

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

Інженерно-фізичний факультет

(повне найменування факультету)

Кафедра «Інтегрованих технологій зварювання та моделювання конструкцій»

(повне найменування кафедри)

Пояснювальна записка

до дипломного проєкту (роботи)

Магістр

(ступінь вищої освіти)

на тему: «Розробка технології відновлення та зміцнення лап культиватора»

Виконав(ла): студент(ка) 2 курсу, групи ІФ-312 м


Спеціальності 131 Прикладна механіка
(код і найменування спеціальності)

Освітня програма (спеціалізація)
«Технології та устаткування зварювання»

ДЕПТА О.О.
(ПРИЗВИЩЕ та ініціали)



Керівник БІЛОНИК І.М.
(ПРИЗВИЩЕ та ініціали)



21.12.23р

Рецензент МІТЯЄВ О.А.
(ПРИЗВИЩЕ та ініціали)



21.12.2023р.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

Факультет Інженерно-фізичний факультет

Кафедра «Інтегрованих технологій зварювання та моделювання конструкцій»

Ступінь вищої освіти магістр

Спеціальність 131 Прикладна механіка

(код і найменування)

Освітня програма (спеціалізація) «Технології та устаткування зварювання»

(назва освітньої програми (спеціалізації))

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ІТЗ та МК

О.Є. КАПУСТЯН

« 21 » грудня 2023 року

ЗАВДАННЯ
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТА(КИ)

ДЕПТА Олександр Олександрович

(ПРИЗВИЩЕ, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту (роботи) Розробка технології відновлення та зміцнення лап культиватора

керівник проєкту (роботи) доцент, кандидат технічних наук, БІЛОНИК Ігор Методійович,

(науковий ступінь, вчене звання, ПРИЗВИЩЕ, ім'я, по батькові)

затвержені наказом закладу вищої освіти від « 15 » грудня 20 23 року № 509

2. Строк подання студентом проєкту (роботи) _____

3. Вихідні дані до проєкту (роботи) Креслення виробу, матеріал виробу, умови експлуатації

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Аналіз вихідних даних

1.1. Конструкція лап культиваторів, матеріали для виготовлення лап за діючими технологіями

2. Матеріали, що застосовуються для ремонту наплавленням лап культиваторів

2.1 Наплавні електроди

2.4 Порошковий дріт і стрічка

3. Розробка технології зварювання-наплавлення для ремонту стрілочастих лап культиваторів

3.1.4. Обладнання для плазмового різання

3.2.2. Характеристика зварюваності сталі 65Г, обґрунтування та вибір способу зварювання

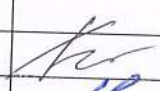
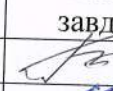
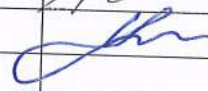
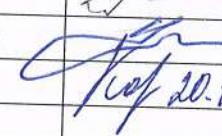
3.3.3. Наплавний матеріал

5. Охорона праці, довкілля та заходи щодо цивільної оборони

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, кількість слайдів, плакатів)

1. Загальний вид виробу.
2. Вимірювач зносу.
3. Залежність відносної зносостійкості наплавлюючих матеріалів від хімічного складу
4. Зміна основних характеристик сталей в залежності від температури відпустки після загартування, значення твердості, міцності і відносної зносостійкості різних сталей при ударній в'язкості.
5. Приспособа для зварювання.
6. Установка плазмової наплавки.

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

| Розділ | ПРИЗВИЩЕ, ініціали та посада консультанта | Підпис, дата | |
|---------------|---|--|--|
| | | завдання видав | прийняв виконане завдання |
| 1-4 | Білоник І.М. доцент |  |  |
| 5 | Нестеров О.В. доцент |  |  |
| Нормоконтроль | Корнієнко О.Б. ст. викладач | | 10.12.2023 |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

7. Дата видачі завдання « 23 » лютого 2023 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

| № з/п | Назва етапів дипломного проекту (роботи) | Строк виконання етапів проекту (роботи) | Примітка |
|-------|---|---|----------|
| 1 | Аналіз вихідних даних | 27.10.2023 | |
| 2 | Матеріали, що застосовуються для ремонту наплавляння лоп | 5.11.2023 | |
| 3 | Технологія зварювання наплавляння для ремонту ступиці лоп | 15.11.2023 | |
| 4 | Проектно-конструкторський розділ | 22.11.2023 | |
| 5 | Охорона праці, добіла на заходи щодо цивільної охорони | 1.12.2023 | |
| 6 | Виконання креслень та додатків | 10.12.2023 | |


Студент(ка)


(підпис)

Олександр ДЕПТА

(Ім'я ПРИЗВИЩЕ)

Керівник проекту (роботи)


(підпис)

Ігор БІЛОНИК

(Ім'я ПРИЗВИЩЕ)

ЗМІСТ

| | |
|--|----|
| Зміст | 4 |
| Реферат | 6 |
| Abstract..... | 7 |
| Вступ..... | 7 |
| 1 Аналіз вихідних даних | 9 |
| 1.1 Конструкція лап культиваторів, матеріали для виготовлення лап за технологіями, що діють..... | 9 |
| 2. Матеріали застосовані для наплавки і підвищення зносостійкості лап культиваторів..... | 20 |
| 2.1 Наплавні електроди | 20 |
| 2.2 Порошки зі сплавів | 20 |
| 2.3 Наплавні тверді сплави | 22 |
| 2.4 Порошковий дріт та стрічка | 24 |
| 3.Розробка технології зварювання-наплавки для ремонту стрільчастих лап культиваторів..... | 27 |
| 3.1 Технологія плазмової вирізки ремонтних вставок..... | 27 |
| 3.1.1. Визначення геометричних розмірів ремонтних вставок | 27 |
| 3.1.2 Вибір параметрів режиму плазмового різання..... | 30 |
| 3.1.3 Вимоги до керуючої програми розкрою | 33 |
| 3.1.4 Устаткування для плазмового різання..... | 35 |
| 3.2 Розробка технологічного процесу зварювання | 36 |
| 3.2.1 Вихідні дані | 36 |
| 3.2.2 Характеристика зварюваності сталі 65Г, обґрунтування та вибір способу зварювання..... | 37 |
| 3.2.3 Вибір обладнання для плазмового зварювання..... | 40 |
| 3.2.4 Підготовка деталей під зварювання, зварювання заготовки стрілкової лапи з ремонтною вставкою. | 41 |
| 3.3 Наплавлення зносостійкого покриття | 44 |
| 3.3.1 Вимоги до зносостійкого покриття, що наплавляється..... | 44 |
| 3.3.3 Наплавний матеріал..... | 46 |
| 3.3.4 Вибір параметрів режиму наплавлення..... | 47 |

| | |
|--|----|
| 3.3.5. Вибір параметрів режиму наплавлення..... | 47 |
| 3.3.6 Підготовка поверхні до наплавлення | 49 |
| 3.3.7 Техніка та технологія наплавлення..... | 50 |
| 3.3.8 Контроль якості наплавлення..... | 50 |
| 4 Проектно-конструкторський розділ | 51 |
| 4.1 Розрахунок робочих параметрів та геометричних розмірів плазмотрону..... | 51 |
| 5. Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях..... | 55 |
| 5.1 Аналіз потенційних небезпек | 55 |
| 5.2 Заходи забезпечення безпеки | 57 |
| 5.3 Заходи по забезпеченню виробничої санітарії та гігієни праці | 68 |
| 5.4. Заходи по забезпеченню пожежної безпеки | 71 |
| 5.5 Заходи по забезпеченню безпеки у надзвичайних ситуаціях | 72 |
| Перелік джерел посилань | 76 |

РЕФЕРАТ

ПЗ: стор 82, рис. 15 табл. 13, джерел 36.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: СТРІЛЬЧАТА ЛАПА, ЗНОС, РЕМОНТ, ПЛАЗМЕННЕ РІЗАННЯ, ЗВАРЮВАННЯ, НАПЛАВКА.

У дипломному проекті розроблено технологію ремонту зношених стрілчастих лап культиватора з використанням технології плазмового різання, плазмового зварювання, плазмового наплавлення. Для кожного з технологічних процесів визначено параметри режимів, обладнання, техніку виконання операцій.

Проведено аналіз наплавлених матеріалів, застосовуваних підвищення зносостійкості деталей плужного корпусу (зокрема лап культиваторів). Вибрано наплавний матеріал, що забезпечує підвищення терміну служби лап культиватора у 2,5 – 3,0 рази.

У проектно-конструкторській частині виконано розрахунок робочих параметрів та геометричних розмірів плазмотрона для плазмового наплавлення лап культиватора.

Спроектовано виробничу ділянку для ремонту лап культиваторів з використанням розробленої технології. Розраховано техніко-економічні показники ремонтного виробництва.

Передбачено заходи щодо техніки безпеки, охорони праці та навколишнього середовища.

ABSTRACT

PZ: page 82, figure 15, table 13, used sources 36.

KEY WORDS: DESIGN BY A LANCET LAPA, DEPRECIATION, REPAIRS, PLASMA CUTTING, WELDING, SURFACING.

In the final project has been developed the technology of the repair of the worn out Lancet tine cultivator using the technology of plasma cutting, plasma welding, plasma welding. For each of the technological processes determined the parameters of modes, equipment, technique of execution of operations.

The analysis of clad materials used for increasing wear resistance of parts плужного housing (including tine cultivators). Selected hard-facing material, providing increase in life tine cultivator 2.5 - 3.0 times.

In the design part of the calculation of working parameters and geometrical sizes of the plasma torch for plasma surfacing tine cultivator.

Designed production area for the repair of tine cultivators with use of the developed technology. Designed technical and economic indicators of repair production.

Measures are provided for safety, labour protection and environment.

ВСТУП

Підвищення довговічності деталей сільськогосподарських машин є важливим та актуальним завданням. Це зумовлено тим, що підвищуються вимоги до машин, безперервно збільшуються швидкості руху, продуктивність і, відповідно, інтенсивність експлуатації машин.

На практиці не рідко буває, що можливості подальшого підвищення техніко-економічних показників машини обмежує низька довговічність відповідальних деталей. Леміха плугів, лапи культиваторів, ножі фрезерних машин та подрібнювачів кормів, сегменти різальних апаратів косарок є такими деталями у сільськогосподарських машинах. Порівняно невеликий термін служби цих деталей викликає необхідність виготовлення величезної кількості їх як запасні частини, а також суттєво обмежує продуктивність сільськогосподарських машин. Щоб уявити необхідність боротьби з абразивним зношуванням деталей, достатньо вказати на те, що міжремонтний термін служби багатьох ріжучих деталей сільськогосподарських машин обчислюється годинами. Затуплення ріжучих пар, сегментів косарок відбувається через 4 – 6 годин роботи, лап культиваторів виготовлених із сталі 65Г через 6 – 8 годин роботи, після чого в польових умовах необхідно проводити заточування лез.

Відомо, що в Україні перебуває більша частина світових орних земель. Культивування займає значне місце у циклі їх механізованої обробки. Враховуючи низьку зносостійкість лап культиваторів, виготовлених із сталі 65Г, необхідність їх частого заточування та заміни, про що сказано вище.

Мета даної роботи полягала в наступному:

-визначити зносостійкі матеріали, які б забезпечити підвищення терміну служби лап культиваторів щонайменше 2 – 3 разу проти культиваторами виготовленими із сталі 65Г.

Для вирішення зазначеної мети у проекті поставлено такі завдання:

- провести аналіз фізико – механічних властивостей ґрунту як абразивного середовища;
- виконати оцінку впливу властивостей ґрунту на характер зношування лап культиваторів;
- надати характеристики матеріалу, з якого виготовлені лапи культиватора на базових підприємствах;
- виконати порівняльний аналіз сучасних зносостійких матеріалів стосовно умов експлуатації лам культиваторів;
- вибрати матеріал, застосування якого могло б підвищити зносостійкість лап культиваторів у 2 – 3 рази.

Поставлені у проекті завдання вирішували на основі узагальнення та порівняльного аналізу даних, наведених у підручниках, монографіях, періодичних виданнях з використанням інтернет ресурсів.

1 АНАЛІЗ ВИХІДНИХ ДАНИХ

1.1 Конструкція лап культиваторів, матеріали для виготовлення лап за технологіями, що діють.

Стрільчаста лапа культиватора, являє собою цільний металевий виріб, що складаються з носової частини, двох симетричних крил і хвостовика кріплення розташованого за носовою частиною. Конструкцію лапи культиватора наведено на рис. 1.

Залежно від розмірів крила ГОСТом передбачено 24 типи розміру стрілчастих лап. Маса найменшої за розміром лапи 270мм становить 0.82кг, а найбільшою 410мм становить 4.45кг. Кут заточування леза становить 10°, товщина стрілчастої лапи становить 6мм.

Лапи культиваторів виготовляють, переважно з якісної високовуглецевої сталі 65Г за ГОСТ 2291-2006 наступного хімічного складу: Кремній (Si) 0.17-0.37%; Мідь (Cu), трохи більше 0.20%; Марганець (Mn) 0,90-1,20%; Нікель (Ni), трохи більше 0.25%; Фосфор (P), трохи більше 0.035%; Хром (Cr), трохи більше 0.25%; Сірка (S), трохи більше 0.035%

Механічні властивості вихідного металу (стан постачання) наведено у таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Стан поставки вихідного металу

| Стан поставки | Механічні властивості | | | | | |
|---|-----------------------|----------------------|------------------|--------------|------------|------------------|
| | Перері з, мм | $\sigma_{0,2}$, МПа | σ_B , МПа | δ , % | ψ , % | HRC ⁹ |
| Сталь категорій 3,3А,3Б,3В,3Г,4,4А,4Б. Загартування 830 °С, олія, відпустка 470 °С. | Зразок | 785 | 980 | 8 | 30 | |
| Листи нормалізовані та гарячекатані | 80 | | 730 | 12 | | |
| Загартування 800-820 °С, олія. Відпустка 340-380 °С, повітря. | 20 | 1220 | 1470 | 5 | 10 | 44-49 |
| Загартування 790-820 °С, олія. Відпустка 550-580 °С, повітря. | 60 | 690 | 880 | 8 | 30 | 30-35 |

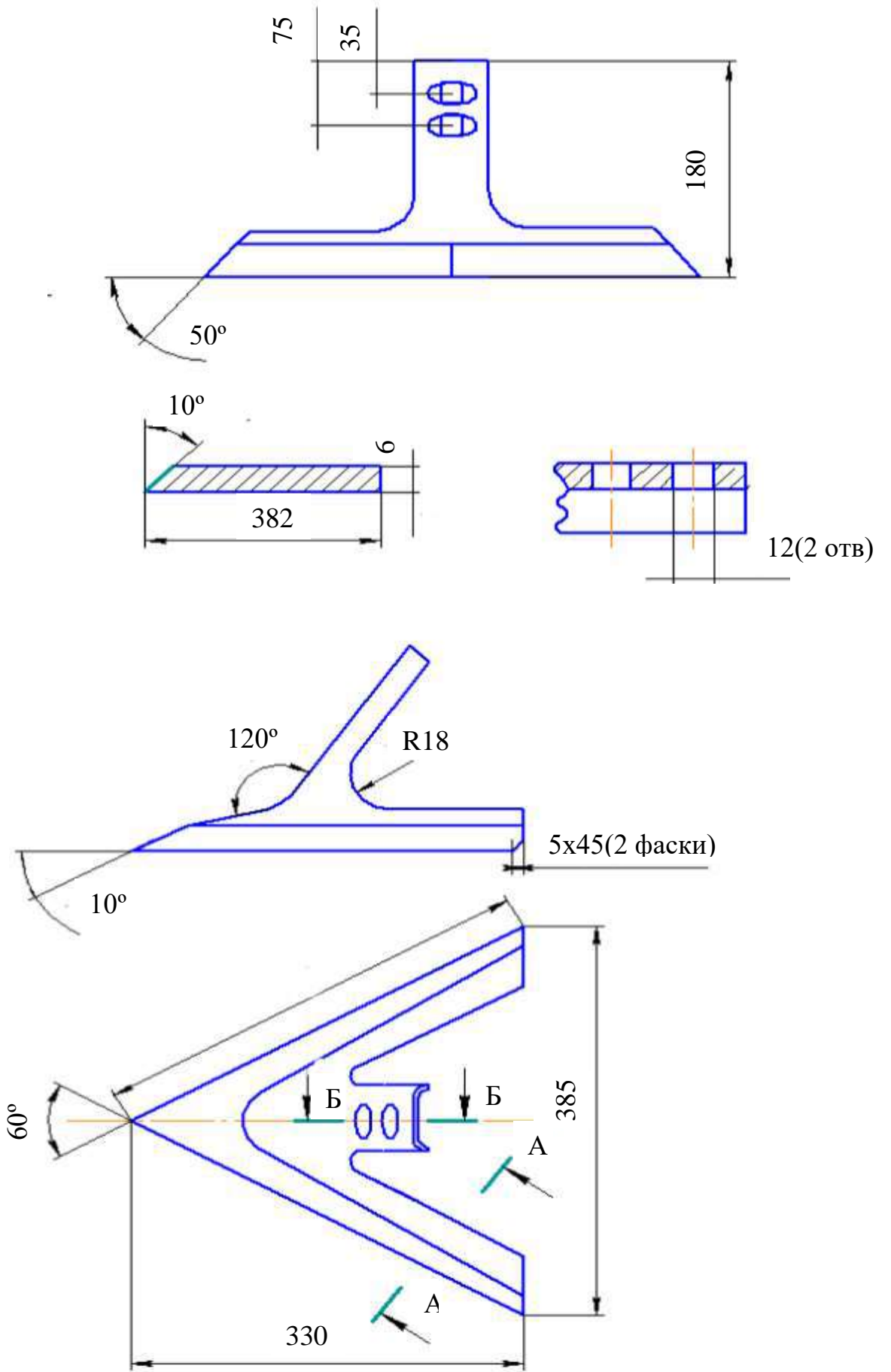


Рисунок 1.2 - Конструкция лапы 330

Вплив температури відпустки на механічні властивості сталі 65Г наведено у таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 – Механічні властивості сталі 65Г залежно від температури відпустки:

| Температура після загартування (Тз=830°С, масло) | Механічні властивості | | | | | |
|--|-----------------------|------------------|--------------|------------|------------------------|------------------|
| | $\sigma_{0,2}$, Мпа | σ_B , МПа | δ , % | ψ , % | КСУ, Дж/м ² | НРС _э |
| 200 | 1790 | 2200 | 4 | 30 | 5 | 61 |
| 400 | 1450 | 1670 | 8 | 48 | 29 | 46 |
| 600 | 850 | 880 | 15 | 51 | 76 | 30 |

Ударна в'язкість сталі 65Г наведено у таблиці 1.3.

