

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

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

кафедра інжинірингу машинобудівних технологій
(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

магістр

(назва освітнього ступеня)

на тему: **Обґрунтування технології виготовлення робочих деталей
ресайклера та стабілізатора ґрунту типу Wirtgen WR240**

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

(шифр і назва спеціальності)

(підпис)

Войцеховський М.Р.

(прізвище та ініціали)

Керівник

(підпис)

Сенчишин В.С.

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

(підпис)

Ткаченко І.Г.

(прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри

(підпис)

Окіпний І.Б.

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Тернопіль
2022

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота магістра на тему: "Обґрунтування технології виготовлення робочих деталей ресайклера та стабілізатора ґрунту типу Wirtgen WR240" складається із розрахунково-пояснювальної записки об'ємом 64 аркушів формату А4 і графічної частини об'ємом 7 аркушів формату А1. Розрахунково-пояснювальна записка складається із таких частин: аналітична, технологічна, дослідницька, конструкторська, охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.

Для висвітлення питань, які розглядаються у кваліфікаційній роботі, розрахунково-пояснювальна записка містить 37 рисунки, 13 таблиць. При написанні розрахунково-пояснювальної записки використано 24 першоджерел.

В роботі розроблено технологію виготовлення фрези ресайклера та стабілізатора ґрунту типу Wirtgen WR240, запропоновано автоматичний спосіб зварювання барабана фрези, а також вибраний та обґрунтований спосіб зміцнення елементів фрези, які піддаються найбільшому абразивному зношуванню, що дозволить підвищити її експлуатаційні властивості та термін експлуатації.

Проведено дослідження структури, зносостійкості та твердості наплавленого металу ручним дуговим методом електродами типу Т-590 та напівавтоматичним дуговим методом порошковим дротом ПП-ЗСМ-22 діаметром 2.4 мм. Як показали результати проведених досліджень, більш ефективним при наплавленні елементів фрези буде застосування напівавтоматичного способу порошковим дротом.

За результатами проведених порівняльних досліджень підтверджено ефективність застосування запропонованих інженерно-технологічних рішень, що дозволяють реалізувати розроблений технологічний процес у виробництві.

Ключові слова: НАПІВАВТОМАТИЧНЕ ЗВАРЮВАННЯ, ПОРОШКОВИЙ ДРІТ, ДУГОВЕ НАПЛАВЛЕННЯ, РЕСАЙКЛЕР, ЗНОСОСТІЙКІСТЬ.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
1. АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА.....	7
1.1. Опис конструкції виробу та умов його роботи.....	7
1.2 Технічні умови до конструкції виробу.....	13
1.3 Аналіз технологічного процесу виготовлення фрези ресайклера та грунтовирівнювача.....	15
2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА.....	18
2.1 Обґрунтування способу зварювання.....	18
2.2 Опис запропонованого технологічного процесу.....	32
3 ДОСЛІДНИЦЬКА ЧАСТИНА.....	38
4 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА.....	47
4.1 Розрахунок елементів стенду для складання повздовжнього стика.....	47
4.2 Опис роботи запропонованих зварювальних пристосувань.....	51
5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	55
5.1 Оцінка спроектованого технологічного процесу згідно вимог техніки безпеки, електробезпеки та пожежної безпеки.....	55
5.2 Вимоги пожежної безпеки при гасінні електроустановок.....	57
5.3 Захист людей в надзвичайних ситуаціях техногенного характеру.....	58
ВИСНОВКИ.....	61
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	62
ДОДАТКИ.....	64

ВСТУП

Ефективна промислова інфраструктура та розвинена мережа автомобільних доріг є важливими факторами які визначають економічний добробут держави. Удосконалення автотранспортних комунікацій є пріоритетними проблемами економічно розвинених країни.

Експлуатація автотранспортних доріг пов'язана з великими затратами на цілорічне їх утримання, а саме ремонт, відновлення та реконструкцію. Це пов'язане із перевищенням часу експлуатації існуючих магістралей, із підвищенням вантажопідйомності засобів автотранспорту та їх збільшенням.

Із врахуванням цього створюються нові більш досконалі технології та спеціалізовані машини для їх реалізації. Тому, виробництво дорожньо-ремонтних та обслуговуючих машин та їх деталей на сьогодні є актуальним питанням. Машини для комплексної механізації дорожньо-ремонтних робіт мають широку номенклатуру і характеризується підвищеними швидкостями та високою продуктивністю. Це призводить до зниження їх експлуатаційних властивостей та збільшення зносу їх робочих органів.

Враховуючи це, їх надійність залежить від застосування якісних матеріалів та технологій їх виготовлення, які пов'язані із зносостійкістю та міцністю. Одне із основних етапів виготовлення і ремонту таких машин займають процеси зварювання і наплавлення, на які припадає велика частка виготовлюваних деталей. У загальному обсязі на дані процеси припадає 15...20%, які і визначають властивості та експлуатаційну надійність машин та їх деталей. Тому, пріоритетом є розроблення нових технологій зварювання і наплавлення та якісних матеріалів для їх реалізації цих процесів [1].

1. АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1. Опис конструкції виробу та умов його роботи

Будівництво автошляхів пов'язане з використання різних методів, що дозволяють покращувати природні властивості ґрунтів, а також спеціальної техніки та матеріалів. Для їх будівництва найбільш широко застосовуваним є методи поверхневого зміцнення. Даний метод заснований на порушенні природної структури та вкладання ґрунту, з ретельним їх подрібненням та примусовим перемішуванням із в'язучими та іншими реагентами. Основною операцією такого методу зміцнення ґрунту є максимальне ущільнення готових сумішей за оптимальної вологості.

Зміцнення включає ряд послідовних технологічних операцій: подрібнення, перемішування, дозування в'язучих, зволоження, розподіл і ущільнення. Вплив на ґрунт в'язучих забезпечує високу щільність, міцність та тривалу стійкість укріпленого ґрунту в сухому та водо-насиченому стані [1].

Технологія зміцнення ґрунтів передбачає виконання певних технологічних операцій, а саме:

- попереднє розпушування;
- розподіл суміші згідно з проектним профілем шару;
- максимальне ущільнення готової суміші;
- догляд за укріпленим ґрунтом, підтримка заданого режиму вологості в період твердіння.

Однією із ефективних і економічно найменш затратних та безвідходних технологій ремонту та відновлення покриттів автомобільних доріг є технологія ресайклінгу. Вона полягають у переробці пошкоджених шарів основи та поверхневих шарів зношених покриттів, гомогенізації мінералів з в'язкими та стабілізуючими речовинами та повторному використанні нових сумішей як основні для конструкційних шарів.

Для реалізації такої технології застосовують спеціалізовані машини – ресайклери. Дані машини виконують усі процеси технологічних робіт, а саме [1]:

- видалення матеріалів із пошкоджених ділянок дорожнього покриття;
- перероблення та модернізацію матеріалів;
- перевантаження та розподілення матеріалів;
- ущільнення матеріалів;
- вантажно-розвантажувальні роботи та переміщення матеріалів.

Найбільш широкого застосування знайшла машина призначена для ресайклінгу та стабілізації ґрунту типу Wirtgen WR240 (рис. 1.1). Технічна характеристика машини приведена в таблиці 1.1.



Рис. 1.1 Загальний вигляд ресайклера та стабілізатора ґрунту типу Wirtgen WR240 [2]

Таблиця 1.1 Характеристика машини Wirtgen WR240 [2]

Найменування	Параметр
Робоча швидкість та швидкість пересування	0 - 210 м/хв (12,6 км/год)
Робоча ширина	2 400 мм
Робоча глибина	510 мм
Робоча маса	30 000 кг
Дорожній просвіт	400 мм
Максимальна потужність	455 кВт

Універсальний ресайклер WR підходить для виконання широкого кола завдань. При робочій ширині 2,4 м і максимальній робочій глибині 510 мм машина підходить для виконання різних операцій стабілізації ґрунту і холодного ресайклінгу. Висока продуктивність фрезерування та змішування, а також регульована змішувальна камера дозволяють досягти рівномірного та однорідного змішування. При виконанні робіт зі стабілізації ґрунту оптимальна продуктивність лежить у діапазоні від 4 000 до 8 000 м² на день.

Для холодного ресайклінгу діапазон оптимальної продуктивності становить від 500 до 1 000 м² на годину, при цьому оптимальна товщина асфальту становить від 15 до 20 см.

Основним робочим органом машини є фрезерно-змішуючий барабан з великою кількістю спеціальних різців - фреза (рис. 1.2). Повертаючись, барабан подрібнює матеріал дорожнього покриття та інтенсивно перемішує його.

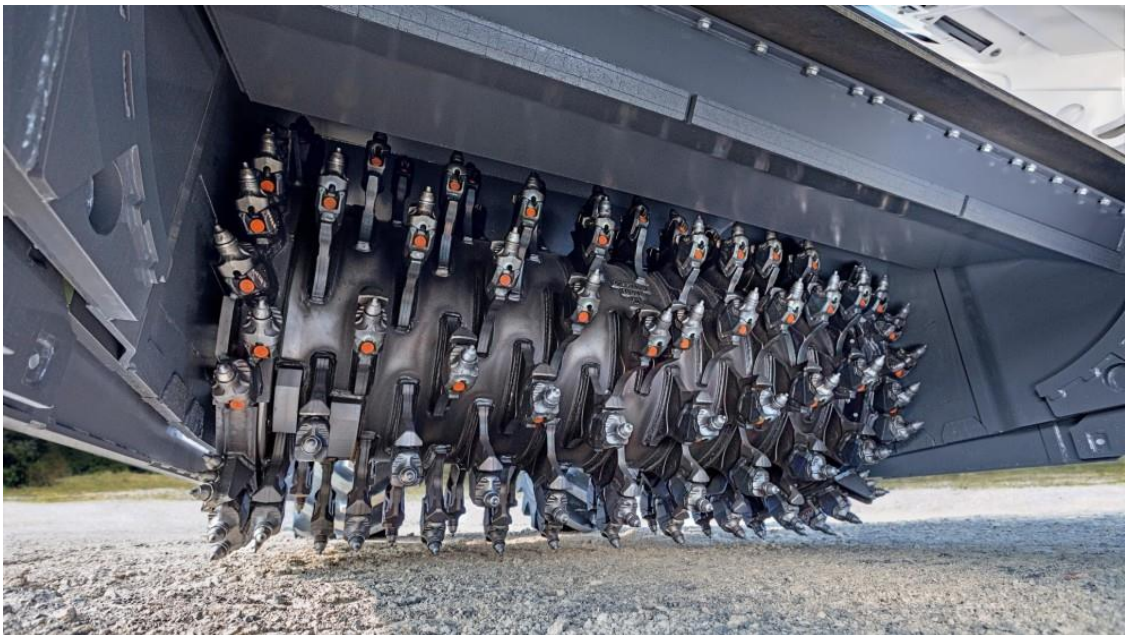
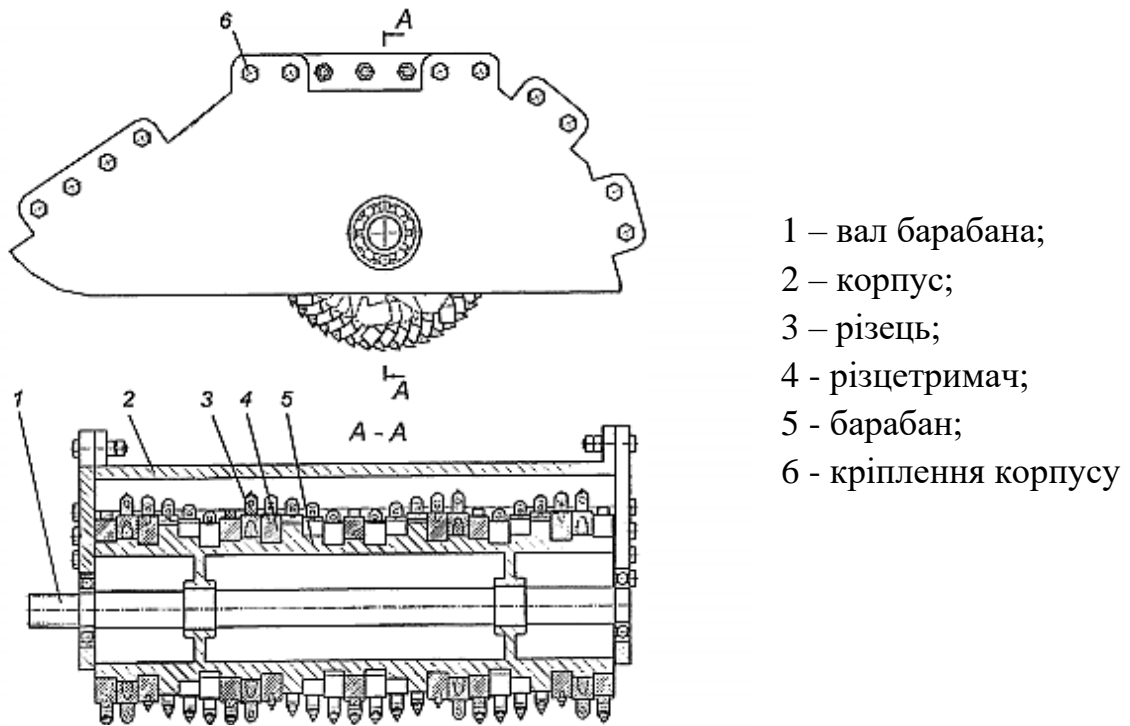


Рис. 1.2 Загальний вигляд фрези стабілізатора ґрунту

Фрезерні барабани безперервної дії оснащені системою змінних ріжучих елементів - різальних різців і різцетримачів різних типів і розмірів. Схема фрези та її елементів зображено на рис. 1.3.



- 1 – вал барабана;
- 2 – корпус;
- 3 – різець;
- 4 - різцетримач;
- 5 - барабан;
- 6 - кріплення корпусу

Рис. 1.3 Схема фрези стабілізатора ґрунту [1]

Залежно від функціональних призначення застосовуються декілька типів фрезерних барабанів: стандартні, для грубого фрезерування, точні та надточні, які відрізняються схемою розташування та сумарною кількістю ріжучих елементів. Сучасні дорожні фрези допускають встановлення різних типів барабана різної робочої ширини та їх швидку заміну.

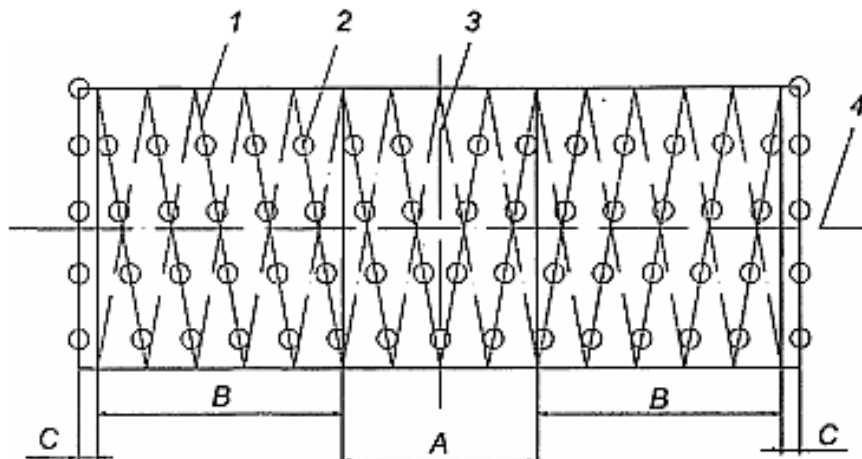
Фрезерний барабан виконує наступні робочі функції:

- 1) різання (фрезерування) матеріалу - відокремлення частинок пошкодженого матеріалу від масиву;
- 2) направлення матеріалу – транспортування відокремлених частинок матеріалу до зони викидачів;
- 3) вкидання відокремлених частинок матеріалу в конвеєрну зону або зону примусового змішування.

Функціональні зони фрезерного барабана показано на рис. 1.4.

Фрезерування відбувається по всій ширині барабана. У зоні (С) зовнішнього різального кільця здійснюється формування плоскої спрямованої ріжучої кромки.

Спіральна установка ріжучих елементів в зоні спірального напрямку (В) фрезерного барабана забезпечує рух частинок матеріалу вздовж осі обертання барабана в зону вкидання. Забезпечується оптимальне позиціонування кожного ріжучого елемента барабана у вигляді ялинки. Це забезпечує мінімальні втрати матеріалу під час транспортування. Ефективне викидання розпушеного матеріалу здійснюється в зоні (А) системою спеціальних знімних викидачів.



