих технологій при виготовленні і зміцненні робочих органів.

1.2. Оцінка надійності ґрунтообробних машин

Надійність є однією з складових частин якості будь-якої технологічної системи: складальної одиниці, агрегату, машини. Під надійністю технологічного об'єкта розуміють його властивість зберігати в часі властивість до виконання потрібних функцій при умові, що дотримуються правила

експлуатації, передбачені нормативно-технологічною і експлуатаційною документацією [8].

Надійність сільськогосподарської техніки, в тому числі ґрунтообробних машин оцінюється цілим рядом показників, основними з яких є безвідмовність, довговічність, ремонтпридатність.

Основний показник безвідмовності – ймовірність того, що в межах заданого напрацювання не виникає жодного відказу.

Визначення ймовірності безвідмовної роботи відноситься до машин, які повинні функціонувати протягом деякого певного кінцевого часу (ґрунтообробні, посівні машини, збиральна техніка та ін.).

Експлуатація будь-якої сільськогосподарської машини може бути описана наступним чином: в початковий момент часу машина починає працювати і продовжує виконувати функції до першого відказу; після відказу відбувається відновлення працездатності, і вона знову працює до наступного відказу.

Розрізняють дві групи показників ремонтпридатності. До першої групи відноситься ймовірність відновлення, тобто ймовірність того, що тривалість відновлення працездатного стану об'єкта не перевищить задане значення. Друга група показників ремонтпридатності характеризує витрати по підтриманню працездатного стану об'єкта (трудомісткість обслуговування, ремонту, діагностування і т.д) [9].

Ряд авторів [10, 11] пропонують оцінювати надійність комплексним показником – коефіцієнтом технічного використання. Він дорівнює відношенню математичного очікування сумарного часу перебування об'єкта в працездатному стані і тривалості простоїв, обумовлених технічним обслуговуванням і ремонтом за той же період.

1.3. Технології підвищення довговічності робочих органів ґрунтообробних машин

Основне завдання при відновленні робочих органів ґрунтообробних машин заключається в виборі ефективного технологічного процесу, що дозволяє відновити не тільки задані геометричні параметри, але і забезпечити їх високу зносостійкість.

Працездатність леміша залежить від швидкості затуплення і міцності леза. Ширина затилочної сторони фаски на ньому (не менше 2,5 мм) є головним приводом передчасної вибраковки.

В посушливі роки на важких ґрунтах загартовані леміші часто зламуються, а наплавлені сормайтом гнуться в місці переходу носка в остов.

Відомо декілька способів відновленні і зміцнення ґрунтообробних робочих органів: відтяжка, загострення, загартування, наплавлення сормайтом, газополуменеве наплавлення зносостійкими порошками та ін.

В табл. 1.1 представлені результати аналізу способів відновлення і зміцнення робочих органів ґрунтообробних машин [12, 13, 14].

Вказані способи через недостатню високу якість відновлення, часто високу складність і вартість не знайшли поки частого використання в сільськогосподарському виробництві при відновленні робочих органів ґрунтообробних машин.

Таблиця 1.1 – Існуючі способи відновлення лемішів

| Спосіб відновлення | Матеріал, що використовується при відновленні | Недоліки способу |
|----------------------------------|---|--------------------------------------|
| 1. Заміна ріжучої частини | - | Низька зносостійкість |
| 2. Дугове і плазмове наплавлення | «Сормайт 1», Т-590, Т-620 | Високий відсоток неякісних покриттів |
| 3. Індукційне наплавлення | «Сормайт 1», ПГ-УС25, ПГ-С27М, ПС-6 | Висока собівартість |
| 4. Наплавлення порошковим дротом | ПП-АН-123, ПП-АН-125, ПГ-С27 | Виникнення термічної деформації |
| 5. Газоплазмове наплавлення | ПГ-ФБХ-6-2, ПС-14-60 | Низька зносостійкість |

Відомі дані [15, 16] відновлення лемішів з використанням електрофізичного методу по такій схемі: зношену частину лемішу відрізають за допомогою повітряно-плазмового обладнання, а замість неї приварюють лезо і носок, що виготовленні зі спеціального клиновидного прокату (сталь 45 і ст. 5) шириною відповідно 30 мм і 80 мм. Потім леміш зміцнюють наплавленням твердого сплаву типу «Сормайт» з нижньої сторони леза на ширину 30 мм за допомогою індукційного наплавлення струменем високої частоти (СВЧ) і далі заточують. Але такі спеціальні прокати вітчизняною промисловістю не випускаються, а індукційне наплавлення твердосплавними порошками є вартісним і енергомістким технологічним процесом.

Маються також інші методи відновлення, які в основному, використовуються в машинобудуванні і знаходяться в стані експериментальних досліджень.

З метою підвищення надійності і довговічності деталей машин, шляхом надання поверхневому шару потрібних фізико-механічних властивостей,

використовують різні методи поверхневого пластичного деформування, є одночасно частково методами зміцнення оброблюваної поверхні.

До числа перспективних з точки зору їх подальшого розвитку є метод обробки за допомогою механічних коливань або вібрацій [15].

Інтенсивність вібраційної обробки визначається наступними факторами: режимами обробки (збуруюча сила, амплітуда коливань, швидкість деформування); механічні властивості матеріалу оброблюваних деталей, їх геометричні параметри та ін.

Висновки

Вивчення літературних джерел та аналіз їх даних дозволять зробити наступні висновки:

1. Відсутні конкретні рекомендації щодо вибору режимів і параметрів обробки при відновленні деталей.
2. Широко застосовуваний у промисловості метод вібраційної обробки не знайшов ще достатнього застосування в сільськогосподарському виробництві при відновленні деталей машин, зокрема, зміцнення робочих органів, що працюють в абразивному середовищі внаслідок недостатнього вивчення даного технологічного процесу.
3. Для отримання більш глибоких уявлень про процес вібраційного зміцнення оброблюваної поверхні, розширення областей використання даного технологічного процесу при відновленні деталей і підвищення їх надійності потрібне проведення експериментальних досліджень.

РОЗДІЛ 2

МЕТОДИКА І ОСНОВНІ МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Основні методи досліджень

Аналіз публікацій по підвищенню довговічності ґрунтообробних машин дозволяє виявити наступні напрямки досліджень:

- розробка і використання високоефективних технологічних процесів відновлення зношених поверхонь ріжучих елементів робочих органів ґрунтообробних машин;
- дослідження і визначення енергетичних і якісних показників обробки ґрунту вібраційними робочими органами ґрунтообробних машин;
- підвищення несучої спроможності робочих органів ґрунтообробних машин шляхом використання вібраційного зміцнення.

Оцінку надійності робочих органів вказаних машин, відновлених різними способами, проводили з такими ж показниками нових машин, використовуючи математичні залежності теорії ймовірності.

Аналіз стану відновлених і нових лемішів проводили по величині і характеру зношування в процесі лабораторних досліджень.

Важливим фактором при виборі технологічного процесу відновлення робочих органів ґрунтообробних машин є вибір параметрів їх обробки, що визначають величину зносу їх ріжучого елемента.

Мікрометраж товщини ріжучої кромки лемішів проводили мікрометром МКЦ-25 з цифровим відліком з точністю 0,001 мм, а вимірювання кута ріжучої кромки леза здійснювали цифровим кутоміром з точністю відліку 5'.

Геометричні параметри лемішів заміряли штангенциркулем ШЦЦ-1000 з цифровим відліком з точністю відліку 0,01 мм.

Статистичну обробку отриманих даних виконували за допомогою програми Microsoft Excel.

2.2. Методика вібраційного зміцнення лемішів

Дослідження по зміцненню робочих органів лемішів методом вібраційного деформування проводились на спеціальній установці (рис. 2.1).

