

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

Інститут архітектури та будівництва "ІФНТУНГ-ДонНАБА"

Бабій Любомир Ярославович

(підпис)

Група ЗТ-21-1

Розроблення технології відновлення валків

ВИПУСКНА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА

**за освітньо-професійною програмою підготовки бакалаврів
“Інжиніринг зварювальних технологій”
спеціальністю 131 “Прикладна механіка”**

Керівник: <u><i>д.т.н., проф.</i></u> <u><i>Шлапак Л.С.</i></u> _____ <i>підпис</i>	Завідувач кафедри будівництва: <u><i>к.т.н., доц.</i></u> <u><i>Андрусяк А.В.</i></u> _____ <i>підпис</i>
---	---

ІВАНО-ФРАНКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
НАФТИ І ГАЗУ

Інститут

архітектури та будівництва
"ІФНТУНГ-ДонНАБА"

Кафедра будівництва

ОПП

"Інжиніринг зварювальних
технологій"

Спеціальність

131 "Прикладна механіка"

ЗАТВЕРДЖУЮ
Зав. кафедри БУД
А.В. Андрусяк
(ініціали, прізвище)

(підпис)

" ____ " _____ 2025 р.

ЗАВДАННЯ

на випускні кваліфікаційну роботу бакалавра
студента Бабія Любомира Ярославовича.

1. Тема роботи Розроблення технології відновлення валків.

Затверджена наказом по університету № 283/7 від "07" 05. 2025 р.

2. Термін задачі закінченої роботи _____

3. Вихідні дані до роботи

Технічні умови на відновлення валка прокатного стану, креслення виробу, умови експлуатації валка прокатного стану, матеріал виробу сталь 30.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що їх належить розробити:

1 Загальний розділ. 1.1 Загальна характеристика зварної конструкції валка прокатного стану, та його елементів. 1.2 Характеристика технологічності зварної конструкції виробу. 1.3 Аналіз матеріалів зварної конструкції та визначення їх зварюваності. 1.4 Аналіз особливостей відновлювального наплавлення валків 2 Технологічний розділ. 2.1 Вибір способів зварювання і зварювального устаткування. 2.1.1 Техніко-економічне обґрунтування способів зварювання. 2.1.2 Вибір зварювальних матеріалів. 2.1.3 Визначення та розрахунок режимів зварювання. 2.1.4 Вибір основного та допоміжного зварювального устаткування. 2.2 Розробка технологічного процесу виготовлення зварної конструкції. 2.2.1 Заготівельні операції. 2.2.2 Розробка технології складання та зварювання. 2.2.3 Технічний контроль якості та виправлення браку. 3. Конструкторський розділ. 3.1 Компонування складальних та зварювальних установок. 3.3 Розробка плану цеху. 4. Безпека праці.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

1. Загальний вигляд валка прокатного стану. 2. Схема технологічного процесу. 3. Установка для складання валка. 4. Установка для складання та наплавлення. 5. Наплавлювальна установка. 6. Наплавлювальна установка. 8. План дільниці з наплавлення валків.

6. Дата видачі завдання _____

Керівник

Завдання прийняв до виконання

Шлапак Л.С.

Бабій Л.Я.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Пор. №	Найменування роботи	Термін виконання	Фактичне виконання
1.	Вибір теми, її затвердження		
2.	Ознайомлення з рекомендованою літературою		
3.	Загальний розділ		
4.	Технологічний розділ		
5.	Конструкторський розділ		
6.	Безпека праці		
7.	Виконання розрахунково-графічної частини, додатків та ілюстрацій до роботи		
8.	Ознайомлення керівника з чорновим варіантом роботи		
9.	Оформлення роботи		
10.	Представлення роботи на кафедрі		
11.	Направлення на рецензування		

Студент _____ Бабій Л.Я.

Керівник _____ Шлапак Л.С.

РЕФЕРАТ

Робота бакалавра складається із 10 слайдів презентації, пояснювальної записки із 62 аркушів, 17 рисунків, 7 таблиць та 18 посилань на використану літературу.

Об'єкт роботи - технологічний процес наплавлення валка прокатного стану.

Мета роботи - удосконалення технології наплавлення, вибір оптимального наплавлювального обладнання, наплавлювальних матеріалів при відновленні валка прокатного стану.

У роботі бакалавра розроблено технологічний процес наплавлення валка прокатного стану. На основі базового технологічного процесу наплавлення валків і особливостей конструкції виробу в роботі запропонований принципово новий технологічний процес наплавлення, основою якого є автоматичне наплавлення під шаром флюсу АН-60 із застосуванням зварювального автомату типу А-1416.

Ключові слова: НАПЛАВЛЕННЯ, НАПЛАВЛЮВАЛЬНИЙ ДРІТ, НАПЛАВЛЮВАЛЬНА УСТАНОВКА, ДЖЕРЕЛО ЖИВЛЕННЯ, ОБЕРТАЧ, КОРПУС.

ABSTRACT

The volume of the bachelor's thesis consists of 10 sheets of drawings, and 62 pages of an explanatory note.

The object of the study is the technological process of manufacturing of the roll of the rolling mill.

The purpose of the work is to improve the manufacturing technology, choose the optimal welding equipment, welding materials, when manufacturing the roll of the rolling mill.

In the work of the bachelor, the technological process of assembly and welding of the roll of the rolling mill was developed. On the basis of the basic technological process of manufacturing rolls and the features of the product design, the paper proposes a fundamentally new technological process of assembly and welding, the basis of which is automatic welding of narrow edges under a layer of AN-60 flux using an automatic welding machine of type A1416.

Keywords: BODY, WELDING, SAMPLING, REFRIGERATOR, WELDED CONNECTION, WELDING UNIT, POWER SUPPLY, MANIPULATOR, WELDING WIRE.

ЗМІСТ

Вступ.....	6
1 Загальний розділ.....	8
1.1 Загальна характеристика конструкції валка прокатного стану	8
1.2 Характеристика технологічності зварної конструкції виробу.....	11
1.3 Аналіз матеріалів зварної конструкції	11
1.4 Аналіз особливостей відновлювального наплавлення валків.....	13
1.5 Аналіз існуючого (базового) технологічного процесу.....	14
2 Технологічний розділ.....	16
2.1 Вибір способів наплавлення і наплавлювального устаткування.....	16
2.1.1 Техніко-економічне обґрунтування способів наплавлення.....	16
2.1.2 Вибір наплавлювальних матеріалів.....	23
2.1.3 Визначення та розрахунок режимів наплавлення.....	24
2.1.4 Вибір основного та допоміжного зварювального устаткування.....	26
2.2 Розробка технологічного процесу наплавлення конструкції прокатного валка.....	28
2.2.1 Заготівельні операції.....	28
2.2.2 Розробка технології складання та зварювання.....	32
2.2.3 Вибір заходів боротьби зі зварювальними напруженнями та деформаціями.....	39
2.2.4 Технічний контроль якості	42

					КРБ.ЗТ-95.00.00.000 ПЗ					
<i>Зм</i>	<i>Арк</i>	<i>№ докум</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	Розроблення технології відновлення валків		<i>Лім.</i>	<i>Арк</i>	<i>Аркушів</i>	
<i>Розроб.</i>	Бабій Л.Я.								4	62
<i>Перевір.</i>	Шлапак Л.С.									
<i>Реценз.</i>										
<i>Н. контр.</i>	Матвієнків О.						ІФНТУНГ ЗТ-21-1			
<i>Затверд.</i>	Андрусак А.В.									

3	Конструкторський розділ.....	43
3.1	Компонування складальних та наплавлювальних установок.....	43
3.2	Розробка плану цеху.....	46
4	Безпека праці.....	49
4.1	Аналіз основних шкідливих та небезпечних виробничих факторів.....	49
4.2	Техніка безпеки під час зварювальних робіт.....	50
4.2.1	Забезпечення санітарно-гігієнічних умов праці.....	51
4.2.2	Забезпечення електричної безпеки.....	53
4.2.3	Забезпечення пожежної безпеки.....	54
4.3	Безпека під час роботи з підйомними пристроями.....	56
	Висновки.....	58
	Список використаних джерел.....	59
	Додатки.....	62

ВСТУП

В роботі бакалавра розглядається технологія відновлення наплавленням валка прокатного стану, який використовується в металургії. На даний момент чорна металургія являється невід'ємною частиною промисловості України.

В даний час зростає актуальність до використання відновлених деталей під час ремонту металургійної, автомобільної, сільськогосподарської техніки та промислового обладнання. Головним завданням реновації є відновлення робочого ресурсу виробу та підвищення якості поверхні для подальшого використання. У матеріально-технічному виробництві, на даний момент, значну роль відіграє металургійне машинобудування, яке вирішує завдання щодо широкого впровадження комплексної механізації та автоматизації у всіх галузях господарювання. Це є основою підвищення ефективності виробництва та продуктивності виконання основних та допоміжних операцій у виробничих процесах. Технологічний процес будь-якого виробництва пов'язаний з переміщенням величезної кількості вантажів, від сировини до готової продукції. На 1 тонну готової продукції потрібно 10...100 тонн сировини, що транспортується та складається різними видами підйомно-транспортної техніки. [1]

На металургійних та машинобудівних заводах, підприємствах важкого машинобудування до основного ланцюга технологічного процесу включені, як основне обладнання, що забезпечує механізацію та автоматизацію технологічних операцій так і ремонтні роботи.

Під час експлуатації валків металургійного обладнання кожному підприємству доводиться самостійно вирішувати проблему запасних частин. Головним чином виконують відновлювальне наплавлення зношених поверхонь та виготовлення валків у ремонтній службі підприємства.

					КРБ.ЗТ-95.00.00.000 ПЗ	Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата		6

Наплавлення є одним з найбільш ефективних та економічно вигідних способів відновлення зношених деталей або надання особливих властивостей новим деталям. Нанесення на їх поверхні шарів металу, що пошкоджується спеціального легування, забезпечує високу стійкість до різних видів зношування. При наплавленні нерідко поєднують різномірні матеріали, які, як правило, задовільно або погано зварюються і мають знижену тріщиностійкість.

Для протидії утворенню тріщин застосовують наплавлення підшару з пластичних сталей, а також попередній та супутній підігрів, при цьому після наплавлення необхідно забезпечити уповільнене охолодження деталі. Зазначені заходи потребують додаткових матеріальних та енергетичних затрат, крім того, зростання цін на енергоносії знижує ефективність застосування наплавлення. [2]

					КРБ.3Т-95.00.00.000 ПЗ	Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата		7

1 ЗАГАЛЬНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Загальна характеристика конструкції валка прокатного стану, та його елементів

При експлуатаційному навантаженні валків відбуваються періодичні різкі стрибки амплітудних напружень в момент проходження нерівностей, які присутні на валках. Додаткові навантаження виникають також через наявність на поверхні контакту нерівностей. Під впливом високого нагріву верхніх шарів та швидкого їх охолодження при виході із зони контакту відбуваються структурні зміни металу валка. Виникнення нормальних та дотичних зусиль, температурних навантажень, структурних перетворень на ділянках поверхні катання валків має більшу частоту циклів. Це призводить до зношування, пластичних деформацій та появи термічних тріщин (рис. 1.1). Дефекти, що утворюються, і швидкість наростання зношування валків залежать від великої кількості факторів, до яких слід віднести умови експлуатації, хімічний склад та механічні властивості основного та наплавленого металів, розмір валка, якість формування наплавленої поверхні, пора року, кліматичні умови тощо. [3]

					КРБ.3Т-95.00.00.000 ПЗ	Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата		8



Рисунок 1.1 – Мережа термічних тріщин на поверхні валка прокатного стану

Скорочення терміну експлуатації валка відбувається через невідповідність твердості поверхні наплавленого валка. Цей факт необхідно враховувати під час проектування процесів відновлення валків. Нерівномірність застосування навантаження (при консольному навантаженні) і зношування валків призводить до значної різниці в діаметрах валків. Це викликає перекося та підвищення інтенсивності зношування. Тому дуже бажано здійснювати одночасне відновлення всього комплекту валків. Істотно впливають на зношування валків величина монтажного перекося валків один відносно одного.