А – зона вкидання; В – зона спірального напрямку;

С - зона зовнішнього ріжучого кільця;

1 – спіраль установки ріжучих елементів; 2 - позиції встановлення ріжучих елементів на барабані; 3 - викидач; 4 - вісь обертання барабана

Рис. 1.4. Функціональні зони фрезерного барабана [1]

Фреза має велику масу і високу інерційність. Це демпфірує ударні навантаження при попаданні в робочу камеру великого каміння. Один кінець валу фрези встановлений в редукторі, інший укладений в самовстановлюючий закритий роликпідшипник. Різці вставлені у тримачі (рис. 1.5), які без зварювання можна замінити по місцю експлуатації.

Різці мають високу зносостійкість та великий термін служби. Це скорочує кількість замін різців та зменшує час простоїв машини. Різці Wirtgen мають: зносостійкий твердосплавний наконечник, який за допомогою високоміцного паяного з'єднання з'єднаний з твердою головкою різця; канавку на головці, що

забезпечує легкість видалення різця з тримача, довгу зносостійку гільзу, яка захищає отвір у тримачі та покращує характеристики обертання в ньому різця, високоякісну шайбу, яка захищає поверхню отвору в різцетримачі від передчасного зносу. Нижня частина різцетримачів за допомогою зварювальних з'єднань прикріплена до барабана. Це дозволяє зменшити простір на барабані. Такі різцетримачі застосовуються на фрезерних барабанах малого діаметра та на точних фрезерних барабанах з мінімальною величиною прольоту між сусідніми різцями.



Рис. 1.5 Загальний вигляд кріплення різців на барабані фрези

Розглянувши основні робочі органи ресайклера та ґрутовирівнювача, в роботі буде розроблена технологія виготовлення барабана фрези та її кожуха.

Елементи фрези такі, як барабан, різцетримачі та різці виготовляють із легованої сталі 35ХГСА. Хімічний склад та механічні властивості сталі приведені в таблицях 1.2 та 1.3.

Таблиця 1.2 Хімічний склад сталі 35ХГСА [3]

Матеріал	C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Cu
35ХГСА	0.32 - 0.39	1.1 - 1.4	0.8 - 1.1	до 0.3	до 0.025	до 0.025	1.1 - 1.4	до 0.3

Таблиця 1.3 Механічні властивості сталі 35ХГСА [3]

Матеріал	Розмір	Напр.	σ_B	σ_T	δ_5	ψ	КСУ	Термооб.
	мм	-	МПа	МПа	%	%	кДж / м ²	-
35ХГСА	100 - 300		660	490	13	40	540	гартування та відпуск

Так, як барабан виготовляється у вигляді зварного циліндра до якого приварюються різцетримачі, то необхідно визначити зварюваність даної сталі. Зварюваність сталі визначаємо за методикою запропонованою міжнародним інститутом зварювання:

$$C_{екв} = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr + Mo + V}{5} + \frac{Ni + Cu}{15} \quad (1.1)$$

Вважають, що при $C_{екв} < 0.4 \%$ тріщин нема, при $C_{екв} \approx 0.4-0.7 \%$ потрібний попередній підігрів, при $C_{екв} \approx 0.7-1.0 \%$ – високотемпературне підігрівання.

$$C_{екв} = 0,32 + \frac{0,8}{6} + \frac{1,1}{5} + \frac{0,3 + 0,3}{15} = 0,7;$$

Отже, оскільки $C_{екв} = 0,7\%$, то при зварюванні рекомендовано проводити попереднє підігрівання до температури 290°C.

1.2 Технічні умови до конструкції виробу

Оскільки бочка ролика виготовляється з листового прокату, то на поверхні, яка не підлягає механічному оброблені не піддається, не повинно бути задирок, тріщин та надривів. Допуск прямолінійності циліндра не має бути більше 2 мм на 1 м довжини, а на усій довжині виробу не більше 6 мм при довжині 2800 мм.

Після зварювання і термічної обробки барабан не повинен мати деформацій і поводок більше величини припуску у будь-якій точці поверхні ролика ± 10 мм. Відхилення осьової лінії по усій довжині від прямолінійності не більше $\pm 0,1$ мм.

Допуск перпендикулярності стінки оброблення відносно базової осі 0,5 мм. Допуск радіального биття кореневої частини оброблення відносно базової осі 0,5 мм. Заготовки по діаметру, що сполучається, мають бути оброблені і забезпечувати натяг не менше 0,2-0,4 мм.

Важлива вимога при зварюванні вуглецевих сталей займає забезпечення рівномірності зварного з'єднання з основним металом і відсутність дефектів в зварному шві. Для цього механічні властивості металу шва і біляшовної зони мають бути не нижчі межі відповідних властивостей основного металу.

Для стикових швів мають бути забезпечені повний провар елементів, що сполучаються, і форма підсилення з плавним переходом від основного металу до металу шва.

При розробці технологічного процесу зварювання особлива увага має бути приділена вибору таких пристосувань, матеріалів, способів і режимів зварювання, при яких мінімальна вірогідність утворення дефектів. Надійна якість зварного з'єднання може бути досягнута тільки при вільному доступі до місця зварювання.

Усі шви зварних конструкцій піддаються технічному огляду методом зовнішнього огляду і вимірів. Поверхня стикових швів зварного барабана, працюючого в умовах знакозмінних навантажень, має бути зачищена механічним способом урівень з основним металом. Після термічної обробки має бути зроблений зовнішній огляд усіх швів і при необхідності проведений контроль на виявлення внутрішніх тріщин і нещільності швів. Опукла форма поверхні шва небажана з міркувань міцності, а так само і з економічних міркувань.

В якості способу термічної обробки вибрана відпустка, що дозволяє понизити величину залишкової напруги.

Рекомендовані норми допустимих дефектів в заготовках і зварних швах наступні:

- а). окремі дефекти еквівалентних еталонному отвору діаметром до 3 мм включно, якщо вони не представляють безперервний ланцюг;
- б). скупчення дефектів еквівалентних отвору діаметром до 3 мм включно, на площі 4 см², якщо відстань між скупченнями не менше 200 мм;
- в). видимі дефекти в зварних швах не допускаються;
- г). мінімальна відстань між дефектами визначається по меншому з них.

На 1 м довжини шва не допускається більше чотирьох зовнішніх пор діаметром до 1 мм при відстані між ними не менше 10 мм і діаметром до 2 мм при відстані не менше 25 мм. Пори діаметром більше 2 мм не допускаються. Лускатість поверхні швів не допускається з нерівностями плюсового граничного відхилення на розмір висоти посилення і не більше 2 мм для швів в нижньому положенні.

Враховуючи важкі умови експлуатації фрези, а саме інтенсивне абразивне зношення, то її елементи повинні мати твердість не нижче 30 HRC.

1.3 Аналіз технологічного процесу виготовлення фрези ресайклера та ґрутовирівнювача

Технологічний процес виготовлення фрези ресайклера та ґрутовирівнювача складається із виготовлення барабана, який має циліндричну форму; корпусу фрези та різцетримачів.

Процес виготовлення корпусу складається із виготовлення каркасу та обшивки і наступного їх з'єднання між собою. Обшивка корпусу виготовляється із листового прокату. Процес її виготовлення включає наступні операції: правлення та різання листового прокату, його формування у пів-еліптичну форму. Це здійснюється за допомогою спеціального обладнання. Паралельно із виготовленням обшивки корпусу здійснюється виготовлення його каркасу. Каркас виготовляють із профільного прокату методом зварювання його окремих елементів між собою, для отримання міцної жорсткої конструкції.

Наступним є з'єднання обшивки із каркасом. Це здійснюють за допомогою дугового зварювання.

Паралельно процесу виготовлення корпусу здійснюють процес виготовлення барабана. Конструкція барабана фрези має циліндричну форму і виготовляється із листового прокату за схемою приведеною на рис. 1.6.

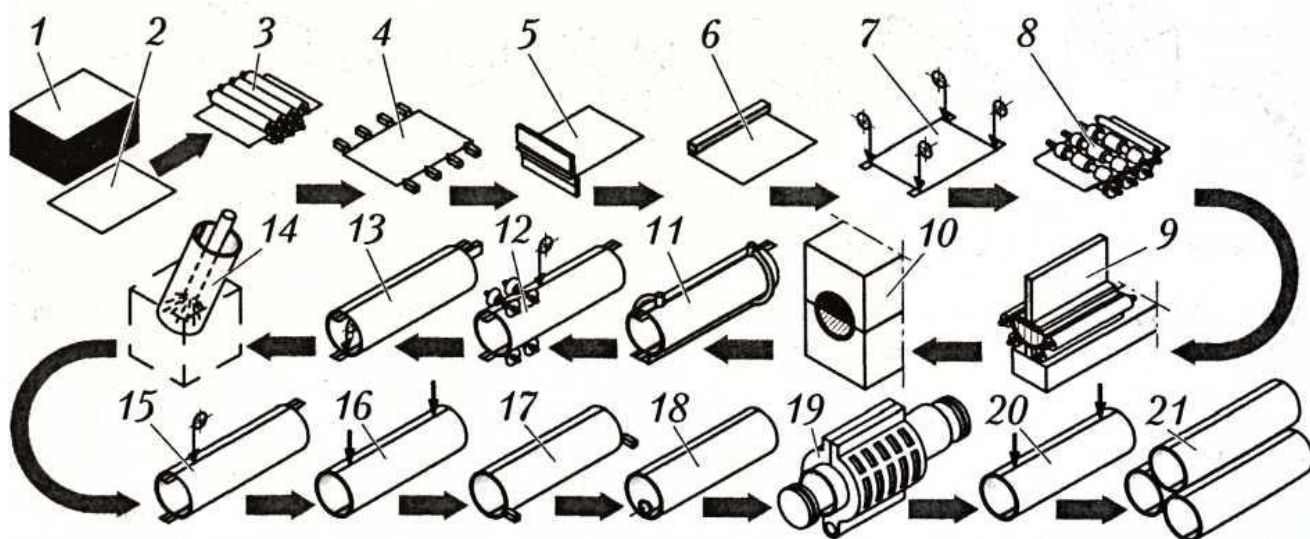


Рис. 1.6. Схема технологічного процесу виробництва барабана фрези [4]

Технологічний процес виготовлення барабана здійснюється наступним чином: спочатку проводять складування листового металу (поз. 1 рис. 1.6) з якого в подальшому буде виготовлятися барабан. Після цього листи подаються (поз. 2) на дільницю правлення (поз. 3). Виправленні заготовки листового прокату поступають на позицію різання та розроблення кромки (поз. 4 та 5). При послідовності виконання технологічного процесу лист проходить операцію очищення з'єднаних кромки (поз. 6), приварювання технологічних планок (поз. 7) та підгинання бічних кромки (поз. 8). Після виконання попередніх технологічних операцій заготовка поступає на позицію 9 та 10 де здійснюють формування пів-циліндра за допомогою спеціального формувального преса. Сформовані пів-циліндри поступають на дільницю 11 де здійснюють їх складання. Складений на прихопленнях циліндр поступає на операцію зварювання зовнішнього та внутрішнього повздожнього стика (поз. 12, 13 та 15). Після проведення зварювальних операцій здійснюють очищення зварних швів механічними методами (поз. 14) і подають готовий циліндр барабана на позицію контролю якості зварних швів (16) та проводять торцювання країв циліндра (поз.

17). При необхідності проводять фрезерування внутрішнього шва (поз. 18). Після закінчення всіх основних операцій проводять роздування циліндричної заготовки та її випробування (поз. 19) і подають за допомогою кран-балки на склад.

Процес виготовлення різцетримачів реалізується за допомогою їх литва та наступного фрезерного оброблення. Також паралельно із процесом виготовленням різцетримачів проводять виготовлення корпусів під підшипники для кріплення вала приводу фрези, які встановлюються і приварюються в середині барабана. Наступною операцією виготовлення барабана фрези є встановлення і приварювання корпусів під упорні підшипники та приварювання різцетримачів до циліндра барабана. Готовий барабан фрези поступає на фарбування та кінцеве із корпусом фрези.

До недоліків існуючої технології можна віднести те, що затрачається багато часу на виготовлення та складання циліндра барабана фрези, та застосування напівавтоматичного способу його зварювання. Також до недоліків виготовлення фрези можна віднести те, що її експлуатаційні характеристики не достатньо високі, через зношування елементів корпусу та барабана в процесі експлуатації.

Тому, необхідно розробити технологічний процес автоматичного зварювання циліндра барабана та процес формування самого циліндра, а також спосіб зміцнення елементів фрези для підвищення терміну експлуатації.

2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1 Обґрунтування способу зварювання

Вибір способу зварювання залежить від багатьох факторів. Одними із основних це є тип виробництва та товщина і протяжність зварних швів. Враховуючи те, що тип виробництва фрези є серійним, а геометричні розміри основних деталей які підлягають зварюванню мають товщину 10 мм і довжина шва становить 2400 мм, то ефективними способами є способи зварювання плавленням. Із існуючих способів зварювання плавленням при виробництві фрези ресайклера та вирівнювача ґрунту найбільш ефективним є спосіб автоматичного зварювання під флюсом [5].

Даний спосіб знайшов широке застосування за рахунок своєї високої продуктивності, якості та стабільності властивостей зварного з'єднання. До недоліків способу відноситься можливість зварювання тільки в нижньому положенні зважаючи на можливе стікання розплавлених флюсу і металу при відхиленні площини шва від горизонталі більш ніж на 10-15°.

Суть даного способу полягає в наступному. Найбільш поширений процес при використанні одного електрода – так зване однодугове зварювання. Зварювальна дуга горить між електродним дротом і виробом, що знаходиться під шаром флюсу. У розплавленому флюсі утворюються пари газу, флюсу та розплавленого металу і утворюється порожнина – так званий газовий купол. В цьому куполі і існує зварювальна дуга. Тиск газів у газовому куполі становить 7-9 г/см², але в поєднанні з механічним тиском, що створюється дугою, його достатньо для витіснення рідкого металу з-під дуги, що покращує теплопередачу від неї до основного металу. Підвищення сили зварювального струму збільшує механічний тиск дуги та глибину проплавлення основного металу. Кристалізація розплавленого металу зварювальної ванни призводить до утворення зварного шва. Флюс, що затвердів, утворює шлакову кірку на поверхні шва. Розплавлений флюс, утворюючи купол та покриваючи поверхню зварювальної ванни, ефективно захищає розплавлений метал від взаємодій з повітрям. Металургійні процеси між розплавленим металом та шлаком сприяють отриманню металу шва з необхідним

хімічним складом [5].

На відміну від ручного дугового зварювання покритим електродом при зварюванні під флюсом, струмопідвід до електродного дроту здійснюється на невеликій відстані від дуги (до 70 мм). Це дозволяє без перегріву електрода використовувати підвищені зварювальні струми (до 2000 А). Щільність зварювального струму досягає 200-250 А/мм², у той час як при ручному дуговому зварюванні не перевищує 15 А/мм². В результаті цього підвищується глибина проплавлення основного металу і швидкість розплавлення електродного дроту, за рахунок чого досягається висока продуктивність процесу.

Зварювання під флюсом можна здійснювати змінним та постійним струмом. Існують різновиди зварювання під флюсом, коли в деяких випадках доцільно застосування двохдугове або багатодугове зварювання. При цьому зварювальні дуги живляться від одного джерела або окремого джерела для кожної дуги. Зварювання здвоєним електродом підвищує продуктивність зварювання за рахунок збільшення кількості розплавленого електродного металу. Електроди по відношенню до напрямку зварювання можуть бути послідовно або перпендикулярно. При послідовному розташуванні глибина проплавлення шва дещо збільшується, а при перпендикулярному зменшується.

Другий варіант розташування електродів дозволяє виконувати зварювання при підвищених зазорах між кромками. Змінюючи відстань між електродами, можна регулювати форму та розміри шва. Зручне застосування цього способу при наплавних роботах. Однак недоліком способу є деяка нестабільність горіння дуги.

При двохдуговому зварюванні використовують два електроди. Зварювальні дуги можуть горіти в загальній або роздільній зварювальній ванні (коли метал шва після першої дуги вже повністю закристалізувався). При горінні дуги в окремій зварювальній ванні обидва електроди зазвичай перпендикулярні площині виробу. Змінюючи відстань між дугами, можна регулювати термічний цикл зварювання, що важливо при зварюванні сталей, що гартуються. Ця схема дозволяє вести зварювання на високих швидкостях, у той час як застосування підвищеного струму при однодуговому зварюванні призводить до утворення підрізів по краях зварного

шва. При двохдуговому зварюванні друга дуга, що горить в окремій ванні, електродом, нахиленим кутом вперед на $45-60^\circ$, частково переплавляє шов, утворений першою дугою, і утворює валик без підрізів. Для живлення дуг з метою зменшення магнітного дуття використовують різномірний струм, тобто для однієї дуги — змінний, для іншої — постійний [5].