Таблиця 1.3 - Ударна в'язкість, КСУ, Дж/см² залежно від температури навколишнього середовища

| Стан постачання, термообробка | +20 | 0 | -20 | -30 | -70 |
|--------------------------------------|-----|----|-----|-----|-----|
| Загартування 830 С. Відпустка 480 С. | 110 | 69 | 27 | 23 | 12 |

Межа витривалості сталі 65Г наведено у таблиці 1.4.

Таблиця 1.4 - Загартування 800°С.

| Відстань від торця, мм / НРС e | | | | | | | | | |
|--------------------------------|---------|------------------------|-----------|---------|------------------------|-----------|-----------|-----------------------------------|-------|
| 1.5 | 3 | 4.5 | 6 | 9 | 12 | 15 | 18 | 27 | 39 |
| 58,5-66 | 56,5-65 | 53-64 | 49,5-62,5 | 41,5-56 | 38,5-51,5 | 35,5-50,5 | 34,5-49,5 | 35-47,5 | 31-45 |
| Кількість мартенситу, % | | Крит. діам. у воді, мм | | | Крит. діам. в олії, мм | | | Крит. твердість, НРС _e | |
| 50 | | 30-57 | | | 10-31 | | | 52-54 | |
| 90 | | До 38 | | | До 16 | | | 59-61 | |

1.2. Умови експлуатації, особливості зношування лап культиватор

Робочі органи ґрунтообробних машин працюють у ґрунті, який є трифазним дисперсним середовищем, що складається з твердих, рідких і газоподібних частинок, роздроблених і перемішаних між собою. Склад, агрегатний стан та фізико-механічні властивості ґрунту значною мірою визначають його зношуючу здатність. Найбільший вплив на зношуючу здатність ґрунту надає її механічний склад.

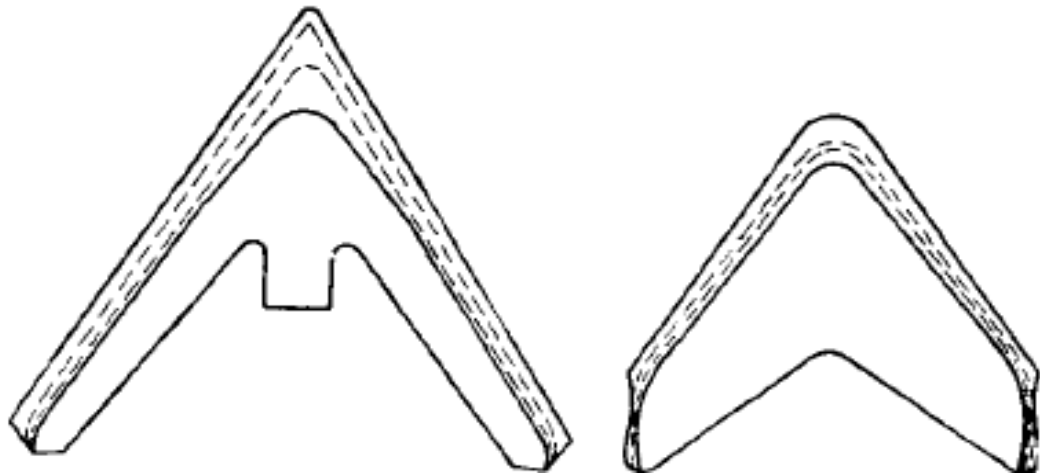
Механічні елементи різних ґрунтів відрізняються не тільки за розмірами, відсотковим змістом, а й за мінералогічним складом, що визначає їхню відмінність за різноманітними властивостями.

Основними зношуючими частинами робочих органів є тверді (HV 7...11 ГПа) мінеральні частинки кварцу та граніту, що становлять приблизно 36,6...70,8% ґрунту. Потім ступенем поширення йдуть польовий шпат, слюда та інші мінерали (HV 6...7,2 ГПа).

Більшість частинок має округлу форму, але також присутні і частинки, що мають гострі грані та виступи, здатні деформувати та зношувати контактні поверхні деталей робочих органів. Ці мінерали, особливо кварц, є основною складовою більшої частини піщаних ґрунтів, чим і пояснюється їх висока здатність, що зношує. Меншою твердістю мають частинки порід, що утворюють глинисті ґрунти, тому інтенсивність зношування робочих органів на суглинистих та глинистих ґрунтах нижча, ніж на піщаних.

У зв'язку зі значними відмінностями ґрунтів з їхньої зношування, інтенсивність зношування деталей робочих органів на різних ґрунтах буде значно відрізнятися. Враховуючи також, що тиск ґрунту на різних ділянках робочих поверхонь різний, вони зношуються не рівномірно.

Культивація є процесом обробки пухкого ґрунту і це впливає на характер зносу лап культиваторів. За наслідками досліджень.



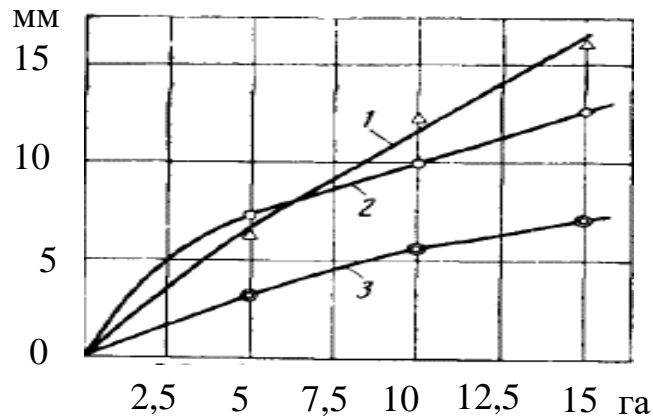
а)- з захватом 270 мм

б)- з захватом 150мм

Рисунок 1.3 - Характер зношення лап.

Загальний випадок зносу стрілчастих лап культиватора із захопленням 270 мм після культивації 40 га легкого приазовського чорнозему та із захопленням 150 мм після культивації 45 га важкого ґрунту представлений на рис. 1.3. Зі схеми видно, що найбільша інтенсивність зносу характерна для носіння лапи, у міру віддалення від носіння інтенсивність зносу ріжучої кромки лапи знижується.

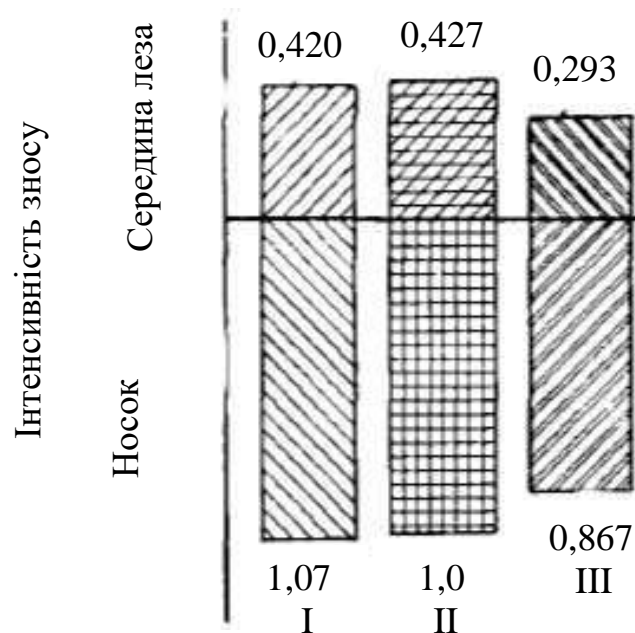
Зміна інтенсивності зношування стрілчастих лап культиваторів на різних ґрунтах показано на рисунку. 1.4. Величину зносу вимірювали за нормаллю до різальної кромки носка лапи. Інтенсивність зносу ріжучої кромки пір'я лапи, значно нижча, ніж ріжучої кромки носка. Але криві зносу в різних перерізах ріжучої кромки характером аналогічні представленим на рисунку.1.5



(1 – піщано-щебнистих; 2 – важких суглинистих; 3 – середньо суглинистих)

Рисунок 1.4 - Зміна інтенсивності зношування стрілчастих лап культиватора на різних ґрунтах

Зношування носової частини лапи підвищується зі збільшенням щільності ґрунту, при обробці пухкого, грудкоподібного ґрунту зношування по контуру лапи вирівнюється, оскільки тиск на носок так само, як і на пір'я лапи, невеликий.

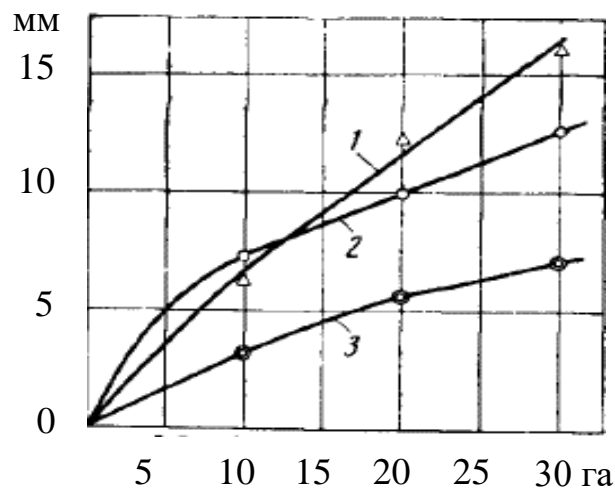


(I - піщано-щебнистих; II - важких суглинистих; III - вилужених глинистих чорноземах)

Рисунок 1.5 - Інтенсивність зношування стрілчастих лап культиватора на різних ґрунтах

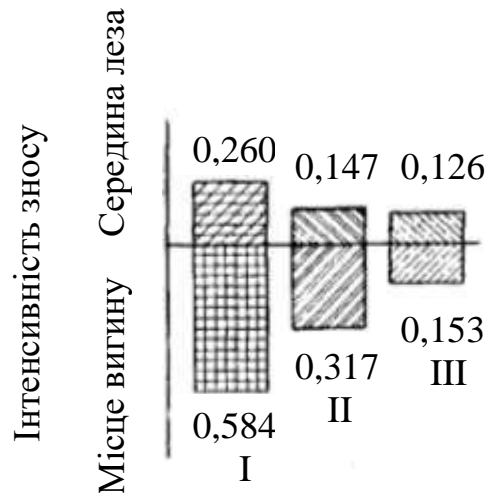
Інтенсивність зносу стрілочастих лап культиваторів на різних ґрунтах неоднакова, що видно на рисунку 1.5. Термін служби стрілочастих лап культиваторів становить виробленню на одну лапу 80-200 га.

Ріжуча кромка плоскорізальних лап також зношується нерівномірно. Найбільш активне зношування спостерігається в місці перегину лапи, де зазнається найбільшого навантаження яке виконує функції «носки». Динаміка наростання зносу плоскорізальних лап культиваторів на ґрунтах, що найчастіше зустрічаються, наведена на рис 4 інтенсивність зносу — на рис. 1.6. Зношування лапи в місці вигину в 2-3 рази вище, ніж у середній частині. Термін служби плоскорізальних лап культиваторів приблизно такий самий, як і стрілочастих. Зміна конфігурації різальної кромки лез стрілочастих і плоскорізальних лап, у різних місцях різне.



(1- важких суглинистих; 2 - вилужених глинистих чорноземах;
3 – підзолистих глинисто-мулуватих)

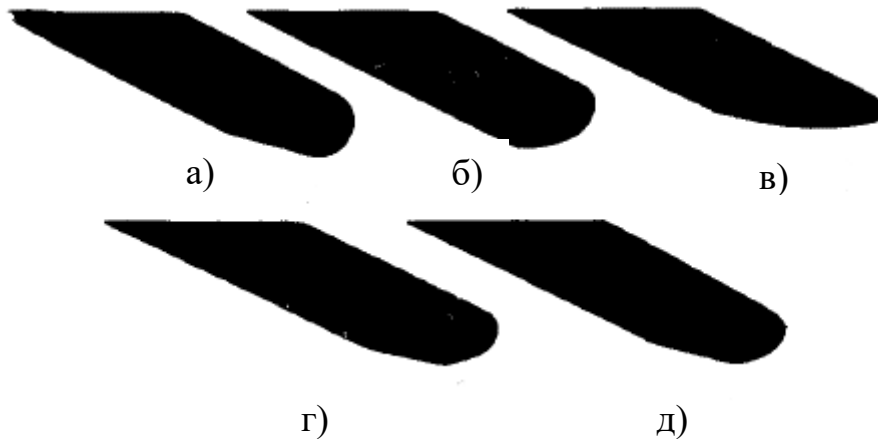
Рисунок 1.6 - Зміна інтенсивності зношування плоскорізальних лап культиваторів на різних ґрунтах



(I – важких суглинистих; II – вилужених глинистих чорноземах; III – підзолистих)

Рисунок 1.7 - Інтенсивність зносу плоскорізальних лап культиватора на різних ґрунтах

На рис. 1.8 представлені профілі леза стрілкової лапи після культивації 120 га глинистого ґрунту частини і на кінці пера лапи, край леза набуває округленої форми.



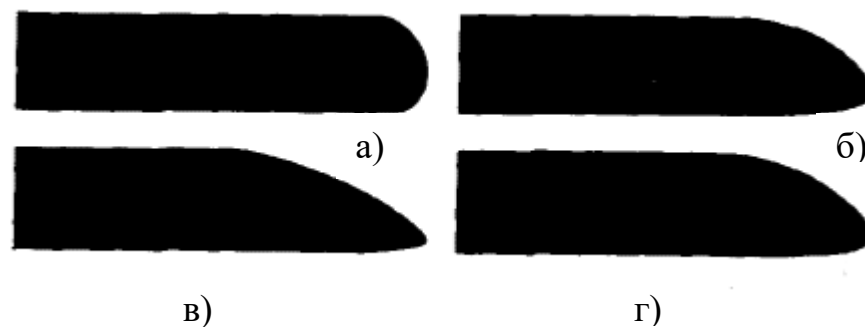
а, б, г та д – пір'я; в – носок

Рисунок 1.8 – Порівняльна конфігурація леза зношеної стрілкової лапи у різних перерізах

При спрямованому зустрічному русі абразивної маси самозаточування носка леза пояснюється підвищеним тиском на бічні поверхні леза. Навідміну від носка ріжуча кромка пера лапи, розташована до осі руху під кутом 30° , крім зустрічного опору відчуває вплив абразивних частинок, що ковзають

уздовж леза. Внаслідок цього радіус затуплення ріжучої кромки значно збільшується. При збільшенні кута лапи в плані ковзання вздовж кромки може бути усунуто і форма леза по всій довжині однакова.

На рисунку 1.9 показана типова конфігурація леза плоскорізальної лапи у чотирьох перерізах після культивації 45 га важкого чорнозему У місці перегину лапи, що виконує роль носка, лезо має більш загострену конфігурацію та порівняно із середньою та хвостовою частиною. Це також пояснюється підвищеним тиском на бічні поверхні леза плоскорізальної лапи.



а – вертикальної частини; б – місця перегину; в і г - прямої частини

Рисунок 1.9 - Порівняльна конфігурація леза зношеної плоскорізальної лапи в різних перерізах.

Радіус затуплення місця перегину у плоскорізальної лапи зазвичай значно більше, ніж носіння у стрілочастій. Це обумовлено ковзанням абразивних частинок вздовж ріжучої кромки леза у його роботи. Вертикальна частина лапи набуває радіальної конфігурації у процесі культивації, що показано на рис. 1.9.

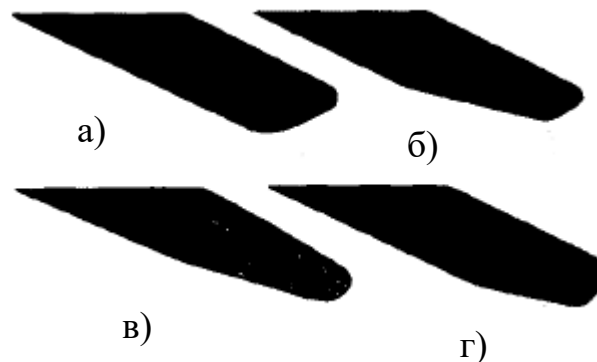
При зіставленні зношування стрілочастих і плоскорізальних лап на однакових ґрунтах видно, що конфігурація зношених лез майже однакова. Це насамперед подібними умовами роботи.[12]

Типові профілі лез лап культиваторів, що мають велику виробіток протягом одного сезону, представлені на (рис. 1.10). Якщо порівняти профілі лез лап культиваторів, зношених у різних ґрунтових умовах, то неважко помітити, що у більшості випадків ріжуча кромка має заокруглену форму. Це

можна пояснити тим, що виробляють культивацію пухкого і комковатого ґрунту на невелику глибину (10-12см). У цих умовах наголос грудок ґрунту про ріжучу кромку і ковзання її частинок вздовж лева сприяють затупленню ріжучої кромки.[12]

Характер зносу лап культиваторів великою мірою залежить від вологості ґрунту, який на глибині культивації протягом сезону змінюється набагато більше, ніж на глибині оранки. Зі зменшенням вологості верхня грань ріжучої кромки лапи зношується активніше. При високій вологості (22-28%) загальне зношування лапи значно знижується, оскільки ґрунт стає пухким.[12]

Інтенсивність зносу лева зростає зі збільшенням щільності ґрунту. Так, лапа, встановлена по осі руху колеса культиватора, має інтенсивність зношування приблизно в 1,5 рази більшу, ніж сусідня. При цьому потилична фаска лева в результаті збільшення густини ґрунту виявляється набагато чіткіше.