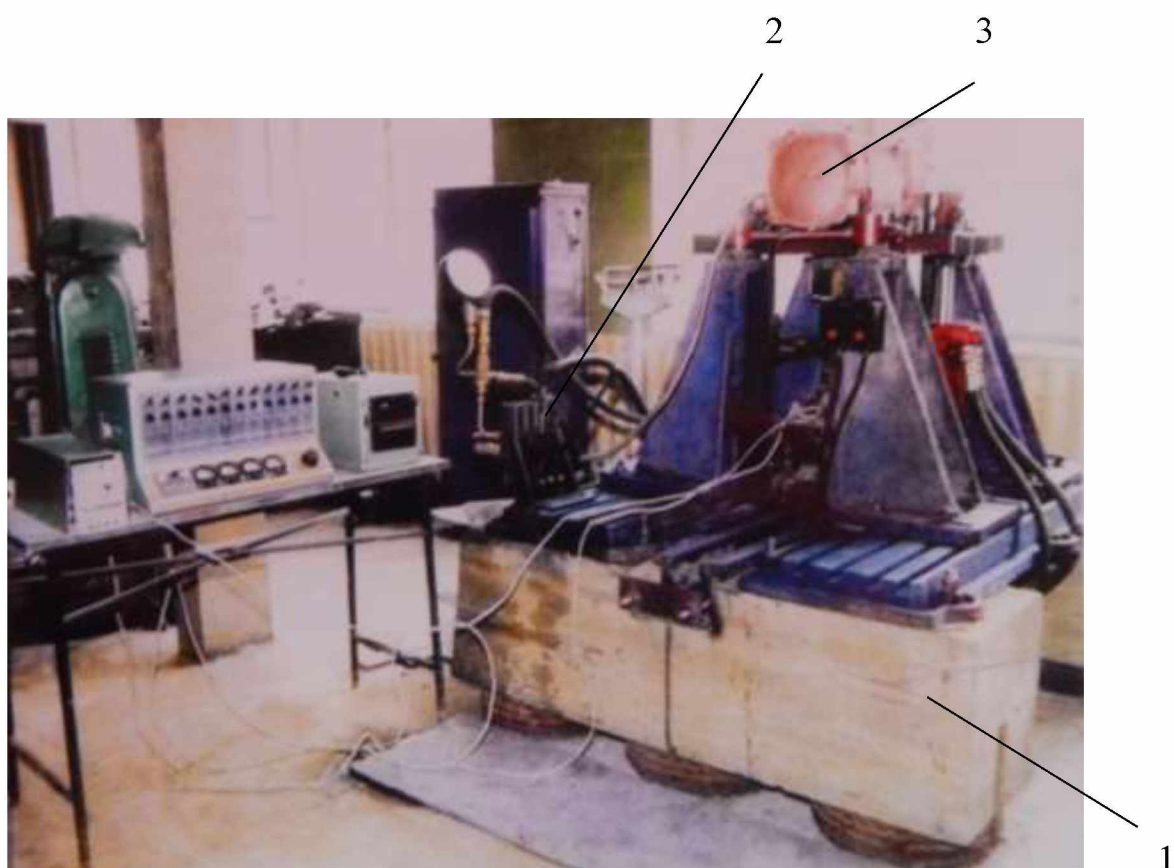


Рисунок 2.1 – Загальний вигляд установки:

- 1 – основа;
- 2 – гідравлічна система;
- 3 – вібратор

Експериментальна установка дозволяє виконувати зміцнення поверхонь різних деталей з необхідними параметрами обробки: збурююча сила, амплітуда і частота коливань, швидкість руху оброблюючого інструменту.

Установка для вібраційної обробки матеріалу деталей складається із основи 1 з допоміжним обладнанням, гідравлічної системи 2 для піднімання і опускання вібратора з закріпленим оброблюючим інструментом.

Зміна амплітуди коливань і збурюючої сили проводиться перестановкою дебалансів відносно вертикальної вісі валу електродвигуна вібратора ІВ-105. Діапазон зміни збурюючої сили 9,4 – 24,5 кН.

За допомогою гідравлічного насосу, що з'єднаний з електродвигуном масло подається в розподільник Р-75, а потім по шлангам в гідроциліндри, забезпечуючи переміщення вібраційного вузла з оброблюючим інструментом назустріч оброблюючої деталі.

Фіксування величини зусилля обробки здійснюється манометром.

2.3. Методика металографічних досліджень

Для вибору режимів технології відновлення робочих органів ґрунтообробних машин були проведені мікроструктурні дослідження [16].

Дослідження мікроструктури проводили на шліфах, виготовлених зі зразків, що вирізані з лемішів ґрунтообробних машин, по наступній методиці: грубе шліфування на абразивному колі; тонке шліфування на алмазному колі зернистістю 80 – 1 мкм; полірування протягом 15 – 20 хв до появи зеркальної поверхні шліфу.

Для виявлення мікроструктури поверхню виготовленого шліфу протиралися спиртом, проводилося її травлення 4%-им розчином азотної кислоти в етиловому спирті. Після травлення шліф промивали в проточній воді, сушили фільтрованим папером.

Величину зерен досліджуваних зразків визначали шляхом їх порівняння під мікроскопом з еталонною шкалою.

Твердість визначати методом Роквела на твердомірі ТК-2М по всій довжині ріжучого елемента леміша. Число твердості визначали по наступній залежності:

$$HRC = 100 - \frac{h}{0,002}, \quad (2.1)$$

де перша цифра – число поділок по шкалі приладу;

h – глибина проникнення наконечника;

0,002 – ціна поділки шкали.

Заміри мікротвердості проводили на приладі ПМТ-3.

2.4. Дослідження зусиль, що діють на ріжучу частину леміша

Оскільки зусилля при руйнуванні залежать в значній мірі від швидкості різання, то закономірність зміни напруг руйнування можна представити залежністю, що дозволяє визначити її значення в будь-якій точці профілю леза:

$$\sigma = \sigma_{ov} \cdot v \cdot \sin \zeta , \quad (2.2)$$

де σ_{ov} - граничне значення напруг руйнування ґрунту;

v - швидкість руху агрегату;

ζ - кут між полярною віссю і радіусом кривизни профілю леза.

Елементарну довжину дуги dl профілю криволінійної форми можна визначити рівнянням:

$$dl = \sqrt{\left(\frac{d\rho}{d\zeta}\right)^2 + \rho^2} d\zeta , \quad (2.3)$$

де ρ - радіус заокруглення кромки леза.

Зусилля, що діє на елемент профілю ріжучої кромки будуть дорівнювати:

$$dP = \sigma \sqrt{\left(\frac{d\rho}{d\zeta}\right)^2 + \rho^2} d\zeta , \quad (2.4)$$

В процесі експлуатації змінюється форма леза від початкової (технологічної) до робочої (колової), що утворюється за період роботи. Для моменту переходу однієї форми леза в іншу, що характеризується незначною зміною радіуса $d\rho$ на малому відрізку дуги ріжучої кромки можна записати:

$$dP = \sigma_{ov} \cdot v \cdot \sin \zeta \cdot \rho d\zeta , \quad (2.5)$$

З врахуванням розміщення отриманого елементарного зусилля на складові, що діють в різних площинах леза, і приймаючи кут між напрямом руху пласта ґрунту на поверхні леза і його твірної, що дорівнює $90^\circ - \alpha$ [17] можна записати:

$$\begin{aligned} dN_p &= \sigma_{ov} \cdot v \cdot \rho \cdot \sin \zeta \cdot \cos \zeta d\zeta, \\ dT_p &= \sigma_{ov} \cdot v \cdot \rho \cdot \cos \alpha \cdot \sin \varphi \cdot \sin \zeta d\zeta, \\ dF_p &= \sigma_{ov} \cdot v \cdot \rho \cdot \sin \alpha \cdot \sin \varphi \cdot \sin \zeta d\zeta, \end{aligned} \quad (2.6)$$

де N – нормальна складова сили різання;

T – тангенціальна складова сили різання;

F – складова сили різання, що направлена вздовж твірної леза;

α – кут нахилу леза (кут між вектором швидкості і нормаллю до поверхні леза);

φ – кут тертя між ґрунтом і поверхнею робочого органу.

Після інтегрування даного рівняння і відповідних перетворень отримаємо:

$$N = \sigma_{ov} \cdot v \cdot \rho \cdot \cos \varphi \left[0,5(\pi - \beta - \gamma) \right] + 0,025 \sin 2(\beta + \gamma). \quad (2.7)$$

$$F = \sigma_{ov} \cdot v \cdot \sin \varphi \sin \alpha \left[\sin(\beta + \gamma) + \rho \cdot \cos(\beta + \gamma) - \rho \right]. \quad (2.8)$$

Загальне зусилля опору різання ґрунту дорівнює:

$$P = \sqrt{N^2 + F^2}. \quad (2.9)$$

Практика показує, що зі збільшенням кута нахилу α нормальна складова сили різання N зменшується, а складова, що направлена вздовж твірної леза F – зростає.

Результуюча сили різання P має практично постійне значення.