Валок зазвичай експлуатується від кількох років до кількох місяців. Термін експлуатації валків залежить від твердості поверхні та точності встановлення валків. За високої твердості поверхні валків відбувається підвищення терміну експлуатації валка до його ремонту або заміни. Серед факторів, що визначають зношування, слід позначити, по-перше, хімічний склад; по-друге, характер зміцнюючої (насамперед, термічної) обробки; по-третє, структура та фізико-механічні властивості наплавленого шару. [2]

					КРБ.ЗТ-95.00.00.000 ПЗ	Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата		9

1.2 Характеристика технологічності зварної конструкції виробу

Під технологічністю відновлення прокатного валка будемо розуміти вибір такого конструктивного виконання заготовок, яке забезпечуватиме зручність та простоту виконання наплавлення за різних режимів, допускає застосування автоматизації та підвищення продуктивності. [1]

Технологічність забезпечується вибором матеріалу для наплавлення, матеріалу основи, яку відновлюють, форми і розміру елементів, що наплавляються, виду наплавлення, а також заходів щодо зменшення деформацій і напружень, які виникають при напавленні. [2]

Знизити трудомісткість наплавлення прокатного валка можна досягнути застосуванням автоматизованих способів наплавлення, зокрема, під шаром флюсу.

Знизити вартість робіт з відновлення валка можна, шляхом застосування наплавлювальних матеріалів українського виробництва, а також використанням засобів механізації та автоматизації.

Покращити матеріалоемність конструкції валка можна, шляхом обґрунтованого вибору наплавлювальних матеріалів з підвищеними зносостійкими властивостями. Таким чином, ми означили перспективи покращення технологічності наплавлення прокатного валка. [2]

1.3 Аналіз матеріалів зварної конструкції

Валок, що розглядається, виготовляється зі сталі 30. Ремонтне наплавлення виробів зі сталі 30 повинно проводитися з використанням попереднього підігріву.

					КРБ.3Т-95.00.00.000 ПЗ	Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата		11

Таблиця 1.1 - Хімічний склад у % сталі 30, ГОСТ 1050-84 [3]

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	N	Cu	As
0,27 – 0,35	0,17 – 0,37	0,5 – 0,8	до 0,3	до 0,04	до 0,035	до 0,25	до 0,008	до 0,3	до 0,08

Таблиця 1.2 - Механічні властивості сталі 30 при T = 20 °C [3]

Сортамент	$\sigma_{в}$, МПа	$\sigma_{т}$, МПа	δ , %	ψ , %
Прокат	490	295	21	50

Сталі, що застосовуються для виготовлення валків, повинні мати високу теплостійкість, в'язкість і розгаростійкість. Переохолоджений аустеніт цих сталей повинен бути стійким при 600...400 °C для того, щоб валки можна було експлуатувати в гарячому стані та під час охолодження.

Для відновлення наплавленням прокатних валків виготовлених зі сталі 30 можна застосовувати наплавлювальні дроти наступного хімічного складу (табл. 1.3).

Таблиця 1.3 - Хімічний склад наплавлювальних дротів для відновлення прокатних валків [4]

Матеріал дротів	Хімічний склад, %						
	C	Cr	Ni	Mo	V	Si	Mn
	0,21– 0,29	1,5– 1,8	0,40	0,90– 1,05	0,22– 0,32	0,25– 0,50	0,30– 0,60
40ХМФА	0,37– 0,44	0,9– 1,2	0,04	0,20– 0,30	0,10– 0,18	0,17– 0,37	0,50– 0,90
SG 5-250 Ø 1,6 мм	0,07	17,1	0,20	–	–	0,7– 0,8	0,50– 0,60
0,50–0,60	0,18	17,1	0,40	1,11	–	0,7– 0,8	

1.4 Аналіз особливостей відновлювального наплавлення валків

У ході виконання бакалаврської роботи було розглянуто науково-технічні роботи у галузі відновлювального наплавлення.

У першій роботі [5] проведено кількісну оцінку впливу різних факторів на ефективність відновлення профілю валка наплавленням, і зокрема, після відпалу зовнішньої поверхні, зміцненої в процесі експлуатації. Ефективність відновлення профілю валків підвищується шляхом використання відпалу поверхні контакту, багатоелектродного наплавлення та термообробки наплавленого та обточеного валка.

У другій роботі [6] показана актуальність зміцнювальних технологій стосовно поверхні валків. Здійснено аналіз традиційної ремонтної технології при відновленні шийок осей валків та сформульовано її недоліки. Проектна технологія ремонтного наплавлення передбачає використання лазерного наплавлення та лазерної термічної обробки. Наведено результати щодо дослідно-промислового впровадження рекомендованих технологічних рішень у ремонтній службі.

У третій роботі [7] досліджено вплив способів автоматичного дугового наплавлення на проплавлення основного металу, якість формування та геометричні розміри наплавлених валиків. В експериментах використали дев'ять партій порошкових дротів. Встановлено, що найбільший вплив на формування наплавлених валиків надає напруга дуги. При цьому діапазон значень напруги, при якому забезпечується хороше формування наплавлених валиків і відсутність пор, не збігається при напавленні різними способами дротом одного діаметра. Результати, отримані у цій роботі, можуть бути використані при виборі способу дугового наплавлення, режимів наплавлення, які найбільше задовольняють умов експлуатації і вимогам до наплавленого металу для конкретних деталей.

У четвертій [5] роботі показано ефективність наплавлення валків із застосуванням порошкового дроту.

					КРБ.ЗТ-95.00.00.000 ПЗ	Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата		13

У п'ятій роботі [2] досліджувався вплив зварювальних матеріалів та режимів термообробки на властивості наплавлених валків. Встановлено параметри попереднього підігріву виробів, що дозволяють запобігти утворенню загартованих структур у наплавленому шарі. Запропоновано технологію наплавлення, що забезпечує підвищення довговічності наплавленого валка.

У шостій роботі [4] розглядаються результати досліджень при впливі різних параметрів імпульсної подачі електродного дроту для операції електродугового наплавлення в CO₂ на умову формування валика наплавленого металу, зносостійкість та втрати електродного металу. Проведено порівняльний аналіз результатів, отриманих при постійній та імпульсній подачі електродного дроту. Встановлено, що при зміні швидкості подачі електродного дроту при постійному енергетичному впливі процесу наплавлення ефективно формується наплавлений валик, покращується зносостійкість і зменшується кількість втрат металу електрода. Цей результат досягається за рахунок зміни кінематичних умов перенесення електродного металу з торця електрода через дуговий проміжок у ванну рідкого металу.

Результати зазначеної роботи будуть використані при аналізі стану питання та при складанні проектної технології, якщо буде прийнято рішення використати наплавлення у захисних газах.

1.5 Аналіз існуючого (базового) технологічного процесу

При аналізі базового технологічного процесу відновлення валка прокатного стану було виявлено ряд недоліків:

- відновлення виконувалось механізованим наплавленням в захисних газах порошковими дротами;
- застосовувались ручні затискні пристосування.

З метою підвищення ефективності відновлення валків за рахунок впровадження прогресивних технологій наплавлення.

					КРБ.ЗТ-95.00.00.000 ПЗ	Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата		14

Пропонується провести аналіз можливих способів відновлювального наплавлення а саме: ручного дугового наплавлення покритими електродами, наплавлення під шаром флюсу, механізованого наплавлення в захисних газах дротами суцільного перерізу і порошковими дротами.

На основі вивчення стану питання можна сформулювати завдання, вирішення яких дозволить досягти поставленої мети:

- 1) розробити технологічний процес відновлювального наплавлення валків;
- 2) запропонувати обладнання для реалізації проектної технології;
- 3) провести оцінку пропонованих технічних рішень;
- 4) навести заходи з безпеки праці при наплавленні валків.

					КРБ.3Т-95.00.00.000 ПЗ	Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата		15

2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Вибір способів наплавлення і наплавлювального устаткування

2.1.1 Техніко-економічне обґрунтування способів наплавлення

У числі переваг наплавлення із застосуванням покритих електродів (рис. 2.1) слід зазначити: по-перше, гарантований якісний шлаковий захист зварного шва за умови рівномірного плавлення металу електрода та обмазки; по-друге, можливість легування металу шва. У числі недоліків дугового зварювання із застосуванням покритих електродів слід зазначити: по-перше, використання ручної праці; по-друге, необхідність високої кваліфікації зварювальника для отримання стабільної якості зварювальних швів, яка безпосередньо залежить від кваліфікації зварювальника; по-третє, необхідність частої зміни електродів та переривання процесу зварювання; по-четверте, відсутність можливості та механізації автоматизації процесу зварювання виробів. [8]

Наплавлення в середовищі захисних газів.

Механізовані способи дугового наплавлення (рис. 2.2) в захисних газах набули широкого поширення і постійно вдосконалюються. У багатьох опублікованих роботах представлені досить значні результати по зазначеним процесам.

Найбільш поширене наплавлення у вуглекислому газі із застосуванням плавкого електрода, виконується на постійному струмі зворотної полярності. Оскільки вуглекислий газ окислює розплавлений метал, необхідне введення в наплавлювальний дріт розкислювачів (марганцю, кремнію та ін.).

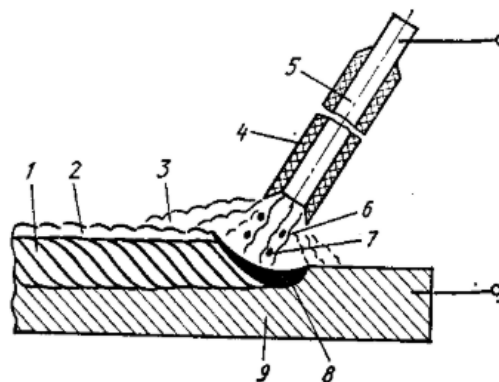
Як недолік способу слід відзначити сильне розбризування електродного металу, яке призводить до налипання бризок розплавленого металу на мундштук і засмічує сопло пальника.

В даний час виконано низку розробок у цій галузі з використанням сучасних комп'ютеризованих електроприводів на основі вентильних

					КРБ.ЗТ-95.00.00.000 ПЗ	Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата		16

електродвигунів спеціальної розробки. Зокрема, це дозволило реалізувати практично будь-який алгоритм руху електродного дроту, включаючи реверсивний рух із регулюванням всіх складових, а саме: частоти, кроку, амплітуди імпульсів. При цьому досягнуто частотний діапазон, що перевищує 50 Гц. Розширені технічні характеристики нових систем подачі електродного дроту дали можливість суттєво просунути дослідження щодо управління геометричними характеристиками зварного з'єднання, оптимізації енергетичних витрат і втрат електродного металу [9].

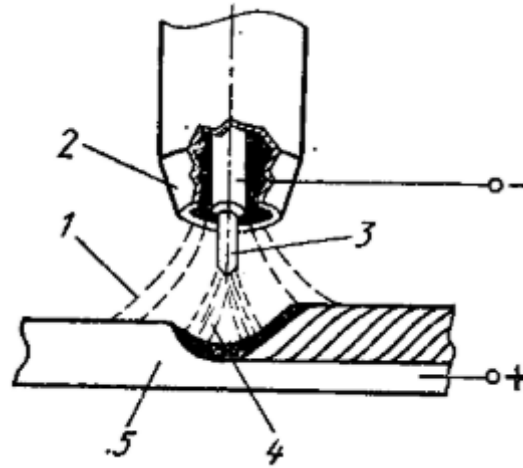
Застосування аустенітних зварювальних матеріалів та невисоких погонних енергій, характерних для наплавлення у захисних газах, дозволяє значно знизити схильність наплавлених шарів до утворення холодних тріщин у ЗТВ. Однак аустенітні шви схильні до утворення гарячих тріщин [10]. Технологічна міцність швів може бути підвищена з використанням технологічних та металургійних методів, які забезпечать отримання двофазної структури в центрі шва та формування аустенітного підшару по межі сплавлення.



1 – зварний шов; 2 – газова шлакова кірка; 3 – захисна газова атмосфера; 4 – електродне покриття; 5 – електродний стержень; 6 – електрична дуга; 7 – краплі електродного металу; 8 – зварювальна ванна; 9 – заготовка

Рисунок 2.1 – Схема ручного дугового наплавлення покривним електродом

					КРБ.ЗТ-95.00.00.000 ПЗ	Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата		17



1 – потік газу; 2 – сопло; 3 – електрод (дріт); 4 – зварювальна дуга; 5 – заготовка

Рисунок 2.2 – Схема наплавлення в захисному газі плавким електродом

Спосіб автоматичного наплавлення в середовищі захисних газів аустенітним дротом з додатковою гарячою присадкою (ДГП) [11] забезпечує всі перелічені вище умови. Тобто, основний дріт формує аустенітний підшар у зварювальній ванні, а ДГП формує двофазну структуру в центрі шва, запобігаючи появі гарячих тріщин.

