

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

Навчально-науковий інститут матеріалознавства та зварювання

імені Є.О. Патона

Кафедра зварювального виробництва

«На правах рукопису»
УДК 621.791

ДО ЗАХИСТУ ДОПУЩЕНО

Завідувач кафедри

Віктор КВАСНИЦЬКИЙ

(підпис)

«__» _____ 20__ р.

**Магістерська дисертація
на здобуття ступеня магістра
за освітньо-професійною програмою
«Інжиніринг зварювання, лазерних та споріднених технологій»
зі спеціальності 131 «Прикладна механіка»
на тему:
«Технологія складання та зварювання крана кульового»**

Виконав:

студент II курсу, групи НЗ-з31мп
Онуфрієнко Олександр Олегович

Керівник:

Доцент, к. т. н., доц.
Чвертко Євгенія Петрівна

Консультант з охорони праці
та безпеки в надзвичайних ситуаціях:
Зав. каф., д. т. н., професор
Левченко Олег Григорович

Консультант з розроблення стартап-проєкту:

Доцент, к. е. н.,
Глущенко Ярослава Іванівна

Рецензент:

Доцент, к. т. н., доц.,
Кондрашев Павло Васильович

Засвідчую, що у цій магістерській
дисертації немає запозичень з праць
інших авторів без відповідних посилань.

Студент

(підпис)

Київ – 2024 року

**Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»**

**Навчально-науковий інститут матеріалознавства та зварювання
імені Є.О. Патона
Кафедра зварювального виробництва**

Рівень вищої освіти – другий (магістерський)

Спеціальність – 131 «Прикладна механіка»

Освітньо-професійна програма – «Інжиніринг зварювання, лазерних
та споріднених технологій»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ Віктор КВАСНИЦЬКИЙ

«__» _____ 20__ р.

ЗАВДАННЯ

на магістерську дисертацію студенту

Онуфрієнко Олександр Олегович

1. Тема дисертації «Технологія складання та зварювання крана кульового»

науковий керівник Чвертко Євгенія Петрівна, к.т.н., доц.,

затверджені наказом по університету від «08 » 11 2024 р. № 5020-с.

2. Термін подання студентом дисертації _____ 15 грудня 2024 р.

3. Об'єкт дослідження - технологічний процес складання та зварювання крана кульового.

4. Вихідні дані: креслення загального виду крана кульового; матеріал зварного виробу – S235J2; умови виготовлення – цехові; температура експлуатації – від –35 до +180 °С; тип виробництва – серійне; кількість виготовлення – 500 одиниць на рік.

5. Перелік завдань, які потрібно розробити:

1. Виконати конструктивно-технологічний аналіз зварного виробу; охарактеризувати призначення, технічні вимоги, структуру виробу та умови експлуатації; надати характеристику зварних з'єднань і основного матеріалу; врахувати умови виготовлення і обґрунтовано призначити спосіб зварювання плавленням; виконати вибір розкриття крайок зварних з'єднань; розрахувати параметри режиму зварювання; обґрунтувати вибір зварювальних матеріалів; вибрати зварювальне устаткування загального призначення. 2. Розробити технологічний процес виготовлення зварного виробу на основі визначення вихідних даних для проєктування технологічних процесів виготовлення зварного виробу: визначити тип зварної конструкції; порівняти базовий із запропонованим власним варіантами розчленування зварної конструкції на складальні одиниці та деталі; розробити технологічні процеси виготовлення заготовок і деталей зварного виробу; визначити базовий і власний варіанти складально-зварювальних технологічних процесів виготовлення зварного виробу; обґрунтувати вибір раціонального варіанту технологічного процесу виготовлення зварного виробу; виконати оформлення документації робочого технологічного процесу складання-зварювання заданого виробу; призначити спосіб контролю якості зварних з'єднань. 3. Розробити засоби технологічного спорядження складально-зварювальних технологічних процесів виготовлення зварного виробу на основі вихідних даних для розроблення засобів технологічного спорядження; адаптувати конструкцію складально-зварювального оснащення; розробити і вибрати конструкцію засобів механізації та автоматизації; виконати компоновання зварювальної установки. 4. Розробити і спланувати виробничу дільницю складання-зварювання: визначення вихідних даних для розроблення і планування дільниці; розробити раціональний варіант розміщення засобів технологічного спорядження; спроектувати план виробничої дільниці. Сформулювати загальні висновки до технологічного розділу проєкту. 5. Виконати розробку стартап-проєкту для впровадження розробленої технології складання-зварювання виробу. 6. Проаналізувати небезпечні фактори і розробити заходи з охорони праці на виробництві.

6. Орієнтовний перелік ілюстративного матеріалу:

1. Креслення крану кульового (А1х1); 2. Схема технологічного процесу виготовлення крану кульового (А1х1); 3. Креслення ділянки для проставлення прихваток крану кульового (А1х1); 4. Креслення ділянки для зварювання бобишки (А1х1); 5. Креслення установки для зварювання патрубків і фланців крану кульового (А1х1); 6. Креслення ділянки для зварювання внутрішнього шва фланців крану кульового (А1х1); 7. Креслення плану дільниці цеху для виготовлення крану кульового (А1х1); 8. Режим зварювання крану кульового (А1х1).

7. Орієнтовний перелік публікацій: Онуфрієнко О.О. студ., доц. Чвертко Є.П., Сучасні підходи до врахування попереднього досвіду роботи при отриманні професійних кваліфікацій International Institute of Welding // Сімнадцята міжнародна міжгалузева науково-технічна конференція студентів, аспірантів та наукових співробітників «Зварювання та споріднені процеси і технології», 11 – 12 червня 2024 р. – С.27

8. Консультанти розділів дисертації

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Розроблення стартап-проєкту	Глушенко Я.І., к.е.н., доц.		
Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	Левченко О.Г., зав. каф.		

9. Дата видачі завдання 31.10.2024 р.

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання магістерської дисертації	Термін виконання етапів магістерської дисертації	Примітка
1	Систематизація і обробка матеріалів для включення до пояснювальної записки.	30 жовтня 2024 р.	
2	Розробка проєктної частини	20 листопада 2024 р.	
3	Збір додаткових матеріалів, детальна розробка і обґрунтування проєктних рішень	26 листопада 2024 р.	
4	Оформлення графічного матеріалу	01 грудня 2024 р.	
5	Літературна обробка і остаточне оформлення пояснювальної записки	15 грудня 2024 р.	

Студент _____

Олександр ОНУФРІЄНКО

Науковий керівник _____

Євгенія ЧВЕРТКО

РЕФЕРАТ

Структура дисертації: 128 с., 3 р., 46 табл., 40 рис., 4 дод., 54 джерела, графічної частини 8.

КРАН КУЛЬОВИЙ, ЗВАРЮВАННЯ В СУМІШІ ГАЗІВ, МАГ, КОНСТРУКЦІЯ ВУГЛЕЦЕВА ЯКІСНА СТАЛЬ, ЗВАРЮВАЛЬНЕ ВИРОБНИЦТВО.

Актуальність: Зростання вимог до надійності та герметичності кранів у таких галузях, як-от газопостачання, водопостачання, нафтовидобування, хімічна промисловість.

Мета дослідження: розробка оптимального технологічного процесу складання і зварювання вузлів крана кульового з використанням методів автоматизації та механізації.

Для досягнення даної мети сформовано такі задачі:

- аналіз матеріалу з точки зору його здатності до зварювання;
- аналіз конструкції вузлів кульового крана для розроблення порядку зварювання швів;
- вибір способу зварювання та визначення параметрів режимів;
- вибір зварювального і допоміжного обладнання; розрахунок окремих його вузлів;
- вибір методів і техніки контролю якості зварних з'єднань.

Об'єкт дослідження: технологічний процес складання і зварювання крана кульового.

Предмет дослідження: технологічні операції складання, зварювання та контролю якості.

Методи дослідження.

- комплексний аналіз характеристик матеріалу виробу на основі його хімічного складу та умов поставки для визначення здатності до зварювання;
- комплексний аналіз літературних джерел з метою вибору оптимального способу зварювання;

– розрахунки на основі існуючих методик для визначення параметрів режиму зварювання окремих з'єднань та для визначення основних характеристик обладнання з метою його модернізації.

Новизна одержаних результатів полягає в наступному:

– створено новий технологічний процес складання і зварювання кульового крана з урахуванням вимог вітчизняних та європейських стандартів виробництва;

– спроектовано стенди для складання та зварювання окремих елементів і самого крана, що гарантують дотримання необхідних геометричних параметрів під час виготовлення.

Практичне значення одержаних результатів. Застосування розробленої технології складання та зварювання кульового крана дозволить оптимізувати процеси складання та зварювання, що сприятиме підвищенню продуктивності шляхом скорочення витрат на виготовлення одиниці продукції.

ABSTRACT

Thesis structure: 128 p., 3 y., 46 tables, 40 figures, 4 appendices, 54 sources, graphic part 8.

BALL VALVE, WELDING IN A MIXTURE OF GASES, MAG, CARBON STEEL STRUCTURE, WELDING PRODUCTION.

Relevance: Increasing requirements for reliability and tightness of valves in such industries as gas supply, water supply, oil production, chemical industry.

Research objective: development of an optimal technological process for assembling and welding ball valve assemblies using automation and mechanization methods.

To achieve this goal, the following tasks have been formulated:

- analysis of the material from the point of view of its weldability;
- analysis of the design of ball valve assemblies to develop the procedure for welding seams;
- selection of the welding method and determination of mode parameters;
- selection of welding and auxiliary equipment; calculation of its individual components;
- selection of methods and techniques for quality control of welded joints.

Object of research: technological process of assembly and welding of a ball valve.

Subject of research: technological operations of assembly, welding and quality control.

Research methods.

- comprehensive analysis of the characteristics of the product material based on its chemical composition and delivery conditions to determine the ability to weld;
- comprehensive analysis of literary sources in order to select the optimal welding method;
- calculations based on existing methods to determine the parameters of the welding mode of individual joints and to determine the main characteristics of the equipment for the purpose of its modernization.

The novelty of the results obtained is as follows:

- a new technological process of assembly and welding of a ball valve has been created, taking into account the requirements of domestic and European production standards.

- stands for assembly and welding of individual elements and the valve itself have been designed, which guarantee compliance with the necessary geometric parameters during manufacturing.

Practical significance of the results obtained. The application of the developed technology for assembling and welding a ball valve will allow optimizing the assembly and welding processes, which will contribute to increasing productivity by reducing the cost of manufacturing a unit of product.

ЗМІСТ

СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАКИ.....	10
ВСТУП.....	12
1 Конструктивно-технологічний аналіз крана кульового.....	13
1.1 Загальна характеристика виробу.....	13
1.2 Аналіз матеріалу виробу.....	15
1.3 Призначення зварних швів згідно стандарту ДСТУ ISO 9662-1:2014..	23
1.4 Обґрунтування і вибір способів зварювання.	25
1.5 Вибір необхідних зварювальних матеріалів.....	28
1.6 Розрахунок режимів зварювання швів і витрат зварювальних матеріалів.....	29
2 Технологічний процес складання та зварювання виробу.....	37
2.1 Вибір устаткування для зварювання крана кульового	37
2.2 Розробка технологічної послідовності складання-зварювання крана кульового	40
2.3 Вибір устаткування для складання і зварювання крана кульового.....	45
2.4 Компоновка установки для зварювання швів крана кульового.....	47
2.5 Розрахунок складально-зварювального устаткування.....	54
2.6 Модернізація обладнання.....	67
3 Обґрунтування і призначення способів контролю якості зварних швів .	71
3.1 Обґрунтування призначення способу контролю.....	71
4 План виробничої площі.....	76
5 Розробка стартап-проекту.....	79
5.1 Опис ідеї проекту.....	80
5.2 Технологічний аудит ідеї проекту.....	82

					<i>НЗ-з31мп.03.00.000ПЗ</i>		
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докum.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>Технологія складання та зварювання крана кульового</i>		
<i>Розроб.</i>		<i>Онуфрієнко О.О</i>					
<i>Перевір.</i>		<i>Чвєртко Є.П.</i>					
<i>Н. Контр.</i>		<i>Лисак В.В.</i>					
<i>Затверд.</i>		<i>Квасницький В.В.</i>					
					<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркцив</i>
						<i>8</i>	<i>128</i>
					<i>КПІ ім. Ізгоря Сікорського НН ІМЗ. Є. О. Патона</i>		

5.3	Аналіз ринкових можливостей запуску стартап-проекту.....	83
5.4	Розроблення ринкової стратегії проекту.....	90
5.5	Розроблення маркетингової програми стартап-проекту.....	93
6	Охорона праці.....	97
6.1	Аналіз шкідливих і небезпечних виробничих факторів (ШНВФ).....	97
6.2	Інженерні рішення для забезпечення праці.....	101
6.3	Розрахунок інженерного рішення.....	109
6.4	Вимоги безпеки в надзвичайних ситуаціях.....	111
	ВИСНОВОК.....	115
	ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ.....	116
	ДОДАТКИ	125
	ДОДАТОК А Технологічна інструкція зі зварювання (pWPS) №1.....	126
	ДОДАТОК Б Технологічна інструкція зі зварювання (pWPS) №2.....	128
	ДОДАТОК В Технологічна інструкція зі зварювання (pWPS) №3.....	130
	ДОДАТОК Г Технологічна інструкція зі зварювання (pWPS) №4.....	132

СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАКИ

РА – нижнє положення;

РВ – горизонтально-вертикальне положення;

РС – горизонтальне положення;

РD – горизонтально-стельове положення;

РЕ – стельове положення;

РF – вертикальне положення знизу до верху;

РG – вертикальне положення знизу до верху;

111 – ручне дугове зварювання покритим електродом;

114 – дугове зварювання порошковим дротом (самозахисним);

121 – дугове зварювання під флюсом дротяним електродом;

125 – дугове зварювання під флюсом порошковим дротом (частково механізоване);

131 – дугове зварювання металевим (плавким) електродом в інертних газах;

135 – дугове зварювання металевим (плавким) електродом в активних газах;

136 – дугове зварювання порошковим дротом (з флюсовим наповнювачем) із захистом активним газом;

137 – дугове зварювання порошковим дротом в інертних газах;

138 – дугове зварювання порошковим дротом з металевим наповнювачем в активних газах;

					<i>НЗ-з31мн.03.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						10
Зм.	Арк.	№ документу		Перев		

141 – дугове зварювання вольфрамовим електродом в інертних газах присадним дротом/прутком суцільного перетину;

142 – дугове зварювання вольфрамовим електродом, що не плавиться (без присадного матеріалу), в інертних газах;

143 – дугове зварювання вольфрамовим електродом, що не плавиться, з використанням порошкового присадного матеріалу (дроту/прутка);

145 – дугове зварювання вольфрамовим електродом, що не плавиться, в інертному газі з додаванням відновлюючого газу ($\text{Ar}+6\%\text{H}_2$) та використанням суцільного присадного матеріалу (дроту/прутка);

15 – плазмове зварювання;

311 – газове зварювання.

					<i>НЗ-з31мп.03.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						11
Зм.	Арк.	№ документа		Перев		

ВСТУП

Кульовий кран є одним із найпоширеніших типів запірної арматури, що широко застосовується в різних галузях промисловості, зокрема в хімічній, нафтовій, газовій, водопостачальній та теплопостачальній сферах. Його основними перевагами є висока герметичність, надійність у роботі, компактність конструкції та простота в експлуатації. Завдяки своїй конструкції кульовий кран забезпечує швидке перекриття або регулювання потоку робочого середовища, що робить його незамінним у багатьох технологічних процесах.

Розробка та впровадження сучасних технологій виготовлення кульових кранів є важливим завданням для підвищення їхньої ефективності, зменшення витрат на виробництво та забезпечення відповідності високим стандартам якості та безпеки. Особлива увага приділяється вибору матеріалів, що забезпечують тривалу експлуатацію за умов високих температур, тисків і агресивних середовищ.

У цьому дослідженні детально проаналізовано технологічні особливості виготовлення кульового крана, зокрема вимоги до матеріалів, конструкцій, технологічних процесів складання і зварювання. Окрему увагу приділено питанням безпеки та екологічної відповідності цих виробів. У підсумку дослідження представлено всебічний аналіз сучасних методів і новітніх рішень у виробництві кульового крана, спрямованих на підвищення його якості, надійності та відповідності строгим стандартам технічної ефективності.

					<i>НЗ-з31мп.03.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						12
Зм.	Арк.	№ документу		Перев		

Робоча конструкція - 35...+ 180 °С, виготовлення кульового крану згідно ДСТУ ISO 7121:2010, ТУ У 29.1-23392043-001. Клас герметичності "А" по ДСТУ EN 12266-1:2015 – відсутність протікань. Умови роботи УХЛ1, тип атмосфери ІІ, але не нижче - 35 °С. Робоче середовище вода, природний газ, нафтопродукти, інертні гази.

Монтажне положення крана на трубопроводі – будь яке. Кран слід встановлювати на трубопроводі в місцях, доступних для огляду та обслуговування. Перед установкою крана приєднувальні патрубки трубопроводу повинні бути очищені від бруду, піску, окалини та ін. Монтаж крана проводиться в будь якому положенні. Кран не повинен нести навантажень від трубопроводу (згин, стиск, розтяг, кручення, перекося, нерівномірність). При необхідності повинні бути передбачені опори або компенсатори, що знімають навантаження на кран від трубопроводу. Не допускається застосовувати кран на трубопроводах під дією вібрації. Робоче середовище не повинно містити механічні домішки, котрі можуть пошкодити ущільнення поверхні пробки кульової. При гідравлічному випробуванні трубопроводу на міцність кран повинен бути відкритим. Періодичні і контрольні випробування суміщають з випробуваннями трубопроводу, на якому встановлено виріб. Для запобігання заклинювання кульового крана необхідно кілька разів на рік проводити по 2-3 цикли «відкрито-закрито». Складові частини наведені в таблиці 1.1 [1].

Таблиця 1.1 – Складові частини «Кульового крану»

№	Деталі	Кількість
1	Корпус	1
2	Патрубок	2
3	Фланець	2
4	Шток	1
5	Пробка кульова	1
6	Кільце ущільнююче кулі	4
7	Шайба упорна	2
8	Пружина трілчаста	2
9	Втулка кріпильна	2
10	Бобишка	1

Корпус є основним елементом крана, який утримує всі компоненти та забезпечує захист внутрішніх частин.

Патрубки являють собою частини корпусу, що підключають кран до трубопроводу. Вони забезпечують з'єднання потоку робочого середовища до та від кульового крана.

Фланці служать для надійного з'єднання кульового крана з трубопроводом. Це спеціальні диски з отворами для болтів, що дозволяють міцно з'єднувати компоненти трубопроводу.

Шток передає крутний момент від ручки або приводу на кульовий затвор, забезпечуючи його поворот на 90° , що відкриває або закриває прохід для потоку.

Кільце ущільнююче кулі розміщується навколо кульового затвора і забезпечує герметичність у місці з'єднання кулі з корпусом крана.

Шайба упорна виконує функцію фіксації кульового затвора та інших деталей у потрібному положенні, зменшуючи навантаження на вузли під час роботи.

Пружина тарілчаста має форму тарілки і встановлюється для компенсації осьових навантажень і забезпечення натягу між з'єднаними деталями.

Бобишка кріпильна забезпечує надійне кріплення кульового затвора і штока, дозволяючи елементам зберігати стійкість під час обертання.

Кульова пробка працює шляхом обертання кульового затвора за допомогою штока. Коли отвір у кулі співпадає з отвором у трубопроводі, потік проходить через пробку. Якщо кулю повернути на 90° , отвір буде перекритий, і потік зупиниться.

1.2 Аналіз матеріалу виробу

Кульовий кран виготовляється зі S235J2 - це конструкційна вуглецева якісна сталь, яка широко використовується у виробництві деталей і конструкцій, що не піддаються високим навантаженням, але потребують хорошої пластичності та зварюваності. S235J2 є перлітною сталлю. Це означає, що її структура складається

					<i>НЗ-з31мп.03.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						15
Зм.	Арк.	№ документу		Перев		

з перліту і фериту. Перлітні сталі характеризуються хорошими механічними властивостями, такими як міцність, пластичність і зварюваність.

Розглянемо хімічні та механічні властивості S235J2 [4].

Таблиця 1.2 – Хімічний склад S235J2 (ДСТУ EN 10027-2:2019)

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Cu	As
0.17 - 0.24	0.17 - 0.37	0.35 - 0.65	до 0.3	до 0.04	до 0.035	до 0.25	до 0.3	до 0.08

Таблиця 1.3 – Механічні властивості S235J2 (ДСТУ EN 10027-2:2019)

Прокат	Межа текучості, σ_t , МПа	Відносне звуження, ψ , %	Тимчасовий опір σ_b , МПа	$\delta_5\%$	Ударна в'язкість КСУ при 20°C, Дж/см ²	Термообробка
Труби гарячедеформовані	255	50	431	22	780	-
Труби	245		412	21		-
Прокат		40	490	7		

Таблиця 1.4 – Фізичні властивості S235J2 (ДСТУ EN 10027-2:2019)

T	E 10 ⁻⁵	a 10 ⁶	l	r	C	R 10 ⁹
Град	МПа	1/Град	Вт/(м·град)	кг/м ³	Дж/(кг·град)	Ом·м
20	2.13		52	7859		
100	2.03	11.6	50.6	7834	486	219
200	1.99	12.6	48.6	7803	498	292
300	1.9	13.1	46.2	7770	514	381
400	1.82	13.6	42.8	7736	533	487
500	1.72	14.1	39.1	7699	555	601
600	1.6	14.6	35.8	7659	584	758
700		14.8	32	7617	636	925
800		12.9		7624	703	1094
900				7600	703	1135
T	E 10 ⁻⁵	a 10 ⁶	l	r	C	R 10 ⁹

Здатність до зварювання S235J2

Здатністю до зварювання називають властивість матеріалу утворювати в процесі зварювання зварне з'єднання, що відповідає певним вимогам.

У випадку нашої сталі ми можемо найбільш точно оцінити цей показник, оскільки знаємо, яку деталь оцінюємо і відповідно умови її експлуатації. Однак в

					<i>НЗ-з31мн.03.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						16
Зм.	Арк.	№ документу		Перев		

цілому ми будемо спиратись на технологічні властивості і хімічний склад сталі, тобто окремих її елементів в її хімічному складі, щоб оцінити проблеми, що будуть з'являтись перед зварником на протязі роботи з даною сталлю. Таким чином ми розглянемо характерні дефекти для даної сталі, способи їх уникнення і в кінці оцінимо до якої категорії зварюваності відноситься дана сталь.

Для початку пропоную розібрати вплив кожного легуючого елемента на зварність даної сталі, а вже потім розбирати характерні дефекти і схильність до них [2].

Оскільки в сталі є вуглець почнемо саме з нього. Так як дана сталь має вміст вуглецю до 0,25 % саме такий вміст у сталі як вважається покращує властивості сталі найкраще, і також що дуже добре впливає на зварюваність сталі, адже в такій концентрації вуглець завдяки своїм властивостям основного аустеніто утворювача у сталі обмежує ріст феритних зерен, що пагубно впливають на механічні властивості сталі. Також до деякої межі із збільшенням кількості вуглецю в сталі він підвищує її твердість, а відносно видовження і звуження майже не змінюється.

Марганець при вмісті понад 1 % збільшує твердість, зносостійкість стійкість проти ударних навантажень, не зменшуючи пластичності. Сприяє утворенню аустеніту і тому розширює аустенітну ділянку діаграми стану. Великий вміст марганцю (більше 2 %) призводить до зростання тенденції її розтріскування і жолоблення при загартуванні. Присутність у сталях марганцю заохочує такі домішки як фосфор, олово, сурма та миш'як сегрегувати до меж границь зерен із виникненням відпускнуї крихкості.

Кремній, що вводиться в низьколеговані сталі в кількостях до 1,7 %, особливо шкідливого впливу для зварюваності не несе. Деякий негативний вплив кремнію може бути пов'язано з тим, що він зміцнює ферит і сприяє неоднорідності в розподілі вуглецю. Тому в зонах теплового впливу сталей з кремнієм більш помітний вплив збільшення швидкості нагрівання на підвищення ступеня неоднорідності аустеніту і не однорідність властивостей після охолодження. Крім

					<i>НЗ-з31мн.03.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						17
Зм.	Арк.	№ документа		Перев		

того, кремній утворює стійкі окисні плівки, що може негативно вплинути на зварюваність.

Першим характерним майже для всіх сталей дефектом є, гарячі тріщини. Але за допомогою літератури правильно оцінити схильність саме певної конструкції до гарячих тріщин неможливо. І для того, щоб дійсно правильно оцінити схильність металу скористаємось критерієм HCS, і щоб дані були отримані для найгіршого хімічного складу допустимого для даної сталі в чисельнику відсоткові частки елементів будуть взяті найбільш допустимі, а в знаменнику найменші допустимі:

$$HCS = \frac{C \cdot (S + P + 0.04Si + 0.01Ni) \cdot 10^3}{3Mn + Cr + Mo + V}$$

$$HCS = \frac{0.24 \cdot (0.04 + 0.035 + 0.04 \cdot 0.37 + 0.01 \cdot 0.3) \cdot 10^3}{3 \cdot 0.65 + 0.25 + 0 + 0} = 10.12$$

Наступним типом дефектів до якого може бути схильна дана сталь є холодні тріщини.

$$C_{\text{екв}} = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr + Mo + V}{5} + \frac{Ni + Cu}{15}$$

$$C_{\text{екв}} = 0.24 + \frac{0.65}{6} + \frac{0 + 0 + 0}{5} + \frac{0.3 + 0.3}{15} = 0.38$$

При $C_{\text{екв}} > 0.45 \dots 0.5$ % можливо утворення холодних тріщин в біля шовній зоні основного металу. В нашому випадку при показнику $C_{\text{екв}} = 0,38$ сталь не схильна до холодних тріщин.

					<i>H3-331mn.03.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						18
Зм.	Арк.	№ документа		Перев		

Як відомо основним джерелом пор у зварному шві є водень, що розчиняється на поверхні металу, а також попадає у зварювальну ванну з брудом. Оскільки уникнення даного дефекту регламентується майже в кожній технічній літературі, зупинятися на ньому ми не будемо, а лише зазначимо, що для уникнення пор в металі шва треба ретельно готувати деталь під зварювання, тобто зачищати її від бруду, а також прожарювати зварювальні електроди, флюси, а також просушувати і підігрівати захисний газ, та використання зварювальних матеріалів з елементами розкисниками.

До дефектів зварювання прийнято відносити тріщини, непровари, пористість та шлакові включення. Міжнародний стандарт ISO 6520-1, що класифікує та описує дефекти зварювання плавленням, визначає його як «несуцільність зварного шва або відхилення від передбачуваної геометрії зварного шва».

До найбільш поширених зварювальних дефектів процесу MIG/MAG відносять, наприклад, пористість, включення, підрізи, надмірна асиметрія кутових швів, непровари, бризки. Найбільш типовими проблемами при зварюванні MIG/MAG є бризки та несплавлення. Кожен дефект має причини виникнення, які має знати зварювальник, щоб у подальшому не допустити їх.

Пори: це невеликі порожнини, що утворюються у зварному шві внаслідок захоплення газів чи інших речовин. Пори можуть призвести до послаблення міцності зварного з'єднання.

Неметалеві включення: це частинки матеріалу, які не розплавляються в процесі зварювання і залишаються в зварному шві. Вони можуть знижувати міцність зварного з'єднання.

Недостатнє проплавлення: відбувається, коли зварний шов не проникає досить глибоко у матеріал, що може призвести до послаблення зварного з'єднання.