Аналіз впливу кута загострення β на розподілення зусилля на лезо показує, що з його збільшенням нормальна складова сили різання зростає. Збільшення складової F , що направлена вздовж твірної, незначне.

2.5. Методика проведення стендових досліджень

З метою вивчення впливу звичайного і вібраційного навантаження на міцнісні характеристики оброблюючого матеріалу дослідження проводили на зразках (нових лемішах), а потім на відновлених лемішах.

Дослідження, що виконані на зношених лемішах, дозволили уточнити і скорегувати основні параметри технологічного процесу зміцнення з метою розробки технології відновлення.

Порівняльні експериментальні дослідження зносостійкості лемішів, відновлених різними методами, проводились на стенді. Технічна характеристика стенду (грунтового каналу) приведена в табл. 2.1.

Таблиця 2.1 – Технічна характеристика стенду

| Параметри стенду | Значення параметру |
|--|--------------------|
| 1. Зовнішній діаметр грантового каналу, м | 10 |
| 2. Глибина шару ґрунту в каналі, м | 0,5 |
| 3. Швидкість руху візка, м/с | 1,0...3,0 |
| 4. Потужність електродвигуна, кВт | 7,0 |
| 5. Частота обертання двигуна, хв ⁻¹ | 1440 |

За допомогою спеціального пристосування, що закріплене на рамі, підтримувалась вологість ґрунту в межах 10...18%.

Для досліджень на раму ґрунтового каналу установлювали 5 робочих органів (лемішів).

В якості робочої суміші використовувався чорнозем (25% глини і 75% піску) комковатої структури.

При проведенні стендових досліджень визначали товщину, кут ріжучої кромки леза лемішу, величину зносу по ширині.

Стендові дослідження дозволили змінювати параметри дії і, тим самим, в порівняно короткі терміни оцінити різні досліджувані варіанти і вибрати найбільш ефективні.

В процесі досліджень дотримувалися умови подібності роботи лемішів на стенді і в процесі експлуатації, при яких зберігалась картина зношування.

Висновки

1. Для підвищення довговічності ґрунтообробних машин проведеним аналізом встановлені причини передчасного виходу їх деталей в процесі експлуатації. Досліджені ряд параметрів, що використовувалися для відновлення деталей робочих органів ґрунтообробних машин. Для вирішення завдань підвищення довговічності вказаних деталей розроблена методика проведення порівняльних досліджень з оцінкою властивостей і зносостійкості робочих органів ґрунтообробних машин.

2. Представлена методика проведення вібраційного зміцнення ріжучих елементів лемішів.

3. Викладена методика стендових досліджень лемішів на стенді (грантовому каналі) з вказанням його технічних характеристик.

РОЗДІЛ 3

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Дослідження зміни параметрів лемішів при стендових випробуваннях

Якість відновлених поверхонь залежить від багатьох факторів, дослідження впливу кожного з них має велике значення для розробки технологічного процесу відновлення лемішів ґрунтообробних машин.

Для експериментального підтвердження доцільності використання технології вібраційного зміцнення лемішів були визначені п'ять геометричних параметрів (рис.3.1): ширина в площинах (h_1, h_2, h_3); втрата розмірів носка (Δl); ширина (l_1, l_2, l_3); глибина (a_1, a_2, a_3) зносу і згин (u). Статистична обробка отриманих експериментальних даних виконувалась за допомогою програми Microsoft Excel.

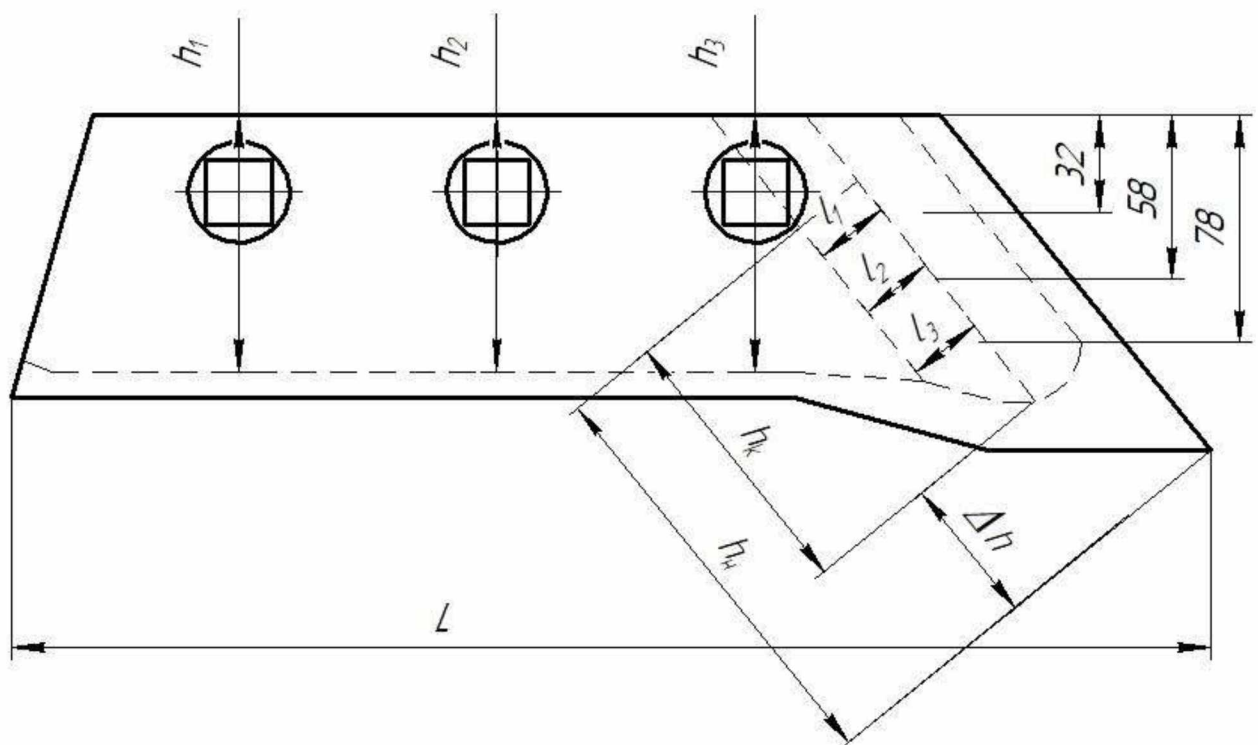


Рисунок 3.1 – Місця вимірювання зношеного лемішу

Стендові дослідження лемішів проводилися наступних варіантів: нові зі сталі Л-53; відновленні наплавленням сормайтотом; відновленні наплавленням сормайтотом і вібраційним зміцненням.

Отримані дані показали, що по параметрам ширини (h_1, h_2, h_3) всі досліджувані леміші були придатні до подальшої експлуатації. Для всіх трьох варіантів в площині h_1 ймовірність P зносу лемішів в інтервалі 115...118 мм склала 0,4; в площині h_2 в інтервалі 115,5...117 мм – 0,35; в площині h_3 в інтервалі 114...117 мм – 0,36.

У всіх випадках найбільшою ймовірністю відповідає ширина лемішу 114...118 мм. Відповідно, можна вважати, що даний параметр впливає на працездатність леміша.

Дослідженнями було встановлено, що величина зносу носка склала 35,5...42,4 мм, що склало 55% досліджуваних лемішів. Враховуючи велику ймовірність зносів, перевищуючих допустимі (більше 40%) параметр Δh можна вважати критерієм відказу.

Дані зміни параметри ширини (l_1, l_2, l_3) показують, що найбільш ймовірна величина параметру l_1, l_2, l_3 відповідно склала 25,4...35,2 мм; 26,2...36,6 мм; 23,4...38,8 мм.

Найбільш впливовим геометричним параметром, що характеризує ресурс лемішу, є глибина (a_1, a_2, a_3) зносу, яка визначає залишкову товщину Δa стінки лемішу:

$$\Delta a = 10 - a_i, \quad (4.1)$$

де 10 – товщина лемішу;

a_i – величина зносу.

Проведеними дослідженнями було встановлено, що максимальна глибина зносу 2,2...3,4 мм має місце в верхній і середній області лемішу. Знос по глибині був в 87 % лемішів. Глибину зносу леміша можна вважати критерієм відказу.

Згин (u) лемішу у досліджуваних варіантів лемішів склав 0,42...0,73 мм. Цей параметр не буде викликати відказ, так як усувається стяжними болтами при установці леміша.

