

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет інженерії машин, споруд та технологій
(повна назва факультету)

кафедра інжинірингу машинобудівних технологій
(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

магістр

(назва освітнього ступеня)

на тему: **Розроблення технології виготовлення лемеха плуга
типу ПНЧС 01.702**

Виконав(ла): студент(ка) 6 курсу, групи МПм-61
спеціальності 131 Прикладна механіка

(шифр і назва спеціальності)

_____ Допик В.В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник _____ Пулька Ч.В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Нормоконтроль _____ Ткаченко І.Г.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри _____ Окіпний І.Б.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Рецензент _____
(підпис) (прізвище та ініціали)

Тернопіль
2022

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота магістра на тему: "Розроблення технології виготовлення лемеха плуга типу ПНЧС 01.702 " складається із розрахунково-пояснювальної записки об'ємом 68 аркушів формату А4 і графічної частини об'ємом 6 аркушів формату А1. Розрахунково-пояснювальна записка складається із таких частин: аналітична, технологічна, науково-дослідницька, конструкторська, охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.

Для висвітлення питань, які розглядаються у кваліфікаційній роботі, розрахунково-пояснювальна записка містить 44 рисунки, 10 таблиць, 1 додаток. При написанні розрахунково-пояснювальної записки використано 23 першоджерел.

В роботі обґрунтовано технологію виготовлення лемехів та зміцнення їх поверхонь індукційним наплавленням зносостійкими порошкоподібними твердими та запропоновано ефективно наплавлювальне устаткування, що дозволяють підвищити експлуатаційні показники лемехів та забезпечити процес самозагострювання в процесі експлуатації .

В роботі досліджено експлуатаційні властивості елементів наплавлення різними наплавлювальними матеріалами ПГ- С27 – порошкоподібний твердий сплав на залізній основі, електрод ОЗН-6 та лемех виготовлений із термообробленої сталі 45. Зрозуміло, що найкращий експлуатаційний ресурс має лемех наплавлений індукційним методом матеріалом ПГ- С27.

За результатами досліджень підтверджено ефективність застосування запропонованої технології виготовлення лемеха плуга із зміцненням його леза методом індукційного наплавлення порошкоподібним твердим сплавом ПГ-С27, що дозволяє реалізувати його на виробництві.

Ключові слова: ІНДУКЦІЙНЕ НАПЛАВЛЕННЯ, ПОРОШКОПОДІБНИЙ ТВЕРДИЙ СПЛАВ, НАПЛАВЛЕННЯ, ЗНОСОСТІЙКІСТЬ, ЕКСПЛУАТАЦІЙНИЙ РЕСУРС.

ЗМІСТ

| | |
|---|----|
| ВСТУП..... | 6 |
| 1. АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА | 7 |
| 1.1. Опис конструкції виробу та умов його роботи..... | 7 |
| 1.2 Технічні умови до конструкції виробу..... | 12 |
| 1.3 Аналіз технологічного процесу виготовлення лемехів..... | 13 |
| 2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА | 15 |
| 2.1 Обґрунтування способу наплавлення..... | 15 |
| 2.2 Опис запропонованого технологічного процесу..... | 26 |
| 3 НАУКОВО-ДОСЛІДНИЦЬКА ЧАСТИНА..... | 32 |
| 4 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА | 46 |
| 4.1 Розрахунок нагрівального пристрою | 46 |
| 4.3. Опис роботи автоматизованої лінії наплавлення лемехів плугів..... | 52 |
| 5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ..... | 55 |
| 5.1 Оцінка шкідливих факторів в спроектованому цеху та заходи для зменшення їх впливу | 55 |
| 5.2 Розрахунок захисного заземлюючого пристрою | 58 |
| 5.3 Організація цивільної оборони на об'єктах господарської діяльності..... | 62 |
| ВИСНОВКИ..... | 65 |
| ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ | 66 |
| ДОДАТКИ..... | 69 |

ВСТУП

До робочих поверхонь деталей машин залежно від умов їх експлуатації висувають певні вимоги за різними властивостями: зносостійкості, жаростійкості, корозійної стійкості та ін. Міцність деталей досягається шляхом використання відповідних матеріалів з необхідними вихідними властивостями. Іншими словами, при проектуванні машин потрібно виходити із міцності сучасних матеріалів.

Найважливішими факторами, що визначають експлуатаційну надійність та термін служби деталей та конструкційних елементів машин, є також властивості матеріалів поверхонь цих деталей та елементів. Зношування деталей ґрунтообробних машин інтенсивно відбувається внаслідок агресивної абразивної дії ґрунту.

Збільшення розмірів обладнання, підвищення його швидкодії та продуктивності супроводжуються посиленням умов роботи його вузлів та механізмів. Збільшення терміну служби деталей машин можна забезпечити шляхом утворення на поверхні цих деталей та елементів шарів або покриттів, що володіють високим рівнем необхідних властивостей - корозійної стійкості при високих температурах, зносостійкості, твердості.

Такий шлях становить значні резерви економії сировинних ресурсів. Застосування технології покращення властивостей поверхні матеріалів розширює перспективу проектування та виробництва різного обладнання з вищим рівнем експлуатаційних показників, що, у свою чергу, дозволяє скоротити споживання енергії та підвищити продуктивність праці в різних галузях промисловості. [1]

1. АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1. Опис конструкції виробу та умов його роботи

Враховуючи те, що Україна є аграрною державою, то обробіток ґрунту є необхідним технологічним процесом при вирощуванні різних культур. Враховуючи специфіку ґрунтів та кліматичне розташування нашої держави найбільш широкого застосування при обробленні посівних полів отримала механічна обробка. Вона включає в себе: оранку, глибоке розпушування, культивуацію, фрезерування, боронування. Основною технологічною операцією обробітку є оранка яка складає близько 35% затрачуваної енергії. Для її реалізації застосовують наступні конструкції плугів: лемішні; дискові; ротаційні; комбіновані та чизельний. Однією із найбільш поширених конструкцій плуга, які застосовуються на теренах України є лемішними плуги. Вони бувають різного типу плуги (рис. 1.1) [2].

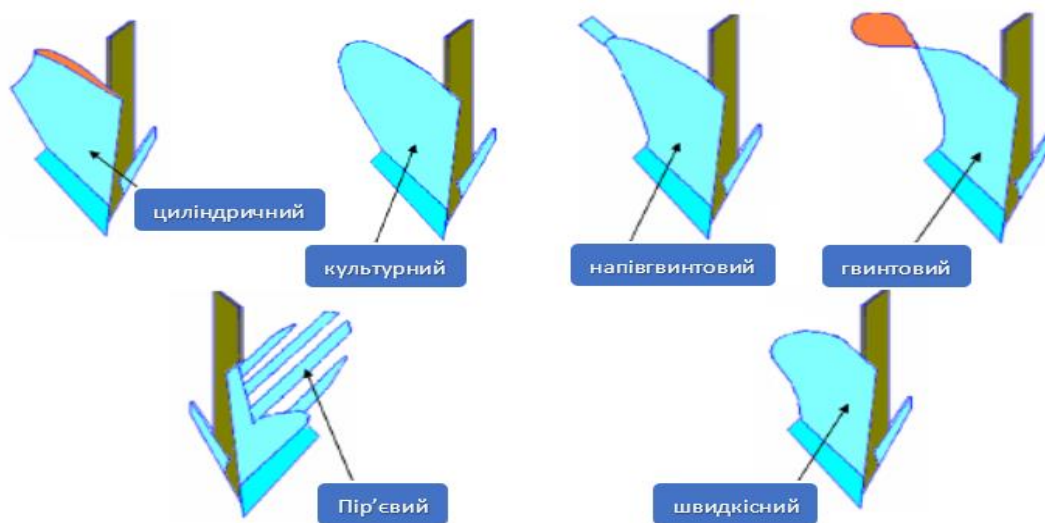


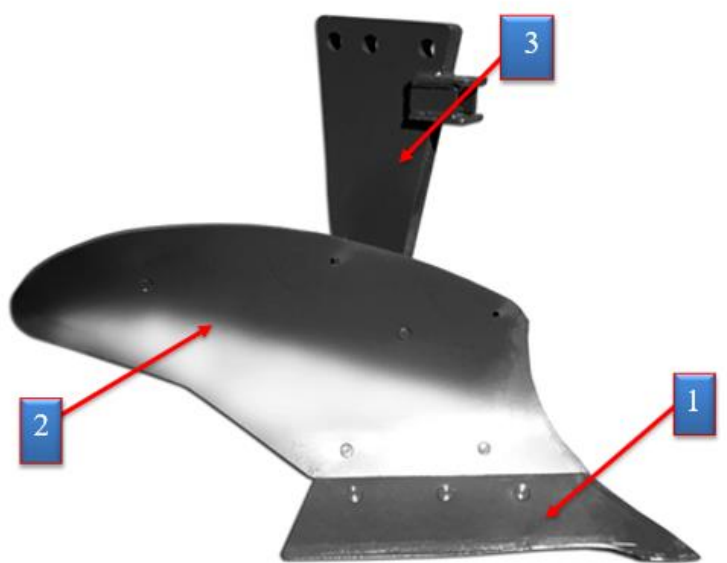
Рис. 1.1 Типи плужних робочих корпусів для відвальної оранки

Основними елементами конструкції плуга є (рис. 1.2): лемех(1), відвала(2), стійка(3).

Ці деталі працюють в умовах агресивного абразивного зношування та значних статичних та динамічних навантажень. Внаслідок прискореного

зношування робочих поверхонь плуга відбувається зниження якості обробки ґрунту, збільшення тягового опору агрегатів, а також виникають додаткові експлуатаційні витрати, пов'язані з підвищенням витрати пального.

Найбільшому зношуванню піддаються лемехи плуга, так як в процесі роботи відбувається затуплення лез через безперервну взаємодію металу з ґрунтом та рослинами, що призводить до зміни їх форми та розмірів. Тому, вони повинні мати високу міцність і зносостійкість.



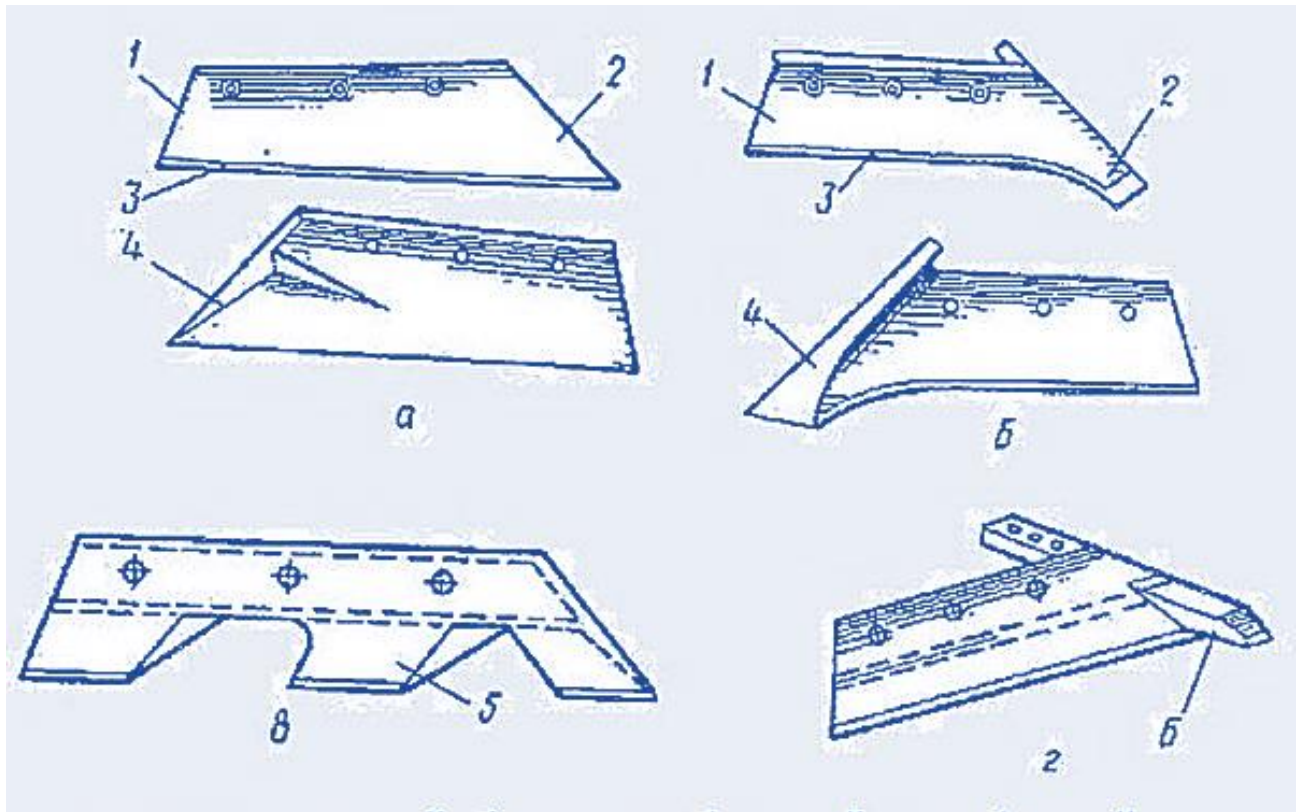
1 – лемех, 2 – відвал, 3 - стійка

Рис. 1.2 – Загальний вигляд корпусу плуга

В залежності від конструкції плуга та фірми виробника застосовуються лемехи різної форми та конструкції: трапецієвидні, зубчастий, долотоподібні та з висувним долотом. Найбільш поширеними є лемехи трапецієвидної та долотоподібної форми (рис. 1.4). Їх конструктивні розміри приведено на рис. 1.5.

Основним призначенням лемехів є підрізання шару ґрунту з його подальшим перенаправленням на відвал плуга для перевертання. Він кріпиться на черевик корпусу плуга потайними болтами.

В даній роботі розробляється технологія виготовлення леміша типу ПНЧС 01.702. Він застосовується при комплектуванні в більшості плугів серії ПЛН, які використовуються для оранки ґрунту (рис. 1.6).



1 – п’ятка, 2 – носок, 3 – лезо, 4 - магазин, 5 – зуб, 6 – долото

Рис. 1.3 Конструкції лемехів плугів: а) трапецієвидні; б) зубчастий в) долотоподібні; г) з висувним долотом

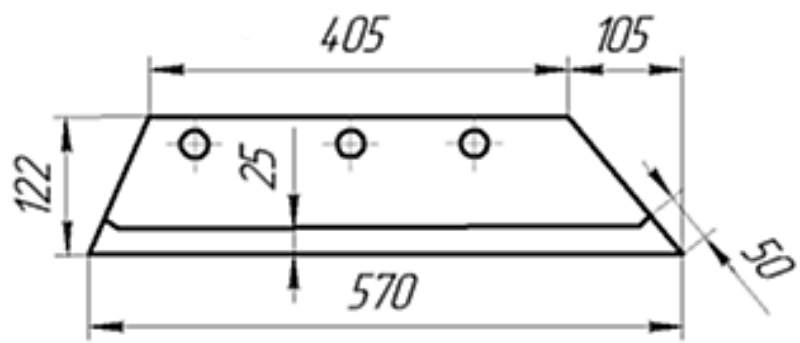


долотоподібний

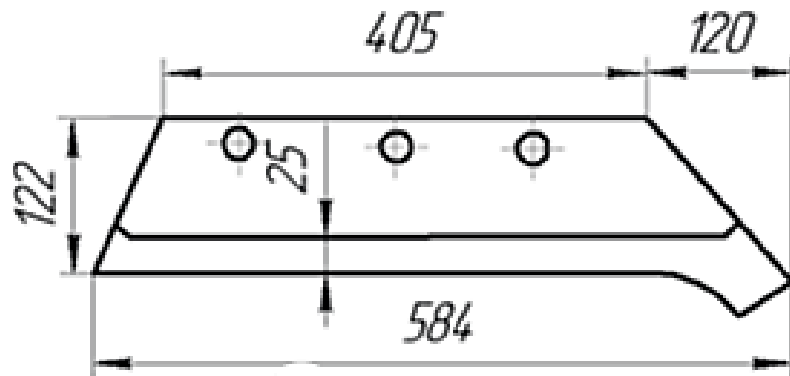


трапецієвидний

Рис. 1.4 Загальний вигляд найбільш поширених лемехів плуга



а)



б)

а – лемех з прямим лезом; б – лемех з долотоподібним лезом

Рис. 1.5 Конструктивні розміри лемехів.



Рис. 1.6 Загальний вигляд плуга типу ПЛН

Лемех виготовлений із високоякісної сталі з підвищеним ресурсом роботи. При нерівномірному стиранні шарів металу лемех весь час залишається гострим.

Для виготовлення робочих органів ґрунтообробних машин, в тому числі лемехів плугів застосовують сталь марки 55. В деяких випадках застосовують і інші марки сталей.

Хімічний склад і властивості сталі представлено в таблиці 1.1-1.3.

Таблиця 1.1 – Хімічний склад сталі 55, у % ГОСТ 2284 – 79 [3]

| C | Si | Mn | Ni | S | P | Cr | Cu | As |
|------------|-------------|-----------|--------|---------|----------|---------|--------|---------|
| 0.52 - 0.6 | 0.17 - 0.37 | 0.5 - 0.8 | до 0.3 | до 0.04 | до 0.035 | до 0.25 | до 0.3 | до 0.08 |

Таблиця 1.2 – Механічні властивості сталі 55 при $T = 20^{\circ}\text{C}$ [3]

| Сортамент | Розмір мм | $\sigma_{\text{в}}$ МПа | σ_{T} МПа | δ_5 % | ψ % | Термообробка. |
|---|--------------|----------------------------|----------------------------|-----------------|-------------|---------------|
| Прокат, ГОСТ 1050 – 88 | до 80 | 650 | 380 | 13 | 35 | Нормалізація |
| Стрічка відпалена, ГОСТ 2284 – 79 | | 440-740 | | 13 | | |
| Стрічка нагартрована, ГОСТ 2284 – 79 | | 740-1080 | | | | |

Таблиця 1.3 – Механічні властивості сталі 55 залежно від перерізу [3]

| Переріз, мм | $\sigma_{0,2}$ (МПа) | $\sigma_{\text{в}}$ (МПа) | δ_5 (%) | ψ % | КСУ (Дж/см ²) | НВ |
|---|----------------------|---------------------------|----------------|----------|---------------------------|-----|
| <i>Загартування 840 °С, вода. Відпуск 400 °С, повітря</i> | | | | | | |
| 20 | 870-990 | 1060-1210 | 7-8 | 43-52 | 54-67 | 341 |
| 40 | 640-740 | 900-1000 | 10-11 | 43-47 | 39-53 | 290 |
| 60 | 590-650 | 820-930 | 10-12 | 42-46 | 32-49 | 266 |

Конструкційну, якісну середньовуглецеву сталь марки 55 застосовується для виготовлення деталей, що працюють в умовах тертя та абразивного зношування. Її застосовують при виготовленні зубчастих коліс, прокатних валків, малонавантажених пружин та ресор, лемехів плугів.