а і б - суглинистих (виробіток 40-80 га); в і г - глинистих (виробіток 40-80 га)

Рисунок 1.10 - Порівняльний характер зносу стрілочастих лап культиватора на різних ґрунтах

Таким чином, характер зносу лап культиватора залежить від вологості і структури ґрунту, тому протягом сезону на тому самому ділянці ґрунту конфігурація зносу може істотно змінюватися. У процесі літньої міжрядної

обробки, коли вологість ґрунту невелика, переважає знос верхньої грані леза.[12]

При обробці вологого пухкого ґрунту інтенсивність зносу значно знижується і верхня грань леза зношується дуже слабо. [12]

Отже, на вирішення завдання підвищення зносостійкості лап культиваторів необхідно враховувати специфіку їх експлуатації.

2. МАТЕРІАЛИ ЗАСТОСУВАННІ ДЛЯ НАПЛАВКИ І ПІДВИЩЕННЯ ЗНОСОСТІЙКОСТІ ЛАП КУЛЬТИВАТОРІВ

2.1 Наплавні електроди

Лапи культиваторів, ножі плоскорізів, бульдозерів, скреперів і т.п. з експлуатації працюють в абразивному середовищі і інтенсивно зношуються. Тому після наплавлення необхідно мати високу твердість та зносостійкість металопокриття. Для цієї групи деталей наступна механічна та термічна обробки не передбачаються. Рекомендуються електроди 13КН/Лівт, Т-590; Т-620; ЦН-11; ЦС-1. (Таблиця 2.1)

Таблиця 2.1 Типи електродів

| Тип електрода | Марка електрода | Призначення |
|------------------------------|--------------------|---|
| Е-80Х4С Е-320Х23С2ГТР | 13КН/Лівт Т-620 | Наплавлення деталей, що працюють в умовах переважно абразивного знош. |
| Е-300Х28Н4С4 Е-225Х10Г10С | ЦС-1 ЦН-11 | Наплавлення деталей, що працюють в умовах інтенсивного абразивного зношування з ударними навантаженнями |

2.2 Порошки зі сплавів

Порошки зі сплавів (ГОСТ 21448-75) залежно від хімічного складу поділяються на вісім марок (типів) ПГ-С27 (тип У40Х28Н2С2ВМ); ПГ-СР1 (тип ПН-У30Х28Н4С4); ПГ-УС25 (тип ПН-У50Х38Н); ПГ-ФБХ-6-2 (тип ПН-445Х35ГСР); ПГ-АН1 (тип ПН-У25Х30СР); ПГ-СР2 (тип ПН-ХН80С2Р2); ПГ-СР3 (тип ПН-ХН80С3Р3) та ПГ-СР4 (тип ПН-ХН80С4Р4). Основу сплавів

для порошків перших п'яти марок становить залізо, останні три — нікель. Порошки в залежності від їх гранулометричного складу виготовляють чотирьох класів: великий (К), середній (С), дрібний (М) та дуже дрібний (ОМ). Ці порошки використовують для наплавлення та напилення зносостійкого шару на деталі, що працюють в умовах абразивного зношування, корозії, ерозії, при підвищених температурах або в агресивних середовищах.

До порошків пред'являють важливу вимогу - необхідність однорідності розміру зерен (грануляції): надто великі частинки не прогриваються до необхідної температури, дрібні випаровуються, згорають, несуть струменем газу при ударі об поверхню. Розмір частинок вибирають виходячи з теплофізичних властивостей порошків та характеристик плазматронів. Насправді найчастіше використовують порошки з розміром частинок 40... 100 мкм. Їх одержують розсіванням на ситах. Безперебійна та рівномірна подача в розпилювач порошку досягається його гарною сипкістю. Порошки гігроскопічні, тобто здатні до поглинання вологи, тому щоб уникнути злипання та утворення грудок їх слід зберігати в герметичній тарі. Перед напилюванням металеві порошки необхідно просушити за температури 120...150°C, керамічні - при 600...700°C. Тривалість сушіння 3...5 год.

В результаті взаємодії з розпеченими газами в плазмовому або газополум'яному струмені матеріали при напиленні можуть значно змінювати свій початковий хімічний склад. Так, метали при напилюванні поглинають кисень (окислюються); оксиди, навпаки, втрачають частину кисню (відновлюються); нітриди втрачають частину азоту; карбіди втрачають частину вуглецю (до 50% і більше). Щоб отримати необхідний склад покриття, потрібно правильно вибрати параметри технологічного процесу, а також використовувати спеціальні порошки, наприклад, стабілізовані оксиди, карбіди в металевих оболонках.

Сучасна техніка напилення дозволяє отримувати не тільки одношарові покриття з одного матеріалу, але й багатшарові покриття з різних порошків,

наприклад, карбідів з металами та ін. Чергування шарів досягається шляхом підключення за заданою програмою декількох порошкових живильників. Можуть бути застосовані системи з плавним регулюванням подачі порошків багатокomпонентних живильників.

При плазмовому напиленні забезпечується дуже висока температура нагріву матеріалу, що розпилюється. Внаслідок цього метод дозволяє застосовувати без обмежень матеріали всіх типів, у тому числі тугоплавкі.

При газополум'яному нанесенні покриттів досягається порівняно невисока температура нагрівання матеріалу, що розпилюється. Тому зазначений метод раціонально використовуватиме напилення порошків, термореагуючих, інтерметалідних, самофлюсуючих сплавів: латуні, бронзи, сталей та деяких інших матеріалів, а також алюмінію, міді, нікелю, цинку.

2.3 Наплавні тверді сплави

Тверді сплави поділяють на металокерамічні, одержувані методом порошкової металургії, та наплавні, які, у свою чергу, можуть бути литими, зерноподібними та електродними. Ці сплави наплавляють на робочу край інструменту або на поверхню виробу, що піддається інтенсивному зносу.

Литі тверді сплави умовно можна поділити на три групи

До першої групи відноситься:

- реліт, що є композицією литих карбідів вольфраму і використовується для наплавлення сталевих деталей, що швидко зношуються, в умовах інтенсивного абразивного зносу ударними навантаженнями;

- реліт-«3» зерновий - сплав вольфраму з вуглецем евтектичного складу, є дроблені зерна осколкової форми гранулометричного складу менше 0,18 і більше 2,5 мм;

- реліт-«3» трубчасто-зерновий є сталевую трубою з маловуглецевої сталі, наповнену зернами реліту. Реліт містить 0,25% заліза, решта – вольфрам; має високу твердість, зносостійкість. Температура його плавлення становить 3500°C.

До другої групи відносять стеліти та сормайти:

- стеліти В2К і В3К;
- сплави, що містять головним чином кобальт і вольфрам, а стеліти ВХН1 і ВХН2;
- нікель і хром.

На структуру та механічні властивості стелітів впливає швидкість охолодження. При швидкому охолодженні зерно подрібнюється та твердість сплавів підвищується.

Стеліти мають високу стійкість проти корозії. Хороша зварюваність дозволяє використовувати їх для наплавлення на інструменти, завдяки чому їхня стійкість значно підвищується.

Сормайти сплави на залізохромовій основі з марганцем та нікелем. Вони менш тверді та червоностійкі, ніж стеліти, але значно дешевші, тому знайшли широке застосування у відновленні деталей сільськогосподарських машин.

Сормайт № 1 містить 2,5...3% вуглецю, 2,8...4,2 кремнію, 1,5 марганцю, 25...31 хрому, 3,5% нікелю, решта - залізо. У складі Сормайту № 2 дещо менший вміст вуглецю та легуючих елементів, тобто 1,5...2% вуглецю, 1,0 марганцю, 1,5...2,2 кремнію, 1,3...2,2 нікелю і 13...17% хрому, тому він менш тендітний. Після відпалу можна порівняно легко обробляти різцем. Після загартування він набуває твердості HRC 40...45.

Стеліти та сормайти більш тендітні сплави. Випускаються вони як прутків діаметром 5...10мм і довжиною 300...400мм. Сормайт випускають у вигляді порошку.

Стеліт марки В2К. і Сормайт № 1 наплавляють на деталі, що працюють без різких поштовхів і ударів (матриці згинальних та витяжних штампів, центри токарних верстатів, скоби, шаблони тощо).

Сталініт - це сплав на залізній основі, що містить 24-26% хрому, 6-8,5 марганцю, до 3 кремнію, 7-10% вуглецю. Сталініт отримують розмолом та дробленням ферохрому, феромарганцю, нафтового коксу та чавунної стружки. Після ретельного перемішування суміш прожарюють при 400-500°C протягом 3-4 год, потім дроблять.

Наплавлений сталініт утворює твердий зносостійкий шар з мікроструктурою легованого білого заевтектичного чавуну. Його застосовують для наплавлення деталей, що піддаються грубому зносу (щоби камнедробілок, зуби та козирки ковшів екскаваторів, ножі бульдозерів тощо).

2.4 Порошковий дріт та стрічка

Порошковий дріт - це безперервний електрод, який складається з металевої оболонки та порошкового сердечника. Оболонка, через поверхню якої проводиться зварювальний струм, утримує порошковий сердечник і дає можливість виконувати безперервний процес плавлення при невеликому (20...70 мм) вильоті (відстань від місця підведення струму до зварювальної дуги), не даючи цим передчасно розкладатися компонентам сердечника. При ручному зварюванні штучними електродами, коли процес плавлення відбувається на підвищеному струмі і кінець електрода перегріється, можливе розкладання складу електрода та погіршення його захисної дії.

Порошковий дріт для автоматичного та напівавтоматичного дугового зварювання та наплавлення виготовляють відповідно до технічних умов (державних стандартів не передбачено). Оболонка проволоки являє собою трубку, згорнуту із сталеві (частіше низьковуглецевої) стрічки товщиною

0,2...0,5мм. Внутрішність оболонки заповнена сумішшю порошків із газо- та шлакоутворюючих компонентів. (шихта) У порошковому дроті ряду марок суміш порошків включає і легуючі компоненти. Найбільш широко використовують порошковий дріт діаметром від 16 до 30 мм.

Номенклатура і сфера застосування дроту дуже широкі. Порошковий дріт використовують при дуговому зварюванні та наплавці в захисних газах (головним чином у вуглекислому газі), а також при дуговому наплавленні (рідше зварюванні) відкритою дугою.

Використання порошкового дроту визначається його маркою. Порошковий дріт - для наплавлення відкритою дугою деталей, що зазнають абразивного зношування та значних ударних навантажень.

ПП-Нп-200Х15С1ГРТ (ПП-АН125) - для наплавлення деталей, що працюють в умовах абразивного зношування. Ножі грейдерів та бульдозерів, дробильного та розмелювального обладнання, робочих органів ґрунтообробних машин. Твердість HRC 50...58.

ПП-Нп-300Х25Н2М2ГФ (ПП-АН123) - для наплавлення деталей, що працюють при ударних навантаженнях в умовах інтенсивного абразивного зношування, робочі органи ґрунтообробних машин. Твердість HRC 52...56.

Порошкова наплавна стрічка складається із сталевій секційній оболонки, заповненої порошками з газоутворювальних, шлакоутворювальних та легуючих компонентів.

Марка та тип. Порошкова стрічка, марки ПЛ-А11101 (ПЛ-300Х25Н3С3) розміром 20Х4 мм у рулонах.

Склад. У металі, що наплавляється, цієї стрічки міститься 3% вуглецю, 25 хрому, 1,5 марганцю, 3 кремнію і 3% нікелю. Твердість металу, що наплавляється HRC 50...55.

2.5 Білий чавун

Зносостійкість чавунів визначається насамперед станом вуглецю у яких. У графітизованих чавунах (сірому, ковком, високоміцному) весь вуглець

перебуває у вільному стані у вигляді графіту, у білому – весь вуглець перебуває у зв'язаному стані у вигляді цементиту (Fe_3C), у половинчастих – відповідно частина вуглецю у вільному стані, інша частина – у пов'язаному.

Основною структурною особливістю зносостійких білих чавунів (ІБЧ) є наявність досить великої кількості високотвердих карбідів (легованого цементиту та спеціальних карбідів), що забезпечують їхню високу зносостійкість в умовах абразивного зношування.

У таблиці 2.2 представлені результати випробувань щодо зносостійкості білих зносостійких чавунів (Абразив - корундова шкірка зернистістю 40, тиск 0,3 Мпа).

Таблиця 2.2 Залежність відносної зносостійкості білих зносостійких чавунів від хімічного складу та твердості

| Сплав | Хім. склад білих зносостійких чавунів | | | | | | Твердість після термообробки | Відносна зносостійкість, ϵ |
|-------|---------------------------------------|------|------|------|------|------|------------------------------|-------------------------------------|
| | C | Si | Mn | Cr | V | Al | | |
| 1 | 3,23 | 0,79 | 1,98 | 9,85 | 6,12 | 0,14 | 64 | 9,5 |
| 2 | 3,44 | 0,73 | 2,16 | 8,87 | 6,47 | 0,19 | 65 | 10,2 |
| 3 | 3,58 | 0,84 | 2,20 | 9,50 | 6,02 | 0,16 | 68 | 13,6 |
| 4 | 3,21 | 0,90 | 1,91 | 9,28 | 6,09 | 0,12 | 64 | 8,8 |
| 5 | 3,49 | 0,83 | 2,06 | 9,55 | 6,52 | 0,10 | 66 | 11,8 |

Як видно з результатів випробувань, відносна зносостійкість білих зносостійких чавунів істотно вища порівняно з високолегованою сталлю та наплавними матеріалами.

3. РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ ЗВАРЮВАННЯ-НАПЛАВКИ ДЛЯ РЕМОНТУ СТРІЛЬНИХ ЛАП КУЛЬТИВАТОРІВ

3.1 Технологія плазмової вирізки ремонтних вставок

3.1.1. Визначення геометричних розмірів ремонтних вставок

Зношування лап культиваторів має особливості, які у тому, що, фактично, кожна лапа внаслідок зносу має геометричні розміри. Це зумовлено тим, що навіть при установці лап у межах одного плужного корпусу, умова зношування не ідентичні. Зокрема, може змінюватися склад ґрунту та його абразивність, а також довжина шляху культивації для кожної лапи не однакова. Це призводить до необхідності індивідуального виміру зношування кожної лапи, для чого спроектований спеціальний вимірювач зношування рис. 3.1.

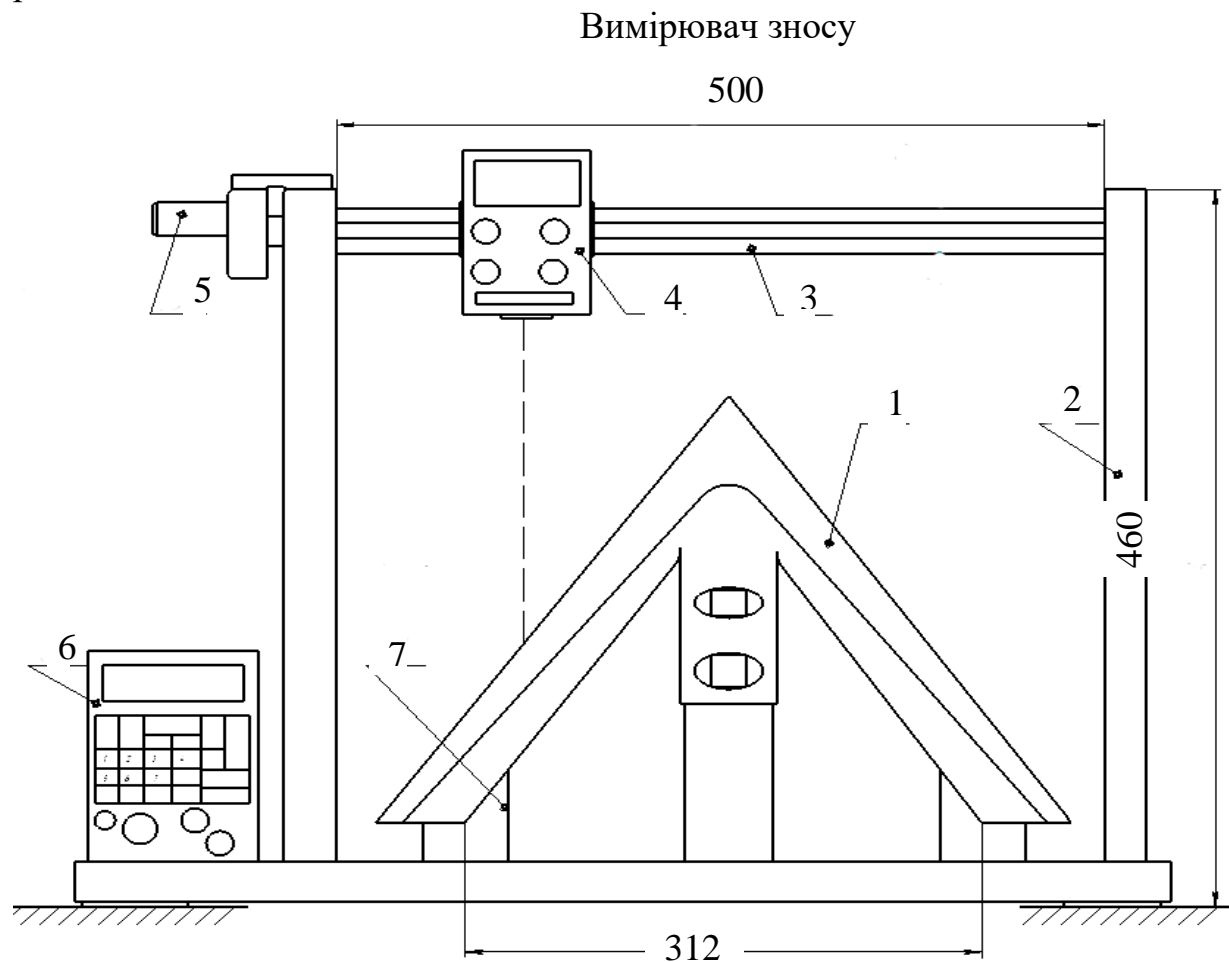


Рисунок 3.1 – Вимірювач зносу

Вимірювач включає:

- власне зношену стрілчасту лапу 1;
- стійку 2;
- механізмом переміщення 3;
- рулетку лазерну 4;
- кроковий електродвигун 5;
- контролер 6;
- що базують стійки 7.