Нерівномірність шва: виникає, коли шов не має рівномірної товщини чи ширини по всій довжині зварного з'єднання. Нерівномірність шва може призвести до порушення міцності з'єднання.

					<i>НЗ-331мн.03.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						19
Зм.	Арк.	№ документа		Перев		

Перегрів: відбувається, коли матеріал стає занадто гарячим під час зварювання та втрачає свою міцність. Це може бути викликано неправильним налаштуванням зварювального обладнання або неправильним вибором параметрів зварювання.

Тріщини: це невеликі розриви у зварному шві, які можуть виникнути внаслідок перегріву чи інших факторів. Тріщини можуть призвести до поломки зварного з'єднання.

Щоб не допустити виникнення дефектів зварювання слід дотримуватись наступних рекомендацій

Підготовка матеріалів: перед початком зварювання поверхні матеріалів повинні бути чистими, сухими та не містити оксидів, жирів, фарби та інших забруднень, які можуть негативно вплинути на якість зварного з'єднання.

Вибір обладнання: необхідно вибрати правильне обладнання для зварювання, враховуючи характеристики матеріалу та тип зварювання.

Правильний вибір зварювального матеріалу: зварювальний матеріал має бути підібраний з урахуванням властивостей матеріалу, що з'єднуюватиметься, а також типу зварювання.

Управління тепловим впливом: необхідно контролювати тепловий вплив на матеріал під час зварювання, щоб уникнути деформацій, тріщин та інших дефектів.

Дотримання режиму зварювання: необхідно дотримуватись режиму зварювання, зазначеного в технічній документації, що супроводжує зварювальне обладнання та зварювальний матеріал.

Контроль якості: слід проводити контроль якості зварних з'єднань, використовуючи відповідне обладнання, щоб виявити можливі дефекти та запобігти їх появі в майбутньому.

Навчання та кваліфікація персоналу: зварювальники повинні мати достатні знання та досвід, дотримуватися технологій із WPS [3].

Дефекти в кутових швах

Несплавлення зварного шва показано на рисунку 1.2.

					<i>НЗ-з31мн.03.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						20
Зм.	Арк.	№ документа		Перев		

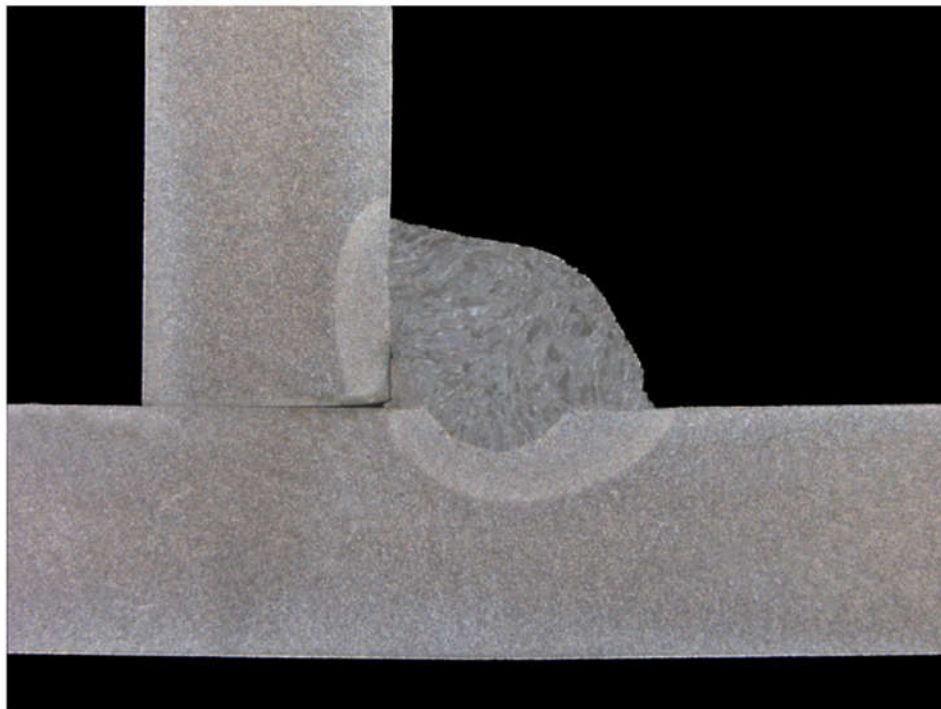


Рисунок 1.2 – Несплавлення [3]

Таблиця 1.5 – Причини дефекту та метод його профілактики [3]

Причини	Метод профілактики
Неправильний кут пальника	Впевніться, що кут пальника забезпечує адекватне сплавлення кромek.
Надмірно високий струм або дуже низька швидкість зварювання, що призводить до заливання зварювальної ванни перед дугою, і, як наслідок, недостатнього проплавлення	Вибирайте параметри зварювання (високий зварювальний струм, коротка довжина дуги та не дуже висока швидкість зварювання), які забезпечують достатнє проплавлення без заливання.
Забруднення на стиках	Очистіть поверхню з'єднання
Занадто довга дуга/надто висока напруга	Використовуйте більш коротку дугу/меншу напругу
Занадто низька погонна енергія	Збільшити тепловкладення

Надмірна асиметрія кутового шва показана на рисунку 1.3.

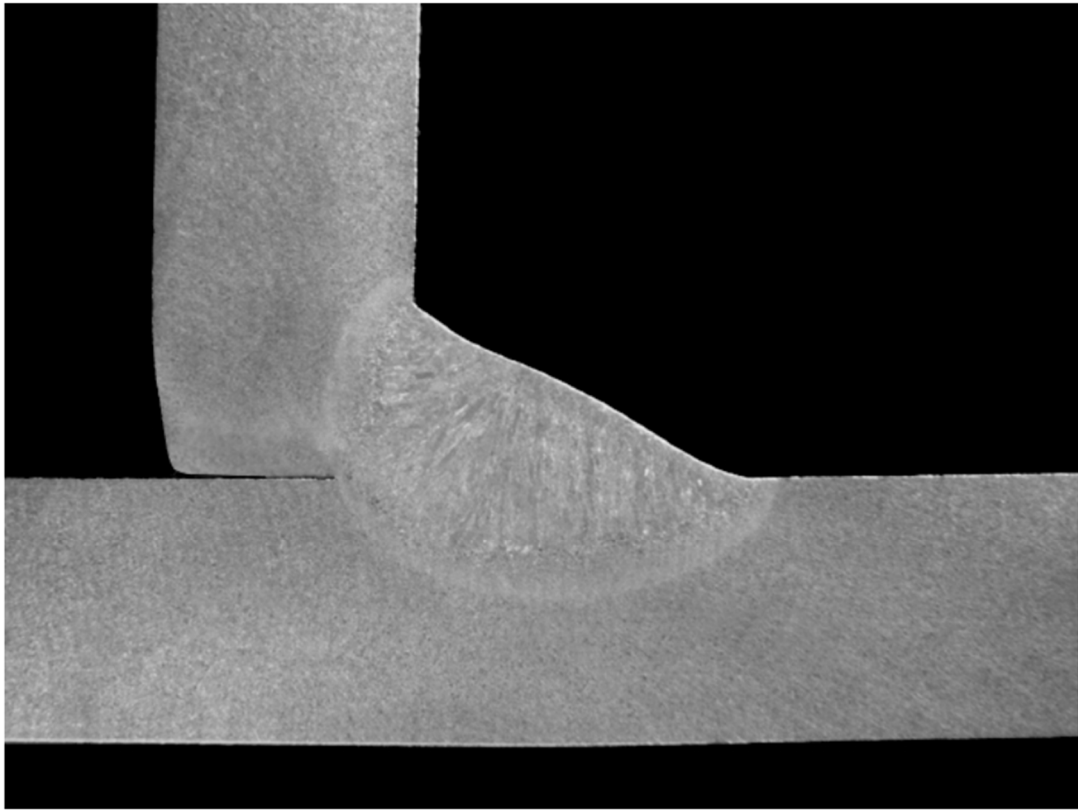


Рисунок 1.3 – Надмірна асиметрія кутового шва [3]

Таблиця 1.6 – Причини дефекту та метод його попередження [3]

Причини	Метод профілактики
Неправильний кут пальника	Впевніться, що кут пальника забезпечує адекватне сплавлення кромки.
Магнітне дугтя	Перемістіть затискач заземлення, використовуйте максимально коротку дугу, зменшіть зварювальний струм, нахиліть пальник проти напрямку дугового розряду, та/або використовуйте джерело змінного струму

Допустимі норми дефектів вказані в ISO 5817. У цьому стандарті межі класифікуються за трьома класами: В, С і D. У машинобудуванні типовим є клас С, але клас В також часто потребує набагато більш вимогливого підходу до процесу зварювання. Дефекти представлені у стандарті як фактичні виміри. Для виявлення та інтерпретації цих значень може знадобитися метод руйнівного контролю поряд із візуальним контролем [3].

1.3 Призначення швів згідно стандарту ДСТУ ISO 9662-1:2014

Розглянемо зварні з'єднання які зазначені в таблиці 1.7.

Таблиця 1.7 – Зварні з'єднання

№ шва	Кількість швів	Тип шва	Тип з'єднання	Товщини що зварюються, мм	Довжина швів, мм	Доступність до зони зварювання
1	2	Кутове	Таврове	4:4	94	Не обмежений
2	2	Кутове	Кутове	4:4	358	Не обмежений
3	1	Кутове	Кутове	4:20	251	Не обмежений
4	1	Напусткове	Кільцеве	4:20	251	Не обмежений

Першим кроком виконуємо зварювання штока до корпусу. Геометричні розміри шва показані на рисунку 1.4.

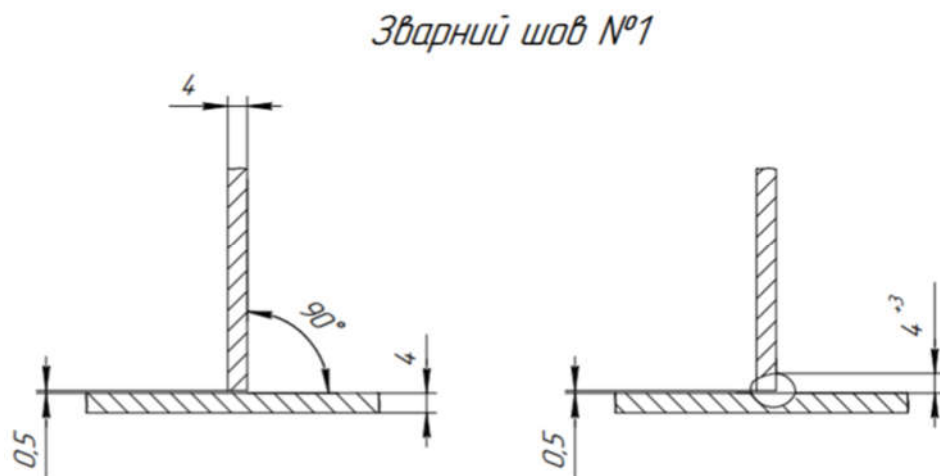


Рисунок 1.4 – Геометричні розміри таврового шва за ДСТУ ISO 9662-1:2014

Наступним виконуємо зварювання патрубків до корпусу. Геометричні розміри шва показані на рисунку 1.5.

Зварний шов №2

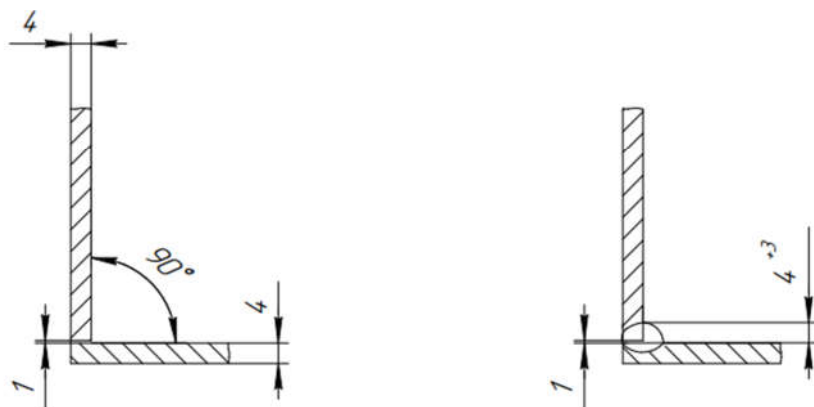


Рисунок 1.5 – Геометричні розміри кутового шва за ДСТУ ISO 9662-1:2014

Далі шов кутовий, приварюємо фланці до патрубків. Геометричні розміри шва показані на рисунку 1.6.

Зварний шов №3

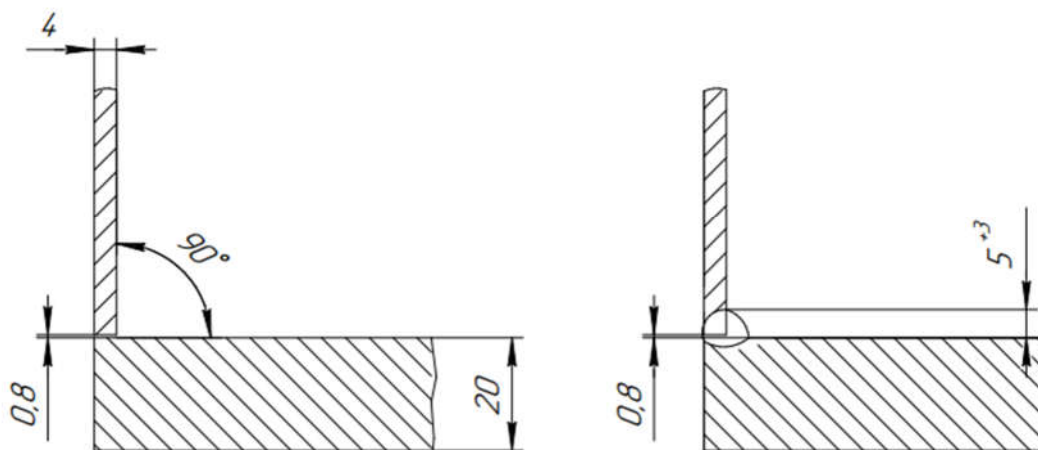


Рисунок 1.6 – Геометричні розміри кутового шва за ДСТУ ISO 9662-1:2014

Далі внутрішній напустковий кільцевий шов, приварюємо фланці до патрубків з середини. Геометричні розміри шва показані на рисунку 1.7.

					НЗ-з31мн.03.00.000.ПЗ	Арк.
						24
Зм.	Арк.	№ документа		Перев		

Зварний шов №4

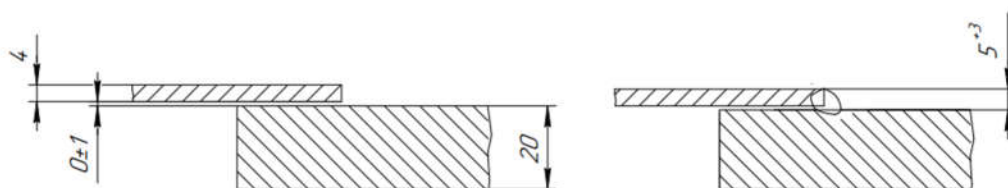


Рисунок 1.7 – Геометричні розміри напусткового шва за ДСТУ ISO 9662-1:2014

1.4 Обґрунтування і вибір способів зварювання

Для зварювання S235J2 важливо вибрати спосіб, який забезпечить високу якість зварного з'єднання з мінімальним ризиком виникнення дефектів. Оскільки S235J2 є вуглецевою якісною, вона має хорошу зварюваність і стійка до утворення холодних тріщин. Далі розглянуто обґрунтування вибору методів, які є найефективнішими для зварювання цього типу сталі.

Таблиця 1.8 – Способи зварювання

№	Фактори	Способи зварювання									
		111 MMA	135 MAG	131 MIG	12 SAW	ESW	311 OFW	141 TIG	PAW	EBW	LBW
1	Матеріал S235J2	++	++	++	++	+	+	(+)	(+)	(+)	(+)
2	Товщина 8-9 мм	+	++	++	+	-	-	(+)	(+)	(+)	(+)
3	Довжина шва 94-220 мм	+	++	++	++	++	-	+	+	+	+
4	Положення зварювання РВ	++	++	++	++	-	+	++	+	+	+
5	Тип виробництва серійне	(+)	++	++	++	++	-	+	+	(+)	++

«-» - не рекомендується до застосування; «(+))» - рекомендується обмежено;
«+» - рекомендується до застосування; «++» - рекомендується в основному.

Основні методи зварювання для сталі S235J2

Зварювання в середовищі захисних газів (MIG/MAG).

Напіваавтоматичне зварювання в середовищі активних (MAG) або інертних (MIG) газів. Забезпечує якісне зварне з'єднання без значних дефектів, таких як пори чи шлакові включення. Мінімальний ризик виникнення оксидів і хороша стійкість до утворення тріщин завдяки захисту газом. Підходить для зварювання як тонких, так і товстих листів S235J2. Висока продуктивність та зручність автоматизації, що важливо для великого обсягу виробництва.

Використання інертних газів (аргон, гелій) для MIG-зварювання та активних газів (CO₂ або суміші з аргоном) для MAG-зварювання.

Ручне дугове зварювання (MMA).

Зварювання за допомогою плавких електродів з покриттям. Економічний і універсальний спосіб, який легко застосовувати в польових умовах або при монтажних роботах. Зварювальні електроди для S235J2 зазвичай містять спеціальні легуючі елементи, що забезпечують надійне та міцне з'єднання. Дозволяє зварювати різні товщини сталі з належною якістю з'єднань. Використання електродів з рутиловим або основним покриттям, які забезпечують хорошу якість шва та стійкість до утворення тріщин.

Газове зварювання (OFW)

Зварювання за допомогою полум'я, яке утворюється при згорянні ацетилену в кисні. Підходить для зварювання тонких листів S235J2, зокрема, якщо потрібно досягти високої пластичності зварного шва. Простота в обладнанні та можливість використання в польових умовах. Менша інтенсивність нагрівання дозволяє досягти якісного шва без сильного перегріву матеріалу.

Для зварювання S235J2 важливо вибрати спосіб, який забезпечить високу якість зварного з'єднання з мінімальним ризиком виникнення дефектів. Оскільки S235J2 є низьковуглецевою, вона має хорошу зварюваність і стійка до утворення тріщин. Далі розглянуто обґрунтування вибору методів, які є найефективнішими для зварювання цього типу сталі.

SAW (Submerged Arc Welding) — Зварювання під флюсом.

SAW застосовує зварювання під шаром флюсу, що забезпечує якісне з'єднання з хорошою механічною міцністю. SAW більше підходить для

					<i>НЗ-з31мн.03.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						26
Зм.	Арк.	№ документа		Перев		

товстостінних матеріалів, тому є менш ефективним для зварювання тонких листів S235J2, що може призвести до перегріву та деформацій.

Потребує спеціального обладнання та простору, що не завжди виправдано для низьковуглецевих сталей з хорошою зварюваністю.

ESW (Electroslag Welding) — Електрошлакове зварювання.

ESW застосовують для товстих конструкцій, і воно виконується за допомогою електроду в шлаковій ванні. Підходить для товщин понад 50 мм, а S235J2 часто використовується в тонших виробках, де ESW буде неефективним.

Має високу енергомісткість, і надмірне нагрівання може спричинити деформації та небажані зміни в структурі S235J2.

TIG (Tungsten Inert Gas Welding) — Аргонодугове зварювання з вольфрамовим електродом.

TIG використовує інертний газ (аргон, гелій) та вольфрамовий електрод.

Процес повільний і трудомісткий для великих обсягів зварювання, а для S235J2 зазвичай потрібні економічніші методи зварювання.

Хоча TIG забезпечує високу якість швів, цей метод не виправдовує себе для конструкційної сталі, яка не потребує високої точності.

PAW (Plasma Arc Welding) — Плазмове зварювання. PAW виконується за допомогою плазмового струменя, що забезпечує концентроване тепло. Надмірна концентрація тепла може викликати деформації та спричинити тріщини на S235J2, яка є низьковуглецевою і не потребує такої інтенсивності нагрівання. PAW є більш доречним для високотехнологічних і дорогоцінних металів, а S235J2 не потребує настільки складного процесу.

EBW (Electron Beam Welding) — Зварювання електронним променем.

EBW передбачає використання електронного променя у вакуумі для створення зварного шва. Потребує вакуумної камери, що значно підвищує вартість процесу і є надмірним для S235J2. Зазвичай застосовується для високотехнологічних металів і сплавів, що потребують надзвичайно чистих і точних швів.

LBW (Laser Beam Welding) — Лазерне зварювання.

					<i>НЗ-з31мн.03.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						27
Зм.	Арк.	№ документу		Перев		

LBW застосовує лазерний промінь для швидкого і точного створення шва. Висока вартість обладнання і процесу, що є невиправданим для S235J2, яка не потребує такого точного зварювання. Може призвести до перегрівання тонкого матеріалу, що викликає деформацію і порушення структури сталі [18].

Порівняння та вибір оптимального методу

Вибір способу залежить від умов експлуатації, товщини деталей та доступного обладнання. Для зварювання S235J2 не завжди підходять методи SAW, ESW, OFW, TIG, PAW, EBW та LBW. А щоб отримати високоякісне зварювання S235J2 найефективнішими вважаються MIG/MAG. Ручне дугове зварювання підходить для ремонтних робіт та в польових умовах, а газове зварювання — для тонкостінних конструкцій. Для більшої якості та гнучкості виробництва, нами обраний спосіб зварювання (MAG). Зварювання виконуватимуть у суміші газів (82 % Ar + 18 % CO₂).

1.5 Вибір необхідних зварювальних матеріалів

Для зварювання S235J2 методом MAG. Використовуються зварювальні дроти та гази, які підходять для вуглецевої сталі. Ці матеріали мають забезпечувати міцне з'єднання, стійкість до утворення тріщин і хорошу пластичність зварного шва.

Зварювальний дріт для зварювання S235J2 зазвичай використовують ER70S-3 або ER70S-6. Низький вміст вуглецю у дроті мінімізує ризик утворення твердих і крихких структур, що знижує ризик тріщиноутворення. Марганець і кремній сприяють підвищенню міцності та стійкості до зносу. Відповідає вимогам AWS A5.17 (марка ER70S-6).

Таблиця 1.9 – Хімічний склад дроту ER70S-6 [6]

C	Mn	Si	S	P	Cu	Інші
0.06-0.15	1.40-1.85	0.80-1.15	<0.035	<0.025	<0.50	<0.5

					<i>НЗ-з31мн.03.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						28
Зм.	Арк.	№ документу		Перев		

Суміш (82 % Ar + 18 % CO₂) забезпечують стабільність зварного процесу та якісний шов, що важливо для конструкційної сталі, яка використовується у відповідальних виробках.

Або Ar вищого ґатунку, який призначений для зварювання повинен відповідати ДСТУ 10157:2019. Хімічний склад Ar вищого ґатунку наведено в таблиці 1.10 [5].

Таблиця 1.10 – Хімічний склад Ar вищого ґатунку

Ar, %, не менше	O ₂ , %, не більше	N ₂ , %, не більше	CO ₂ , %, не більше	Зміст водяної пари, %, не більше
99,992	0,0007	0,006	0,0005	0,01

Застосування цих матеріалів дозволяє отримати якісне з'єднання з потрібною міцністю, пластичністю та стійкістю до навантажень, що оптимально для низьковуглецевої сталі, такої як S235J2.

1.6 Розрахунок режимів зварювання швів і витрат зварювальних матеріалів

Розрахунок режимів зварювання з'єднання №1

1. Знаходимо площу наплавленого металу:

$$F_{\text{нм}} = F_1 \cdot F_2 = K_3 \cdot l_g + \frac{1}{2} \cdot K^2 = K_3 \cdot \sqrt{2} \cdot K_g \frac{1}{2} \cdot K^2 = 0,7 \cdot \sqrt{2} \cdot 4 \cdot 2 + 0,5 \cdot 4^2 = 15,9 \text{ мм}^2$$

2. Знайдемо діаметр дроту:

$$d_e = K_d \cdot F^{0.625} = (0,149 \dots 0,409) \cdot 15,9^{0.625} = 0,8 \dots 2,3 \text{ мм}$$

Діаметр дроту обираємо $d_e = 1,2 \text{ мм}$.

					<i>НЗ-з31мн.03.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						29
Зм.	Арк.	№ документа		Перев		

3. Розрахуємо швидкість зварювання:

$$V_{зв} = \frac{15,9 \cdot d_e^2 + 67,4 \cdot d_e^{1.5}}{F} = \frac{15,9 \cdot 1,44 + 67,4 \cdot 1,3}{15,9} = 7 \frac{\text{мм}}{\text{с}}$$

4. Розрахуємо швидкість подачі дроту:

$$V_d = \frac{4 \cdot F \cdot V_{зв}}{\pi \cdot d_e^2 (1 - \Psi)} = \frac{4 \cdot 15,9 \cdot 7}{3,14 \cdot 1,44 \cdot (1 - 0,1)} = 109,4 \frac{\text{мм}}{\text{с}}$$

5. Розрахуємо зварювальний струм:

$$I_{зв} = d_e \cdot \left(\sqrt{1450 \cdot d_e V_d + 145150} - 382 \right)$$

$$I_{зв} = 1,2 \cdot \left(\sqrt{1450 \cdot 1,2 \cdot 109,4 + 145150} - 382 \right) = 236,6 \text{ А}$$

6. Визначимо напругу зварювання:

$$U_{зв} = 14 + 0,05 \cdot I_{зв} = 14 + 0,05 \cdot 236,6 = 25,8 \text{ В}$$

7. Розрахунок витрат захисного газу:

$$q = 0,0033 \cdot I_{зв}^{0.75} = 0,0033 \cdot 236,6^{0.75} = 0,19 \left(\frac{\text{л}}{\text{с}} \right) = 11,14 \left(\frac{\text{л}}{\text{хв}} \right)$$

Кількість проходів $n = 1$.

					<i>НЗ-331мн.03.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						30
Зм.	Арк.	№ документа		Перев		

Таблиця 1.11 – Режими зварювання для таврового з'єднання №1 [10]

Товщин а металу, мм	Діаметр електроду, мм	Зварювал ьний струм, А	Робоча напруга, В	Швидкість зварювання, мм/год	Обсяг подачі газу, л/хв	Виліт дроту, мм
4	1,2–1,4	200–350	23–32	25–120	8–16	12–20

Розрахунок режимів зварювання з'єднання №2

1. Знаходимо площу наплавленого металу:

$$F_{\text{нм}} = F_1 \cdot F_2 = K_3 \cdot lg + \frac{1}{2} \cdot K^2 = K_3 \cdot \sqrt{2} \cdot K_g \frac{1}{2} \cdot K^2 = 0,7 \cdot \sqrt{2} \cdot 4 \cdot 2 + 0,5 \cdot 4^2 = 15,9 \text{ мм}^2$$

2. Знайдемо діаметр дроту:

$$d_e = K_d \cdot F^{0.625} = (0,149 \dots 0,409) \cdot 15,9^{0.625} = 0,8 \dots 2,3 \text{ мм}$$

Діаметр дроту обираємо $d_e = 1,2 \text{ мм}$.