Сталь 55 не застосовується для виготовлення зварних конструкцій, та не схильна до відпускнуї крихкості.

1.2 Технічні умови до конструкції виробу.

Невід'ємною умовою до конструкції лемехів плугів повинно бути комплексне поєднання триботехнічних, матеріалознавчих, конструкторських, технологічних, експлуатаційних та економічних факторів, що характеризують технічний рівень. Основні технічні вимоги, які необхідно забезпечити при виготовленні, контролі, прийманні та постачанні лемехів наступні [4]:

- твердість робочої поверхні повинна становити близько 50-60 HRC;
- кут нахилу потиличної фаски до дна борозни повинен знаходитись в межах 30-5° в залежності від типу ґрунту з шириною фаски 4-6 мм;
- товщина кромки леза лемеха повинна знаходитись в межах 0,5-1 мм;
- форма вигину лемеха повинна відповідати формі відвально-лемішної поверхні;
- не допускається прогин спинки та леза в бік робочої поверхні;
- стріла прогину опуклістю у бік робочої поверхні по спинці 2 мм;
- стріла прогину в лезі 4 мм;
- в наплавленому шарі не допускаються тріщини;
- після наплавлення забороняється проводити гартування лемеха;
- твердість наплавленого шару повинна бути не нижче 46 HRC.
- твердість у незагатованій зоні не більше 33 HRC.
- при проведенні гартування заготовки лемеха, глибина гарту повинна бути не менше 4 мм;
- в процесі експлуатації лемех повинен піддаватися процесу самозагострювання;
- шорсткість робочої поверхні повинна бути не вище $R_a = 2,5$ мкм і відповідати шорсткості поверхні прокату;
- пористість наплавленого шару металу не повинна перевищувати більше 10%, а шорсткість поверхні в межах $R_a=0.32$ мкм;
- заточування лемехів здійснюють з лицьової сторони кутом 35...40° шириною фаски - 15...18 мм.

При виготовленні лемеха повинні дотримуватись наступні конструктивні розміри, які представлено на рис. 1.7.

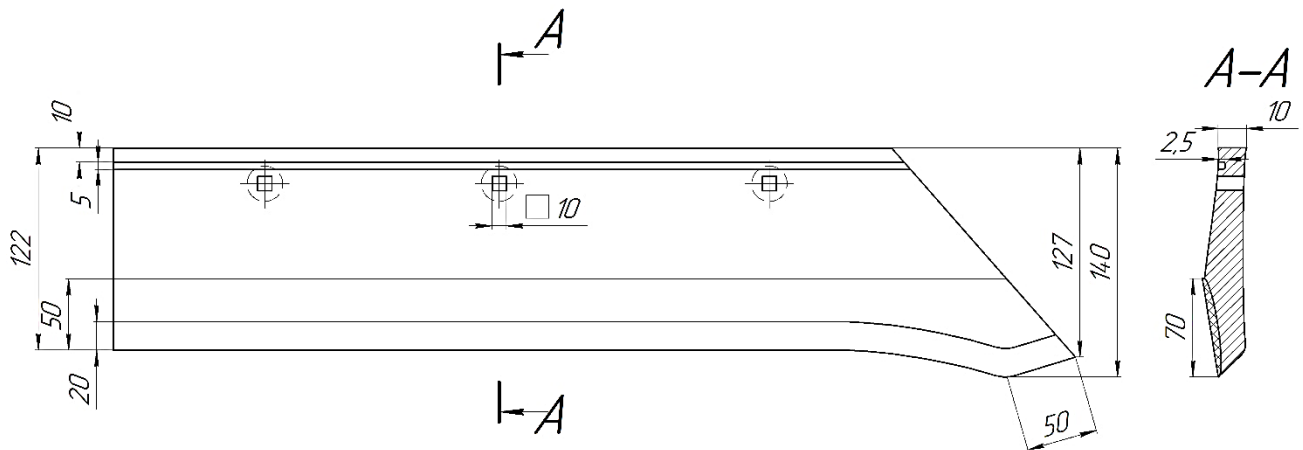


Рис. 1.7 Конструкція та розміри лемеха типу ПНЧС 01.702

При виготовленні лемеха плуга із застосуванням технологій наплавлення, з метою зміцнення ріжучої кромки, необхідно дотримуватись умови:

$$|\alpha_{\text{покр}} - \alpha_{\text{осн}}| < 5$$

де, $\alpha_{\text{осн}}$ і $\alpha_{\text{покр}}$ – коефіцієнти температурного розширення основи і покриття.

1.3 Аналіз технологічного процесу виготовлення лемехів

Технологічний процес виготовлення лемехів включає наступні операції: вирубування заготовки, штампування, виготовлення отворів та термічну обробку або наплавлення зносостійкими покриттями.

Для виготовлення лемехів сталь поставляється у вигляді спеціальної стрічки постійного та змінного профілю твердістю не більше 255 НВ. Стрічка поступає на прес, в якому здійснюється вирубування заготовки лемеха. Після цього отримані заданих розмірів і форми заготовки поступають на операцію штампування. На цій технологічній операції заготовці надають необхідну форму із утворенням ребра жорсткості на носку лемеха та необхідний радіус вигину. Сформовану у відповідності до креслень заготовку подають на операцію висвердлювання кріпильних отворів та переміщують на операцію гартування. Гартування

проводять з боку леза лемеха на ширину 20...45 мм до твердості до 60 HRC шляхом нагрівання до температури 780...820 °C і швидкого охолодження у воді. Після гартування проводиться відпуск при температурі 350 °C з подальшим охолодженням на повітрі. Твердість у незагартованій зоні становить не більше 33 HRC.

При виготовленні лемехів із застосуванням технологій наплавлення зносостійкими сплавами гартування не проводять. Наплавлення здійснюють верхньої або нижньої поверхні. Зносостійкий шар металу наносять товщиною до 1,7 мм. Ширина смуги, що наплавляється на прямолінійній ділянці становить 25...30 мм, а носка - 55...65 мм. У процесі експлуатації шар металу на робочій стороні лемеха зношується швидше, а на тильній (зносостійкій) – повільніше. При цьому гострота леза лемеха зберігається. Такі конструкції лемехів називаються самозагострюючими. Для наплавлення застосовують різноманітні способи.

Також відомий технологічний процес виготовлення лемеха із застосуванням литва. Даний процес полягає в тому, що в тигель виготовлений у відповідності до конструкції лемеха із сторони ріжучої кромки засипають зносостійкий порошкоподібний твердий сплав (температура плавлення порошку біля 1300 °C) та заливають рідкий метал у тигель. Після остигання проводять опоряджувальні операції. Дана технологія із застосуванням литва є досить трудомістка, потребує складного обладнання, а також багато часу затрачається на опоряджувальні операції, які необхідні для надання заготовці товарного вигляду і необхідної форми та чистоти поверхні. Також, при її застосування досягається велика кількість браку, що пов'язана з процесом литва та неоднорідності властивостей лемеха.

Враховуючи переваги і недоліки існуючих технологій, необхідно розробити технологічний процес виготовлення лемеха з дослідженням його експлуатаційних властивостей.

2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1 Обґрунтування способу наплавлення

З метою підвищення ресурсу роботи деталей ґрунтообробних машин застосовують різні технологічні методи та способи, які дозволяють підвищити експлуатаційні показники та підвищити якість оброблювальних ґрунтів. Розглянуті в попередньому розділі технологічні процеси виготовлення лемеха плуга типу ПНЧС 01.702, показують не достатню ефективність їх застосування. Враховуючи це для виготовлення лемехів з підвищеними експлуатаційними властивостями та із забезпеченням процесу самозагострювання ріжучої кромки найбільш ефективними є методи наплавлення. Ці методи, як і методи зварювання класифікують за трьома ознаками, а саме: фізичним, технічним і технологічним. За першою ознакою способи наплавлення поділяють на три групи: 1) термічні; 2) термомеханічні; 3) механічні. Згідно технологічних ознак вони поділяються в залежності від засобів захисту металу в зоні наплавлення, ступеня механізації та автоматизації, а також безперервності процесу наплавлення.

В залежності від призначення способи наплавлення поділяються на виготовлювальні і відновлювальні. Перші призначаються для отримання нових біметалевих (багатошарових) виробів із необхідними властивостями робочої поверхні. При отриманні таких виробів основний метал, забезпечує необхідну міцність, а напавлений метал особливі поверхневі властивості і підвищену поверхневу міцність. До особливих властивостей напавленого шару в більшості випадків відносять зносостійкість, термостійкість, корозійна стійкість та ін.

На даний час для зміцнення ріжучої частини деталей ґрунтообробних машин застосовують термічні способи наплавлення зносостійкими сплавами. В роботі [5] розглянуто способи які широко застосовуються при виготовленні ґрунтообробних деталей. Основними способами є електродугове наплавлення, індукційне, електронно-променеве та лазерне. Останні широкого застосування в промисловості при виготовленні ґрунтообробних знарядь не знайшли, по причині дороговартісного обладнання для їх реалізації.

В таблиці 2.1. приведено технологічні показники окремих способів

наплавлення [6].

Таблиця 2.1 - Технологічні показники способів наплавлення [26,27]

| Засіб наплавлення | Продуктивність, кг/год | Частка основного металу в наплавленому, % | Товщина наплавленого шару, мм (за один прохід) |
|---|------------------------|---|--|
| Ручне дугове наплавлення покритими електродами | 0,8-3,0 | 20-50 | 2,0-5,0 |
| Аргоно-дугове наплавлення неплавким електродом | 1,0-7,0 | 10-30 | 2,5-5,0 |
| Електродугове наплавлення плавким електродом у захисному газі | 1,5-9,0 | 30-60 | 3,0-5,0 |
| Електродугове наплавлення самозахисним дротом | 2,0-9,0 | 25-50 | 2,5-5,0 |
| Електродугове наплавлення самозахисною стрічкою | 10,0-20,0 | 15-40 | 2,5-5,0 |
| Плазмово-порошкове наплавлення | 0,8-6,0 | 5-15 | 0,3-6,0 |
| Індукційне | 2-15 | 5-15 | 0,4-3,0 |
| Лазерне (світлова) | 1,0-2,0 | 0,1-1,5 | 0,1-3,0 |
| Електронно-променеве | 1,0-2,0 | 3,0-10,0 | 0,5-3,0 |

Розглянемо особливості технології наплавлення найбільш поширених способів, що застосовуються при виготовленні лемехів плугів.

Електродугове наплавлення широко застосовується при зміцненні різного роду деталей, які працюють в абразивному середовищі. Даний метод застосовують для локального зміцнення деталей різними способами. Найбільш поширеними способи наплавлення: ручне дугове штучними електродами та дугове напіваавтоматичне і автоматичне.

Ручне дугове наплавлення покритими електродами (РДН) є універсальним способом, і застосовується при наплавленні деталей різної форми і у всіх просторових положеннях (рис. 2.1). При даному способі наплавлення легування

наплавленого шару відбувається через електродний стержень або через покриття, а в деяких випадках комбіновано. Для наплавлення застосовують електроди діаметром 3-6 мм в залежності від товщини наплавленого шару, при цьому густина струму становить 11–12 А/мм². Основними перевагами даного способу є простота і доступність устаткування і технології, можливість отримання наплавленого матеріалу практично будь-якої системи легування [6].

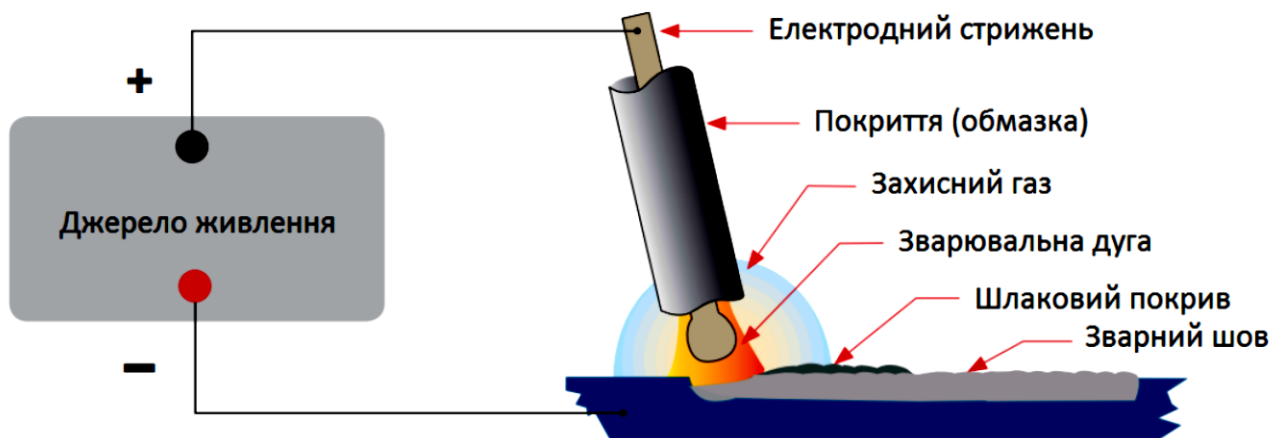


Рис. 2.1 Схема процесу РДН

Основними недоліками є мала продуктивність процесу, нестабільна якість наплавленого шару та велике проплавлення основного металу.

Крім застосування покритих електродів, застосовують спосіб ручного дугового наплавлення вугільним електродом [6]. Схема процесу показана на рисунку 2.2.

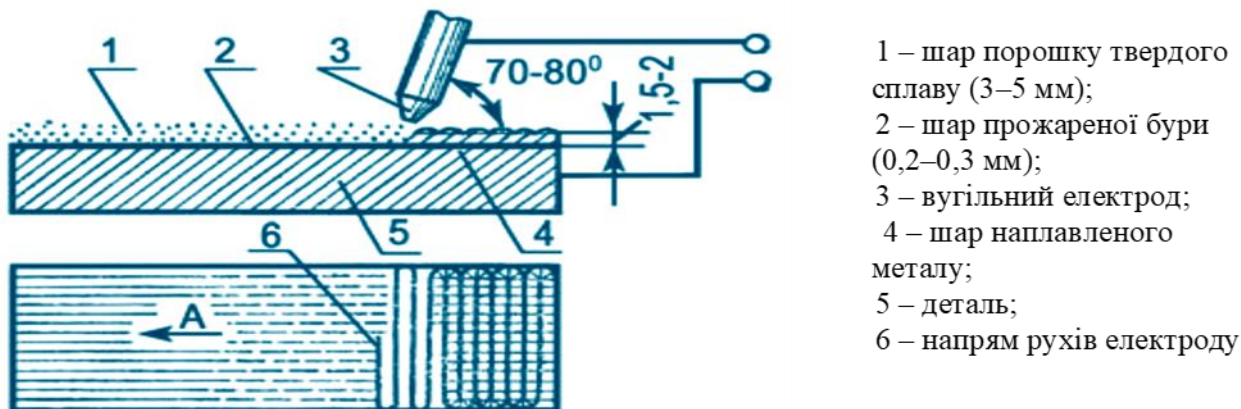
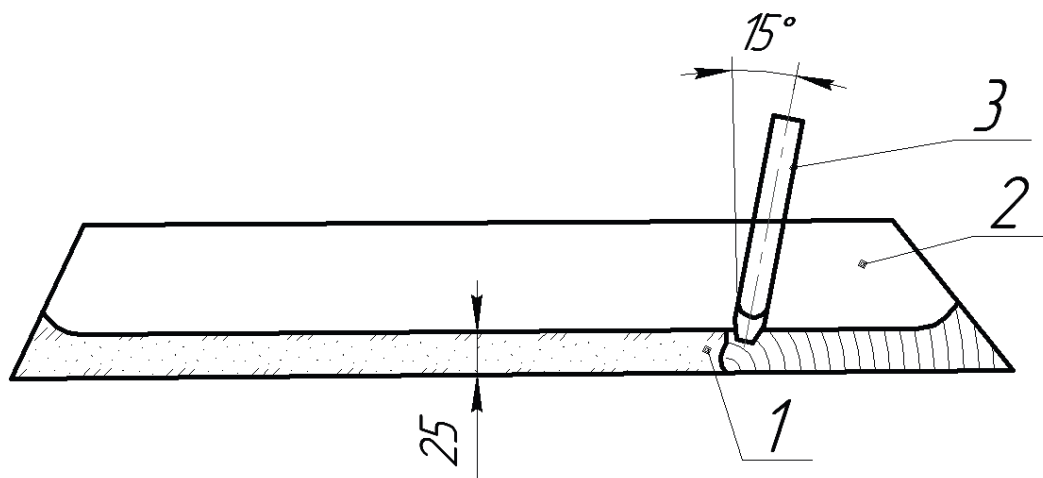


Рис. 2.2 – Схема наплавлення порошкоподібних сумішей вугільним електродом

На рис. 2.3 приведено схему наплавлення леза лемеха порошкоподібним твердим сплавом вугільним електродом.



1 – шихта; 2 – леміш; 3 – графітний електрод

Рис. 2.3 Схема електродугового наплавлення леза лемеха порошкоподібним твердим сплавом

Даний спосіб реалізують на постійному або змінному струмі. Живлення дуги здійснюють джерелом постійного струму з падаючою зовнішньою характеристикою на прямій полярності. Вугільна дуга зворотної полярності малостійка, електрод швидко обгорає і притупляється. Даний спосіб не знайшов широкого застосування через обмежені технологічні можливості. Продуктивність даного процесу становить 0,5–1,5 кг/год, а доля основного металу в наплавленому складає 5–20%.

Для зміцнення лемехів застосовують спосіб електродугового наплавлення (рис. 2.4), який полягає в нанесенні суцільних валиків паралельно один одному. За рахунок чого утворюються локальні зони зміцнення шириною 3,5-7 мм під кутом 40-55 ° до леза лемеша на відстані 10-30 мм один від одного. Це дозволяє на поверхні лемеша утворити зміцнені зони, що чергуються, твердістю до 10 ГПа. Такий спосіб дозволяє забезпечити ефект самогострювання тільки в місцях зміцнених ліній ріжучих лез лемеха. Застосування такого способу зміцнення лише частково підвищує експлуатаційні характеристики лемеха [6].