Технічні характеристики лазерної рулетки LEICA Disto D3a BT:

- діапазон вимірювання 0,5 – 100 мм;
- точність вимірювання 0,5 мм;
- клас лазера 2;
- харчування 2 x 1,5 В (AA);
- Д x Ш x В 127 x 49 x 28 мм;
- об'єм пам'яті - 400 вимірювань;
- вага 0,150 кг.

Технічні характеристики контролера КАЗС АСІ 2.0:

- напруга змінного струму 220В -15%+10%;
- частота змінного струму 50 (+/-1) Гц;
- вібрації в місці встановлення приладу з частотою 5-25 Гц та амплітудою до 0.1 мм.

Після виміру лазерної рулеткою лінійної величини зношування в п'яти точках на кожній стрілчастій лапі, результати передаються на спеціальний контролер. За отриманими вимірюваннями формується програма для плазмового розкрою ремонтних вставок. Комп'ютерна обробка дозволяє безпомилково комплектувати кожну зношену лапу відповідної ремонтної вставки. Для безпомилкової комплектації застосовано лазерний маркер Fiber лазер 3.2.



Рисунок 3.2 – Лазерний маркер fiber

Волоконний лазер (Fiber) застосовується для нанесення маркування на всі металеві матеріали та більшість пластиків. До найбільших переваг волоконних лазерів відноситься, безперечно, тривалий термін служби основного компонента лазера (джерела випромінювання) та мала витрата енергії при збереженні максимальної ефективності маркування. Ще дві їхні важливі переваги - це компактні розміри та повітряне охолодження. Волоконні лазери вирізняються високою якістю лазерного променя (діаметр точки 0,06мм). Це дозволяє використовувати для отримання якісного маркування джерела нижчої потужності порівняно з іншими типами лазерів. Фібер-лазери пропонуються нами у трьох варіантах потужності: 5 Вт, 10 Вт, 20 Вт.

Технічні характеристики волоконного лазера (Fiber):

- модель Nd: YVO4;
- довжина хвилі 1.064 мкм;
- частота від 12 кГц до 100 кГц;
- вихідна потужність 5 Вт, 10 Вт, 20 Вт;
- потужність <250 Вт;
- розміри джерела живлення лазера 515 x 165 x 220 мм;
- маса джерела живлення лазера <12 кг;
- охолодження повітря/повітря;
- витрата електроенергії <1,5 кВт;
- поле маркування:

- 60 x 60 мм;
- 110 x 110 мм (стандартний);
- 155 x 155 мм;
- звичайна товщина променя близько 60 мкм (стандартна лінза).

3.1.2 Вибір параметрів режиму плазмового різання

Для вирізки ремонтних вставок до зношених лап, використовуємо листову сталь 65Г товщиною 6 мм. Враховуючи, що зварювання ремонтних вставок зі зношеними лапами буде проводитися без обробки кромки, то до точності геометричних розмірів та стану різання ремонтних вставок висувуються підвищені вимоги. Зокрема, відхилення геометричних розмірів не більше $\pm 0,5$ мм, поверхня різки повинна бути гладкою. Для отримання чистого різки, практично без окалини і деформації металу, що розрізається, необхідно правильно підібрати швидкість різання і силу струму.

Враховуючи теплофізичні властивості сталі 65Г, товщину листа, що розрізається, а також рекомендації вибираємо параметри режиму плазмового різання. У складі призначених режимів та умов різання вказують робоче плазмоутворююче середовище, робочий струм, діаметр і довжину сопла, витрата робочого середовища, відстань від робочого торця плазмотрона до поверхні металу, а також робочу напругу дуги та швидкість різання.

Плазмоутворюючий газ повинен забезпечувати:

- ефективне формування ріжучої дуги;
- отримання високоякісних кромки різки;
- ефективну передачу металу, що розрізається теплової енергії, запозиченої в стовпі дуги;
- тривалу роботу формуючих елементів плазмотрону;

- одержання додаткової енергії для різання за рахунок екзотермічних реакцій;

- економічність та безпека роботи.

Робочі середовища найбільш широко використовуються у вигляді технічних газів: азоту, аргону, водню, кисню, стиснутого повітря та ін.

Таблиця 3.1 - Фізико-хімічні властивості плазмоутворювальних середовищ

| Сред а | М | γ , кг/м ³ | с, Дж/(кг·°С) | η , мкПа·с | λ , Вт/(м·см) | σ , См/с м | q, кДж/г ·моль | u, В | |
|-------------|--------|------------------------------|---------------|-----------------|-----------------------|-------------------|----------------|-------|-------|
| | | | | | | | | 1 | 2 |
| N2 | 28,002 | 1,2505 | 1,05 | 231 | 1,23 | 30 | 714,84 | 14,51 | 29,41 |
| Ar | 39,94 | 1,783 | 0,53 | 280 | 0,702 | 30 | - | 15,7 | 27,64 |
| H2O | 18,016 | 0,598 | 2,02 | - | - | - | 485,52 | - | - |
| H2 | 2,016 | 0,084 | 14,3 | 91,4 | 3,58 | 65 | 435,96 | 13,54 | - |
| Пові тря | - | 1,293 | 1,01 | 260 | 2,60 | 30 | - | - | - |
| O2 | 32,0 | 1,43 | 0,92 | 266 | 0,750 | 25 | 496,44 | 13,57 | 34,75 |

Робоче середовище вибирають з урахуванням її властивостей (таблиця 1) та властивостей оброблюваного матеріалу. Інертні гази забезпечують отримання найчистіших поверхонь різку. Для нашого випадку як плазмоутворюючий газ вибираємо повітря.

$$W = 0,24IU\eta/\gamma b\delta S \quad (3.1)$$

При різанні сталі $\delta=1$ см, $\gamma=7,8$ г/см³, $S=13,06$ кДж/г струмом $I=300$ А при $U=180$ В $c=0,3$ і $b=0,4$ см $W=4$ см/с, або 2,4 м/хв.

де струм I ;

напруга U ;

тепловий к.п.д. η дуги;

питома вага γ ;

товщина δ ;

ентальпія плавлення S металу, що розрізається;
ширина різку b визначають швидкість різання.

При різанні в окисних середовищах реакція окиснення підвищує швидкість. При заданому режимі швидкість різання можна регулювати.

Максимально можлива швидкість різання на прямолінійних ділянках обмежується рівнем, вище якого досягається наскрізне прорізання металу. При швидкості нижче за цей рівень метал прорізається повністю, але якість різання характеризується великою неперпендикулярністю кромки, шорсткістю поверхонь, великою глибиною литої ділянки зони термічного впливу і т.д.

З обмеженням швидкості різання якість заготовок підвищується, хоча витрати енергії та матеріалів зростають, продуктивність різання знижується. При швидкостях різання нижче максимальних в 1,5-2,5 рази, кромки стають паралельними між собою і перпендикулярними до поверхні листа, шорсткість стає мінімальною і заготівля, що вирізається, здебільшого може бути використана без додаткової механічної обробки. При подальшому зниженні швидкості різання процес і якість заготовок втрачають стабільність, що є неприйнятним.

Рекомендовані орієнтовні режими повітряно-плазмового різання наведено в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 - Орієнтовні режими повітряно-плазмового різання

| Товщина металу, мм | Діаметр сопла, мм | Довжина сопла, мм | Струм, А | Витрата повітря, л/хв | Швидкість різання, м/хв | | |
|--------------------|-------------------|-------------------|----------|-----------------------|-------------------------|----------|---------|
| | | | | | сталь | алюміній | мідь |
| 5 | 2,5-2,8 | 3-4 | 200-260 | 80-100 | 4-6 | 4,5-5 | 1,7-3 |
| 10 | 2,5-2,8 | 3-4 | 250-290 | 80-100 | 1,9-3,6 | 2,4-4,2 | 1,1-2 |
| 15 | 2,5-2,8 | 3-4 | 250-325 | 80-100 | 1,2-3 | 1,6-3,5 | 0,6-1,6 |
| 20 | 2,8-3 | 3-4 | 270-325 | 80-100 | 1-2,3 | 1,3-3 | 0,4-1,2 |
| 40 | 2,8-3,7 | 4-7 | 300-400 | 100-120 | 0,6-0,9 | 0,9-1,2 | 0,3-0,6 |
| 60 | 3-3,7 | 4-7 | 350-400 | 100-135 | 0,3-0,4 | 0,4-0,6 | 0,1-0,3 |
| 100 | 4 | 6-8 | 400-450 | 135-140 | 0,1 | 0,2 | - |

Таким чином, параметри режиму плазмової вирізки рем вставки наступні:

- діаметр сопла плазмотрону 2,5 - 2,8 мм;
- довжина сопла 3-4 мм;
- струм 230 - 280А;
- напруга 55 - 65В;
- витрата повітря 80 - 100л/хв;
- швидкість різання 2 - 3м/хв;

3.1.3 Вимоги до керуючої програми розкрою

При складанні керуючої програми розкрою стандартного листа 65Г (1250 x 2500 x 6 мм) виконали такі вимоги:

- вирізку деталей починати від однієї з кромки листа, послідовно переходячи від однієї деталі до іншої в напрямку до протилежної кромки;
- при складанні карт розкрою деталей для різання застосовуємо суміщені різи, тобто. лінія різку поділяє відразу дві деталі;

- вузькі і довгі деталі розташовуємо вздовж поздовжньої кромки листа, причому більш довгі деталі розташовуємо ближче до краю, від якої починається різання, більш короткі деталі розташовуємо до середини листа і протилежної кромки. Вирізання починаємо з вузьких деталей, розташованих біля кромки;

- при складанні карт розкрою деталей для різання рекомендується застосовувати суміщені різи, тобто. лінія різку поділяє відразу дві деталі;

- початок і напрямок різання кожної деталі повинні бути такими, щоб край, що з'єднує деталь з основою масою листа, обрізався в останню чергу;

- вирізку лист деталей довжиною понад 3 м і шириною понад 0,5 м слід виготовляти з кута, починаючи з довгої кромки;

- при вирізання довгих і вузьких смуг у програмі слід передбачати зворотний вигин деталі на величину, що визначається з виразу:

$$F=A \cdot (L/b)^2, \quad (3.2)$$

де f стрілка прогину смуги на крайку на довжині L , мм;

b ширина деталі, що вирізається, мм;

$A=0,002$ мм – для вуглецевих, низьколегованих сталей;

$A=0,003$ мм – аустенітних сталей.

При вирізання деталей завтовшки до 5 мм рекомендується залишати перемички через 1200мм. При ширині деталей менше 100мм і через 2000мм при ширині деталей 100 - 200мм. Довжина перемичок має бути не менше 15мм.

3.1.4 Устаткування для плазмового різання

Для плазмової вирізки ремонтних вставок використовуємо сучасний верстат повітряно-плазмового різання ЧПУ СВПР «PL-2513» з контролером представленим рисунку 3.



а- Станок повітряно-плазмованої різки; б- Контроллер

Рисунок 3.3 - Обладнання для плазмового різання

Технічні характеристики та комплектація верстата модельного ряду СВПР із ЧПУ «PL-2513».

Призначення:

- фігурний розкрій сталі;
- алюмінію;
- вирізка з металу будь-яких фігурних елементів;
- вирізка отворів і т.п.

СВПР «PL-2513» призначені для роботи з практично будь-якими струмопровідними матеріалами. Сучасна система ЧПУ, що застосовується в даному обладнанні, у поєднанні з точною та якісною механікою верстата дозволяють досягти високої точності та якості різання металу та забезпечити повторюваність деталей, що вирізуються, при серійному їх виробництві.

Верстати повітряно-плазмового різання з ЧПУ «PL-2513» стандартно комплектуються джерелами плазмового різання виробництва компанії "HyperTherm inc.", США.

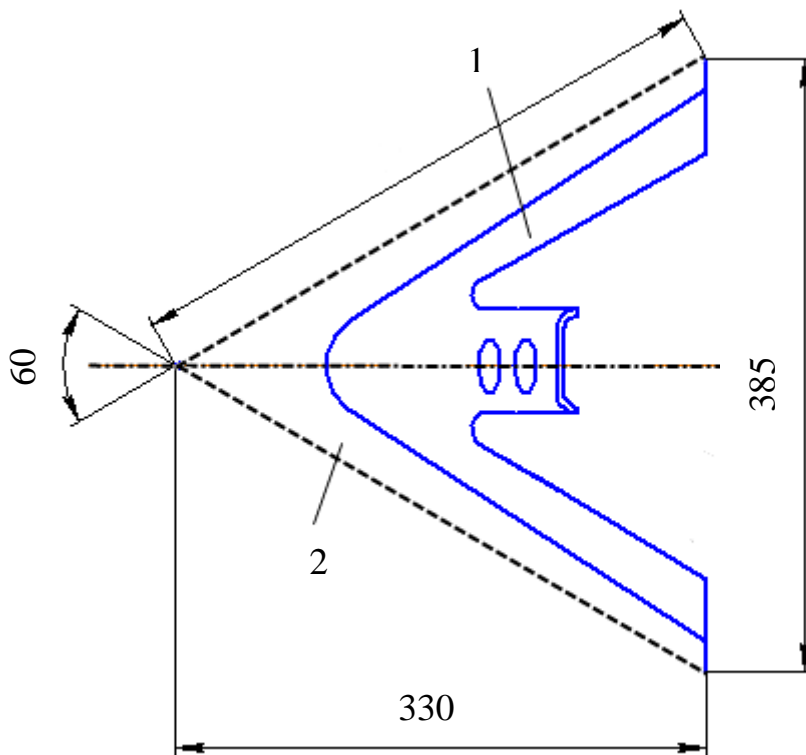
Технічні характеристики контролера КАЗС АСІ 2.0:

- напруга змінного струму 220В - 15%+10%;
- частота змінного струму 50 (+/-1) Гц;
- вібрації в місці встановлення приладу з частотою 5-25 Гц та амплітудою до 0.1 мм.

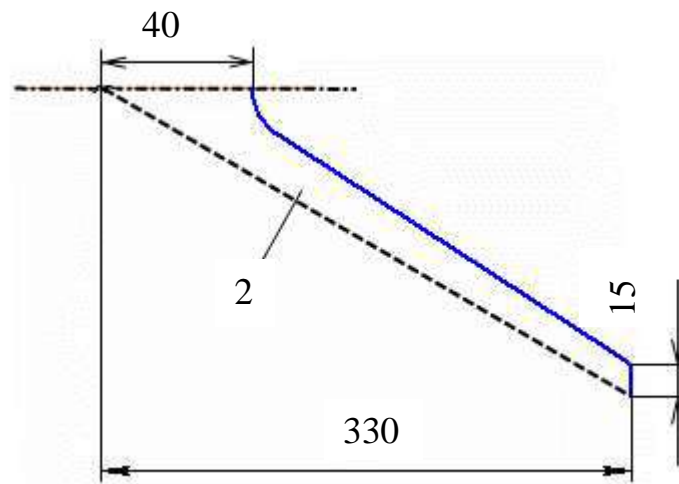
3.2 Розробка технологічного процесу зварювання

3.2.1 Вихідні дані

Розробити технологічний процес зварювання заготовки стрілкової лапи з ремонтною вставкою. Конструкція, геометричні розміри заготовок стрілкової лапи та ремонтної вставки показані на рисунку 3.4.



1. Стрілчаста лапа



2. Ремонтна вставка

Рисунок 3.4 - Заготівля стрілкової лапи та ремонтна вставка

3.2.2 Характеристика зварюваності сталі 65Г, обґрунтування та вибір способу зварювання

Труднощі зварювання сталей із вмістом вуглецю понад 0,45% полягають у забезпеченні необхідного термічного циклу для покращення ЗТВ. Зварювання цих сталей виконують з додатковими технологічними прийомами термічного впливу та із забезпеченням уповільненої швидкості охолодження - не більше 50°C в секунду, щоб не допускати утворення тріщин.

Термічні дії також повинні враховувати температуру навколишнього повітря, щоб швидкість охолодження деталі була повільною. Чим більше вуглецю в сталі, тим вищою має бути температура попереднього підігріву. Підігрів доцільно виконувати симетрично щодо осі зварного шва шириною 50-80 мм.

Температура підігріву 100-200°C. При механізованих способах зварювання слід застосовувати дрiт малих діаметрів (0,8 - 1,2мм) задля забезпечення мінімальної погонної енергії зварювання. Велика глибина

проплавлення при зварюванні таких сталей (наприклад, зварювання під флюсом) є неприйнятною.