3. Розрахуємо швидкість зварювання:

$$V_{\text{зв}} = \frac{15,9 \cdot d_e^2 + 67,4 \cdot d_e^{1.5}}{F} = \frac{15,9 \cdot 1,44 + 67,4 \cdot 1,3}{15,9} = 7 \frac{\text{мм}}{\text{с}}$$

4. Розрахуємо швидкість подачі дроту:

$$V_d = \frac{4 \cdot F \cdot V_{\text{зв}}}{\pi \cdot d_e^2 (1 - \Psi)} = \frac{4 \cdot 15,9 \cdot 7}{3,14 \cdot 1,44 \cdot (1 - 0,1)} = 109,4 \frac{\text{мм}}{\text{с}}$$

5. Розрахуємо зварювальний струм:

$$I_{зв} = d_e \cdot \left(\sqrt{1450 \cdot d_e V_d + 145150} - 382 \right)$$

$$I_{зв} = 1,2 \cdot \left(\sqrt{1450 \cdot 1,2 \cdot 109,4 + 145150} - 382 \right) = 236,6 \text{ А}$$

6. Визначимо напругу зварювання:

$$U_{зв} = 14 + 0,05 \cdot I_{зв} = 14 + 0,05 \cdot 236,6 = 25,8 \text{ В}$$

7. Розрахунок витрат захисного газу:

$$q = 0,0033 \cdot I_{зв}^{0,75} = 0,0033 \cdot 236,6^{0,75} = 0,19 \left(\frac{\text{л}}{\text{с}} \right) = 11,4 \left(\frac{\text{л}}{\text{хв}} \right)$$

Кількість проходів $n = 1$.

Таблиця 1.12 – Режимы зварювання для таврового з'єднання №2 [10]

Товщин а металу, мм	Діаметр електроду, мм	Зварюваль ний струм, А	Робоча напруга, В	Швидкість зварювання, мм/год	Обсяг подачі газу, л/хв	Виліт дроту, мм
4	1,2–1,4	200–350	23–32	25–120	8–16	12–20

Розрахунок режимів зварювання з'єднання №3

1. Знаходимо площу наплавленого металу:

					<i>НЗ-з31мн.03.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						32
Зм.	Арк.	№ документа		Перев		

$$F_{\text{HM}} = F_1 \cdot F_2 = K_3 \cdot lg + \frac{1}{2} \cdot K^2 = K_3 \cdot \sqrt{2} \cdot K_g \frac{1}{2} \cdot K^2 = 0,7 \cdot \sqrt{2} \cdot 5 \cdot 2 + 0,5 \cdot 5^2 = 22,3 \text{ мм}^2$$

2. Знайдемо діаметр дроту:

$$d_e = K_d \cdot F^{0.625} = (0,149 \dots 0,409) \cdot 22,3^{0.625} = 1 \dots 2,8 \text{ мм}$$

Діаметр дроту обираємо $d_e = 1,2 \text{ мм}$.

3. Розрахуємо швидкість зварювання:

$$V_{\text{ЗВ}} = \frac{15,9 \cdot d_e^2 + 67,4 \cdot d_e^{1.5}}{F} = \frac{15,9 \cdot 1,44 + 67,4 \cdot 1,3}{22,3} = 4,95 \frac{\text{мм}}{\text{с}}$$

4. Розрахуємо швидкість подачі дроту:

$$V_{\text{Д}} = \frac{4 \cdot F \cdot V_{\text{ЗВ}}}{\pi \cdot d_e^2 (1 - \Psi)} = \frac{4 \cdot 22,3 \cdot 4,95}{3,14 \cdot 1,44 \cdot (1 - 0,1)} = 108,5 \frac{\text{мм}}{\text{с}}$$

5. Розрахуємо зварювальний струм:

$$I_{\text{ЗВ}} = d_e \cdot \left(\sqrt{1450 \cdot d_e V_{\text{Д}} + 145150} - 382 \right)$$

$$I_{\text{ЗВ}} = 1,2 \cdot \left(\sqrt{1450 \cdot 1,2 \cdot 108,5 + 145150} - 382 \right) = 235 \text{ А}$$

6. Визначимо напругу зварювання:

$$U_{\text{ЗВ}} = 14 + 0,05 \cdot I_{\text{ЗВ}} = 14 + 0,05 \cdot 235 = 25,7 \text{ В}$$

					НЗ-331мн.03.00.000.ПЗ	Арк.
						33
Зм.	Арк.	№ документа		Перев		

7. Розрахунок витрат захисного газу:

$$q = 0,0033 \cdot I_{зв}^{0.75} = 0,0033 \cdot 235^{0.75} = 0,19 \left(\frac{\text{л}}{\text{с}}\right) = 11,4 \left(\frac{\text{л}}{\text{хв}}\right)$$

Кількість проходів $n = 1$.

Таблиця 1.13 – Режими зварювання для кутового з'єднання №3 [10]

Товщин а металу, мм	Діаметр електроду, мм	Зварюва льний струм, А	Робоча напруга, В	Швидкість зварювання, мм/год	Обсяг подачі газу, л/хв	Виліт дроту, мм
4	1,2–1,4	200–350	23–32	25–120	8–16	12–20

Розрахунок режимів зварювання з'єднання №4

1. Знаходимо площу наплавленого металу:

$$F_{\text{нм}} = F_1 \cdot F_2 = K_3 \cdot lg + \frac{1}{2} \cdot K^2 = K_3 \cdot \sqrt{2} \cdot K_g \frac{1}{2} \cdot K^2 = 0,7 \cdot \sqrt{2} \cdot 5 \cdot 2 + 0,5 \cdot 5^2 = 22,3 \text{ мм}^2$$

2. Знайдемо діаметр дроту:

$$d_e = K_d \cdot F^{0.625} = (0,149 \dots 0,409) \cdot 22,3^{0.625} = 1 \dots 2,8 \text{ мм}$$

Діаметр дроту обираємо $d_e = 1,2 \text{ мм}$.

3. Розрахуємо швидкість зварювання:

$$V_{зв} = \frac{15,9 \cdot d_e^2 + 67,4 \cdot d_e^{1.5}}{F} = \frac{15,9 \cdot 1,44 + 67,4 \cdot 1,3}{22,3} = 4,95 \frac{\text{мм}}{\text{с}}$$

					<i>НЗ-331мп.03.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						34
Зм.	Арк.	№ документа		Перев		

4. Розрахуємо швидкість подачі дроту:

$$V_d = \frac{4 \cdot F \cdot V_{зв}}{\pi \cdot d_e^2 (1 - \Psi)} = \frac{4 \cdot 22,3 \cdot 4,95}{3,14 \cdot 1,44 \cdot (1 - 0,1)} = 108,5 \frac{\text{мм}}{\text{с}}$$

5. Розрахуємо зварювальний струм:

$$I_{зв} = d_e \cdot \left(\sqrt{1450 \cdot d_e V_d + 145150} - 382 \right)$$

$$I_{зв} = 1,2 \cdot \left(\sqrt{1450 \cdot 1,2 \cdot 108,5 + 145150} - 382 \right) = 235 \text{ А}$$

6. Визначимо напругу зварювання:

$$U_{зв} = 14 + 0,05 \cdot I_{зв} = 14 + 0,05 \cdot 235 = 25,7 \text{ В}$$

7. Розрахунок витрат захисного газу:

$$q = 0,0033 \cdot I_{зв}^{0,75} = 0,0033 \cdot 235^{0,75} = 0,19 \left(\frac{\text{л}}{\text{с}} \right) = 11,4 \left(\frac{\text{л}}{\text{хв}} \right)$$

Кількість проходів $n = 1$.

Таблиця 1.14 – Режими зварювання для кутового з'єднання №3 [10]

Товщин а металу, мм	Діаметр електроду, мм	Зварюва льний струм, А	Робоча напруга, В	Швидкість зварювання, мм/год	Обсяг подачі газу, л/хв	Виліт дроту, мм
4	1,2–1,4	200–350	23–32	25–120	8–16	12–20

					<i>НЗ-з31мн.03.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						35
Зм.	Арк.	№ документа		Перев		

Оскільки розраховані режими зварювання не є кінцевими ми також вказуємо орієнтовані режими зварювання в таблицях які наведено в кінці кожного розрахунку, щоб на підприємстві виконати зварювання на зразках та обрати остаточні режими зварювання [10].

					<i>НЗ-з31мп.03.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						36
Зм.	Арк.	№ документа		Перев		

2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС СКЛАДАННЯ ТА ЗВАРЮВАННЯ ВИРОБУ

2.1 Вибір устаткування для зварювання крана кульового

Виробництво починається з очищення нарізаного трубчастого прокату в чому допоможе піскоструминна камера з дуже великим робочим об'ємом і переднім люком, що відкривається на механізмах. Міцна конструкція промислового піскоструминного апарату гарантує його тривалу експлуатацію. Піскоструминна камера працює в замкнутій системі, абразив збирається з дна піскоструминного апарату, який потім видмухується з сопла піскоструминного пістолета стисненим повітрям. Відмінне співвідношення ціни та якості, що робить пристрій безкомпромісним у своїй категорії. Піскоструминна камера показана на рисунку 2.1.



Рисунок 2.1 – Піскоструминна камера 1000 л CORMAK [19]

					<i>НЗ-з31мн.03.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						37
Зм.	Арк.	№ документа		Перев		

Робота пристрою без пилу забезпечується за рахунок використання периферійних ущільнень, що дає змогу проводити роботи екологічно безпечним способом.

Для зварювання нашої конструкції обираємо напівавтомат для зварювання PATON™ PowerMAG-400-15-4-400V (рис. 2.2, табл. 2.1).



Рисунок 2.2 – Напівавтомат для зварювання PATON™ PowerMAG-400-15-4-400V [9]

Інверторний цифровий напівавтомат PATON PowerMAG-400-15-4-400V - це апарат для професійного використання, призначений для напівавтоматичного зварювання (НА «MIG / MAG»), ручного дугового зварювання (РДЗ «ММА»), аргонодугового зварювання (АРГ «TIG»), постійним струмом, в середовищі захисних газів і сумішей. В апараті реалізований повністю цифровий спосіб

					<i>НЗ-з31мн.03.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						38
Зм.	Арк.	№ документа		Перев		

управління, за рахунок чого забезпечуються його багатофункціональність і широкі можливості в точному налаштуванні режимів зварювання.

Таблиця 2.1 – Технічна характеристика напівавтомату для зварювання PATON™ PowerMAG-400-15-4-400V [9]

Номінальна напруга в мережі електроживлення, В	380/400
Номінальний споживаний струм із фази мережі, А	42 ... 49
Номінальний зварювальний струм, А	400
Тривалість навантаження (ПОН) на номінальному струмі	100%
Межі зміни напруги в мережі електроживлення, В	±15%
Межі регулювання зварювального струму, А	18 – 400
Діаметр штучного електрода, мм	1,2-6
Діаметр суцільного зварювального дроту, мм	0,6 - 1,6
Імпульсні режими при зварюванні	MMA/TIG
Функція «Hot-Start»	Регульована
Функція «Arc-Force»	Регульована
Функція "Anti-Stick"	Автоматична
Напруга холостого ходу, В	12/75
Напруга підпалу дуги, В	110
Номінальна споживана потужність, кВА	27,8-32,5

Установка для автоматичного зварювання була обрана виходячи з даних які ми описали вище. Для зварювання нашого виробу використовується установка АС305-2 для MIG/MAG-зварювання кільцевих швів з обертанням виробу, зварювання виконується одночасно двома пальниками [13].

Установка показана на рисунку 2.3.



Рисунок 2.3 – Установка АС305-2 для MIG/MAG-зварювання кільцевих швів [13]

					<i>НЗ-з31мн.03.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						39
Зм.	Арк.	№ документа		Перев		

Можливі виконання установки для зварювання:

- MIG/MAG або TIG;
- одночасно або послідовно двома пальниками;
- одним пальником з ручним або автоматичним переміщенням пальника у фіксовані положення для зварювання 2-х швів;
- без коливань та з коливаннями пальників;
- з механічним копіюванням лінії зварного шва;
- з автоматичним розкладанням валиків (багатопрохідне зварювання).

Таблиця 2.2 – Технічна характеристика установки АС305-2 [13]

Напруга на дузі, В	20,5...38,5
Межі регулювання зварювального струму, А	50... 450
Межі регулювання швидкості обертання планшайби, об/хв.	0,2 ... 2
Вантажопідйомність обертача, кг	125
Захисний газ	(Ar + CO ₂) CO ₂
Діаметр зварювального дроту, мм	0,8 - 2
Привід механізму підйому пальника, орієнтації виробу та фіксації виробу	Пневматич.
Тиск стисненого повітря, МПа, щонайменше	0,4

2.2 Розробка технологічної послідовності складання-зварювання крана кульового

Конструкція крана кульового показана на рисунку 2.4 [1]

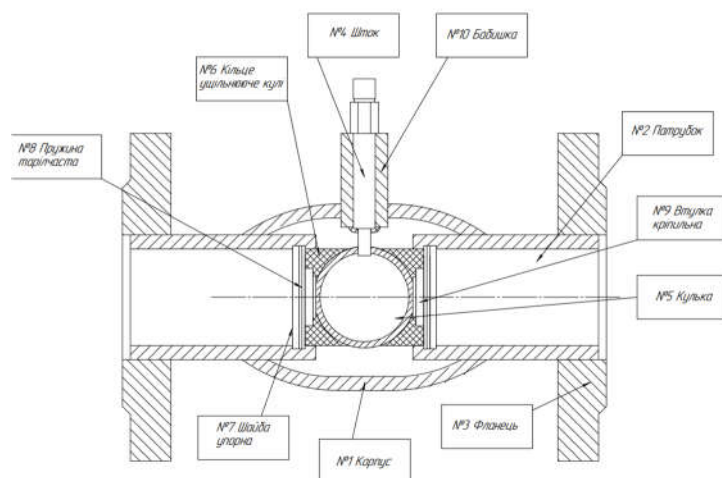


Рисунок 2.4 – Конструкція крана кульового [1]

Таблиця 2.3 – Технологічний процес складання та зварювання крана кульового

№	Назва операції	Основні переходи
005	Транспортна	Доставка труби сталеві на заготівельну ділянку вантажівкою: Труба сталеві 102 х 5 х 2000 мм S235J2 ДСТУ EN 10027-2:2019; Труба сталеві 114 х 4 х 2000 мм S235J2 ДСТУ EN 10027-2:2019; Труба сталеві 80 х 4 х 1500 мм S235J2 ДСТУ EN 10027-2:2019; Труба сталеві 30 х 4 х 1500 мм S235J2 ДСТУ EN 10027-2:2019; Інші деталі доставляються з других цехів вже готові вантажівкою .
010	Транспортна	Доставка труби сталеві на місце термічного різання Marlin Fire Bridge - 1500-3000 (кран мостовий).
015	Різальна	Відрізати трубу сталеву за допомогою машини термічного різання Marlin Fire Bridge – 1500 – 3000 наступних розмірів: 1. Заготівля для кулі - Відрізається труба довжиною 120 мм. Діаметр зовнішній 102 мм товщина металу труби 5 мм. 2. Заготівля для труба-корпус - Зовнішній діаметр 114 мм, довжина 168 мм, товщина труби 4 мм. 3. Заготівля для бобишки - Зовнішній діаметр 30 мм, довжина 60мм, товщина труби 4 мм. 4. Заготівля для патрубків - Зовнішній діаметр 80 мм, довжина 120 мм, товщина труби 4 мм.
020	Очищувальна	Очистити основний метал використовуючи піскоструминну камеру 1000 л CORMAK. Шліфувати крайки кутовою шліфмашиною Bosch GWS 1400 Professional.
025	Транспортна	Транспортувати заготівлю на прес гідравлічний TORIN TY30002 для виготовлення кулі за допомогою електричного візка EP F4 (1,5 т).
030	Сдавлення	Відрізати заготівлю під пресом гідравлічний TORIN TY30002 сдавлюєм на холодну.

Продовження таблиці 2.3

035	Транспортна	Транспортувати спресовану заготовлю на універсальний токарний верстат ТУТАН 350 для виготовлення кулі за допомогою електричного візка ЕР F4 (1,5 т).
040	Токарна	1) Розточуємо до потрібного діаметра внутрішньо на універсальному токарному верстаті ТУТАН 350 2) Сточуємо зовнішній слой; 3) Фрезеровкою робимо паз під шток діаметром 8 мм; - під час фрезерування робляться фаски.
045	Очищувальна	Очищення кулі за допомогою піскоструминної камери 1000 л CORMAK.
050	Транспортна	Транспортувати заготовлю трубу-корпус на універсальний токарний верстат ТУТАН 350 для вирізання отвору для бобишки за допомогою електричного візка ЕР F4 (1,5 т).
055	Токарна	Вирізати отвір діаметром 30 мм.
060	Транспортна	Транспортувати заготовлі кулі, бобишки, штока та корпусу на ділянку для складання за допомогою електричного візка ЕР F4 (1,5 т). - Кулі транспортуються в ящику в якому має бути підкладка з листового картону.
065	Складальна	1. Встановити на стіл трубу-корпус, після чого встановити бобишку в підготовлений для неї отвір на глибину 3-5 мм, та зафіксувати кутовими магнітами; - прихопити бобишку в 4-х точках з кроком 7 мм; 2. Режими проставлення прихваток: $I_{зв} = 133 - 233 \text{ A}$; $U_d = 15 - 21 \text{ В}$; $q_{газ} = 5 - 11 \text{ л/хв}$; $l = 3 - 20 \text{ мм}$. 3. На столі розташовані пальці під отвори в фланцях для фіксації, в центрі розташовані пальці які встановлюють внутрішній зазор. Одягаємо фланці на пальці отворами та вставляємо патрубок який фіксується своєю масою. - прихопити патрубок в 4-х точках з кроком 20 мм; 4. Режими проставлення прихваток: $I_{зв} = 133 - 233 \text{ A}$; $U_d = 15 - 21 \text{ В}$; $q_{газ} = 5 - 11 \text{ л/хв}$; $l = 3 - 20 \text{ мм}$.

Зм.	Арк.	№ документа		Перев

НЗ-331мп.03.00.000.ПЗ

Арк.

42

Продовження таблиці 2.3

070	Зварювальна	1. Обробка металу перед зварюванням рідиною від налипання бризок BINZEL 2. Виконати зварювання бобишки на місці складання за допомогою механізованого зварювання напівавтоматом RATON™ PowerMIG-400-15-4-400V з пальником Abicor Binzel ABIMIG® W 440 PVC способом зварювання в суміші газів (82%Ar+18%CO ₂) плавким електродом. 3. Режим зварювання: I _{зв} = 200 – 350 А; U _д = 23 – 32 В; q _{газ} = 8 – 16 л/хв; V _{зв} = 25 – 120 мм/год;
075	Контрольна	Контролювати якість зварювання бобишки візуальним оглядом
080	Складальна	1. Після зварювання бобишки встановлюємо шток з прокладками далі встановлюємо кулю у корпус пазом до штока, в середині крана зафіксувати кулю картоном; 2. Розташовуємо корпус бобишкою донизу(щоб куля була фіксована пазом у штоку). 3. До патрубків з фланцями вставляються прокладки, фторопласт, бленда, шайба після чого вставляємо патрубки з фланцями у корпус та фіксуємо їх магнітними фіксаторами ROCKFORCE RF-115WR23. - прихопити патрубки в 4-х точках з кроком 20 мм; 4. Режими проставлення прихоплення: I _{зв} = 133 – 233 А; U _д = 15 – 21 В; q _{газ} = 5 – 11 л/хв; l = 3 – 20 мм.
085	Транспортна	Транспортувати корпус на установку для зварювання кільцевих швів AC305-2. (Електричний візок EP F4 1,5 т)
090	Зварювальна	1. Обробка металу перед зварюванням рідиною від налипання бризок BINZEL 2. Виконати зварювання кільцевих швів патрубків за допомогою установки для автоматичного зварювання кільцевих швів AC305-2 способом зварювання в суміші газів (82 % Ar+ 18 % CO ₂) плавким електродом. 3. Провести зварювання одразу двох швів з обох сторін. 4. Режим зварювання патрубків:

Зм.	Арк.	№ документу		Перев

НЗ-з31мн.03.00.000.ПЗ

Арк.

43

Продовження таблиці 2.3

		Ізв = 200 – 350 А; U _д = 23 – 32 В; q _{газ} = 8 – 16 л/хв; V _{зв} = 25 – 120 мм/год;
095	Відпуск	Як тільки патрубки приварюються до корпусу, корпус опускається у воду для охолодження(щоб не поплавити фторопласт);
100	Контрольна	Контролювати якість зварювання патрубків візуальним оглядом
105	Зварювальна	1. Обробка металу перед зварюванням рідиною від налипання бризок BINZEL 2. Виконати зварювання кільцевих швів фланців за допомогою установки для автоматичного зварювання кільцевих швів AC305-2 способом зварювання в суміші газів (82 % Ar + 18 % CO ₂) плавким електродом. 3. Провести зварювання одразу двох швів з обох сторін. 4. Режим зварювання фланців: Ізв = 200 – 350 А; U _д = 23 – 32 В; q _{газ} = 8 – 16 л/хв; V _{зв} = 25 – 120 мм/год;
110	Контрольна	Контролювати якість зварювання фланців візуальним оглядом
115	Транспортна	Транспортувати корпус на ділянку для зварювання внутрішнього шва. (Електричний візок EP F4 1,5 т)
120	Зварювальна	1. Обробка металу перед зварюванням рідиною від налипання бризок BINZEL 2. Встановити корпус на роликові зварювальні обертачі універсальні серії NHTR–1000. - прихопити патрубки з фланцями в 4-х точках з кроком 20 мм; 3. Режим проставлення прихоплення: І _{зв} = 133 – 233 А; U _д = 15 м 21 В; q _{газ} = 5 – 11 л/хв; l= 3 – 20 мм. 4. Виконати зварювання внутрішніх кільцевих швів фланців за допомогою зварювального позиціонера, оснащеного пальником Abicor Binzel ABIMIG® W 440 PVC способом зварювання в суміші газів (82 % Ar+18 % CO ₂) плавким електродом.

					НЗ-з31мн.03.00.000.ПЗ	Арк.
						44
Зм.	Арк.	№ документу		Перев		

Продовження таблиці 2.3

		5. Режими зварювання: Ізв = 200 – 350 А; U _д = 23 – 32 В; q _{газ} = 8 – 16 л/хв; V _{зв} = 25 – 120 мм/год;
125	Транспортна	Транспортувати корпус на місце контролю якості. (Електричний візок ЕР F4 1,5 т)
130	Контрольна	1. Контролювати якість зварних швів тіншовим методом. 2. Контролювати якість зварних швів капілярним методом дефектоскопії.

2.3 Вибір устаткування для складання і зварювання крана кульового

Для різання трубчастого прокату у нас на виробництві будемо використовувати машину термічного розкрою Marlin Fire Bridge –1500 – 3000 яка показана на рисунку 2.5.

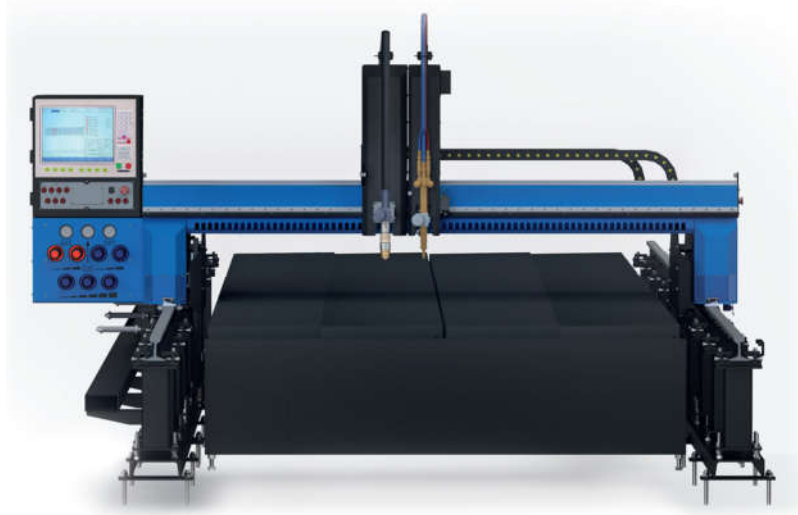


Рисунок 2.5 – Машина термічного розкрою Marlin Fire Bridge -1500-3000
[12]

Машина термічного розкрою Marlin Fire Bridge – 1500 – 3000 (GP, P, G) демонструє високий рівень продуктивності з усього модельного ряду. Машина працює з листовим металом завтовшки від 0,8 мм до 150 мм (200 мм модель-G). Установка Fire Bridge оснащена захистом плазмотрона при зіткненні різача з деталями, що вирізають. Ширина робочої зони від 1,5 м до 3,0 м, довжина від -

3,0 м до 24,0 м. Швидкість розкрою до 10000 мм/хв, а швидкість переміщення - до 20000 мм/хв.

Для формування деталей обираємо прес пневмогідравлічний 35 – 50 т TORIN TY30002 показаний на рисунку 2.6.



Рисунок 2.6 – Прес гідравлічний TORIN TY30002 [8]

Прес гідравлічний TORIN TY30002 (TRD53003) одна з найнадійніших і найпростіших конструкцій застосовується для пресування не тільки металевих деталей, але й іншої сировини, запресовування та випресовування підшипників та різних втулок.

- Циліндри преса TORIN TY30002(TRD53003) наповнені спеціальною гідравлічною олією.
- У застосуванні прес гідравлічний настільки простий, що його можуть використовувати не тільки кваліфіковані фахівці, а й простий споживач для гаражного користування.

Щоб проставити прихоплення обираємо апарат для зварювання PATON™ ProMAG-500-15-4-400V WK . (Рисунок 2.2 – Апарат для зварювання PATON™

					<i>НЗ-з31мн.03.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						46
Зм.	Арк.	№ документа		Перев		

ProMIG-500-15-4-400V. Таблиця 2.1 – Технічна характеристика апарату для зварювання PATON™ ProMAG-500-15-4-400V WK).

2.4 Компоновка установки для зварювання швів крана кульового

Установка AC305-2 для MIG/MAG-зварювання кільцевих швів складається з елементів керування розташованих на передній панелі оператора для зручної та правильної експлуатації. Після фіксації в установці на блоці підтримки оператор фіксує деталі, що зварюються, за допомогою фіксаторів на обертачі. Пальники розміщуються на стенді, та зафіксовані таким чином щоб після установки деталі одразу почати виконання зварювання.

Установка була розроблена під замовлення тому що технічні характеристики, а саме потужність була не достатньою для виготовлення нашої конструкції. Були внесені зміни в межі регулювання зварювального струму з 30...370 А, на 50... 450 А, також напругу на дузі змінили з 15,5...32,5 В на 20,5....38,5 В.

Пальники на установці використовуємо обрані нами MIG/MAG Abicor Binzel ABIMIG® W 440 PVC 5 м, WZ-2 .

Для укомплектування зварювального апарату обираємо пальник MIG/MAG Abicor Binzel ABIMIG® W 440 PVC 5 м, WZ-2 (рис. 2.7, табл. 2.4).



Рисунок 2.7 – Пальник MIG/MAG Abicor Binzel ABIMIG® W 440 PVC 5 м, WZ-2 [11]

					<i>НЗ-331мп.03.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						47
Зм.	Арк.	№ документа		Перев		

Таблиця 2.4 – Технічна характеристика пальника MIG/MAG Abicor Binzel ABIMIG® W 440 PVC 5 м, WZ-2 [11]

Тип пальника	Для зварювання напівавтоматом
Охолодження пальника	Рідинне
Довжина кабелю	3,0/4,0/5,0 м
Струмова навантаження при зварюванні у вуглекислому газі	500 А
Токове навантаження при зварюванні в газовій суміші	450 А
Максимальний діаметр зварювального дроту	1,6 мм
Мінімальний діаметр зварювального дроту	0,8 мм
Роз'єм підключення до механізму подачі	WZ-2

Далі розглянемо установку для автоматичного зварювання внутрішніх кільцевих швів крану кульового.