Таким чином, критеріями граничного стану лемішів можна рахувати величину зносу носка (Δh) і залишкову товщину (Δa) стінки лемішу.

Стеновими дослідженнями встановлено, що величина зносу носка у лемішів, відновлених наплавленням сормайтотом і вібраційним зміцненням склала в 1,1...1,2 рази менше, ніж в лемішів відновлених наплавленням сормайтотом, і нових.

Величина зносу по товщині стінки у лемішів, відновлених наплавленням сормайтотом і вібраційним зміцненням склала в 1,2 і 1,54 рази менше в порівнянні зі зносом лемішів, відновлених наплавленням сормайтотом, і нових.

3.2. Дослідження структури матеріалу леза лемішів

Механічні та технологічні властивості матеріалу як нової, так і відновленої деталі залежить від його структури.

Дослідження структури проводили га зразках, виготовлених з леза ріжучої частини лемішу наступних варіантів:

- нові леміші зі сталі Л-53, з вібраційним зміцненням;
- відновлені приварюванням шин зі сталі 45 з наплавленням сормайтотом;
- відновленні приварюванням шин зі сталі 45 з наплавленням сормайтотом і подальшим вібраційним зміцненням.

Дослідження мікроструктури показали, що при вібраційному зміцненні (рис. 3.2) формується більш дрібнозерниста і рівномірна структура в порівнянні зі структурою зразків, які не піддавались вібраційній обробці (рис. 3.3).

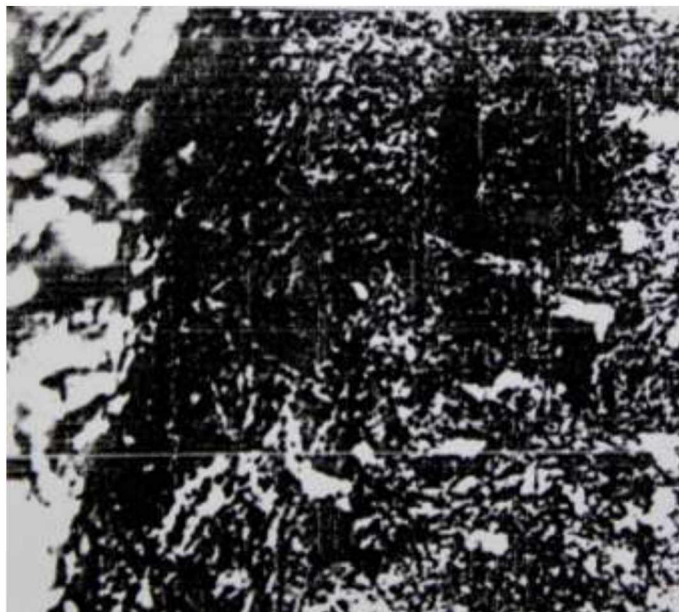


Рисунок 3.2 – Мікроструктура матеріалу зразків після вібраційного зміцнення, х600



Рисунок 3.3 - Мікроструктура матеріалу леміша без зміцнення, х600

Твердість матеріалу на поверхні леза лемішу в залежності від технологічного процесу відновлення складала:

- відновлених приварюванням шин зі сталі 45 з наплавленням сормайтотом і вібраційним зміцненням – 71...74 HRC;
- нових лемішів зі сталі Л-53, після вібраційного зміцнення – 66...68 HRC;
- нових лемішів зі сталі Л-53 – 57...59 HRC.

Твердість зразків лемішів відновлених приварюванням шин зі сталі 45, наплавлених сормайтотом і вібраційно-зміцнених в 1,20...1,22 рази вище твердості лемішів зі сталі Л-53 без вібраційного зміцнення.

3.3. Вплив методу обробки на якісні показники відновлення робочих поверхонь

Довговічність робочих органів ґрунтообробних машин залежить як від умов експлуатації і конструктивних їх рішень, так і від стану робочої поверхні, яка повинна відповідати наступним умовам:

- мати високу зносостійкість;
- мати достатні стискаючі залишкові напруження;
- структура металу повинна бути дрібнозернистою;
- шорсткість поверхні повинна відповідати технічним умовам [18].

При розробці технологічного процесу відновлення робочих органів ґрунтообробних машин були дослідженні і визначені оптимальні значення наступних параметрів: частоти коливань оброблюючого інструменту, його амплітуди коливань, часу зміцнення, а також обґрунтовані товщина ріжучої кромки і кут загострення леза.

Величина деформації – один із основних параметрів відновлення робочої поверхні лемішів ґрунтообробних машин, що призначена для компенсації її зносу. Тому важливим є встановлення залежності між величинами зміни

ширини леміша, товщини його леза при деформуванні, амплітудою коливань оброблюючого інструменту і часу обробки.

Дослідженню підлягали зразки – леміші товщиною леза 2,5 мм і кутом загострення 30° . Час обробки становив 10...30 с.

На рис. 3.4 і 3.5 показані графічні залежності зміни величини деформації Δh та товщини Δa леза леміша.

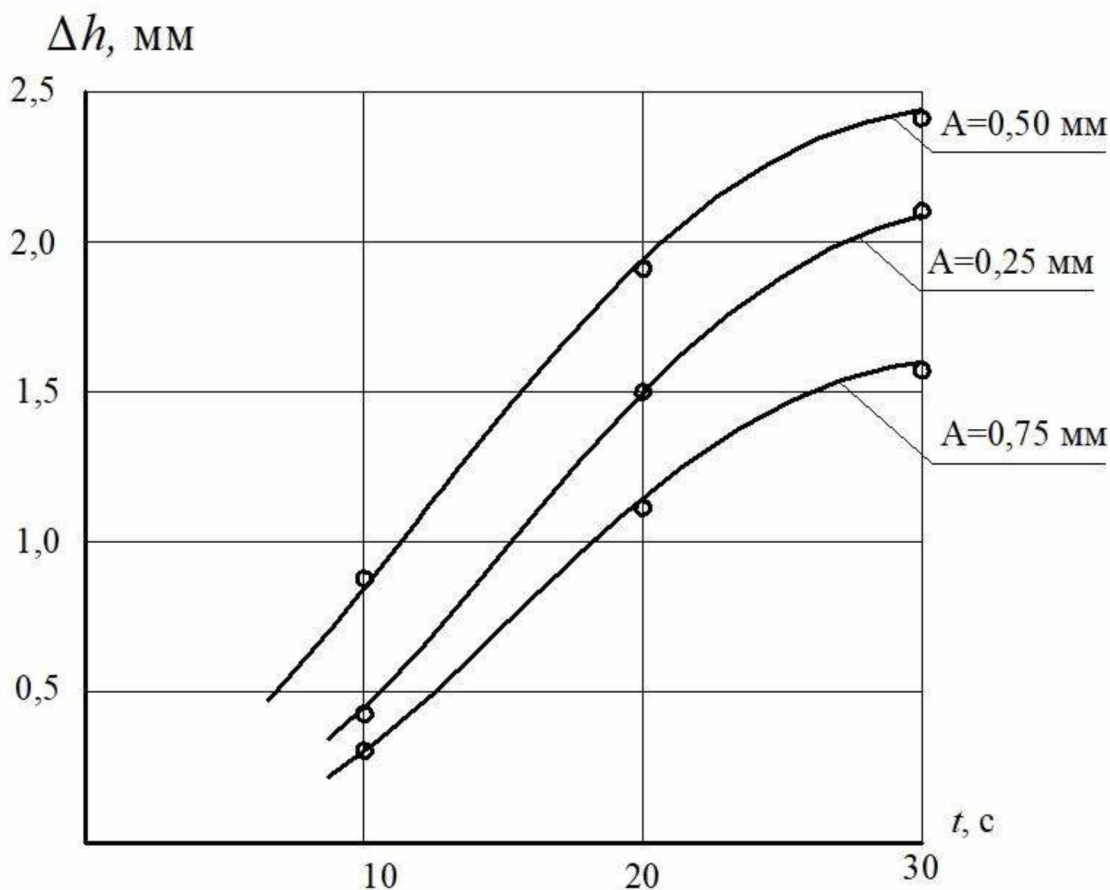


Рисунок 3.4 – Зміна деформації Δh ширини леза леміша

Як видно із показаних залежностей характер зміни збільшення ширини леза і зменшення його товщини при вказаних значеннях амплітуди коливань оброблюючого інструменту однаковий. Найбільше значення вказаних величин отримано при амплітуді коливань $A = 0,5$ мм, а найменше значення цих величин – при $A = 0,75$ мм.