З метою підвищення зносостійкості лемеха в процесі експлуатації, поверхню, що залишилася між валиками, зміцнюють заливкою піщано-клейової суміші. Даний спосіб має ряд недоліків, які полягають у коробленні лемеха при накладанні валиків, а також відшарування та зрізання піщано-клейового шару з поверхні лемеха.

З метою підвищення ефективності застосування електродугових способів зміцнення робочої поверхні лемехів застосовують вібродугове наплавлення зносостійкого матеріалу з одночасним легуванням поверхні. При застосуванні даного способу перенесення металу відбувається під час короткого замикання, так як тривалість існування дуги становить - 20% від часу наплавлення. Це дозволяє зменшити проплавлення основного металу, зменшити зону термічного впливу та частку основного металу в наплавленому шарі. Даний спосіб зміцнення полягає в легуванні поверхні лемеха і нанесенні захисного покриття, при цьому зміцнення здійснюють за кілька циклів, які безперервно повторюються. Кожен цикл реалізується за допомогою електроіскрового легування вібруючим зносостійким електродом, при цьому на наплавлювальну поверхню наносять захисне шар товщиною до 0,5 мм В якості електродів застосовують високоміцну сталь або твердий зносостійкий сплав з твердістю не менше 55 HRC. Даний метод зміцнення здійснюють з тильної сторони лемеха. Він реалізується наступним чином: через заданий час припиняють подачу на електрод імпульсного струму легування і на електрод подають зварювальний струм. При відході електрода від поверхні лемеха після його контакту з нею виникає дуговий розряд з утворенням короткої дуги. Дуга в перший момент утворює на поверхні лемеха зварювальну ванну, що визначає високе зчеплення валика, що наплавляється, з металом лемеха. Надалі відбувається вібродугове наплавлення валика матеріалом електрода. При наплавленні застосовують постійний струм зворотної полярності. Це дозволяє зменшити нагрівання основного металу та збільшує перенесення електродного металу в зону наплавлення. Висота наплавлювальних валиків залежить від величини зварювального струму та часу наплавлення. Відстань між накладанням валиків залежить від часу циклу зміцнення електроіскровим легуванням.

Наплавлення проводять з тильної сторони лемеха. В результаті отримують горбисте зносостійке покриття. Такий метод дозволяє підвищити міцність зчеплення покриття з основним металом та забезпечити ефект самозагострювання леза лемеха в процесі експлуатації. Даний спосіб зміцнення є досить трудомістким, що зумовлено накладанням великої кількості зміцнюючих валиків на поверхню лемеха [6].

В роботі [5] розглянуто і інші методи, які застосовуються при зміцненні деталей ґрунтообробних машин, з метою підвищення їх експлуатаційних характеристик. Однак розглянуті способи мають ряд недоліків, які полягають у великій трудомісткості і дороговартості процесу зміцнення.

Одним із найбільш ефективним способом зміцнення лемехів є індукційне наплавлення зносостійким порошкоподібними сплавами. Даний спосіб легко піддається механізації і автоматизації, особливо ефективним є в умовах серійного та масового виробництва. Індукційне наплавлення поділяється на два основні види:

- з використанням твердого присадного матеріалу, який розплавляється індуктором безпосередньо на поверхні, що наплавляється;
- з використанням рідкого присадкового матеріалу, який виплавляється окремо і заливається на розігріту індуктором поверхню деталі, що наплавляється.

Другий метод так званий «метод наморожуванням», який був розроблений в ІЕЗ ім. Е. О. Патона. Суть даного методу полягає в послідовному затвердінні сплаву на очищеній від оксидної плівки поверхні заготовки, яка занурюється в рідкий розплав наплавлювального металу (рис. 2.4). З'єднання відбувається за рахунок різниці температур між заготовкою деталі і рідкого розплаву. Процес «наморожування» реалізується наступним чином: спочатку відбувається плавлення присадного матеріалу, наступним є захист рідкого розплаву від окислення, проводять ізоляцію частин заготовки, які не підлягають наплавленню. Наступною операцією є нанесення флюсу і очищення наплавлювальних поверхонь (так звана операція «флюсування»), після чого проводять занурення та витримку

заготовки і рідкому розплаві зносостійкого матеріалу, витягають та охолоджують наплавлений виріб. Даний спосіб дозволяє наплавляти деталі з товщиною ріжучої кромки не менше 1,0–1,5 мм зносостійкими сплавами [4,6].

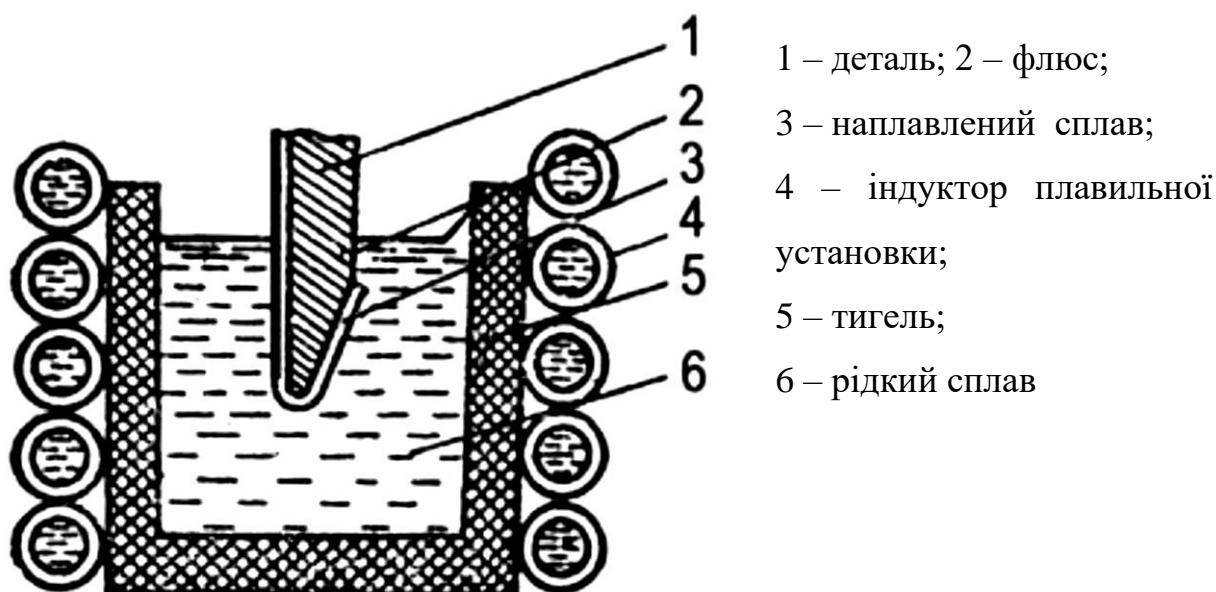


Рисунок 2.4 – Схема процесу наплавлення «наморожуванням»

Однак даний спосіб мало продуктивний, що пов'язано із додатковими операціями з ізоляції частин деталі що не підлягають наплавленню.

Розглянемо особливості технології першого способу індукційного наплавлення із використанням твердого присадного матеріалу. Цей спосіб широко використовується в сільськогосподарському машинобудуванні при виготовленні деталей ґрунтообробних машин. До основних переваг даного способу можна віднести:

- незначна глибина проплавлення основного металу;
- можливість отримати наплавлений шар від 0,5 мм;
- висока ефективність застосування в умовах серійного та масового виробництва.

Недоліками даного процесу є:

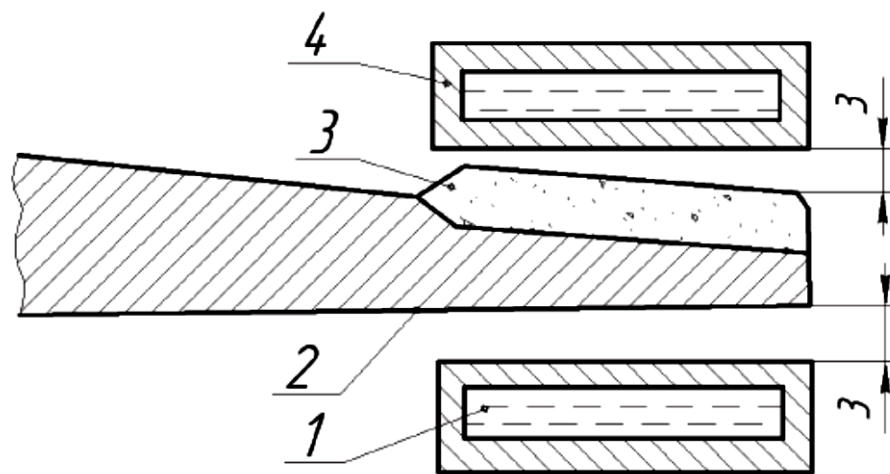
- низький ККД;
- в процесі наплавлення відбувається перегрівання основного металу;
- при наплавленні можна застосовувати тільки матеріали, що мають

- температуру плавлення нижчу температури плавлення основного металу;
- наплавлення можна проводити тільки металів які є феромагнетиками.

Цей спосіб знайшов широке застосування при зміцненні деталей, які схильні до інтенсивного абразивного зношування. Най більш широко його застосовують при виготовленні деталей ґрунтообробного і породо-руйнуючого інструменту.

Процес індукційного наплавлення реалізується наступним чином: спочатку на поверхню наплавлювальної деталі насипають порошкоподібний твердий сплав у вигляді шихти або обмазки. Підготовлену до наплавлення деталь поміщають в індуктор, який під'єднаний до високочастотного генератора. На індуктор подають струм високої частоти (66 ... 440 кГц), в результаті проходження струму через індуктор проходить розігрівання поверхневих шарів наплавлювальної деталі. Після цього відбувається плавлення твердого сплаву в наслідок теплопередачі від основного металу. Однією із умов даного процесу наплавлення є те, що температура плавлення зносостійкого сплаву повинна бути на 50–70°С нижче температуру плавлення основного металу [4].

Розглянувши найбільш ефективні способи зміцнення леза лемеха, вибираємо спосіб індукційного наплавлення зносостійкими порошкоподібними сплавами. Схема процесу приведена на рисунку 2.5.



1 – рідина, що охолоджує; 2 – леміш; 3 – шихта; 4 – індуктор.

Рис. 2.5 Схема індукційного способу наплавлення леза лемеха

Для даного способу наплавлення застосовують тверді сплави на основі [6]:

- заліза (сормайт У30Х28Н4С4, твердість якого *HRC* 46– 54; У45Х35Г3Р2С – *HRC* 54– 58; У35Х26Г6В2РТ та У50Х40Н2С2Г з *HRC* 52– 56);
- псевдосплави: ПС– 3, який має твердість *HRC* 57– 61; ПС– 4, твердість якого *HRA* 81– 84; ПС– 5 та ПС– 6, які мають твердість *HRA* 82– 84.

Враховуючи умови експлуатації та забезпечення процесу самозагострювання лемеха, для наплавлення його ріжучої частини вибираємо гранульований наплавлювальний порошкоподібний твердий сплав на основі заліза із групи Сормайт - ПГ-С27 (ПР – У40Х27Н2С2ВМ) (рис. 2.6), який випускають згідно ТУ У 322-19-007-97. Він застосовується для наплавлення деталей, які працюють в умовах інтенсивного абразивного зношування з помірними ударними навантаженнями в діапазоні температур від -40 до 500°С. Його застосовують при напавленні робочих деталей гірничодобувного, будівельного та сільськогосподарського обладнання. Хімічний склад приведено в табл. 2.2.



Рис. 2.6 Загальний вигляд порошкоподібної шихти типу ПГ-С27

Таблиця 2.2 – Хімічний склад наплавлювального порошкоподібного сплаву [6]

| Марка | Масова частка елемента % | | | | | | Твердість, <i>HRC</i> |
|---------------------------------|--------------------------|-----|-----|------|-----|-----------------|--------------------------|
| | C | Mn | Si | Cr | Ni | Інше | |
| ПГ – С27 (ПР – У40Х27Н2С2ВМ) | 3,8 | 1,2 | 1,5 | 26,5 | 1,8 | 0,3 W 0,1 Mo | 51 – 54 |

При напавленні деталей порошкоподібним твердим сплавом ПГ-С27

індукційним способом рекомендується наплавляти шар металу до 2 мм.

Наплавлення ріжучої частини леза лемеха проводимо на режимах представлених в таблиці 2.3, які отримано експериментальним шляхом.

Таблиця 2.3 Режими наплавлення лемеха

| Час наплавлення, С | Анодний струм, А | Струм сітки, А | Анодна напруга, кВ |
|--------------------|------------------|----------------|--------------------|
| 30 | 14,0 | 2,2 | 9,5 |

Для забезпечення даного режиму наплавлення, необхідно вибрати високочастотний генератор.

Установки для індукційного наплавлення використовують із частотою високочастотного струму в діапазоні частоти від 0,66 кГц до 440 кГц. Найбільш широкого застосування отримали лампові генератори з потужністю 60...600 кВт.

Вибір генератора при індукційному напавленні залежить від товщини напавленого шару, площі поверхні, що напавляється, і глибини проникнення індукваного струму в деталь.

Враховуючи те, що чим більша частота струму тим менша проникність індукваного струму, що в свою чергу впливає на час нагрівання основного металу.

Тому, враховуючи те, що при напавленні деталей товщиною до 6 мм використовується частота високочастотного струму 440 кГц, а при напавленні деталей більшої товщини застосовують частоту 66 кГц. Так як, товщина основного металу леза лемеха становить 10 мм, а товщина напавленого шару 1,5 – 2 мм, то для напавлення вибираємо високочастотний генератор з частотою струму 66 кГц [7,8].

При виборі генератора необхідна також враховувати величину потужності, яка необхідно для одночасного напавлення зміцнюючої поверхні леза лемеха. Необхідну потужність для забезпечення реалізації процесу визначаємо згідно[7]:

$$P = \frac{2500 \cdot (k \cdot G_0 + G_H)}{\tau \cdot \eta} \text{ кВт}; \quad (2.1)$$

де G_0 – маса основного металу в зоні напавлення в кг;

G_0 – маса шихти, кг;

k – коефіцієнт, враховуючий теплопередачу в тепло деталі, $k = 1,10 – 1,20$;

τ – час наплавлення, с;

η – коефіцієнт корисної дії нагрівання.

ККД нагрівання буде рівний

$$\eta = \frac{P_k}{P_n} = \frac{235}{160} = 1,47 \quad (3.2)$$

де, P_k – потужність від мережі, кВт;

P_n – потужність коливальна, кВт.

Тоді,

$$P = \frac{2500 \cdot (1,20 \cdot 1,2 + 0,38)}{40 \cdot 1,47} = 77,4 \text{ кВт},$$

Враховуючи вище згадувані фактори, для наплавлення лемеха вибираємо високочастотний генератор типу ВЧГЗ-0,066/160 (рис. 2.7). Його характеристики приведені в таблиці 2.4 [4].



Рис. 2.7 Генератор ВЧГЗ-0,066/160

Таблиця 2.4 - Технічні характеристики генератора [4]:

| Найменування | ВЧГ 160/0,066 |
|---|----------------|
| Напруга живильної мережі, В | 380 |
| Частота мережі, Гц | 50 |
| число фаз | 3 |
| Потужність, споживана від мережі (при коефіцієнті потужності не менше 0,85), кВт, не більше | 235 |
| Потужність коливальна, кВт, не менше | 160 ± 16 |
| Частота робоча, МГц | 0,66 |
| Коефіцієнт корисної дії генератора,%, не менше | 79 |
| Напруга анодна, кВ | 11 |
| Струм анодний, А | 20 |
| Габаритні розміри, довжина, ширина, висота, мм | 2400×1400×2030 |
| Маса, кг | 2000 |

2.2 Опис запропонованого технологічного процесу

Технологічний процес виготовлення лемеха складається з таких операцій:

010. Правлення листового прокату із сталі 55.

Для виправлення можливих дефектів у листовому металі, з якого буде виготовлятися лемех, застосовують правильні багатовалкові машини типу Bendmak BPSM 20/18 (рис. 2.8), яка призначена для правлення листів товщиною до 18 мм [9].



Рис. 2.8 Загальний вигляд листопривильної машини типу Bendmak BPSM 20/18

015. Вирізання заготовок деталей. Дана операція реалізується за допомогою портальної машини для лазерного різання із системою ЧПУ типу ХТС-1530Н (рис. 2.9). За допомогою портальної машини проводять вирізання заготовок лемехів згідно заданих розмірів і форми (рис. 1.7) [9].



Рис. 2.9 Загальний вигляд портальної машини CNC DT-2000 та процес вирізання заготовки лемеха

020. Термічна. На даній операції проводять нагрівання заготовок лемеха. Дану операцію реалізують за допомогою наступного обладнання: піч нагрівальна ПКМ 3.6.2/11,5; інструмент: кліщі цехові, рукавиці типу А, захисні окуляри.

025. Пресова. На даній операції проводять гнуття заготовки, з метою надання їй необхідної вгнутості з робочої сторони лемеха. В якості обладнання застосовуємо прес гідравлічний (рис. 2.10); пристосування: пуансон, підкладне кільце [9].



Рис. 2.10 Загальний вигляд пресу та процес гнуття заготовки лемеха

030. Контрольна. Проводять контрольні операції щодо відповідності розміру і форми заготовки кресленню лемеха. Для цього застосовують штангенциркуль ШЦ-ІІ-250-0,1 та шаблон контрольний ШР-400-0,05 (рис. 2.11).



ШЦ-ІІ-250-0,1



ШР-400-0,05

Рис. 2.11 Загальний вигляд вимірювальних приладів.

035. Свердлильна. На даній операції проводять висвердлювання отворів з увігнутої сторони заготовки лемеха. В якості обладнання застосовують верстат радіально-свердлильний 2Н125 (рис.2.12) та кондуктор складчастий порталний з конусним затиском [9].



Рис. 2.12 Верстат радіально-свердлильний 2Н125

040. Зенкування. Провести зенкування отворів попередньо зроблених на заготовці лемеха з увігнутого боку.

045. Пресова. На даній операції необхідно провести впресовування квадратних отворів розміром 10x10 мм відповідно до креслення виробу.