На столі для зварювання розміщенні роликові зварювальні обертачі універсальні серії NHTR-1000. Таким чином наш кран встановлюється на роликові обертачі підводиться пальник та виконується зварювання внутрішнього напусткового шву.

Стіл для розміщення роликів показаний на рисунку 2.8.



Рисунок 2.8 – Стіл для розміщення роликового обертача [20]

					<i>НЗ-з31мн.03.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						48
Зм.	Арк.	№ документа		Перев		

Роликові обертачі наведені на рисунку 2.9.

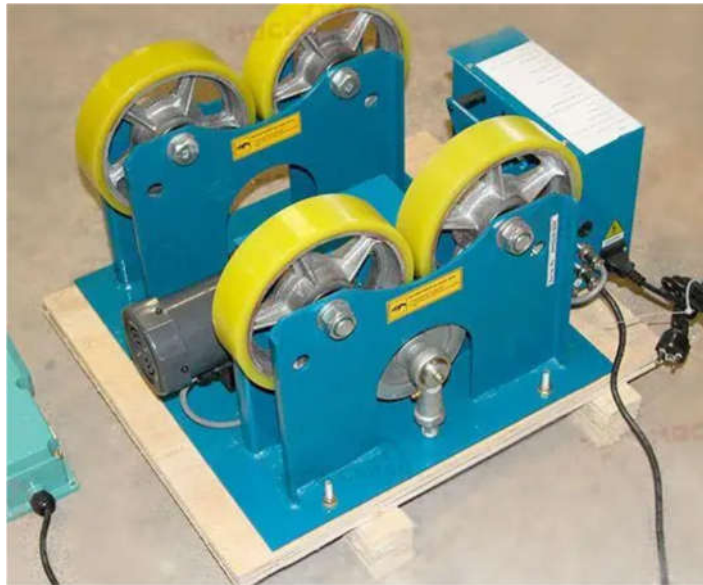


Рисунок 2.9 – Роликові зварювальні обертачі універсальні серії NHTR-1000 [21]

Зварювальний обертач характеризується простою та компактною конфігурацією, адаптованою до різних робочих умов. Це універсальний апарат, призначений для автоматизації процесу зварювання труб і обічаків. Корпус виготовлений з міцного матеріалу, а роликові опори з метою підвищення зчеплення з виробом, що обертається, покриті шаром термостійкого поліуретану. Обертач може підтримувати циліндричну заготовку масою до 1000 кг.

Зварювальний обертач складається з двох секцій: приводний та непривідний. Привідна секція має електродвигун потужністю 100 Вт. Зварювальний пристрій має плавне регулювання швидкості обертання. Роликоопори обертача можуть фіксуватися у двох положеннях для встановлення на необхідний діаметр виробу, що зварюється. Для підвищення зчеплення з виробом, що обертається, роликоопори покриті шаром поліуретану. У комплектацію обертача входить пульт дистанційного керування – педаль.

					<i>НЗ-з31мн.03.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						49
Зм.	Арк.	№ документа		Перев		

У роликівих зварювальних обертачах універсальної серії NHTR-1000 діаметр роликів становить 250 мм, а ширина — 20 мм (табл. 2.5).

Таблиця 2.5 – Технічні характеристики роликівого зварювального обертача універсального серії NHTR-1000 [21]

Напруга мережі	220 В, 50 Гц
Потужність електродвигуна	0,1 кВт
Вантажопідйомність	1 т
Швидкість обертання	80-1600 мм/хв.
Спосіб управління	Педаль
Діаметр обічайки, що обертається	20-800 мм
Ширина роликів	50 мм
Діаметр роликів	250 мм

Для зварювання необхідний блок подачі дроту PATON Feeder-15-2 який забезпечує стабільне постачання суцільного або порошкового дроту в зварювальну ванну. Цей блок має власне інверторне джерело живлення для двигуна, клапана подачі захисного газу та схеми управління. Крім того, він обладнаний потужним та надійним металевим механізмом з герметичним двигуном, а сам блок подачі дроту наведений на рисунку 2.10 [15].



Рисунок 2.10 - Блок подачі дроту PATON Feeder-15-2 [15]

					<i>НЗ-з31мн.03.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						50
Зм.	Арк.	№ документа		Перев		

Технічні характеристики блока подачі дроту PATON Feeder-15-2 наведені у таблиці 2.6.

Таблиця 2.6. Технічні характеристики блока подачі дроту PATON Feeder-15-2 [15]

Кількість роликів механізму подачі	2
Функція заправки дроту	+
Функція перевірки наявності захисного газу	+
Номінальна напруга в мережі електроживлення	220/230
Межі зміни напруги в мережі	180-260
Діаметр суцільного зварювального дроту, мм	0,6 - 1,2
Номінальна споживана потужність, кВА	55
Максимальна споживана потужність, кВА	80
Габаритні розміри, ШхГхВ, мм	255 x 460 x 350
маса, кг	8,6

В процесі складання ми використовуємо листовий картон для фіксування кулі у середині крану кульового (рисунок 2.11).



Рисунок 2.11 – Листовий картон [22]

Важливим також є токарний верстат TYTAN 350 180 x 350 для розточки торців, сточувати зовнішній шар та вирізання отворів (рисунок 2.12).

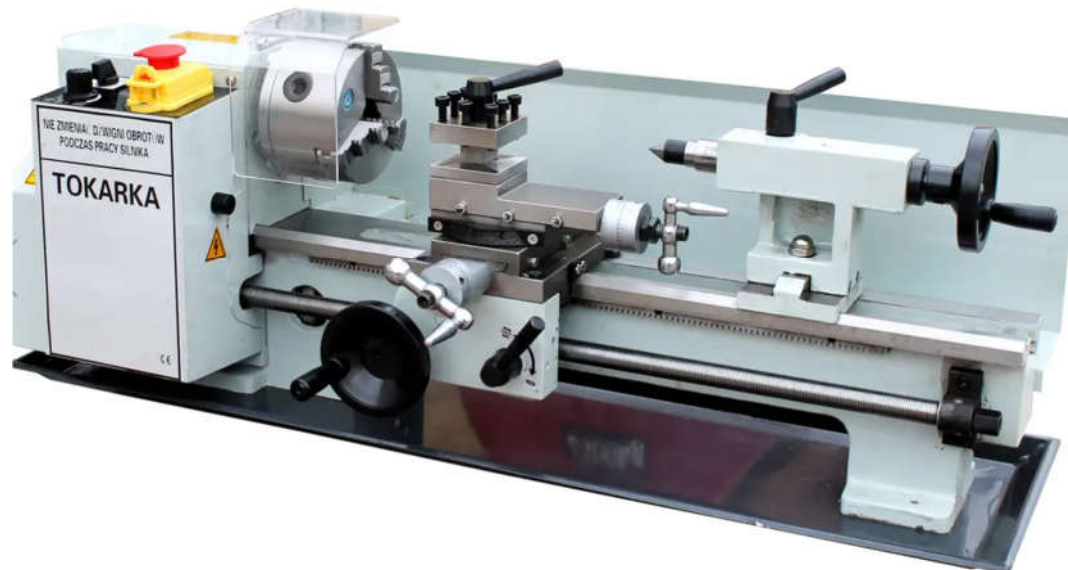


Рисунок 2.12 – Токарний верстат TYTAN 350 180 x 350 [24]

- Довжина повороту: 350 мм
- Діаметр повороту: 180 мм
- Конус шпинделя: МТЗ
- Конус задньої бабки: МТ2
- Діаметр патрона: 100 мм
- Отвір шпинделя: 20 мм
- Діапазон метричного різьблення: 0,5 - 2,5 мм
- Діапазон дюймового різьблення: 12 - 52 ТРІ
- Діапазон швидкостей: 50-2500 об/хв.
- Потужність двигуна: 0,55 кВт
- Вага: 52 кг
- Розміри машини (Д x Ш x В): 810 x 305 x 370 мм

Для підготовки крайок перед зварювання та зачищення шва після зварювання використовуємо кутову шліфмашину Bosch GWS 1400 Professional (рисунок 2.13).

					<i>H3-331мн.03.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ документа		Перев		52



Рисунок 2.13 – Кутова шліфмашина Bosch GWS 1400 Professional [25]

Щоб мати змогу доставляти вироби, деталі та заготівлі по цеху ми обираємо електричний візок EP F4 (1.5 т) (рисунок 2.14).



Рисунок 2.14 – Електричний візок EP F4 (1,5 т) [26]

Під час процесу складання-зварювання фіксуємо наші деталі за допомогою кутових магнітів для зварювання S&R (рисунок 2.15).

					<i>НЗ-з31мн.03.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						53
Зм.	Арк.	№ документу		Перев		



Рисунок 2.15 – Магніти для зварювання S&R [51]

При складанні патрубків з корпусом фіксацію реалізуємо завдяки магнітним фіксаторам для зварювальних робіт (23 кг) ROCKFORCE RF-115WR23 (рисунок 2.16).



Рисунок 2.16 – Магнітні фіксатори для зварювальних робіт ROCKFORCE RF-115WR23 [29]

2.5 Розрахунок складально-зварювального обладнання

Розрахунок двостоякових шарнірних кантувачів. Кінематична пара на планшайбі. Ведуче зубчасте колесо у горизонтальній площині.

Розрахунки виконувались в mathcad.

					<i>НЗ-з31мн.03.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						54
Зм.	Арк.	№ документа		Перев		

В кантувачах такого типу маршова швидкість (частота) обертання планшайби не регулюється і обирається в межах $n = 0,07 - 0,13 \frac{\text{об}}{\text{с}}$ в залежності від габаритів виробу.

Якщо розрахунок проводиться по швидкості зварювання, то частота обертання розраховується в залежності від швидкості зварювання та діаметра приводного ролика.

Приймаємо: $n = 0,12 \frac{\text{об}}{\text{с}}$

Метою розрахунка є визначення діаметра роликостопи, діаметр приводного вала та потужність електродвигуна.

Розрахункова схема роликового кантувача (рисунок 2.17):

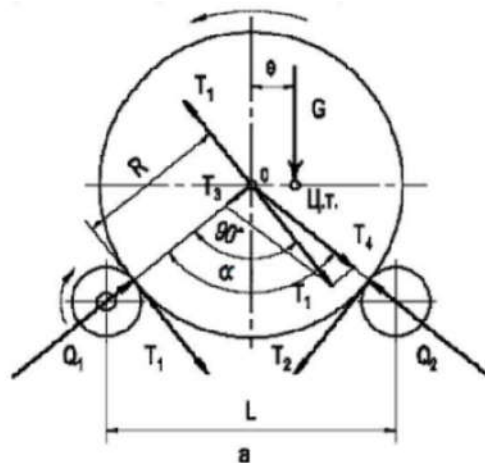


Рисунок 2.17 – Схема дії зусиль в роликовому обертачі: при куті розпору більше 90 градусів

Визначимо параметри виробу та геометричні характеристики кантувача (рисунок 2.18):

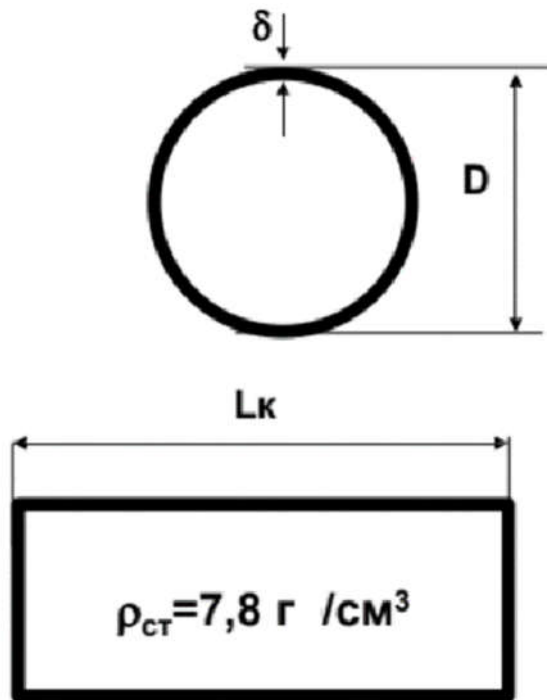


Рисунок 2.18 – Параметри виробу та геометричні характеристики кантувача

Призначимо кількісні значення геометричних параметрів кантувача:

Маса виробу: $m = 11,8 \text{ кг}$ або $G = 9,8 \cdot m = 115,64 \text{ Н}$

Прийmemo:

$$R = 0,04 \text{ м}; Lk = 58 \text{ см}; p = 7,8;$$

$$V = \pi \cdot 2 \cdot R \cdot 10^2 \cdot 1 \cdot Lk = 7,288 \cdot 10^3 \text{ см}^3;$$

$$m = V \cdot p = 1,137 \cdot 10^4 \text{ г};$$

$$e = 0,19 \text{ м}; \quad \varepsilon = \frac{e}{R} = 4,75 ;$$

Оскільки радіус роликоопори невідомий, доцільно задати кут розпору α , а після вибору роликоопори відстань між роликами L . Кут розпору

Приймається у межах $\alpha = 50 \dots 100^\circ$; $\alpha = 110^\circ$

α більше 90 градусів, розглядаємо схему на рисунку 2.18.

В статичному стані реакції в опорах:

$$Q = \frac{G}{2 \cdot \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)} = 100,806 \text{ Н}$$

Повні реакції ведучої Q_1 та холостої Q_2 роликоопор:

$$Q_1 = \frac{G}{2 \cdot \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)} + \frac{T_1}{\tan(\alpha)} + \frac{T_2}{\tan(\alpha)}$$

$$Q_2 = \frac{G}{2 \cdot \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)} + \frac{T_1}{\sin(\alpha)} + \frac{T_2}{\sin(\alpha)}$$

Колові зусилля ведучої T_1 та холостої T_2 роликоопор:

$$T_1 = (G \cdot \varepsilon + T_2)$$

$$T_2 = Q_2 \cdot \frac{f \cdot d_v + 2 \cdot \mu}{D_p}$$

де f – коефіцієнт тертя у підшипниках: кочення $f = 0,015$; ковзання $f = 0,1$
 μ – коефіцієнт тертя кочення: для сталєх роликів $\mu = 0,6 \dots 0,8$ мм, для роликів з гумовим покриттям $\mu = 2,5 \dots 3,5$ мм.

d_v – діаметр вала в роликоопорі, м.

D_p – діаметр ролика, м.

					НЗ-331мп.03.00.000.ПЗ	Арк.
						57
Зм.	Арк.	№ документа		Перев		

Приймаємо: $f = 0,015$; $\mu = 3$ мм

В першому наближенні нехтуємо силою T_2 і проводимо розрахунки при $T_{21} = 0$ Н.

$$T_{11} = (G \cdot \varepsilon + T_{21}) = 549,29 \text{ Н}$$

Повні реакції ведучої Q_1 та холостої Q_2 роликоопор:

$$Q_{11} = \left(\frac{G}{2 \cdot \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)} + \frac{T_{11}}{\tan(\alpha)} + \frac{T_{21}}{\tan(\alpha)} \right) = 300,731 \text{ Н}$$

$$Q_{21} = \left(\frac{G}{2 \cdot \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)} + \frac{T_{21}}{\sin(\alpha)} + \frac{T_{11}}{\sin(\alpha)} \right) = 685,348 \text{ Н}$$

Максимальне навантаження на одну приводну P_1 та холосту P_2 роликоопору:

$$P_1 = \frac{\sqrt{(Q_1)^2 + (T_1)^2}}{i_p} \cdot K_p$$

$$P_2 = \frac{\sqrt{(Q_2)^2 + (T_2)^2}}{i_p} \cdot K_p$$

– де i_p – кількість роликоопор в ряду. Приймаємо: $i_p = 2$

– де K_p – коефіцієнт нерівномірності розподілення навантаження, при $i_p = 2$, $K_p = 1$, при $i_p > 2$, $K_p = 1,2 \dots 1,3$.

Приймаємо: $K_p = 1$

					<i>НЗ-331мн.03.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						58
Зм.	Арк.	№ документа		Перев		

$$P_{11} = \frac{\sqrt{(Q_{11})^2 + (T_{11})^2}}{i_p} \cdot K_p = 313,113 \text{ Н}$$

$$P_{21} = \frac{\sqrt{(Q_{21})^2 + (T_{21})^2}}{i_p} \cdot K_p = 342,674 \text{ Н}$$

Обираємо роlikоопору $D_p = 250 \text{ мм}$

Для стандартних роlikоопор визначаємо всі потрібні геометричні параметри:

- відстань від лівого підшипника до середини черв'ячного колеса $a = 75 \text{ мм}$
- діаметр черв'ячного колеса $D_{\text{ч}} = 160 \text{ мм}$
- відстань від середини черв'ячного колеса до середини ролика $b = 100 \text{ мм}$
- відстань від середини ролика до правого підшипника $c = 85 \text{ мм}$

Максимальне колове зусилля на черв'ячному колесі:

$$S_1 = T_{11} \cdot \frac{D_p}{D_{\text{ч}}} = 858,266 \text{ Н}$$

Для визначення максимального згинального моменту на валу ролика, зобразимо розрахункову схему і визначимо реакції в підшипниках (рисунок 2.19).

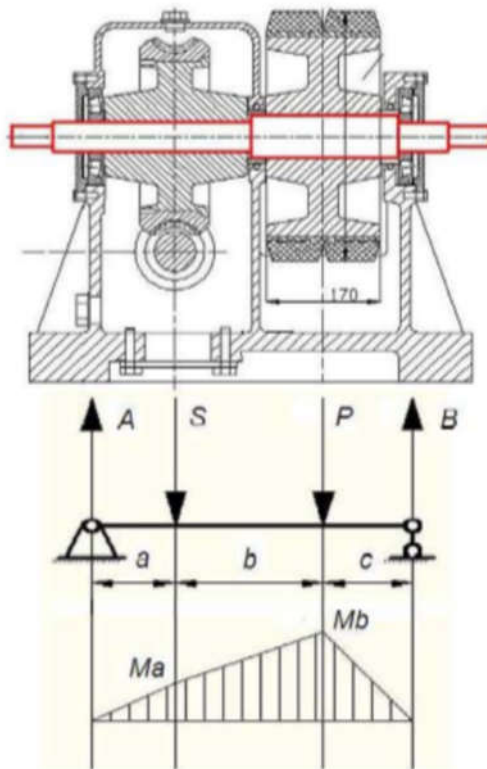


Рисунок 2.19 – Розрахункова схема для визначення згинальних моментів на валу приводної роликоопори

$$A_1 = \frac{(P_{11} \cdot c) + [S_1 \cdot (b + c)]}{a + b + c} = 713,053 \text{ Н}$$

$$B_1 = \frac{P_{11} \cdot (b + a) + (S_1 \cdot a)}{a + b + c} = 458,326 \text{ Н}$$

Моменти в потрібних перерізах:

$$M_{a1} = A_1 \cdot a \cdot 10^{-3} = 53,479 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$M_{b1} = B_1 \cdot c \cdot 10^{-3} = 38,958 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Отже, небезпечним є переріз під роликом.

Розрахунок у першому наближенні величину крутного моменту на валу, прийнявши його діаметр рівним 0.

$$d_{B0} = 0 \text{ мм}$$

$$M_{кр1} = T_{11} \cdot \frac{D_p \cdot 10^{-3}}{2} + \left(f \cdot \frac{d_{B0} \cdot 10^{-3}}{2} + \mu \cdot 10^{-3} \right) \cdot \left[\sqrt{(Q_{11})^2 + (T_{11})^2} \right]$$

$$= 70,54 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Максимальний згинальний момент визначаємо з епюри моментів на валу:

$$M_{зг1} = M_{b1}$$

Еквівалентний момент на валу:

$$M_{екв1} = \sqrt{M_{кр1}^2 + M_{зг1}^2} = 80,583 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Діаметри підшипників приймемо однаковими та визначимо за формулою:

$$d_{B1} = \sqrt[3]{\frac{32 \cdot M_{екв1}}{\pi \cdot \sigma_D \cdot 10^6}}$$

-де σ_D допустимі напруження на згин $\sigma_D = 90 \text{ МПа}$

$$d_{B1} = \sqrt[3]{\frac{32 \cdot M_{екв1}}{\pi \cdot \sigma_D \cdot 10^6}} = 0,021 \text{ м}$$

Приймаємо діаметр шпинделя однаковим для усіх підшипників та рівним:

					<i>НЗ-331мп.03.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						61
Зм.	Арк.	№ документа		Перев		

$$d_{B1} = 21 \text{ мм}$$

Виконуємо розрахунок у другому наближенні.

Для зручності розрахунку, введемо параметр:

$$B = \frac{D_p}{(f \cdot d_{B1} + 2 \cdot \mu)} = 39,588$$

Формули будуть мати вигляд:

$$T_{12} = G \cdot \left(\varepsilon + \frac{\varepsilon + \sin\left(\frac{a}{2}\right)}{B \cdot \sin(a) + \cos(a) - 1} \right) = 567,25 \text{ Н}$$

$$T_{22} = G \cdot \left(\frac{\varepsilon + \sin\left(\frac{a}{2}\right)}{B \cdot \sin(a) + \cos(a) - 1} \right) = 17,96 \text{ Н}$$

Повні реакції опор ведучої Q_1 і холосту Q_2 роликкоопори:

$$Q_{12} = \left(\frac{G}{2\cos\left(\frac{a}{2}\right)} + \frac{T_{12}}{\tan(a)} + \frac{T_{22}}{\tan(a)} \right) = 326,381 \text{ Н}$$

$$Q_{22} = \left(\frac{G}{2\cos\left(\frac{a}{2}\right)} - \frac{T_{12}}{\sin(a)} \right) - \frac{T_{22}}{\sin(a)} = 710,998 \text{ Н}$$

Максимальне навантаження на приводну P_1 і холосту P_2 роликкоопори:

					<i>НЗ-331мп.03.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						62
Зм.	Арк.	№ документа		Перев		

$$P_{12} = \frac{\sqrt{(Q_{12})^2 + (T_{12})^2}}{ip} \cdot K_p = 327,222 \text{ Н}$$

$$P_{22} = \frac{\sqrt{(Q_{22})^2 + (T_{22})^2}}{ip} \cdot K_p = 355,612 \text{ Н}$$

Згідно розрахованим зусиллям, обираємо ту саму роликоопору

$$D_p = 250 \text{ мм}$$

Максимальне колове зусилля на черв'ячному колесі:

$$S_2 = T_{12} \cdot \frac{D_p}{D_q} = 886,328 \text{ Н}$$

Максимальний момент знаходимо згідно рисунку 2.19.

$$A_2 = \frac{(P_{12} \cdot c) + [S_2 \cdot (b + c)]}{a + b + c} = 737,633 \text{ Н}$$

$$B_2 = \frac{[P_{12} \cdot (a + b)] + (S_2 \cdot a)}{a + b + c} = 475,917 \text{ Н}$$

$$M_{a2} = A_2 \cdot a \cdot 10^{-3} = 55,322 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$M_{b2} = B_2 \cdot c \cdot 10^{-3} = 40,453 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Крутний момент валу:

					<i>НЗ-331мп.03.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						63
Зм.	Арк.	№ документа		Перев		

$$M_{кр2} = T_{12} \cdot \frac{D_p \cdot 10^{-3}}{2} + \left(f \cdot \frac{d_{B1} \cdot 10^{-3}}{2} + \mu \cdot 10^{-3} \right) \cdot \left[\sqrt{(Q_{12})^2 + (T_{12})^2} \right]$$

$$= 72,973 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Еквівалентний момент на валу:

$$M_{екв2} = \sqrt{M_{кр2}^2 + M_{зг2}^2}$$

Максимальний згинальний момент визначаємо з епюри моментів на валу:

$$M_{зг2} = M_{b2}$$

$$M_{екв2} = \sqrt{M_{кр2}^2 + M_{зг2}^2} = 83,435 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Діаметри підшипників у другому наближенні:

$$d_{B2} = \sqrt[3]{\frac{32 \cdot M_{екв2}}{\pi \cdot \sigma_D \cdot 10^6}} = 0,021 \text{ м}$$

Зміни діаметру не перевищують 10 %. Розрахунок припиняємо.

З ряду нормальних лінійних розмірів (1 ряд R_a рисунок 2.20) обираємо найближчий:

1 ряд R_a , мм	10;10,5;11;11,5;12;13;14;15;16;17;18;19;20;21;22;24;25;26;28;30;32;34;36;38;40;42;45;48;50;53;56;60;63;67;71;75;80;85;90;95;100;105;110;120;125;130;140;150;160;170;180;190;200
------------------------	---

Рисунок 2.20 – Лінійні розміри

					<i>НЗ-з31мн.03.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ документа		Перев		64

$$d_B = 21 \text{ мм}$$

Але як показують розрахунки, більш навантаженою є холоста опора на яку діє більша за величиною сила P_2 . Тому необхідно провести розрахунок діаметра вала також і для холостої опори (рисунок 2.21).

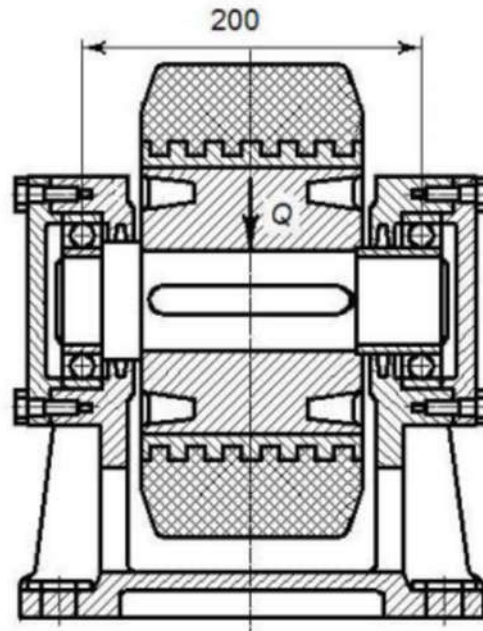


Рисунок 2.21 – Схема навантаження холостої роликоопори

Діаметр вала визначається за виразом:

$$d_x = \sqrt[3]{\frac{32 \cdot M_{зг_x}}{\pi \cdot \sigma_D \cdot 10^6}}$$

В цьому виразі:

Відстань між опорами вала $L_x = 180 \text{ мм}$.

$$M_{зг_x} = L_x \cdot \frac{P_2}{4}$$

Таким чином:

					<i>НЗ-з31мн.03.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ документа		Перев		65

$$M_{зг_x} = L_x \cdot 10^{-3} \cdot \frac{P_{22}}{4} = 16,003 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$d_x = \sqrt[3]{\frac{32 \cdot M_{зг_x}}{\pi \cdot \sigma_D \cdot 10^6}} = 0,012 \text{ м}$$

Потрібний, з умов міцності, діаметр вала холостої опори менший, ніж для приводної. Тому для подальших розрахунків приймаємо діаметр вала:

$$d_B = 21 \text{ мм}$$

Для гарантії нормальної роботи роликового кантувача (виключення пробуксовування виробу. Коефіцієнт зчеплення приймається для сталєних роликів – $\phi = 0,15$, для роликів з гумовим покриттям – $\phi = 0,3 \dots 0,4$. Приймаємо:

$$\phi = 0,4$$

$$K_{зч} = \frac{Q_{12}}{T_{12}} \cdot \phi = 0,535$$

Як ми бачимо, в нашому випадку умова виконується.