Високовуглецеві сталі з вмістом вуглецю 0,48-0,7%, як правило, застосовуються для виготовлення різних деталей, які піддаються наплавленню для підвищення зносостійкості, як нові, так і при відновленні (ремонтні), наприклад, валки прокатних станів, підкранові колеса мостових кранів і т.д.

Тому, доцільно для зварювання сталі 65Г застосувати метод який би забезпечував:

- мінімальне тепlopokладання в основний метал;
- мінімальну ширину зварного шва, так зване «кинджальне проплавлення» форма шва повинна бути близька до форми швів, що отримуються електронно-променевим або лазерним зварюванням;
- термічний цикл зварювання повинен забезпечувати одержання зварного з'єднання без утворення тріщин.

Враховуючи товщину лапи (6мм), що зварюється, то цим вимогам може задовольнити зварювання плазмовою дугою без оброблення кромek і без використання присадного матеріалу.

Спосіб зварювання плазмовою дугою реалізують за наступною схемою - виріб включають у зварювальний ланцюг дуги, активні плями якої розташовуються на вольфрамовому електроді та виробі. Плазмоутворюючий газ служить також захистом розплавленого металу від атмосфери повітря. У деяких випадках для захисту розплавленого металу можна використовувати подачу окремого струменя спеціального, дешевшого захисного газу. Газ, що переміщується вздовж стінок сопла, менш іонізований та має знижену температуру. Завдяки цьому попереджається розплавлення сопла. У пальниках для зварювання плазмовою дугою, одним з електродів є матеріал, що обробляється. У цьому випадку використовують два енергетичні джерела: плазмовий струмінь і електрично активну пляму дуги. Коефіцієнт корисної дії

такого пальника, тобто. використання підведеної до неї електричної енергії досягає 60-80%.

Склад плазмоутворюючого газу і матеріал електрода вибирають в залежності від вимог, що висуваються до процесу. Як стабілізуючі гази застосовують азот, аргон, водень, гелій, повітря та їх суміші. Як плазмоутворюючий газ використовуємо аргон.

Плазмовою дугою зварюють листи завтовшки до 9,5мм встик без оброблення кромки та присадного металу. Найбільші переваги зварювання плазмовою дугою дає при з'єднанні товстих листів без обробки кромки і без присадного металу.

Для вибору режимів зварювання плазмової дугою заготівлі стрілкової лапи з ремонтною вставкою скористаємося даними, наведеними у таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 – Режимы зварювання плазмовою дугою стикових з'єднань без присадного металу.

| Метал | Товщина листів, мм | Швидкість зварювання, м/хв | Діаметр сопла, мм | Параметри дуги | | Плазмоутворюючий газ | | Фокусуючий та захисний газ | |
|------------------------|--------------------|----------------------------|-------------------|----------------|------------|------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| | | | | Сила току, А | Напруга, В | Склад | Витрата, м ³ /ч | Склад | Витрата, м ³ /ч |
| вуглецева сталь | 6,4 | 0,254 | 2,4 | 305 | 35 | Ar | 0,057 | Ar | 1,4 |
| Корозійно-стійка сталь | 2,4 | 0,97 | - | 160 | 31 | Ar+7,5% H ₂ | 0,14 | Ar+7,5% H ₂ | 0,99 |
| | 3,2 | 0,61 | | 145 | 32 | | 0,28 | | 0,99 |
| | 4,8 | 0,41 | | 240 | 38 | | 0,34 | | 1,27 |
| | 6,4 | 0,36 | | | | | 0,5 | | 1,41 |

Враховуючи товщину матеріалу, що зварюється – 6 мм, призначаємо наступні параметри процесу плазмового зварювання без присадочного матеріалу:

- швидкість зварювання - 0,25 - 0,30м/хв;
- діаметр сопла - 2,4мм;
- сила струму – 270 - 280А;
- напруга - 35 - 36В;
- плазмоутворюючий газ - Ar(CO₂);
- витрата газу - 0,057 - 0,065м³/год.

3.2.3 Вибір обладнання для плазмового зварювання

В даний час існує кілька типів установок для плазмового зварювання, що відрізняються за потужністю, родом плазмоутворюючого газу, ступеня механізації, області використання.

Технічні характеристики обладнання для плазмового зварювання наведено у таблиці 3.4.

Таблиця 3.4 – Технічні дані установок для плазмового зварювання.

| Тип установ-ки | Діапазон регулювання постійного струму, А | Номінальна робоче напруга, В (U _{xx}) | Плазмоутво-рюючий та захисний газ | Призначення: |
|----------------|---|---|-----------------------------------|--------------------------------|
| УПС-1002/3 | 300-800 | 65-75 | CO ₂ | МС механізоване зварювання |
| УПС-201 | 200-800 | До 70 (120) | Ar, He | РС-ручне зварювання |
| УПС-804 | 300-800 | 90 (180) | CO ₂ | МС маловуг-лецевих сталей |
| УПО-201 | 20-300 | 40 | CO ₂ , повітря | МС міді та її сплавів до 20 мм |

Виходячи з вибраних параметрів зварювання, найдоцільніше для наших цілей застосувати установку УПС-804. Слід також відзначити її перевагу порівняно з іншими установками, що полягає у використанні як плазмоутворюючий газ – вуглекислий газ, що істотно знижує витрати на зварювання.

3.2.4 Підготовка деталей під зварювання, зварювання заготовки стрілкової лапи з ремонтною вставкою.

Точність підготовки деталей до зварювання і якість зборки дуже істотно впливають на якість виробу, що зварюється. До різкого зростання ймовірності появи дефектів у зварних з'єднаннях, і конструкції в цілому призводить Недостатньо ретельне виконання заготовлених та складальних операцій. Аналіз дефектів, що виникають при зварюванні, однозначно показує, що значну частку шлюбу слід віднести за рахунок поганої якості підготовки та складання.

Основний метал до складання в місцях зварювання повинен бути зачищений від іржі, олії, вологи, пухкого шару окалини та інших забруднень, які можуть призвести до утворення пор та інших дефектів у швах.

Зачищення проводять до збирання вузла механічним способом.

Потім, заготовку стрілкової лапи і ремонтну вставку встановлюємо в пристрій для збирання - зварювання і проводимо прихватку.

Прихватку виконуємо напівавтоматичним зварюванням серед вуглекислого газу дротом СВ-08Г2С

Режими прихватки:

- діаметр дроту – 0,8;
- швидкість подачі електродного дроту – 1,2 - 1,4 м/хв;
- струм - 180 – 200 А;

- напруга - 25 – 29 В.

Для виконання прихваток використовуємо зварювальний напівавтомат ПДГ-308 із джерелом живлення ВДГ-302

Перетин прихваток не перевищує 1/3 перерізу шва. Їхній максимальний переріз не більше 8 – 10мм², довжина 5 – 7мм, відстань між прихватками 30 – 50мм.

Перед початком зварювання установку налаштовуємо на необхідний режим, встановлюємо швидкість зварювання, швидкість подачі дроту, витрату плазмоутворювального та захисного газів, час нагрівання виробу та заварювання кратера, величину зварювального струму. Після перемикання тумблера з положення «Налагодження» в положення «Автоматичний режим» регулюється положення плазмотрона щодо виробу, що зварюється вздовж і поперек шва, відстань від плазмотрона до виробу 18-20мм.

Процес збудження чергової дуги в установці здійснюємо за допомогою високочастотної високовольтної напруги осцилятора в проміжку електрод - сопло збуджується іскровий розряд, який потім переходить у дуговий.

Характеристики напівавтомат ПДГ-308:

- номінальний зварювальний струм, 315А;
- діаметр електродного дроту, 0,8-1,4мм;
- швидкість подачі електродного дроту, 1,2-16,0м/хв;
- товщина металу, що зварюється, 0,8-8мм;
- маса електродного дроту в касеті, 12кг;
- межі регулювання робочої напруги, 18-32;
- витрата CO₂ 6-16л/хв.

Технічні характеристики зварювального випрямляча ВДГ-302:

- напруга мережі живлення, 380Вт;
- номінальний зварювальний струм, 315А
- діапазон регулювання струму, 60-315А;
- умовна робоча напруга на затискачах;
- випрямляча при номінальному струмі, 32;

- межі регулювання робочої напруги, 22-32;
- ККД, 82%;
- габарити, 645x505x560мм;
- маса, 110кг.

На вибраному режимі зварювання з використанням установки УПС-804 зварюємо заготовку стрілочастої лапи з ремонтною вставкою рисунок 3.5.

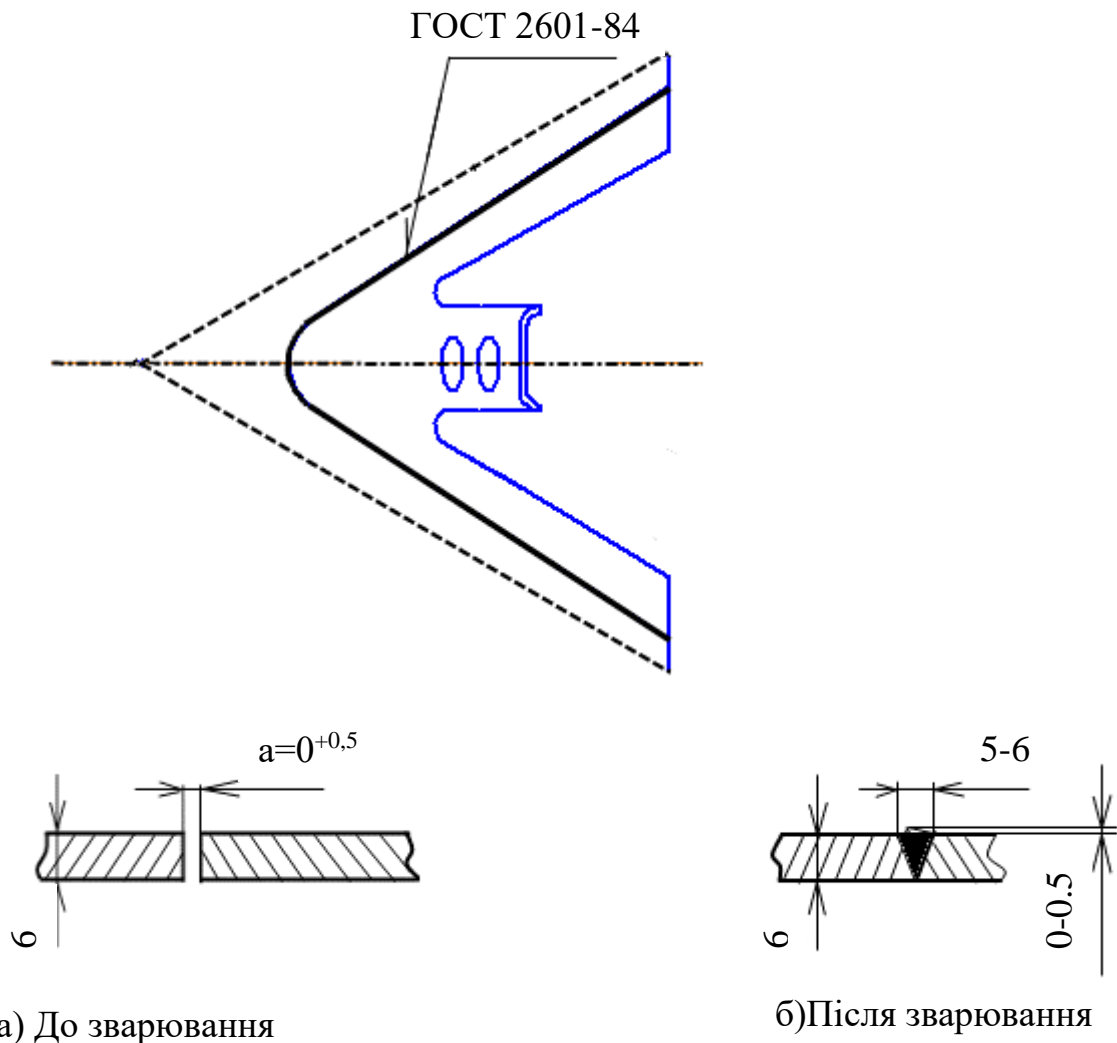


Рисунок 3.5 - Схема підготовки кромки перед зварюванням та зварне з'єднання.

3.3 Наплавлення зносостійкого покриття

3.3.1 Вимоги до зносостійкого покриття, що наплавляється.

Наплавляючий шар повинен забезпечувати ефективний захист ріжучої частини лапи культиватора від абразивного впливу ґрунту. Також покриття наплавленого шару має забезпечувати ефект самозаточування леза лапи культиватора. Для цього приймаємо схему наплавлення, рекомендовану в роботах. Схема наплавлення наведено на рисунку 3.6.

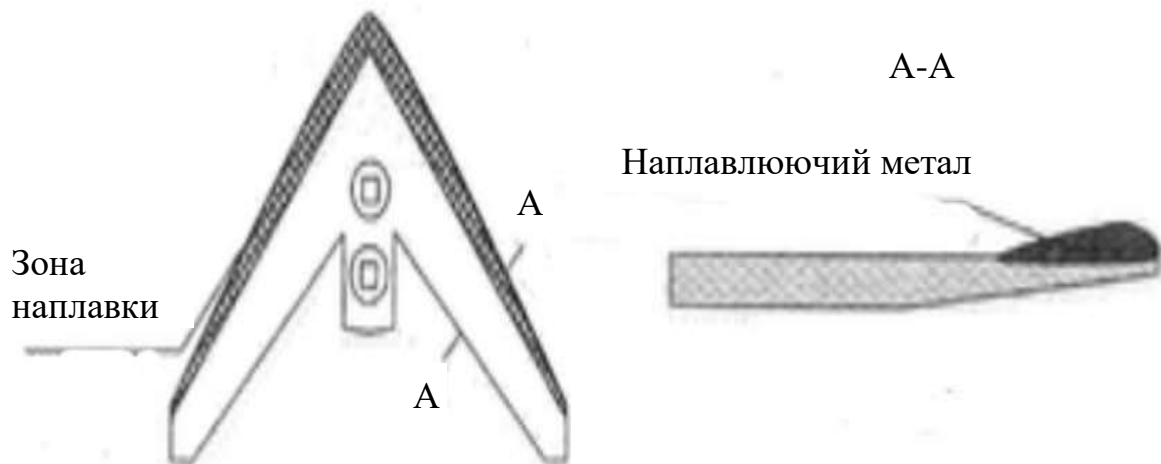


Рисунок 3.6 - Схема наплавлення лап культиватора.

Таким чином, основні вимоги до наплавленого покриття такі:

- ширина наплавленого валика повинна становити – 15-17 мм;
- висота наплавленого шару - 0,5-0,8 мм. (при куті заточування леза 20-25°);
- твердість наплавленого шару 55 – 62 HRCe;
- частка участі основного металу трохи більше 5 – 7%.

3.3.2 Вибір способу наплавлення та його сутність

В теперішній час існує велика кількість методів та способів нанесення наплавленого шару для захисту деталей машин та обладнання зношування.

В основу вибору методу наплавлення лапи культиватора покладено такі вимоги:

- мінімальне проплавлення основного металу за частки участі трохи більше 8-10%. Ця вимога забезпечує необхідну твердість у першому шарі, мінімальну напругу та деформацію після наплавлення;

- тепловкладення, що знижує ймовірність утворення тріщин;

- отримання гладкого, рівного наплавленого шару, що не вимагає подальшої механічної обробки;

- мінімальні втрати матеріалу, що наплавляється;

- досить високі економічні показники.

Слід так само враховувати порівняно не більшу протяжність валика, що наплавляється, зносостійкого покриття, що поряд з необхідною висотою і шириною валика не виставляє високих вимог до продуктивності способу наплавлення.

Враховуючи вище сформульовані вимоги можна запропонувати два способи наплавлення – індукційна та плазмово-порошкова наплавка. Однак, враховуючи що в технологічному процесі ремонту стрілкової лапи використовуються плазмові технології – плазмове різання та плазмове зварювання, то для уніфікації обладнання, що застосовується, вибираємо плазмово-порошковий спосіб наплавлення.

Принцип ППН-процесу слід розглядати як розвиток ТІГ зварювання – вольфрамовий електрод серед інертного газу. У разі ППН-процесу пілотна дуга горить між вольфрамовим електродом, що не плавиться, і, так званім, плазмоутворюючим соплом за допомогою генератора ВЧ-запалювання (рис.1). Пілотна дуга утворюється за рахунок подачі газу (плазмоутворюючий

газ), що видується з вищевказаного сопла і сприяє виходу на основну дугу між вольфрамовим електродом і деталлю, що наплавляється. Основна дуга обтиснута плазмоутворюючим соплом, завдяки чому досягаються температури більш ніж 2000°C, висока стабільність та концентрація дуги. Матеріал для наплавлення, використовується як порошок. Подача порошку в плазмову дугу здійснюється шляхом нагнітання тиску живильник транспортуючого газу. Захисний газ використовується для захисту шару металу, що наплавляється, від впливу атмосфери.

Плазмова дуга розплавляє порошок та поверхню виробу, яку необхідно наплавити. Наплавний процес ведеться так, що весь об'єм порошку, що подається, наплавлений, при тому, що проплавлення металу основи наплавлюваного виробу мінімально. В результаті виходить гладкий рівний наплавлений шар.

В результаті руху плазмової дуги, подачею порошку процес наплавлення відбувається трохи попереду плазмової дуги, і кристалізація відбувається у міру просування дуги у напрямку наплавлення. У процесі кристалізації перемішування наплавленого шару з матеріалом основи становить близько 3-10%. Наплавлений ППН-процесом шар має гомогенну структуру та повне проплавлення (утворення металевого зчеплення) з матеріалом основи.

Робочим газом є аргон з додаванням вуглекислого газу. Дана газова суміш виконує функції плазмоутворюючого, транспортуючого та захисного газу.