Спосіб здійснюється наступним чином.

Наплавлення виконують при подачі основного дроту аустенітного класу в середовищі захисного газу (двоокису вуглецю) або суміші захисних газів (двоокису вуглецю та аргону).

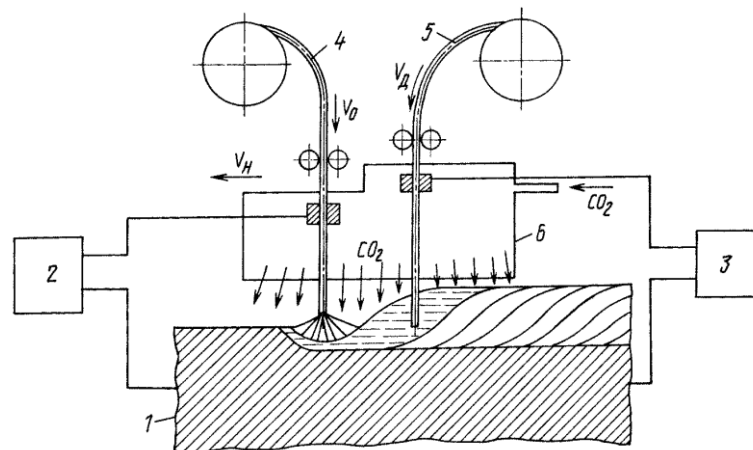
У частину наплавлювальної ванни, що кристалізується, подається додаткова присадка на відстані від основного дроту $B = (0,3...0,5)L$, де L - довжина наплавлювальної ванни, в кількості $0,2...0,4$ від маси основного дроту. При цьому додаткова присадка нагрівається на вильоті до температури близької до температури плавлення. Нагрівання додаткової присадки проводиться для кращого перемішування присадки у ванні та забезпечення необхідного термічного циклу наплавлення. [12]

					КРБ.3Т-95.00.00.000 ПЗ	Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата		18

Нагрів додаткової присадки здійснюється від спеціалізованого джерела енергії, що забезпечує сталість потужності, що підводиться до присадки і обмежує напругу для гарантовані відсутності дугового розряду між присадковим дротом і зварювальної ванною, оскільки у разі виникнення дугового розряду між ванною і ДГП також відсутня структура змінного складу шва. [10]

Одночасно застосування аустенітного наплавленого металу дозволяє отримати підвищення зносостійкості валків за рахунок ефекту поверхневого наклепу аустенітного шару в процесі експлуатації.

Пропонований спосіб забезпечує гарантований запас технологічної міцності при наплавленні поверхонь кочення, в т.ч. із низьколегованої високовуглецевої сталі з вмістом вуглецю не менше 0,55.



1 – виріб; 2 – джерело живлення основної дуги; 3 – джерело нагріву додаткового зварювального дроту; 4 – основний зварювальний дріт; 5 – додатковий зварювальний дріт

Рисунок 2.3 – Спосіб відновлення наплавленням поверхні кочення [11]

Наплавлення під шаром флюсу

У порівнянні з наплавленням у захисних газах, наплавлення під шаром флюсу можна характеризувати можливістю підвищення продуктивності, зниження до мінімуму (0,5...3%) значення коефіцієнта втрат електродного металу на вигорання і розбризкування. Крім цього, при горінні закритої дуги немає необхідності застосовувати будь-які додаткові засоби захисту від

					КРБ.3Т-95.00.00.000 ПЗ	Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата		19

випромінювання дуги, бризок та можливого виплескування металу зі зварювальної ванни. [12]

При проведенні наплавлення під флюсом (рис. 2.4) відбувається горіння дуги між виробом та електродним дротом. При цьому на поверхні виробу утворюється ванна із розплавленим металом. Товстий шар сипучого флюсу наносять на ділянку деталі, яку необхідно піддати наплавленню. При горінні дуги відбувається часткове розплавлення флюсу, дуга горить всередині порожнини, що утворюється еластичною оболонкою із розплавленого флюсу – шлаком. Шлак (розплавлений флюс) надійно захищає розплавлений і перегрітий метал від окислення під дією кисню, що міститься у повітрі. Також слід відзначити суттєве підвищення економічності наплавлення під флюсом за рахунок запобігання розбризкуванню електродного металу та підвищення ефективного ККД через збереження тепла дуги. У процесі кристалізації металу наплавлений валик, що утворюється, залишається покритим шлаковою кіркою і нерозплавленим флюсом, що покращує захист. [12]

Наплавлення під флюсом з успіхом використовується при відновленні валків [13]. Наплавлення здійснюють за допомогою установки, показаної на рис. 2.5.

Установка включає дві стійки 1, змонтовані на станині 2, при цьому одна зі стійок може переміщатися назустріч іншій за допомогою приводу. На стійках встановлені центри 3 обертачі валка; центр, розміщений на рухомій стійці, закріплений пінольом 4 і приводом 5. На стороні кожного центру обертача закріплені на стійці автоматичні дугові головки 6 і бункер для флюсу 7, розміщене підігріваче джерело, виконане, наприклад, у вигляді газової форсунки 8. Для подачі та встановлення валка 9 співвісно з центрами обертача є естакада і пневматичний підйомник 10.

					КРБ.3Т-95.00.00.000 ПЗ	Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата		20

Електрошлакове наплавлення

При електрошлаковому наплавленні (рис. 2.6) у порожнину, яка утворена наплавлюваною поверхнею 1 і кристалізатором з водяним охолодженням 2, подають присадний матеріал 3. Струм через рідкий шлак 5 проходить між електродом і металом, що наплавляється 4. Проходження струму сприяє підтримці високої температури (до 2000 °С). Нагрітий шлак плавить присадний матеріал та кромки виробу. Розплавний метал опускається на дно шлакової ванни, кристалізується, і утворює наплавлену поверхню. [13]

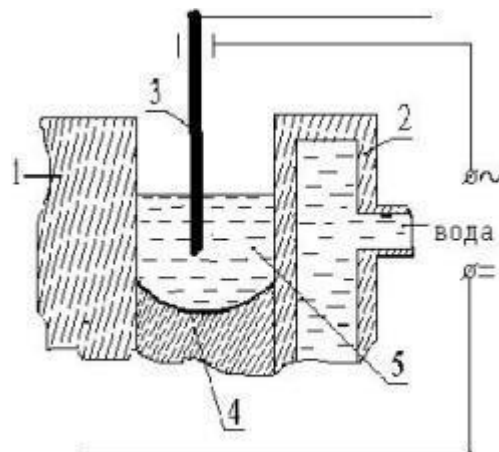


Рисунок 2.6 – Схема електрошлакового наплавлення

Серед переваг електрошлакового наплавлення:

- висока стійкість процесу, яка мало залежить від роду струму, мала чутливість до короткочасної зміни величини струму наплавлення;
- висока продуктивність;
- значна економічність процесу (потрібно приблизно на 15...20% менше енергії, ніж при дуговому зварюванні);
- немає необхідності проводити підготовку поверхні деталей, що наплавляються;
- гарний захист зварювальної ванни від дії повітря.

Серед недоліків:

- формування напавленої поверхні лише у вертикальному положенні;
- неприпустимо переривати процес наплавлення до його закінчення;

					КРБ.3Т-95.00.00.000 ПЗ	Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата		22

- потрібно проектувати та виготовляти спеціальне технологічне оснащення для формування шва;

- отримання крупнозернистої структури металу шва та зони термічного впливу.

2.1.2 Вибір наплавлювальних матеріалів

Порошковий дріт є одним з найбільш універсальних електродних матеріалів для механізованого та автоматизованого дугового наплавлення (зварювання) [11–13]. До основних переваг порошкового дроту, порівняно з іншими електродними матеріалами, можна віднести досить просту адаптацію його хімічного складу до складу і властивостей деталей, що наплавляються, високу стабільність горіння дуги, відносно невелике розбризкування електродного металу і хороше формування наплавлених валиків [14].

Для наплавлення прокатних валків зазвичай застосовуються наплавлювальні матеріали, що забезпечують отримання наплавленого металу типу низьколегованих сталей 18Х6МФС або 18Х1Г1М. Однак при наплавленні важконавантажених прокатних валків, що експлуатуються на металургійних підприємствах, ці матеріали не забезпечують необхідний ресурс експлуатації [4].

Підвищення зносостійкості деталей подібного типу можна досягти при використанні наплавних матеріалів, що забезпечують отримання наплавленого металу зі структурою метастабільного аустеніту, що перетворюється на мартенсит під впливом деформацій, що виникають при навантаженні деталі в процесі експлуатації [5].

Враховуючи твердість поверхні валка після наплавлення застосуємо для відновлення застосуємо наплавлювальний дріт ВЕЛТЕК-Н470 та флюс марки АН-60 (табл. 2.1 та табл. 2.2)

					КРБ.ЗТ-95.00.00.000 ПЗ	Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата		23

Таблиця 2.1 - Твердість наплавленого шару при наплавленні дротом марок ВЕЛТЕК-Н470 [15]

Марка дроту	Діаметр, мм	Основний метал	Твердість наплавленого шару, HRC, HB			
			до Т/О	Температура зразка, °С	Після Т/О 3 год. при 500-520°С	
ВЕЛТЕК Н470	3,0	40ХН2МА	44	427	92	138
		38ХМ	52			

Таблиця 2.2 – Хімічний склад флюсу для наплавлення [14]

Марка флюсу	Хімічний склад, %								
	Si	MnO	CaP	CaO	MgO	AlO	FeO	S	P
АН-60	41-44	34-38	3,5-4,5	>6,5	5,0-7,5	>4,5	2	0,15	0,12

Метал наплавлений під флюсом АН-60 буде характеризуватися високими зварювально-технологічними властивостями: стабільним горінням зварювальної дуги, хорошим формуванням наплавленого металу, відсутністю пор і подрізів, гарною відокремленістю шлакової кірки. Метал, наплавлений дротом ВЕЛТЕК Н470 під флюсом АН-60, володітиме високими показниками експлуатаційних характеристик (насамперед підвищеною пластичністю і тріщиностійкістю), що досить важливо для металу, що експлуатується в умовах циклічних змін навантажень і температур. [12]

2.1.3 Визначення та розрахунок режимів наплавлення

Величину зварювального струму $I_{зв}$ вибираємо таку, щоб забезпечити отримання провару на необхідну глибину при наплавленні:

$$I_{за} = \frac{\pi \cdot d_y^2}{4} \cdot a = \frac{3,14 \cdot 2^2}{4} \cdot 60 = 180 \text{ А}$$

					КРБ.3Т-95.00.00.000 ПЗ			Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата				24

де d_e – діаметр електродного дроту, мм, приймаємо 2 мм;

a – густина струму, А/мм², приймаємо з діапазону 50...60 А/мм² (для забезпечення якісного проплавлення основного металу)

Таблиця 2.3 – Параметри режиму відновлювального наплавлення

Діаметр електродного дроту, мм	Зварювальний струм, А	Напруга на дузі, В	Швидкість наплавлення, м/год
2	170 – 180	25 – 27	35

Розраховуємо швидкість подачі дроту (мм/год):

$$V_{\dot{v}} = \frac{4 \cdot \alpha_{\delta} \cdot I_{\dot{v}}}{\pi \cdot d_{\dot{v}}^2 \cdot \gamma} = \frac{4 \cdot 12 \cdot 180}{3,14 \cdot 2^2 \cdot 0,0078} = 88000$$

де p - коефіцієнт розплавлення електродного дроту, при автоматичному наплавленні на постійному струмі зворотної полярності. Величина p змінюється незначно і може бути прийнятою $p = 12$ А/год. [5]

γ - питома маса наплавленого металу, що становить $\gamma = 0,0078$ г/мм³;

$d_{eл}$ – діаметр електродного дроту, мм, прийнято $d_{eл} = 2$ мм.