Потужність приводного двигуна визначаємо, виходячи з величини максимального крутного моменту.

$$N_d = \frac{M_{кр} \cdot 2\pi n}{\eta_{пр}}$$

$$\eta_{пр} = 0,4$$

					<i>НЗ-з31мн.03.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						66
Зм.	Арк.	№ документу		Перев		

Найбільший крутний момент, який треба подолати приводному механізму дорівнюватиме сумі вантажного моменту і моментів сил тертя у підшипниках шпинделя приводних та холостих роlikоопор:

$$M_{кр2} = T_{12} \cdot \frac{D_p \cdot 10^{-3}}{2} + \left(f \cdot \frac{d_{B1}}{2} + \mu \right) \cdot 10^{-3} \cdot \left[\sqrt{(Q_{12})^2 + (T_{12})^2} + \sqrt{(Q_{22})^2 + (T_{22})^2} \right] = 75,218 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$N = \frac{M_{кр} \cdot 2\pi n}{\eta_{пр}} = 141,783 \text{ Вт}$$

З ряду серійно випускаємих двигунів обираємо найближчий з урахуванням частоти обертання валу двигуна, обираємо двигун АІР80А2 [52].

2.6 Модернізація обладнання

Позиціонер зварювального пальника, як складова автоматизації зварювальних процесів, забезпечує точність та стабільність положення пальника під час виконання зварювальних робіт. Це значно впливає на якість швів, знижує залежність результату від людського фактору та оптимізує виробничий процес.

Перш за все модернізацію ми почали саме з основної частини яка приведена на рисунку 2.22.

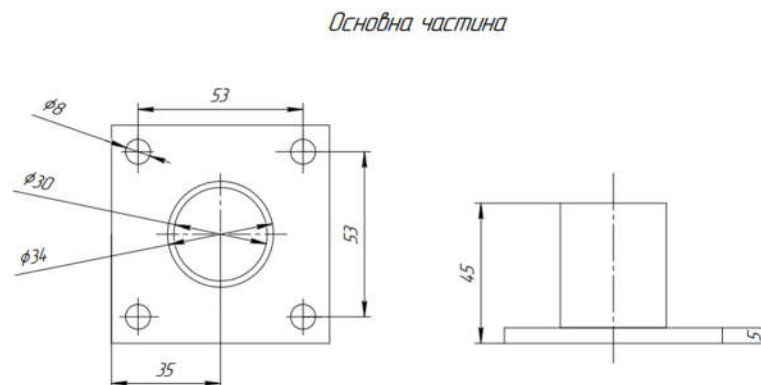


Рисунок 2.22 – Основна частина

					<i>НЗ-з31мн.03.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ документа		Перев		67

Основна частина була модернізована болтовими кріпленнями та патрубком для фіксації вертикальної частини яка зображена на рисунку 2.23. Болтові кріплення дають змогу встановлення у будь яке місце на зварювальному столі, а патрубок для фіксації вертикальної частини її швидку заміну при поломці і також при потребі пересування обладнання зручності в її складані.

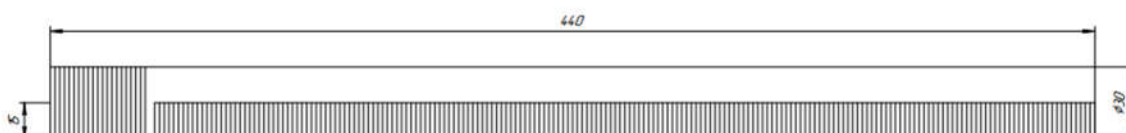


Рисунок 2.23 – Вертикальна вісь

Механізм переміщення з різьбою лише на одній стороні працює за принципом передачі обертального руху в лінійний, використовуючи різьбовий з'єднувач (гайку) тільки на частині довжини стрижня. Це досягається завдяки комбінуванню гладкої частини вісі і нарізаної різьби.

Завдяки цьому ми отримуємо ряд переваг:

Простота конструкції – використання різьби лише на частині осі зменшує виробничі витрати.

Функціональність – забезпечує точне переміщення на різьбовій частині та можливість ковзання або фіксації на гладкій частині.

Зменшення зносу – обмежений контакт з різьбою знижує ймовірність її пошкодження.

Наступним вкручується на вертикальну вісь тримач горизонтальної вісі рисунок 2.24.

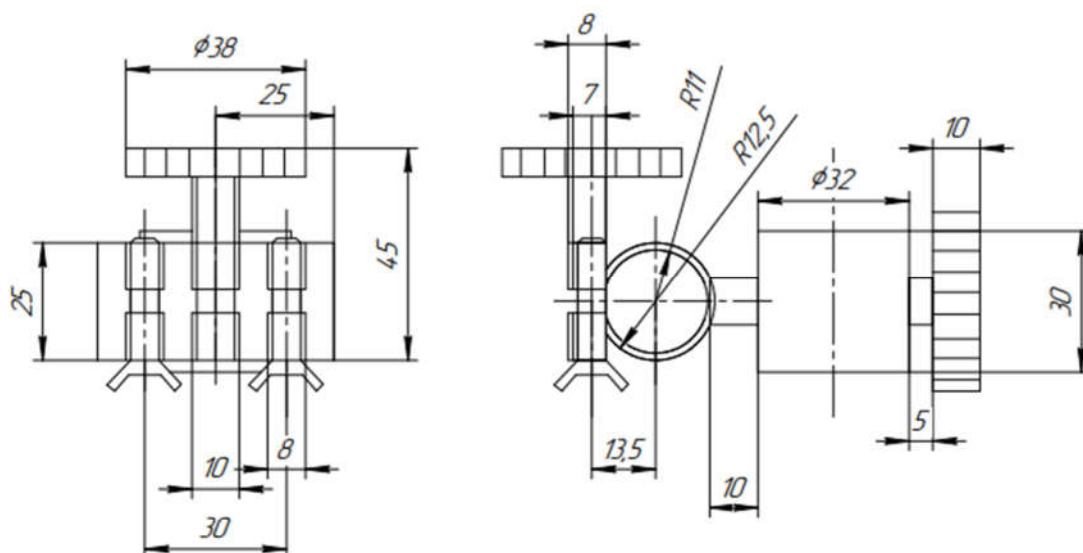


Рисунок 2.24 – Тримач горизонтальної вісі

Гвинтове з'єднання дозволяє надійно закріпити горизонтальну вісь у заданому положенні, запобігаючи її небажаному зміщенню під дією навантажень чи вібрацій. За допомогою гвинтового з'єднання можна точно налаштувати положення горизонтальної осі в межах її ходу. Це корисно для налаштування механізмів або оптимізації їхньої роботи. Також гвинтове з'єднання легко розбирається і збирається, що спрощує обслуговування або заміну компонентів горизонтальної осі.

В тримач вставляється горизонтальна вісь яка показана на рисунку 2.25.

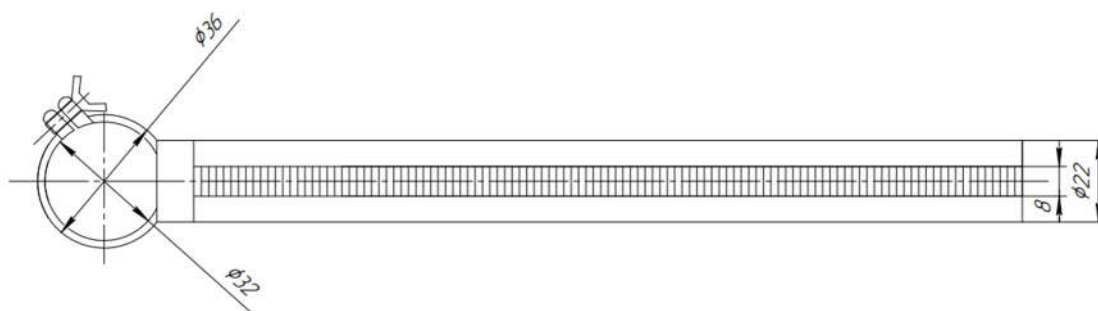


Рисунок 2.25 – Горизонтальна вісь

Як ми бачимо різьба лише на одній стороні присутня і тут так само як і на вертикальній осі. Хомут на горизонтальній вісі, який регулюється гвинтом, що дозволяє закріпити тримач пальника. За допомогою гвинтового з'єднання тримач

					НЗ-з31мн.03.00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ документа		Перев		69

пальника може бути точно зафіксований в потрібному положенні, що дозволяє забезпечити правильний кут нахилу, відстань до оброблюваної поверхні та стабільне позиціонування пальника в межах певного діапазону.

Сам тримач пальника зображений на рисунку 2.26.

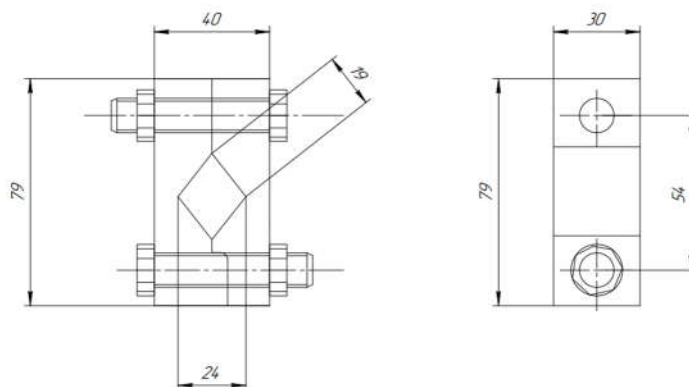


Рисунок 2.26 – Тримач пальника

Ромбовидний отвір спеціально спроектований для надійної фіксації пальника, який має відповідну форму або круглий профіль. Така форма забезпечує краще прилягання та запобігає прокручуванню пальника під час роботи. При затягуванні болтів отвір стискається навколо пальника що створює рівномірний затиск на всі сторони пальника, фіксуючи його в потрібному положенні. Пальник можна вставити в тримач і відрегулювати його кут нахилу або висоту перед затягуванням болтів. Це дозволяє встановити його в оптимальному положенні для роботи.

Завдяки своїй простоті, функціональності та надійності, модернізований позиціонер зварювального пальника є ефективним рішенням для автоматизації зварювального процесу для зварювання внутрішнього шву. Він оптимізує виробничий процес, підвищує якість зварювальних швів і забезпечує тривалий термін служби зварювального обладнання.

3 ОБГРУНТУВАННЯ І ПРИЗНАЧЕННЯ СПОСОБІВ КОНТРОЛЯ ЯКОСТІ

3.1 Обґрунтування призначення способів контролю

Спершу проводиться первинна перевірка якості основного металу та зварювальних матеріалів для забезпечення їх відповідності стандартам. У документах про якість зазначаються такі дані, як марка і хімічний склад матеріалу, номер партії, маса, номер плавки, а також результати випробувань, розміри та тип профілю. Після перевірки сертифікатів метал підлягає візуальному огляду для виявлення поверхневих дефектів і деформацій.

Якщо дефекти відсутні, матеріали сортуються за розміром і маркуються. Оцінка зварювальних матеріалів проводиться за такими етапами.

Аналіз документів про відповідність стандартам.

Перевірка цілісності упаковки та етикеток для забезпечення автентичності матеріалів.

Візуальний огляд для виявлення видимих пошкоджень.

Пробне зварювання із подальшою перевіркою характеристик шва, таких як легкість запалювання дуги, стабільність роботи, розбризкування металу та відділення шлаку.

Зварювальний дріт може поставлятися у вигляді бухт, котушок або касет, супроводжуючись сертифікатами, які вказують на його відповідність стандартам.

Окрім первинного контролю, здійснюється операційний і приймальний контроль якості.

Операційний контроль охоплює всі стадії, починаючи з підготовки крайок, складання, до самого процесу зварювання згідно з ДСТУ EN ISO 17637.

Приймальний контроль включає неруйнівні методи перевірки: ультразвуковий аналіз і капілярну дефектоскопію.

					<i>НЗ-з31мп.03.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						71
Зм.	Арк.	№ документу		Перев.		

Ультразвуковий контроль тіньовим методом дозволяє виявити дефекти, такі як тріщини чи несплавлення, розташовані на глибині або з простою геометрією. Капілярна перевірка є додатковим методом для контролю поверхневих дефектів.

Принцип тіньового методу [53]

Принцип тіньового методу заснований на створенні області, куди ультразвукові хвилі не потрапляють через наявність дефекту. Ультразвукова хвиля відбивається або затримується на перешкоді, утворюючи «тіньову зону», яку можна виявити для аналізу параметрів дефекту. Дефектоскоп показаний на рисунку 3.1.



Рисунок 3.1 – Ультразвуковий дефектоскоп УД4-76 [28]

Підготовка обладнання та поверхні:

- використовується ультразвуковий дефектоскоп із відповідними датчиками для досліджуваної товщини матеріалу;
- поверхня очищується і покривається спеціальним контактним засобом для покращення проходження хвиль.

Налаштування датчиків:

					<i>НЗ-з31мн.03.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						72
Зм.	Арк.	№ документа		Перев		

– використовуються передавальний і приймальний датчики, які відповідно генерують і реєструють ультразвукові хвилі;

– проводиться калібрування для налаштування сили і кута поширення хвиль відповідно до товщини матеріалу.

Розташування датчиків:

– передавач і приймач розташовуються на протилежних сторонах матеріалу;
– при проходженні хвилі через матеріал дефект створює тінь, яка фіксується приймачем.

Сканування шва:

– датчик поступово переміщується вздовж шва, скануючи матеріал;
– якщо немає дефектів, сигнал безперешкодно проходить через матеріал. У разі дефекту приймач фіксує зміну сигналу.

Аналіз результатів:

– наявність тіньової зони підтверджує наявність дефекту;
– оператор оцінює розміри, глибину і тип дефекту на основі отриманих сигналів.

Підготовка звіту:

– формується звіт із зазначенням параметрів і координат дефектів.

Для точності перевірки важливо, щоб поверхня шва була очищена від забруднень, іржі, окалини та залишків зварювального матеріалу. Це гарантує відповідність вимогам стандарту, зокрема ДСТУ EN ISO 17640:2018 [16].

Процес капілярної дефектоскопії

Комплект матеріалів для капілярного контролю зображені на рисунку 3.2.

					<i>НЗ-з31мн.03.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						73
Зм.	Арк.	№ документа		Перев		



Рисунок 3.2 – Комплект матеріалів для капілярного контролю Mega Check
[27]

Підготовка поверхні:

Поверхню деталі очищають від мастила, бруду, оксидів та інших залишків за допомогою розчинників чи спеціальних мийних засобів. Це необхідно для забезпечення проникнення капілярної рідини у дефекти.

Нанесення пенетранту:

- на чисту поверхню наносять рідину (пенетрант), яка проникає у поверхневі тріщини або дефекти завдяки капілярному ефекту;
- час витримки залежить від матеріалу, характеристик дефекту та технічних умов (зазвичай 5–30 хвилин).

Видалення надлишку пенетранту:

- Після витримки надлишковий пенетрант знімається з поверхні, не зачіпаючи рідину в дефектах. Для цього використовують водну чи розчинникову промивку.

Нанесення проявника:

- поверхню обробляють проявником, який поглинає рідину з дефектів, створюючи чіткий контрастний індикатор;
- проявник може бути у вигляді порошку, суспензії або аерозолю.

					<i>НЗ-з31мн.03.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						74
Зм.	Арк.	№ документа		Перев		

Оцінка результатів:

– після нанесення проявника видимі ознаки дефектів (точки, лінії) аналізуються візуально, іноді із застосуванням ультрафіолетового освітлення для флуоресцентних рідин.

Переваги методу:

- метод дозволяє виявити дрібні поверхневі дефекти;
- для проведення не потрібне складне обладнання;
- результати можна отримати за короткий час.

Обмеження:

- метод ефективний лише для поверхневих дефектів і не застосовується для внутрішніх порушень;
- високі вимоги до чистоти поверхні, оскільки забруднення можуть спотворити результати;
- не підходить для пористих матеріалів, у яких рідина проникатиме в пори, створюючи помилкові сигнали.

Кольорова дефектоскопія є універсальним та мобільним методом для перевірки виробів із чорних і кольорових металів, дозволяючи проводити контроль без руйнування об'єкта та зупинки обладнання [17].

					<i>НЗ-з31мн.03.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						75
Зм.	Арк.	№ документу		Перев		

4 ПЛАН ВИРОБНИЧОЇ ПЛОЩИНИ

Проведено планування виробничої площини для цеху у масштабі 1:75. На плані вказані наступні параметри: загальна ширина цеху, ширина прольотів, крок колон, загальна довжина цеху, довжина прольотів, а також відстані до технологічного устаткування (табл. 4.1).

Таблиця 4.1 – Розміри уніфікованих прольотів [54]

Ширина прольоту b прл, м	Висота цеху до нижнього поясу ферм, м
18	7,2; 8,4; 10,8; 12,6; 14,4

Здійснюється встановлення спорядження відповідно до основного технологічного потоку переміщення вантажів, забезпечуючи зручність обслуговування та неважаючи простір для вантажопотоку (табл. 4.2)..

Таблиця 4.2 – Припустимі межі мінімальних відстаней між засобами технологічного спорядження (робочими місцями), місця для складування і елементами будівлі [54]

Відстань	Припустимі межі значень, м
Від колон або стін будівлі до бічної сторони устаткування	1...3
Від колон або стін будівлі до тильної сторони устаткування	1...2,5
Від колон або стін будівлі до фронту устаткування	1...2,5
Між фронтом і тильною стороною устаткування	1...2
Між тильними сторонами устаткування	1
Між бічними сторонами устаткування	1...1,4
Між устаткуванням, розташованим фронтом один до одного	1...2
Від фронту устаткування до складового місця	1...1,6
Між складовими місцями	1...1,4
Між тильною стороною устаткування і складовим місцем	1
Між бічною стороною устаткування і складовим місцем	1...1,2

Розроблений план діляниці

Постачання трубного прокату на склад №1, виконується відрізання заготівлі на машині термічного розкрою Marlin Fire Bridge -1500-3000 №2, заготівлі відправляють на проміжний склад №3 які розташовані по всьому цеху для зручності та прискорення праці, із проміжного складу заготівлі для кульки відправляємо на прес гідравлічний TORIN TY30002 №4, інші відправляються у піскоструменну камеру 1000 л CORMAK для очищення №5.

Варто зазначити, що після надання форми кульки вони теж відправляються на очищення у піскоструменну камеру 1000 л CORMAK, але окремо від інших деталей транспортуються на проміжний склад у ящиках з картоними підкладками щоб їх не пошкодити.

На токарний верстат TYTAN350 180x350 №6 відправляються заготівлі корпусу для вирізу отвору 30 мм, після цього вони їдуть далі на проміжний склад, всі деталі для крану кульового збираються на ділянки проставлення прихоплень та зварювання №7, наступним кроком зібраний кран кульовий відправляємо на установку для зварювання патрубків і фланців АС305-2 №8, коли всі зварювальні роботи на установці виконані транспортуємо кран кульовий на ділянку для зварювання внутрішнього шва №9.

По завершенню зварювальних робіт кран кульовий транспортується на ділянку контролю якості №10, після перевірки на склад готової продукції №11. План виробничої площі наведений на рисунку 4.1.

					<i>НЗ-з31мп.03.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						77
Зм.	Арк.	№ документа		Перев		

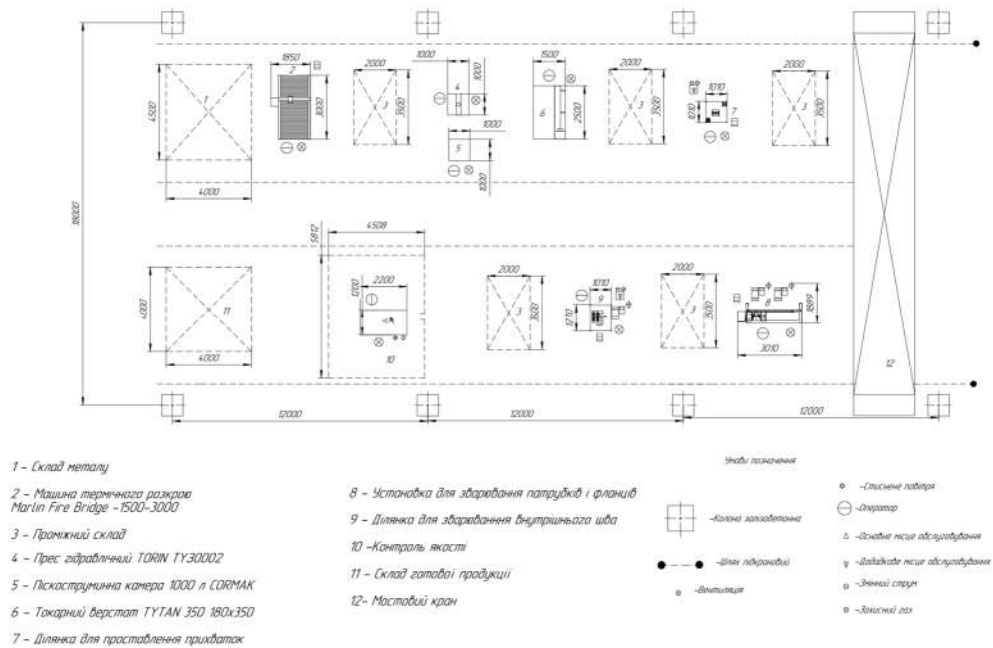


Рисунок 4.1 – План виробничої площини

Висновок по розділу 1

Проаналізовано багато видів проектних і технологічних рішень для виготовлення конструкцій, подібних до крана кульового.

Виконано аналіз матеріалу виробу з точки зору його здатності до зварювання. Встановлено основні типи дефектів зварювання плавленням, утворення яких із високою імовірністю може виникати при виготовленні заданого виробу.

Детально проаналізовано конструкцію виробу. На основі аналізу матеріалу виробу та конфігурації зварних з'єднань проведено аналіз сучасних способів зварювання плавленням. За результатами аналізу призначено спосіб зварювання 135 ДСТУ ISO 4063.

Розрахунковим методом визначено основні параметри режимів зварювання.

Виконано підбір типового зварювального обладнання.

З метою модернізації проведено розрахунки роликового стенду.

									Арк.
									78
Зм.	Арк.	№ документа		Перев					

НЗ-з31мп.03.00.000.ПЗ

5 РОЗРОБЛЕННЯ СТАРТАП-ПРОЕКТУ

Назва проекту: «Технологія складання та зварювання крана кульового»

Завдання розділу «Розроблення стартап-проекту» виконуємо перший етап розроблення стартап-проекту, а саме маркетинговий аналіз де потрібно виявити ринкові можливості використання результатів роботи.

Виходячи з попередньої частини магістерської дисертації оцінемо можливості та сформуємо заходи із ринкового впровадження інноваційних пропозицій. В першу чергу опишемо проект та проведемо аналіз виготовлення крана кульового.

Сьогодні зростає попит на виготовлення кульових кранів. Їх виготовлення часто виконується вручну, що є простішим і менш затратним з економічної точки зору, але негативно впливає на якість продукції та обсяги виробництва. Зі збільшенням попиту необхідно збільшувати обсяги виготовлення продукції для забезпечення потреб замовників. Це вимагає комплексної механізації та автоматизації виробничих процесів.

У зв'язку з тим, що складання та зварювання раніше здійснювали вручну на зварювальних столах, було запропоновано модернізований підхід. Внесено зміни у виробничий процес: додано нове обладнання та реорганізовано планування виробничої площі. Впровадження змін у технологічний процес вимагає значних фінансових вкладень, але інвестиції швидко окупляться за рахунок підвищення якості продукції та збільшення обсягів її виготовлення. Це також дозволить підприємству стати більш конкурентоспроможним на ринку.

					НЗ-з31мп.03.00.000ПЗ				
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					
Розроб.		Онуфрієнко О.О.			Розроблення стартап-проекту	Літ.	Арк.	Аркциф	
Перевір.		Глуценко Я.І.					79	132	
						КПІ ім. Ізгоря Сікорського НН ІМЗ ім. Е. О. Патона			
Н. Контр.		Лисак В.В.							
Затверд.		Квасницький В.В.							

5.1 Опис ідеї проекту

В цьому підпункті проаналізуємо та зробимо у вигляді таблиць:

- зміст ідеї;
- можливі напрямки застосування;
- основні вигоди, що може отримати користувач товару (за кожним напрямком застосування);
- чим відрізняється від існуючих аналогів та замінників.

Почнемо з опису ідеї стартап-проекту у вигляді таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 – Опис ідеї стартап-проекту

Зміст ідеї	Напрямки застосування	Вигоди для користувача
Впровадженні інноваційної технології автоматизованого складання та зварювання кульових кранів. Проект передбачає розробку комплексної виробничої лінії з використанням високоточних пристроїв, зварювальних установок і програмного забезпечення для контролю якості.	1. Цивільне використання	1. Збільшення об'єму виготовлення продукції
		2. Зменшення рівня кваліфікації зварювальника завдяки автоматизації.
	2. Модернізація вже існуючого виробництва.	3. Зменшення впливу шкідливих речовин на робітників та ризиків травмування.
		4. Зниження витрат на виробництво через скорочення ручної праці та зменшення браку.
		5. Збільшення якості виготовляємої продукції.

Далі проводимо аналіз потенційних техніко економічних переваг ідеї від існуючих аналогів порівняно із пропозиціями конкурентів.

Багато виробників не можуть забезпечити швидке та якісне виробництво продукції через кілька чинників, зокрема через початок повномасштабної війни, брак кваліфікованого персоналу та постійні обстріли території України. Для

багатьох підприємств це великий ризик, на який не всі готові піти. Однак попит на продукцію, таку як, продовжує зростати.

ТОВ "Олбрізсервіс" за юридичною адресою м. Київ, вул. Литвінського Юрія, 59. ТОВ "Олбрізсервіс" виробляє трубопровідну арматуру на території східної Європи (таблиця 5.2).

Таблиця 5.2 – Визначення сильних, слабких та нейтральних характеристик ідеї проекту

№ п/п	Техніко-економічні характеристики ідеї	(потенційні) товари/концепції конкурентів		W (слабка сторона)	N (нейтральна сторона)	S (сильна сторона)
		Мій проект	Конкурент (ТОВ "Олбрізсервіс")			
1	Продуктивність виробництва	Збільшується завдяки автоматизації	Залежить від кількості персоналу			1
2	Якість виготовляємої продукції	Збільшується завдяки технологічним факторам обладнання	Залежить від розряду зварника та його професійності			2
3	Вартість зварювального обладнання	Більша лише на початку	Дешевша в разі в порівнянні з моїм проектом	+		3
4	Закупівля сучасного обладнання на пости зварювання для забезпечення безпеки	Мінімізує ризики для зварювальника завдяки механізації та автоматизації	Забезпечується лише засобами індивідуального захисту зварювальників			4
5	Прибуток від впровадження автоматизації	Буде зростати з часом	Економічніша лише в питанні з обладнанням	+		5

Продовження таблиці 5.2

6	Можливість автоматизації	Так	Ні			6
7	Гнучкість виробництва	Завдяки автоматизації можна налаштувати обладнання без	Потребує збільшення персоналу або підвищення робочого			7
		переміщення його по виробництву на другі типи операцій	навантаження на персонал вже існуючий			
8	Екологічність	Зниження викидів CO ₂ завдяки використанню екологічно чистих матеріалів та автоматизації процесу	Багато викидів CO ₂ через використання застарілого обладнання			8

5.2 Технологічний аудит ідеї проекту

В цьому підрозділі проведемо аудит технології, за допомогою якої можна реалізувати ідею проекту (таблиця 5.3).