050. Наплавлення. Провести одночасне наплавлення заготовки лемеха зносостійким порошкоподібним сплавом типу ПГ-С27 індукційним способом (рис. 2.13). Для цього застосувати високочастотний генератор типу ВЧГЗ-0,066/160 та індуктор з паралельними вітками. Наплавлення проводити на режимах представлених в таблиці 2.3.



Рис. 2.13 Процес наплавлення леза лемеха індукційним методом

Процес одночасного індукційного наплавлення лемеха здійснюється наступним чином (рис. 2.14). Деталь з нанесеною на всю довжину зміцнюючої поверхні шихтою вводиться в індуктор, де відбувається одночасне розплавлення шихти [4,8].

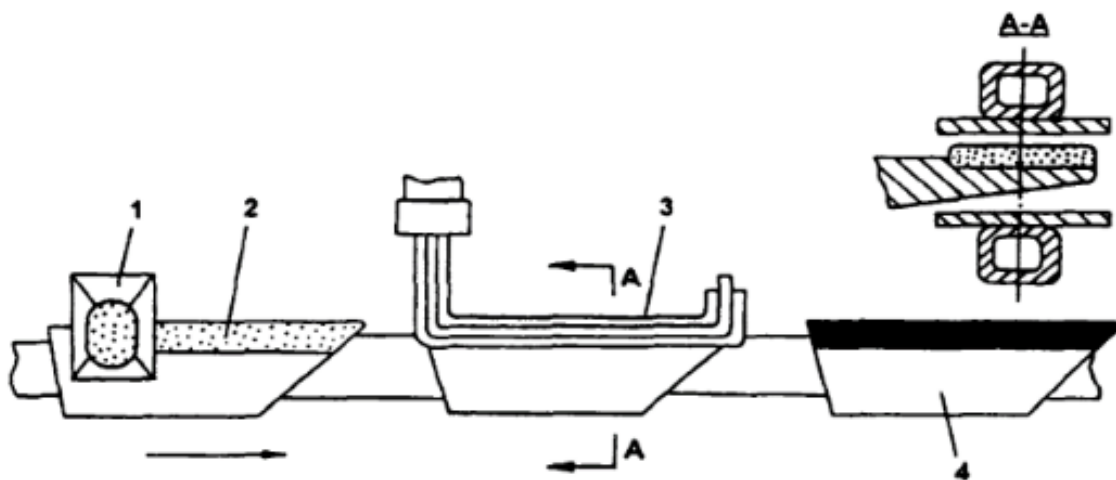


Рис.2.14 Схема процесу одночасного наплавлення леза лемеха

055. Фрезерування. На даній операції провести фрезерування лемеха у відповідності до креслення. Для цього застосовують наступне обладнання: верстат консольно-фрезерний 6ДМ83Ш (рис. 2.15); окуляри захисні ЗП; шаблон контрольний ШР 400-0,05; фреза 2262-0109.



Рис. 2.15 Загальний вигляд консольно-фрезерного верстата 6ДМ83Ш

060. Контрольна. Провести контроль розмірів заготовки лемеха у відповідності до креслення. Контролювати твердість заготовки.

065. Дробоструминава. Провести очищення лемеха від окалини та інших забруднень.

070. Фарбування.

Варто відмітити, те, що при наплавленні цим способом ніякої спеціальної підготовки поверхні виробу не потрібно. Можуть наплавлятися поверхні як механічно оброблені так і покриті шаром окалини чи іржі. При наявності такого роду забруднень необхідно збільшення вмісту флюсу у шихті.

3 НАУКОВО-ДОСЛІДНИЦЬКА ЧАСТИНА

Робочі органи ґрунтообробних машин працюють в агресивному абразивному середовищі, де втрачають свої експлуатаційні властивості. До таких деталей відносяться лемеха плугів, лапи культиваторів та інші. Втрата експлуатаційних властивостей відбувається внаслідок їх інтенсивного зношування. Найбільшому зношуванню підлягають ріжучі кромки [9]. Так на рис. 3.1 приведено зображення зносу лез в процесі їх експлуатації.

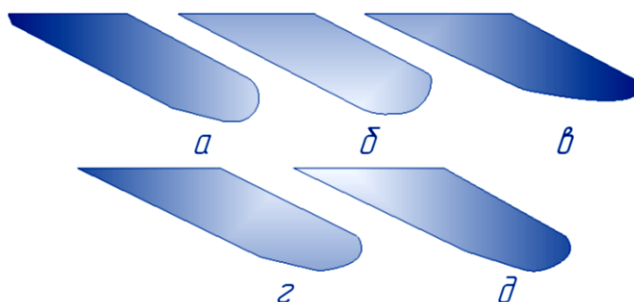


Рис. 3.1 Процес зносу лез в процесі експлуатації

Таке зношення лез призводить до втрати їх різальних властивостей.

З врахуванням забезпечення процесу самозагострювання та підвищення експлуатаційних характеристик лез лемехів їх зміцнюють різними методами. На рис. 3.1 приведено процес зношування леза лемеха зміцненого даним способом.

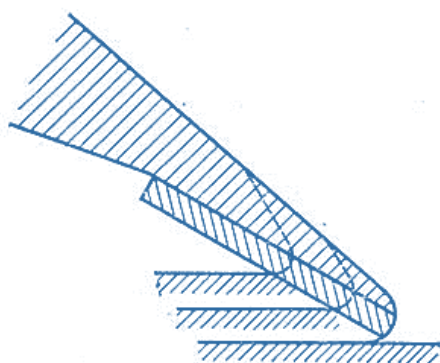


Рис. 3.2 Процес зносу леза лемеха

Наплавлення проводять із тильної сторони леза (див. рис. 3.2). Товщина наплавленого шару знаходиться в межах 1,5-2 мм, а ширина зміцненого шару 50

мм, а в носовій частині леза 70 мм. Як можна побачити з рис.3.2, лезо лемеха в процесі експлуатації зношується інтенсивніше ніж основна частина, при цьому залишається відповідної товщини на всьому періоді роботи до моменту повного зносу наплавленого шару. Це пояснюється тим, що зміцнений наплавлений шар має більш високу зносостійкість у порівнянні із основним металом леза лемеха.

З метою цього в роботі проведено порівняння зміцнених лез лемехів індукційним і дуговим способами у порівнянні із традиційними лемехами, які виготовляють методом гартування леза.

Для цього було проведено дослідження лемехів наплавлених індукційним способом зносостійким сплавом ПГ-С27, ручним дуговим наплавленням електродами типу ОЗН-6 та виготовлених із сталі 45, які приведено на рисунку 3.3.



а



б



в

а – індукційне наплавлення зносостійким сплавом ПГ-С27; б – електродугове наплавлення електродом типу ОЗН-6; в – виготовлений із сталі 45 з наступним гартуванням

Рис. 3.3 Лемехи зміцнені різними методами

Дослідження проводили на зносостійкість та твердість наплавленого шару та визначали експериментальним шляхом інтенсивність зношування леза лемехів.

На першому етапі досліджень проводили вимірювання твердості леза з тильної сторони лемеха згідно схеми представленої на рис.3.4. Вимірювання проводили в п'ятьох точках однакових для всіх досліджуваних лемехів.

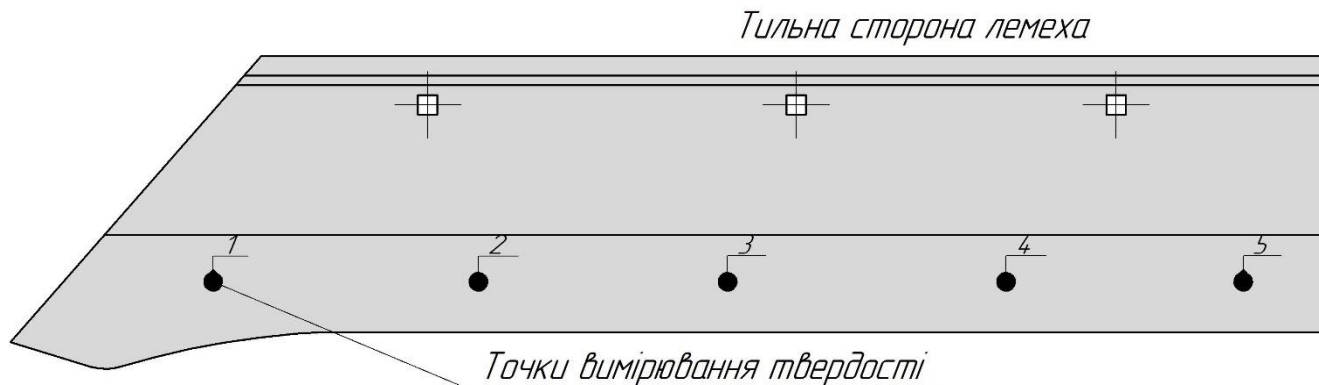


Рис. 3.4 Схема вимірювання твердості леза лемеха.

Вимірювання твердості для всіх трьох варіантів проводили в центральній частині леза лемеха по всій його довжині у п'ятьох місцях згідно рис. 3.4. Вимірювання твердості проводили за допомогою стаціонарного твердоміра МІКРОТЕХ типу НРА-2 (рис. 3.5). Отримані результати представлені в таблиці 3.1 та графічно на рис. 3.6. Згідно отриманих даних встановлено, що твердість традиційного лемеха виготовленого із сталі 45 з наступним гартуванням (рис. 3.3в) знаходиться в межах 37–40 HRC, для лемеха зміцненого електродами типу ОЗН-6 знаходиться в діапазоні 43-46 HRC, а для лемеха наплавленого індукційним способом сплавом типу ПГ-С27 вона становить 52-55 HRC.

Таблиця 3.1 Вимірювання твердості по середині леза досліджуваних лемехів

| Точка вимірювання | сталь 45 | ОЗН-6 | ПГ-С27 |
|-------------------|----------|-------|--------|
| 1 | 38 | 45 | 55 |
| 2 | 40 | 43 | 52 |
| 3 | 39 | 46 | 54 |
| 4 | 37 | 46 | 54 |
| 5 | 40 | 44 | 52 |



Рис. 3.5 Загальний вигляд стаціонарного твердоміра МІКРОТЕХ типу HRA-2

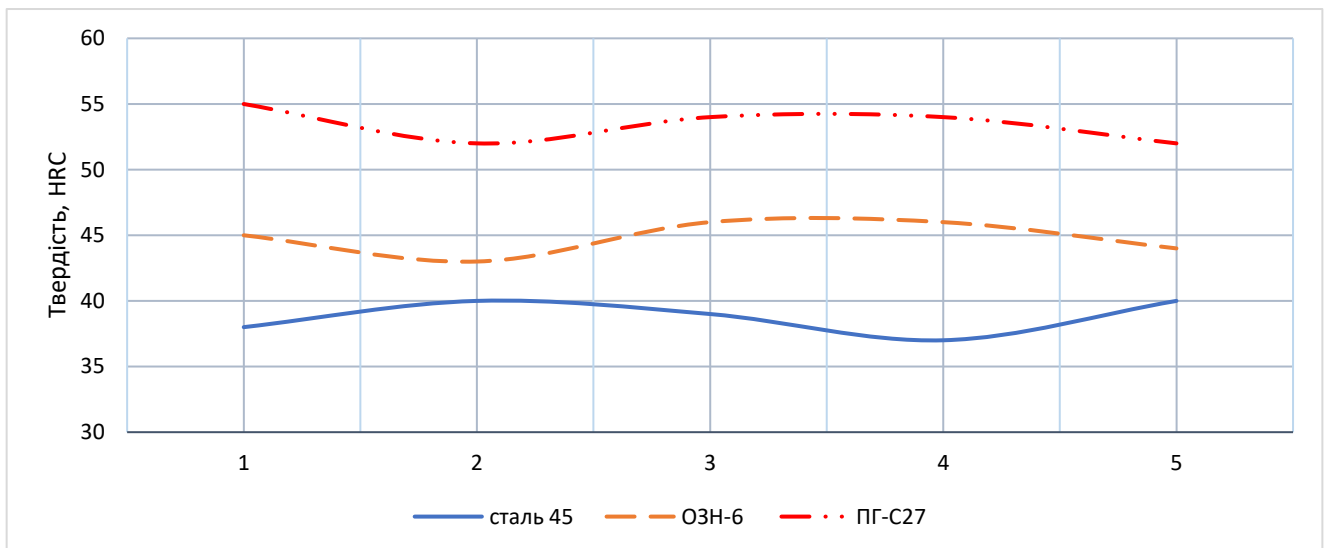


Рис. 3.6 Графік зміни твердості леза лемеха по довжині ріжучої кромки

За отриманими даними можна побачити, що лемехи із загартованої сталі 45 та наплавлені електродами ОЗН-6 приблизно мають однакову твердість, а лемех наплавлений порошкоподібним сплавом ПГ-С27 більше ніж на 10 одиниць має більшу твердість.

Однак значення твердості не завжди може сказати про зносостійкість сплаву. Для підтвердження отриманих значень по твердості були проведені лабораторні випробування вирізаних зразків із досліджуваних лемехів на зносостійкість.

Зносостійкість визначали ваговим методом, тобто визначали втрату ваги зразків при випробуванні на машині НК (рис. 3.7). Випробування проводили в кварцовому піску з розміром частинок 0,2 - 0,4 мм. Шлях випробування в установці складав 400 метрів із зусиллям навантаження на - 0,450 МПа [10-14]..



Рис. 3.7 Загальний вигляд машини для дослідження на зносостійкість

Результати вимірювання зносостійкості підтвердили, що найбільшу зносостійкість має лезо лемеха наплавлене зносостійким порошкоподібним сплавом ПГ-С27. Результати досліджень представлено графічно на рис. 3.8, а в таблиці 3.2. приведено середні результати вагового вимірювання.

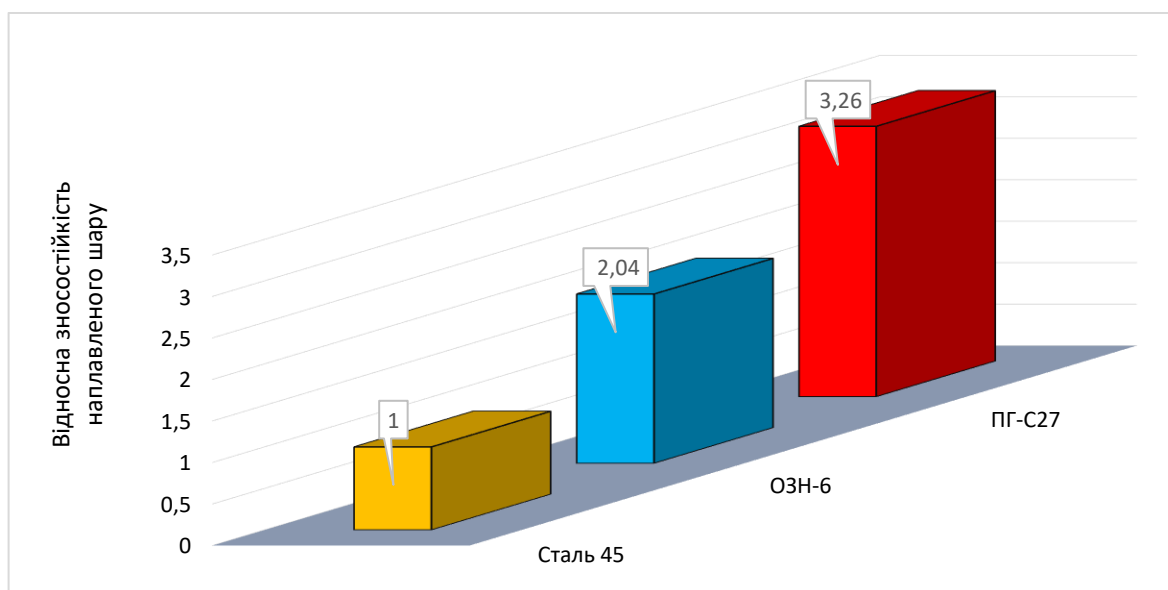


Рис. 3.8 Відносна зносостійкість досліджуваних зразків

Таблиця 3.2 Середні результати випробувань

| Зразки | Вага зразків, г | | Зношення, г |
|-----------------|-----------------|--------------------|-------------|
| | До випробування | Після випробування | |
| Сталь 45 | 11,39 | 10,9 | 0,49 |
| ОЗН-6 | 11,05 | 10,81 | 0,24 |
| ПГ-С27 | 10,79 | 10,64 | 0,15 |

За результатами отриманими при визначенні відносної зносостійкості, видно що найбільшу зносостійкість має лезо лемеха, яке зміцнене індукційним наплавленням зносостійким порошкоподібним сплавом типу ПГ-С27. Зносостійкість в зразку наплавленому сплавом ПГ-С27 більша від зразка виготовленого із гартованої сталі 45 в 3 рази.

Із врахуванням отриманих результатів, було проведено дослідження мікроструктури наплавленого шару і розподіл мікротвердості зразка зміцненого найбільш ефективним способом по висоті.

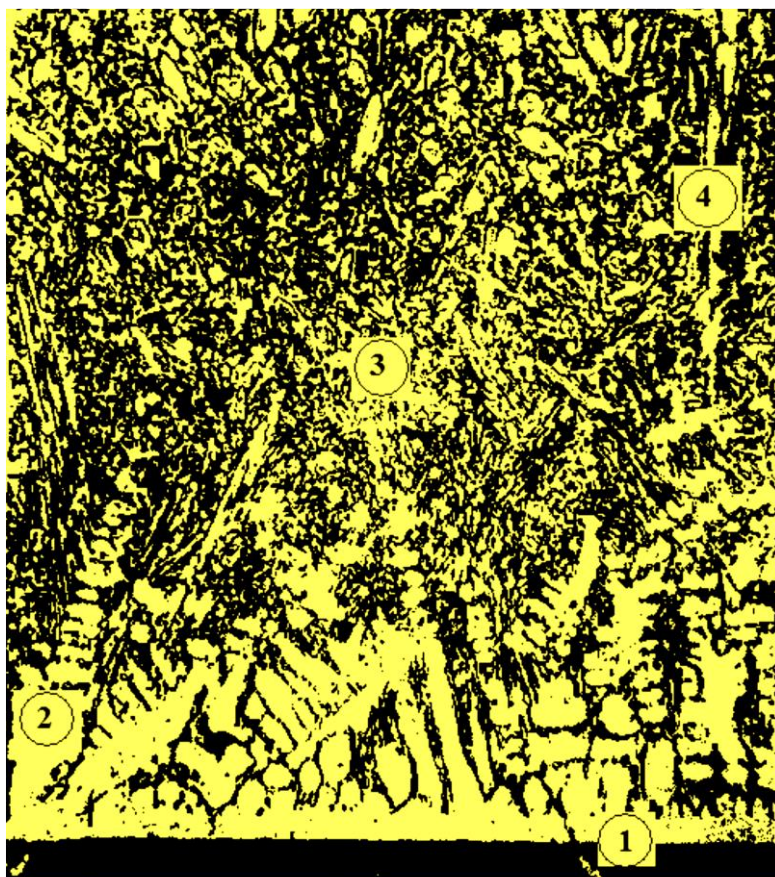
При наплавленні із застосуванням індукційного нагрівання у зміцненому шарі структура являє собою високолегований хромистий чавуну, а в зоні сплавлення спостерігається яскраво виражена доевтектична структура чавуну.