При зварюванні стикових з'єднань, автоматичним зварюванням, шви можуть виконуватися односторонніми та двосторонніми з розробленням та без розроблення кромки. Шви з розробленням кромки можуть бути однопрохідними та багатопрохідними. Для підвищення продуктивності праці шви прагнуть виконувати однопрохідними, але при зварюванні металу великих товщин доводиться застосовувати багатопрохідне зварювання.

Одностороннє автоматичне зварювання без розроблення кромки з неповним проваром (зварювання на вазі) повинна виконуватися на такому режимі, щоб непроплавлений шар основного металу міг утримувати зварювальну ванну. Режим підбирається з розрахунку провару трохи більше $0,6-0,7$ товщини деталей, що зварюються. Однак у більшості випадків при односторонньому зварюванні потрібно забезпечити повний провар всього перерізу; тоді необхідно вживати заходів щодо запобігання витіканню розплавленого металу. Тому при зварюванні односторонніх стикових з'єднань застосовують спеціальні технологічні прийоми, а саме: зварювання на сталевій підкладці, що залишається; зварювання в замок; зварювання після ручного підварювання кореня шва; зварювання на мідній чи флюсомідній підкладці; зварювання на флюсовій подушці [6].

Зварювання на сталевій підкладці, що залишається застосовується для з'єднання з металу товщиною до 10 мм. Підкладка повинна бути з того ж металу, що і металу який зварюється. Зазор між підкладкою та кромками не повинен перевищувати 0,5-1,0 мм. Товщину металевої підкладки приймають від 0,3 до 0,5 товщини металу, що зварюється, а ширину 4-5 товщин. При зварюванні стику підкладка частково проплавляється і приварюється до нижньої частини кромки, що забезпечує повний провар стикового з'єднання. Застосовується в тих випадках, коли не можна виконати шов зі зворотного боку з'єднань, наприклад при

зварюванні циліндричних посудин невеликих діаметрів та ін. швів товстостінних циліндрів малого діаметра.

Зварювання за попереднім ручним підварюванням застосовується в тих випадках, коли не можна кантувати виріб або коли автоматичне підварювання неможливе. При складанні таких з'єднань вимоги до зазору такі ж, як для ручного зварювання. При товщині деталей, що зварюються, до 6 мм включно ручне підварювання виконується без скосу кромки. При товщині деталей понад 6 мм (для ручного підварювання) виконується скіс кромки під кутом 60° на глибину $1/3$ товщини металу, що зварюється, але не більше 6—8 мм.

Зварювання на мідній підкладці застосовується переважно при з'єднанні тонких листів. Зварний шов добре формується тільки при щільному рівномірному підтисканні підкладки по всій довжині стику, зазор в якому не перевищує 0,5 мм. Мідна підкладка до зварних кромки може притискатися за допомогою механічних і пневматичних притисків. При зварюванні на мідній підкладці шов зі зворотного боку стику виходить врівень зі зварюваними листами. Флюсомідні підкладки відрізняються тим, що в підкладці робиться жолобок для формування зворотного валика стикового шва. В цьому випадку стик збирається із зазором 2-3 мм, через який флюс заповнює жолобок. Розплавляючись, флюс створює шлаковий прошарок між металом шва і мідною підкладкою і формує зворотній валик. Змінюючи розміри жолобка можна регулювати розміри зворотного валика. Різновидом зварювання на нерухомій флюсомідній підкладці є зварювання на ковзному мідному черевуку.

Зварювання на флюсовій подушці проводиться з повним проваром усієї товщини листа. Флюс запобігає витіканню рідкого металу і шлаку і забезпечує формування зворотного валика, при умові, що флюс рівномірно підтискається до зварних кромки. Підтискання флюсу здійснюється за допомогою спеціального шлангу, в який подають стиснене повітря. Тиск флюсової подушки вибирають експериментальним шляхом в залежності від товщини деталей, що зварюються, і режиму зварювання. При такому способі зварювання фіксування листів при складанні та зварюванні здійснюється за допомогою електромагнітів або

пневматичних притискачів.

Двостороннє автоматичне зварювання застосовують при отриманні високоякісних і високоміцних зварних з'єднань. При застосування такого способу, стикове з'єднання спочатку зварюється автоматом з одного боку на вазі так, щоб глибина проплавлення становила половину або більше половини товщини зварного металу. Потім здійснюють кантування виробу, і проводять зварювання другого проходу шва з іншої сторони. Зварювання виконують з розрахунком, щоб було проплавлено корінь шва. Однак у ряді випадків при зварюванні першого проходу шва на вису виникають труднощі зі складанням під зварювання, так як для того, щоб при зварюванні рідкий метал і шлак не витікали в зазор, необхідно, щоб зазор не перевищував 1 мм, що в деяких випадках буває важко забезпечити. Тому, якщо між кромками збільшений зазор, то при першому проході необхідно застосовувати такі засоби, що і при однопрохідному автоматичному зварюванні.

Багатопрхідне автоматичне зварювання застосовують при товщині металу більше 20 мм, що пов'язане з певними труднощами застосування однопрохідного зварювання. Це пов'язано із несприятливими умовами кристалізації металу шва, а саме до зниження його ударної в'язкості. У деяких випадках при однопрохідному зварюванні великої товщини у шві можуть виникнути кристалізаційні тріщини.

Враховуючи специфіку виконання перерахованих способів автоматичного зварювання та технологічних прийомів, для зварювання циліндра барабана вибираємо спосіб однопрохідного зварювання одним електродом на флюсовій подушці, а для зварювання інших елементів фрези напівавтоматичне зварювання в захисних газах [6].

Для реалізації вибраних способів зварювання проведемо вибір зварювальних матеріалів. Зварювальні матеріали вибираються з урахуванням забезпечення необхідних механічних властивостей металу шва і біляшовної зони.

Для автоматичного зварювання під флюсом з метою забезпечує отримання необхідного хімічного складу металу шва і технологічних властивостей здійснюють вибір оптимального поєднання зварювального дроту і флюсу.

З метою забезпечення високої стійкості металу шва проти утворення пор і кристалізаційних тріщин, а також виходячи з малої собівартості, для зварювання циліндра барабана фрези із сталі 35ХГСА, рекомендується застосовувати зварювальний дріт Св-08ХН2М. Для зварювання даним дротом доцільно застосовувати окислювальний флюс АН-43 на основі системи CaO–CaF₂-Al₂O₃-SiO₂. При зварюванні окислення вуглецю складає 0,01- 0,05 відсотка, але зі збільшенням змісту ΣFeO у флюсі знижується концентрація сірки і фосфору, що має велике практичне значення. Присутність ΣFeO на межі міжфазної поверхні шлак-метал сприяє підвищенню окислювальних умов в зварювальній ванні, а це перешкоджає розчиненню Н₂, що утворюється при дисоціації водяної пари в рідкому металі. Тому цей флюс у меншій мірі схильний до утворення пор в порівнянні з ідентичними складами флюсів, що не містять оксидів заліза. Окислювальний флюс дозволяє отримати наплавлений метал з дуже низьким вмістом водню до 3мл/100гр металу. Окислення вуглецю при зварюванні під флюсом АН-43 менше 0,01 відсотка. Флюс сприяє отриманню оптимального вмісту близько 1% марганцю в шві. Висока стійкість до утворення пор обумовлена великим вмістом MnO 5-9% у флюсі, що сприяє кращому розкисленню металу зварювальної ванни [7].

Дріт Св-08ХН2М і флюс АН-43 забезпечують високий рівень міцності і пластичних властивостей металу шва. Застосування дротів з меншим легуванням Si і Mn може не забезпечити необхідного рівня властивостей металу шва. Хімічний склад флюсу АН-43 приведений в таблиці 2.1, а хімічний і механічні властивості дроту Св-08ХН2М приведені в таблиці 2.2 та 2.3 відповідно.

Таблиця 2.1 – Хімічний склад флюсу, % [8]

Марка флюсу	SiO ₂	MnO	CaO	MgO	CaF ₂	Al ₂ O ₃	FeO	S, P
АН-43	18,0-22,0	5,0-9,0	14-18	≤ 2	17-21	30-36	2-5	≤ 0,05

Таблиця 2.2 – Хімічний склад дроту Св – 08ХН2М, % [8]

Марка дроту	C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	P	S
Св-08ХН2М	≤ 0,1	0,12-0,3	0,55-0,85	0,7-1,0	1,4-1,8	0,2-0,4	≤ 0,03	≤ 0,025

Таблиця 2.3 – Механічні властивості [8]

Св-08ХН2М	G _m	G _b	δ	ψ	Ан
	МПа		%		$\frac{Дж}{ММ^2}$
	340	580	15	45	50

Зварювально-технологічні властивості запропонованого флюсу:

- стійкість дуги задовільна, розривна довжини дуги до 7мм;
- формування шва хороше, без особливостей;
- схильність металу шва до утворення пір і тріщин низька;
- Віддільність шлакової кірки хороша, задовільна з кореневих валиків в обробленні.

Колір зерен- чорний, коричневий, розмір зерен 0,25- 2,5 міліметра, будова зерен скловидна, об'ємна маса 1,3-1,8 кгдм³. Металургійні властивості: відноситься до групи низькокремнистих низкомаргонцовистих солексидних флюсів з хімічною активністю АФ=0,31- 0,35. АН-43 - плавлений флюс для зварювання легованих високоміцних сталей [7].

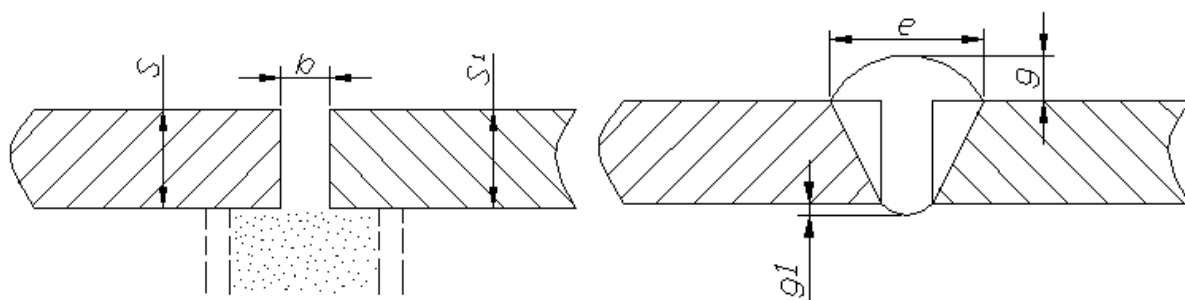
Для забезпечення отримання якісного зварного з'єднання окрім вибору якісних зварювальних матеріалів, важливу роль відіграють параметри режиму зварювання. Для отримання швів оптимальної форми необхідно встановити зв'язок між параметрами режиму і основними розмірами шва. Нині найширше

практикувався вибір параметрів режиму зварювання по різних таблицях номограм, побудованих на підставі великого числа експериментів.

При розрахунку режимів зварювання необхідною умовою є отримання швів з оптимальними розмірами і формою, що забезпечують високу технологічну міцність і високі експлуатаційні характеристики. Вибір оптимальних режимів зварювання повинен базуватися на порівнянні кількісних показників декількох варіантів, а це найпростіше, дешево і об'єктивно можна зробити розрахунковим шляхом. Усіх значень набувають при розрахунку усереднено.

З точки зору продуктивності процесу зварювання будемо застосовувати зварювальний дріт діаметром 3мм.

Так, як барабан фрези складається із листового прокату і сформований у вигляді циліндра, то для з'єднання крамок отриманої заготовки застосуємо зварний шов типу С4 (рис. 2.1). Проведемо розрахунок режимів зварювання для даного типу зварного шва згідно літератури [6]



$$S=20 \text{ мм}, b=2 \text{ мм}, e=2 \text{ мм}, g=2 \text{ мм}$$

Рис. 2.1 - Конструктивні елементи шва С4

Визначаємо площу наплавлення:

$$F_H = 0,8 \cdot (S \cdot b + 0,75 \cdot e \cdot g) + 0,5 \cdot S \quad (2.1)$$

$$F_H = 0,8 \cdot (20 \cdot 2 + 0,75 \cdot 2 \cdot 2) + 0,5 \cdot 20 = 68,4 \text{ мм}^2.$$

Автоматичним зварювання за один прохід можна забезпечити площу наплавлення 50-70 мм². Отже зварювання проводимо за один прохід.

Для автоматичного зварювання за один прохід приймаємо діаметр електрода 4 мм.

Розрахунок сили струму.

$$I_{36} = \frac{\pi \cdot e^2}{4} j, \quad (2.2)$$

Відповідно до довідкової літератури щільність струму залежно від діаметра електрода для автомата $j=35-60$ А/мм², приймаю $j=45$ А/мм².

За результатами розрахунку: $I_{36} = 565$ А.

Напряга на дузі.

$$U_{\partial} = 20 + \frac{50 \cdot 10^{-3}}{\sqrt{de}} \cdot I_{36} + 1 \quad (2.3)$$

$$U_{\partial} = 20 + \frac{50 \cdot 10^{-3}}{\sqrt{4}} \cdot 565 + 1 = 35B$$

За результатами розрахунку: $U_{\partial} = 35$ В.

Коефіцієнт наплавлення.

Коефіцієнт наплавлення вибирається з таблиць залежно від струму зварювання (I_{36} , А) і діаметра дроту (de , мм) і приймається рівним: $\alpha_H = 20,1$ г/А · год;

Швидкість зварювання.

$$V_{36} = \frac{\alpha_H \cdot I_{36}}{F_H \cdot \gamma} \quad (2.4)$$

$$V_{36} = \frac{20,1 \cdot 565}{68 \cdot 7,8} = 21,4 \text{ м/год.}$$

За результатами розрахунку: $V_{36} = 22$ м/год

Швидкість подачі дроту:

$$V_{п.д.} = \frac{4 \cdot V_{зв} \cdot F_H}{\pi \cdot d^2} \quad (2.4)$$

$$V_{п.д.} = \frac{4 \cdot 22 \cdot 68}{3,14 \cdot 4^2} = 120 \frac{м}{год}$$

За результатами розрахунку: $V_{п.д.} = 120$ м/год.

Результати розрахунку приведено в таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 - Режими зварювання

Тип шва	F_H , мм ²	Кількість проходів	$d_э$, мм	$I_{св}$, А	U_d , В	$V_{п.п.}$, м/год	$V_{св}$, м/год	α_n , г/А·год
C4	68	1	4	565	35	120	22	20,1

Для реалізації і забезпечення розрахованих режимів зварювання вибираємо зварювальний автомат типу А-1416 (рис. 2.2) з джерелом живлення КИУ-1201 (рис. 2.3). Даний напівавтомат і зварювальний випрямляч випускаються Каховським заводом електрозварювального обладнання. Технічні характеристики даного обладнання приведені в таблицях 2.5 та 2.6 відповідно.



Рис. 2.2 Загальний вигляд зварювального автомата [10]

Таблиця 2.5 – Технічні характеристики автомату типу А – 1416 [9]

Номінальна напруга мережі, В	380
Частота мережі, Гц	50
Номінальний зварювальний струм при ПВ=100% , А	1000
Межі регулювання зварювального струму, А	250-1250
Кількість електродів, шт.	1
Діаметр електродного дроту, мм	2-5
Регулювання швидкості подачі електродного дроту, м/год	Ступінчасте, 12-120
Вертикальне переміщення зварювальної головки - Привод - Хід, мм - Швидкість, м/хв.	Електромеханічний 250 29.4
Поперечне переміщення зварювальної головки - Привід - Хід, мм - Швидкість, м/хв.	Ручний ±75 -
Регулювання кута повороту електроду (мундштука) до вертикалі, град.	Ручний ±25
Маршева швидкість переміщення зварювальної головки, м/год	950
Флюсоапаратура: - Об'єм, дм ³ - Розхід повітря, м ³ /год - Висота всмоктування флюсу, м	25 30 2
Джерела живлення	КИУ-1201(ВДУ-1201)
Маса ,кг	325
Габаритні розміри автомату, мм	960x860x1860



Рис. 2.3 Загальний вигляд джерела живлення [10]

Таблиця 2.6 – Технічні характеристики КИУ – 1201. [9]

Номінальна напруга мережі, В	3x380	
Частота мережі, Гц	50	
Номінальний зварювальний струм при ПВ 100%, А	1250	
Межі регулювання зварювального струму, А	Спадаючі 200-1250	Жорсткі 250-1250
Межі регулювання робочої напруги, В	Спадаючі 28-56	Жорсткі 20-56
Активна максимальна еквівалентна використовуюча потужність (с врахуванням ПВ), кВт	84	
Напруга холостого ходу, В	85	
Діаметр електродів, мм	4-10	
Маса, кг	550	
Габаритні розміри, мм	960x680x890	

Зварювання корпусу та приварювання до нього обшивки будемо виконувати напівавтоматичним зварюванням в захисних газах на режимах приведених в

таблиці 2.7. Для їх реалізації застосовуємо напівавтомат КПО15(рис. 2.4) з джерелом живлення КИГ-401 (рис. 2.5). Технічні характеристики приведені в таблиці 2.8 та 2.9 відповідно.