3.3.3 Наплавний матеріал

Для наплавлення використовуємо порошки на основі заліза. За ГОСТ21448-75 випускають порошки на основі заліза типу "Сормайт": ПГ -

С1; ПГ - УС25; ПГ - С27; ПГ - ФБХ6 - 2; ПГ - АН1. Крім того, можна застосувати порошки на залізній основі, які виробляються за відомчими ТУ: ПР — 10Р6М5; ПГ - АН2; ЛМР - 1; ЛГС - 2. [6] Твердість наплавленого металу має бути близько 55-62 HRCe Розмір частинок порошку повинен бути у розмірній групі 70-600 мкм. Найкраща якість наплавлення досягається при однорідних частинках, різниця між якими повинна перевищувати більше 30мкм.

3.3.4 Вибір параметрів режиму наплавлення

Відповідно до рекомендацій, для плазмово-порошкового наплавлення лапи культиватора приймаємо такі параметри режиму:

- сила струму - 150...200А;
- напруга холостого ходу - 120...160В;
- робоча напруга - 40...45В;
- витрата плазмоутворюючого газу - 1,5...2,5л/хв;
- витрата транспортуючого газу - 5...7л/хв;
- витрата захисного газу - 16...20л/хв;
- витрата охолоджувальної води - не менше 5л/хв;
- швидкість наплавлення - 0,15...0,18м/хв;
- відстань від пальника до деталі - 10...18мм.

3.3.5. Вибір параметрів режиму наплавлення

Для плазмово-порошкового наплавлення розроблені універсальні та спеціалізовані установки. На першому типі установок можна проводити

наплавлення деталей різної форми та розмірів. Другий тип установок призначений для наплавлення однакових деталей – клапанів двигунів внутрішнього згорання, дисків та сідел арматури, заготовок інструменту тощо. (Табл. 3.5)

Таблиця 3.5 - Технічна характеристика установок для плазмово-порошкового наплавлення

| Параметр | Тип установки | | |
|--|---------------|--------------|--------------------------|
| | Об-2184 | УПН-303 | УП-142 |
| | Призначення | | |
| | Універсальна | Універсальна | Наплавки деталей арматур |
| Сила струму наплавлення при ПР=100%, А, трохи більше | 400 | 315 | 300 |
| Межі регулювання подачі порошку присадки, кг/год | 0,35-15 | 0,5-12 | 0,35-15 |
| Швидкість переміщення апарату, м/год | 3-6 | 0,2-20 | - |
| Частота обертання планшайби, об/хв | 0,1-5,0 | 0,05-2,5 | 0,08-5,0 |
| Розмах коливань плазмотрону, мм | 25 | 60 | 25 |
| Частота коливань плазмотрону, 1/хв. | 20-120 | 6-30 | 20-120 |
| Витрата газу, л/хв, не більше | 20 | 40 | 20 |
| Охолодження плазмотрону | Водяне | Водяне | Водяне, автономне |
| Габаритні розміри, мм | | | |
| Довжина | 1800 | 3450 | 1500 |
| Ширина | 1160 | 2800 | 1000 |
| Висота | 1850 | 2000 | 1200 |
| маса, кг | 800 | 2820 | 400 |

Універсальне встановлення ОБ-2184, розроблене в ІЕС ім. О.О. Патона, призначена для плазмово-порошкового наплавлення зовнішніх циліндричних поверхонь діаметром до 400мм та довжиною до 800мм, торцевих поверхонь дисків діаметром до 350мм та товщиною до 300мм, плоских поверхонь деталей з максимальними габаритами розмірами 800x500x40. Установа може бути використана для наплавлення деталей конічної або більш складної форми.

Установа складається з:

- наплавний апарат А-1756;
- плазматрон;
- джерела підпалу пілотної дуги;
- джерела перенесення плазмової дуги;
- блоку охолодження;
- системи газового забезпечення;
- живильника;
- системи управління

3.3.6 Підготовка поверхні до наплавлення

Поверхня, що наплавляється, повинна бути очищена від шару оксидів, олії, іржі та інших забруднень, одним з наступних способів – дробоструминне або пікоструминне очищення, або механічна обробка до Rz80 – Rz40 та знежирення.

Такі вимоги до чистоти поверхні виробу обумовлені вимогами отримання якісного металу наплавлення, відсутності пір, окисних включень і необхідністю забезпечити змочування поверхні виробу розплавленим наплавним матеріалом. Очищення поверхні лапи, що наплавляється, зменшує перехід елементів основного металу в метал наплавлений, так як змочування

здійснюється в процесі розчинення оксидів. При цьому збільшується розтікання рідкого присадного металу поверхнею виробу, що сприяє збільшенню швидкості наплавлення.

3.3.7 Техніка та технологія наплавлення

Наплавлювану лапу встановлюємо в пристрій для наплавлення. Включаємо установку для плазмового наплавлення в наступній послідовності: включаємо джерело живлення зварювального струму, встановлюємо необхідний режим наплавлення, включаємо охолоджувальну воду, плазмоутворюючий, захисний та транспортуючий газ. Порухуємо чергову дугу, а потім основну дугу, включаємо живильник порошку. Після утворення на поверхні лапи ванни рідкого присадного металу, включаємо механізм подачі, переміщення наплавного апарату.

Вимкнення процесу наплавлення здійснюється у зворотному порядку. Вимкнення подачі захисного газу здійснюється через 3-5сек. після вимкнення основної дуги.

3.3.8 Контроль якості наплавлення

Контроль якості наплавлення проводимо зовнішнім оглядом. Геометричні розміри валика наплавленого металу не повинні мати відхилень більш ніж ± 1 мм для ширини валика та $\pm 0,5$ мм для висоти валика.

Наявність дрібних пор та дрібних тріщин не є бракувальною ознакою.

Контролюємо твердість наплавленого валика за ГОСТ 10051.

4 ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

4.1 Розрахунок робочих параметрів та геометричних розмірів плазмотрону

Для розрахунку розмірів плазмотрона поставимо наступні константи:

- початкова ентальпія

$$i_i = 300.3 \cdot 10^3 \text{ кДж/кг}, \quad (4.1.)$$

- ентальпія

$$i = 10864 \cdot 10^3 \text{ кДж/кг}, \quad (4.2)$$

Для розрахунку електричних та теплових характеристик плазмотрону будемо використовувати наступну систему рівнянь:

- робочої напруги дуги

$$U = 207 - 4.1 \cdot I + 22.8 \cdot G - 17.9 \cdot d + 14.4 \cdot L + 18.3 \cdot l, \quad (4.3)$$

- теплового ККД плазмотрону

$$\eta = 85 - 0.48 \cdot G + 0.79 \cdot v - 5.59 \cdot G \cdot d, \quad (4.4)$$

- потужності, що вкладається в дугу

$$P = 51.7 + 9.1 \cdot I + 5.7 \cdot G - 10.33 \cdot d + 3.5 \cdot L + 4.6 \cdot l + 0.8 \cdot I \cdot G - 1.58 \cdot I \cdot d + 0.85 \cdot I \cdot L + 1.1 \cdot l, \quad (4.5)$$

$$P = U \cdot I, \quad (4.6)$$

-енергії струменя, що спливає

$$U \cdot I \cdot \eta = G(i - i_n), \quad (4.7)$$

- рівняння для ентальпії нагрітого повітря

$$i_k = 57.8 + 11.4 \cdot I - 19.2 \cdot G - 7.9 \cdot d + 4.4 \cdot L + 5.8 \cdot l + 6.4 \cdot G^2 - 3.8 \cdot I \cdot G - 1.9 \cdot I \cdot d + 2.6 \cdot G \cdot d - 1.9 \cdot G,$$

$$i_k = i + \eta \cdot (P/d) \quad (4.8)$$

$$(4.9)$$

- питома щільність потужності

$$P_{уд} = 4,14 + 0,92 \cdot I + 0,55 \cdot G - 2,89 \cdot d + 0,33 \cdot L + 0,43 \cdot l + 1,24 \cdot d^2 - 0,55 \cdot I \cdot d^2 - 0,31 \cdot G, \quad (4.10)$$

Вирішуючи отриману систему рівнянь за допомогою MathCAD, отримаємо:

0,251

0,458

Minen (x1, x3, P, U, P_{уд}, η = 49,135

198,179

2,277

85,356

де x1 - робочий струм, кА;

x2 – витрата повітря, кг/с;

x3 – діаметр сопла, см;

x4 – відстань від плазматрону до виробу, м;

x5 – довжина циліндричної частини сопла, м;

P - потужність, що вкладається в дугу, кВт;

U - напруга на дузі, В;

$P_{уд}$ – питома густина потужності, кВт/мм²;

η - тепловий ККД, %;

h_n – початкова ентальпія повітря, кДж/кг;

h_k – кінцева ентальпія повітря, кДж/кг.

Отже, отримали такі характеристики:

-напруга дуги 200 У;

- сила струму 250 А;

- теплової ККД 85%;

- потужність розрахованого плазмотрону становить 50кВт;

- діаметр сопла 4,5мм;

- питома густина потужності 2,2 кВт/мм².

Знаючи діаметр сопла плазмотрону можна визначити діаметр внутрішньої порожнини:

$$d_{вн} = (3-5) d = 18\text{мм}. \quad (4.11)$$

Довжину внутрішньої порожнини можна розрахувати як:

$$h=(2-3) \cdot (P/P_{уд})=64\text{мм}. \quad (4.12)$$

Товщину стінки електрода розраховуємо як:

$$h_c = d = 4.5 \text{ мм.} \quad (4.13)$$

Розрахуємо діаметр отворів, через які повітря подається до вихрової камери. Для ефективної стабілізації дугового розряду на осі каналу газовим вихором та зниження ерозії матеріалу катода, викликані впливом плями дуги, необхідно забезпечити швидкість газу на виході з кільця закрутки в межах 150-200 м/с. Приймаємо швидкість повітря на виході = 175 м/с, щільність повітря за нормальних умов = 1,29 кг/м³. Оскільки здійснюється розподілений вдув газу через 4 кільця закрутки, то розрахунок діаметра отворів беремо витрата газу рівним G/4 .

$$D = 2 \cdot \sqrt{G/p \cdot v \cdot n \cdot \pi} \quad (4.14)$$

де n – кількість отворів в одному кільці закрутки, що дорівнює чотирьом.

Підставивши чисельні значення, отримаємо:

$$d_\phi = 2 \cdot \sqrt{60 \cdot 10^{-3} / 1.29 \cdot 175 \cdot 4 \cdot \pi} = 9.2 \cdot 10^{-3} \text{ (м)} \quad (4.15)$$

5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

5.1 Аналіз потенційних небезпек

а) небезпеки, які пов'язані з порушенням правил охорони праці, стосовно забезпечення безпечних умов праці робітників щодо організації навчання та перевірки знань з охорони праці, проведення інструктажів та надання інформації про можливі небезпеки;

б) можливість отримання механічних травм при підготовці наплавлювальних поверхонь з використанням переносної пневмо-захисної машини, що може бути пов'язано зі зривом пневматичного шлангу у місцях кріплення, травмування абразивним інструментом у разі невикористання захисних кожухів;

в) можливість ураження електричним струмом де головними причинами, головними причинами ураження можуть бути несправності енергоспоживаючого обладнання, відсутності захисного заземлення, відсутності групових або індивідуальних засобів, що може призвести до електричних травм або летального наслідку;

г) можливість отримання механічних травм при підготовці зразків для відпрацювання режимів наплавлення, що можуть бути пов'язані з порушення використання абразивного інструменту;

д) раптове руйнування балонів для зберігання робочих газів під тиском. Основними причинами можуть бути: використання балонів з терміном придатності, який скінчився; порушення правил зберігання балонів; порушення правил переміщення балонів; порушення правил експлуатації судин під тиском, що може призвести до масштабних руйнувань виробничих приміщень, тяжких травм та летальних наслідків;

е) електрофтальмія, причинами якої є ультрафіолетове випромінювання наплавлюваної дуги, що може призвести до ушкодження органів зору;

є) небезпеки, які пов'язані з визначенням якості наплавного прошарку методом оптичної металографії, що може бути пов'язано з ураженням органів зору;

ж) можливість отримання термічних опіків внаслідок випадкового торкання нагрітих поверхонь обладнання, деталей або заготовок, порушення правил з техніки безпеки або не використання індивідуальних засобів захисту;

з) небезпеки, які пов'язані з негативним впливом ультразвукових хвиль при проведенні контролю суцільності наплавленого прошарку.;

и) можливість отримання механічних травм внаслідок порушень правил з охорони праці при підготовці зразків для випробування твердості, механічних та технологічних властивостей та при безпосередніх випробуваннях. Основними небезпеками можуть бути: використання застарілого та небезпечного обладнання, порушення умов проведення випробувань;

і) незадовільні параметри повітряного середовища в зварювальній дільниці, причинами яких є неефективна система опалення та повітрообміну, що призводить до зниження комфортності праці та виникнення загальних захворювань;

к) незадовільне освітлення робочого простору, що може бути пов'язано з виходом з ладу освітлювальних приладів або надмірної їх забрудненості. Це може призвести до погіршення зору, погіршення здатності розрізняти об'єкти, і як наслідок до травмування;

л) можливість загорянь причинами яких є порушення правил пожежної безпеки, виток горючих робочих газів, коротке замикання, що може призвести до пожеж;

м) небезпеки, які пов'язані з незадовільним станом захисних споруд.

5.2 Заходи забезпечення безпеки

а) основним нормативним актом, що встановлює порядок та види навчання, а також форми перевірки знань з охорони праці є «Типове положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці - НПАОП 0.00-4.12-05 (Наказ Державного комітету України по контролю за охороною праці від 26.01.2005 №15). Цей нормативний документ спрямований реалізацію в Україні системи безперервного навчання з питань охорони праці, яка проводиться з працівниками в процесі трудової діяльності.

Всі працівники, що приймаються на роботу, а також в період роботи проходять на підприємстві навчання, інструктажі з питань: охорони праці; надання першої допомоги потерпілим від нещасних випадків; правила поведінки при виникненні аварій.

На роботах з підвищеною небезпекою відповідно до НПАОП 0.00-2.24-05 «Перелік робіт з підвищеною небезпекою» або у разі необхідності професійного відбору, працівники проходять попереднє спеціальне навчання (не менше 30 навчальних годин) і перевірку знань з питань ОП не рідше одного разу на рік.

Інші посадові особи і фахівці, при прийомі на роботу, а також періодично один раз на три роки, проходять навчання (не менше 20 навчальних годин), і перевірку знань питань ОП.

Всі зварювальники на підприємстві підлягають атестації згідно «НПАОП 0.00-1.16-96 Правила атестації зварників».

Атестація зварників поділяється на первинну, додаткову, періодичну і позачергову. До первинної атестації допускаються зварники, не молодша за 18 років, яка раніше не проходили перевірку на допуск до зварювання об'єктів та обладнання, мають документ про присвоєння кваліфікації зварника і виробничий стаж виконання зварювальних робіт за присвоєною кваліфікацією не менше 6 місяців, а також пройшли спеціальну теоретичну і

практичну підготовку за програмами, складеними окремо для кожного виду робіт і для кожного способу зварювання з урахуванням специфіки зварювальних робіт, за якими зварник підлягає атестації.

Додаткова атестація зварників, що пройшли первинну атестацію, проводиться перед допуском до виконання зварювальних робіт не зазначених в їхніх посвідченнях, а також після перерви у виконанні відповідних зварювальних робіт понад 6 місяців.

Періодичну атестацію проходять усі зварники з метою підтвердження рівня їхньої професійної кваліфікації і продовження терміну дії посвідчення на допуск до виконання відповідних зварювальних робіт.

Термін періодичної атестації - не рідше одного разу на 2 роки.

Позачергову атестацію проходять зварники перед допуском до виконання зварювальних робіт після тимчасового усунення від роботи за незадовільну якість робіт і порушення технології зварювання.

б) При підготовці наплавлюючих поверхонь із пневматичним інструментом відповідно до ДНАОП 0.03.-8.07-94 “Перелік важких робіт і робіт зі шкідливими і небезпечними умовами праці, на яких забороняється застосування праці неповнолітніх” повинні допускатися працівники, що пройшли виробниче навчання і перевірку знань з питань охорони праці відповідності з ДНАОП 0.00-4.12-99 “Типове положення про навчання з питань охорони праці”.

Робоча частина пневматичного інструмента повинна бути правильно заточена і не повинна мати ушкоджень, тріщин, вибоїв і заусениць.

Бічні грані інструмента не повинні мати гострих ребер; хвостовик інструмента повинний бути рівним, не мати скосів і тріщин, відповідати розмірам втулки, бути щільно пригнаним і правильно центрованим – для запобігання мимовільного випадання.

Для пневматичного інструмента необхідно застосовувати неушкоджені гнучкі шланги, що повинні приєднуватися до інструмента і з'єднуватися між

собою за допомогою ніпелів або штуцерів і стяжних хомутів; не дозволяється закріплювати шланги дротом.

Перед початком роботи працівник повинен надягнути спец одяг та засоби індивідуального захисту.

в) для попередження ураження електричним струмом необхідно здійснювати наступні заходи захисту:

Організаційні заходи: до виконання робіт допускаються особи віком не молодше 18 років, що пройшли навчання та перевірку знань з електробезпеки згідно ДНАОП 1.1.10 – 1.01 - 2000 «Правила безпечної експлуатації електроустановок – споживачів» та отримали допуск з електробезпеки відповідної групи.

Для кожного електроспоживного обладнання повинні бути складені експлуатаційні схеми нормальної і аварійної роботи.

Технічні заходи: Всі не ізольовані струмопровідні елементи електрообладнання повинні бути надійно огорожені суцільними огороженнями, зняття або відкриття можливе тільки за допомогою спеціальних пристроїв.