Мікроструктура твердого сплаву відповідає стадії повного розплавлення шихти, а наплавленому шарі в процесі кристалізації утворилися всі зони (рис.3.9) [13, 15-18]. Перехідна зона має товщину 0,008-0,01 мм, до евтектична зона займає 20-30% від загальної товщини зміцнюючого покриття, евтектична зона становить 8-10%, інше - надтверда заевтектична зона, що містить різні карбідні фази. Також було проведено вимірювання мікротвердості наплавленого шару сплавом ПГ-С27, які показали, утворені первинні карбіди мають твердість 1500–1700 HV, зона сплавлення 430-500 HV, утворені дендрити аустеніту мають твердість 420-590 HV, а карбідна евтектика склала 360-430 HV:

Наявний вуглець у наплавленому сплаві при індукційному наплавленні, як елемент, витрачається також на металургійні процеси: відновлення, розкислення, утворення шлаку. У процесі кристалізації шару, що наплавляється, кількість і

розмір дендритів зростають зі зменшенням вмісту вуглецю і зі збільшенням швидкості переохолодження. Утворення дендритів по перерізу в зносостійкому покритті відбувається об'ємно. Пошарове дослідження наплавленого шару показало, що у всіх зонах є з'єднання утворилися комплексні карбіди типу $(Cr,Fe)_7C_3$, а комплексний карбід $(Cr,Fe)_3C$ складає лише окремі включення.

На рис. 3.9 зображено мікроструктуру високолегованого хромистого чавуну марки ПГ-С27 на сталі 55, яка утворилась при індукційному наплавленні лека лемеха.



- 1 – перехідна зона;
- 2 - дендрити аустеніту;
- 3 - карбідна евтектика;
- 4 - первинні карбіди

Рис. 3.9. Структура наплавленого шару (x150)

Також були проведенні дослідження із визначення мікротвердості наплавленого шару (рис. 3.10).

Також було досліджено проведено експлуатаційні випробування лемехів виготовлених із термообробленої сталі 45 тп зміцнених електродуговим наплавленням електродом ОЗН-6 і індукційним наплавленням сплавом ПГ-С27.

Дані лемехи були встановленні на плуг ПЛН-3-35 для обробітку ґрунту на глибині 250 мм. Середня швидкість обробітку ґрунту при оранці 7 км/год.

При проведенні експлуатаційних досліджень здійснювали вимірювання лінійного зношування носової та лезової частин лемеха та втрату його ваги. Розміри робочих органів контролювали за параметрами, вказаними на рис.3.11.

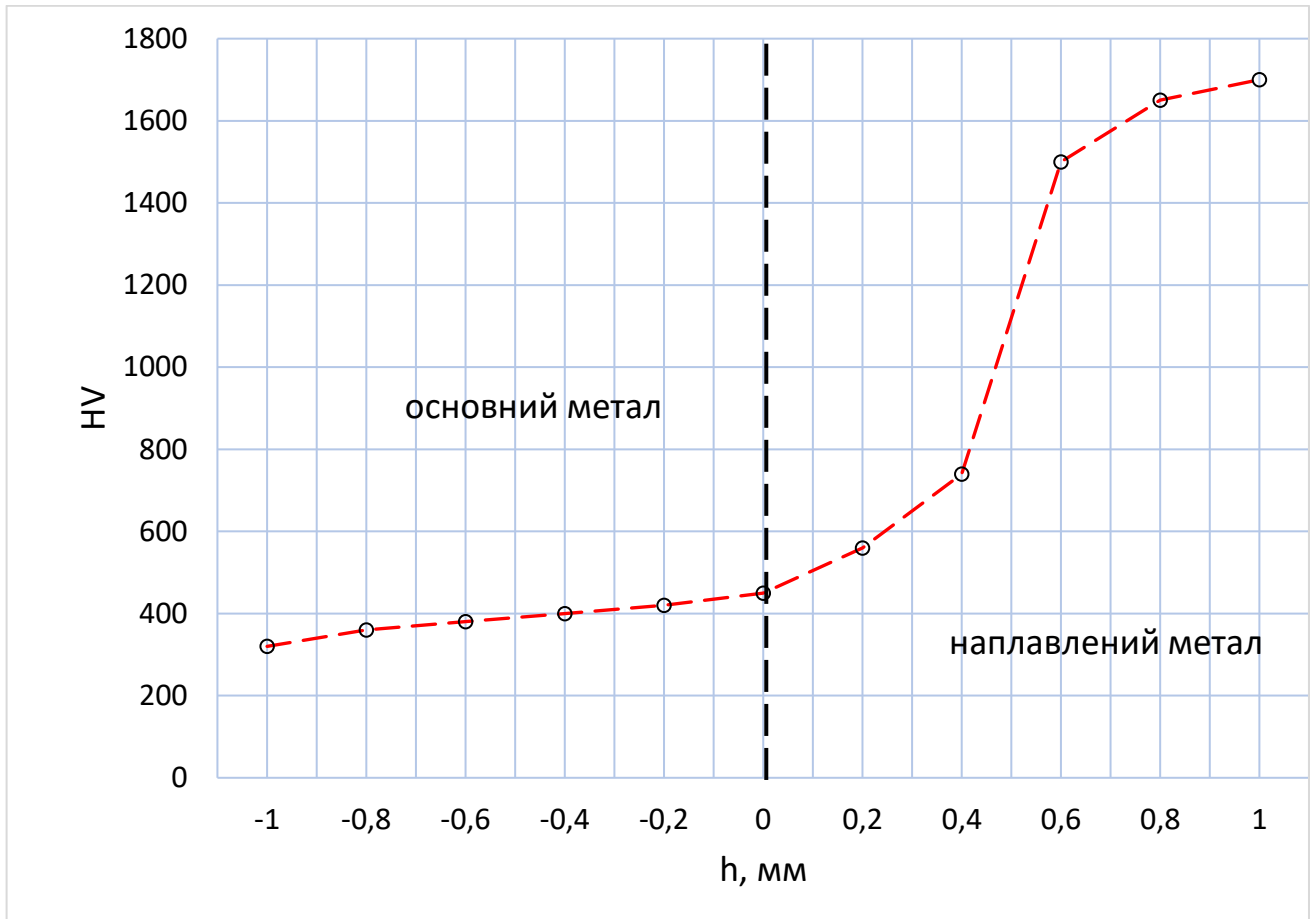


Рис. 3.10 Розподіл мікротвердості в наплавленому зразку

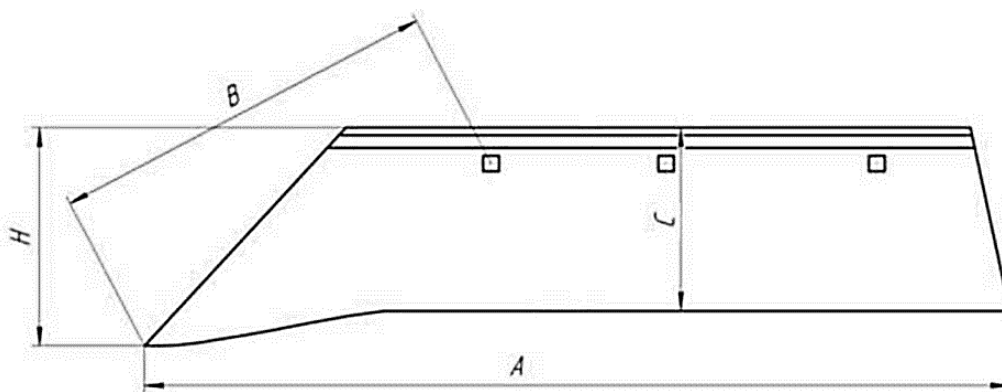


Рис. 3.11 – Схема проведення замірів лінійного зношування частин лемеха

Втрату ваги кожного лемеха визначали за допомогою електронних лабораторної ваги ТВЕ-6-0,1 (рис. 3.12), а відхилення розмірів від початкових за допомогою штангенциркуля ШЦ-П-250-0,1 (рис. 2.11)



Рис. 3.12 Електронна лабораторна вага ТВЕ-6-0,1

Експлуатаційні випробування показали, що ресурс лемеха виготовленого із термічно обробленої сталі 45 досягає граничного масового зношення після напрацювання 10 га, при цьому втрата ваги становить 890 г. При такому ж напрацюванні втрат ваги для двох інших лемехів становить 780 г для наплавленого електродом ОЗН-6 та 620 г – наплавленого ПГ-С27. Дані із визначення втрати ваги лемехів в процесі експлуатації приведено в таблиці 3.3 та представлено графічно рис. 3.13, а на рис. 3.14 представлено експлуатаційна відносна зносостійкість.

Таблиця 3.3 - Втрата ваги лемехів при експлуатаційних випробуваннях

| Зразок | Початкова вага, г | Втрата ваги, г | | | |
|----------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|
| | | Напрацювання 1 га | Напрацювання 2 га | Напрацювання 5 га | Напрацювання 10 га |
| ПГ-С27 | 4120 | 59.5 | 143 | 271 | 620 |
| ОЗН-6 | 4220 | 61.5 | 164.5 | 301 | 780 |
| Сталь 45 | 3980 | 37,5 | 116,5 | 343,5 | 890 |

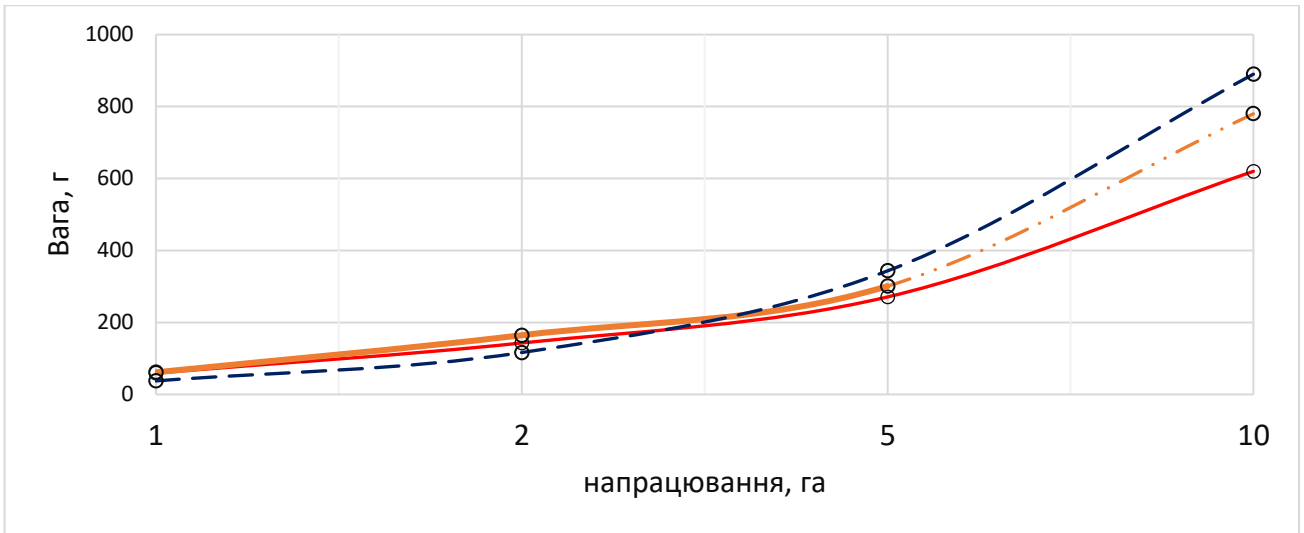


Рис. 3.13 Зміна втрати ваги досліджуваних лемехів в процесі експлуатації

За отриманими результатами можна побачити, що лемех зміцнений сплавом ПГ-С27 на 43% має більший експлуатаційний ресурс у порівнянні із лемехами виготовленим із термообробленої сталі 45. Відносно лемеха наплавленого електродуговим зварюванням електродом ОЗН-6 збільшує експлуатаційний ресурс лише на 14%.

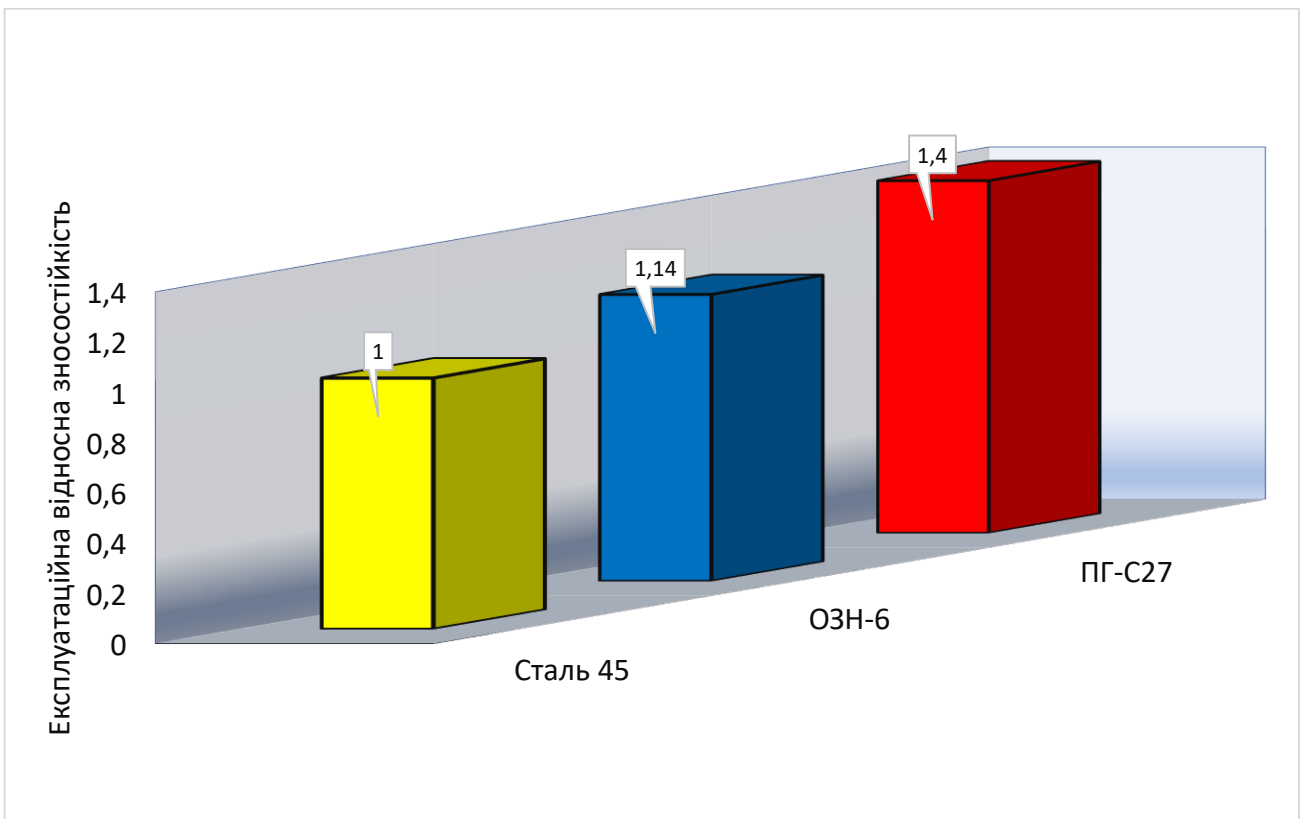
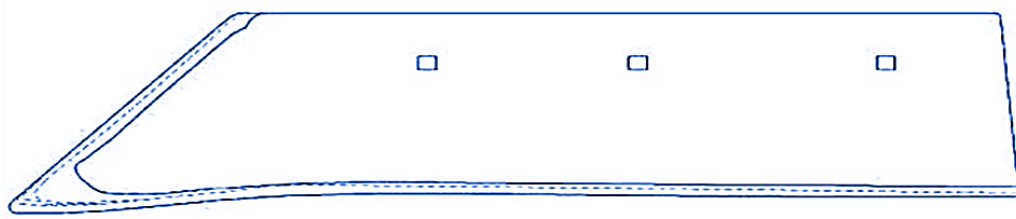


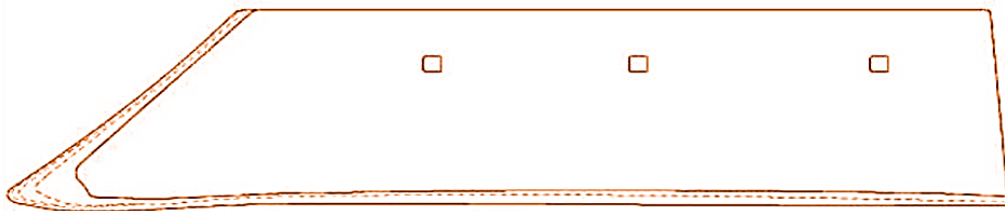
Рис. 3.14 Відносна експлуатаційна зносостійкість досліджуваних лемехів

Також були проведені лінійні вимірювання зношення лемехів за представленою на рис. 3,11. Відповідно до проведених замірів інтенсивність лінійного зносу серійного лемеха із сталі 45 по довжині носової частини леза становила 4,2 мм/га (рис. 3.15, а), а зміцненого електродуговим наплавленням електродом ОЗН-6 - 2,95 мм/га (рис. 3. 15, в), тоді як наплавленого сплавом ПГ-С27 – 1,98 мм/га.

Інтенсивність лінійного зношення по ширині лезової частини становила відповідно для Сталь 45 - 0,65 мм/га, ОЗН-6 – 0,52 мм/га, а зміцненого ПГ-С27 - 0,30 мм/га. Також можна відмітити те, що при досягненні граничного масового зношення жоден із досліджуваних лемехів не досяг граничного лінійного зношування. Отримані результати вимірювань представлені графічно на рис. 3.16. та рис. 3.17.