Розраховуємо швидкість наплавлення:

$$V_{ii} = \frac{F_{\dot{v}} \cdot V_{\dot{v}}}{F_{ii}} = \frac{3,14 \cdot 88}{7,8} = 35$$

де F_e - площа поперечного перерізу електродного дроту, мм²:

$$F_{\dot{v}} = \frac{\pi \cdot d_{\dot{v}}^2}{4} = 3,14 \text{ мм}^2$$

F_{ii} - поперечний переріз валика наплавленого металу, мм²:

$$F_{ii} = h \cdot S \cdot k_1 = 2 \cdot 6 \cdot 0,65 = 7,8 \text{ мм}^2$$

де h - задана товщина наплавленого шару, 2 мм;

S - крок наплавлення, мм:

$$S = (2,5 \div 4) \cdot d_{\dot{v}} = 3 \cdot 2 = 6;$$

					КРБ.3Т-95.00.00.000 ПЗ	Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата		25

k_1 - коефіцієнт, що враховує відхилення фактичної площі перерізу шару від площі прямокутника, $k_1 = 0,6-0,7$.

Визначаємо напругу на дузі в залежності від діаметру електродного дроту та величини зварювального струму за формулою:

$$U_{\bar{A}} = 20 + \frac{0,05 \cdot I_{\bar{ii}}}{\sqrt{d_{\bar{ye}}}} \pm 1 = 20 + \frac{0,05 \cdot 180}{\sqrt{2}} \pm 1 = 26 \pm 1 \text{ В}$$

Визначимо витрату електродного дроту:

$$Q_{\bar{ye}} = (1,02 + 1,03) \cdot Q_i = 2,05 \cdot 343,9 = 705 \text{ г}$$

де Q_H - маса наплавленого металу,

$$Q_i = V_i \cdot \gamma = 44065,6 \cdot 0,0078 = 343,9 \text{ г}$$

V_H – об'єм наплавленого металу,

$$V_i = F_{i\bar{i}} \cdot l \cdot m \cdot n = 7,8 \cdot 408 \cdot 6 \cdot 2 = 38188,8 \text{ мм}^3$$

де l - довжина наплавленого валика, 408 мм;

m - кількість швів з урахуванням кроку наплавлення, 6;

n - кількість шарів наплавлення, 2 по 2 мм;

Розрахуємо витрату флюсу Q_{ϕ} на один метр шва:

$$Q_{\phi} = \frac{780(U_{\bar{A}} - 18)}{V_{i\bar{i}}} = \frac{780(26,36 - 18)}{0,59} = 11 \text{ кг}$$

де U_D - напруга на дузі, 26, 36 В;

$V_{\text{нп}} = 35 \text{ м/год} = 0,6 \text{ м/хв}$.

2.1.4 Вибір основного та допоміжного зварювального устаткування

Для здійснення наплавлення застосуємо двоголовковий автомат А-1416 (рис. 2.7). Тривалість включення автомата ПВ = 100%, діаметр дроту наплавлення становить 1,2 ... 5,0 мм. Автомат А-1416 дозволяє проводити дводугове наплавлення дротом суцільного перерізу під шаром флюсу. Можливе проведення відновлювального наплавлення деталей з низьковуглецевої та легованої сталі з використанням постійного струму, незалежної установки швидкості подачі кожного електродного дроту.

					КРБ.ЗТ-95.00.00.000 ПЗ	Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата		26



Рисунок 2.7– Автомат А-1416

Установка для наплавлення під флюсом (рис. 2.7) включає: 1 – основа; 2 – траверса; 3 – обертач горизонтальний; 4 – головка наплавлювальна; 5 – пульт управління; 6 – джерело живлення; 7 – механізм подачі дроту; 8 – маховик переміщення; 9 – бункер для флюсу; 10 – пульт управління обертачем; 11 – зсипання флюсу; 12 – лоток для збирання флюсу; 13 – катушка дроту.

					КРБ.3Т-95.00.00.000 ПЗ	Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата		27

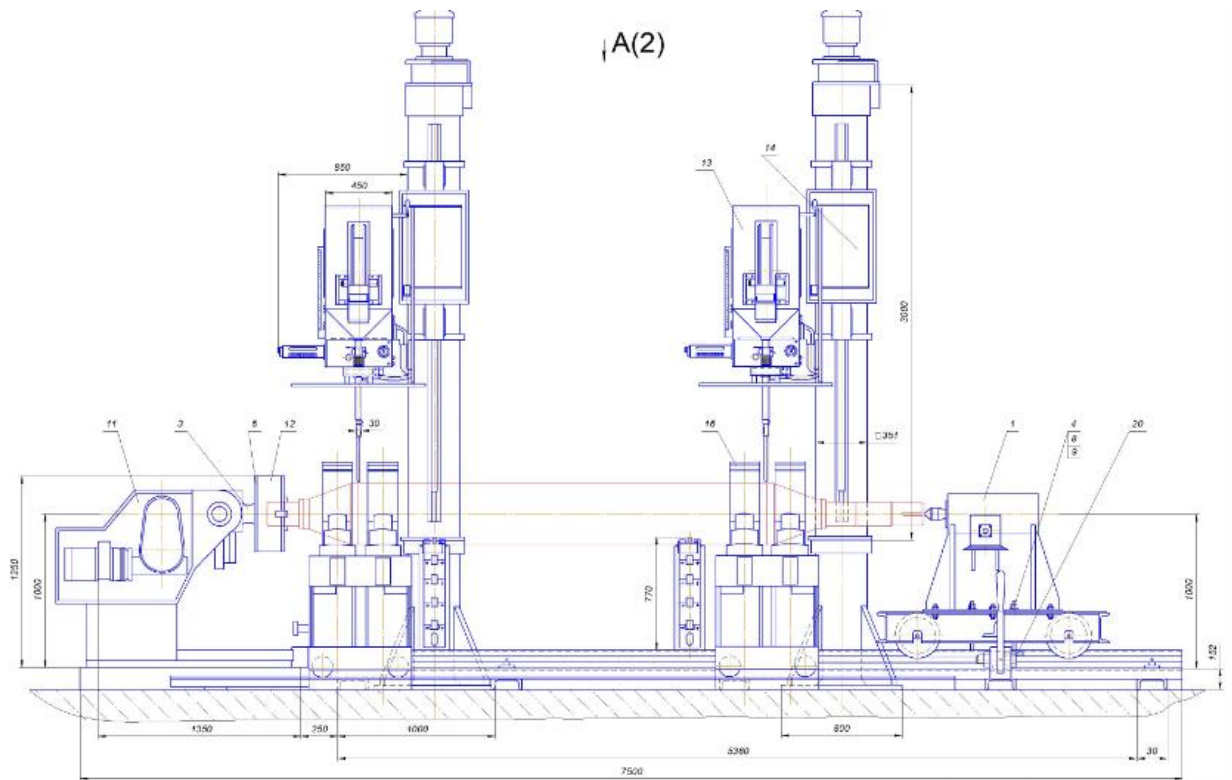


Рисунок 2.8 – Установка для наплавлення під флюсом валків прокатних станів

2.2 Розробка технологічного процесу наплавлення валка прокатного стану

2.2.1 Заготівельні операції

Відновлювальне наплавлення валка включає наступні операції:

- 1) токарну обробку, для зняття пошкодженого шару металу
- 2) промивання і очищення; 3) попередній підігрів; 4) наплавлення; 5) охолодження; 6) контроль якості.

					КРБ.3Т-95.00.00.000 ПЗ	Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата		28

Таблиця 2.4 - Технологічний паспорт виробу

Найменування технологічних операцій та виконуваних робіт при реалізації технології	Найменування посади працівника, в обов'язки якого входить виконання цієї технологічної операції	Список обладнання, та пристроїв, що застосовуються при виконанні технологічної операції	Речовини та матеріали, що застосовуються під час виконання технологічної операції
1. Токарна обробка, промивання та очищення	Слюсар-складальник	Верстат токарний Машина миюча,	Миючий розчин, вода технічна, бензин
2. Проведення попереднього підігріву колеса	Контролер з термообробки	Установка індукційного нагріву струмами високої частоти - ППК-250, цифровий контактний термометр ТК-5	-
3. Виконання відновлювального наплавлення	Електрозварювальник на автоматичних та напівавтоматичних машинах	Горизонтальний обертач, виконання наплавлення, джерело живлення ВДУ-1250	Наплавлювальний дріт ВЕЛТЕК Н470, флюс АН-60, вода технічна
4. Охолодження	Контролер з термообробки	Термокамера	-
5. Контроль якості наплавленого валка	Інженер - дефектоскопіст	Лупа, дефектоскоп УДС-2-52	-

Огляд та вимірювання геометричних параметрів валка. Валок подають на токарну дільницю. На токарній дільниці валок встановлюють та закріплюють у центрах верстату та обточують поверхню кочення валка. Вибір розмірів та параметрів обробки виконують на основі розмірів, які були відзначені майстром при зовнішньому огляді.

Зачищення поверхні, що наплавляється, проводять з використанням сталевих щіток або шляхом поверхневого обточування на верстаті. Перед проведенням наплавлення поверхню слід знежирити бензином, застосовувати гас не допускається. [15]

					КРБ.3Т-95.00.00.000 ПЗ	Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата		29

Підготовлений валок подають на дільницю наплавлення і встановлюють пристрій для попереднього підігріву. Для підігріву використовують індукційний підігрівач ІПК-250. Температура попереднього підігріву 180...190°C, нагрівання має бути забезпечене за 45...60 хвилин. Після попереднього підігріву валок подають на наплавлення.

Виконують встановлення мундштука зварювальної головки на початкову позицію наплавлення, відкривають засувку механізму подачі флюсу, вмикають обертач, запалюють зварювальну дугу і починають процес наплавлення.

У ході наплавлення оператору необхідно стежити за формуванням наплавленого металу. Якщо не відбувається мимовільного відставання шлакової кірки, необхідно видаляти її вручну. Шлакову кірку слід збивати зі шва після кристалізації та остигання кірки, коли вона стала темного кольору.

Якщо стався обрив дуги, повторно збуджувати дугу слід після повного оберту валка за 20...50 мм перед місцем обриву дуги. Це необхідно для переварювання кратера, що утворився. [12]

Після повного оберту валка, що наплавляється, зварювальний палик зміщують у напрямку розкладки валиків на необхідну величину. Напрямок наплавлення – знизу вгору.

Наплавлення виконуємо на постійному струмі зворотної полярності. Допускається проводити наплавлення на постійному струмі прямої полярності.

Після наплавлення валок для рівномірного та уповільненого остигання поміщають у термостат. Між зніманням наплавленого валка з обертача та встановленням його в термостат не повинен проходити більше 5 хвилин.

Охолодження наплавленого валка в термостаті повинно проводитися із середньою швидкістю, що не перевищує 50 °C/годину та тривалістю не менше 6 годин. [6]

					КРБ.ЗТ-95.00.00.000 ПЗ	Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата		30

Температура наплавленої поверхні валка в момент вилучення його з термостата не повинна перевищувати 50°C. Встановлення валка у прокатний стан повинно проводитися тільки після його повного остигання до кімнатної температури.

Для живлення дуги при наплавленні під флюсом застосуємо джерело живлення ВДУ-1250 (рис. 2.9).



Рисунок 2.9 – Джерело живлення для наплавлення під флюсом ВДУ-1250 [3]

Джерело живлення ВДУ-1250 характеризується надійним запалюванням та стійким горінням зварювальної дуги, що має високу стабільність процесу наплавлення на всьому діапазоні значень зварювальних параметрів. Джерело забезпечує одержання двох видів жорстких зовнішніх вольтамперних характеристик. Джерело має можливість дистанційного регулювання параметрів зварювання. ВДУ-1250 може бути рекомендований під час виконання відповідальних робіт, що вимагають високої інтенсивності навантаження при ПВ 100%.

					КРБ.3Т-95.00.00.000 ПЗ	Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата		31

2.2.2 Розробка технології складання та наплавлення

Правильність виконання технологічних операцій процесу відновлювального наплавлення прокатних валків визначає можливість отримання валків із заданими параметрами та технологічними властивостями.

При цьому на якість наплавленого шару та його зносостійкість окрім основної операції (наплавлення) істотно впливають підготовчі операції.

Для проведення відновлювального наплавлення валків необхідно попередньо виконати неруйнівний ультразвуковий контроль та перевірку капілярно-кольоровим методом. Перевіряють стан шийок, бочки та жолобних переходів «бочка-шийка». Контроль призначений для виявлення кільцевих та радіальних тріщин, які можуть виникнути під час експлуатації валка під втомно-силовим впливом. [6]

Слід добиватися повного зношування наплавленого шару валка, тому проводять його періодичне переточування, доки наплавлений шар не зноситься.