Таблиця 2.7 – Рекомендовані режими напівавтоматичного зварювання в суміші $70\%Ar + 25\%CO_2 + 5\%O_2$ [8]

Товщина, мм	Тип шва	Діаметр електрода, мм	Струм зварювання, А	Напруга на дузі, В	Витрати газу, л/хв	Швидкість зварювання, м/год
4...8	Стиковий односторонній без розроблення кромки	1,2	250...280	29...31	14...16	23...27
		1,6	300...370	30...34	18...22	27...30
12...40	Кутовий однопрохідний «у кут» Катет: 4 мм	1,2	240...260	28...30	14...16	20...25
	6 мм	1,6	340...360	34...35	14...16	20...27
	8 мм	2,0	400...450	32...34	18...20	25...30



Рис. 2.4 Загальний вигляд напівавтомата [10]



Рис. 2.5 – Зварювальний випрямляч КИГ-401 [10]

Таблиця 2.8 – Технічні характеристики КП015 [9]

Номінальна напруга, В	380
Частота мережі, Гц	50
Номінальний зварювальний струм, А При ПВ=60% і циклі зварювання 5 хв.	315
Межі регулювання зварювального струму, А	50-315
Регулювання напруги на дузі	Плавне
Межі регулювання напруги на дузі, В	18-38
Діаметр електродного дроту, мм - суцільний - порошковий	0.8-1.6 1.2-1.4
Регулювання швидкості подачі електродного дроту	плавне
Межі регулювання швидкості подачі електродного дроту, м/год	100-1000
Маса, кг - механізм подачі дроту - електродного дроту	9.5 5
Габаритні розміри механізму подачі дроту, мм	495x160x290

Таблиця 2.9 – Технічні характеристики КИГ – 401 [9]

Номінальна напруга, В	380
Частота мережі, Гц	50
Номінальний зварювальний струм, А - ПВ=100% - ПВ=80% - ПВ=60% (цикл звар. 10хв.)	240 170 315
Межі регулювання звар. струму, А	60-315
Межі регулювання робочої напруги, В	20 ступенів, 12-30
Первинна потужність, кВА	16
Охолодження	Примусове повітряне
Маса, кг	150
Габаритні розміри, мм	970x510x890

2.2 Опис запропонованого технологічного процесу

Технологічний процес виготовлення фрези ресайклера та ґрутовирівнювача складається із трьох послідовно виконуваних технологічних процесів, а саме виготовлення барабана фрези, корпусу та різцетримачів. Останні два виконуються за існуючою технологією описаною в частині 1 даної роботи. Зміни процесів виготовлення цих елементів фрези не потребують змін, окрім застосування більш сучасного зварювального обладнання для виготовлення корпусу фрези.

Щодо виготовлення барабана фрези, то технологічний процес складається в основному з таких процесів: підготовки та формування листа, зварювання циліндра барабана, оброблення циліндра та приварювання різцетримачів до циліндра. Схема запропонованого технологічного процесу та послідовність виконуваних операцій приведена на рис. 2.6.

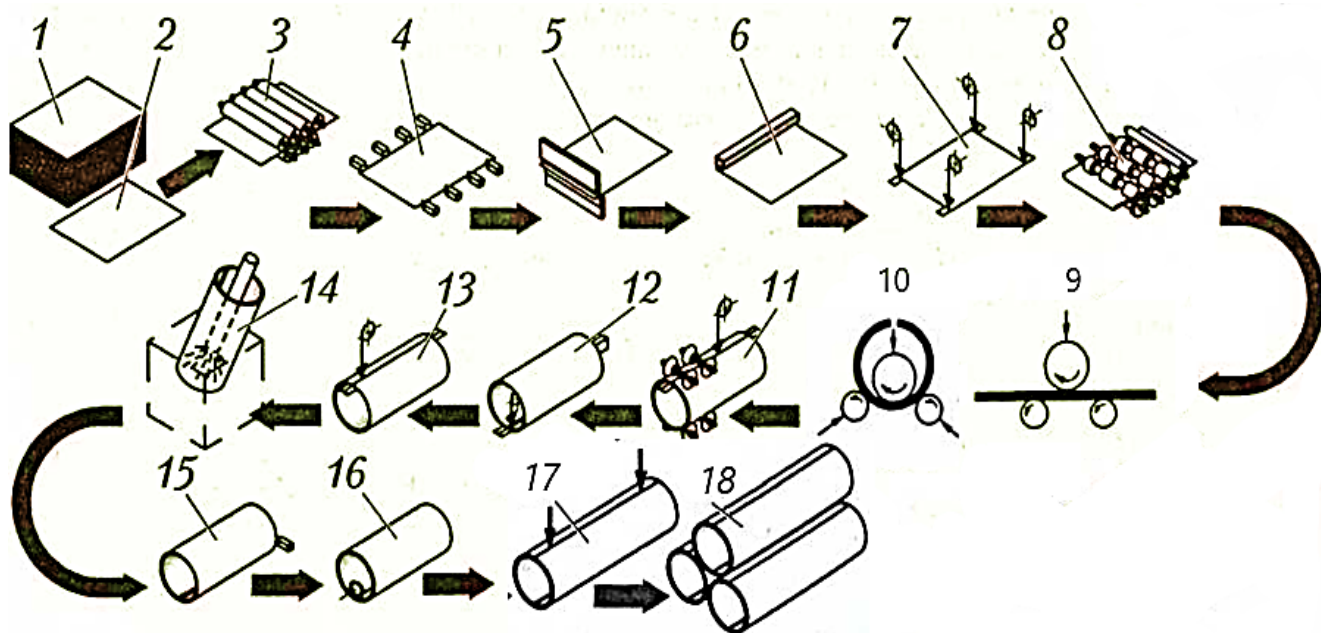


Рис. 2.6. Схема технологічного процесу виготовлення циліндра барабана

Технологічний процес складається з таких операцій:

010. Заготівельні операції. На цій стадії виробництва здійснюють приймання та складування листового прокату (поз.1), здійснюють перевірку відповідності поставленого матеріалу на виробництво.

Перевірений на якість листовий прокат із складу поступає на операцію правлення (поз.2). Правлення здійснюють за допомогою листопрямильної машини типу Vendmak BPSM 20/18 (рис. 2.7).



Рис. 2.7 Листопрямильна машина Vendmak BPSM 20/18 [11]

Після виправлення листового прокату він поступає на операцію різання (поз.5) та стругання кромки (поз.4). Різання листового прокату здійснюють за допомогою гільйотинних ножиць НРХ 2500-130 (рис. 2.8). Дані ножиці призначені для розкрою металу товщиною до 13 мм.



Рис. 2.8 Гільйотинні ножиці НРХ 2500-130 [11]

Для розроблення та вирівнювання кромки листового металу застосовують кромкостругальна машина Вектор АВМ 28 (рис. 2.9).



Рис. 2.9 Кромкостругальна машина Вектор АВМ 28

Останньою технологічною операцією на стадії заготівельних операцій є зачищення листової заготовки та кромки.

020. Операція формування циліндра барабана. На цій стадії виробництва проводять підгинання країв листової заготовки з метою забезпечення точності складання зварного стику, а також з метою отримання рівної циліндричної поверхні. Після цього проводять вальцювання циліндра барабана. Ці дві операції здійснюють на верстаті 3R OHS OSTAS моделі 3 OHS 2570X210 (рис. 2.10) [11].



Рис. 2.10 Тривалкові листозгинальні вальці 3 OHS 2570X210 OSTAS

Схема вальцювання на даних вальцях приведена на рисунку 2.11.

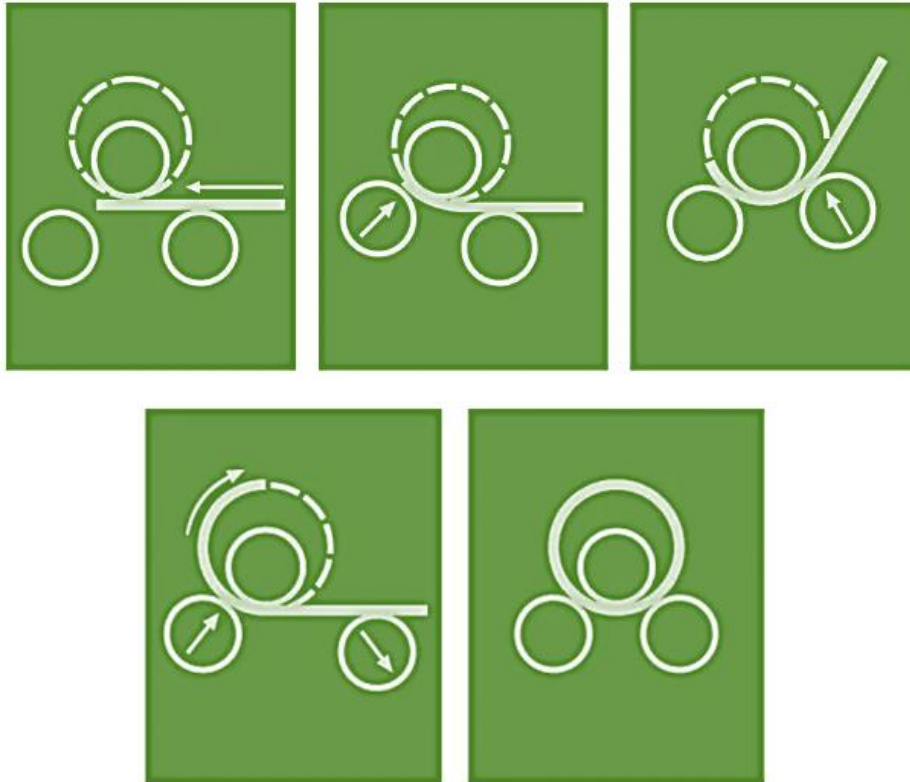


Рис. 2.11 Схема і послідовність вальцювання циліндричної заготовки

Після вальцювання циліндричної заготовки у даному станку здійснюють вирівнювання кромки, при необхідності, та за допомогою напівавтоматичного зварювання проводять складання стика кромки з встановленням відповідного зазору.

030. Зварювальні операції. Складений на попередній операції технологічного процесу циліндр поступає на операцію автоматичного однобічного зварювання повздовжнього стика (поз. 12, 13). Зварювання виконують за допомогою автомата А-1416. Процес проводять із застосуванням флюсової подушки. По завершенню зварювальних робіт проводять зачищення зварного шва із зовнішньої та внутрішньої сторони циліндра від залишків флюсу та шлакової кірки.

040. Опоряджувальні операції. На цій стадії проводять торцювання заготовки барабана (поз. 15) відповідно до розмірів які задані на кресленні. Після цього

проводять контрольні операції та відправляють заготовку барабана на складування (поз. 16-18).

050. Операція приварювання різцетримачів до барабана фрези. Дану операцію проводять на спеціальному стенді із застосуванням шаблону. Зварювання здійснюють напівавтоматом типу КП-015. Загальний вигляд готового барабана приведено на рисунку 2.12.

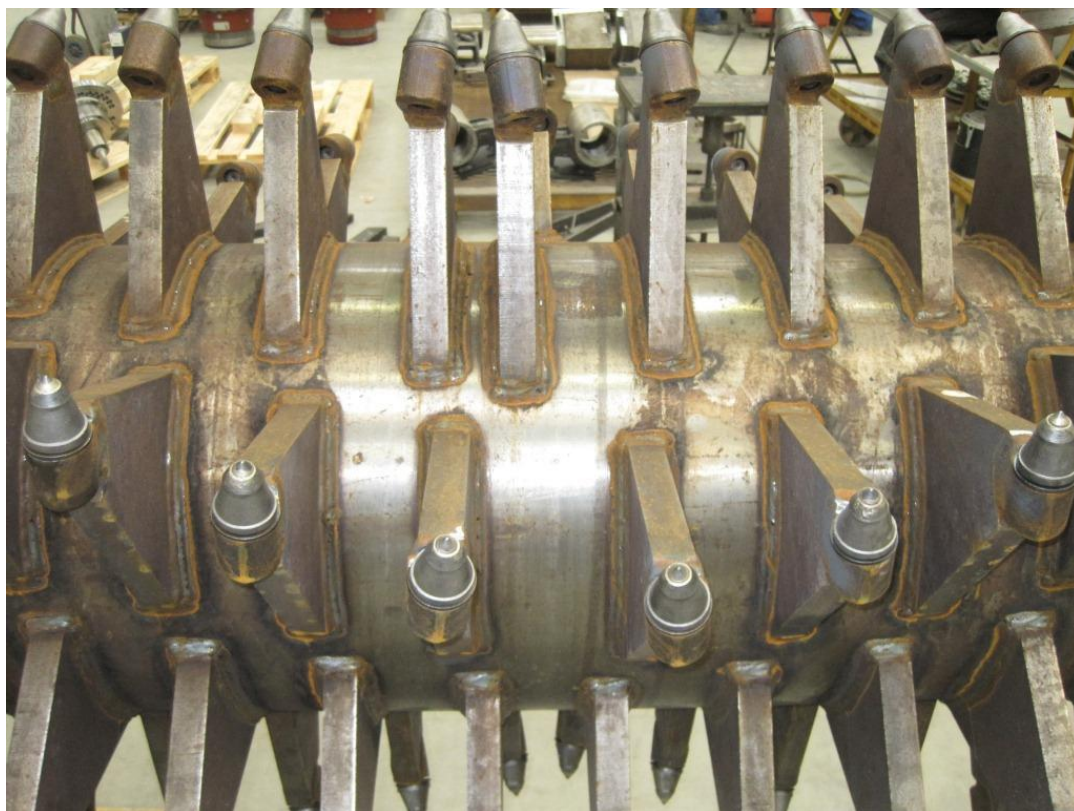


Рис. 2.12 Загальний вигляд звареного барабана фрези

Контроль якості проводять на всіх стадіях і операціях технологічного процесу візуально та із використанням спеціальних вимірювальних пристроїв та шаблонів. Після завершення зварювання проводять ультразвукову дефектоскопію зварного з'єднання. Для цього застосовують портативну апаратуру. Схема проведення ультразвукового контролю приведена на рис. 2.13. Його реалізують за допомогою дефектоскопа NOVOTEST УД-3701 (рис. 2.14) [12].