Таблиця 5.3 – Технологічна здійсненність ідеї проекту

№	Ідея проекту	Технології і реалізації	Наявність технологій	Доступність технологій
1	Виготовлення крану кульового застосовуючи устаткування для	Гнучкість устаткування, устаткування для	Наявні. Використовуються	Доступні для замовлення на території України,

Продовження таблиці 5.3

	механізації та автоматизації	автоматизації зварювальних процесів не потребує висококваліфікований персонал та додатковий персонал для зачищення та зварювання швів	для складання та зварювання.	та постачання його (АС305-2)
--	------------------------------	---	------------------------------	------------------------------

5.3 Аналіз ринкових можливостей запуску стартап-проекту

Наступному розділі визначаються можливості ринку, які можна використати під час виведення проекту на ринок, та ризики, що можуть створити перешкоди для його впровадження. З огляду на поточну ситуацію на ринку, потреби цільової аудиторії та конкуренцію, проводиться аналіз попиту, включаючи його наявність, обсяг і тенденції розвитку галузі.

Це допомагає оцінити ринковий потенціал проекту, розробити стратегії його адаптації до умов ринку і визначити, як ефективно реагувати на можливі загрози (таблиця 5.4).

Таблиця 5.4 – Попередня характеристика потенційного ринку

№	Показники стану ринку (найменування)	Характеристика
1	Кількість головних гравців, од	2
2	Загальний обсяг продаж, ум. Од/міс.	36
3	Динаміка ринку	Зростає
4	Наявність обмежень	Ризики для підприємств під час війни.
5	Специфічні вимоги до стандартизації та сертифікації	Немає
6	Середня норма рентабельності в галузі (або по ринку), %	50 %

Згідно з аналізом, ринок демонструє позитивну динаміку зростання і стабільний попит на запропонований продукт. Це свідчить про його

перспективність для впровадження. Хоча на ринку вже є вітчизняні конкуренти, які виготовляють продукцію з привабливими ціновими пропозиціями, нинішні ринкові умови висувають на перший план швидкість виробництва, інноваційність технологій і високу якість продукції (таблиця 5.5).

Таблиця 5.5 – Визначення потенційних груп клієнтів

№	Потреба, що формує ринок	Цільова аудиторія (цільові сегменти ринку)	Відмінності у поведінці різних потенційних цільових груп клієнтів	Вимоги споживачів до товару
1	Збільшення виготовляємої продукції, якість продукції	Постачальники крану кульового. Підприємства що займаються ремонтом трубопроводів.	Швидке та якісне виробництво. Не обмежується виготовленням крану одного розміру (гнучкість виробництва). Можливість ремонту та заміни крану кульового при потребі	Наявність сертифікатів якості, якісні зварні шви, довговічність в умовах праці по ДСТУ EN17025. Проведення контролю якості продукції.

Наступним кроком проведемо аналіз ринкового середовища: таблиця факторів, що сприяють ринковому впровадженню проекту, та факторів що йому перешкоджають (таблиця 5.6).

Таблиця 5.6 – Фактори загроз

№	Фактор	Зміст загрози	Можлива реакція компанії
1	Нестабільність курсу валют	Із за зміни курсу, зростає а бо падає ціна на матеріал, товар, сировину що постачають.	Необхідно обговорювати це з постачальником наперед та розробляти стратегію на такі випадки, щоб не було проблем із накладними. Те саме відноситься до постачання замовникам нашої продукції.

Продовження таблиці 5.6

2	Конкуренція	Наявність вітчизняної продукції яка дешевша	Доводити до замовника що за ціну яку пропонуємо ми він отримує якість та швидкість виконання замовлення , а ціна за такі умови не значно більша ніж у конкурентів, при оптовому замовленні можемо обговорити ціну та зробити знижку в залежності від кількості замовлення, у порівнянні з конкурентами
3	Технічна проблема обладнання	Потрібна настройка та регулярна діагностика автоматичних систем	Договір із людиною чи компанією які займаються цим питанням, для своєчасного ремонту чи налаштування
4	Нестабільність енергозабезпечення в країні	Можливість вимкнення світлу через ворожі обстріли, та нестабільність мережі.	Придбання генераторів на виробництво для роботи обладнання

Ми визначили фактори загрози які можуть заважати проекту, їх зміст та реакцію на фактори загроз (таблиця 5.7).

Таблица 5.7 – Факторы возможностей

№	Фактор	Зміст можливості	Можлива реакція компанії
1	Зменшення ризиків травмування під час роботи	Зменшення ручної праці під час виконання зварювання та складання, а також транспортування деталей	Підвищення безпеки та ефективності виробництва, зменшення витрат на

					<i>ИЗ-331мп.03.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						85
Зм.	Арк.	№ документа		Перев		

Продовження таблиці 5.7

			лікування людей які травмувались на виробництві
2	Краща якість продукції	Збільшення якості в зварюванні та точності в складанні деталей	Збільшення інтересу клієнтів ті гарантії якісної роботи для спокою клієнтів
3	Швидкість виготовлення продукції	Збільшення швидкості виробництва завдяки автоматизації	Своєчасне виробництво замовлення та позитивні відгуки клієнтів
4	Поява на ринку постачання кульового крану	Збільшення попиту за рахунок нових технологій та появи клієнтів	Збільшення виробничих потужностей компанії
5	Розвиток відносин на ринку	Заведення нових відносин як із старими так і новими гравцями на ринку	Залучення нових інвесторів до нашого бренду

Наступним проведемо аналіз пропозиції: визначимо загальні риси конкуренції на ринку (таблиця 5.8).

Таблиця 5.8 – Ступеневий аналіз конкуренції на ринку

Особливості конкурентного середовища	В чому проявляється дана характеристика	Вплив на діяльність підприємства (можливі дії компанії, щоб бути конкурентоспроможною)
Тип конкуренції: олігополія	Структура ринку, при якій в одній галузі домінує невелика кількість конкуруючих фірм, при цьому хоча б одна або дві з них, виробляють значну долю продукції даної галузі, а поява нових продавців ускладнена чи не можлива	Пропонувати технологію на підприємства, які зацікавлені в автоматизації виробництва. Поява інвесторів для конкурентоспроможності. Збільшення бази клієнтів.
За рівнем конкурентної боротьби: Національний	Характеризується тим що відбувається на рівні всієї країни з можливістю виходом на міжнародний	Розробка маркетингових стратегій для впровадження власного бренду

Зм.	Арк.	№ документу		Перев

НЗ-з31мн.03.00.000.ПЗ

Арк.

86

Продовження таблиці 5.8

За галузевою ознакою: внутрішньогалузева	Характеризується однією галуззю використання	Пропозиції з вдосконалення якості продукції, швидкості її виробництва, розробка маршрутних карт
Конкуренція за видами товарів: товарна родова	Характеризується товарами одного виду	Пропонувати розробки автоматизації виготовлення
За характером конкурентних переваг: нецінова	Проводиться за допомогою вдосконалення якості продукції патентування та брендування	Розробити стратегію для залучення інвесторів в розробку та розвиток, використовуючи яку підвищується якість, швидкість та безпека на виробництві
За інтенсивністю: Марочна	Конкуренція базується на створені та підтримці унікального бренду	Збільшення зусиль маркетингу для удосконалення стратегій

Після аналізу ринку збуту нашого продукту і визначення загальних рис конкуренції на ньому, проведемо більш детальний аналіз умов конкуренції в галузі (за моделлю 5 сил М. Портера) таблиця 5.9.

Таблиця 5.9 – Аналіз конкуренції галузі за М. Портером

	Прямі конкуренти в галузі	Потенційні конкуренти	Постачальники	Клієнти	Товари замінники
Складові аналізу	ТОВ " Олбрізсервіс "	ТОВ "Олбрізсервіс "	Не залучаються	Постачальники паливних крану кульового	Можуть бути лише аналогічні та в той самий час з вищими показниками якості
Сила впливу	Гравці на ринку знаходяться довгий час, та	Компанія не виготовляє крани кульові	-	Основними покупцями є ті хто ремонтує	Можуть бути лише аналогічні та в

							Арк.
Зм.	Арк.	№ документу		Перев	НЗ-з31мн.03.00.000.ПЗ		87

Продовження таблиці 5.9

	мають своїх споживачів	але може їх ремонтувати		трубопроводи, ті хто виробляють крани кульові	той самий час з вищими показниками якості
Висновки	Інтенсивність боротьби з боку прямих конкурентів є значною, тому потрібно робити упор на якість та вчасно виконані замовлення	Вносити такі зміни на підприємствах щоб конкуренти не змогли за ту ціну та якість запропонувати кращий варіант	-	Створення нового технологічного процесу	Необхідно враховувати можливість створення аналогічного проекту та опираючись на гнучкість обладнання розробити додатковий план що допоможе втримати споживачів

З аналізу зроблено висновок, що основними силами, які впливають на конкуренцію в галузі, є постачальники та споживачі. Важливу роль також відіграє інтенсивність конкуренції серед виробників.

Враховуючи проведений аналіз ринкової конкуренції, а також характеристики проекту, очікування споживачів і фактори маркетингового середовища, можна визначити перелік ключових чинників конкурентоспроможності (таблиця 5.10).

Таблиця 5.10 – Обґрунтування факторів конкурентоспроможності

№	Фактор конкурентоспроможності	Обґрунтування (наведення чинників, що роблять фактор для порівняння значущим)
1	Кількість персоналу	Немає необхідності у працівниках які допомагають в складанні та зварювальному процесі

Продовження таблиці 5.10

2	Якість	Забезпечується обладнанням з використанням засобів комплексної механізації та автоматизації яке зменшує вплив людського фактору
3	Продуктивність	Теж стосується автоматизації та механізації чим зменшує час на операції складальні і налагодження обладнання.
4	Простота використання	Не потребує висококваліфікованих зварників

Проведемо аналіз сильних та слабких сторін стартап-проекту (таблиця 5.11).

Таблиця 5.11 – Порівняльний аналіз сильних та слабких сторін проекту

№	Фактор конкурентоспроможності	Бали 1-20	Рейтинг конкурентів у порівнянні з іншим методом
1	Якість	20	-4
2	Продуктивність	20	-4
3	Простота використання	18	-2

Після порівняльного аналізу можливості впровадження проекту є складання SWOT-аналізу (матриці сильних(Strenght) та слабких (Weak) сторін, загроз (Troubles) та можливостей (Opportunities) на основі виділених ринкових загроз та можливостей, та сильних і слабких сторін (таблиця 5.12).

Таблиця 5.12 – SWOT- аналіз стартап проекту

Сильні сторони: — Підвищення продуктивність — Зменшення відсотку браку — Автоматизація виробництва — Не високі витрати на заробітну плату — Готовність виробництва до стислих строків виготовлення					Слабкі сторони: — Висока ціна обладнання — Залежність від технічних знань персоналу — Наявність обладнання на випадок вимкнення світла					
					НЗ-з31мн.03.00.000.ПЗ					Арк.
										89
Зм.	Арк.	№ документа		Перев						

Продовження таблиці 5.12

— Висока якість виробництва	
Можливості: — Поява на ринку постачальників крана кульового — Швидкість виготовлення продукції — Краща якість продукції — Зменшення ризиків травмування під час роботи	Загрози: — Конкуренція — Технічна проблема обладнання — Нестабільність курсу валют — Нестабільність енергозабезпечення в країні

На основі SWOT-аналізу розробляємо альтернативи ринкової поведінки (перелік заходів) для виведення стартап-проекту на ринок та орієнтовний оптимальний час їх ринкової реалізації з огляду на потенційні проекти конкурентів, що можуть бути виведені на ринок (таблиця 5.13).

Таблиця 5.13 – Альтернативи ринкового впровадження стартап-проекту

№	Альтернатива (орієнтовний комплекс заходів) ринкової поведінки	Ймовірність отримання ресурсів	Строки реалізації
1	Стратегія проведення рекламної компанії на ринку для залучення клієнтів	95 %	4 – 6 місяців
2	Впровадження розроблених технологій автоматизації та механізації на виробництво	85 %	6 – 8 місяців

5.4 Розроблення ринкової стратегії проекту

Розроблення ринкової стратегії першим кроком передбачає визначення стратегії охоплення ринку, тобто опис цільових груп потенційних споживачів (таблиця 5.14).

Таблиця 5.14 – Вибір цільових груп потенційних споживачів

№	Опис профілю цільової групи потенційних клієнтів	Готовність споживачів сприйняти продукт	Орієнтований попит в межах цільової групи	Інтенсивність конкуренції в сегменті	Простота входу у сегмент
1	Компанії з ремонту та монтажу	95 %	80 %	70 %	25 %
Які цільові групи обрано: Цільові групи компанії з ремонту та монтажу, водо-газо-тепло постачальники, нафтогазова промисловість.					

Для роботи в обраних сегментах ринку формуємо базову стратегію розвитку (таблиця 5.15).

Таблиця 5.15 – Визначення базової стратегії розвитку

Обрана альтернатива розвитку проекту	Стратегія охоплення ринку	Ключові конкурентоспроможні позиції відповідно до обраної альтернативи	Базова стратегія розвитку
Стратегія спеціалізації	Стратегія спеціалізації	Передбачає концентрацію на потребах одного цільового сегмента, з метою задовільнити його потреби після чого з його рекомендацій іншим клієнтам вийти на ринок.	Стратегія спеціалізації

Наступник нашим кроком є вибір базової стратегії конкурентної поведінки (таблиця 5.16).

Таблиця 5.16 – Визначення базової стратегії конкурентної поведінки

Чи є проект «першопрохідцем» на ринку?	Чи буде компанія шукати нових споживачів, або забирати існуючих у конкурентів?	Чи буде компанія копіювати основні характеристики товару конкурента, і які?	Стратегія конкурентної поведінки
Ні	Будемо шукати і пропонувати споживачам конкурентів нашу продукцію з більшою якістю	Так, це є необхідним адже існують технічні вимоги які є стандартизованими такі як: габарити, форми, матеріал що не можуть відрізнитись від стандартів	Стратегія заняття конкурентної ніші

Основною стратегією конкурентної діяльності обрана концепція фокусування на специфічній ринковій ніші, де компанія концентрується на одному або декількох сегментах ринку невеликого масштабу, які визначаються як цільові. Головною метою підприємства в рамках цієї стратегії є постійне вдосконалення та розвиток своїх конкурентних переваг, формування довгострокової лояльності клієнтів і створення умов, які ускладнюють входження нових конкурентів у вибрану нішу (таблиця 5.17).

Таблиця 5.17 – Визначення стратегії позиціонування

Вимоги до товару цільової аудиторії	Базова стратегія розвитку	Ключові конкурентоспроможні позиції власного стартап-проекту	Вибір асоціацій, які мають сформувати комплексну позицію власного проекту (три ключових)
Швидкість виготовлення	Стратегія спеціалізації	Якість. Виготовлення продукції що відповідає	1. Позиціонування за співвідношенням

Зм.	Арк.	№ документу		Перев

НЗ-з31мн.03.00.000.ПЗ

Арк.

92

Продовження таблиці 5.17

		державним стандартам та інноваційність	«зниження собівартості не знижуючи якості продукції, а за рахунок використання автоматизованого процесу. 2. Позиціонування за сферою застосування. 3. Швидке та якісне виробництво
--	--	---	---

В результаті виконання підрозділу ми отримали узгоджену систему рішень щодо ринкової поведінки стартап-компанії, яка визначатиме напрями роботи стартап-компанії на ринку.

5.5 розроблення маркетингової програми стартап-проекту

Першим кроком є формування маркетингової концепції товару, який отримає споживач. Для цього потрібно підсумувати результати попереднього аналізу конкурентоспроможності нашої продукції (таблиця 5.18).

Таблиця 5.18 – Визначення ключових переваг концепції потенційного товару

№	Потреба	Вигода, яку пропонує товар	Ключові переваги перед конкурентами (існуючі або такі, що потрібно створити)
1	Висока якість	Якість складання, якість зварювання	+
2	Швидкість виготовлення	Висока продуктивність	+
3	Простота складання	Точність процесу	+
4	Обслуговування	Зменшення витрати часу	+

Надалі розробляємо трирівневу маркетингову модель товару: уточнюємо ідею продукту та/або послуги, його фізичні складові, особливості процесу його надання (таблиця 5.19).

Таблиця 5.19 – Трирівнева маркетингова модель товару

Рівні товару	Сутність та складові
1. Товар за задумом	Технологія складання та зварювання крана кульового
2. Товар у реальному виконанні	1. Технологія складання зварювання
	2. Планування робочої ділянки
	3. Закупівля обладнання
3. Товар із підкріпленням	4. Навчання персоналу
	Якість: стандарти, нормативи, сертифікація, контроль
	Пакування: презентація, комерційна пропозиція
3. Товар із підкріпленням	До продажу: Розробка, маркетинг, брендування
	Після продажу: гарантійне обслуговування, відгуки
За рахунок чого потенційний товар буде захищено від копіювання: За рахунок патентування технології	

Наступним кроком є визначення цінових меж, якими ми будемо керуватись при встановленні ціни на потенційний товар, яке передбачає аналіз ціни на товари-аналоги або товари субститути, а також аналіз рівня доходів цільової групи споживачів (таблиця 5.20).

Таблиця 5.20 – Визначення меж встановлення ціни

Рівень цін на товари аналоги	Рівень доходів цільової групи споживачів	Верхня та нижня межі встановлення ціни на товар/послугу
20000 – 40000 грн/шт.	> 200000 грн/міс.	20000 – 50000 грн/шт.

Наступним кроком ми визначаємо оптимальну систему збуту, в межах якого приймається рішення (таблиця 5.21):

– проводити збут власними силами або залучати сторонніх посередників (власна або залучена система збуту);

					НЗ-з31мн.03.00.000.ПЗ	Арк.
						94
Зм.	Арк.	№ документу		Перев		

- вибір та обґрунтування оптимальної глибини каналу збуту;
- вибір та обґрунтування виду посередників.

Таблиця 5.21 – Формування системи збуту

Специфіка закупівельної поведінки цільових клієнтів	Функції збуту які має виконувати постачальник товару	Глибина каналу збуту	Оптимальна система збуту
Звична закупівля	Доставка товару покупцю	Канал нульового рівня	Продаж клієнту товару через сайт

Враховуючи особливості закупівельної поведінки цільових клієнтів, було вирішено встановити власну систему збуту. У цьому випадку виробник продає свій товар безпосередньо клієнтам через власний веб-сайт. Крім того, обрано стратегію заглиблення каналу збуту нульового рівня, оскільки компанія прагне утримувати тісний зв'язок із споживачами в обмеженому цільовому каналі.

Останньою складовою маркетингової програми є розроблення концепції маркетингових комунікацій, що спирається на попередньо обрану основу позиціонування, визначену специфіку поведінки клієнтів (таблиця 5.22).

Таблиця 5.22 – Концепція маркетингових комунікацій

Специфіка поведінки цільових клієнтів	Канали комунікацій якими користується цільові клієнти	Ключові позиції, обрані для позиціонування	Завдання рекламного повідомлення	Концепція рекламного звернення
Підтримання зв'язку на протязі всього дня	Веб – сайт на якому є всі контакти	Іноваційність технології, надійність	Зацікавлення цільової аудиторії	Технологічна перевага, якість товару та виготовлення у задані строки

Ми розробили стартап-проект із фокусом на "Технологію складання та зварювання кульового крана", провівши детальний аналіз ринкової ситуації. У результаті було виділено ключові групи конкурентів та потенційних споживачів, що дало нам підстави вважати перспективним вихід на цей ринок.

Головною перевагою нашого проекту є унікальний підхід до системи збуту, який базується на глибокому розумінні закупівельних звичок нашої цільової аудиторії. Ми плануємо здійснювати прямі продажі через власний інтернет-ресурс, що дозволить нам повністю контролювати процес реалізації продукції, забезпечуючи персоналізоване обслуговування та оперативне вирішення потреб клієнтів.

У контексті існуючих схем постачання крану кульового ми визнаємо, що вихід на цей ринок супроводжується певними труднощами. Однак завдяки нашій технології ми можемо виробляти більше кранів з вищою якістю за зміну при меншій кількості робітників. Це створює конкурентні переваги за рахунок підвищеної продуктивності та зниження витрат.

Наша стратегія виходу на ринок базується на зосередженні зусиль у вузькому ринковому сегменті. Такий підхід дозволить нам ефективно взаємодіяти з цільовою аудиторією та закріпити позицію ключового гравця в цьому сегменті.

					<i>НЗ-з31мп.03.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						96
Зм.	Арк.	№ документа		Перев		

6 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Метою розділу з охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях є аналіз потенційних небезпечних чинників, які можуть загрожувати обслуговуючому персоналу, та розробка заходів для їх запобігання. У цьому розділі також розглядаються вимоги до гігієни, безпеки праці, функціонування обладнання та виробничих процесів, а також загальні стандарти для організації підприємств і виробничих приміщень.

Важливим компонентом є виявлення джерел забруднення робочого середовища в умовах конкретного виробництва. Це включає визначення можливих джерел шкідливих викидів і розробку основних напрямків для їх моніторингу та зменшення впливу на довкілля.

Крім того, у розділі зазначені основні вимоги до промислової гігієни та безпеки, яких необхідно дотримуватись на робочому місці. Це стосується стандартів для обладнання та технологічних процесів, спрямованих на захист працівників і запобігання потенційним негативним впливам на їхнє здоров'я.

6.1 Аналіз шкідливих і небезпечних виробничих факторів (ШНВФ)

Для зварювання крану кульового зі S235J2 згідно технологічному процесу використовується MIG/MAG зварювання. Зварювання виконуватимуть у суміші газів (82 % Ar + 18 % CO₂). Відбувається зварювання в цеху.

Тепер зазначимо обладнання яке застосовується у процесі виготовлення крана кульового.

					<i>НЗ-з31м.03.00.000ПЗ</i>		
Зм.	Арк.	№ док-м.	Підпис	Дата			
Розроб.		Онуфрієнко О.О.			Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях		
Перевір.		Левченко О.Г.					
Н. Контр.		Лисак В.В.					
Затверд.		Квасницький В.В.					
						Літ.	Арк.
							97
						Архів	
						132	
						КПІ імені Ігоря Сікорського	
						НН ІМЗ. Є. О. Патона	

Виконується відрізання заготівлі на машині термічного розкрою Marlin Fire Bridge - 1500-3000, заготівлі для кульки відправляємо на прес гідравлічний TORIN TY30002, інші відправляються у піскоструминну камеру 1000 л CORMAK для очищення.

На токарний верстат TYTAN350 180 x 350 відправляються заготівлі корпусу для вирізу отвору 30 мм, після цього всі деталі для крану кульового збираються на зварювальний стіл для проставлення прихоплень та зварювання, зібраний кран кульовий відправляємо на установку для зварювання патрубків і фланців АС305-2.

Розглянемо шкідливі і небезпечні фактори які потрібно враховувати при виробництві та проведемо їх аналіз.

Робота зварника пов'язана з небезпечними і шкідливими факторами, що виникають під час зварювальних процесів. Серед них:

- низька температура повітря в холодну пору року;
- висока температура повітря в приміщенні;
- нагріті поверхні обладнання і матеріалів, що підвищують ризик опіків.
- високий рівень запиленості та загазованості повітря робочої зони.
- вплив ультрафіолетового й інфрачервоного випромінювання.
- шум і статичні навантаження на організм.

Зварювальники зазнають як фізичних, так і нервово-психологічних навантажень. Фізична напруга проявляється у вигляді статичних і динамічних зусиль, пов'язаних із вагою зварювального обладнання, гнучкістю шлангів і тривалістю роботи в незручній позі. Постійне перенапруження може викликати захворювання опорно-рухового апарату плечового пояса [30].

Нервово-психологічні навантаження включають зорове перенапруження та нервово-емоційний стрес. Недостатній захист очей може призводити до розвитку катаракти, а метеорологічні умови можуть спричинити тепловий дискомфорт.

Одним із найбільш шкідливих факторів є зварювальний аерозоль, що утворюється під час зварювання. Вдихання цих часток може призводити до

					<i>НЗ-з31мн.03.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						98
Зм.	Арк.	№ документа		Перев		

хронічних захворювань дихальних шляхів, таких як бронхіт і пневмоконіоз, а також підвищує ризик онкологічних захворювань через присутність канцерогенів.

Поліпшення умов праці зварювальників можливе шляхом впровадження автоматизації зварювальних процесів. Для зниження шкідливого впливу рекомендується використовувати місцеву вентиляцію на кожній ділянці для зварювання.

Застосування будь-якого методу зварювання вимагає суворого дотримання правил техніки безпеки та охорони праці, що повинні бути враховані в технологічних картах і неухильно виконуватися під час роботи. Основні небезпечні та шкідливі фактори, які виникають під час дугового напівавтоматичного зварювання в захисних газах, наведені в таблиці 6.1.

Таблиця 6.1 – Небезпечні і шкідливі виробничі фактори [31]

№	Фактори виробничого середовища та організації праці	Зварювання в аргоні	
1	Шкідливі речовини		xx
2	Випромінювання в оптичному діапазоні	Ультрафіолетове	xx
3		Видиме	xx
4		Інфрачервоне	xx
5	Електромагнітні поля		-
6	Магнітні поля		-
7	Іонізуючі випромінювання		-
8	Шум		x
9	Ультразвук		-
10	Статичне навантаження руху		xx
11	Електричний струм		xx
12	Іскри, бризки і викиди розплавленого металу		xx
13	Механізми і вироби, що рухаються		xx
14	Системи, які знаходяться під тиском, який не дорівнює атмосферному		xx

Примітки: ++ – інтенсивний фактор; + – помірний фактор; (-) – незначний фактор чи його відсутність.

Під час зварювальних робіт у повітря потрапляють шкідливі речовини у вигляді зварювального аерозолі (ЗА) та газів. Фізико-хімічні характеристики пилу, такі як хімічний склад, ступінь дисперсності, структура частинок, розчинність, щільність, питома поверхня та межі концентрації для вибуховості,

визначають рівень його небезпеки, а також впливають на пожежо- та вибухонебезпеку [31].

Під час електродугового зварювання висока температура дуги спричиняє плавлення та часткове випаровування основного металу та електродного матеріалу. У зоні високої температури утворюються пари металів, які, охолоджуючись, перетворюються на тверді частинки. Ці дрібнодисперсні частинки залишаються у повітрі тривалий час завдяки діям аеродинамічних сил.

До складу зварювального аерозолі входять елементи зварювальних матеріалів і металу, такі як залізо, марганець, кремній, кальцій, калій, магній, натрій, титан, алюміній, хром, нікель, фтор та інші. Оксиди цих елементів утворюють тверді частинки ЗА [31].

Сучасні фізичні методи дослідження (інфрачервона спектроскопія, рентгенофазовий аналіз, електронна дифрактометрія) показали, що окрім оксидів, до складу зварювального аерозолі входять також складні сполуки, такі як шпінелі, силікати, фториди та інші. (наприклад, Fe_3O_4 , Mn_3O_4 , MnFe_2O_4 , Fe_2SiO_4 , Mn_2SiO_4 , $\text{Cr}_2\text{O}_3 \cdot \text{FeO}$, $(\text{Fe}, \text{Mn})\text{O} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$, K_2CrO_4 , Na_2CrO_4 , $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, NaF , CaF_2) [31].

Разом із пилом у виробничому середовищі розповсюджуються шкідливі гази, які можуть призвести до отруєння. Багато з цих газів не мають видимих ознак і можуть бути небезпечними, особливо коли накопичуються у низьких частинах приміщень. Це створює ризик отруєння, а в разі горючих чи вибухових газів – вибуху або пожежі.