Лемех із термообробленої сталі 45



Лемех наплавлений електродом ОЗН-6



Лемех наплавлений порошкоподібним сплавом ПГ-С27

Рис. 3.15 – Схематичне зображення лінійного зношування досліджуваних лемехів

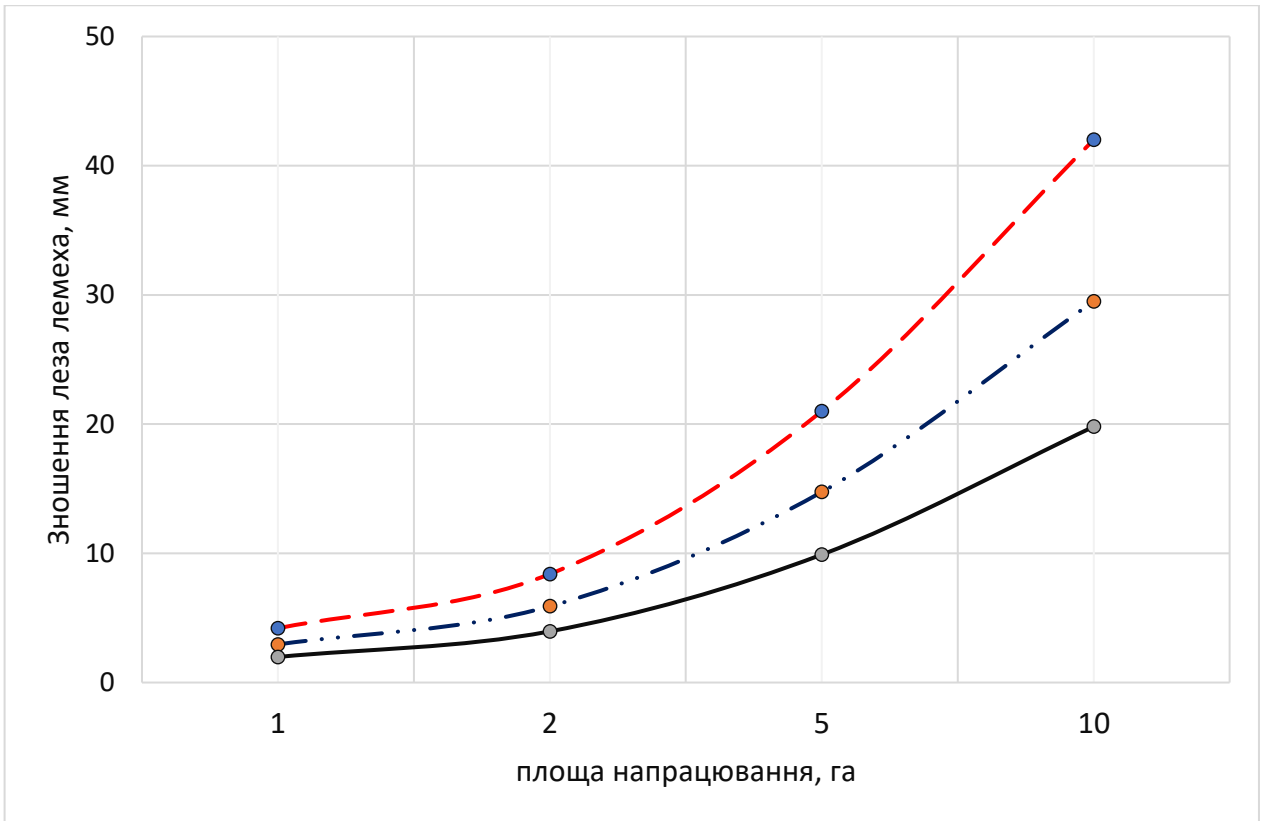


Рис. 3.16 Графічне зображення зносу леза досліджуваних лемехів

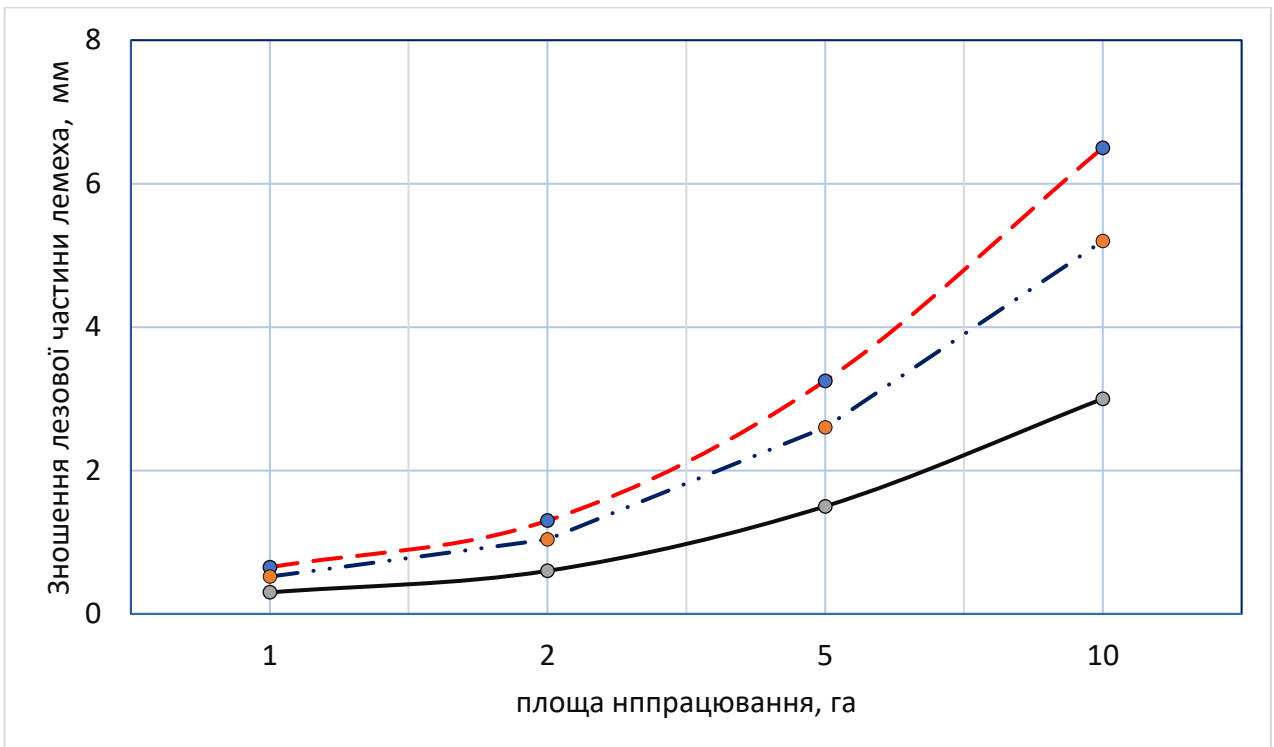


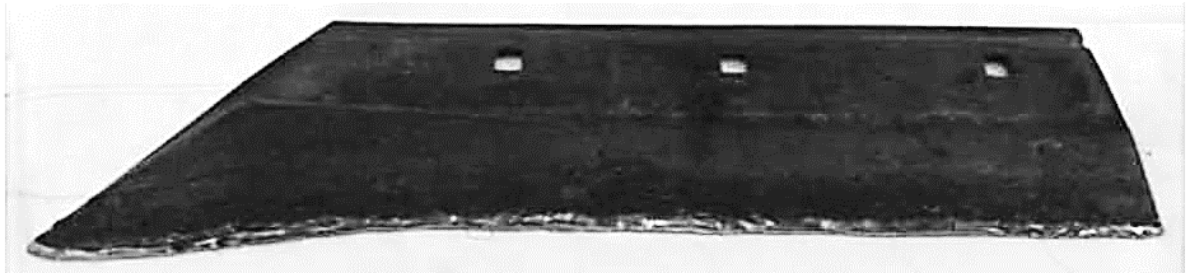
Рис. 3.17 Графічне зображення зносу лезової частини досліджуваних лемехів

Згідно отриманих результатів можна побачити, що при експлуатації проходить інтенсивне зношення ріжучої частини лемеха, а особливо носової частини леза. При такому зношуванні носова частина набуває округлої форми, що, призводить до підвищення тягового зусилля плуга, порушення технологічного процесу оранки і, відповідно, збільшення питомої витрати палива при зниженні продуктивності роботи плуга.

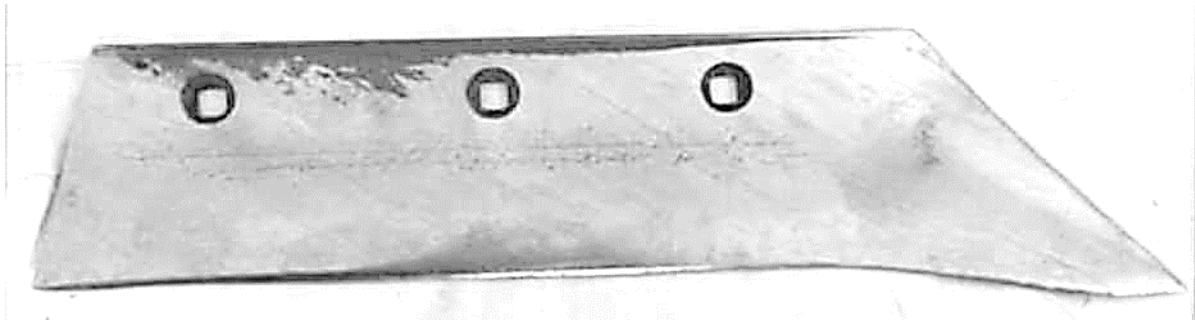
Також, проведення випробувань, можна побачити зміну кута загострення леза при напрацюванні площею в 10 га. Згідно отриманих даних кут заточування леза лемеха із термообробленої сталі 45 становить 38° , у лемеха зміцненого електродуговим наплавленням електродом ОЗН-6 -28° (рис. 3.18), а у лемеха наплавленого за запропонованою технологією індукційного наплавлення зносостійким сплавом ПГ-С27 - 22° (рис. 3.19), при їх початковому куті заточування 23° .



Рис.3.18 – Зміна кут заточування леза лемеха наплавленого електродом ОЗН-6 після експлуатаційних випробувань



новий



після напрацювань 10 га

Рис. 3.19 Зміна кут заточування леза лемеха наплавленого сплавом ПГ-С27 після експлуатаційних випробувань

Проведені дослідження підтвердили ефективність запропонованої технології зміцнення леза лемеха ПНЧС 01.702.

4 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

4.1 Розрахунок нагрівального пристрою

З метою забезпечення оптимального нагрівання частини леза лемеха, яка підлягає наплавленню, проведемо розрахунок нагрівального пристрою – індуктора згідно літератури [19]. На рис. 4.1 представлено розрахункову схему нагрівального пристрою для наплавлення лемехів плуга.

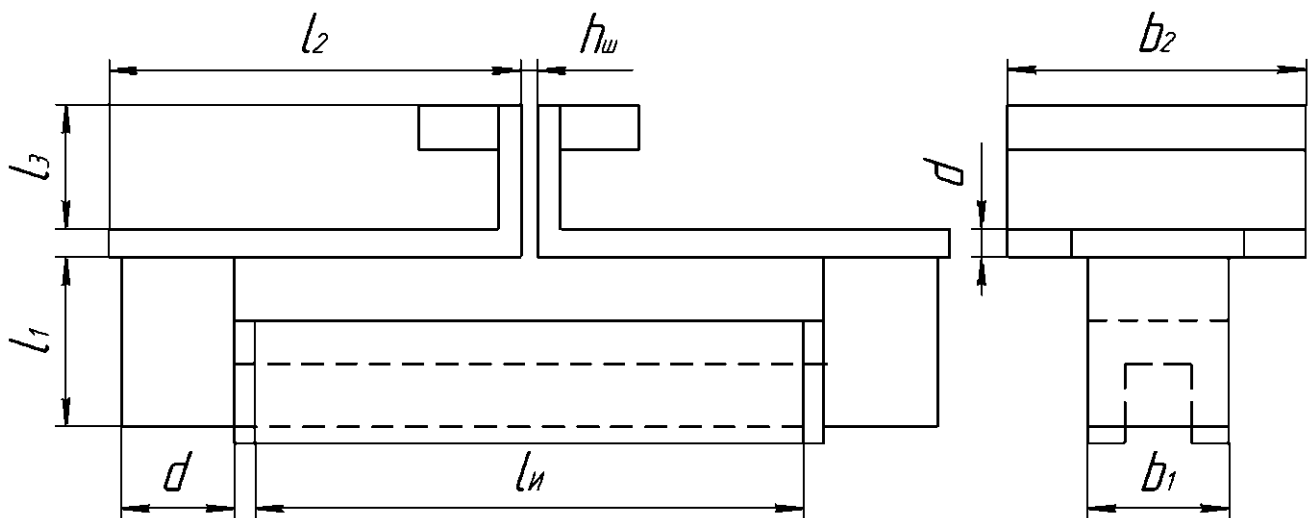


Рис. 4.1 – Розрахункова схема нагрівального пристрою (індуктора)

Вихідними даними для розрахунку є: частота високочастотного струму $f = 66$ кГц, глибина шару основного металу, який необхідно прогріти до температури 1250 °С, $x_k = 4,5$ мм; довжина лемеха $l_{л} = 584$ мм; зазор $h = 0,5$ см; питома потужність $p_0 = 1,55$ кВт/см²; спосіб наплавлення – одночасне по всій довжині; час нагріву $t_k = 40$.

Розрахункові розміри нагрівального пристрою: довжина $l_i = 590$ мм; загальна довжина індуктивного проводу $l_{ін} = 53$ см; витки $\omega = 1$;

$$l_1 = 7 \text{ см}; l_2 = 25,4 \text{ см}; l_3 = 4 \text{ см}; b_1 = 8 \text{ см};$$

$$b_2 = 18,5 \text{ см}; \frac{b'(8 + 18,5)}{2} = 13,17 \text{ см}; d_{ш1} = 5 \text{ см};$$

$$d_{ш2} = d_{ш3} = 0,8 \text{ см}; h_{ш} = 0,2 \text{ см}.$$

При розрахунку пристрою для одночасного наплавлення задається ширина зони нагрівання a_3 .

При одночасному нагріванні ширина паза визначається співвідношенням:

$$a \approx 1,1\alpha_3 = 1,1 * 50 = 55 \text{ мм} \quad (4.1)$$

Для забезпечення необхідної ізоляції приймаємо ширину дроту на 1,5 – 4мм менше ширини паза:

$$b = a - 2 \cdot \Delta b = 0,055 - 2 \cdot 0,001 = 0,053 \text{ м}, \quad (4.2)$$

де $\Delta b = 0,75 \div 2 \text{ мм}$ – товщина ізоляції.

Визначаємо магнітну проникність.

За табличними даними згідно літератури [19], приймаєм $m=0,55$ ($\mu_2 = 12$), $K = 1,43$; $N = 2,84$; $\cos \varphi_2 = 0,911$; $\sin \varphi_2 = 0,412$;

$$H_{me} = \sqrt{\frac{1,55 \cdot 10^7 \cdot 10^6}{1,405 \cdot 1,43 \cdot 44,7 \cdot 0,911}} = 4,35 \cdot 10^5 \frac{a}{\text{м}}; \quad (4.3)$$

$$H_{me} = \frac{4,35 \cdot 10^5}{2,84} = 1,53 \cdot 10^5 \frac{a}{\text{м}}. \quad (4.4)$$

За кривою намагнічування згідно літератури [19] вибираємо $\mu_2 = 11,53$, що відповідає $m = 0,546$, що відповідає попередньо обраному.

Визначаємо повний електричний опір

$$z_2 = \frac{z_0 \cdot l_n}{a}. \quad (4.5)$$

При холодному і проміжному режимах:

$$z_0 = \frac{1,68 \cdot p_e}{\Delta_e}, \quad (4.6)$$

$$\Delta_e = 503 \cdot \sqrt{\frac{p_e}{(\mu_e \cdot f)}}, \text{ м.} \quad (4.7)$$

Для холодного режиму $p_e = 2 \cdot 10^{-4}$ Ом·м, для проміжного $p_e = 6 \cdot 10^{-4}$ ом·м. В гарячому режимі

$$z_0 = 2,81 \cdot 10^{-6} \cdot K \sqrt{f} = 2,81 \cdot 10^{-6} \cdot 1,43 \cdot 44,7 = 1,79 \cdot 10^{-4} \text{ Ом.} \quad (4.8)$$

$$z_2 = 1,79 \cdot 10^{-4} \cdot \frac{0,5}{0,022} = 4,08 \cdot 10^{-3} \text{ Ом.} \quad (4.9)$$

Визначаємо активний і реактивний опори в нагрітому шарі:

$$r_2 = z_2 \cdot \cos \varphi_2 = 3,2 \cdot 10^{-3} \text{ ом; } x_{2M} = z_2 \cdot \sin \varphi_2 = 1,68 \cdot 10^{-3} \text{ ом.} \quad (4.10)$$

Визначаємо магнітний опір:

$$Z_{m2} = \frac{\omega}{z_2} = \frac{2\pi \cdot 66000}{4,08 \cdot 10^{-3}} = 3,07 \cdot 10^6. \quad (4.11)$$

Визначаємо магнітний потік

$$\Phi_M = \frac{a \cdot H_{me}}{Z_{m2}} = \frac{0,22 \cdot 4,35 \cdot 10^5}{3,07 \cdot 10^6} = 3,12 \cdot 10^{-3} \text{ Вб.} \quad (4.12)$$

Визначаємо ширину магнітопроводу

$$c = \frac{\Phi_M}{B \cdot l_{\text{и}}} \quad (4.13)$$

При великій індукції питомі втрати в магнітопроводі сильно зростають.

Зазвичай

$$c \approx (0,2 \div 0,75)\alpha. \quad (4.14)$$

В подальшому слід переконатися, що $\frac{r_2}{x_0} < 0,5$.