Товщина шару, що наплавляється, становить 20...25 мм. Наплавлений шар, що залишився, на робочій поверхні валка може бути знову використаний до наступного переточування.

Перед проведенням відновлювального наплавлення слід провести токарну операцію, що полягає в обточуванні валка. Її виконують до повного видалення дефектів поверхні.

Після обточування валка проводять його нагрівання в печі до температури 150...270 °С. Швидкість нагрівання повинна бути не більше 25 °С/год. Якщо передбачається наплавлення валків по поверхні бочки та шийок, то нагрівання виконують всього валка в електричній печі. Якщо передбачається проведення наплавлення тільки бочки, то нагрівання здійснюють у газовій печі, спрямовуючи полум'я на бочку валка. [8]

					КРБ.ЗТ-95.00.00.000 ПЗ	Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата		32

Після попереднього нагрівання виконують автоматичне наплавлення під флюсом. Як флюс використовується АН-60. Електродом служить наплавлювальний дріт діаметром 2 мм.

При наплавленні може бути використаний як змінний струм, так і постійний струм. Швидкість наплавлення становить 9...16 м/год, напруга на дузі становить 18...20 В. При наплавленні електродною стрічкою досягається коефіцієнт наплавлення 10...18 г/А·год. Геометричними параметрами наплавленого валика є його товщина, ширина та ступінь перекриття двох поруч виконаних валиків. В залежності від необхідної геометрії наплавлених валиків коригується швидкість наплавлення та крок наплавлення. [9]

Для виконання наплавлення використовується установка, представлена на рисунку 2.8. До складу установки входить автомат А-1416. Джерелом живлення дуги служить зварювальний випрямляч ВДУ-1250.

При відновленні шийок та опорних валків наплавлення проводять на максимальну відстань від зони галтельного переходу. Це дозволяє зменшити розміри зони термічного впливу. Не допускається підплавлення у зоні галтельового переходу валка. Повторне наплавлення шийок валків допускається проводити тільки після виконання неруйнівного контролю та обліку сумарного напрацювання валка. [10]

Критеріями якості відновлювального наплавлення валка є:

- відсутність недопустимих поверхневих дефектів, до яких відносять тріщини, газові бульбашки, пори, шлакові включення;
- твердість наплавленої поверхні на рівні твердості робочого шару нового валка.

Після наплавлення валка проводять його термічну обробку. Температура нагрівання валка становить 600...650 °С.

Для того, щоб виключити утворення залишкових напружень у наплавленому шарі, швидкість охолодження валка після нагрівання повинна

					КРБ.ЗТ-95.00.00.000 ПЗ	Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата		33

бути не більше ніж 25 °С/год. У теплу пору року швидкість охолодження в печі складає близько 3...4 °С/год.

Витримка валка в нагрітій печі становить 30...45 годин, причому час витримки визначається через коефіцієнт 3,0 ... 3,5 на кожні 100 мм діаметра валка. Після вилучення з печі температура валка має бути не понад 80 °С.

Після виймання з термопечі валок поміщають у термостат на 3...5 діб, де він вилежується. Після вилучення валка з термостата його температура має бути не більше 25 °С.

У процесі наплавлення під флюсом є небезпека виникнення тріщин у наплавленому шарі внаслідок виділення вуглецю із основного металу. Загальновідомо, що найбільш ефективним способом боротьби з тріщиноутворенням є зниження частки основного металу в матеріалі наплавленого шару за рахунок зменшення глибини проплавлення поверхні, що наплавляється. Багатоелектродне наплавлення дозволяє розосередити теплову потужність, що вводиться, на більшій площі наплавлюваної поверхні і тим самим зменшити глибину проплавлення основного металу. [11]

Реалізація запропонованого способу наплавлення пояснюється на рис. 2.19, де 1 - перший наплавлювальний пальник, 2 - другий наплавлювальний пальник, 3 - флюсоутримуючий пристрій, 4 - валок. Для полегшення сприйняття поверхня валка умовно розбита на зони: А – поверхня кочення, В – основа гребеня, С – поверхня гребеня, D – торцева поверхня валка; відстань між електродами позначено Е, кути орієнтації пальників - ', ' і ", "

					КРБ.ЗТ-95.00.00.000 ПЗ	Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата		34

мм запалюють дугу на другому наплавлювальному пальнику, що виключає безпосередню дію другого, більш потужного пальника. Подальше наплавлення здійснюється двома дугами в ванни, що окремо горять, і друга дуга переплавляє метал, що наплавляється першою дугою. Швидкість наплавлення становить 24...30 м/год.

Перехід від валика до валика оператор здійснює без зупинки процесу наплавлення включенням електромеханічного приводу супорта 7. Наплавлення здійснюється в один шар, що складається з накладених один на одного 5 валиків. Ширина валиків може регулюватися до 20 мм, що цілком достатньо для відновлення максимально допустимого зношування валка.

Розташування валка і пальників на ньому, їх взаємна орієнтація і спрямованість дуг на поверхню, що наплавляється - ці технологічні прийоми забезпечують найкраще поєднання факторів, що впливають на формування наплавлювальних валиків. На рідкий метал зварювальної ванни спрямовано впливають сили: магнітне дуття, гравітаційні сили та сили поверхневого натягу, що дозволяють збільшити ширину валика, зменшити глибину проплавлення основного металу як в основі, так і на його похилій поверхні.

Сформовані валики мають плоску форму. При їхньому послідовному накладенні один на одного мінімізується зона контакту рідкої ванни з основним металом та зменшується можливість переходу вуглецю в наплавлений шар. [6]

Зазначені властивості забезпечують такі результати, підтвержені дослідженнями наплавленого шару:

- глибина проплавлення основного металу становить 1...1,2 мм;
- вміст вуглецю в наплавленому шарі становить 0,11% (в основному металі – 0,6%);
- гартувальні структури відсутні як у наплавленому металі, так і в перехідній зоні;

					КРБ.ЗТ-95.00.00.000 ПЗ	Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата		38

- у перехідній зоні, тобто у зоні термічного впливу, мікроструктура перлітно-феритна дрібнозерниста. Твердість (за Віккерсом) цих ділянок у різних зонах (у вершині, на середині і біля основи гребеня) коливається від 200 до 250HV при твердості основного металу 200...240HV.

Отримані металографічні характеристики задовольняють вимогам документації на відновлення та підтверджують високу якість наплавленого шару, що дозволяє вводити в подальшу експлуатацію відновлений валок, збільшуючи термін експлуатації у 2-2,5 рази. При цьому спосіб і пристосування забезпечують можливість здійснювати відновлення валків без викочування та з високою продуктивністю. [14]

2.2.3 Вибір заходів боротьби зі зварювальними напруженнями та деформаціями

Для попередження напружень і деформацій при наплавленні застосовуються конструктивний та технологічний методи.

Конструктивний спосіб заснований на раціональному конструюванні зварних вузлів та включає наступні заходи: [15]

1. Призначення мінімальних перерізів зварних швів (за умовами міцності) для зменшення об'ємів металу, у яких відбуваються пластичні деформації.

2. Уникнення надмірних скупчень та перетинів зварних швів для зменшення площинних і об'ємних напружень, особливо в конструкціях, що сприймають ударні і змінні навантаження.

3. Розташування зварних швів симетрично до центру ваги виробу з метою взаємного врівноваження виникаючих згинальних моментів.

4. Застосування переважно стикових швів, що є менш жорсткими та характеризуються меншою концентрацією силових напружень в порівнянні з кутовими швами.

5. Уникнення застосування накладок, косинок тощо, що призводить до збільшення площинних деформацій.

					КРБ.ЗТ-95.00.00.000 ПЗ	Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата		39

6. Застосування допоміжних елементів, як ребер жорсткості з метою запобігання втрати стійкості елементів та утворення випучин у просторово-розвинених конструкціях. Для зменшення поперечної усадки ребра жорсткості необхідно розташовувати так, щоб при зварюванні нагріву піддавалися ті самі місця основного металу.

7. Додавання до номінальних розмірів деталі припусків на усадку, рівних усадці металу для врівноваження деформацій.

8. Розташування зварювальних швів таким чином, щоб вони не заважали механізації зварювальних робіт.

Технологічний спосіб заснований на раціональному виборі теплового режиму, способу складання та технології наплавлення та включає наступні заходи: [16]

1. Застосування оптимального теплового режиму наплавлення, при якому зона нагріву наплавлювальних деталей (ширина активної зони) мінімальна.

Для зменшення піків залишкових напружень та уникнення тріщин при зварюванні вільних деталей і, особливо, загартовуваних сталей, тепловий режим слід підвищувати для збільшення об'єму металу, що розігрівається, і зменшення швидкості його охолодження. Зварювання деталей великої товщини та сталей, що гартуються, слід здійснювати з попереднім або супутнім підігрівом.

При зварюванні встик жорстко закріплених деталей з метою уникнення тріщин і руйнувань, навпаки, необхідно застосовувати знижені теплові режими. Зварювання жорстко закріпленої деталі великої товщини слід здійснювати багат шаровими швами, причому спочатку необхідно виконати шари попеременно по краях розроблення і потім заповнювати середину шва.

2. Підвищення щільності струму при зварюванні для рівномірного нагрівання металу за товщиною. За рахунок цього відбувається глибокий

					КРБ.ЗТ-95.00.00.000 ПЗ	Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата		40

провар кореня шва і тим самим зменшуються зазори в стикових швах, що призводить до зменшення впливу поперечної усадки.

3. Уникнення з'єднання вузлів і деталей прихватками, що утворюють жорстке з'єднання.

4. Забезпечення рухомого стану закріплених деталей за допомогою клинових, центрувальних та інших складальних пристроїв. При цьому складальні пристрої повинні забезпечувати вільне переміщення деталей у напрямку поперечної усадки і утримувати їх повороти, тобто, перешкоджати кутовій деформації.

5. Попереднє взаємне розташування деталей з урахуванням їхньої майбутньої деформації, а також попередні прогини, які зникнуть від деформації після зварювання.

6. Застосування такої послідовності накладання швів, за якої врівноважуються внутрішні напруження відносно центру ваги конструкції, що зварюється, і не відбувається значний перегрів і усадка металу, накладання швів має забезпечувати рівновагу напружень та деформацій.

Деформування від виконання попереднього шва має компенсуватись деформацією після накладання наступного шва. Протилежні паралельні шви у багатьох випадках доцільно виконувати одночасно чи поперемиінними ділянками.

7. Забезпечення свободи переміщення елементів, що зварюються. Особливо це стосується стикових швів, що мають велику поперечну усадку. Тому, насамперед зварюються стикові шви, а потім кутові.

8. Застосування проковування у процесі зварювання призводить до зменшення деформації. Проковування ущільнює шов шляхом пластичного деформування остигаючого шару наплавлення і в результаті зменшує дію усадки шва. Останній облицювальний шар проковувати не рекомендується, щоб не викликати появу тріщин на поверхні шва.