Під час зварювання в захисних газах склад газоподібних речовин, що утворюються, визначається захисним газом. У дипломній роботі зазначено, що зварювання проводиться у суміші газу $\text{Ar} + \text{CO}_2$.

Аргон і вуглекислий газ є важчими за повітря і можуть накопичуватися у робочій зоні, витісняючи кисень. Це може спричинити кисневе голодування, особливо у закритих або погано вентильованих приміщеннях. Ознаки гіпоксії: слабкість, запаморочення, утруднене дихання [31].

					<i>НЗ-з31мн.03.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						100
Зм.	Арк.	№ документу		Перев		

Електропроводи, газові та водяні трубки, що з'єднують пістолет-пальник із шафою з електроапаратурою, повинні бути достатньо гнучкими. Металевий шланг для подачі зварювального дроту з касети до пістолета-пальника напівавтомата має бути покритий електроізоляційним матеріалом для забезпечення безпеки під час роботи [32].

6.2 Інженерне рішення для забезпечення безпеки праці

Мікроклімат у виробничих умовах формується такими параметрами, як температура повітря (°C), відносна вологість (%) і швидкість повітряного потоку на робочому місці (м/с). Основні норми щодо мікрокліматичних умов регулюються ДСН 3.3.6.042-99.

У зварювальних цехах рекомендовано підтримувати оптимальні показники мікроклімату, які забезпечують комфортне самопочуття працівників. У таблиці 6.2 наведено рекомендовані значення основних параметрів мікроклімату для зварювальних робіт.

Таблиця 6.2 – Параметри мікроклімату

Сезони року	Параметри мікроклімату					
	Оптимальні			Фактичні		
	Температура, °C	Вологість, %	Швидкість повітря, м/с	Температура, °C	Вологість, %	Швидкість повітря, м/с
Теплий	23-25	40-60	0,1	23-25	40-50	0,1
Холодний	22-24	40-60	0,1	22	40-50	0,1

Всі методи зварювання вимагають дотримання певного комплексу правил охорони праці. На зварювальника під час зварювання плавленням в тій чи іншій мірі існує можливість небезпечних впливів в зв'язку з наступними факторами:

– ураження електричним струмом при дотику до струмоведучих частин електричного кола;

					<i>НЗ-з31мн.03.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						101
Зм.	Арк.	№ документу		Перев		

- ураження променями електричної дуги очей і відкритої поверхні шкіри;
- опіки від крапель металу і шлаку при зварюванні;
- отруєння шкідливими газами, що виділяються при зварюванні і при забрудненні приміщень пилом і випарами різних речовин;
- вибухи через неправильне поводження з балонами стисненого газу або через виробництво зварювання в ємностях з-під горючих речовин, або виконання зварювання поблизу легкозаймистих і вибухонебезпечних речовин;
- пожежі від розплавленого металу і шлаку в процесі зварювання;
- травми різного роду механічного характеру при підготовці важких виробів до зварювання і в процесі зварювання.

Для запобігання небезпеки ураження електричним струмом необхідно, щоб джерела живлення мали автоматичні пристрої, що відключають їх при обриві дуги протягом не більше 0,5 с.

З метою зменшення небезпеки ураження електричним струмом зварювальнику слід дотримуватися наступних заходів:

- надійна ізоляція всіх, проводів, пов'язаних з живленням джерела струму і зварювальної дуги;
- надійний пристрій електродотримача з гарною ізоляцією, яка гарантує, що не буде випадкового контакту струмоведучих частин електродотримача зі зварним виробом або руками зварника;
- робота у справно-сухому спецодязі і рукавицях. При роботі в тісних відсіках і замкнутих просторах обов'язкове використання гумових калош і килимків, джерел освітлення з напругою не більше 6-12 В;

Для запобігання небезпеки ураження бризками розплавленого металу і шлаку використовують спецодяг (брюки, куртку і рукавиці) з брезентової або спеціальної тканини. Куртки при роботі не слід вправляти у штани, а взуття повинне мати гладкий верх, щоб бризки розплавленого металу не потрапляли всередину одягу, так як в цьому випадку можливі важкі опіки [44].

Електробезпека у виробничих умовах передбачає дотримання правил і норм, які захищають працівників від ураження електричним струмом під час

					<i>НЗ-з31мн.03.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						102
Зм.	Арк.	№ документу		Перев		

роботи з електрообладнанням. Це особливо важливо для зварювальників, електромонтерів та інших фахівців, які працюють з електроустановками [41].

- усі струмопровідні елементи повинні бути надійно ізольовані, щоб запобігти випадковому дотику;
- обладнання повинно бути заземлене для відведення струму до землі у разі пошкодження ізоляції. Занулення з'єднує корпус електрообладнання з нейтраллю мережі;
- використання пристроїв автоматичного вимкнення електроживлення у разі короткого замикання або витоку струму;
- працівники повинні використовувати діелектричні рукавички, взуття, килимки та захисні шоломи;
- виключення можливості контакту з відкритими струмопровідними частинами та дотримання безпечної відстані до них.

Перед початком роботи перевірити цілісність ізоляції проводів, заземлення та справність обладнання. Впевнитися, що електрообладнання вимкнене перед його підключенням або налаштуванням:

- заборонено працювати з пошкодженим електрообладнанням або кабелями з оголеною ізоляцією;
- не допускається торкатися мокрими руками до електрообладнання.
- робота у вологих приміщеннях допускається лише з використанням додаткових засобів захисту;
- вимкнути електрообладнання та переконатися, що воно знеструмлене;
- перевірити справність засобів індивідуального захисту, що використовувались під час роботи.

Засоби індивідуального захисту (ЗІЗ):

- діелектричні рукавички: захищають руки від ураження струмом;
- діелектричне взуття: забезпечує ізоляцію від струмопровідних підлог;
- діелектричні килимки: використовуються для ізоляції від землі під час роботи з електроустановками;

					<i>НЗ-з31мн.03.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						103
Зм.	Арк.	№ документу		Перев		

– захисні окуляри та шоломи: захищають від електричних дуг та механічних пошкоджень.

Організаційні заходи електробезпеки:

- регулярне проведення інструктажів з електробезпеки та навчання персоналу правилам безпечної роботи;
- періодичні огляди та тестування електрообладнання на відповідність вимогам безпеки;
- визначення осіб, відповідальних за дотримання електробезпеки на підприємстві.

Дії у разі електротравми:

- негайно відключити постраждалого від джерела струму (за допомогою ізольованих предметів) ;
- викликати медичну допомогу;
- перевірити наявність пульсу та дихання у постраждалого. При необхідності виконати серцево-легеневу реанімацію.

Проведення плазмового різання, повинно відповідати вимогам НПАОП 28.5-1.02-07 [33]. Для цього слід виділяти окремі приміщення або ізольовані сектори цеху. Допоміжні операції, такі як механічна обробка, очищення та приготування порошків, повинні проводитися поза основними ділянками, де використовується плазмова технологія.

Треба переконатися, що напруга живильної мережі саме те, на яке розрахований апарат (380 В або 220 В), а провідники мережі та її захист витримують навантаження, створювану пристроєм. Потім треба подбати про добротному заземлення робочої підставки або столу, оточуючих металевих предметів і розетки [45].

Потрібно перевірити, що силові кабелі і апарат повітряно-плазмового різання в ідеальному робочому стані і не мають пошкоджень. Підключати обладнання до мережі слід через УЗО (пристрій захисного відключення). Щоб уберегти себе від травмування та можливих профзахворювань, працювати треба в спеціальній екіпіровці:

					<i>НЗ-з31мн.03.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						104
Зм.	Арк.	№ документа		Перев		

- щитку або окулярах зварника, мають скло із затемненням 4-5 класу;
- в рукавичках, куртці та штаних з щільного матеріалу, добре закривають тіло;
- у закритому взутті.

Освітленість робочої зони має велике значення під час використання зварювального обладнання. Важливо забезпечити постійну присутність денного світла або встановити освітлювальні прилади в разі його відсутності [45].

Оптична безпека під час зварювання є критично важливою для запобігання ушкодженням очей від ультрафіолетового (УФ) та інфрачервоного (ІЧ) випромінювання, а також яскравого світла [45]. Основні рекомендації щодо забезпечення безпеки включають:

- Захисні маски або окуляри зі спеціальними світлофільтрами, які блокують шкідливе випромінювання;
- маски з автоматичним затемненням, які адаптуються до інтенсивності світла, забезпечуючи зручність під час роботи;
- зварювальний процес повинен проходити в ізольованій зоні, щоб захистити інших людей від випромінювання;
- для мінімізації відбиттів рекомендується використовувати матові поверхні на робочих столах;
- працівники повинні бути проінструктовані щодо ризиків оптичного випромінювання та правильного використання захисного обладнання.

Світлофільтри та маски повинні бути в справному стані без пошкоджень, які можуть знижувати ефективність захисту [45].

До виконання дугового зварювання допускаються особи, які не молодші 18 років, пройшли попередній медичний огляд (з урахуванням медичних протипоказань), навчання, інструктаж та перевірку знань вимог безпеки згідно з Типовим положенням про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці НПАОП 0.00-4.12-05 [42]. Вони повинні мати кваліфікаційний рівень та сертифікат з електробезпеки не нижче II класу і посвідчення. Інструктаж повторюється не рідше одного разу у три місяці та фі-

					<i>НЗ-з31мн.03.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						105
Зм.	Арк.	№ документу		Перев		

-ксується у журналі проходження інструктажу [34].

Вимоги до вентиляції цеху повинні відповідати ДСТУ 2456-94 «Зварювання дугове і електрошлакове. Вимоги безпеки». Виробничі приміщення повинні бути обладнані загальнообмінною припливно-витяжною вентиляцією, що відповідає ДБН В.2.5-67:2013 «Опалення, вентиляція та кондиціонування» [35].

Головна мета полягає в зменшенні обсягів витрат повітря, при цьому зберігаючи на високому рівні показники якості повітряного середовища [36]. Для досягнення цієї мети використовуємо місцеву вентиляцію (рисунок 6.1):

- використання місцевих відсмоктувачів, які забезпечують видалення до 75% шкідливих речовин;
- подача припливного повітря здійснюється розсіювально в області, що межує з локалізованими робочими зонами;
- Для місцевих витяжних установок передбачається швидкість руху повітря від 0,5 до 1,8 м/с, що залежить від типу зварювальної операції.

Розрахунок вентиляції зварювального цеху визначається технічними характеристиками, конфігурацією та комплектацією промислових вентиляційних систем. Це враховує гігієнічні вимоги та фактичні дані, такі як:

- Тип та концентрація виділень, таких як оксиди фтору, озон, вуглець, оксид азоту, і надлишок тепла;
- Швидкість витрати зварювальних електродів у конкретний час.

Потрібний об'єм повітря, залежно від типу зварювання [43]:

- ручний (1500 – 4500 м³/год);
- напівавтоматичний (1700 – 2000 м³/год);
- порошковий дріт (до 5400 м³/год).

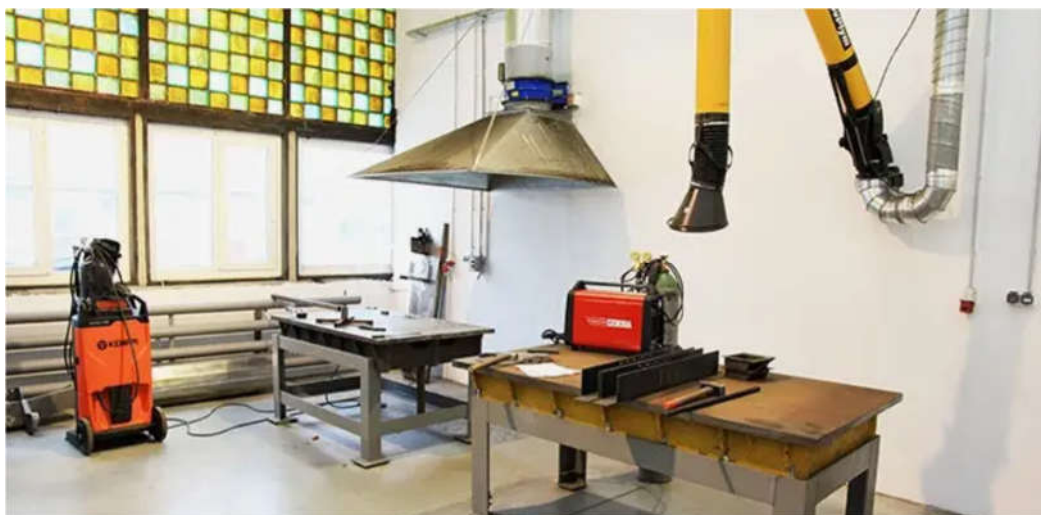


Рисунок 6.1 – Місцева вентиляційна система [49]

Нормування параметрів мікроклімату відбувається відповідно до ДСН 3.3.6.042-99 "Державні санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень". Мікрокліматичні умови виробничих приміщень включають температуру повітря, відносну вологість, швидкість руху повітря, інтенсивність теплового (інфрачервоного) опромінення та температуру поверхні. Температури внутрішніх та зовнішніх поверхонь не повинні перевищувати оптимальні температурні режими для даної категорії робіт більш ніж на 2 °С.

Засобами індивідуального захисту є спецодяг, до якого входять Комбінезон захисний FORMEN за ТУ 17-893-72, взуття та захисний шолом (рисунок 6.2). До засобів колективного захисту за ДСТУ EN 420- 2017 входить огорожа навколо комплексів.

Засоби індивідуального захисту зварника (ЗІЗ) створені для захисту від фізичних, хімічних, термічних та оптичних небезпек, що виникають під час зварювальних робіт. Основні категорії ЗІЗ [47]:

Зм.	Арк.	№ документа		Перев

НЗ-з31мн.03.00.000.ПЗ

Арк.

107



Рисунок 6.2 – Засоби індивідуального захисту зварника [47]

1. Захист очей та обличчя

Зварювальна маска: забезпечує захист від УФ, ІЧ-випромінювання, яскравого світла та бризок розплавленого металу. Рекомендуються маски з автоматичним затемненням.

Захисні окуляри: додатково захищають від частинок та іскор.

2. Захист дихальних шляхів

Респіратори або маски з фільтрами для захисту від диму, газів і пилу, що утворюються при зварюванні.

У складних умовах використовуються апарати подачі повітря або автономні дихальні системи.

3. Захисний одяг

Зварювальний костюм: виготовлений з вогнестійкої тканини, наприклад, зі шкіри або спеціального матеріалу.

Рукавиці (краги): товсті шкіряні рукавички, стійкі до високих температур.

Фартухи та нарукавники: додатковий захист для торса й рук.

4. Захисне взуття

Черевики з міцною, нековзкою підошвою та металевим носком для захисту

Зм.	Арк.	№ документа		Перев

НЗ-з31мн.03.00.000.ПЗ

Арк.

108

від падіння важких предметів.

5. Захист слуху

Беруші або навушники, якщо робота супроводжується високим рівнем шуму.

6. Додаткові аксесуари

- ковпаки або капюшони для захисту голови від іскор;
- захисні щитки для обмеження опромінення оточуючих.

Наші пости обладнанні захисними завісами для зварювальних робіт використовуються для обмеження розповсюдження шкідливого випромінювання, іскор і бризок розплавленого металу. Вони забезпечують безпеку працівників, які не беруть участь у зварювальному процесі, і допомагають уникнути опіків, пошкодження очей та інших травм [48].

Виготовляються з ПВХ-плівки з затемненням, які блокують ультрафіолетове та інфрачервоне випромінювання рисунок 6.3.



Рисунок 6.3 – Робоче місце зварника, обладнане захисною плівкою [48]

6.3 Розрахунок інженерного рішення

Відповідно до ДСТУ 2456-94 [37], застосування місцевої вентиляції рекомендується для дугового зварювання, яке включає в себе використання покритих електродів, автоматичних та напівавтоматичних методів з

					<i>НЗ-з31мн.03.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						109
Зм.	Арк.	№ документа		Перев		

використанням захисних газів, як для плавкого, так і для неплавкого електроду, порошкового дроту, під флюсом, а також для електрошлакових технологій.

Розрахуємо об'єм повітря, яке необхідно видалити місцевою вентиляцією:

$$L = 3600 \cdot F_0 \cdot V_0,$$

де F_0 – площа всмоктувальних отворів відсмоктувача, м²; V_0 – швидкість потоку повітря в отворі, м/с.

Для витяжних пристроїв з гострими краями найпростішої форми швидкість всмоктування повітря розраховується за такими формулами:

- для округлих та квадратних отворів без екрана

$$V_0 = 16 \cdot V_x (X/d)^2.$$

Швидкість всмоктування, від джерела виділення шкідливих речовин при зварюванні в інертному газі приймаємо $V_x = 0.3$ м/с.

Отримаємо:

$$F_0 = 0.01665 \text{ м}^2, \text{ при діаметрі отвору } d = 0.15 \text{ м};$$

X – висота розміщення всмоктуючого отвору відносно зони зварювання $X = 0.4$ м

$$X > 0.5 d.$$

Для округлих та квадратних отворів без екрану:

$$V_0 = 16 V_x (X/d)^2 = 16 \cdot 0.3 \cdot (0.4/0.15)^2 = 34.13 \text{ м/с}.$$

Визначимо значення L_m :

$$L_m = 3600 \cdot F_0 \cdot V_0 = 2045.75 \text{ м}^3/\text{год}.$$

					<i>НЗ-з31мн.03.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						110
Зм.	Арк.	№ документу		Перев		

6.4 Вимоги безпеки в надзвичайних ситуаціях

Відповідно до ДСТУ Б В.1.1-36:2016, приміщення, де проводяться зварювальні роботи, класифікуються як категорія Г за рівнем вибухопожежної небезпеки. Будівлі повинні мати перший ступінь вогнестійкості, що передбачає запобігання поширенню вогню на основні конструкції, і забезпечувати мінімальний рівень вогнестійкості в 2,5 години. Робочі місця для зварювальних процесів мають бути очищені від

легкозаймистих речовин у межах 5-метрової зони. Виконання зварювальних робіт поза межами виробничих приміщень дозволяється лише після узгодження з відповідною пожежною службою підприємства [38].

Забороняється:

- виконувати зварювальні роботи на конструкціях з невисохлою фарбою;
- працювати на обладнанні, трубопроводах чи ємностях, які перебувають під тиском, напругою або заповнені горючими чи токсичними речовинами.

Основні заходи пожежної безпеки включають:

- запобігання займання шляхом обмеження коротких замикань та ізоляції електричних елементів;
- уникнення накопичення вибухонебезпечних середовищ через належну герметизацію обладнання;
- використання автоматичних систем пожежної сигналізації та гасіння.

Використання пожежної сигналізації, обладнаної спеціальними датчиками, які своєчасно в автоматичному режимі сповіщають про виникнення пожежі і вмикають автоматичну систему пожежогасіння.

Беручи до уваги зазначене, процеси на виробництві було максимально автоматизовано завдяки встановленню двох зварювальних установок та механізму обертання для складання. Це дозволило зменшити фізичне навантаження на працівників, підвищити рівень безпеки та точність виконуваних робіт. Устаткування оснащено датчиками, які контролюють

					<i>НЗ-з31мн.03.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						111
Зм.	Арк.	№ документу		Перев		

потенційні ризики під час зварювання та своєчасно попереджають зварника про небезпеку. У разі виникнення аварійної ситуації автоматично спрацьовує захист, і обладнання припиняє роботу.

У випадку пробією електричної напруги на корпус зварювального агрегату необхідно відключити рубильник і довести до відома про це майстра або начальника дільниці.

У випадку потрапляння кого-небудь під напругу, необхідно відключити зварювальний агрегат від мережі, покласти потерпілого на дерев'яний настил, підклавши під голову ватник, викликати лікаря за телефоном 103 і, якщо це необхідно, зробити постраждалому штучне дихання.

У випадку загорання зварювального агрегата необхідно відключити рубильник і приступити до гасіння пожежі за допомогою вогнегасника.

Кожен робітник і службовець, що виявив пожежу або загорання, зобов'язаний:

- негайно сповістити про це в заводську пожежну охорону за телефоном 101;
- приступити до гасіння вогню пожежі наявними в цеху (на дільниці) засобами пожежогасіння (вогнегасник, пісок, пожежний кран тощо);
- викликати до місця пожежі посадових осіб (начальника цеху, дільниці).

У випадку одержання травми необхідно довести до відома про це майстра, начальника дільниці та звернутися в медпункт.

Дії під час сигналу оповіщення повітряної тривоги (рисунок 6.4)

					<i>НЗ-з31мн.03.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						112
Зм.	Арк.	№ документу		Перев		

АЛГОРИТМ ДІЙ ПІД ЧАС ОПОВІЩЕННЯ СИГНАЛУ «УВАГА ВСІМ! ПОВІТРЯНА ТРИВОГА»

для відвідувачів громадських закладів



Підготовчі заходи:

1. ознайомитися з інформацією щодо дій у разі оголошення сигналу "Увага всім! Повітряна тривога" під час перебування в закладі;
2. дотримуватися правил поведінки в місцях масового перебування людей;
3. не залишати неповнолітніх дітей без нагляду;
4. уважно слухати сигнали оповіщення та оголошення адміністрації закладу;
5. виконувати вказівки адміністрації закладу і прослідкувати до найближчого укриття.

Порядок дій:

- ▶ у разі оголошення евакуації негайно залишити приміщення;
- ▶ під час евакуації не користуватися ліфтами, спускатися сходами, прямувати маршрутами евакуації до визначених укриттів;
- ▶ швидко, без паніки зайняти місце в найближчій захисній споруді (сховищі, підвальному приміщенні, паркінгу тощо);
- ▶ якщо захисної споруди поблизу немає, сховатися за бетонними плитами, бордюром, лягти в заглибленнях землі;
- ▶ не піддаватися паніці, зберігати спокій та здатність швидко і правильно оцінювати ситуацію;
- ▶ за необхідності надати допомогу тим, хто її потребує.



Рисунок 6.4 – Алгоритм дій під час оповіщення сигналу «УВАГА ВСІМ!
ПОВІТРЯНА ТРИВОГА» [50]

Цю інформацію, як діяти, рекомендується розмістити на видному місці для відвідувачів, які можуть перебувати на той час на підприємстві, в установі, організації.

Нагадуємо, що роботодавець несе відповідальність за дії або бездіяльність, які призводять до настання нещасних випадків на виробництві згідно чинного законодавства.

Водночас працівник зобов'язаний дбати про особисту безпеку і здоров'я під час виробничого процесу.

Зм.	Арк.	№ документу		Перев

НЗ-з31мн.03.00.000.ПЗ

Арк.

113

Рятувальники наголошують, що точно передбачити місце влучання ракет чи дронів неможливо, тому слід суворо дотримуватись рекомендацій. Кількість оголошень тривоги залежатиме від реальної загрози.

					<i>НЗ-з31мн.03.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						114
Зм.	Арк.	№ документу		Перев		

ВИСНОВОК

У ході виконання роботи розроблено технологію складання та зварювання крана кульового.

Обґрунтовано вибір способу зварювання з урахуванням здатності матеріалу до формування типових дефектів, заданої продуктивності виробництва та показників якості виробу. Визначено параметри режиму зварювання з'єднань, здійснено вибір типового зварювального та допоміжного обладнання. Розміри зварювального дроту та значення параметрів режимів, зокрема, призначено так, щоб для зварювання усіх швів було можливо використовувати одне й те саме зварювальне обладнання — напівавтомат та джерело живлення.

Установки для зварювання окремих швів скомпоновані на базі типових вузлів обладнання. Додатково виконано розрахуки роликового стенду з метою його модернізації. Для зварювання внутрішніх швів запропоновано використання у складі установки позиціонера, таке рішення дозволило підвищити продуктивність процесу.

Аналіз ринкових умов підтвердив актуальність і попит на крани кульові, що зумовлено зростаючими вимогами до якості та надійності подібної продукції. Використання передових технологій у процесі виробництва забезпечує конкурентоспроможну цінову пропозицію та високу якість кінцевого продукту.

У роботі розглянуто питання охорони праці та безпеки у надзвичайних ситуаціях на виробництві. Впровадження автоматизованих систем моніторингу та реагування дозволило підвищити ефективність управління надзвичайними ситуаціями, що є важливою передумовою для забезпечення безпеки працівників і стабільності виробничого процесу в цілому.

Таким чином, запропонована технологія складання та зварювання крана кульового забезпечує високу продуктивність, стабільність виробництва, безпеку та ефективність під час виконання робіт технологічного циклу, що робить її перспективною для широкого впровадження на ринку.

					<i>НЗ-з31мн.03.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						115
Зм.	Арк.	№ документу		Перев		

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Запірна арматура трубопровідна – інтернет магазин, сайт запірної арматури в Україні – Armashop.ua. – Режим доступу: <https://armashop.ua/content/uploads/files/breeze/11s36p-passport.pdf> (дата звернення: 25.10.2024). – Назва з екрана.

2. Фазові перетворення та зміни властивостей стали при зварюванні. Атлас / М. Х. Шоршоров, В. В. Белов. - М.: "Наука", 1972. - 219 с. (дата звернення: 25.10.2024)

3. Як уникнути найбільш поширених дефектів – інтернет магазин, обладнання – kemppi.in.ua. – Режим доступу: https://kemppi.in.ua/articles/defekty_zvaryvannja_mig_mag.htm (дата звернення: 25.10.2024) - Назва з екрана.

4. Марочник сталі та сплавів – характеристика матеріалу S235J2 – splav-kharkov.com. – Режим доступу: https://www.splav-kharkov.com/mat_start.php?name_id=1 (дата звернення: 25.10.2024) - Назва з екрана.

5. ARGON - Ataman Kimya [Electronic resource] // Ataman Kimya. – Mode of access: https://www.atamanchemicals.com/argon_u27996/ (date of access: 25.10.2024). – Title from screen.

6. Обміднений зварювальний дріт ER70S-6 та ER70S-7 [Електронний ресурс] // ТОВ «КОРСАЛ». – Режим доступу: <https://korsal.com.ua/zvaryvalnij-drit/obmidnenij-zvaryvalnij-drit-er70s-6> (дата звернення: 25.10.2024). – Назва з екрана.

7. Тривалкова листогибочна машина | Вальці промислові ВЕМ1270х2 / ВЕМ2000х10 PSTech (ID#706736382), ціна: 117700 ₴, купити на Prom.ua [Електронний ресурс] // prom.ua. – Режим доступу: <https://prom.ua/ua/p706736382-trehvalkovaya-listogibochnaya-mashina.html> (дата звернення: 25.10.2024). – Назва з екрана.

					НЗ-з31мн.03.00.000.ПЗ	Арк.
						116
Зм.	Арк.	№ документу		Перев		

8. Пресс пневмогидравлический 30т TORIN TY30002 [Електронний ресурс] // Skad.com.ua. – Режим доступу: https://www.skad.com.ua/press_pnevmogidravlicheskiy_30t_ty30002/ (дата звернення: 25.10.2024). – Назва з екрана.

9. Обладнання для зварювання – зварювальний напівавтомат PATON™ PowerMIG-400-15-4-400V [Електронний ресурс] // Інтернет-магазин paton.ua. – Режим доступу: <https://paton.ua/svarochnoe-oborudovanie/svarochnye-poluavtomaty/zvarjuvalnij-napvavtomat-paton-powermig-400-15-4-400v/> (дата звернення: 25.10.2024) - Назва з екрану.