Розташування струмоведучих частин на недоступній висоті. Висота розташування визначається значенням напруги: при напрузі до 1000 В – не менше 3,5 м, при напрузі більше 1000 В – не менше 6 м. Зварювальні проводи мають бути гнучкими з гнучкою та міцною ізоляцією, довжина дроту до електродотримача ≤ 3 м.

Захисне заземлення або занулення. Принцип дії захисного заземлення або занулення полягає у зниженні до безпечних значень напруги дотику, яка обумовлена замиканням на корпус. Електрообладнання необхідно заземлювати або занулювати у відповідності з ПУЕ - 2015 «Правила улаштування електроустановок». Огороджувальні пристрої та інші металеві неструмоведучі частини повинні бути заземлені.

При роботах, що пов'язані з можливістю ураження електричним струмом необхідно використовувати індивідуальні засоби захисту: сухі брезентові рукавиці, роба, взуття.

Використовувати на робочих місцях при зварюванні діелектричні килимки згідно ISO 9001:2009 «Килими діелектричні гумові. Технічні умови», ізолюючі підставки і інші електрозахистні засоби, що забезпечують електробезпеку. Для попередження працівників про можливість ураження електричним струмом на ділянках зварювання повинні бути вивішені попереджувальні написи, плакати та знаки безпеки.

Загальні технічні умови» в відповідності з НПАОП 40.1-1.01.97 «Правила безпечної експлуатації електроустановок». Для виключення можливості враження електричним струмом, передбачено проведення навчання з електробезпеки, атестації на відповідну групу електробезпеки та отриманням посвідчення встановленого зразку, проводити періодичний контроль ізоляції не рідше одного разу на рік виміром її активного опору при випробуванні підвищеною напругою протягом 1 хвилини.

Перед початком роботи перевірити наявність і справність: огорожень і запобіжних пристроїв, струмоведучих частин електричної апаратури (пускатів, трансформаторів, кнопок і інших), заземлювальних пристроїв, захисних блокувань. При виявленні несправностей до роботи не приступати, про несправності повідомити своєму безпосередньому керівнику.

Виконаємо розрахунок основних параметрів захисного заземлення.

Визначення необхідного опору штучного заземлювача R_u , Ом, якщо передбачається використання також природного заземлювача R_e , за формулою:

$$R_u = \frac{R_e R_3}{R_e - R_3} = \frac{12 \cdot 4}{12 - 4} = 6 \quad (5.1)$$

де R_e – опір розтіканню струму природних заземлювачів, Ом;

R_z – розрахунковий нормований опір заземлювального пристрою (ЗП), Ом.

Визначення розрахункового питомого опору ґрунту за формулою:

$$\rho_B = \rho_{\text{вим}} \cdot \Psi = 110 \cdot 1,3 = 143 \text{ Ом} \cdot \text{м} \quad (5.2)$$

де ρ_B – розрахунковий питомий опір ґрунту, Ом·м;

$\rho_{\text{вим}}$ – питомий опір землі, отриманий у результаті вимірів, Ом·м;

Ψ – коефіцієнт сезонності, що враховує промерзання чи висихання ґрунту.

Обчислення опору розтіканню струму одиночного вертикального заземлювача, Ом. Для стрижневого заземлювача круглого перерізу, заглибленого в ґрунт розрахункова формула має вигляд:

$$R_B = \frac{\rho}{2\pi l_B} \left(\ln \frac{2 \cdot l_B}{d} + \frac{1}{2} \cdot \ln \frac{4 \cdot t_B + l_B}{5 \cdot t_B - l_B} \right) \quad (5.3)$$

де ρ – розрахунковий питомий опір ґрунту, Ом·м;

l_B – довжина вертикального стрижня, м;

d – діаметр перерізу стрижня, м;

t_B – відстань від поверхні ґрунту до середини довжини вертикального стрижня, яка обчислюється за формулою:

$$t_B = 0,8 + \frac{1}{2} l_B = 0,8 + \frac{1}{2} \cdot 3 = 2,3 \text{ м} \quad (5.4)$$

$$R_B = \frac{143}{2 \cdot 3,14 \cdot 3} \left(\ln \frac{2 \cdot 3}{0,012} + \frac{1}{2} \cdot \ln \frac{4 \cdot 2,3 + 3}{5 \cdot 2,3 - 3} \right) = 48,5 \text{ Ом}$$

Розрахувати наближену (мінімальну) кількість вертикальних стрижнів:

$$n' = \frac{R_B}{R_u} = \frac{48,5}{6} = 8 \text{ шт.} \quad (5.5)$$

де R_B – опір розтікання струму одиночного вертикального заземлювача, Ом;

R_u – необхідний опір штучного заземлювача, Ом.

Якщо виходити з розмірів контуру:

$$n = \frac{P}{a} = \frac{24}{3} = 8 \text{ шт} \quad (5.6)$$

де P – периметр прямокутника (приміщення), м. Який визначається за формулою:

$$P = 2 \cdot (L + B) = 2 \cdot (7 + 5) = 24 \text{ м} \quad (5.7)$$

де L – довжина приміщення, м;

B – ширина приміщення, м.

$$a = k \cdot l_B = 1 \cdot 3 = 3 \text{ м} \quad (5.8)$$

де l_B – довжина вертикального стрижня, м;

k – коефіцієнт кратності, який дорівнює 1, 2, 3 (для заглиблених стаціонарних заземлювачів);

a – відстань між стрижнями, обумовлена зі співвідношення, м.

Отриману кількість стрижнів округляють до більшого довідкового значення: $n=12$ шт.

Визначення довжини горизонтальної смуги при конфігурації групового заземлювача – контур:

$$l_r = 1,05 \cdot a \cdot n = 1,05 \cdot 3 \cdot 8 = 25,2 \quad (5.9)$$

де n – кількість вертикальних стрижнів;

a – відстань між вертикальними стрижнями, м.

Обчислити опір розтіканню струму горизонтальної з'єднуючої смуги R_r , Ом. У випадку горизонтального смугового заземлювача розрахунок виконується за формулою:

$$R_r = \frac{\rho}{2\pi l_r} \cdot \ln \frac{2 \cdot l_r^2}{b_c \cdot t_r} \quad (5.10)$$

де ρ – розрахунковий питомий опір ґрунту, Ом·м;

l_r – довжина горизонтальної смуги, м;

b_c – ширина смуги, м;

t_r – відстань від поверхні ґрунту до середини ширини горизонтальної смуги, яка обчислюється за формулою:

$$t_r = 0,8 + \frac{1}{2} b_c = 0,8 + \frac{1}{2} \cdot 0,046 = 0,823 \text{ м} \quad (5.11)$$

$$R_r = \frac{143}{2 \cdot 3,14 \cdot 25,2} \cdot \ln \frac{2 \cdot 25,2^2}{0,046 \cdot 0,823} = 4,5 \text{ Ом}$$

Розрахування еквівалентного опору розтіканню струму групового заземлювача:

$$R_r = \frac{R_B \cdot R_r}{R_B \cdot \eta_r + R_r \cdot \eta_B \cdot n} = \frac{48,5 \cdot 4,5}{48,5 \cdot 0,326 + 4,5 \cdot 0,55 \cdot 8} = 5,9 \text{ Ом} \quad (5.12)$$

де R_B – опір розтікання струму одиночного вертикального заземлювача, Ом;

R_T – опір розтікання струму горизонтальної смуги, Ом;

η_B, η_T – коефіцієнти використання вертикальних стрижнів і горизонтальної смуги, Ом;

n – кількість вертикальних стрижнів.

Отриманий опір розтіканню струму групового заземлювача не повинен перевищувати необхідний опір.

$$R_T \leq R_B \quad (5.13)$$

$$5,9 \text{ Ом} \leq 6 \text{ Ом} \quad (5.14)$$

Умова виконується.

г) при зачистці наплавлюючих поверхонь для виключення механічного травмування при роботі з абразивними кругами передбачається ряд заходів наявність знаків безпеки; проведення навчання і перевірки знань з охорони праці, спеціальними засобами індивідуального захисту;

Робітники які використовують абразивні круги зв повинні забезпечуватись захисним спецодягом та індивідуальними захисними засобами згідно ГОСТ 12.4.103-83 «Одежда специальная защитная, средства индивидуальной защиты ног и рук. Классификация», спеціальне взуття (ботинки, напівсапоги) із захисними носками згідно ДСТУ 10998-74 «ССБП Взуття спеціальне шкіряне для захисту від механічних пошкоджень», спеціальні окуляри захисні - ДСТУ EN 166:2017.

Заходи безпеки при роботі з обладнанням яке використовує абразивні відрізнні круги:

- установка абразивних кіл на верстатах повинна проводитися тільки спеціально проінструктованими наладчиками;

- використання абразивних кіл з дефектами заборонено;

- абразивні кола повинні мати штамп або наклейку про випробування – порядковий номер кола і підпис особи, відповідальної за випробування;
 - біля кожного верстата необхідно вивісити табличку із зазначенням допустимої роботи колової швидкості використовуваних кіл і частоти обертання шпинделя верстата в хвилину;
 - при обертанні абразивного кола, виступаючі кінці шпинделя і кріпильні деталі захистити захисними кожухами;
 - підручники повинні мати достатній за величиною майданчик для стійкого положення оброблюваного виробу. Зазор між краєм підручника і робочою поверхнею шліфувального круга повинен бути не більше 3 мм;
 - заборонено працювати без підручника, захисного екрана або окулярів, якщо верстат не заземлений і не обладнаний установкою для відсмоктування абразивного пилу. Згідно з ГОСТ 12.3.028–82 «Процесс обработки абразивными и эльборовым инструментом».
- д) для попередження руйнування судин під тиском слід виконувати наступні вимоги ДНАОП 0.00-1.07-94 «Правила будови та безпечної експлуатації посудин, що працюють під тиском»:
- Допуск балонів заборонено без відповідного маркування або з нечітким маркуванням: на верхній сферичній частині горловини марковані: номер, ємність балону, робочий та випробувальний тиск, дата випробування та дата наступного випробування, наявність паперового сертифікату. Важливим є забарвлення балонів;
- Балони повинні зберігатися в спеціальних приміщеннях, які є легкоруйнуючимися. Допускаються зберігання балонів під навісом. Зберігання в одному приміщенні кисневих та ацетиленових балонів неприпустимо;
- Зберігання в вертикальному положенні на спеціальних пристосуваннях з кріпленням хомутами;
- Переміщення балонів допускається тільки в спеціальних візках. При транспортуванні наявність запобіжного ковпака є обов'язковою;

Експлуатація балонів потребує певного часу витримки в умовах дільниці для вирівнювання температури;

Для з'єднання вентиля балона з технологічним обладнанням використовують гнучкі шланги. З'єднання виконуються обмідненим гайковим ключем для уникнення іскроутворення. Особливу увагу слід приділяти усуненню жирових та масляних забруднень. Перед комутацією слід продути вентиль, відкривши його на $\frac{1}{4}$ оберту;

Відстань від будь-якого джерела тепловипромінення ≥ 5 м. Відкриття вентиля має бути плавним. Тиск на манометрі редуктора не має перевищувати технологічний. Протікання газу неприпустиме (перевірити пробою на омилування);

Випрацьовувати повністю газ не можна (залишковий тиск має складати 1...2атм). Для виключення надмірного підвищення тиску внаслідок надмірного нагріву балонів (40°C) необхідно передбачати спреєрне охолодження.

При зварюванні в середовищі захисних газів можна застосовувати тільки редуктори згідно ГОСТ Р 54791-2011 «Обладнання для газового зварювання, різання та споріднених процесів» з справними манометрами.

При експлуатації редуктора можуть виникнути наступні несправності:

Самоплив – поступання газу при закритому вентилі, – такий редуктор має бути заміненим;

Замерзання редуктора – відігрівання відкритим полум'ям заборонено, лиш гарячою водою;

Спрацьованість різьби на штуцерній або відкидній гайці – потребує негайної заміни.

е) для захисту від впливу ультрафіолетового опромінення передбачено використання щитків зі світوفільтрами ГОСТ 12.4.035-78 «ССБТ Щитки защитные лицевые для электросварщиков. Технические условия», захисних окулярів типу ГС-3, ГС-7, ГС-12 або встановлення світوفільтрів в камері наплавлення.

є) при проведенні металографічних досліджень за допомогою хімічних реактивів необхідно:

- використовувати ЗІЗ, а саме: халати, гумові рукавички, окуляри;
- чітко дотримуватись рецепту виготовлення реактивів;
- мати при собі речовини для деактивації кислот;
- працювати дозволяється тільки при наявності місцевої витягової вентиляції, а також скорочений робочий день;
- дотримуватися правил ПП 1.3.10-450-2006. «Примірна інструкція з охорони праці при виконанні робіт з кислотами і лугами» [5].

При проведенні металографічних досліджень з використанням мікроскопів типу МІМ-7, основними видами захисту є:

- оптимальна комбінація об'єктивів та окулярів мікроскопу;
- обов'язкове використання світлофільтрів.

ж) для виключення термічних опіків передбачено використання індивідуальних захисних засобів, зокрема, рукавиці брезентові ГОСТ12.4.010-75 ССБТ «Средства индивидуальной защиты. Рукавицы специальные. Технические условия»;

з) при проведенні ультразвукового контролю необхідно дотримуватися правил відповідно до ПП 1.4.72-299-2004. Примірна інструкція з охорони праці для дефектоскопістів ультразвукового контролю (33376).

Працівник перед початком роботи повинен:

- одягнути та привести до ладу передбачений для виконання роботи спецодяг, спецвзуття та ЗІЗ;
- оглянути і привести в належний стан робоче місце, прибрати зайве;
- підготувати необхідний інструмент, інвентар, пристосування, перевірити їх справність;
- переконатися в достатній освітленості робочого місця при необхідності використання переносного світильника переконатися в його справності (напруга для його живлення не повинна перевищувати 42В).

Перед запуском обладнання необхідно впевнитися в його справності та надійності заземлення шляхом проведення зовнішнього огляду. Заземлення ультразвукового дефектоскопа повинно здійснюватися спеціальним переносним мідним гнучким дротом перетином не менше 2,5мм², який не може одночасно бути провідником робочого електричного струму. Підключення приладу УЗК до електричної мережі та його відключення може здійснюватися тільки електротехнічним персоналом. На спеціально обладнаних постах, підключення приладу може здійснювати оператор.

При виявленні загрози безпечному проведенню робіт, необхідно доповісти про це безпосередньому керівнику і до роботи не приступати. Дозволяється приступати до роботи тільки після усунення виявлених недоліків.

и) Заміна застарілого обладнання на сучасне, що у свою чергу покращить методика випробування. Роботодавець повинен забезпечити повну безпечність робітнику до своєчасної заміни обладнання.

5.3 Заходи по забезпеченню виробничої санітарії та гігієни праці

Для забезпечення оптимальних параметрів повітряного середовища на ділянці для зварювання передбачено влаштування загально обмінної механічної вентиляції згідно ДСТУ 12.4.021-75 «Система стандартів безпеки праці. Системи вентиляції. Загальні вимоги», а також пристрої системи водяного або парового опалення згідно СНиП 2.04.05-91

«Будівні норми. Опалення, вентиляція и кондиціонування», враховувалися вимоги згідно ГОСТ 12.1.005-88 «Система стандартів безпеки праці. Загальні санітарно-гігієнічні вимоги до повітря робочої зони» і СН 245-71 «Санітарні норми проектування промислових підприємств», що забезпечує оптимальні параметри, які вказані в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 – Метеорологічні умови в приміщенні дільниці

| Період року | Температура, С ° | Відносна вологість, % | Швидкість руху повітря, м/с |
|-------------|---------------------|--------------------------|--------------------------------|
| Холодний | 18-22 | 40-60 | 0,1-0,3 |
| Теплий | 20-23 | 40-60 | 0,1-0,4 |

Гранично допустимі концентрації шкідливих речовин в повітрі робочої зони у виробничих приміщеннях приведені в таблиці 5.2.

Таблиця 5.2 – Гранично допустимі концентрації шкідливих речовин в повітрі робочої зони у виробничих приміщеннях

| Молибден, мг/м ³ | Окис вуглецю, мг/м ³ | Окис заліза, мг/м ³ | Хромовий ангідрид, мг/м ³ |
|--------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|---|
| 2 | 20 | 4 | 0,01 |

Для зменшення концентрації шкідливих речовин на робочих місцях до гранично допустимих, застосовані місцеві витяжні панелі і фільтровитяжні агрегати, витяжні шафи та ін., згідно СНиП 2.04.05-91 «Будівні норми.

Опалення, вентиляція та кондиціонування».

Для забезпечення встановлених норм мікрокліматичних параметрів і чистоти повітря в дослідницькій лабораторії використовується кондиціонер.

У приміщенні повинен забезпечуватися приплив свіжого повітря, кількість якого становить 50-60 м³ на одну людину.

Для забезпечення цих умов передбачено піддавати повітря яке подається в лабораторію двоступеневому очищенню в системі кондиціонування.

Для попереднього очищення використовуються фільтри другого і третього класів (типу ФСВУ, ФППУ), а для остаточної очистки – фільтри тонкого очищення першого і другого класів (типу ФПП, ФЯП).

к) для забезпечення достатнього освітлення передбачено проектування та застосування бокового та верхнього природного, штучного рівномірного освітлення згідно ДБН В.2.5-28-2006 «Природне і штучне освітлення».

Приміщення лабораторії повинне мати природне і штучне освітлення. Штучне освітлення може бути як загальне, так і комбіноване. Освітленість на поверхні столу в зоні розміщення документів має бути 300-500 лк. Для підсвічування документів допускається застосування світильників місцевого освітлення. Робочі місця слід розміщувати таким чином, щоб монітор комп'ютера був орієнтований бічною стороною до світлових прорізів, а природне світло падало переважно ліворуч.