					КРБ.ЗТ-95.00.00.000 ПЗ	Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата		41

2.2.4 Технічний контроль якості

Контролюють якість наплавлення, відповідно до розмірів заданого наплавленого шару і без дефектів. Найбільш часто зустрічаються при наплавленні дефекти у вигляді тріщин, пор та раковин. Показник візуального контролю якості становить 100 %. Вимірювання твердості проводять на наплавлених поверхнях після попередньої механічної обробки. [13]

					КРБ.3Т-95.00.00.000 ПЗ	Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата		42

3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

3.1 Компонування складальних та наплавлювальних установок

Компонування складальних та наплавлювальних установок, які застосовуватимуться при наплавленні прокатного валка забезпечують необхідну черговість робіт зі складання і наплавлення. [12]

Конструкція валка для наплавлення передбачає запресування з натягом двох цапф з бочкою, для цього було використано спеціальну установку для складання валка методом запресування з натягом (рис. 3.1) та наплавлювальну установку (рис. 3.2). [12]

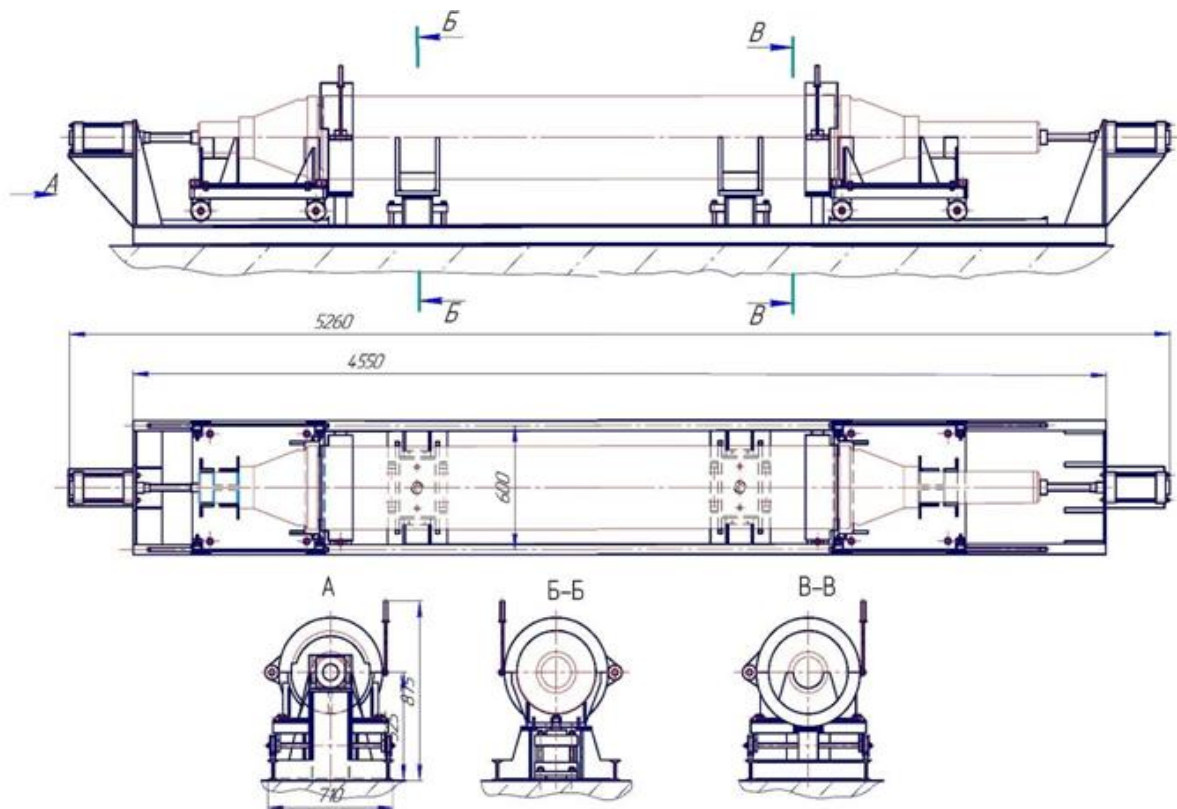


Рисунок 3.1 - Установка для складання валка

Установка для складання валка складається із підйимальної опори, нагрівача, основи для вкладання бочки, рами, візків для встановлення цапф, штовхачів та

					КРБ.3Т-95.00.00.000 ПЗ	Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата		43

пневматичних притискачів. Робота даної установки заключається в наступному: на підйомні опори та основу встановлюється циліндрична частина валка (бочка), підводяться нагрівачі, за допомогою яких здійснюється підігрівання основного матеріалу бочки для наплавлення до температури 350 °С.

Паралельно з цим встановлюються на візки, які розміщені із двох сторін встановлення бочки, цапфи. Після досягнення необхідної температури кромки бочки вмикаються пневматичні притискачі і проходить одночасне запресування цапф. Підймальні опори та основа для вкладання бочки містять пневмоприводи за допомогою яких здійснюють регулювання співвісності між кромками бочки та цапфами у процесі запресування. [12]

Після завершення процесу складання за допомогою спеціального перекидного пристрою здійснюють встановлення складеного валка в наплавлювальну установку та виконують наплавлення. [12]

					КРБ.3Т-95.00.00.000 ПЗ	Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата		44

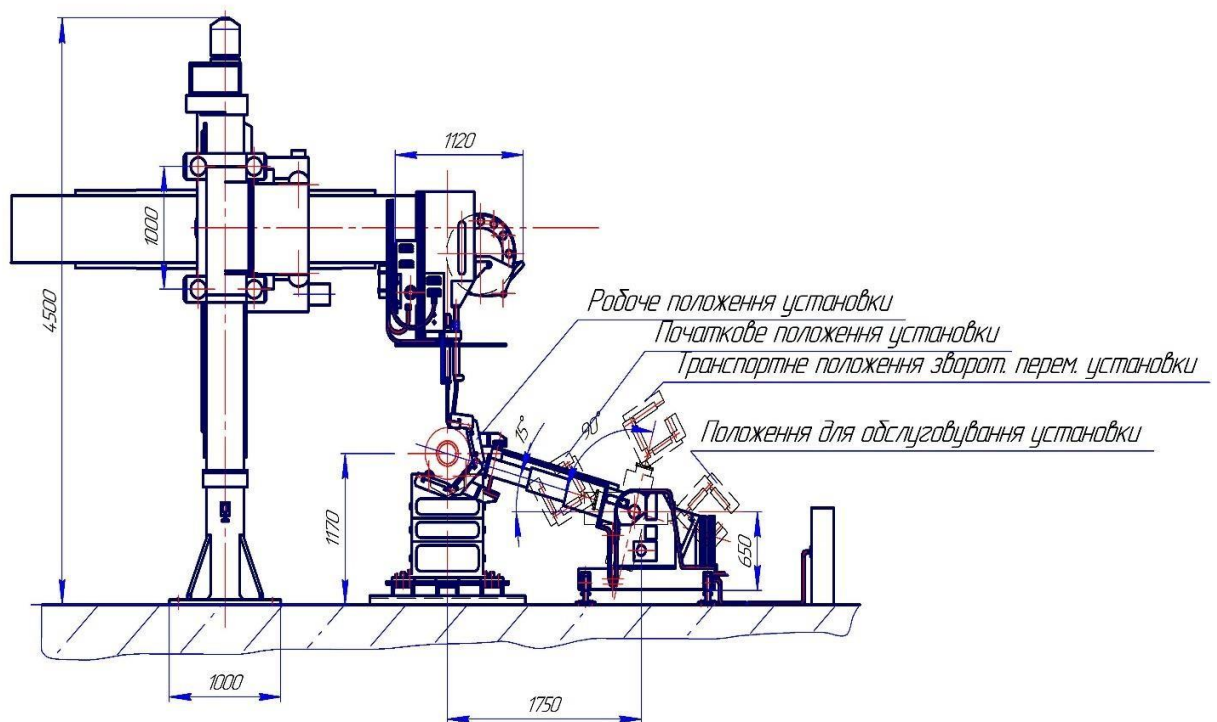
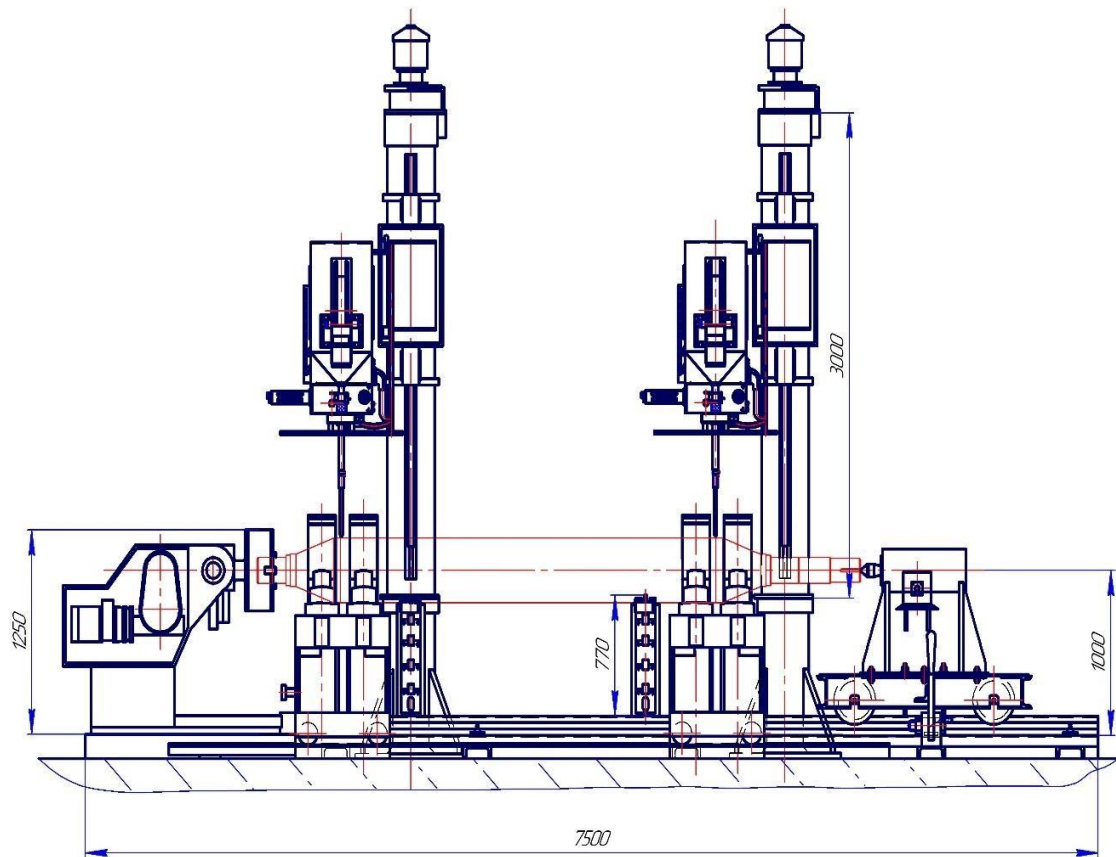


Рисунок 3.2 – Установка для наплавлення

					КРБ.3Т-95.00.00.000 ПЗ		Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата			45

Наплавлювальна установка складається із пристрою для перекидання валків, роликів опор, зварювального обертача М31070, та колони ПК-1 на якій розміщений зварювальний автомат А1416. [12]

Валок для наплавлення розміщують на роликіві опори, тоді виконують закріплення у привідній бабці обертача, а зі сторони непривідної задньої бабки виконують підтискання. На наступному етапі вмикають обертач, оцінюють співвісність та налаштовують швидкість обертання наплавлювального валка. Після цього виконують налагодження зварювальних колон ПК-1 та зварювальних автоматів А1416, які розташовані із двох сторін валка і призначені для одночасного виконання наплавлення валка прокатного стану. [12]

3.2 Розробка плану цеху

При розробці плану цеху для наплавлення валка, показують у масштабі розміщення устаткування для складання та наплавлення прокатного валка. Обладнання має бути розміщене з дотриманням проходів та проїздів.

Під час розміщення обладнання користуються нормативами, розробленими для різних виробничих приміщень. Так, при розташуванні установок приймають такі значення проходів і відстаней: між обладнанням вздовж їхньої лінії розташування 600-1000 мм; між установками при встановленні їх задніми сторонами одна до іншої - 300-500 мм, від стіни до обладнання при розташуванні робітника між установкою і стіною - 800-1000 мм, між паралельно розташованими стінками при 2-х робочих місцях між ними - 1300 - 1500 мм [3].

План цеху для наплавлення валка приведений на рисунку 3.3.