Такий характер зміни ширини леза леміша при вібраційному деформуванні можна пояснити тим, що при амплітуді $A = 0,25$ мм слабо проявляються властивості вібраційних коливань оброблюючого інструменту.

При амплітуді коливань $A = 0,75$ мм відбувається менший контакт обробляючого інструменту з оброблюваною поверхнею в результаті більшого його відривання від зміцнюючої поверхні. При цьому навантаження на матеріал оброблюючої деталі має ударний характер. Так, при амплітуді $A = 0,5$ мм величина приросту ширини леза леміша в 1,13 рази більше, ніж при $A = 0,25$ мм і в 1,5 – при $A = 0,75$ мм.

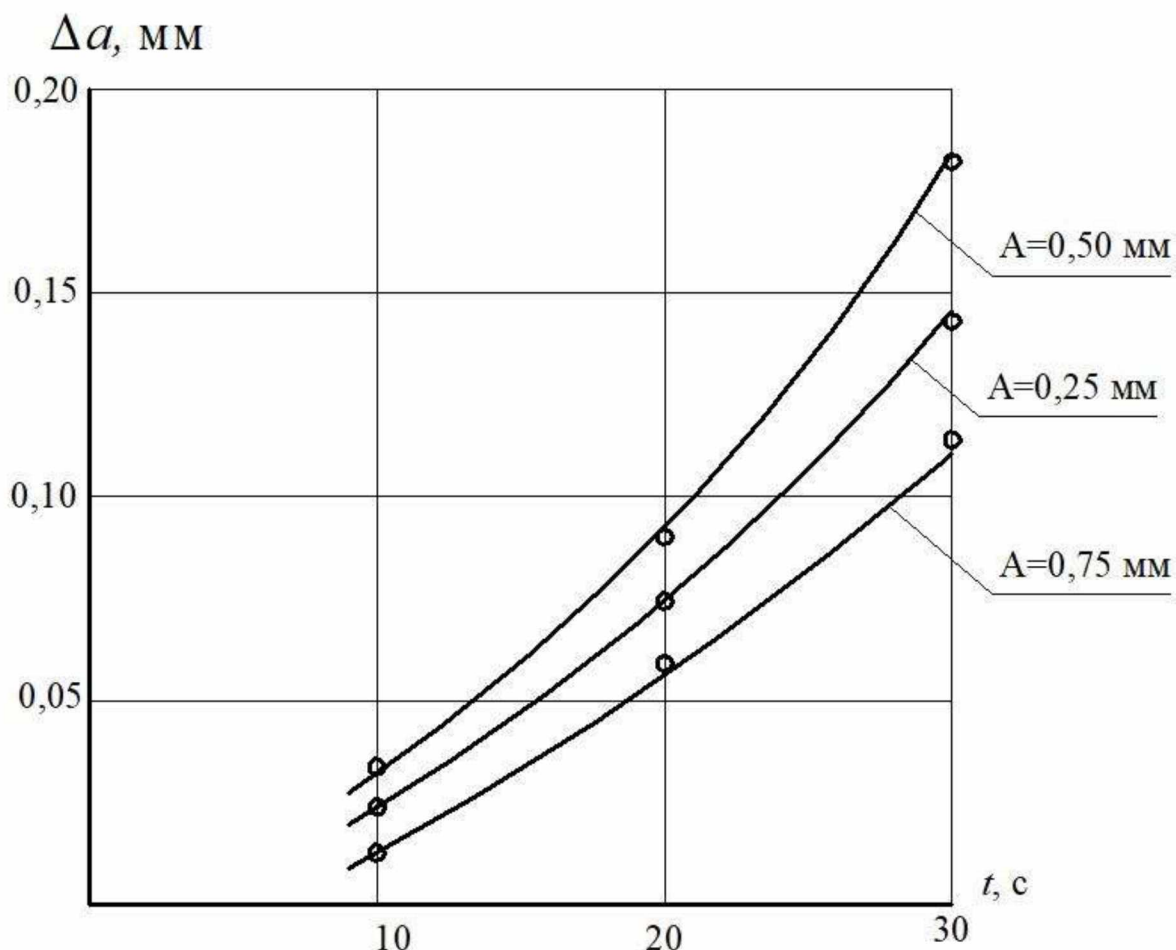


Рисунок 3.5 – Зміна деформації Δa по товщині леза леміша

Зменшення товщини леза лемішу відповідно склало в 1,29 і 1,74 рази. Це можна пояснити спільною дією на зміцнюючий матеріал статистичних і циклічних напружень, що спонукають переміщенню ліній ковзання і підвищенню величині деформацій по ширині і товщині леза.

На основі викладеного можна зробити висновки:

- при вібраційному зміцненні значення амплітуди $A = 0,5$ мм є оптимальним;

- інтенсивність приросту ширини леза леміша при його зміщенні з амплітудою $A = 0,5$ мм при часу обробки $t = 20$ с має прямолінійний характер;
- збільшення ширини леза леміша при амплітуді $A = 0,5$ мм і часу обробки матеріалу $t = 30$ с в 1,87 рази більше, ніж при $t = 20$ с.

3.4. Визначення зносу лемішів

Дослідження процесу динаміки зношування ріжучих елементів проводились на стенді у відповідності з методикою, що викладена у другому розділі, для наступних лемішів:

- відновлених приварюванням шин зі сталі 45 з наплавленням сормайтотом і вібраційним зміцненням;
- нових лемішів зі сталі Л-53 зміцнених вібраційним деформуванням;
- нових лемішів зі сталі Л-53.

Дослідження динаміки зношування лез лемішів проводились при вологості робочої суміші 10...18 %. Глибина обробки складала 22...27 мм, а швидкість руху 1,4 м/с.

Вивчення динаміки зношування вказаних лемішів показало нерівномірність зміни їх форми по контуру ріжучої кромки.

На рис. 3.6 показана зміна контуру леза леміша в залежності від напрацювання.

Дослідження показали, що можна виділити три характерні ділянки зношування леза леміша в залежності від часу роботи: зношування носка, зношування середньої частини і зношування п'ятки.

Носок леміша по інтенсивності зношування має більше значення в порівнянні з іншими частинами.