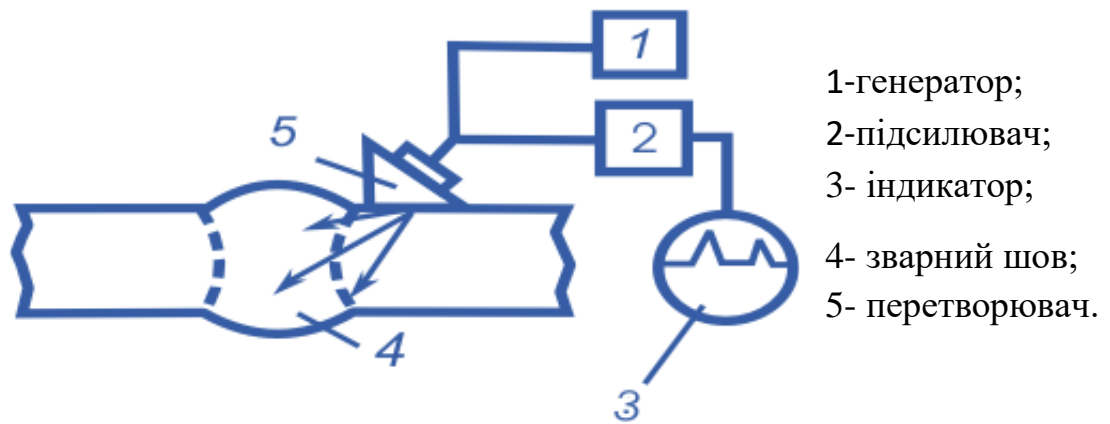


Рис. 2.13 – Схема ультразвукового ехо-імпульсного методу [12]

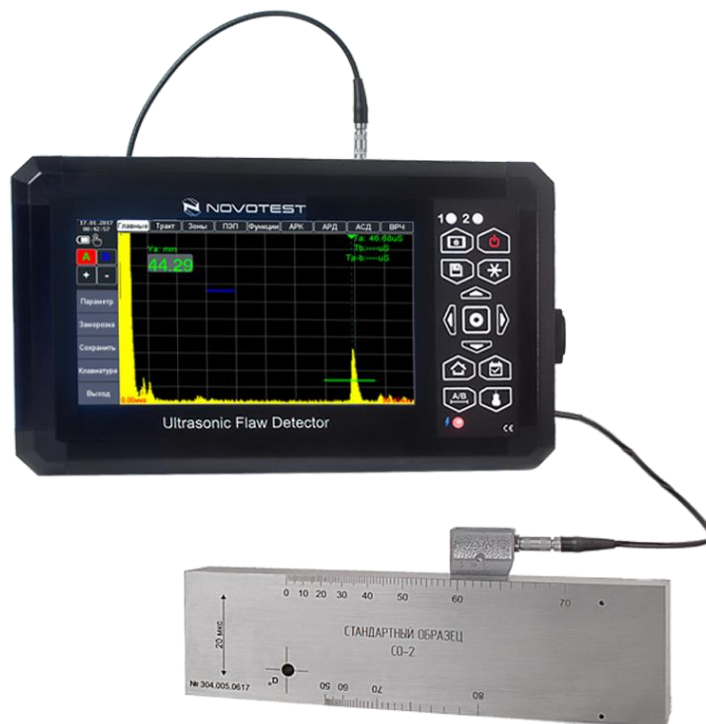


Рис. 2.14 – Дефектоскоп NOVOTEST УД-3701 [13]

3 ДОСЛІДНИЦЬКА ЧАСТИНА

Робочі органи дорожньо-будівельних машин і, зокрема фреза ресайклера та ґрутовирівнювача, працюють у складних умовах інтенсивного абразивного зношування. Таке середовище призводить до значного зносу елементів фрези та зменшення ресурсу їх роботи, що в подальшому призводить до втрати працездатності.

Як відомо найбільшому зносу піддаються різці барабана фрези. Однак дані елементи є так званим розхідним матеріалом, який при певному ресурсі роботи підлягає заміні. В багатьох роботах розглядається питання зношування і відновлювання різців ґрутовирівнювача різними методами та зносостійкими матеріалами. Однак мало приділяється уваги зношуванню основи фрези, а саме барабану та окремим частинам корпусу. На рисунку 3.1 приведено зони фрези ресайклера та ґрутовирівнювача, які піддаються інтенсивному абразивному зношуванню.

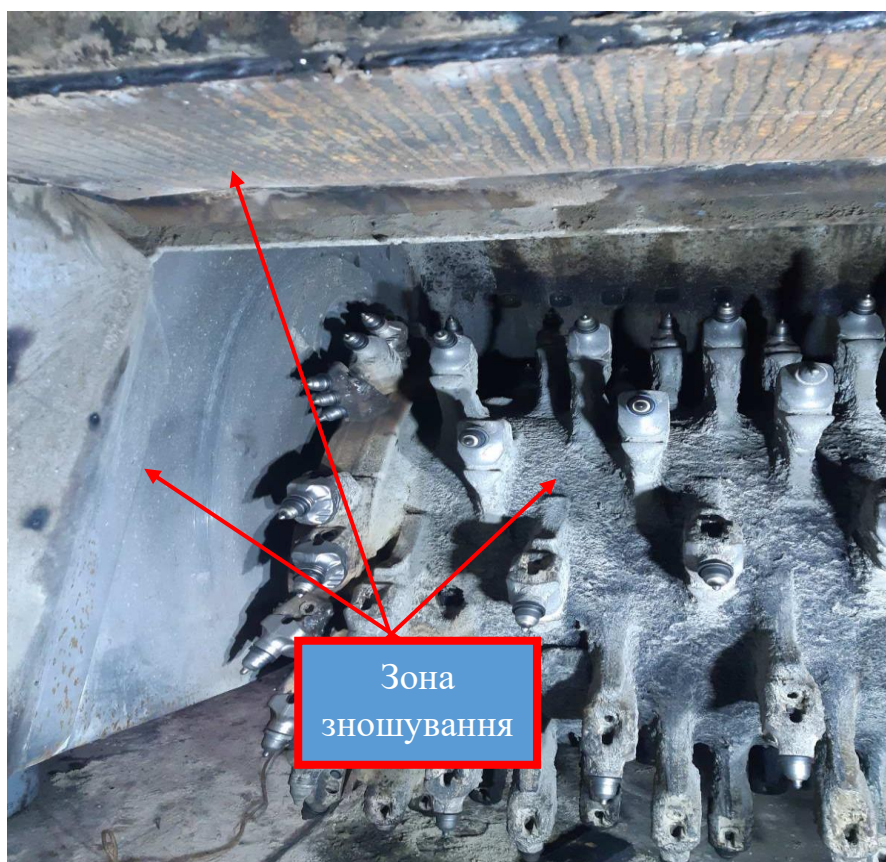


Рис. 3.1 Зони зношування фрези ресайклера та ґрутовирівнювача

Середовище в якому проходить зношування фрези складається з гранітних абразивних та піщаних частинок різної фракції. Гранулометричний аналіз показує, що мікротвердість абразивних матеріалів в умовах зношування становить від 13,5 ГПа до 16,8 ГПа. Фракції: менше 5-40 мм, становлять приблизно 36,6 ... 70,8% ґрунт. Крім цього, важливе значення, також відіграє форма абразивних частинок так як при своїй високій твердості та міцності вони здатні деформувати, різати та зношувати контактні поверхні деталей робочих органів фрези.

На рисунку 3.2 представлена поверхня, яка піддається інтенсивному зношуванню.

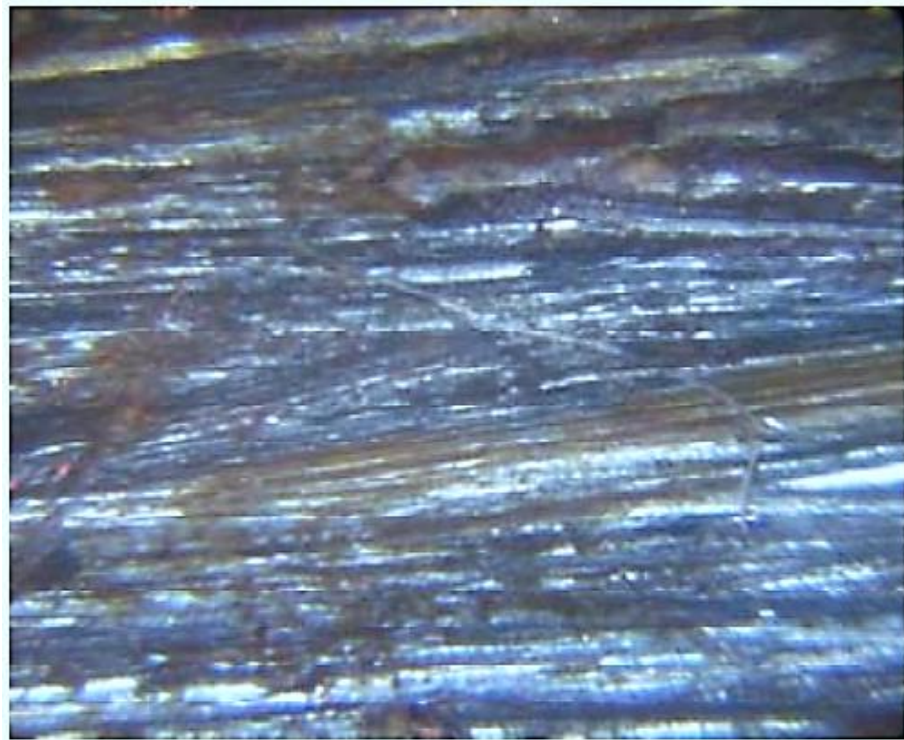


Рис. 3.2 Макрознімок поверхні зношування фрези ($\times 30$)

При проведенні аналізу поверхонь тертя було встановлено, що переважним видом руйнування робочих органів є абразивне зношування. Наявність на зношуваній поверхні ділянок зі слідами мікроподряпин і слідів корозійного впливу свідчить про комплексну контактну взаємодію, а саме: одноциклове руйнування, відділення мікрооб'ємів металу та наявністю корозійного впливу.

Із врахуванням вимог до матеріалів фрези, твердість робочих поверхонь повинна становити не менше 30 HRC, а твердість різця становить 56-60 HRC. Запропонована твердість поверхонь фрези які піддаються зношуванню є не достатньою. Виходячи це, необхідно запропонувати та розробити технологію зміцнення робочих поверхонь частин фрези, які піддаються інтенсивному абразивному зношуванню, з метою підвищення їх експлуатаційних характеристик та терміну їх експлуатації.

При виборі способу зміцнення елементів фрези , найбільш ефективними є методи наплавлення. З літературного огляду [14-19] найбільш ефективним і одним із можливим є метод локального зміцнення дуговим наплавленням.

З метою вибору оптимального способу локального зміцнення методом дугового наплавлення, було проведено дослідження із застосуванням ручного дугового наплавлення покритим електродом T590 та електродугового напіваавтоматичного наплавлення порошковим дротом ПП-ЗСМ-022 діаметром 2,4 мм. В таблиці 3.1 приведено хімічний склад наплавлювальних марок електродів, а в таблиці 3.2 типи наплавлювального металу та їх твердість.

Таблиця 3.1 – Хімічний склад наплавлювальних марок електродів, % [7]

Матеріал	C	Si	Cu	Mn	Ni	P	Cr	S	Mo	Al
T590	2,33	1,35	0,16	1,08	0,2	0,03	11,1	0,01	0,01	0,009
ПП-ЗСМ-022	0,54	0,26	0,19	1,15	0,07	0,03	2,78	0,02	2,40	0,01

Таблиця 3.2 - Тип наплавленого металу і його твердість

Марка наплавлювального матеріалу	Тип наплавлювального металу	Твердість HRC
T-590	330X25Г2С2Р	55-58
ПП-ЗСМ-022	70X4М3Г2ФТР	55-62

Для проведення експериментальних досліджень було проведено наплавлення пластини із сталі 35ХГСА вище згаданими зносостійкими матеріалами. Режими наплавлення були стандартними, які рекомендовані для даних наплавлювальних матеріалів.

Структуру та властивості наплавлювальних матеріалів досліджували на зразках за стандартними схемами. Структурні дослідження проводили на металографічному мікроскопі МЕТАМ РВ 21 із мультимедійною насадкою. Мікротвердість вимірювали на приладі Лесо LM 700 при навантаженні на індентор 980,7 мН з часом витримки 15 с.

Стійкість наплавленого металу до абразивного зношування визначали в лабораторних умовах ваговим методом на машині НК (рис. 3.3) та електронній лабораторній вазі ТВЕ-6-0,1 (рис. 3.4). Випробування проводили в кварцовому піску з розміром частинок 0,2 - 0,4 мм (рис. 3.5). Шлях випробування складав 500 метрів із зусиллям навантаження на - 0,500 МПа. В якості еталону застосовували відпалену Сталь 45[20].



Рис. 3.3 Установка для дослідження зносостійкості



Рис. 3.4 Лабораторні ваги ТВЕ-6-0,1

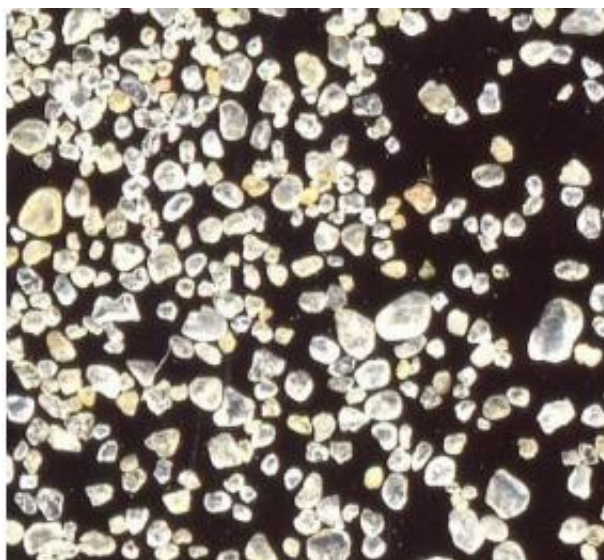


Рис. 3.5 Зерна кварцового піску в якому проводили досліджування

Структура наплавленого металу, отриманого електродом Т-590, представлена різко вираженими межами кристалів, спостерігається впорядкована орієнтація зерен із заснуванням гартових структур (рис. 3.6).

Мікроструктура наплавленого шару порошкового дроту, отриманого за допомогою напівавтоматичного зварювання, представлена розплавленими частинками круглої форми (рис. 3.7), які складаються із сполук заліза, вуглецю, хрому, марганцю, молібдену та ванадію.

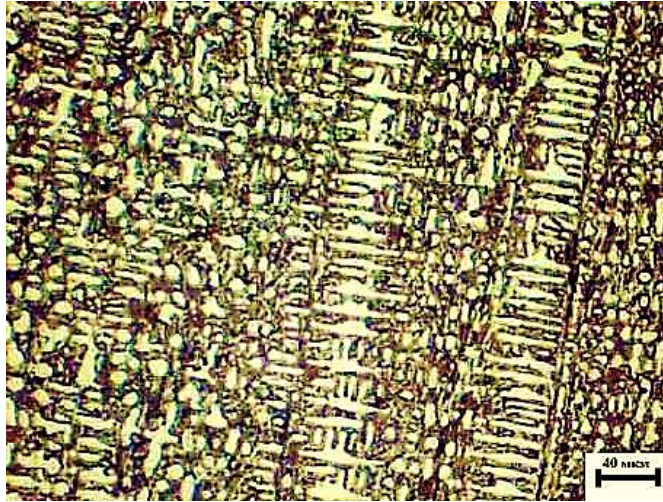


Рис. 3.6 Мікроструктура наплавленого металу електродом Т-590 (x500)

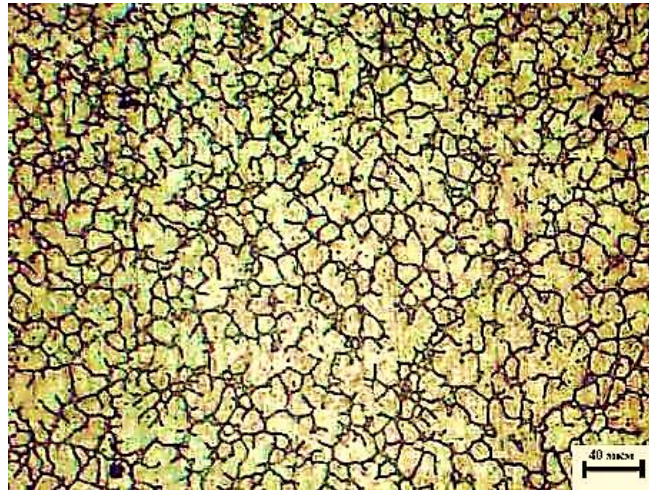


Рис. 3.7 Мікроструктура наплавленого металу порошковим дротом ПП-ЗСМ-022 (x500)

Вимірювання мікротвердості наплавлених шарів металу електродом Т590 та порошковим дротом ПП-ЗСМ-022, показали, що мікротвердість матриці структури наплавлених шарів складають від 3500 до 3700 МПа для Т-590 та 2700 - 2750 МПа сплаву ПП-ЗСМ-022. Мікротвердість темних фазах структури наплавлених шарів: для Т-590 – 4700 -5200 МПа і 3500 - 4500 МПа для ПП-ЗСМ-022. У зоні термічного впливу мікротвердість змінюється від 1500 до 2900 МПа. Також можна побачити, що мікроструктура наплавленого металу самозахисним порошковим дротом, має рівномірну середньо-дисперсну структуру з мікротвердістю 4500 МПа. У наплавленому шарі металу для двох варіантів поверхневі тріщини були відсутні.