					КРБ.3Т-95.00.00.000 ПЗ	Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата		46

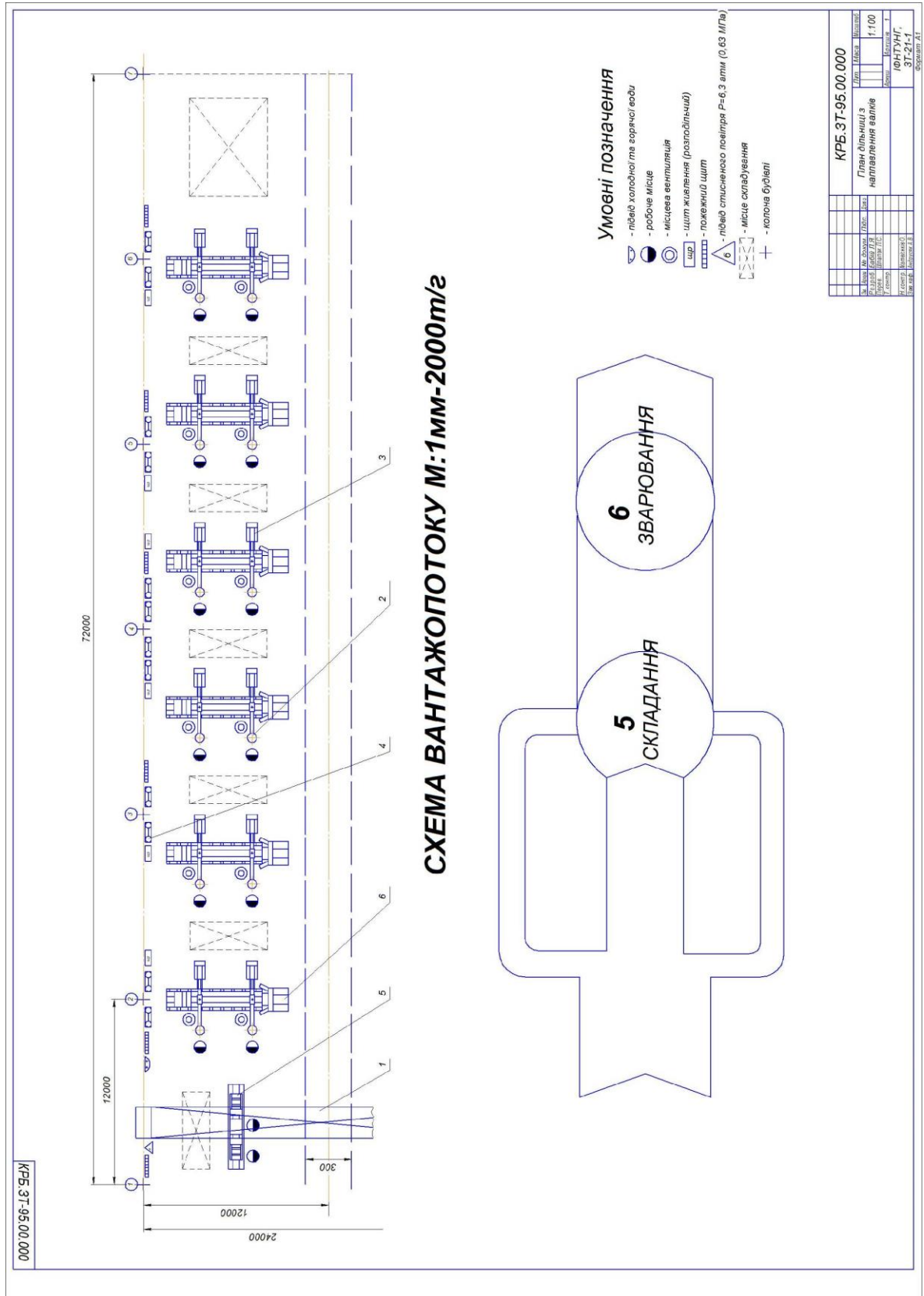


Рисунок 3.3 – План цеху для наплавлення валка прокатного стану

Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата
----	-----	---------	--------	------

КРБ.3Т-95.00.00.000 ПЗ

Арк

47

Планування ділянок та відділень узгоджується з компонованням головного корпусу заводу. На кресленні приводять експлікацію приміщень із зазначенням їх площ.

					КРБ.3Т-95.00.00.000 ПЗ	Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата		48

4 БЕЗПЕКА ПРАЦІ

4.1 Аналіз основних шкідливих та небезпечних виробничих факторів

Небезпечні та шкідливі виробничі фактори поділяються на хімічні, фізичні та психофізіологічні. Вплив шкідливих виробничих факторів на працюючих може призвести до захворювання та зниження продуктивності праці. Це насамперед такі небезпечні та шкідливі виробничі фактори: [16]

– надходження в зону дихання зварювальних аерозолів, що містять у складі твердої фази оксиди різних металів (марганцю, хрому, нікелю, заліза та ін) та токсичні гази (СО, О₃, HF, NO₂ та ін); зварювальний аерозоль відноситься до аерозолів конденсації і являє собою дисперсну систему, що складається з твердої фази та газу або суміші газів;

– надмірна запиленість та загазованість повітря внаслідок потрапляння пилу флюсів, підгоряння мастила тощо;

– підвищена температура поверхонь обладнання, матеріалів та повітря у робочій зоні (РЗ), особливо при зварюванні з підігрівом виробів;

– робоча зона – простір заввишки до 2 м над рівнем підлоги чи дільниці, де є робочі місця;

– надлишкова яскравість зварювальної дуги, ультрафіолетового та інфрачервоного випромінювання;

– вплив змінних магнітних полів при контактному зварюванні та високочастотних електромагнітних полів при зварюванні струму високої частоти;

– дія іонізуючих випромінювань електронно-променевого зварювання, при проведенні γ- та рентгеноскопії зварних швів, використанні торованих вольфрамових електродів;

					КРБ.ЗТ-95.00.00.000 ПЗ	Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата		49

– вплив шуму та вібрацій має місце при плазмовому та газовому різанні, роботі пневмоприводу, різного обладнання (вакуум-насосів, вентиляторів, зварювальних трансформаторів та ін.), а також ультразвуку та високочастотного шуму при ультразвуковому зварюванні.

При ручному та механізованому зварюванні та різанні характерне статичне навантаження на руки, а при автоматичних способах – нервово-психічні навантаження внаслідок напруженість праці. Вплив небезпечних виробничих факторів може призвести до травми або раптового різкого погіршення здоров'я. Це дія електричного струму, іскри та бризки розплавленого металу, машини, що рухаються, механізми і т.д.

Використання відкритого газового полум'я, наявність розплавленого металу та шлаку тощо, збільшують небезпеку виникнення пожежі, а неправильне транспортування, зберігання та використання балонів зі стиснутими газами, порушення правил експлуатації газозварювального обладнання тощо, до вибухів. Робота в монтажних та польових умовах, особливо на висоті, без відповідних запобіжних засобів, огорож може призвести до падіння працюючих, їх травмування. [17]

4.2 Техніка безпеки під час зварювальних робіт

Порушення техніки безпеки під час проведення зварювальних робіт нерідко призводить до найсумніших наслідків – пожеж, вибухів та, як наслідок, травмам, а то й загибелі людей.

Також при зварюванні можливі такі травми: ураження електричним струмом, опіки від шлаку та крапель металу, травми механічного характеру.

Для запобігання всім цим наслідкам важливо неухильно дотримуватись наступних запобіжних заходів. [17]

					КРБ.ЗТ-95.00.00.000 ПЗ	Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата		50

4.2.1 Забезпечення санітарно-гігієнічних умов праці

Для забезпечення необхідної за санітарними нормами чистоти повітря у робочій зоні складально – зварювальних цехів та ділянок однієї вентиляції, як показує практичний досвід, недостатньо вимог до конструкції зварювального обладнання, що застосовується та до організації технологічного процесу проектування та спорудження виробничої будівлі. Мають бути враховано вимоги до об'ємно-планувальних рішень, що сприяють правильної організації повітрообміну в цеху та забезпечують можливість розміщення необхідного вентиляційного обладнання. [16]

Вимоги до зварювального обладнання, матеріалів та організації технологічного процесу.

Максимальна кількість зварювальних операцій повинно виконуватися за допомогою прогресивних високопродуктивних видів зварювання (напівавтоматичного та автоматичного під шаром флюсу, в середовищі захисних газів неплавким електродом та ін.), що мають гігієнічні переваги, оскільки вони супроводжуються утворенням меншої, у порівнянні з ручним зварюванням, кількістю аерозолу та газів, виконуються, як правило, на постійних робочих місцях, що суттєво полегшує роботу обладнання з найбільш ефективною місцевою витяжною вентиляцією. [16]

Захисні скла, вставлені в щитки та маски, зовні закривають простим склом для запобігання їх пошкодження від бризок розплавленого металу. Щитки виготовляють із ізоляційного металу – фібри, фанери тощо. За формою та розмірам вони повинні повністю захищати особу та голову зварника (ГОСТ 1361-69).

Для ослаблення різкого контрасту між яскравістю дуги та малою яскравістю темних стін (кабіни) останні мають бути пофарбовані у світлі тони (сірий, блакитний, жовтий) з додаванням до фарби окису цинку з метою зменшення відбиття ультрафіолетових променів дуги, що падають на стіни.

					КРБ.ЗТ-95.00.00.000 ПЗ	Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата		51

При роботі поза кабіною для захисту зору працюючих зварювальників та допоміжних робітників повинні застосовуватися переносні щити та ширми.

Запобігання небезпеці ураження бризками розплавленого металу та шлаку.

Бризки розплавленого металу, що утворюються при дуговому зварюванні мають температуру до 1800 °С, при якій одяг з звичайної тканини руйнується. Для захисту від таких бризок зазвичай використовують спецодяг (штани, куртку та рукавиці) тільки із спеціальної тканини. [17]

Куртки при роботі не слід вправляти в штани, а взуття повинне мати гладкий верх, щоб бризки розплавленого металу не потрапляли усередину одягу, оскільки у такому випадку можливі важкі опіки.

Для захисту від контакту з вологою, холодною землею та снігом, а також з холодним металом при зовнішніх роботах та в приміщенні зварювальники повинні забезпечуватися теплими підстилками, матами, підколінками та підлокітниками з вогнестійких матеріалів з еластичним прошарком.

Запобігання отруєнню шкідливими газами та аерозолями, що виділяються при зварюванні.

Висока температура дуги (6000 - 8000 °С) неминуче призводить до того, що частина зварювального дроту, покриттів, флюсів переходить у пароподібний стан. Ці пари, потрапляючи в атмосферу цеху, конденсуються і перетворюються на аерозоль конденсації, частинки якого за дисперсністю наближаються до димів і легко потрапляють до органів дихання зварювальників. Ці аерозолі є однією з головних професійних небезпек праці зварювальників. Кількість пилу в зоні дихання зварювальника залежить головним чином від способу зварювання та матеріалів, що зварюються, але також визначається і типом конструкцій. Хімічний склад електрозварювального пилу залежить від способів зварювання та видів основних та зварювальних матеріалів. [17]

Існують суворі вимоги та до забезпечення вентиляції та очищення повітря при зварювальних роботах. Для уловлювання зварювального аерозолу на

					КРБ.ЗТ-95.00.00.000 ПЗ	Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата		52

стаціонарних постах (а там, де це можливо, і на нестаціонарних) необхідно встановлювати місцеві відсмоктувачі у вигляді витяжної шафи, вертикальної або похилої панелі рівномірного всмоктування для столу з підгратовим відсмоктуванням та ін. При зварюванні великогабаритних серійних конструкцій на кондукторах, маніпуляторах тощо місцеві відсмоктувачі необхідно вбудовувати безпосередньо у ці пристрої. При автоматичному зварюванні під флюсом, у захисних газах, а також при електрошлаковому зварюванні застосовують пристрої з місцевим відсмоктуванням газів. [16]

4.2.2 Забезпечення електричної безпеки

1. Надійна ізоляція всіх проводів, пов'язаних з живленням джерела струму та зварювальної дуги, наявність геометрично закритих включених пристроїв, заземлення корпусів зварювальних апаратів. Заземленню підлягають: корпуси джерел живлення, апаратного щитка, допоміжне електричне устаткування. Переріз заземлюючих проводів має бути щонайменше 25 мм². Підключенням, відключенням та ремонтом зварювального обладнання займається лише черговий електрик. Зварювальникам забороняється виконувати ці роботи.

2. Застосування у джерелах живлення автоматичних вимикачів високої напруги, які в момент холостого ходу розривають зварювальне коло і подають на тримач напругу 12 В.

3. Надійна конструкція електродотримача з гарною ізоляцією, яка гарантує, що не буде випадкового контакту струмовідних частин електродотримача зі зварюваним виробом або руками зварювальника (ГОСТ 14651-69). Електродотримач повинен мати високу механічну міцність та витримувати не менше 8000 циклів затиску електродів.

4. Робота у справному сухому спецодязі та рукавицях. При роботі в тісних відсіках та замкнутих просторах обов'язкове використання гумових калош та килимків, джерел освітлення з напругою не понад 6 – 12 В.