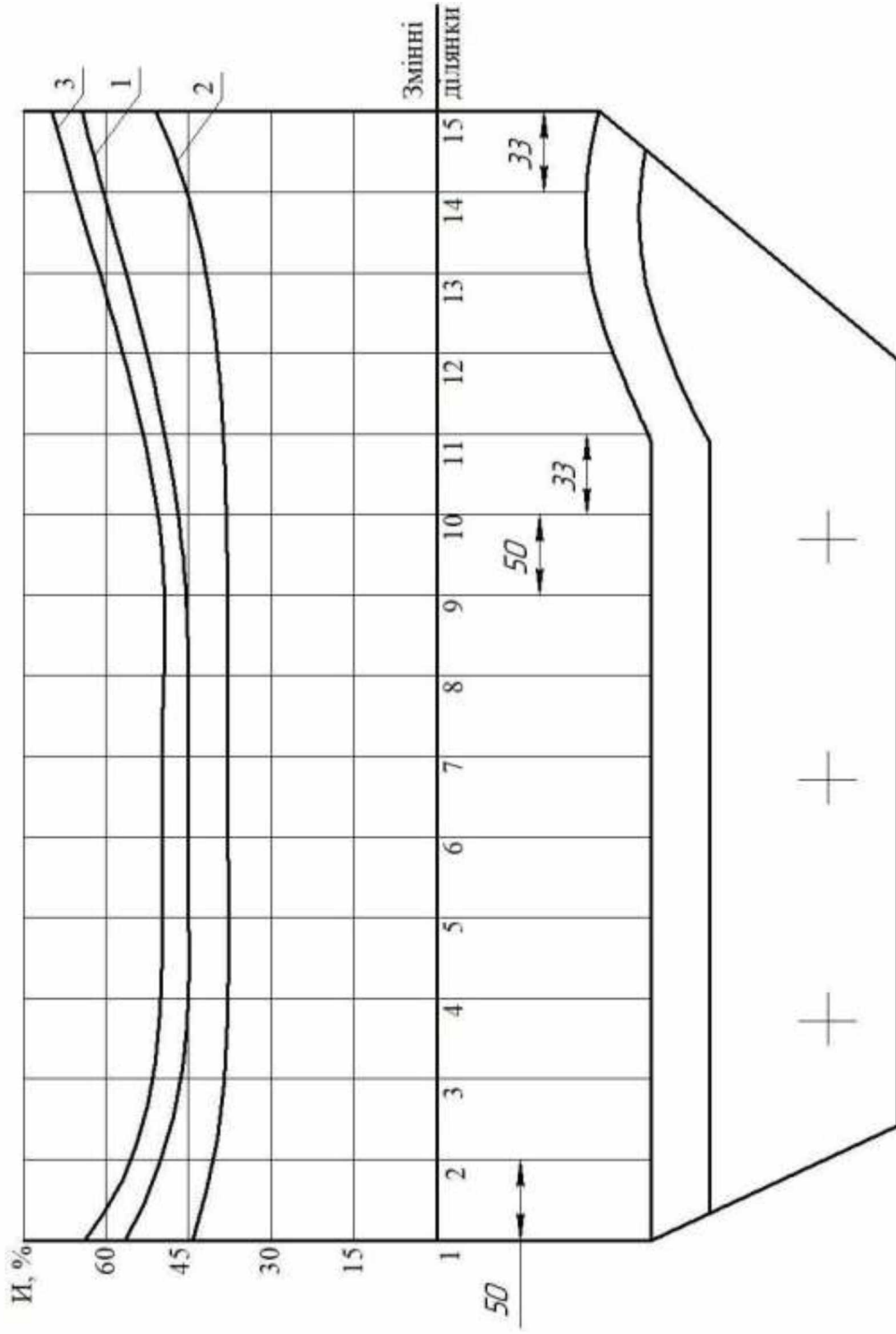


Рисунок 3.6 – Розподіл зносу по довжині ріжучої кромки леміша: 1 - відновлені приварюванням шин зі сталі 45 з наплавленням сормайтом і віброзміцненням; 2 - нові зі сталі Л-53 зміцнених вібраційним деформуванням; 3 - нові зі сталі Л-53 без зміцнення

Розподіл зносу по довжині леміша має нерівномірних характер, який обумовлений, на нашу думку, наступними двома факторами:

- різною зносостійкістю окремих ділянок леза;
- дією зовнішнього середовища, тобто складу ґрунту, що обробляється.

Інтенсивність зношування носової частини в 1,43...1,48 рази більше в порівнянні з інтенсивністю зношування інших ділянок. Внаслідок цього носок поступово втрачає свою виступаючу форму.

Втрата форми носка викликає погіршення якості обробки оскільки носок забезпечує потрібне заглиблення леміша і стійкість роботи плуга.

Результати стендових досліджень зразків ріжучих елементів на зношування представлені в табл. 3.1.

Таблиця 3.1 - Зміна зношування по ширині ріжучого елемента в залежності від методу зміцнення і часу роботи

| Варіант леміша | Знос по ширині, мм / Інтенсивність зношування, мм/га | | | |
|--|--|-----------------|-----------------|-----------------|
| | 6 год | 12 год | 18 год | 24 год |
| 1. Відновленні приварюванням шин зі сталі 45 з наплавленням сормайтотом і вібраційним зміцненням | 0,28 / 0,046 | 0,54 / 0,045 | 0,61 / 0,033 | 0,82 / 0,016 |
| 2. Нові зі сталі Л-53, піддані вібраційному зміцненню | 0,30 / 0,050 | 0,61 / 0,051 | 0,83 / 0,046 | 1,11 / 0,047 |
| 3. Нові зі сталі Л-53 без зміцнення | 0,46 / 0,076 | 0,90 / 0,075 | 1,25 / 0,069 | 1,65 / 0,068 |

Аналіз отриманих даних показує, що знос по ширині робочого елемента при різних методах зміцнення перш за все залежить від виду обробки, матеріалу і технологічних режимів.

Так для лемішів зі сталі Л-53, що піддавались вібраційному зміцненню, величина зносу після 6 год роботи в 1,7 рази менше в порівнянні з новими зразками зі сталі Л-53.

Данні зміни товщини ріжучої кромки леміша в умовах стендових досліджень представленні на рис.3.7.

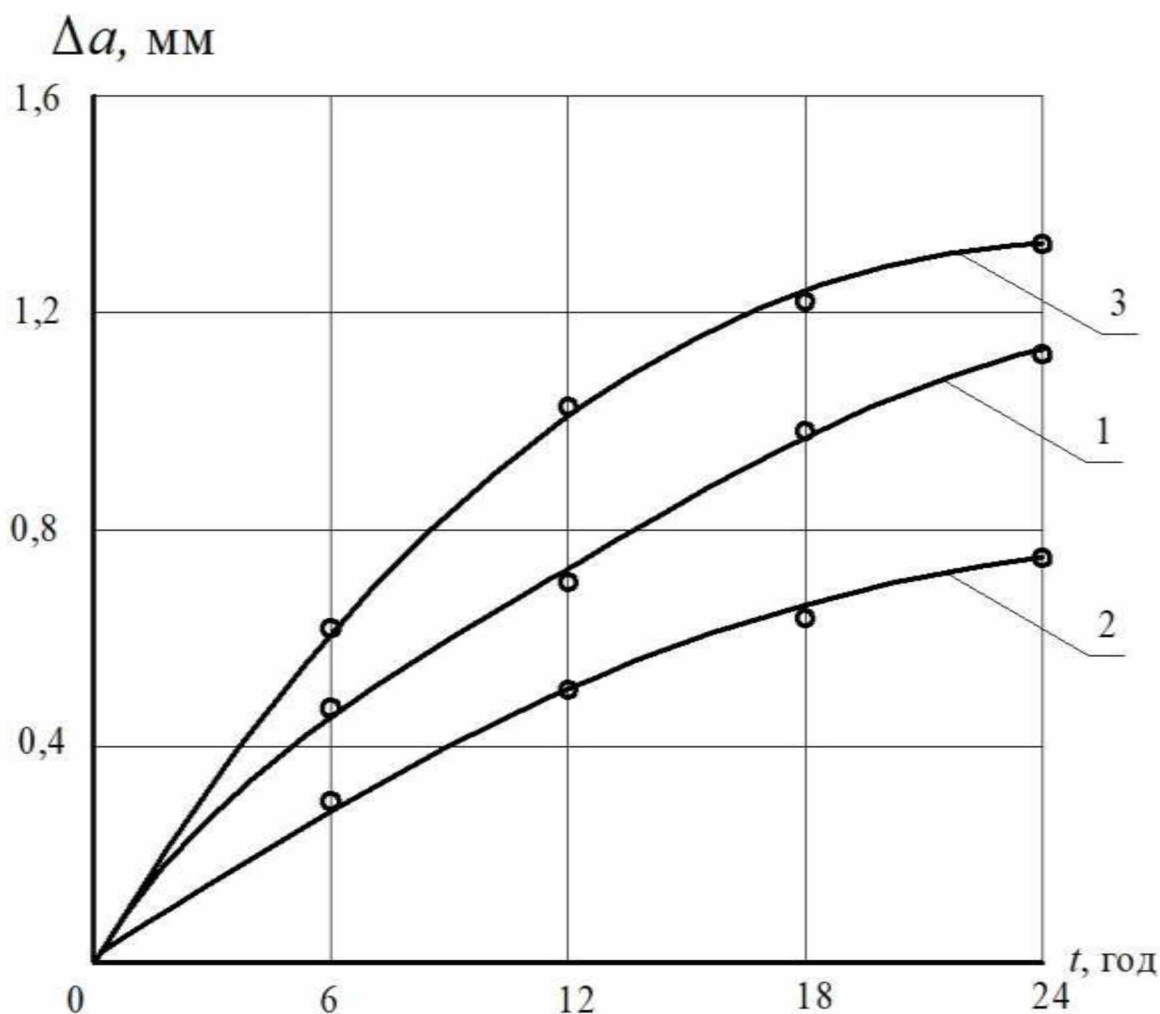


Рисунок 3.7 – Зміна товщини Δa ріжучої кромки леза леміша в умовах стендових досліджень:

1 - відновлені приварюванням шин зі сталі 45 з наплавленням сормайтотом і вібраційним зміцненням; 2 - нові леміші зі сталі Л-53 і зміцнені вібраційним деформуванням; 3 - нові леміші зі сталі Л-53

Як показали дослідження, інтенсивність затуплення товщини ріжучої кромки леза в перші години випробувань вище для всіх варіантів лемішів.