Вибираємо сталь 55 товщиною 10,0 мм, тоді

$$c = \frac{3,12 \cdot 10^{-3}}{0,446 \cdot 0,5} = 0,014 \text{ м.} \quad (4.15)$$

Коефіцієнт приведення активного опору

$$x_0 = \frac{3,95 \cdot 10^{-6} \cdot f \cdot l_n \cdot c}{h} = \frac{3,95 \cdot 10^{-6} \cdot 2 \cdot 10^3 \cdot 0,5 \cdot 0,014}{0,005} = 1,1 \cdot 10^{-2} \text{ Ом.} \quad (4.16)$$

$$\frac{r_2}{x_0} = 0,33 < 0,5; \quad c = \frac{1}{\left(\frac{r_2}{x_0}\right)^2 + \left(1 + \frac{r_2}{x_0}\right)^2} = 0,692. \quad (4.17)$$

$$r_2 = c \cdot r_2 = 2,58 \cdot 10^{-3} \text{ Ом}; \quad x_{2\text{м}} = c \cdot \left[x_{2\text{м}} + \frac{x_{2\text{м}}^2 + r_2^2}{x_0} \right] = 2,22 \cdot 10^{-3} \text{ Ом} \quad (4.18)$$

Товщину індуктивного проводу вибираємо згідно § 5 – 6, [19].

Вибираємо трубку $20 \times 10 \times 2$ мм; глибина проникнення струму $\Delta_1 = 0,0016$ м, $d_1 = 0,002$ м, тоді $\Delta_1 < d_1$.

Власний активний і внутрішній реактивний опори індуктивного приводу

$$r_{1\text{п}} = \frac{p_1 \cdot l_n}{(b \cdot d_1)} = \frac{2,10 \cdot 10^{-8} \cdot 0,53}{(0,02 \cdot 0,002)} = 2,65 \cdot 10^{-4} \text{ Ом.} \quad (4.20)$$

$$\frac{d_1}{\Delta_1} = 1,25; \quad k_r = 1,23; \quad k_x = 0,95, \quad (4.21)$$

$$r_1 = r_{1\text{п}} \cdot k_r = 3,26 \cdot 10^{-4} \text{ Ом}; \quad r_1 = r_{1\text{п}} \cdot k_x = 2,51 \cdot 10^{-4} \text{ Ом}; \quad (4.22)$$

Визначаємо реактивний опір розсіювання індуктора:

$$x_s = \frac{7,9 \cdot 10^{-6} \cdot f \cdot l_{\text{и}} \cdot (h+h')}{\alpha + x_{1\text{м}}} = \frac{7,9 \cdot 10^{-6} \cdot 2 \cdot 10^3 \cdot 0,53 \cdot (0,005 + 0,001)}{0,022 + 2,51 \cdot 10^{-4}} = 2,54 \cdot 10^{-3} \text{ Ом.} \quad (4.23)$$

h' приймаємо 0,5 – 1,5 мм з метою захисту індуктивного проводу від замикання з поверхнею, що наплавляєм.

Визначаємо активний опір струмопідвідних шин:

$$r_{\text{шк}} = r_{\text{пк}} \cdot k_{r\text{к}}; \quad r_{\text{пк}} = \frac{p_1 \cdot l_{\text{к}}}{(b_{\text{к}} \cdot d_{\text{шк}})} \quad (4.24)$$

Так як в нашому випадку струмопідвідні шини розташовуються симетрично та при розрахунку їх число скорочується в 2 рази. В такому випадку $d_{\text{шк}}/\Delta_1 \gg 2$. Тому:

$$k_r \approx k_x \approx \frac{d_{\text{шк}}}{\Delta_1} \quad \text{і} \quad r_{\text{шк}} \approx \frac{2p_1 \cdot l_{\text{к}}}{(b_{\text{к}} \cdot \Delta_1)}; \quad (4.25)$$

$$r_{\text{ш}} = \sum_1^3 r_{\text{шк}} = \frac{2 \cdot 2 \cdot 10^{-8} \cdot \left(\frac{7}{8} + \frac{26,4}{13,25} + \frac{4}{18,5}\right)}{0,0016} = 7,7 \cdot 10^{-5} \text{ Ом.} \quad (4.26)$$

Визначаємо реактивний опір струмопідвідних шин:

а) для паралельних ділянок

$$X_{\text{шк}} = \frac{7,9 \cdot 10^{-6} \cdot f \cdot l_{\text{к}} \cdot h_{\text{ш}}}{b_{\text{к}} + r_{\text{пк}} \cdot k_{r\text{к}}}; \quad (4.27)$$

б) для «відокремлених» ділянок

$$x_{\text{шк}} = \omega \cdot 2l_{\text{к}} \cdot \left(2,3 \cdot \lg \cdot \frac{2l_{\text{к}}}{b_{\text{к}} \cdot \Delta_1} + 0,5 + 0,223 \cdot \frac{b_{\text{к}} \cdot \Delta_1}{l_{\text{к}}}\right) \cdot 10^{-7}, \text{ Ом.} \quad (4.28)$$

Отже:

$$a) \quad x_{ш3} = \frac{7,9 \cdot 10^{-6} \cdot 2 \cdot 10^3 \cdot 0,04 \cdot 0,002}{0,185 + 5,4 \cdot 10^{-6}} = 1,22 \cdot 10^{-5} \text{ Ом};$$

$$б) \quad x_{ш2} = 2\pi \cdot 2 \cdot 10^3 \cdot 4 \cdot 0,264 \left(2,3 \cdot \lg \cdot \frac{2 \cdot 0,0264}{0,1325 \cdot 0,0016} + 0,5 + 0,223 \cdot \frac{0,1325 \cdot 0,0016}{0,264} \right) \cdot 10^{-7} = 2,63 \cdot 10^{-3} \text{ Ом};$$

$$x_{ш1} = 2\pi \cdot 2 \cdot 10^3 \cdot 4 \cdot 0,07 \left(2,3 \cdot \lg \cdot \frac{2 \cdot 0,07}{0,08 \cdot 0,0016} + 0,5 + 0,223 \cdot \frac{0,08 \cdot 0,0016}{0,07} \right) \cdot 10^{-7} = 4,57 \cdot 10^{-4} \text{ Ом}.$$

Звідси реактивний опір рівний $x_{ш} \approx 3,1 \cdot 10^{-3} \text{ Ом}$.

Визначаємо еквівалентні активний, реактивний і повний опір індуктора

$$r_{и} = r_1 + r_{ш} + r_2' = 2,98 \cdot 10^{-3} \text{ Ом}; \quad (4.29)$$

$$x_{и} = x_s + x_{ш} + x_{2м}' = 7,86 \cdot 10^{-3} \text{ Ом}; \quad (4.30)$$

$$z_{и} = \sqrt{x_{и}^2 + r_{и}^2} = 8,4 \cdot 10^{-3} \text{ Ом}. \quad (4.31)$$

Визначаємо коефіцієнт корисної дії індуктора

$$\eta_{и} = \frac{r_2'}{r_{и}} = \frac{2,58}{2,98} = 0,867. \quad (4.32)$$

Визначаємо коефіцієнт потужності

$$\cos \varphi_{и} = \frac{r_{и}}{z_{и}} = \frac{2,98}{8,4} = 0,355. \quad (4.33)$$

Визначаємо силу струм на індукторі ($\omega = 1$)

$$I_i = I_i = \sqrt{\frac{P_T}{r_2}} = \sqrt{\frac{1,705 \cdot 10^5}{(2,58 \cdot 10^{-3})}} = 8130 \text{ а.} \quad (4.34)$$

$$P_T = p_0 \cdot l_n \cdot a = 1,55 \cdot 10^7 \cdot 0,5 \cdot 0,22 = 1,705 \cdot 10^5 \text{ Вт} \quad (4.35)$$

Визначаємо напругу на індукторі

$$U_i = I_i \cdot z_n = U_i = 8130 \cdot 8,4 \cdot 10^{-3} = 68,2 \text{ В.} \quad (4.36)$$

Визначаємо потужність

$$P_i = \frac{P_T}{\eta_i} = \frac{1,705 \cdot 10^5}{0,867} = 197 \text{ кВт.} \quad (4.37)$$

Визначаємо реактивну потужність конденсаторної батареї

$$P_r = P_i \cdot \operatorname{tg} \varphi_i = 197 \cdot 2,63 = 520 \text{ кВА.} \quad (4.38)$$

Отримано: $U_i = 65 \text{ В}$; $I_i = 8760 \text{ А}$; $\eta_i = 82,4\%$; $\cos \varphi_i = 0,364$.

$$r_1 + r_{ш} = 0,474 \cdot 10^{-3} \text{ Ом}; r_i = 2,7 \cdot 10^{-3} \text{ Ом}; x_i = 7,36 \cdot 10^{-3} \text{ Ом.}$$

4.3. Опис роботи автоматизованої лінії наплавлення лемехів плугів

Для наплавлення лемехів застосовуємо автоматизовану лінію. Загальний вигляд якої приведено на рис. 4.2. Лінія працює наступним чином: у дільницю наплавлення і термічного оброблення поступають заготовки лемеха плуга із заготівельного цеху. Заготовки постачаються у спеціальних контейнерах. Контейнер встановлюють біля лінії і за допомогою спеціального пристрою

заготовки подаються на транспортувальну стрічку. Заготовка лемеха вкладається на транспортувальну стрічку конвеєра і переміщається по напрямних на наступну позицію лінії. На цій позиції відбувається фіксація заготовки лемеха, таким чином, що тильна сторона ріжучої кромки леза лемеха розташовується паралельно підлозі. Зафіксований лемех спеціальним клиноподібним фіксатором-притискачем поступає на операцію засипання шихти.

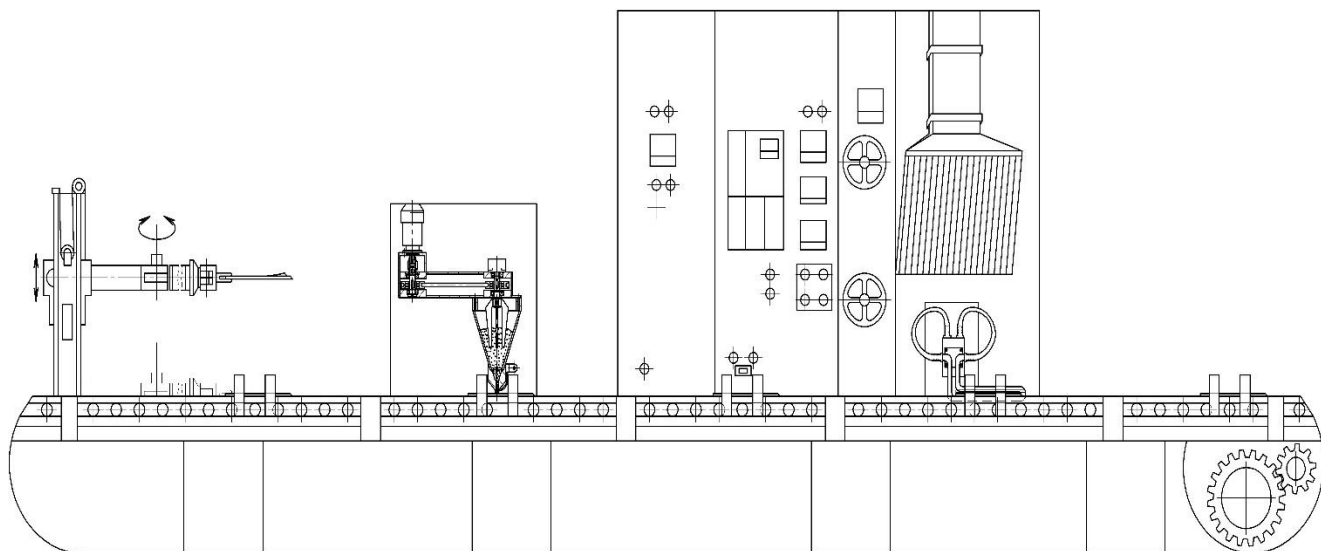


Рис. 4.2 Автоматична лінія наплавлення лемехів плуга

На цій технологічній операції, за допомогою бункера-дозатора, здійснюється автоматичне насипання шихти на задану ширину і висоту. Це дозволяє забезпечити дотримання геометричних розмірів наплавленого шару та забезпечує стабільність його товщини по всій довжині леза лемеха. Бункер-дозатор (рис. 4.3) за допомогою спеціального механізму дозування шихти здійснює насипання порошкоподібного сплаву на необхідну ширину і висоту. Цей процес відбувається при неперервному переміщенні транспортувальної стрічки. Дозатор складається із затвора та поворотної кришки. Коли заготовка дотикається в процесі транспортування до поворотної кришки, відбувається її повертання і відкривається затвор, через який подається порошкоподібний сплав. Після проходження лемеха через дозатор

кришка повертається в попереднє положення, при цьому одночасно закриваючи затвор.

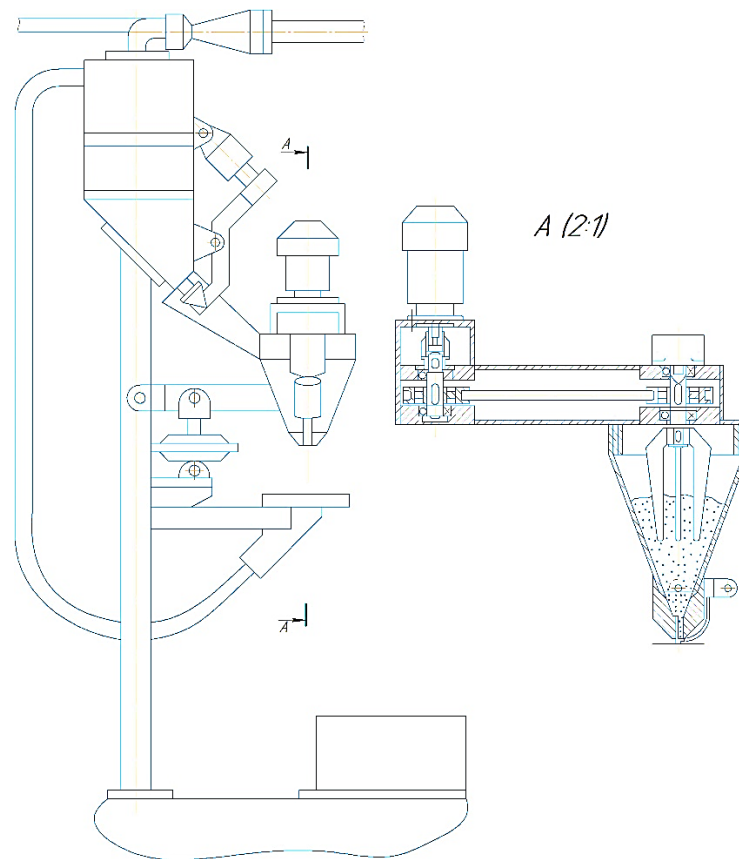


Рис. 4.3 Конструкція бункера-дозатора засипання шихти

Після позиції засипання шихти заготовка лемеха поступає на позицію наплавлення. Лемех заходить в петлевий індуктор і транспортувальна стрічка зупиняється на 60 с. При зупинці стрічки подається високочастотний струм на індуктор і проходить процес нагрівання заготовки і плавлення порошкоподібної шихти. Час наплавлення встановлюється за допомогою часового реле, виходячи із розмірів заготовки і ширини зони наплавлення. Подача струму на індуктор від генератора здійснюється за допомогою встановлених кінцевих вимикачів.

Після проходження процесу розплавлення шихти, часове реле спрацьовує і вмикає двигун переміщення транспортуючої стрічки. Наплавлений лемех просуваючись по лінії остигає і поступає на позицію контролю якості. З контрольної позиції він транспортується в камеру дробо-струменевого очищення і після цього на операцію фарбування та консервування.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

5.1 Оцінка шкідливих факторів в спроектованому цеху та заходи для зменшення їх впливу

Виконання заготівельних та наплавлювальних робіт на машинобудівному підприємстві при неправильній організації підприємства та праці приводить до появи небезпечних та шкідливих факторів виробництва, які при несприятливому збігу обставин можуть викликати нещасні випадки, отруєння та професійні захворювання.

При зварюванні та споріднених процесах (наплавлення, термічне різання) повітряне середовище виробничих приміщень може забруднюватись зварювальним аерозолем, що містить пил, шкідливі гази та випаровування, наприклад, газоподібні фтористі сполуки, оксид вуглецю, оксиди азоту, азот та інші.

Наявність шкідливих речовин в робочій зоні може привести до виникнення у працівників професійних захворювань: інтоксикації та пневмоконіозу. Негативно впливають на здоров'я теплове випромінювання нагрівальних пристроїв, нагрітих великогабаритних виробів та переохолодження організму в холодний період року. Робота устаткування може супроводжуватись шумом та вібраціями, шкідливими для здоров'я. Неправильна експлуатація електричного устаткування може створити небезпеку ураження електричним струмом.

При проектуванні та експлуатації таких підприємств мають бути проведені заходи профілактики виробничого травматизму та професійних захворювань, в першу чергу по знищенню шкідливих та небезпечних виробничих факторів, а якщо ліквідація небезпечних та шкідливих факторів утруднена технічно чи економічно, по їх нейтралізації та захисту від них.

Санітарно-гігієнічні умови та обов'язкові заходи по охороні праці в зварювальному виробництві регламентуються системою стандартів безпеки праці, правилами техніки безпеки та виробничої санітарії при виконанні окремих видів робіт, правилами будови і безпечної експлуатації окремих видів устаткування, єдиними вимогами безпеки до конструкції устаткування, нормами технічного проектування, різноманітними інструкціями, вказівками, правилами та іншими документами.

В наплавлювальних цехах, системи опалення, вентиляції та кондиціонування повітря мають забезпечувати певні метеорологічні умови (мікроклімат), тобто допустиму температуру, відносну вологість, швидкість руху повітря та його чистоту.

Найбільш ефективним заходом боротьби з шумом є зменшення шуму в його джерелі. Однак в цехах часто прагнуть зменшити шум на шляху його розповсюдження, застосовуючи для цього звукопоглинання та звукоізоляцію.

Боротьбу із вібраціями рекомендується проводити в джерелі їх виникнення при конструюванні та виготовленні машин і проектуванню технологічних процесів. Зниження рівня вібрації може бути досягнуте за допомогою віброгасіння, яке частіше реалізується шляхом встановлення віброуючих агрегатів на самостійні віброгасячі основи (фундаменти). Віброізоляцію застосовують для захисту конкретних об'єктів від передавання їм вібрацій, що створюються джерелом коливань. Вібрація зводиться до заміни в коливаючій системі деяких жорстких зв'язків пружними зв'язками, які є віброізоляторами.