Тож були проведені дослідження вимірювання твердості наплавленого шару металу для двох наплавлювальних сплавів. Наплавлення було проведено в двох варіантах: в першому валики накладались один біля одного, а в другому поза межами зони термічного впливу накладання наступного валика. Результати вимірювань приведені на рис. 3.8. та 3.9. Заміри проводили по центру наплавленого валика. При виконанні методу локального зміцнення методом дугового наплавлення за першим варіантом, тобто накладання валиків один біля одного, відбувається зниження твердості наплавленого металу. Це пояснюється тим, що при накладанні наступного валика, попередній самовідпускається. А при напавленні за другим варіантом, а саме при накладанні валиків із відступом один відносно іншого, на величину зони термічного впливу, такого ефекту самовідпуску не спостерігається. Напавлений метал за другим варіантом має значно вищі показники твердості. Тому, враховуючи це, рекомендується здійснювати накладання наплавлювальних валиків на відстані не ближче зони термічного впливу накладання наступного валика. В середньому вона становить 20-30 мм.

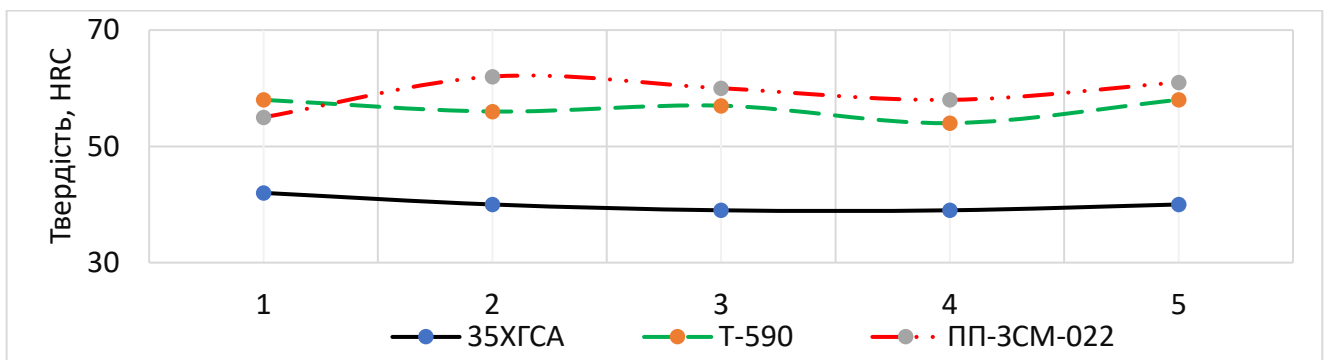


Рис. 3.8 Твердість основного металу і наплавленого шару за другим варіантом

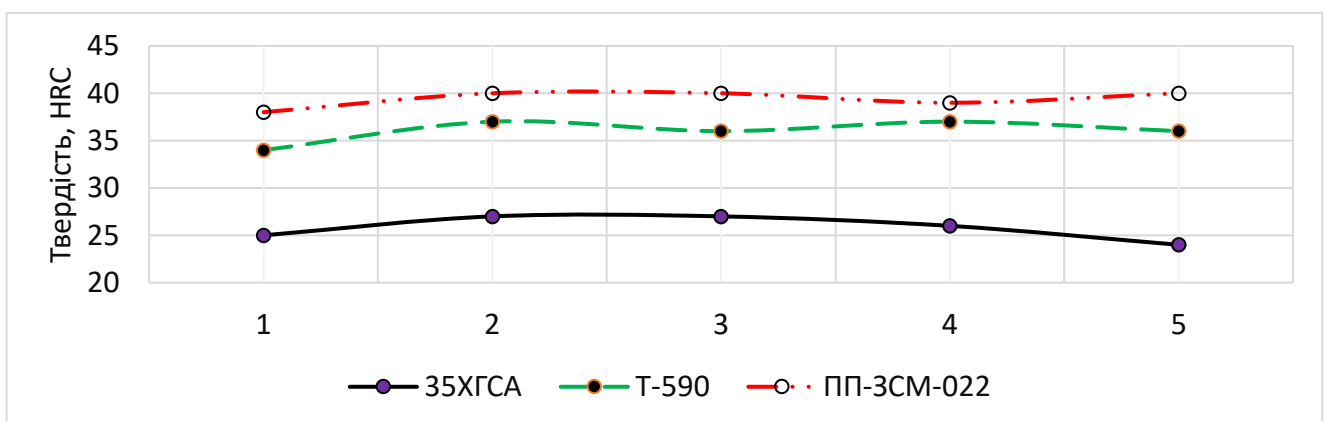


Рис. 3.9 Твердість основного металу та наплавленого шару за першим варіантом

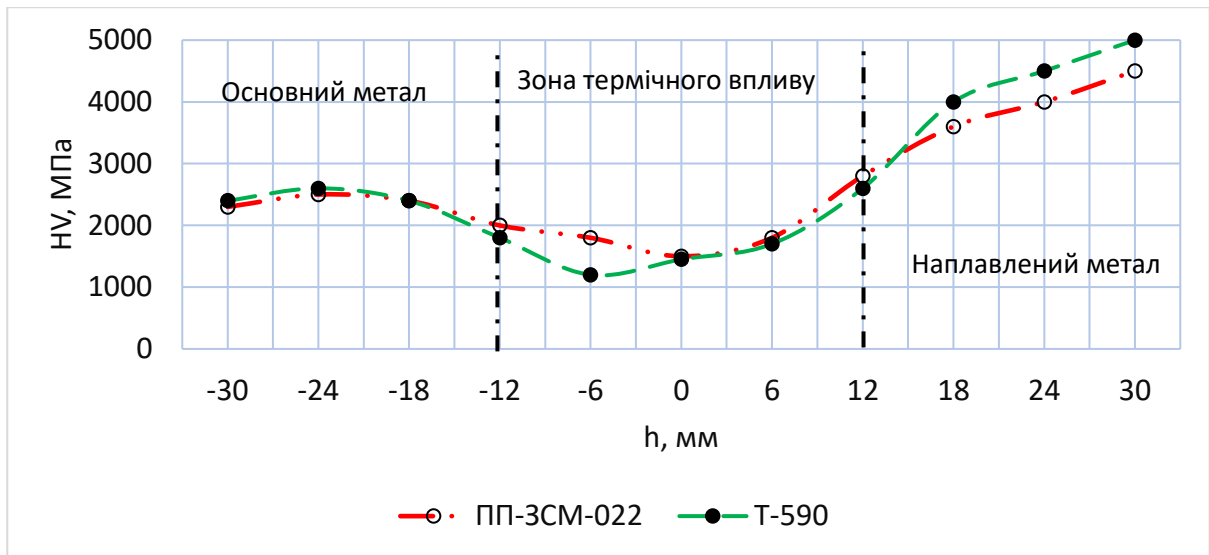


Рис. 3.10 Зміна мікротвердості по товщині наплавленого зразка

Дослідження зносостійкості ваговим методом представлені на рисунку 3.10. За отриманими результатами відносної зносостійкості можна побачити, що наплавлений метал порошковим дротом ПП-ЗСМ-022 має більшу зносостійкість у порівнянні із наплавленим металом електродом Т-590, лише на 6%. Даний результат є незначним.

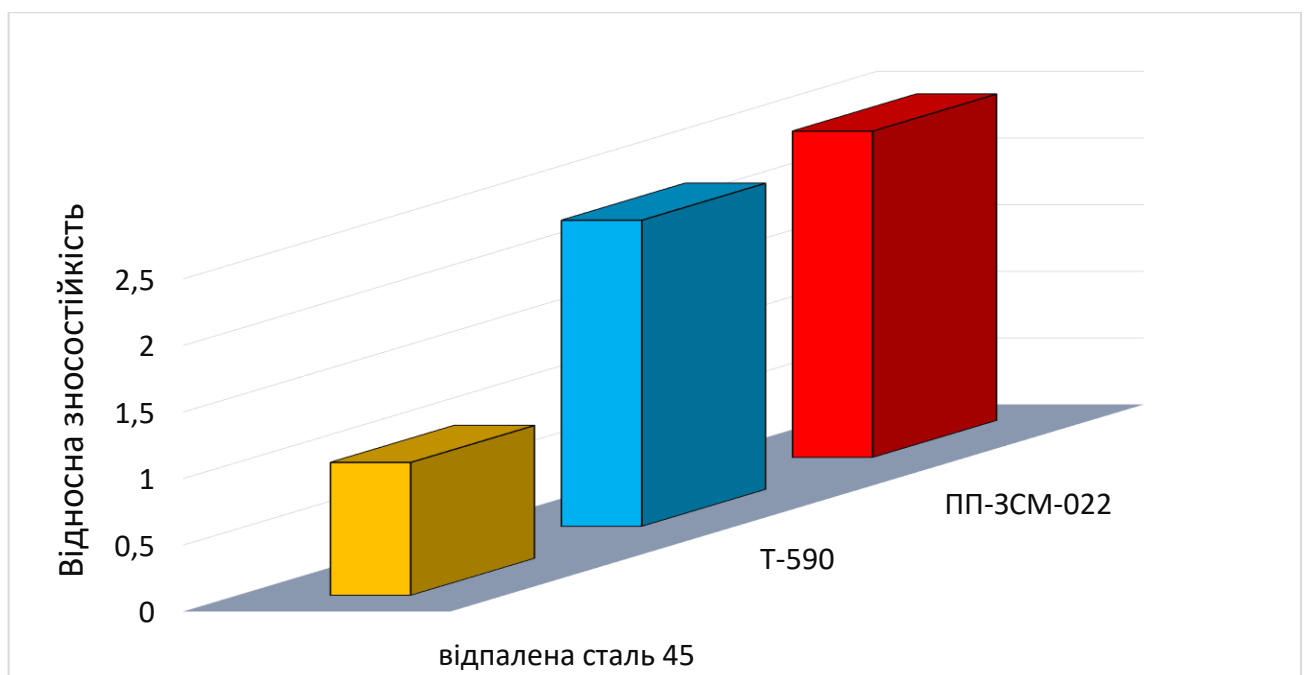


Рис. 3.11 Відносна зносостійкість наплавленого металу

Враховуючи особливості розглянутих способів наплавлення та продуктивності процесу, більш ефективним при напавленні елементів фрези ресайклера та ґрутовирівнювача буде застосування напівавтоматичного способу із наплавлювальним порошковим дротом типу ПП-ЗСМ-022.

Результати наплавлення елементів фрези, які найбільше піддаються абразивному зношенню представлено на рис. 3.12.



а)



б)

Рис. 3.12 Результати наплавлення частин фрези: а – електродом Т-590; б – порошкоподібним дротом ПП-ЗСМ-022

4 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

4.1 Розрахунок елементів стану для складання повздожнього стика

Розрахунок сил необхідних для усунення недовальцювання обичайки циліндра [21]. Після з вальцювання обичайки можливі наступні неточності її формування (рис. 4.1):

- недовальцювання на кут φ_1 ;
- зсув крайок на величину Δ_2 ;
- зсуву торців на величину Δ_3 .

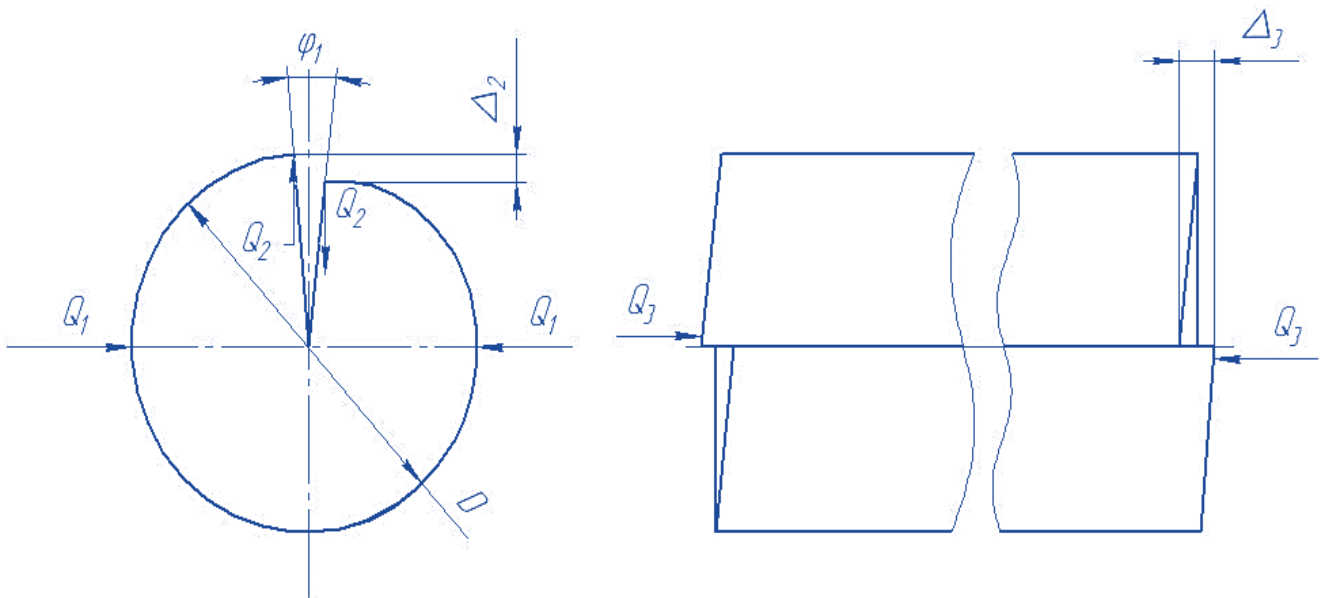


Рис. 4.1 - Дефекти вальцювання обичайки

В умовах масового налагодженого вальцювання обичайки технічні умови допускаються наступні значення дефектів: $\varphi_1 \leq 3^\circ$, $\Delta_2 \leq 4$ мм, $\Delta_3 \leq 3$ мм.

Зусилля, необхідне для стягування торців недовальцованої обичайки:

$$Q_1 = \frac{\varphi_1 E B \delta^3}{1080 D^2}, \quad (4.1)$$

де E – модуль пружності сталі, Н/мм², приймаємо $E = 2 \cdot 10^5$ Н/мм²;

δ – товщина стінки, $\delta = 10$ мм;

B – довжина обичайки, $B = 2500$ мм;

D – діаметр обичайки, $D = 1000$ мм.

$$Q_1 = \frac{3 \cdot 2 \cdot 10^5 \cdot 2500 \cdot 10^3}{1080 \cdot 1000^2} = 1400 \text{ Н.}$$

Зусилля, необхідне для сполучення крайок:

$$Q_2 = \frac{\Delta_2 E B \delta^3}{1,5 \pi D^3}; \quad (4.2)$$

$$Q_2 = \frac{4 \cdot 2 \cdot 10^5 \cdot 10^3}{1,5 \cdot 3,14 \cdot 1000^3} = 328 \text{ Н.}$$

Зусилля, необхідне для сполучення торців обичайки:

$$Q_3 = \frac{0,35 \Delta_3 G B^3 \delta^3}{D^3 (B^2 + \delta^2)}, \quad (4.3)$$

де G – модуль зрушення; $G = 8 \cdot 10^4$ Н/мм².

$$Q_3 = \frac{0,35 \cdot 2 \cdot 8 \cdot 10^4 \cdot 2500^3 \cdot 10^3}{1000^3 (2500^2 + 10^2)} = 496 \text{ Н.}$$

Розрахунок пневмоциліндрів необхідних для вирівнювання крайок у вертикальному положенні. Розрахункова схема притискача приведена на рисунку 4.2.