Інтенсивність зміни товщини ріжучої кромки леза лемішів, відновлених приварюванням шин зі сталі 45 з наплавленням сормайтотом і вібраційним зміцненням, в 1,17 рази менше в порівнянні з новими лемішами зі сталі Л-53. Зміна величини затуплення леза лемішів зі сталі Л-53, підданих вібраційному зміцненню, в 2,06 менше порівняно з новими зі сталі Л-53 без зміцнення.

Висновки

1. Дослідженнями виявлено, що більш дрібнозерниста структура металу формується при вібраційному деформуванні і характеризується однорідним розподілом фаз на глибину 80...320 мкм, що забезпечує зміцнення матеріалу робочого шару лемішів.

2. Твердість обробленої поверхні леза леміша зростає на 23...35%.

3. Час обробки поверхні леза леміша має суттєвий вплив на збільшення його ширини в 1,87 рази при вібраційному зміцненні з амплітудою $A = 0,5$ мм і тривалістю 20 с.

РОЗДІЛ 4

РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ПРАКТИЧНОЇ РЕАЛІЗАЦІЇ РОЗРОБОК

4.1. Екологічна експертиза

Одним з ефективних і перспективних засобів охорони навколишнього середовища є екологічна паспортизація ремонтно-обслуговуючих підприємств. Екологічний паспорт підприємства належить до основної технічної документації.

У цьому документі наведено дані взаємовідносин підприємства з довкіллям [19].

У першій частині паспорта наводяться загальні відомості про виробництво: назва підприємства та продукції, що виробляється, район розташування, його потужність, кількість працюючих, та основні витрати сировини, види енергії, пального, а також відомості про споживану сировину, джерела водо- і теплопостачання, короткий опис технологічних схем виробництва основної продукції, відомості про кращі альтернативні технології, що застосовуються на інших підприємствах країни чи світової практики і завдань меншої шкоди довкіллю.

У другій частині паспорта відображено заплановані природо-охоронні заходи із зазначенням конкретних термінів, виконавців, обсягів і витрат.

Екологічний паспорт дає змогу зробити аналіз екологічного середовища в регіоні, порівняти техніко- і еколого-економічні дані з даними інших підприємств, що характеризуються природоохоронними заходами.

Він дозволяє оцінити й ефективність застосованої технології, ефективність технології очищення стічних вод і газо-димових викидів.

Оскільки ремонтні підприємства є джерелами забруднення в тій чи іншій мірі забруднення атмосфери і навколишнього середовища, то проводять аналіз забезпеченості технічними засобами контролю за станом навколишнього

середовища, викидами забруднюючих речовин в атмосферу і дають оцінку виконання екологічних заходів, описують методи контролю за шкідливими викидами, заходи щодо їх зменшення.

Проведений аналіз дозволяє зробити рекомендації щодо забезпечення екологічної стійкості підприємства, а також план ліквідації аварійних ситуацій витоків нафтопродуктів, в якій включають об'єкти і території, що підлягають особливому захисту від забруднень.

Для обґрунтування категорії екологічної небезпеки встановлюють структуру викидів і скидань забруднюючих речовин при експлуатації технологічного обладнання. На підставі екологічного аналізу джерел викидів роблять розрахунок «пріоритетного» викиду шкідливих речовин.

Екологічні порушення (злочини) караються відповідно до вимог Кримінального кодексу України. Вимоги закону передбачають встановлення причинного зв'язку між зробленим порушенням і погіршенням середовища.

До екологічних порушень відносять:

- забруднення навколишнього природного середовища (води, повітря, ґрунту);
- порушення правил обороту небезпечних матеріалів і відходів.

Забруднення поверхневих чи підземних вод, джерел питної води або зміна її природних властивостей можуть завдавати шкоди сільському господарству. Оцінка завданого збитку здійснюється з урахуванням вартості затрат на відновлювальні роботи та ліквідацію наслідків.

Порушення правил викиду забруднюючих речовин в атмосферу, експлуатації очисних споруд чи інших об'єктів спричиняють забруднення або зміну природних властивостей повітря, що може завдавати істотної шкоди здоров'ю людині.

Шкідливий вплив на ґрунти зумовлює забруднення їх відходами господарської діяльності, що може бути небезпечним для здоров'я людей, забруднювати сільськогосподарську продукцію та водойми

4.2. Охорона праці

4.2.1. Аналіз охорони праці

Охорона праці включає техніку безпеки, що запобігає травматизму і перешкоджає виникненню захворювань від дії шкідливих чинників.

Структура комплексу заходів наступна:

1. Аналіз стану охорони праці або безпеки технологічного процесу на підприємстві.
2. Розробка організаційних, технічних, санітарно-гігієнічних заходів щодо поліпшення стану охорони праці.
3. Розробка інструкцій з охорони праці при роботі на технологічному обладнанні або при використанні запропонованого пристосування (технології);
3. Аналіз і оцінка пожежної безпеки підприємства, організація пожежної профілактики визначення категорії виробництва з пожежної небезпеки, ступеня вогнестійкості будівельних конструкцій, обґрунтування первинних засобів і витрати води для гасіння пожежі).

Аналіз стану охорони праці проводять так, щоб можна було визначити передумови для розробки заходів щодо зниження травматизму і поліпшення умов праці.

При аналізі стану охорони праці в організації і технології ремонтно-обслуговуючих робіт враховують наступне:

- дотримання законодавства про режим праці і відпочинку працюючих;
- відповідність організації забезпечення охорони праці вимогам нормативних документів;
- планування заходів щодо охорони праці, виділення і використання грошових і матеріальних коштів на їх виконання;
- відповідність будівлі ремонтно-обслуговуючого підприємства вимогам санітарних і будівельних норм і правил;
- динаміку травматизму і захворюваності;
- санітарно-побутові умови працівників.

4.2.2. Розробка заходів щодо поліпшення стану охорони праці

Заходи щодо поліпшення стану охорони праці розробляють на основі аналізу, якими передбачають:

- поліпшення діяльності адміністрації (наймача) з дотримання трудового законодавства і виконання вимог нормативної документації з охорони праці;
- вдосконалення системи навчання працівників охорони праці відповідно до нормативних документів;
- поліпшення контролю і нагляду за дотриманням вимог охорони праці;
- застосування засобів наочної агітації з безпеки праці, поліпшення планування з охорони праці;
- заміну небезпечних технологічних процесів безпечними;
- створення нормального повітряного середовища за рахунок вентиляції і опалювання;
- забезпечення пожежної безпеки;
- створення необхідних санітарно-побутових умов для працівників підприємства.

Для розробки вимог безпеки (інструкцій) з охорони праці при експлуатації існуючого, проєктованого або модернізованого пристосування необхідно спочатку охарактеризувати можливі небезпечні і шкідливі виробничі чинники, які можуть виникнути під час роботи, небезпечні зони, а потім описати методи їх ліквідації.

Необхідно також обґрунтувати вимоги до персоналу, який експлуатуватиме обладнання.

При необхідності обґрунтовують санітарно-гігієнічні умови праці, передбачають заходи і засоби пожежної безпеки, розробляють інструкцію з техніки безпеки.

4.2.3. Визначення кількості шкідливих виділень у виробничих приміщеннях

Деякі технології, що виконується на ремонтних підприємствах, характеризуються виділенням різних забруднень. Тому в приміщеннях повинні забезпечувати відносну вологість повітря, концентрацію в ньому газів, шкідливих виділень у межах, що не перевищують допустимі норми.

Якщо виділення забруднень відбувається на окремому технологічному обладнанні (на столі для зварювальних робіт, у наплавлювальній установці і т.п) встановлюють місцеву вентиляцію. При розсіяному виділенні забруднень у приміщенні передбачають загальнообмінну вентиляцію.

Розрахунок вентиляційних систем проводять виходячи з інтенсивності забруднення повітря. Кількість виділень, що забруднюють повітря в приміщенні, визначають по кожному джерелу.

У виробничих приміщеннях до основних забруднень відносять: відпрацьовані гази двигунів внутрішнього згорання; гази та аерозолі, що утворюються в процесі зварювання, наплавлення, паяння.

Кількість повітря, необхідну для розбавлення газових забруднень, тобто продуктивність вентиляційної установки, визначають за формулою:

$$W_e = 10^6 Q_c / (C_{p,z} - C_n) , \quad (4.4)$$

де W_e – продуктивність вентиляційної установки, м/год.;

Q_c – сумарна кількість забруднень, що виділяються, кг/год.;

$C_{p,z}$ – гранично допустима концентрація даного забруднення в робочій зоні, мг/м³;

C_n – концентрація даного забруднення у повітрі, що поступає, мг/м³.