Блискучість усувається раціональним розміщенням робочих місць і вибором відповідного світильника. Світильники місцевого освітлення повинні мати непрозорий відбивач із захисним кутом не менше 40°.

Необхідно регулювати положення світильника так, щоб на екрані монітора не виникало відблисків. Періодично слід регулювати яскравість екрану, при необхідності перевіряючи її спеціальним приладом (яркоміром). Рівень штучного освітлення слід регулярно перевіряти з допомогою люксометра.

Згідно СНиП 11-4-79 «Природне та штучне освітлення. Норми проектування» проектування природного і штучного освітлення здійснюється з урахуванням особливості технологій і габаритів дільниці. У виробничих одноповерхових приміщеннях з висотою 6 м освітлення – верхнє природне, штучне освітлення – система загального освітлення, при цьому світильники вбудовані в стелю.

Рівні освітлення, встановлені відповідно до діючих нормативних документів і становлять 150 лк, для забезпечення загального освітлення і для освітлення підсобних приміщень згідно СНиП 11-4-79 «Природне та штучне освітлення. Норми проектування». Для освітлення дільниці для наплавлення використовуємо люмінесцентні лампи, які, незважаючи на свої недоліки, мають ряд переваг:

- значна світловіддача (в 5-7 разів більше ламп розжарювання);
- великий термін служби (6-14 тисяч годин).

Рекомендовано використовувати лампи типу ДРЛ потужністю 250Вт – розрахунку 1 лампа на 5-6м² виробничої площі.

5.4. Заходи по забезпеченню пожежної безпеки

Для виключення можливості загорянь, внаслідок порушення правил пожежної безпеки, необхідно проводити інструктаж і перевірку знань правил пожежної безпеки, відповідно до НПАОП 28.52-1.15-60 «Правила по техніки безпеки і виробничої санітарії при електрозварювальних роботах», НАПБ А.01.001-2014 «Правила пожежної безпеки України» і НПАОП 0.00-4.12-05» Типове положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці ».

Ділянка складання і зварювання, згідно НАПББ 03.002 - 2007 «Норми визначення категорій приміщень, будівель і зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою» відноситься до категорії «Г», а клас можливої пожежі, згідно ДБН В.1.1.7-2002 «Пожежна безпека об'єктів будівництва», визначається як «С».

Площа ділянки складає 190 м². Виходячи з цього, згідно НАПБ А.01.001-2014«Типові норми причетності вогнегасників» вибирається три порошкових вогнегасника ємністю 12 літрів.

На ділянці розташований пожежний щит. До складу щита входить:

- вогнегасник - 3шт.;
- ящик з піском - 1шт.;
- покривало розміром 2 х 2 - 1шт.;
- гаки - 3шт.;
- лопати - 2шт.;

- лом - 2шт.;
- сокира - 2шт.

5.5 Заходи по забезпеченню безпеки у надзвичайних ситуаціях

Небезпеки, які пов'язані з цивільним захистом на підприємстві, в установі, організації (далі – об'єкті) організовується з метою своєчасної підготовки об'єкта до захисту від наслідків НС та оперативного проведення рятувальних і інших невідкладних робіт.

Здійснення заходів інженерного захисту територій покладається на суб'єктів забезпечення цивільного захисту, а саме будівництва захисних споруд:

- сховища повинні забезпечувати захист від усіх вражаючих факторів ядерного вибуху, хімічних і бактеріологічних засобів, теплового впливу при пожежах (ПРУ усе крім ударної хвилі);

- вентиляційна система повинна забезпечувати нормальні параметри навколишнього середовища;

- входи та виходи повинні мати такий же ступень захисту, що й інші елементи приміщення, а на випадок завалів обладнаються аварійні виходи (для ПРУ просто герметизуються звичайні двері);

- у захисних спорудах, які зводяться у мирний час для очищення повітря, застосовуються промислові ФВУ, а в швидкоспоруджуваних у якості фільтрів можуть використовуватися фільтруючі властивості різних природних матеріалів (тобто фільтруючі властивості ґрунтів);

- для охолодження повітря, що надходить у сховище із зони пожежі, використовують теплові фільтри із гравію. Товщина гравійного фільтра повинна бути – 0,8-1м, виходячи з його продуктивності: 1м³ гравію за годину охолоджує 150м³ повітря.

Згідно зі ст. 8 закону України "Про цивільну оборону України" "Керівництво підприємств, установ і організацій незалежно від форм власності і підпорядкування забезпечує своїх працівників засобами індивідуального та колективного захисту, організовує здійснення заходів по евакуації, створює сили для ліквідації наслідків НС та забезпечує їх готовність до практичних дій, виконує інші заходи з цивільної оборони і несе пов'язані з цим матеріальні та фінансові витрати в порядку та обсягах, передбачених законодавством".

На об'єктах підвищеної небезпеки (радіаційно-, хімічно-, вибухонебезпечних) створюються локальні системи виявлення загрози виникнення НС і оповіщення працівників цих об'єктів та місцевого населення, що проживає в зоні можливого ураження (згідно з законом України "Про цивільну оборону України" власники таких об'єктів відповідають за захист населення, що проживає в зонах можливого ураження від наслідків аварій на цих об'єктах). Відповідно до затвердженої Державної цільової соціальної програми розвитку цивільного захисту, вищеназвані локальні системи мають бути створені до 2013 року на всіх об'єктах підвищеної небезпеки.

Відповідальність за цивільний захист об'єкта несе керівник цього об'єкта, він є начальником ЦЗ об'єкта і підпорядковується своєму старшому начальнику (міністерства чи відомства), а в оперативному відношенні начальнику цивільного захисту міста чи району.

Начальник цивільного захисту об'єкта несе відповідальність за:

- створення, організацію, підготовку і дієздатність системи цивільного захисту на підпорядкованому об'єкті;
- забезпечення захисту персоналу (а на об'єктах підвищеної небезпеки і за захист населення, що проживає в зонах можливого ураження від наслідків аварій на цих об'єктах) під час загрози або виникнення надзвичайних ситуацій техногенного, природного та воєнного характеру;

- організацію і здійснення заходів щодо попередження НС, а у разі їх виникнення – за мінімізацію збитків від них;
- створення і організацію роботи системи оповіщення на об'єкті;
- створення і організацію роботи комісії з питань техногенно-екологічної безпеки та надзвичайних ситуацій, а також евакуаційної комісії об'єкта;
- постійну готовність органів управління і невоєнізованих формувань об'єкта до функціонування в мирний і воєнний час;
- фінансове та матеріально-технічне забезпечення заходів у сфері цивільного захисту;
- підготовку і навчання персоналу до дій у НС.

Наказом начальника ЦЗ об'єкта призначаються заступники (як варіант – з евакуації, інженерно-технічної частини, з матеріально-технічного постачання, з оперативних питань).

Органом управління з питань надзвичайних ситуацій та цивільного захисту об'єкта є штаб цивільної оборони та надзвичайних ситуацій (штаб ЦЗ та НС) (далі – штаб ЦЗ).

Штаб ЦЗ очолює начальник штабу, який є першим заступником начальника ЦЗ об'єкта. До складу штабу входять заступники начальника штабу і необхідні спеціалісти. Штаб комплектується як штатними працівниками ЦЗ об'єкта так і посадовими особами підприємства, не звільненими від виконання своїх основних обов'язків.

Начальник штабу ЦЗ відповідає за безпосередню організацію та функціонування сил і засобів цивільного захисту під час загрози або виникнення надзвичайних ситуацій техногенного, природного та воєнного характеру. Він має право віддавати розпорядження з питань цивільної оборони, захисту від НС техногенного, природного та воєнного характеру від імені начальника цивільного захисту об'єкта.

Начальник штабу ЦЗ несе відповідальність за:

- організацію своєчасного оповіщення і збору персоналу об'єкта;

- організацію роботи і узгодженість дій створених на об'єкті органів управління і структурних підрозділів цивільного захисту;
- розробку планової документації з питань цивільного захисту, її своєчасне уточнення і коригування;
- стан готовності особового складу невоєнізованих формувань цивільного захисту до дій за призначенням;
- своєчасне доведення до виконавців рішень начальника цивільного захисту та організацію контролю за їх виконанням;
- організацію збору і аналізу інформації щодо вірогідного виникнення надзвичайних ситуацій, відпрацювання пропозицій щодо захисту персоналу (а на об'єкті підвищеної небезпеки і населення, що проживає в зоні можливого ураження від наслідків аварії на цьому об'єкті) від їх наслідків;
- виконання заходів, спрямованих на підвищення стійкості роботи об'єкта в воєнний час та при виникненні надзвичайної ситуації техногенного або природного характеру;
- організацію взаємодії з місцевими органами державної влади, підрозділами МНС України, аварійно-рятувальними службами тощо;
- організацію спеціальної підготовки і підвищення кваліфікації персоналу у сфері цивільної оборони, захисту від надзвичайних ситуацій.

Для виконання завдань цивільного захисту на об'єкті створюються невоєнізовані формування. Вони поділяються на формування загального призначення (наприклад, рятувальні загони, команди, групи) і формування служб (команди, групи, дружини, ланки, пости).

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. Аулін В.В., Бобрицький В.М., А.А. Тихий Теоретичні основи самозагострювання, міцності і зношування різальних елементів РОГМ та напрямки підвищення їх довговічності: Вісник інженерної академії України. – 2010. № 1. С. 149-154
2. Аулін В.В., Лізунов С.М., Бобрицький В.М. Залежність інтенсивності зношування деталей від технологічних факторів лазерної обробки: Вісник ХДГУСГ. Харків, 2003. С.101-105
3. Аулін В.В., Бобрицький В.М. Характер та інтенсивність зношування робочих органів ґрунтообробних машин. Проблеми трибології (Problems of Tribology): Хмельницький: ХДУ, 2004. № 2. С. 107-112.
4. Аулін В.В., Бобрицький В.М., Жулай О.Ю. Зміна форми різальних елементів робочих органів ґрунтообробних машин в процесі зношування.: Праці Таврійської держ. агротехн. академії. Мелітополь : ТДАТА, 2006. Вип.40. С. 5–11.
5. Афанасьєва С., Горбатов В., Погорілий В. Якісна елементна база – основа надійності вітчизняної техніки.: Техніка АПК. 2005. №5-6. С. 40-43
6. Бобрицький В.М. Вплив параметрів різальних елементів на енергетичні характеристики ґрунтообробних машин. Вісник Тернопільського державного технічного університету ім. І. Пулюя. 2007.Т. 12. № 1. –С. 86–91.
7. Бондарєв С.І. Вплив ступеня спрацювання лез культиваторних лап на енергетичні та якісні показники їх роботи . Науковий вісник 85 Національного аграрного університету. К. : НАУ. 2002. Вип. 50. С. 227– 230.
8. Василенко П.М., Бабій П.Т. Культиватори. К.: Видавництво УАСА, 1961. 237 с.
9. Денисенко М. , Опальчук А. Зношування та підвищення довговічності робочих органів сільськогосподарських машин. Вісник ТНТУ. 2011. Спецвипуск. 4.2. С. 201-210

10.Денисенко М.І., Войтюк В.Д. Самозаточуючі робочі органи ґрунтообробної та бурякозбиральної техніки. II Міжнародна виставка сільського господарства. Інтер-АГРО. К., 2006.

11.Демидко М.О. Бондарєв С.І., Власенко В.І. Аналіз процесу підрізання коренів бур'янів Науковий вісник НАУ. – К.: НАУ, 2005. – Вип. 9.4.1. – С. 168–172.

12.Дослідження зношуючої здатності ґрунтів та її вплив на довговічність робочих органів ґрунтообробних машин / Захаров А.В. та ін. Науковий вісник ТДАТУ.-Х.-12с

13.ДСТУ 7239:2011. Національний стандарт України. Система стандартів безпеки праці. Засоби індивідуального захисту. Загальні вимоги та класифікація.(Інформація та документація)

14.ДСТУ 7239:2011. Національний стандарт України. Система стандартів безпеки праці. Засоби індивідуального захисту. Загальні вимоги та класифікація. (Інформація та документація)

15.ДСТУ 7239:2011. Національний стандарт України. Система стандартів безпеки праці. Засоби індивідуального захисту. Загальні вимоги та класифікація. (Інформація та документація)

16.ДСТУ 2456-94. Зварювання дугове і електрошлакове. Вимоги безпеки. (Інформація та документація)

17.Засоби захисту зварювальників: Каталог / О. Г. Левченко, В. Д. Воробйов, Ю. І. Шульга, А. О. Левченко, А. О. Лукьяненко // Під ред. О. Г. Левченко. К.: Екотехнологія, 2012. – 136 с.

18.Кобець А.С. Дослідження зносу культиваторних лап, оснащених елементами локального зміцнення робочої поверхності / А.С. Кобець, .А. Волик, А.Н.Пугач // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка – Харків:ХНТУСТ.-2007.-Вип.59.-Т.1.-с.76-80.

19.Козаченко О.В., Шкрегаль О.М., Вотченко О.С.Теоретичні передумови формування зубчастого леза при зношуванні лапи культиватора /Науковий вісник ЛНАУ : Технічні науки.Луганськ, ЛНАУ,2013.-№47.-С.153-160

20.Козаченко О.В. , Шкрегаль О.М., Блезнюк О.В. Вплив параметрів леза на довговічність лап культиватора/Commission of motorization and energetics in agriculture/ An international journal on operation of farm and agri-food industry machinery – Lublin-Rzeszow, Poland, 2013/-Motrol.Vol/15,No7-с.63-67

21.Козаченко О.В., Шкрегаль О.М., Каденко В.С. Математичне моделювання взаємодії леза з ґрунтовим середовищем / Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів №2(1):Науковий журнал.Харків, ХНТУСГ,2014.-С.86-91

22.Козаченко О.В. , Шкрегаль О.М., Блезнюк О.В. Теоретичне обґрунтування параметрів культиваторної лапи. Motorization and power industry in agriculture.-Lublin, Poland,2010.-Motrol.Tom 12В.-С/130-134

23.Канівець І.Д. Підвищення довговічності робочих органів сільськогосподарських машин. Дніпропетровськ : Промінь, 1968. 63 с.

24.Левченко О. Г. Охорона праці у зварювальному виробництві: Навчальний посібник. К.: Основа, 2010. 240 с

25.Механізація процесу зміцнення культиваторних лап диференційним індукційним наплавленням / О.Д. Саїнсус та ін.// Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин. Кіровоград : КНТУ, 2005. С. 145–147.

26.Новіков В.С. «Забезпечення довговічності робочих органів ґрунтообробних машин» (дисертація) 2006 р. Стор. 8-16

27.НПАОП 28.52-1.31-13. Правила охорони праці під час зварювання металів

28.НПАОП 0.00.-1.30-01. Правила безпечної роботи з інструментом та пристроями

29.Лабораторний стенд для випробування робочих органів ґрунтообробних машин :пат. 48191 Україна, МПК G01N 3/56 №u200909377; заявл. 11.09.2009; опубл. 10.03.2010, бюл.№ 5, 2010 р.

30.Робочий орган культиватора: пат.94680 Україна, МПК А 01В 35/20. №201406241; заявл 05.06.2014; опубл. 25.11.14, бюл.№ 22

31.Спосіб отримання самозагострюваних різальних елементів деталей машин: пат. №48190 Україна: МПК В23К 26/00. №u200909376; заявл. 11.09.2009; опубл. 10.03.2010, Бюл.№ 5, 2010 р.

32.Підвищення стійкості різального інструменту технологічними методами: навчальний посібник/ Тарельник В.Б. та ін.; за ред. проф. В.Б. Тарельника. Суми: Університетська книга, 2011.189 с.

33.Севернева М.М. «Зношування деталей сільськогосподарських машин» Колос 1972 р. Стор. 5-10; 41-47; 58-67; 78-80; 148-153.

34.Солових Є.К., Аулін В.В., Бобрицький В.М. Аналіз характеру зношування лез ґрунторіжучих деталей та підвищення їх ресурсу лазерними технологіями. Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин, Кіровоград : КНТУ, 2005.Вип. 35.С. 153– 157.

35.Ткачов В.М. «Зношування та підвищення довговічності деталей сільськогосподарських машин»: Машинобудування, 1971 р. Стор. 5-17; 27-35.

36.Тищенко С.С., Гаврильченко А.С., Ботвинский В.В. Проектування стрельчатих культиваторних лап с криволінійним лезом на основі логарифмічної спіралі. Науковий вісник Національного аграрного університету. – К. : НАУ, 2004. – Вип. 73. – С. 304–309.

| | | | |
|-------|--|--|--|
| Дубл. | | | |
| Взам. | | | |
| Подл. | | | |

| | | |
|-----------|---------------|--------------------|
| Розроб. | Депта О.О. | <i>[Signature]</i> |
| Перевір. | Білоник І.М. | <i>[Signature]</i> |
| Н. контр. | Корнієнко О.Б | <i>[Signature]</i> |
| | Листів 4 | Лист 1 |

| | |
|---|-------------------|
| НУ «ЗП» | НУЗП. 440223. 001 |
| Розробка технології відновлення та зміцнення лап культиватора | ДП |

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЗАПОРІЗЬКА ПОЛІТЕХНІКА»

УЗГОДЖЕНО

КОМПЛЕКТ ДОКУМЕНТІВ

Розробка технології відновлення та зміцнення лап
культиватора

ЗАТВЕРДЖУЮ

Нормоконтроль *[Signature]* Олена КОРНІЄНКО
Дата _____
Впроваджений в виробництво
Акт № _____ Дата _____.

Зав. кафедрою інтегрованих технологій зварювання та
моделювання конструкцій к.т.н, доц. Олексій
КАПУСТЯН
Дата _____
Комплект документів
відповідає

ТД