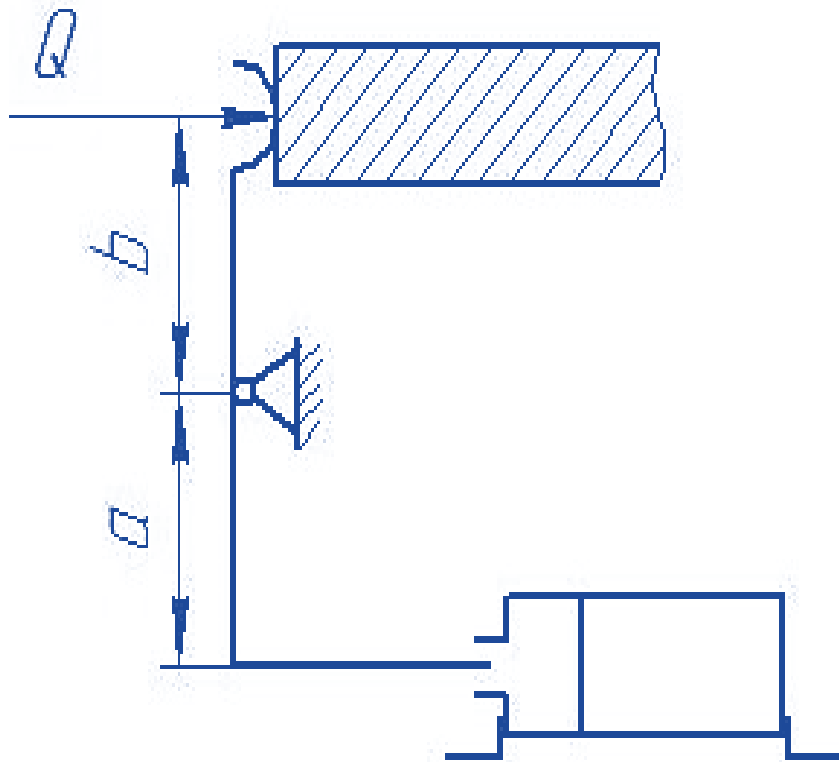


Рис. 4.2 – Розрахункова схема фіксації крайок

Визначимо зусилля на штоку:

$$Q = Q_{\text{тр}} \cdot K; \quad (4.3)$$

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 = 1,5 \cdot 1 \cdot 1 = 1,5,$$

де K_0 – гарантований коефіцієнт запасу;

K_1 – коефіцієнт, що враховує стан поверхні;

K_2 – коефіцієнт, що враховує сталість зусилля затискача.

$$Q_{\text{тр}} = m \cdot g \cdot f = 314 \cdot 9,81 \cdot 0,2 = 628 \text{ Н}; \quad (4.4)$$

$$Q = 628 \cdot 1,5 = 942 \text{ Н}.$$

Визначаємо зусилля привода P на штоку пневмоциліндра.

$$P = \frac{Q}{\frac{1}{b}(a - \frac{a+b}{b} \cdot f \cdot r)}, \quad (4.4)$$

де a, b – плечі важеля: $a = b = 137$ мм;

$f = 0,1$ – коефіцієнт тертя в осях шарнірів;

$r = 10$ мм – радіус осі шарніра.

$$P = \frac{942}{\frac{1}{13,7} (13,7 - \frac{13,7 + 13,7}{13,7} \cdot 0,1 \cdot 1)} = 942 \text{ Н.}$$

Визначаємо діаметр циліндра:

$$D = \sqrt{\frac{4Q}{\pi \rho \eta}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 961}{3,14 \cdot 0,63 \cdot 0,8}} = 49 \text{ мм}, \quad (4.5)$$

де $\rho = 0,63$ Мпа – тиск стисненого повітря в пневматичній системі.

З конструктивних міркувань приймаємо $D = 50$ мм.

Зі стандартного ряду вибираємо пневмоциліндр 2111 – 50x200.

Для фіксації зазору між крайками (2 циліндра), для упору (1циліндр).

Визначимо зусилля на штоку

$$Q_{\text{тр}} = m \cdot g \cdot f = 314 \cdot 9,81 \cdot 1,5 = 4710 \text{ Н;}$$

Визначаємо діаметр циліндра:

$$D = \sqrt{\frac{4Q}{\pi \rho \eta}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 4710}{3,14 \cdot 0,63 \cdot 0,95}} = 100 \text{ мм.}$$

З конструктивних міркувань приймаємо $D = 100$ мм.

Зі стандартного ряду вибираємо пневмоциліндр 2311 – 100x300.

Для усунення недовальцювання крайки підтискаються пневмоциліндрами з бічних сторін.

Визначимо зусилля на штоку:

$$Q_{тр} = m \cdot g \cdot f = 314 \cdot 9,81 \cdot 1,5 = 4710 \text{ Н};$$

Тоді,

$$D = \sqrt{\frac{4Q}{\pi r \eta}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 4710}{3,14 \cdot 0,63 \cdot 0,95}} = 100 \text{ мм.}$$

З конструктивних міркувань приймаємо $D = 100$ мм.

Зі стандартного ряду вибираємо пневмоциліндр 2111 – 100x300.

Приймаємо 4 таких пневмоциліндра, установлених на стійках.

Для ущільнення поршнів і штоків пневмоциліндрів найчастіше застосовуються манжети вугликові, а також кільця круглого перетину. Всі манжети виготовляються з малостійкої гуми.

4.2 Опис роботи запропонованих зварювальних пристосувань

Так, як в роботі розглядається виготовлення барабана фрези ресайклера та ґрунтовирівнювача, то зварювальні пристосування вибиралися і розроблялися для нього. Конструкцію пристосувань вибирали та розробляли з урахуванням запропонованого технологічного процесу.

У відповідності до технологічного процесу виготовлення барабана фрези після операції вальцювання проводять складання повздовжнього стика. З метою забезпечення точності складання було розроблено конструкцію складального стенду (рис. 4.3), який забезпечує співвісність кромки циліндричної заготовки в процесі складання. Він складається з наступних частин: привідних роликкоопор -

поз. 10, холостих роlikоопор - поз. 11, на які встановлюється заготовка циліндра. Стенд оснащений пневмоциліндрами поз.1, 2, 3, 4, підйомником - поз. 7, стійками - поз. 5, 6. Для витримки заданого зазору між кромками обичайки встановлюються спеціальні ножі - поз. 14.

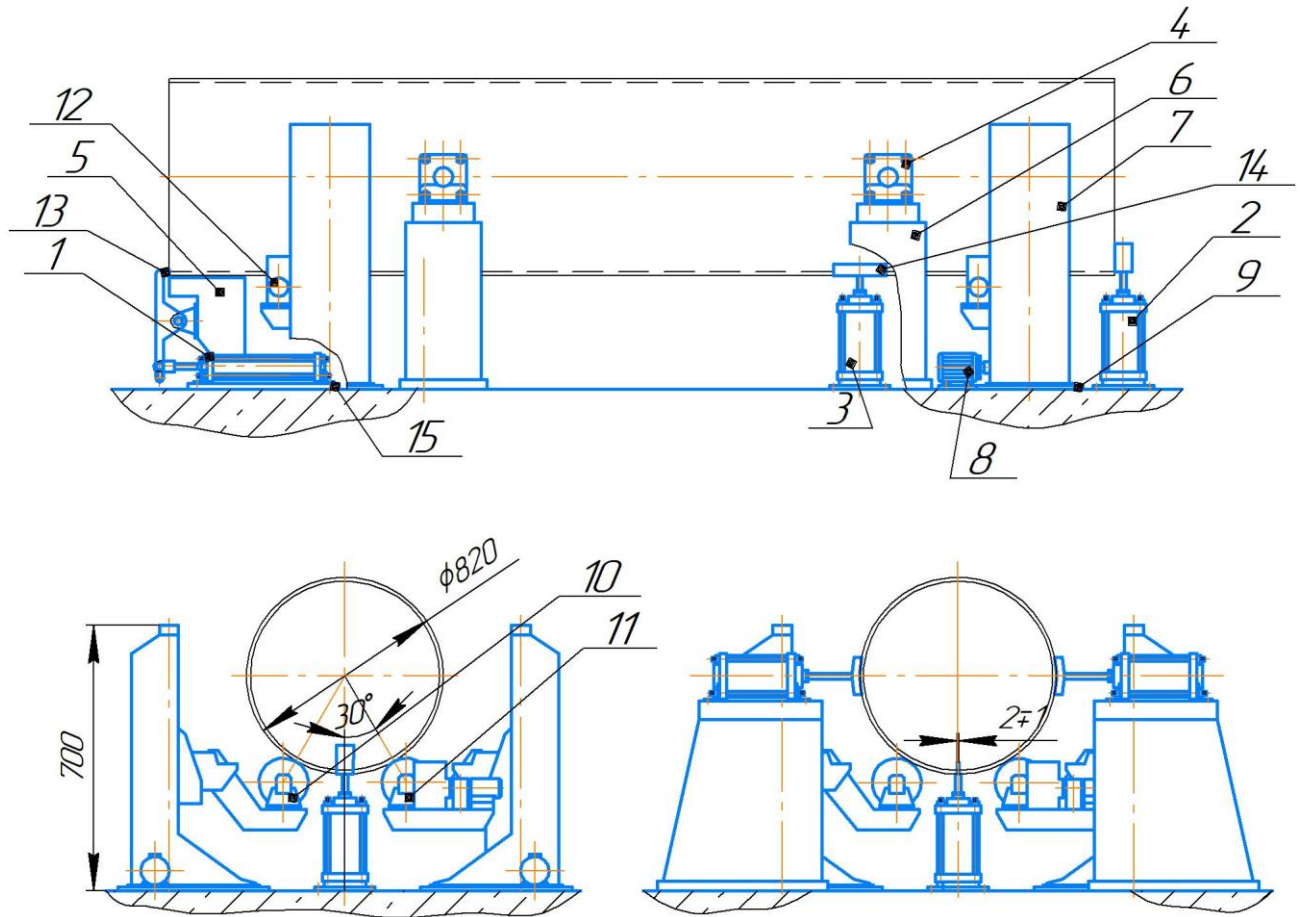


Рис. 4.3 Стенд для складання повздовжнього стику

Складена на прихопленнях циліндрична частина фрези поступає на установку зварювання повздовжнього стику. На цій установці здійснюють одностороннє автоматичне зварювання на флюсовій подушці (рис. 4.4). Дана установка застосовується для затискання і зварювання поздовжніх стиків обичайок діаметром 350... 1000 мм.

Установка укомплектована безклавішними затискними пристроями і складається з двох основних частин: стаціонарної частини з верхніми контрбалками і поворотної частини з підйомною балкою та механізмом затискання (рис. 4.5). Поворотна частина являє собою колону із горизонтальною

консоллю, всередині якої підвішується підйомна балка. Підйомна балка обладнується технологічною флюсовою підкладкою [4].

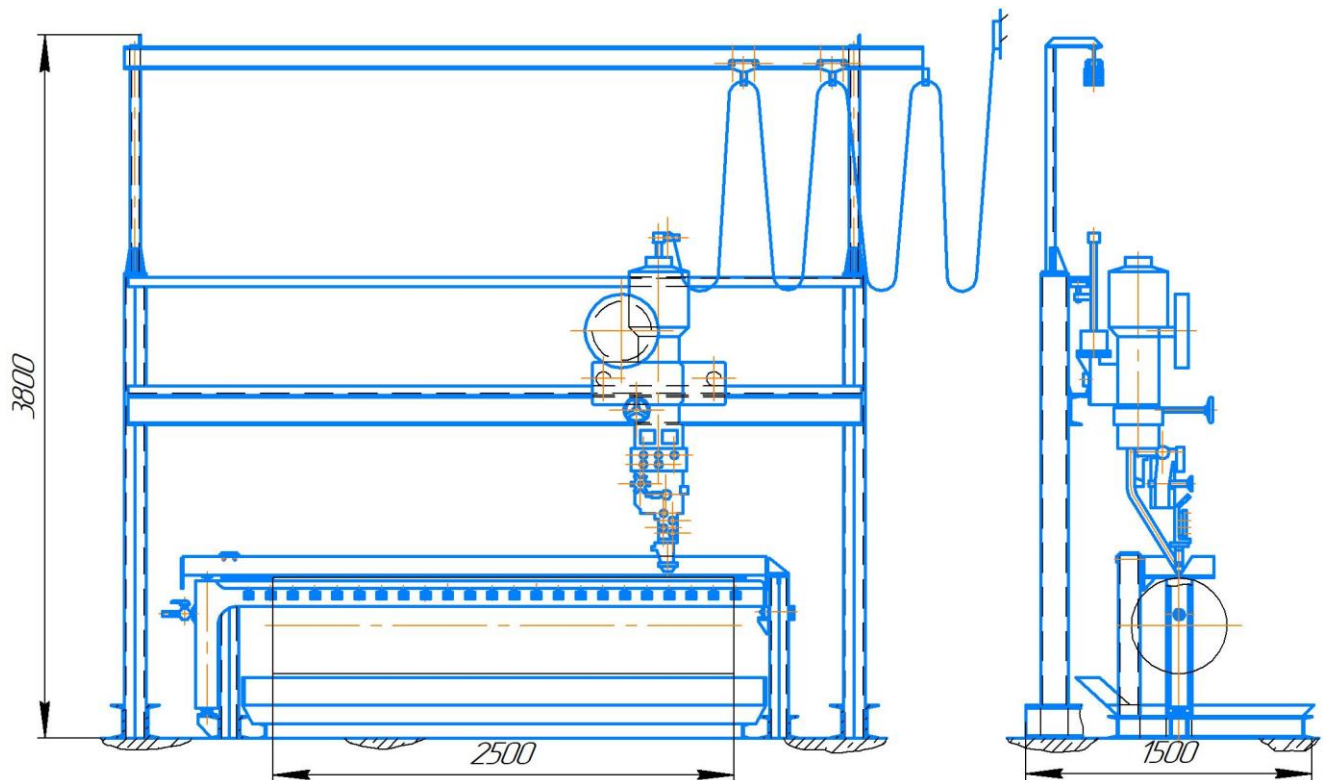
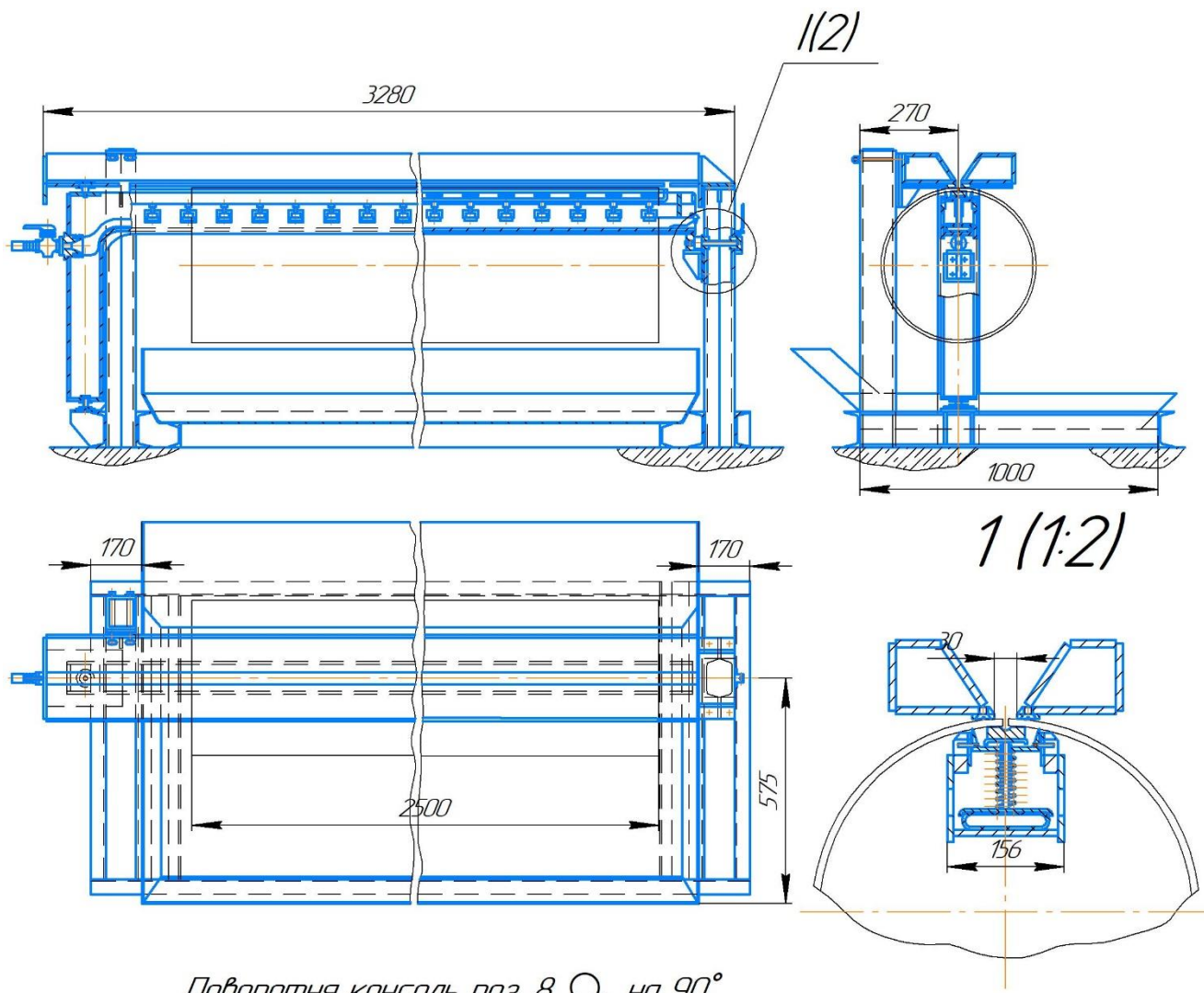


Рис. 4.4 Установа для автоматичного зварювання повздовжнього стика

Для закладання зварюваної обичайки консоль повертається навколо осі колони на кут $30...90^{\circ}$. Обичайка встановлюється на консоль і повисає на підйомно-поворотній балці, спираючись на флюсову підкладку. Потім зворотним поворотом балки консоль повертається в робочий стан і за допомогою рукоятки вільний кінець консолі підпирається поворотною опорою. Обертанням маховичка підйомного механізму балка разом із зварюваною обичайкою підводиться і щільно підтискається до верхніх контрбалок, після чого обичайка зварюється. Станина затискного пристрою формується контрбалками, пов'язаними колонами з фундаментною рамою.