5. При роботі на електронно-променевих зварювальних установках необхідний максимально повний захист від дій жорсткого рентгенівського

					КРБ.ЗТ-95.00.00.000 ПЗ	Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата		53

випромінювання, пов'язаного з горінням дуги. Особливу небезпеку представляє і світловий промінь квантових генераторів (лазерів), тому що навіть відображені промені лазера можуть спричинити складне пошкодження очей та шкіри. Тому лазери мають автоматичні пристрої, що запобігають таким ураженням, проте лише за умови суворого дотримання виробничої інструкції операторами-зварювальниками, які працюють на цих установках. [18]

4.2.3 Забезпечення пожежної безпеки

Які є заходи забезпечення пожежної безпеки? Це застосування негорючих і важкогорючих речовин та матеріалів взамін пожежонебезпечних; обмеження застосування горючих речовин; запобігання розповсюдження пожежі за межі вогнища; використання засобів пожежогасіння і т.д.

До організаційних заходів щодо забезпечення пожежної безпеки відносяться навчання робітників та службовців правил пожежної безпеки, розробка та впровадження норм та правил пожежної безпеки, інструкцій про порядок роботи з пожежонебезпечними речовинами та матеріалами, організація пожежної охорони об'єкта. [16]

Інструкція щодо заходів пожежної безпеки повинна висіти на видному місці. Кожен працюючий для підприємства зобов'язаний чітко знати і суворо виконувати правила пожежної безпеки, не допускати дій, які можуть призвести до пожежі.

Усі виробничі, службові, складські, допоміжні будівлі та приміщення, а також територію підприємства необхідно утримувати в чистоті та порядку. Двері евакуаційних виходів мають вільно відкриватися у напрямку виходу з будівлі.

Усі працівники проходять інструктаж з пожежної безпеки, а в цеху знайомляться з пожежним інвентарем та його місцезнаходженням. Необхідно пам'ятати про те, що будь-яка пожежу легше попередити, чим згасити. Захаращувати та закривати пожежні проїзди та проходи до пожежного інвентарю, обладнання та пожежних кранів забороняється. Курити в цехах та на

					КРБ.ЗТ-95.00.00.000 ПЗ	Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата		54

території підприємства категорично забороняється, оскільки поблизу можуть бути легкозаймісті матеріали. Курити дозволяється лише у спеціально відведених місцях, позначені написом «Місце для куріння».

Забороняється кидати на підлогу в цехах папір, картон, промасляні ганчірки. Їх слід прибирати в спеціальні металеві ящики для відходів та до кінця робочої зміни видаляти з цеху. Не можна обгортати електролампи папером або матерією, вішати на електровимикачі та електропроводи одяг, забивати цвяхи між проводами; замінювати запобіжники, що перегоріли шматками дроту.

При роботі з вогненебезпечними матеріалами необхідно дотримуватись протипожежним вимогам та мати на робочому місці для гасіння пожежі пісок, воду, вогнегасники і т. п. Засоби вогнегасіння застосовувати відповідно до інструкцій залежно від характеру горючої речовини.

Кожен робітник або службовець під час пожежі або загоряння зобов'язаний негайно повідомити про це пожежну охорону, приступити до гасіння вогнища пожежі наявними в цеху, на складі або на робочому місці засобами пожежогасіння (вогнегасником, піском тощо) та викликати до місця пожежі начальника цеху, зміни, дільниці чи інша посадову особу. [16]

У разі виникнення пожежі треба організувати порятунок людей, використовуючи для цього наявні засоби: за необхідності викликати газорятувальну, медичну та інші служби; припинити всі роботи, не пов'язані з заходами щодо ліквідації пожежі: забезпечити захист людей, які беруть участь у гасінні пожежі, від можливих обвалів конструкцій, уражень електричним струмом, отруєнь, опіків.

Після прибуття підрозділів пожежної охорони представник адміністрації підприємства, який керував гасінням пожежі, зобов'язаний повідомити начальника підрозділу пожежної охорони необхідні відомості про осередок пожежі; заходи, вжиті з її ліквідації, а також про наявність у приміщеннях людей, зайнятих ліквідацією пожежі. [17]

					КРБ.ЗТ-95.00.00.000 ПЗ	Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата		55

4.3 Безпека під час роботи з підйомними пристроями

З метою забезпечення безпеки при використанні вантажопідйомних та підйомно-транспортних механізмів працюючі повинні бути добре ознайомлені із правилами їх експлуатації. Робітники повинні бути попередньо проінструктовані за облаштування, догляд та управління механізмами. Дозволяється використовувати тільки справні підйомні та підйомно-транспортні механізми. Не допускається підйом та переміщення вантажів, вага яких перевищує вантажопідйомність механізму.

При роботі вантажопідймальних кранів основними причинами нещасних випадків та аварій, як правило, є: [16]

- незнання чи недотримання «Правил безпечної експлуатації вантажопідймальних кранів», правил техніки безпеки та виробничих інструкцій, а також порушення трудової дисципліни;

- невиконання вимог проекту виконання робіт;

- відсутність або зневажливе ставлення з сторони обслуговуючого персоналу до знакової сигналізації, що застосовується під час переміщення вантажів кранами;

- несвоєчасний або неякісний інструктаж з техніки безпеки на робочому місці;

- відсутність справних та своєчасно випробуваних електрозахисних засобів та заземлювальних пристроїв;

- несвоєчасне або неякісне проведення технічних оглядів, ремонтів, технічних оглядів вантажопідймальних кранів; застосування несправних або невипробуваних вантажозахоплювальних пристосувань та ін.

Тому для запобігання нещасним випадкам та аваріям при роботі з обслуговування вантажопідймальних кранів кранівники, помічники кранівників, слюсарі, електрики, стропальники та інженерно-технічні працівники, пов'язані з роботою крана, повинні:

					КРБ.ЗТ-95.00.00.000 ПЗ	Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата		56

– добре знати та точно виконувати «Правила пристрою та безпечної експлуатації вантажопідіймних кранів» та правила техніки безпеки в частині експлуатації та виконання робіт вантажопідіймними кранами, а також вимоги виробничих та посадових інструкцій;

– ні за яких обставин не допускати порушень виробничої та трудової дисципліни під час роботи та ремонту вантажопідіймальних кранів;

– ретельно виконувати вимоги проекту виконання робіт;

– суворо стежити за облаштуванням електрозахисних пристроїв та заземленням;

– своєчасно та якісно проводити технічний огляд, ремонт та технічний огляд вантажопідіймальних кранів;

– систематично виконувати технічний нагляд за станом механізмів крану, підкранових шляхів та суворо виконувати заводську інструкцію з експлуатації крану;

– не допускати виконання ремонтних робіт несправним інструментом, без захисних та запобіжних засобів;

– своєчасно та якісно проводити інструктаж з техніки безпеки на робочому місці;

– суворо виконувати вказівки наявної знакової сигналізації.

					КРБ.ЗТ-95.00.00.000 ПЗ	Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата		57

ВИСНОВКИ

В кваліфікаційній роботі розроблено технологічний процес складання та наплавлення валка прокатного стану. На основі базового технологічного процесу виготовлення валків і особливостей конструкції виробу в роботі запропонований принципово новий технологічний процес складання і наплавлення, основою якого є автоматичне наплавлення під шаром флюсу АН-60 із застосуванням зварювального автомата типу А1416 та наплавлювального дроту ВЕЛТЕК Н470.

З метою реалізації запропонованого технологічного процесу обґрунтовано зварювальне обладнання та розроблено конструкції складально-зварювальних пристосувань, які забезпечать мінімальний час на виконання операцій та зменшать виробничі площі.

Запропонований технологічний процес дасть можливість забезпечити вищий рівень якості виконання технологічних операцій і зменшити кількість основних технологічних засобів, що дозволяють зменшити собівартість продукції та збільшити прибуток від її реалізації.

					КРБ.3Т-95.00.00.000 ПЗ	Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата		58

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Биковський О.Г. Зварювання, різання й контроль якості під час виробництва металоконструкцій: підручник. – К.: Основа, 2021. – 400 с.
2. Костін О.М. Зварювальні матеріали: навч. посібник / О.М. Костін – Миколаїв:НУК, 2004. – 225 с.
3. Технологія та обладнання зварювання плавленням та термічного різання: Підручник для вузів. - 2-ге вид. випр. та дод. /А. І. Акулов, Ст. П. Альохін, С. І. Єрмаков [та ін]; за ред. А. І. Акулова. - М.: Машинобудування, 2003. - 560 с.
4. Голякевич, А.А. Досвід застосування електродугового наплавлення порошковим дротом на підприємствах України / О.О. Голякевич, Л.М. Орлов, Л.С. Малинов, В.І. Титаренко // Автоматичне зварювання. - 2016. - № 9. - С. 37–41.
5. Жерносеков А.М. Імпульсно-дугове зварювання плавким електродом А.М. Жерносеков, В.В. Андрєєв // Автоматичне зварювання. - 2007. - № 10. - С. 48–52.
6. Походня, І.К. Зварювання порошковим дротом/І.К. Походня, А.М. Суптель, В.М. Шльопаків. - К.: Наукова думка, 1972. - 223 с.
7. Дослідження та розробки ІЕС ім. е. О. Патона в галузі електродугового зварювання та наплавлення порошковим дротом (Огляд) / І.І. До. Походня, Ст. н. Шлепаков, С. Ю. Максимов [та ін] // Автоматичне зварювання.– 2010. -№ 12.-С. 34-42.
8. Юзвенко, Ю.А. Наплавлення порошковим дротом /Ю.А. Юзвенко, Г.А. Кирилюк. - М.: Машинобудування, 1973. - 45 с.
9. Шлепаков, В.М. Сучасний стан розробки та застосування порошкових дротів для зварювання вуглецевих та низьколегованих сталей / В.М.

					КРБ.ЗТ-95.00.00.000 ПЗ	Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата		59

- Шлепаков, Ю.А. Гаврилюк, О.С. Котельчук // Автоматичне зварювання. - 2010. - № 3. - С. 46–51.
10. Шлепаков, В.М. Фізико-металургійні та зварювально-технологічні властивості газозахисних порошкових дротів для зварювання конструкційних сталей / В.М. Шльопаків // Автоматичне зварювання. - 2014. - № 6-7. - С. 56–59.
 11. Розерт, Р. Застосування порошкових дротів для зварювання у промислових умовах/Р. Розерт // Автоматичне зварювання. – 2014. – № 6-7. – С. 60-64.
 12. Кондратьев І. А. Порошкові дроти для наплавлення сталевих валків гарячої прокатки/І. А. Кондратьев, І. А. Рябцев // Автоматичне зварювання. - 2014. - № 6-7. - С. 99-100.
 13. Бабинець, А.А. Вплив способів дугового наплавлення порошковим дротом на проплавлення основного металу та формування наплавленого металу / О.О. Бабинець, І.А. Рябцев, А.І. Панфілов [та ін] // Автоматичне зварювання. - 2016. - № 11. - С. 20-25.
 14. Лебедев, В.А. Особливості формування структури зварних з'єднань при дуговому наплавленні з імпульсною подачею електродного дроту / В.О. Лебедев, І.В. Лендел, А.В. Яровіцин [та ін] // Автоматичне зварювання. - 2006. - № 3. - С. 25–30.
 15. Лендел, І.В. Вплив імпульсної подачі електродного дроту на формування та зносостійкість наплавленого валика, а також втрати електродного металу при дуговому наплавленні у вуглекислому газі / І.В. Лендел, С.Ю. Максимов, В.А. Лебедев, О.А. Козирко // Автоматичне зварювання. - 2015. - № 5-6. - С. 46–48.
 16. Левченко О. Г. Охорона праці у зварювальному виробництві. Навчальний посібник. – К.: Основа, 2010. – 240 с.
 17. Жидецький В. Ц., Джигирей В. С., Мельников О. В. Основи охорони праці. Підручник.- Видавництво 5-те, доповнене. – Л.: Афіша, 2000.-350 с.

					КРБ.ЗТ-95.00.00.000 ПЗ	Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата		60

18. Вайнштейн В.Е. Безпека і охорона праці на підприємствах машинобудування [Текст] / В.Е. Вайнштейн. - К.: Вища школа, 1999.-262с.

					КРБ.3Т-95.00.00.000 ПЗ	Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата		61

ДОДАТКИ

					КРБ.3Т-95.00.00.000 ПЗ	Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата		62