У приміщеннях ділянок діагностики і технічного обслуговування, ремонтно-монтажної кількості шкідливих виділень від працюючого дизельного двигуна визначають за формулою:

$$Q_d = (160 + 13,5V_u) \frac{P}{100} \cdot \frac{T}{60}, \quad (4.5)$$

де Q_d – кількість шкідливих виділень від працюючого дизельного двигуна, кг/рік.;

V_y – робочий об'єм циліндрів двигуна, л;

P – вміст забруднень у відпрацьованих газах, %;

T – час роботи двигуна, хв.

При роботі карбюраторного двигуна:

$$Q_k = 15(0,6 + 0,8V_y) \frac{P}{100} \cdot \frac{T}{60}. \quad (4.6)$$

На ділянці зварювання роботи супроводжуються виділенням зварювальних аерозолів і шкідливих газоподібних речовин (фтористого водню, оксидів азоту, оксиду вуглецю та ін.).

Кількість шкідливих виділень при зварюванні визначають за формулою:

$$Q_a = 10^{-3} G_e q_a, \quad (4.7)$$

де Q_a – кількість зварювального аерозолу, кг/рік.;

G_e – максимальна витрата електродів, кг/рік.;

q_a – питоме виділення аерозолу, г/кг.

При митті деталей і агрегатів застосовують синтетичні миючі засоби на основі кальцинованої соди, розчин каустичної соди і т. д. Викид забруднюючої речовини при митті визначають за формулою:

$$Q_z = 3600 q_z F, \quad (4.8)$$

де Q_z – кількість забруднень, що виділяються, г/рік;

q_z – питомі виділення забруднюючих речовин при митті, г/(с·м²)

F – площа дзеркала ванни, м².

4.3. Техніко-економічне обґрунтування досліджень

Техніко-економічна оцінка проведена у відповідності з рекомендаціями [20, 21] з визначення ефективності підвищення надійності сільськогосподарських машин.

Річний економічний ефект від впровадження розробленої технології відновлення лемішів визначали за такою залежністю:

$$E = [(c_1 + E_n \kappa_1) - (c_2 + E_n \kappa_2)] B_p, \quad (4.9)$$

де c_1 і c_2 – собівартість нового і відновленого леміша приварюванням шин, наплавленням сормайтотом і зміцненого вібраційним методом;

$E_n = 0,15$ – нормативний коефіцієнт ефективності капіталовкладень;

де κ_1 і κ_2 – питому капітальні на придбання технологічного обладнання, грн;

B_p – річна потреба у відновленні лемішів за розробленою технологією, шт.

Витрати C_y на виготовлення вібраційної установки для зміцнення робочої поверхні лемішів визначали за формулою:

$$C_y = C_k + C_{od} + C_{nd} + C_{cb} + C_{zv}, \quad (4.10)$$

де C_k – вартість виготовлення корпусних деталей, грн.;

C_{od} – витрати на виготовлення оригінальних деталей, грн.;

C_{nd} – ціна покупних деталей і складальних одиниць, грн.;

C_{cb} – заробітна плата виробничих робітників, зайнятих на складанні конструкції, грн.;

C_{on} – загальновиробничі накладні витрати на виготовлення конструкції, грн.

На час виготовлення установки розраховані за залежністю (4.10) витрати склали 5630 грн.

Визначення питомих капітальних вкладень визначались по залежностях:

$$\kappa_1 = \frac{C_{O1}}{B_{P1}}; \quad \kappa_2 = \frac{C_{O2}}{B_{P2}}, \quad (4.11)$$

де C_{O1} і C_{O2} – вартість основних виробничих фондів за діючої технології виготовлення і розробленої технології відновлення плужних лемішів;

B_{P1} і B_{P2} – річна програма виготовлення та відновлення за розробленою технологією.

Розраховані за даними залежностями питомі капіталовкладення склали $\kappa_1 = 0,64$ грн.; $\kappa_2 = 0,42$ грн.

Собівартість відновлення C леміша визначали:

$$C = C_{з.п.} + C_M + C_{р.ф.} + C_{н.р.} + C_{i.в.}, \quad (4.12)$$

де $C_{з.п.}$ – заробітна плата виробничих робітників, зайнятих в процесі відновлення, грн.;

C_M – витрати на використанні при відновленні лемішів матеріали, грн.;

$C_{р.ф.}$ – вартість ремонтного фонду з урахування витрат на придбання обладнання, грн.;

$C_{н.р.}$ – накладні витрати, грн.;

$C_{i.в.}$ – інші витрати, грн.

Собівартість одного нового лемішу становить у середньому $C_1 = 125$ грн., а відновленого $C_2 = 85$ грн.

Економічний ефект від впровадження розробленої технології складе:

$$E = [(125 + 0,15 \cdot 0,64) - (85 + 0,15 \cdot 0,42)] \cdot 500 = 20015 \text{ грн.},$$

де 500 – річний обсяг відновлених лемішів.

Економічний ефект на одиницю продукції становить 40,03 грн.

Додатковий прибуток від реалізації річного обсягу продукції у виробника становитиме:

$$\Pi = [(Ц_2 - C_2) - (Ц_1 - C_1)] B_T, \quad (4.13)$$

де $Ц_1$ і $Ц_2$ – оптова ціна нового леміша і відновленого за розробленою технологією, грн.

$$\Pi = [(143 - 85) - (143 - 125)] \cdot 500 = 20000 \text{ грн.}$$

Основні показники техніко-економічної ефективності відновлення плужних лемішів наведені в табл. 4.4.

Таблиця 4.14 - Показники техніко-економічної ефективності

| Показники економічної ефективності | Значення показників | |
|---|---------------------------------|-----------------------------------|
| | Існуюча технологія виготовлення | Розроблена технологія відновлення |
| 1. Річний обсяг виготовлення і відновлення лемішів, шт. | 500 | 500 |
| 2. Собівартість одного леміша, грн. | 125 | 85 |
| 3. Собівартість комплекту лемішів, грн. | 625 | 425 |
| 4. Питомі капітальні вкладення, грн. | 0,64 | 0,42 |
| 5. Річний економічний ефект, грн. | | 20015 |
| 6. Економічний ефект на одиницю продукції, грн. | | 40,03 |

Висновки

1. Дослідження показали, що розроблений метод відновлення з використанням вібраційного зміцнення забезпечує зниження швидкості зношування ширини леміша в 1,4 рази, а його товщини в 1,29 рази в порівнянні з новими деталями. Характер зносу нових лемішів не відрізняється від розробленого методу.

2. Вартість одного леміша, відновленого за розробленою технологією, в 1,47 рази нижче вартості нового.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Проведеним аналізом результатів відомих досліджень встановлено, що надійність плужних агрегатів в значній мірі визначається зносом лемішів. Вирішення проблеми підвищення надійності ґрунтообробної техніки слід здійснювати за рахунок застосування зміцнюючої обробки лез лемішів вібраційним зміцненням.

2. Приведена методика дослідження структури і властивостей матеріалу деталей при їх обробці тиском. Встановлено, що при вібраційному деформуванні формується більш дрібнозерниста і рівномірна мікроструктура металу, що сприяє накопичення залишкової деформації і зміцнення оброблюваної поверхні ріжучої частини лемішів.

3. Встановлені оптимальні параметри зміцнення: амплітуда коливань обробного інструменту $A = 0,5$ мм, частота коливань 1400 хв^{-1} ; час обробки 20 с.

4. Стендовими дослідженнями встановлений характер зношування по довжині ріжучої кромки леза. Інтенсивність зношування носової частини в 1,43... 1,48 рази більше в порівнянні з інтенсивністю зношування інших частин.

5. Аналіз отриманих даних показує, що знос по ширині робочого елемента леміша при різних методах зміцнення перш за все залежить від виду обробки, матеріалу і технологічних режимів.

6. Показана значимість екологічної експертизи, яка є одним з ефективних засобів охорони навколишнього природного середовища, та правова відповідальність за скоєні екологічні злочини.

7. Проведений аналіз охорони праці в організації і технології ремонтно-обслуговуючих робіт на підприємстві, а також при використанні розробленої технології відновлення деталей.

8. Економічний ефект від впровадження розробленої технології складе 20015 грн.