При роботі ручними механізованими електричними чи пневматичними інструментами слід застосовувати індивідуальні засоби захисту у вигляді віброізолюючих рукавиць та пальчат, віброзахисних рукояток інструментів або прокладок. Для працюючих з віброуючим устаткуванням рекомендується організувати 10 - 15 хвилинні перерви після кожної години роботи.

Все електроустаткування наплавлювальних та заготівельних цехів та ділянок має відповідати правилам будови електроустановок, а його

експлуатація правилам технічної експлуатації електроустановок споживачами і правилами техніки безпеки при їх експлуатації.. Крім того, слід виконувати вказівки по експлуатації та безпосередньому обслуговуванні електроустановок, які є в інструкціях заводів-виробників.

Під'єднання та від'єднання від мережі наплавлювальних установок, а також спостереження за їх справним станом в процесі експлуатації мають виконуватись електротехнічним персоналом підприємства. Для проведення наплавлювальних робіт допускаються працівники з кваліфікаційною групою по техніці безпеки не нижче другої.

Для захисту тіла робітника від теплових, механічних та інших впливів застосовують спеціальний одяг (штани, куртки, комбінезони, рукавиці) та спеціальне взуття, які повинні відповідати характеру виконуваної роботи та метеорологічним умовам на робочому місці. Захист органів дихання здійснюється шляхом застосування респіраторів та протигазів, інколи застосовують зварювальні маски з подаванням в них чистого повітря. Для захисту обличчя та очей від дії випромінюваної енергії повинні забезпечуватись окулярами.

В якості засобів індивідуального захисту від шуму (протишумів) застосовують вкладиші, навушники та шоломи. Вкладиші - суцільні чи з каналом в середині заглушки, встановлюються в зовнішній слуховий прохід. Заглушки послаблюють шум на 5...7 дБ при частотах до 500 Гц і на 15дБ при частотах більше 3000 Гц. Суттєвим недоліком будь-яких вкладишів є можливість подразнення слухового проходу [20].

Для індивідуального захисту людей, обслуговуючих електроустановки, від ураження електричним струмом використовуються ізолюючі штанги та кліщі, ізольований інструмент, діелектричні пальчата та рукавиці, діелектричні боти та калоші, діелектричні коврики, мати та підставки. Всі перераховані вище засоби індивідуального захисту періодично випробовуються на пробій і маркуються у відповідності з діючими правилами.

При виконанні наплавлювальних робіт необхідно забезпечити захист від ураження електричним струмом, опіків бризками рідкого металу і отруєння шкідливими газами і парами, що виділяються при зварюванні. До початку виконання роботи, згідно правил техніки безпеки, необхідно:

- оглянути і привести в порядок робоче місце, перевірити справність пристосувань та інструменту;
- при вмиканні обладнання, спочатку вмикають рубильник мережі живлення, а потім – саме обладнання;
- при виявленні недоліків в організації робочого місця, несправності устаткування, інструменту, захисних засобів, засобів пожежегасіння, необхідно повідомити керівника робіт.

Під час роботи необхідно:

- бути уважним і не займатися сторонніми справами; не допускати на робоче місце осіб, що не мають відношення до роботи;
- під час роботи користуватися відповідним спецодягом і захисними окулярами;
- опоряджувальні роботи проводити в захисних окулярах;
- користуватися підіймально-транспортними засобами.

Після закінчення роботи необхідно:

- від'єднати апаратуру від джерела електроенергії;
- привести в порядок устаткування, робоче місце, інструмент та пристрої;
- попередити керівника робіт про закінчення роботи і здати своє робоче місце.

5.2 Розрахунок захисного заземлюючого пристрою

Захисне заземлення – передбачене з'єднання з землею або її еквівалентом металевих неструмоведучих частин, які можуть випадково бути під напругою.

Захисне заземлення є ефективною мірою захисту при живленні електроустаткування від електричних мереж напругою до 1000 В з ізолюваною нейтраллю і напругою більше 1000 В з любым режимом нейтралі.

У відповідності ПУЕ захисне заземлення потрібно виконувати при паузі напруги змінного струму 380 В і більше і напруги постійного струму 440В і більше у всіх електроустановках; при номінальній напрузі змінного струму більше 42 В і напрузі постійного струму більше 110 В - тільки в електроустановках, які розміщені в приміщеннях з підвищеною небезпекою, особливо небезпечних, а також у зовнішніх установках; при будь-якій напрузі змінного і постійних струмів, у вибухонебезпечних установках.

Захисна дія заземлення основана на зниженні напруги дотику, що досягається шляхом зменшення потенціалу на корпусі устаткування відносно поверхні землі.

Заземлюючим пристроєм називається наявність заземлювача (металевого провідника чи групи провідників, які безпосередньо знаходяться в контакті із землею) і заземлюючих провідників, які з'єднують частини електроустановки із заземлювачем.

Матеріалом захисного заземлюючого пристрою є сталь. В залежності від розміщення заземлювачів по відношенню до устаткування, яке заземлене – заземлення буває виносне і контурне.

Метою розрахунку є визначення кількості і розмірів заземлювачів і складання плану розміщення заземлювачів.

Розрахунок захисного заземлюючого пристрою проводимо за [21].

Завдання: розрахувати захисне заземлення ділянки з виробничими установками, які живляться від мережі напругою 380В з ізолюваною нейтраллю. В якості електродів – заземлювачів приймаємо сталеві трубки (кутники) довжиною l і діаметром d , які з'єднані між собою сталеву стрічкою шириною $b = 0,04$ м. Коефіцієнти використання заземлювачів η_z і з'єднувальної стрічки η_c . Крок між заземлювачами рівний d . Заглиблення

верхнього кінця трубки і з'єднувальної стрічки $H = 0,7$ м. Питомий опір ґрунту ρ .

Дано: $\rho = 150$ Ом м; $l = 3$ м; $a = 0,045$ м; $d = 6$ м; $\eta_3 = 0,74$; $\eta_c = 0,75$.

Визначаємо розрахунковий питомий опір ґрунту ρ_p в якому має бути розміщений заземлювач за формулою:

$$\rho_p = \rho \cdot \psi, \quad (5.1)$$

де ψ - кліматичний коефіцієнт, який вибирається в залежності від вологості ґрунту, $\psi = 1,32$.

Звідси:

$$\rho_p = 150 \cdot 1,32 = 198 \text{ Ом} \times \text{м}.$$

Визначаємо опір розтікання струму одного вертикального заземлювача (труби), заглибленого нижче рівня землі на $H = 0,7$ м за формулою:

$$R_3 = \frac{\rho}{2 \times \pi \times \ell} \times \left(\ell_n \frac{2\ell}{d} + \frac{1}{2} \ell_n \frac{4t + \ell}{4t - \ell} \right), \quad (5.2)$$

де, $t = H + 0,5 \times l$ - відстань від поверхні ґрунту до середини труби;

$$t = 0,7 + 0,5 \times 3 = 2,2 \text{ м}$$

Звідси:

$$R_3 = \frac{150}{2 \times 3,14 \times 3} \times \left(\ell_n \frac{2 \cdot 3}{0,045} + \frac{1}{2} \ell_n \frac{4 \cdot 2,2 + 3}{4 \cdot 2,2 - 3} \right) = 41,7 \text{ Ом}.$$

Визначаємо необхідну кількість заземлювачів за формулою:

$$n = \frac{R_3}{R_i \times \eta_3}, \quad (5.3)$$

де R_n – нормований опір заземлюючого пристрою (ПУЕ).

Звідси:

$$n = \frac{41,7}{4 \times 0,74} = 14.$$

Визначаємо опір розтікання струму з'єднувальної смуги за формулою:

$$R_c = \frac{\rho}{2 \times \pi \times L_c} \times l_n \frac{2 \times L_c}{\hat{a} \times H}, \quad (5.4)$$

Звідси:

$$R_c = \frac{150}{2 \times 3,14 \times 81,9} \times l_n \frac{2 \times (81,9)^2}{0,04 \times 0,7} = 3,81 \text{ Ом}.$$

Визначаємо довжину з'єднувальної смуги, якщо електроди розміщені в ряд:

$$L_c = 1,05 \cdot d \cdot (n-1). \quad (5.5)$$

Якщо, смуги розміщені по контуру, то:

$$L_c = 1,05 \cdot d \cdot n = 1,05 \cdot 6 \cdot 14 = 88,2 \text{ м};$$

$$L_c = 1,05 \cdot 6 \cdot (14-1) = 81,9 \text{ м}.$$

Визначаємо загальну величину опору розтікання струму заземлюючого пристрою за формулою:

$$R_{зп} = \frac{R_3 \times R_c}{R_3 \times \eta_{п} + R_c \times \eta_3 \times n}, \quad (5.6)$$

$$R_{зп} = \frac{41,7 \cdot 3,81}{41,7 \cdot 0,46 + 3,81 \cdot 0,74 \cdot 14} = 2,708 \text{ Ом}.$$

Величина опору штучних заземлювачів задовольняє вимогу $R_{зп} \leq 4 \text{ Ом}$.

5.3 Організація цивільної оборони на об'єктах господарської діяльності

Цивільна оборона України є складовою частиною соціальних та захисних заходів, які проводяться в мирний і воєнний час з метою захисту населення і народного господарства від наслідків аварій, катастроф, стихійного лиха і сучасних засобів ураження.

Цивільна оборона України організується за територіальним виборним принципом на всій її території і виявляє собою сукупність структур державного управління, підприємств, організацій і спеціально створених органів керівництва та сил цивільної оборони. Заходи цивільної оборони проводяться по всій території держави, як правило заздалегідь з врахуванням особливостей кожного регіону.

Згідно із Законом кожен громадянин має право на захист свого життя і здоров'я від наслідків аварій, катастроф, пожеж, стихійного лиха та має право на надання гарантій забезпечення реалізації цього права.

Основним завданням цивільної оборони є:

а) запобігання виникненню надзвичайних ситуацій техногенного характеру, проведення заходів щодо зменшення збитків і втрат під час аварій, катастроф, великих пожеж та стихійного лиха;

б) оповіщення населення про загрозу і виникнення надзвичайних ситуацій у мирний та воєнний час, постійне інформування про наявну ситуацію та його захисту від наслідків;

в) організація життєзабезпечення населення під час аварій, катастроф, стихійного лиха та у воєнний час;

г) організація та проведення рятувальних та інших невідкладних робіт у районах лиха і осередках ураження;

д) створення систем аналізу і прогнозування управління. Оповіщення і зв'язку, спостереження і контролю за ради активними, хімічними, бактеріологічними зараженнями;

е) підготовка і перепідготовка керівного складу цивільної оборони, її органів управління та сил, навчання населення вмінню використовувати засоби індивідуального захисту і діяти в надзвичайних ситуаціях.

На всіх об'єктах народного господарства, цивільна оборона організовується з метою попередньої підготовки їх до захисту робітників, службовців в надзвичайних ситуаціях в мирний і воєнний час, створення умов, що підвищують стійкість роботи підприємства своєчасне створення умов для проведення рятувальних та інших невідкладних робіт.

Робота об'єкта в цілому складається з роботи окремих галузей виробництва. Тому необхідно розглянути стійкість у надзвичайних умовах окремих галузей виробництва.

Оцінюючи стійкість електропостачання, необхідно знати за яких надзвичайних ситуаціях мирного і воєнного часу об'єкт може залишатися без постачання електроенергії. Визначити мінімальні потреби в електроенергії для забезпечення основних невідкладних робіт, подача води в житлові будинки, квартири, для цехів і освітлення робочих місць.

Оцінюючи стійкість матеріально–технічного і енергетичного постачання, необхідно визначити запаси палива, можливість використання місцевої сировини і енергії, автономні джерела електрозабезпечення, запаси сировини, стан поставки готової продукції споживачам, умови зберігання готової продукції, спроможність транспорту і засобів механізації [22].

На основі вивчення факторів, які впливають на стійкість роботи об'єктів, і оцінки стійкості елементів і галузей виробництва проти вражаючих факторів ядерної, хімічної і біологічної зброї, стихійних лих і виробничих аварій, необхідно своєчасно організовувати і впровадити організаційні, інженерно технічні рішення.

Інженерно–технічні заходи мають забезпечити підвищену стійкість виробничих споруд, технологічних ліній, устаткування, комунікацій об'єкта до вливу вражаючих факторів під час надзвичайних ситуацій. При проведенні цих заходів необхідно враховувати конкретні умови об'єкта

народного господарства. Проте є загальні інженерно – технічні заходи, які мають проводитись на всіх об'єктах [23].

ВИСНОВКИ

Аналіз використовуючих в даний час способів, матеріалів і обладнання для наплавлення робочих органів ґрунто-оброблювальної сільськогосподарської техніки, в тому числі елементів плугів показав що найбільш перспективним процесом для зміцнення їх робочої частини є індукційне наплавлення.

Розроблена ефективна технологія виготовлення лемеха плуга типу ПНЧС 01.702, яка забезпечує найкращий експлуатаційний ресурс з використанням індукційного наплавлення за допомогою порошкоподібного твердого сплаву ПГ-С27 в порівнянні з іншими видами зміцнення робочих поверхонь, а саме ручним дуговим наплавленням електродами типу ОЗН-6 та виготовлених із сталі 45 з найкращим гартуванням.

Проведені стендові дослідження та експлуатаційні випробування показали, що лемех зміцнений сплавом ПГ-С27 на 43% має вищий експлуатаційний ресурс у порівнянні із лемехами виготовленими із термообробленої сталі 45, а електродуговим зварюванням (наплавленням) електродом ОЗН-6 лише на 14% відносно сталі 45.

Рекомендую впровадити розроблену технологію у виробництво для виготовлення лемехів у виробництво.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Хасуи А., Моригаки О. Наплавка и напыление / Пер. с яп. В. Н. Попова; Под ред. В. С. Степина, Н. Г. Шестеркина.— М.: Машиностроение, 1985.— 240 с.
2. Сільськогосподарські машини : підручник / Д.Г. Войтюк, Л.В. Аніскевич, В.В. Іщенко та ін.; за ред. Д.Г. Войтюка. — К.: «Агроосвіта», 2015. — 679с.
3. http://www.s-metall.com.ua/spravochnik_stalej.html
4. Ткачев В.Н. Износ и повышение долговечности деталей сельскохозяйственных машин /Ткачев В.Н – М.:Машиностроение, 1971.- 264 с.
5. Сенчишин В.С. Современные методы наплавки рабочих органов почвообрабатывающих и уборочных сельскохозяйственных машин (обзор) / Сенчишин В.С., Пулька Ч.В. // Автомат. сварка №9. - 2012. - С. 48-54.
6. Харламов Ю.О. Нанесення відновлюючих та зміцнюючих покриттів на робочі поверхні деталей. Навчальний посібник. / Харламов Ю.О., Ульяницький В.Н., Петров П.О. // ДДТУ. - Алчевськ 2011 – 414 с.
7. Ткачев В.Н., Фиштейн Б.М., Казинцев Н.В., Алдырев Д.А. Индукционная наплавка твердых сплавов/– М.:Машиностроение, 1970.- 177 с.
8. Рябцев И.А., Сенченков И.К. Теория и практика наплавочных работ — К.: «Екотехнолопя», 2013.-400 с.
9. <https://svartech.com.ua/>
10. Пулька Ч.В. Влияние технологических схем индукционной наплавки на стабильность толщины наплавленного слоя / Пулька Ч.В., Сенчишин В.С., Гаврилюк В.Я., Базар М.С. // Автоматическая сварка №4. - 2013. - С. 65-67.
11. Пулька Ч.В. Ресурсозберігаюча технологія індукційного наплавлення деталей сільськогосподарських машин [текст] //Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства ім. П. Василенка/ Пулька Ч.В., Підгурський М.І., Базар М.С., Сенчишин В.С.; - 2010. -№96. –С.46-55.

12. Шаблій О. М. Дослідження стійкості проти спрацювання наплавлених індукційним способом деталей сільськогосподарських машин / Шаблій О., Пулька Ч., Письменний О. // Вісник ТДТУ. — Т. : ТДТУ, 2004. — Том 9. — № 1. — С. 22–26.
13. Шаблій О., Пулька Ч. Дослідження мікроструктури і властивостей наплавленого металу, отриманого при індукційному нагріванні // Вісник ТДТУ. — 2009. — Том 14. — №1. — С. 46-55.
14. Патент 90132 UA, МПК В23К 13/00. Спосіб наплавлення тонких фасонних дисків [Текст] / Шарик Мирослав Володимирович, Гаврилюк Володимир Ярославович, Пулька Чеслав Вікторович, Сенчишин Віктор Степанович (Україна) - опубл. 12.05.2014.
15. Пулька Ч.В. Влияние вибраций детали в процессе наплавки на структуру и свойства металла / Ч.В. Пулька, О.М. Шаблій, В.С. Сенчишин та ін. // Автоматическая сварка. 2012. № 1. С. 27 - 29.
16. Пулька Ч.В. Влияние частоты тока на свойства наплавленного металла при индукционной наплавке / Ч.В. Пулька, В.Я. Гаврилюк, В.С. Сенчишин, Н.Г. Гордань // Технологические системы. 2014. № 2 (67). С. 75 - 80.
17. Сенчишин В.С. Расчет размеров структурных составляющих наплавленного индукционным способом металла с наложением мехаческой вибрации / В.С. Сенчишин, Ч.В. Пулька // Автоматическая сварка. 2015. № 8. С. 34 - 37.
18. Пулька Ч.В. Пути совершенствования технологии индукционной наплавки тонких стальных дисков / Ч.В. Пулька, О.Н. Шаблій, В.С. Сенчишин та ін. // Автоматическая сварка. 2015. № 5-6 (742). С. 64 - 67.
19. Слухоцкий А. Е. и Рыскин С. Е. Индукторы для индукционного нагрева. Л., «Энергия», 1974. 264 с.
20. Левченко О.Г. Гігієна праці та виробнича санітарія у зварюваль-ному виробництві [текст] / Левченко О.Г.; -К.: Основа, 2004. -98 с.

21. Андрейчук Н.І. Охорона праці : навч. посіб. / Н.І. Андрейчук, Ю.В. Кіт, С.В. Шибанов, О.В. Шерстньова. Львів : Видавництво Львівська політехніка, 2012. 276 с.
22. Шоботов В.М. Цивільна оборона: Навчальний посібник: Вид. 2-ге, перероб. – К.: Центр навчальної літератури, 2006. - 438 с.
23. Стеблюк М.І. С79 Цивільна оборона. Підручник. – К.: Знання, 2006 – 487с.

ДОДАТКИ