Механізм підйому балки і затискання обичайки діє таким чином. Під час обертання маховичка гвинта, забезпеченого правою і лівою нарізками по кінцях, обидві гайки зближуються, повертаються важелі навколо нерухомих осей і, як наслідок, піднімається балка, підвішена на важелях.

Крім безклавішних пристроїв для виконання поздовжніх зварних швів, широко використовуються затискні пристрої клавішного типу, які забезпечують зусилля притискання 300...700Н на кожен 1 см довжини шва [4].



Поворотня консоль поз. 8 Q₂ на 90°

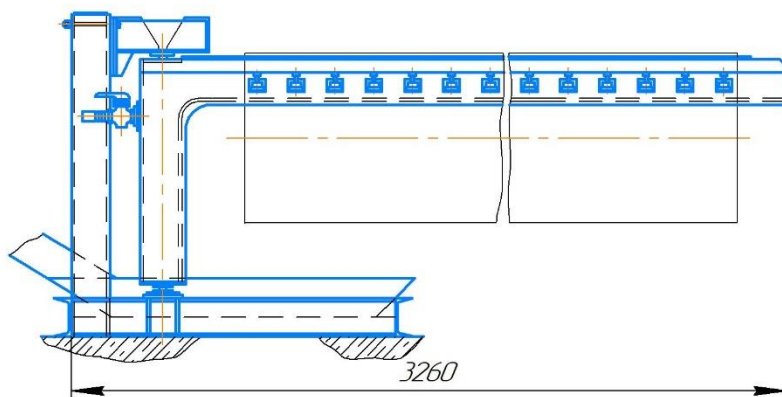


Рис. 4.5 Пристрій затискний з флюсовою подушкою

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

5.1 Оцінка спроектованого технологічного процесу згідно вимог техніки безпеки, електробезпеки та пожежної безпеки

До основних технічних засобів безпеки, спрямованих на боротьбу з виробничим травматизмом при зварюванні під флюсом відносять: механізацію та автоматизацію виробничих процесів; огорожувальні пристрої, сигналізацію, застосування запобіжних знаків і надписів; впровадження дистанційного керування; виявлення спеціальних пристроїв; використання індивідуальних засобів захисту [22].

Дані положення стосуються також і при виготовленні фрези.

До індивідуальних засобів захисту зварника відносять : спецодяг, спецвзуття, діелектричні килимки, дерев'яні решітки, рукавиці, щитки. Для роботи на стаціонарних постах зварник використовує фартух, який захищає від розбризкування.

Робоче місце зварника повинно утримуватись в чистоті , не допускаючи нічого зайвого, що заважає на робочому місці, а також в переходах. Деталі і заготовки повинні знаходитись в стійкому положенні на підкладках і стелажах. Висота штабелів не повинна перевищувати півтори ширини чи півтори діаметра основи штабелів і в усіх випадках не повинна бути більшою ніж 1м [23].

Зварювальні кабелі не можна розміщувати поблизу зварювальних шлангів і трубопроводів, а також поблизу кисневих балонів.

Електробезпека – система організаційних і технічних заходів і засобів, які забезпечують захист робочого персоналу від шкідливої і небезпечної дії електричного струму, електричної дуги, електромагнітного поля.

Основними причинами ураження електричним струмом при виготовленні обичайки балона є взаємодія електричного струму, який

проходить у зварювальному колі, дотикання до відкритих струмопровідних частин і проводів, ізоляція яких пошкоджена; дотикання до металевих частин обладнання, які випадково опинились під напругою.

Для запобігання ураження електричним струмом при появі напруги на конструктивних частинах електрообладнання, в тому числі при замиканні на корпус зварювальне обладнання, яке застосовується для виготовлення обичайки балона, заземляють.

Для швидкодіючого захисту, який забезпечує автоматичне вимкнення електроустановки при виникненні в ній небезпеки ураження струмом застосовують аварійне вимкнення. Основними частинами пристрою аварійного вимкнення є прилад аварійного вимкнення і автоматичний вимикач.

Причини пожеж при виготовленні зварної конструкції можуть бути різними: бризки розплавленого металу, від яких можуть загорітись легкозаймісті матеріали; замикання кабелів; недотримання правил пожежної безпеки. Тому в місця зварювання не допускають попадання легкозаймістих предметів, мастильних матеріалів.

На ділянці цеху, де виготовляють дану конструкцію, для швидкої ліквідації пожеж передбачені засоби гасіння вогню: вогнегасник, ящик з піском, лопата, відро.

Оцінюючи спроектований технологічний процес можна зробити висновок, що застосування зварювання під шаром флюсу призводить до відносно малого розбризкування, а в свою чергу веде до зниження ймовірності появи пожеж (внаслідок бризг розплавленого металу).

Виходячи з вищевказаного можна зробити висновок, що при виготовленні виробу спроектований технологічний процес задовільняє вимоги електробезпеки і пожежної безпеки. На підприємстві дотримуються правил техніки безпеки. В цеху є наявності засоби для швидкого гасіння вогню.

5.2 Вимоги пожежної безпеки при гасінні електроустановок.

Горючими речовинами і матеріалами в електроустановках являються в основному органічні речовини – папір, тканини, гума, пластмаси, мінеральні мастила тощо. Горіння їх, звичайно, супроводжується значним виділенням диму і газоподібних продуктів розкладу, часто має вигляд тління. Мінеральне мастило(трансформаторне) і кабельні мастики горять кіптявим полум'ям із значним виділенням оксиду вуглецю, що є отруйним газом.

Якщо установка, яка горить, не відключена і знаходиться під напругою, то її гасіння являє собою додаткову небезпеку ураження персоналу електричним струмом. Тому, як правило, приступати до гасіння пожежі електроустановки можна тільки після відключення від джерела струму. Коли це неможливо, а пожежа швидко розвивається, то допускається гасіння пожежі електроустановки яке знаходиться під напругою, але із дотриманням особливих заходів електробезпеки. Для гасіння пожежі електроустановки (маслонаповнених трансформаторів, електричних машин, кабельних ліній, прокладених в тунелях та інше) можна використовувати воду (розпилену або компактним струменем), повітряно – механічну піну, інертний газ, порошки та інші вогнегасні засоби (закривання предметів горіння сухим піском та інше).

У випадку необхідності гасіння пожежі не відключеного електроустановки для виключення можливості ураження електричним струмом необхідно дотримуватися наступних правил:

- керівником гасіння пожежі в електроустановці до прибуття першого пожежного підрозділу, викликаного по тривозі являється старший із числа працюючих на даному обладнанні, або відповідальний за електрогосподарство (головний енергетик, начальник електроцеху) . Після прибуття пожежного підрозділу старший команди приймає на себе керівництво гасіння пожежі;

- відключення проводів, на яких горить обладнання проводиться черговим електротехнічним персоналом без попереднього одержання дозволу вищестоящої особи, що здійснює оперативне керівництво по експлуатації електроустановки, але з наступним повідомленням його після закінчення операції відключення;
- гасіння пожеж компактними і розпиленими водяними струменями без зняття напруги з електроустановки допускається тільки у відкритих для огляду електроустановках, у тому числі кабелів при номінальній напрузі до 1 кВ. При цьому стовбур пожежного водогону повинен бути заземлений, а стовбурник повинен працювати в діелектричних ботах і рукавицях та знаходитися від осередку пожежі на відстані не менше 3.5 м при діаметрі струменя води 13 мм, при напрузі до 1 кВ включно і 4.5 м – при напрузі до 10кВ. При діаметрі струменя 19 мм ці відстані збільшуються відповідно до 4 і 8 метра;
- не дозволяється для гасіння електрообладнання, яке знаходиться під напругою застосовувати сильно забруднену воду. Гасіння пожеж в електроустановках, які знаходяться під напругою з всіма видами пін з допомогою ручних вогнегасників забороняється, оскільки піна і розчин піноутворювача у воді володіють підвищеною електропровідністю.

Щоб запобігти виникненню пожеж в цеху встановлено тепловий повідомлювач АТИМ -3 і димовий повідомлювач ДИ – 1.

Для швидкої ліквідації займань в цеху на щитку пожежної безпеки є 5 вогнегасників марки ОУ – 5, в яких вогнегасячий засіб (вуглекислота) не проводить електричний струм, а також декілька мішків з сухим піском.

5.3 Захист людей в надзвичайних ситуаціях техногенного характеру

Захист людей (населення) у надзвичайних ситуаціях мирного і воєнного часу – одне з головних завдань цивільної оборони.

Обсяг та характер захисних заходів визначається особливостями окремих районів та промислових об'єктів, ситуацій, яка може скластися в результаті аварії на атомній станції, хімічно небезпечному об'єкті, а також в разі застосування одержаної хімічної або бактеріологічної зброї та звичайних військових засобів ураження.

Планується та проводиться у комплексі три основні заходи захисту людей [24]:

- укриття людей в захисних спорудах;
- розселення у замиській зоні робітників та службовців підприємства;
- використання працюючих засобів індивідуального захисту та медичних засобів.

Крім цього організується та проводиться обов'язкове навчання працюючих заходам захисту. Передбачається оповіщення працівників про загрозу і виникнення надзвичайних ситуацій у мирний ситуацію.

Проводиться радіаційна, хімічна та біологічна розвідка, встановлюється режим захисту працюючих та службовців, дозиметричний і лабораторний контроль. Плануються профілактичні, протипожежні, протиепідемічні заходи, рятувальні і інші невідкладні роботи в осередках ураження, санітарна обробка, знезараження споруд і техніки, території.

Для проведення рятувальних і інших невідкладних робіт в осередках хімічного ураження використовується формування протирадіаційного і протихімічного захисту, команди знезараження, та формування охорони громадського порядку.

Особливий склад, який залучається до рятувальних і інших невідкладних робіт, повинен бути забезпечений засобами індивідуального захисту органів дихання та шкіри, індивідуальними протихімічними пакетами.

При визначенні хімічного забруднення командир групи розвідки визначає тип отруйних речовин і наказує встановити попереджувальні знаки на забрудненій території і доповідає командирі формування про ситуацію, яка

складається. Командир формування приймає рішення про проведення рятувальних і інших невідкладних робіт.

Рятувальні групи та ланки санітарних дружин на вказаній території оглядають виробничі приміщення, захисні споруди, визначають кількість уражених, на них одягають протигази знезаражують краплі отруйних речовин на шкірі та одягу, евакуюють в найближчій загін медичної допомоги. Потім в лікувальні заклади [24].

Після виконання поставленого завдання або після змін формування, групи рятувальників направляються на пункт санітарного оброблення, а потім на відпочинок.

ВИСНОВКИ

Розроблена ефективна технологія виготовлення та зміцнення робочих органів фрези ресайклера та ґрунтовирівнювача, яка забезпечує необхідні експлуатаційні її властивості, шляхом варіації факторів: режимів зварювання та наплавлення; марки матеріалу елементів фрези та електродних дротів для зварювання та наплавлення; товщини зміцненого шару.

Для реалізації технології розроблено спеціальне обладнання, що забезпечує механізацію складально-зварювальних операцій, а також обґрунтовано застосування зварювальних та наплавлювальних матеріалів (електроди Т-590 та порошковий дріт ПП-ЗСМ-22). Запропоновані рішення дають можливість підвищити якість наплавленого шару металу і зменшити підготовчо-заклучний час на виконання операцій технологічного процесу виготовлення фрези.

Правильність запропонованих інженерно-технологічних рішень підтверджена експериментальними дослідженнями, які при впровадженні у виробництво дозволять досягти значних економічних показників.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Вольтерс О.Ю. Машины і механізми міського господарства: навчальний посібник / О.Ю. Вольтерс, Л.Є. Пелевін, М.О. Пристайло. – К: КНУБА, 2017. – 268 с.
2. <https://www.wirtgen-group.com/>
3. <http://www.splav-kharkov.com/>
4. Кривов, Г.О. Виробництво зварних конструкцій: підручник для студентів вищих навчальних закладів / Кривов, Г.О., Зворикін, К.О. – К.:КВІЦ, 2012.-896 с.
5. Акулов, А.И. Технология и оборудование сварки плавлением: учеб./ А.И. Акулов, Г.А. Бельчук, В.П. Демянцевич. – М.: Машиностроение, 1977.– 432с.
6. Думов С.И. Технологияэлектрической сварки плавлением : учеб. / С.И. Думов. – Л.: Машиностроения, 1987. – 640 с.
7. Костін О.М. Зварювальні матеріали: навч. посібник / О.М. Костін – Миколаїв: НУК, 2004. –225 с.
8. .Биковський О.Г. Зварювання, різання й контроль якості під час виробництва металоконструкцій: підручник. – К.: Основа, 2021. – 400 с.
9. Быковский О. Г., Петренко В. Р., Пешков В. В. Справочник сварщика. М.: Машиностроение, 2011. — 336 с.
10. <https://kzeso.com/en/>
11. <https://svartech.com.ua/ua/>
12. Неразрушающий контроль качества сварных конструкций. В.А. Троцкий, В.П. Редько и др. Под ред. В.А. Троцкого. – К.: Техника, 1986. -519 с.
13. <http://intron-set.com.ua/product/>
14. Пулька Ч.В. Ресурсозберігаюча технологія індукційного наплавлення деталей сільськогосподарських машин [текст] //Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства ім. П.

Василенка/ Пулька Ч.В., Підгурський М.І., Базар М.С., Сенчишин В.С.; - 2010. -№96. –С.46-55.

15. Сенчишин В.С. Современные методы наплавки рабочих органов почвообрабатывающих и уборочных сельскохозяйственных машин (обзор) / Сенчишин В.С., Пулька Ч.В. // Автомат. сварка №9. - 2012. - С. 48-54.
16. Пулька Ч.В. Влияние вибраций детали в процессе наплавки на структуру и свойства металла / Ч.В. Пулька, О.М. Шаблій, В.С. Сенчишин та ін. // Автоматическая сварка. 2012. № 1. С. 27 - 29.
17. Пулька Ч.В. Пути совершенствования технологии индукционной наплавки тонких стальных дисков / Ч.В. Пулька, О.Н. Шаблій, В.С. Сенчишин та ін. // Автоматическая сварка. 2015. № 5-6 (742). С. 64 - 67.
18. Харламов Ю.О. Нанесення відновлюючих та зміцнюючих покриттів на робочі поверхні деталей. Навчальний посібник. / Харламов Ю.О., Ульяницький В.Н., Петров П.О. // ДДТУ. - Алчевськ 2011 – 414 с.
19. Рябцев И.А., Сенченков И.К. Теория и практика наплавочных работ — К.: «Екотехнолопя», 2013.-400 с.
20. Юзвенко Ю.А., Гавриш В.А., Марьенко В.А. Лабораторные установки для оценки износостойкости наплавленного металла // Теоретические и технологические основы наплавки. Свойства и испытания наплавленного металла. - Киев: ИЭС им. Е.О.Патона. - 1979. - С. 23-27.
21. Карпенко А.С. Технологічна оснастка у зварювальному виробництві: Навч. посібник / А.С. Карпенко. - К.: Арістей, 2005. - 268 с.
22. Жидецький В.Ц., Джиги рей В.С., Мельников О.В. Основи охорони праці. Підручник.- Видавництво 5-те, доповнене. – Л.: Афіша, 2000. -350 с.
23. Левченко О. Г. Охорона праці у зварювальному виробництві Навчальний посібник. / О.Г. Левченко – К.: Основа, 2010. – 240 с.
24. Стеблюк М.І. Цивільна оборона. Підручник. – К.: Знання, 2006 – 487с.

ДОДАТКИ