10. Юхин Н. А. Механізоване дугове зварювання плавким електродом в захістних газах (MIG/MAG). Київ : Зварювання, 2008 . 38 с. (дата звернення: 25.10.2024)

11. Зварювальний пальник MIG/MAG Abicor Binzel ABIMIG® W 440 PVC 5 м, WZ-2 [Електронний ресурс] // Інтернет-магазин paton.ua. – Режим доступу: <https://paton.ua/aksessuary/svarochnye-gorelki-i-plazmatrony/gorelki-mig-mag/zvarjuvalnij-palnik-mig-mag-abicor-binzal-abimig-w-440-5-m-wz-2/> (дата звернення: 25.10.2024). – Назва з екрана.

12. Машина плазмової порізки металу Marlin Fire Bridge [Електронний ресурс] // Marlin-CNC. – Режим доступу: <https://marlincnc.com.ua/chpu-stanki-plazmennoj-i-gazo-plazmennoj-rezki-metalla/4-mashina-plazmennoj-rezki-metalla-marlin-fire-bridge.html> (дата звернення: 25.10.2024). – Назва з екрана.

13. Установка АС305-1 для МІГ/МАГ зварювання кільцевих швів з обертанням виробу одночасно двома пальниками [Електронний ресурс] // Установки та робототехнічні комплекси НАВКО-ТЕХ для дугового зварювання та наплавлення. Автоматизація зварювання та зварювальних процесів. – Режим доступу: <https://www.navko-teh.kiev.ua/produksiia/ustanovky-dlia-duhovoho-zvariuvannia/kiltsevykh-shviv/as305-2-u> (дата звернення: 25.10.2024). – Назва з екрана.

14. Зварювальний стіл Siegmund Workstation 2-224001 [Електронний ресурс] // Обладнання для метало- і деревообробки. Продаж • Гарантія • Сервіс. – Режим

					<i>НЗ-з31мн.03.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						117
Зм.	Арк.	№ документу		Перев		

доступу: <https://kverb.uaprom.net/ua/p1216712364-svarochnyj-stol-siegmund.html>
(дата звернення: 25.10.2024). – Назва з екрана.

15. Ультразвуковий контроль • Контроль металу та зварних з'єднань [Електронний ресурс] // ТОВ Центр промислової діагностики та контролю Україна. – Режим доступу: https://cpdk.com.ua/service/ultrazvukovyj-kontrol?utm_source=google&utm_medium=cpc&utm_campaign=19740947485&utm_term=узк&utm_content=649403805270&utm_gad_source=1&utm_gclid=Cj0KCQJwj4K5BhDYARIsAD1Ly2qU8rvb-iWtVZ2MKCePD5LskJh8nJFjExZwBQE6uAsbONOCe9RHi8waAq01EALw_wcB
(дата звернення: 25.10.2024). – Назва з екрана.

16. Ультразвуковий контроль • Контроль металу та зварних з'єднань [Електронний ресурс] // stroyka-gid.com.ua. – Режим доступу: <http://stroyka-gid.com.ua/instrykziy/13818-ultrozvukova-defektoskopia.html> (дата звернення: 25.10.2024) - Назва з екрану.

17. Капілярний контроль (кольорова дефектоскопія) – SendLAB [Електронний ресурс] // SendLAB. – Режим доступу: <https://sendlab.com.ua/services/non-destructive-testing/kapilyarnyj-kontrol-kolorova-defektoskopiya/> (дата звернення: 25.10.2024). – Назва з екрана.

18. Обладнання та технології зварювальних робіт [Електронний ресурс] // svpu-profi.lg.ua. – Режим доступу: https://www.svpu-profi.lg.ua/pdf/library/gumenuk_oblad_ta_tehnolog.pdf (дата звернення: 25.10.2024) - Назва з екрану.

19. Пескострумина камера 1000 л - КМА.ua [Електронний ресурс] // КМА.ua. – Режим доступу: https://kma.ua/ru/pnevmaticheskoe-oborudovanie-i-instrumenty/1739-peskostrujnaya-kamera-1000-l.html?utm_gad_source=1&utm_gclid=CjwKCAiAxea5BhBeEiwAh4t5K2MX_ul5joPp97cIWGKWNVCphyg1wq-0SMcPc8TpHdH-Oq8M_4wCrhoCclwQAvD_BwE (дата звернення: 25.10.2024). – Назва з екрана.

20. Оголошення OLX.ua: сервіс оголошень України — купівля/продаж бу та нових товарів, різноманітні послуги на сайті OLX.ua – Зварювальний стіл //

					<i>НЗ-з31мн.03.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						118
Зм.	Арк.	№ документу		Перев		

olx.ua. – Режим доступу: <https://www.olx.ua/d/uk/obyavlenie/zvaryuvalno-slyusarniy-metaleviy-stl-IDT87HQ.html?isPreviewActive=0&sliderIndex=7> (дата звернення: 25.10.2024) - Назва з екрану.

21. Роликові зварювальні обертачі універсальні серії NHTR-1000 вантажопідйомність 1000 кг от ""ЗВАРЮВАЛЬНІ-ТЕХНОЛОГІІ" ТОВ" [Електронний ресурс] // "Сварочные технологии" - купить все для сварки и обработки металла. – Режим доступу: <https://svartech.com.ua/ua/p1598708099-rolikovye-svarochnye-vraschateli.html> (дата звернення: 25.10.2024). – Назва з екрана.

22. Картон прокладочний листовий для палет. [Електронний ресурс] // Sydorpack.com.ua - офіційний інтернет-магазин від заводу Sydor-pack. – Режим доступу: <https://sydorpack.com.ua/karton-prokladochnyi-lystovyi-dlia-palett-12001000-mm-tovshch.-05-mm/> (дата звернення: 25.10.2024). – Назва з екрана.

23. Полірувальна машина Bosch GPO 14 CE Professional [Електронний ресурс] // Інтернет-магазин bosch-centre.com.ua. – Режим доступу: https://bosch-centre.com.ua/polirualna-mashina-bosch-gpo-14-ce-0601389000?gclid=CjwKCAiAxea5BhBeEiwAh4t5K1ySgdp9uHguux8K5wPCu3EX5Sdj7gZWYLaHClEK9EyXkzHFFNJ8XhoCCzEQAvD_BwE (дата звернення: 25.10.2024) - Назва з екрану.

24. Універсальний токарний верстат TYTAN 350 180x350 [Електронний ресурс] // Продаж метало та деревообробного інструменту та обладнання. – Режим доступу: <https://slavles.in.ua/universalnyi-tokarnyi-verstat-tytan-350-180x350/> (дата звернення: 25.10.2024). – Назва з екрана.

25. Кутова шліфмашина Bosch GWS 1400 Professional [Електронний ресурс] // Інтернет-магазин bosch-centre.com.ua. – Режим доступу: https://bosch-centre.com.ua/kutova-shlifmashyna-bosch-gws-1400-0601824806?gclid=CjwKCAiAxea5BhBeEiwAh4t5K65LRKDKqayZTOiMrlebM4Dx7iOREiJKsV-AMze7i45jehCkFGIgWBoCuasQAvD_BwE (дата звернення: 25.10.2024) - Назва з екрану.

					<i>НЗ-з31мн.03.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						119
Зм.	Арк.	№ документу		Перев		

спеціалізації): Електронні текст. дані / уклад. О. Г. Левченко. –Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 30 с. (дата звернення: 25.10.2024) - Назва з екрана.

31. Левченко О. Г. Гігієна праці та виробнича санітарія у зварювальному виробництві: Навчальний посібник.- К.: Основа, 2004. - 98 с. (дата звернення: 25.10.2024) - Назва з екрана.

32. Про затвердження Правил охорони праці під час зварювання металів – Офіційний вебпортал парламенту України – [Електронний ресурс] // zakon.rada. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0063-13#Text> (дата звернення: 25.10.2024) - Назва з екрану.

33. НПАОП 28.5-1.02-07. Правила охорони праці при термічній обробці металів. (дата звернення: 25.10.2024) - Назва з екрана.

34. НПАОП 28.5-1.02-07. Правила охорони праці при термічній обробці металів. (дата звернення: 25.10.2024) - Назва з екрана.

35. ДБН В.2.5-67:2013 «Опалення, вентиляція та кондиціонування». (дата звернення: 25.10.2024) - Назва з екрана.

36. Монтаж систем вентиляцій – [Електронний ресурс] ventservis.com.ua – Режим доступу: <https://ventservis.com.ua/sistemy-ventilyacii/ventilyaciya-svarochnogouchastka/> (дата звернення: 25.10.2024) - Назва з екрану.

37. ДСТУ 2456-94. Зварювання дугове і електрошлакове. Вимоги безпеки. (дата звернення: 25.10.2024) - Назва з екрана.

38. Левченко О. Г., Метлицкий В. А. Современные средства защиты сварщиков.– Киев: Экотехнология, 2001. – 84 с (дата звернення: 25.10.2024) - Назва з екрана.

39. ДСТУ ISO 23932:2018 Інжиніринг пожежної безпеки. Загальні принципи(ISO 23932:2009, IDT) (дата звернення: 25.10.2024) - Назва з екрана.

40. Як діяти на виробництві під час оповіщення повітряної тривоги? - «Дебет-Кредит», Бухгалтерські новини – [Електронний ресурс] news.dtki.ua – Режим доступу:<https://news.dtki.ua/labor/labor-relations/89256-iak-diati-na-virobnictvi-pid-cas-opovishhennia-povitrianoi-trivogi> (дата звернення: 25.10.2024) - Назва з екрану.

					<i>НЗ-з31мн.03.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						121
Зм.	Арк.	№ документу		Перев		

41. Головні правила безпеки зварювальних робіт - Охорона праці і пожежна безпека – [Електронний ресурс] oppb.com.ua – Режим доступу: <https://oppb.com.ua/news/tehnika-bezpeky-pry-vykonanni-elektrozvaryuvalnyh-robit> (дата звернення: 25.10.2024) - Назва з екрану.

42. ДСТУ 7239:2011. Національний стандарт України. Система стандартів безпеки праці. Засоби індивідуального захисту. Загальні вимоги та класифікація. (дата звернення: 25.10.2024) - Назва з екрану.

43. Охорона праці та цивільний захист: Підручник для студентів, які навчаються за спеціальностями галузей знань «Автоматизація та приладобудування» / Олег Григорович Левченко [та ін.] ; ред. О. Г. Левченко. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 420 с. (дата звернення: 25.10.2024) - Назва з екрана.

44. Головні правила безпеки зварювальних робіт - Охорона праці і пожежна безпека – [Електронний ресурс] oppb.com.ua – Режим доступу: <https://oppb.com.ua/news/golovni-pravyla-bezpeky-zvaryuvalnyh-robit> (дата звернення: 25.10.2024) - Назва з екрану.

45. Плазмова різка - Блог майстра виробничого навчання Пащенко Романа Володимировича – [Електронний ресурс] blogspotromanpashenko.blogspot.com – Режим доступу: https://blogspotromanpashenko.blogspot.com/p/blog-page_33.html (дата звернення: 25.10.2024) - Назва з екрану.

46. Обладнання для зварювання – безпека під час зварювання [Електронний ресурс] // Інтернет-магазин paton.ua. – Режим доступу: <https://paton.ua> (дата звернення: 25.10.2024) - Назва з екрану.

47. Індивідуальні засоби захисту зварника [Електронний ресурс] // Інтернет-магазин svarmax.com.ua – Режим доступу: https://svarmax.com.ua/ua/publ/individualnye-sredstva-zaschity-svarschika?srsId=AfmBOoqA3Z-KxhY_GP3y3_O0Z8PyZE9FEW2Uk-v43V1S-pqiOQ9NmuXL (дата звернення: 25.10.2024) - Назва з екрану.

48. Защитные шторы для сварочных работ [Електронний ресурс] // Ворота, роллети для частных домов и предприятий. – Режим доступу: <https://vorota->

					<i>НЗ-з31мн.03.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						122
Зм.	Арк.	№ документу		Перев		

rollety.com.ua/ru/sylykonovye-shtory/?gad_source=1&gclid=Cj0KCQiAr7C6BhDRARIsAOUKifiYBkGbPIxiDjOcd5nkZadmm7NHIA XK2PisccLm-8p_ykpYDKsI9ysaAgupEALw_wcB (дата звернення: 25.10.2024). – Назва з екрана.

49. Вентиляція зварювального посту (ID#1755005273), ціна: 88500 ₪, купити на Prom.ua [Електронний ресурс] // prom.ua. – Режим доступу: https://prom.ua/p1755005273-ventilyatsiya-svarochnogo-posta.html?srsltid=AfmBOooWDftluaUTRm2UF1FHb2br2z4B_EylengVeDHouuEtu1hyxZQM (дата звернення: 25.10.2024). – Назва з екрана.

50. Алгоритм дій населення під час оповіщення сигналу «Увага всім! Повітряна тривога» - Київська обласна військова адміністрація [Електронний ресурс] // Київська обласна військова адміністрація. – Режим доступу: <https://koda.gov.ua/algorytm-dij-naselennya-pid-chas-opovishhennya-sygnalu-uvaga-vsime-povitryana-tryvoga/> (дата звернення: 25.10.2024). – Назва з екрана.

51. Магнітний кутник S&R для сварки до 23 кг кут 45°, 90°, купити за низькою ціною - [Електронний ресурс] // rozetka.com.ua. – Режим доступу: https://rozetka.com.ua/s_r_290102100/p276656208/?gad_source=1&gclid=CjwKCAiA6t-6BhA3EiwAltRFGN64NKU4QtJIIUUMXhaXvMKkxUVSurW827FIPdqwlKuYNnzs617osBoCIgwQAvD_BwE (дата звернення: 25.10.2024) - Назва з екрану.

52. Електродвигун 2,2 кВт на 1500 об/хв [Електронний ресурс] // Вентиляторний завод «Горизонт». – Режим доступу: <https://www.vent.com.ua/dvigatel-air9014-2-2-1500/> (дата звернення: 25.10.2024). – Назва з екрана.

53. Ультразвуковий контроль • Контроль металу та зварних з'єднань [Електронний ресурс] // ТОВ Центр промислової діагностики та контролю Україна. – Режим доступу: https://cpdk.com.ua/service/ultrazvukovyj-kontrol?utm_source=google&utm_medium=cpc&utm_campaign=19740947485&utm_term=ультразвуковий%20контроль&utm_content=649403805270&utm_source=1&utm_gclid=CjwKCAiA6t-6BhA3EiwAltRFGN64NKU4QtJIIUUMXhaXvMKkxUVSurW827FIPdqwlKuYNnzs617osBoCIgwQAvD_BwE

					<i>НЗ-331мн.03.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						123
Зм.	Арк.	№ документу		Перев		

6BhA3EiwAltRFGFV9rsyELeEzxvKASiethpA8RJqGzZfrmO2DdcaJuv1NmGrWC-
uTyhoCfu4QAvD_BwE (дата звернення: 25.10.2024). – Назва з екрана.

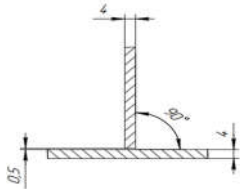
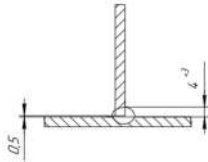
54. DSpace :: ELAKPI :: Репозитарій КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Режим
доступу: [https://ela.kpi.ua/server/api/core/bitstreams/dbc8c34b-10ce-446d-98e2-
f15a72a6e015/content](https://ela.kpi.ua/server/api/core/bitstreams/dbc8c34b-10ce-446d-98e2-f15a72a6e015/content) (дата звернення: 03.12.2024). – Назва з екрана.

					<i>НЗ-з31мн.03.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						124
Зм.	Арк.	№ документу		Перев		

ДОДАТКИ

					<i>НЗ-з31мн.03.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						125
Зм.	Арк.	№ документу		Перев		

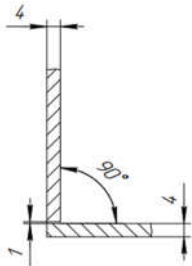
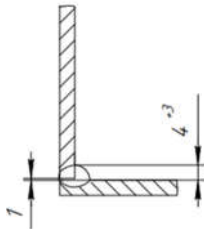
ДОДАТОК А

		Технологічна інструкція зі зварювання (pWPS) Welding Procedure Specification (pWPS)		pWPS		68181936.67-67			
				Стор./Page:		126 of 133			
				Дата/Date		30.11.2024			
				Стандарт: ДСТУ EN ISO 15609-1		WPQR			
1.Замовник / Custom(er)		Кафедра зварювального виробництва		1. Об'єкт/ Object		Зразок / Sample 773136.31-12			
3. Основний матеріал /Parent materials									
Поз./Item	Марка /Trade mark	Категорія / Grade	Товщина / Thickness ,мм	max C, %		max Ce, %			
A	S235J2 ДСТУ EN 10027-2:2019	1.2 ISO/TR 15608	4	0,24		0			
B	S235J2 ДСТУ EN 10027-2:2019	1.2 ISO/TR 15608	4	0,24		0			
4. Підготування кромки, що зварюються / Edge preparation									
Різання / Cutting		Мех. обробка/ Machining		Зачищення / Grinding		Інші методи / Other methods			
Плазмове різання машиною Marlin Fire Bridge -1500-3000		Шліфування кутовою шліфувальною машиною		Металева щітка		Обробка рідиною від налипання бризок BINZEL			
5. Тип зварного з'єднання / Type of welding join				Кутове - FW					
6. Прихоплення / Tacking									
Процес прихоплення / Tacking process	Тип та розмір зварювального матеріалу / Type and size of filler material		Струм / Current, А	Напруга / Voltage, В	Витрата газу / Gas expense, л/хв.	Довжина прихоплення / Length tacking, мм	Крок /Step, мм	Підігрів / Preheat	
135	AWS A5.18: ER70S-6 (Ø1,2мм), ДСТУ EN ISO 14175 – (82%Ar+18%CO ₂)		133...233	15-21	5..11	3..20	7	–	
7. Положення при зварюванні / Welding position		Сторона1 / Side1	РВ (ДСТУ ISO 6947)		Сторона2 / Side2		–		
8. Температура попереднього підігрівання / Preheat temperature		–			9. Температура поміж проходами / Intrapass temperature		–		
10. Підготовка крайок / Joint preparation 1.1 ДСТУ ISO 9692-1					11. Ескіз з'єднання / Sketch of joint				
									
12. Параметри зварювання / Welding parameters									
№ проходу/ N run	Спосіб зварювання/ Welding type	Діам. звар. матеріалу/ Diameter welding material,мм	Струм /Current, А	Напруга/ Voltage, В	Витрата газу/Gas expense, л/хв.	Швидкість зварювання / Welding speed, мм/г	Подача дроту/ Wire speed, мм/с	Тепловк ладення/ Heat input, кДж/мм	Полярність/ Polarity DC
1	135	4	200-350	23-32	8-16	25-120	102	1,0	EP

	Технологічна інструкція зі зварювання (pWPS) Welding Procedure Specification (pWPS)	pWPS	68181936.67-67
		Стор./Page:	127 of 133
		Дата/Date	30.11.2024
	Стандарт: ДСТУ EN ISO 15609-1	WPQR	

13. Зварювальні матеріали / Filler materials:			
Індекс / Index	Тип / Type	Марка / Trade mark	Виробник / Manufacturer
Дріт	AWS A5.18: ER70S-6	ER70S-6	Gradient
Газ	ДСТУ EN ISO 10157 – 82%Ar+18%CO ₂	82%Ar+18%CO ₂	LKV-TRADE
14. Вимоги до якості зварювання / Welds quality demands		ДСТУ ISO 5817 - B	
15. Кваліфікація зварника / Welders qualification		ДСТУ EN ISO 9606-1	
16. Запис у 1 графу Посвідчення зварника: 135 T FW FM1 t4 ss nb			
Підготував / prepared: Студент групи НЗ-331мп, Онуфрієнко Олександр			

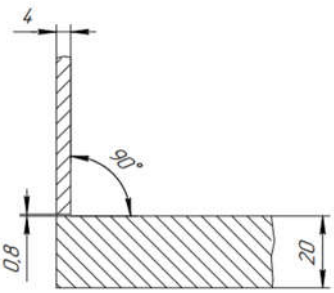
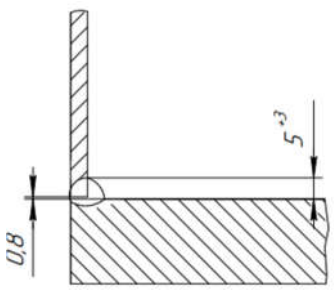
ДОДАТОК Б

	Технологічна інструкція зі зварювання (pWPS) Welding Procedure Specification (pWPS)		pWPS		99981936.57-08				
			Стор./Page:		128 of 133				
			Дата/Date		30.11.2024				
	Стандарт: ДСТУ EN ISO 15609-1		WPQR						
1.Замовник / Custom(er)		Кафедра зварювального виробництва		2. Об'єкт/ Object		Зразок / Sample 101536.45-03			
3. Основний матеріал /Parent materials									
Поз./Item	Марка /Trade mark	Категорія / Grade	Товщина / Thickness ,мм		max C, %	max Ce, %			
A	S235J2 ДСТУ EN 10027-2:2019	1.2 ISO/TR 15608	4		0,24	0			
B	S235J2 ДСТУ EN 10027-2:2019	1.2 ISO/TR 15608	4		0,24	0			
4. Підготування кромки, що зварюються / Edge preparation									
Різання / Cutting		Мех. обробка/ Machining		Зачищення / Grinding		Інші методи / Other methods			
Плазмове різання машиною Marlin Fire Bridge -1500-3000		Шліфування кутовою шліфувальною машиною		Металева щітка		Обробка рідиною від налипання бризок BINZEL			
5. Тип зварного з'єднання / Type of welding join				Кутове - FW					
6. Прихоплення / Tacking									
Процес прихоплення / Tacking process	Тип та розмір зварювального матеріалу / Type and size of filler material		Струм / Current, А	Напруга / Voltage, В	Витрата газу / Gas expense, л/хв.	Довжина прихоплення / Length tacking, мм	Крок /Step, мм	Підігрів / Preheat	
135	AWS A5.18: ER70S-6 (Ø1,2мм), ДСТУ EN ISO 14175 – (82%Ar+18%CO ₂)		133...233	15-21	5..11	3..20	20	—	
7. Положення при зварюванні / Welding position		Сторона1 / Side1	РВ (ДСТУ ISO 6947)		Сторона2 / Side2		—		
8. Температура попереднього підігрівання / Preheat temperature		—			9. Температура поміж проходами / Intrapass temperature		—		
10. Підготовка крайок / Joint preparation 1.1 ДСТУ ISO 9692-1				11. Ескіз з'єднання / Sketch of joint					
									
12. Параметри зварювання / Welding parameters									
№ проходу/ N run	Спосіб зварювання/ Welding type	Діам. звар. матеріалу/ Diameter welding material,мм	Струм /Current, А	Напруга/ Voltage, В	Витрата газу/Gas expense, л/хв.	Швидкість зварювання / Welding speed, мм/г	Подача дроту/ Wire speed, мм/с	Тепловк ладення/ Heat input, кДж/мм	Полярність/ Polarity DC
1	135	4	200-350	23-32	8-16	25-120	102	1,0	EP

	Технологічна інструкція зі зварювання (pWPS) Welding Procedure Specification (pWPS)	pWPS	99981936.57-08
		Стор./Page:	129 of 133
		Дата/Date	30.11.2024
	Стандарт: ДСТУ EN ISO 15609-1	WPQR	

13. Зварювальні матеріали / Filler materials:			
Індекс / Index	Тип / Type	Марка / Trade mark	Виробник / Manufacturer
Дріт	AWS A5.18: ER70S-6	ER70S-6	Gradient
Газ	ДСТУ EN ISO 10157 – 82%Ar+18%CO ₂	82%Ar+18%CO ₂	LKV-TRADE
14. Вимоги до якості зварювання / Welds quality demands		ДСТУ ISO 5817 - B	
15. Кваліфікація зварника / Welders qualification		ДСТУ EN ISO 9606-1	
16. Запис у 1 графу Посвідчення зварника: 135 T FW FM1 t4 ss nb			
Підготував / prepared: Студент групи НЗ-331мп, Онуфрієнко Олександр			

ДОДАТОК В

		Технологічна інструкція зі зварювання (pWPS) Welding Procedure Specification (pWPS)		pWPS	89983946.47-29					
				Стор./Page:	130 of 133					
		Стандарт: ДСТУ EN ISO 15609-1		Дата/Date	30.11.2024					
				WPQR						
1.Замовник / Custom(er)		Кафедра зварювального виробництва		3. Об'єкт/ Object	Зразок / Sample 102246.15-33					
3. Основний матеріал /Parent materials										
Поз./Item	Марка /Trade mark	Категорія / Grade	Товщина / Thickness ,мм	max C, %	max Ce, %					
A	S235J2 ДСТУ EN 10027-2:2019	1.2 ISO/TR 15608	4	0,24	0					
B	S235J2 ДСТУ EN 10027-2:2019	1.2 ISO/TR 15608	4	0,24	0					
4. Підготування кромки, що зварюються / Edge preparation										
Різання / Cutting		Мех. обробка/ Machining		Зачищення / Grinding	Інші методи / Other methods					
Плазмове різання машиною Marlin Fire Bridge -1500-3000		Шліфування кутовою шліфувальною машиною		Металева щітка	Обробка рідиною від налипання бризок BINZEL					
5. Тип зварного з'єднання / Type of welding join				Кутове - FW						
6. Прихоплення / Tacking										
Процес прихоплення / Tacking process	Тип та розмір зварювального матеріалу / Type and size of filler material		Струм / Current, А	Напруга / Voltage, В	Витрата газу / Gas expense, л/хв.	Довжина прихоплення / Length tacking, мм	Крок /Step, мм	Підігрів / Preheat		
135	AWS A5.18: ER70S-6 (Ø1,2мм), ДСТУ EN ISO 14175 – (82%Ar+18%CO ₂)		133...233	15-21	5..11	3..20	20	—		
7. Положення при зварюванні / Welding position		Сторона1 / Side1	PB (ДСТУ ISO 6947)	Сторона2 / Side2		—				
8. Температура попереднього підігрівання / Preheat temperature		—		9. Температура поміж проходами / Intrapass temperature		—				
10. Підготовка крайок / Joint preparation 1.1 ДСТУ ISO 9692-1				11. Ескіз з'єднання / Sketch of joint						
										
12. Параметри зварювання / Welding parameters										
№ проходу/ N run	Спосіб зварювання/ Welding type	Діам. звар. матеріалу/ Diameter welding material,мм	Струм /Current, А	Напруга/ Voltage, В	Витрата газу/Gas expense, л/хв.	Швидкість зварювання / Welding speed, мм/г	Подача дроту/ Wire speed, мм/с	Тепловк ладення/ Heat input, кДж/мм	Полярність/ Polarity DC	
1	135	4	200-350	23-32	8-16	25-120	102	1,0	EP	

	Технологічна інструкція зі зварювання (pWPS) Welding Procedure Specification (pWPS)	pWPS	89983946.47-29
		Стор./Page:	131 of 133
		Дата/Date	30.11.2024
	Стандарт: ДСТУ EN ISO 15609-1	WPQR	

13. Зварювальні матеріали / Filler materials:			
Індекс / Index	Тип / Type	Марка / Trade mark	Виробник / Manufacturer
Дріт	AWS A5.18: ER70S-6	ER70S-6	Gradient
Газ	ДСТУ EN ISO 10157 – 82%Ar+18%CO ₂	82%Ar+18%CO ₂	LKV-TRADE
14. Вимоги до якості зварювання / Welds quality demands		ДСТУ ISO 5817 - B	
15. Кваліфікація зварника / Welders qualification		ДСТУ EN ISO 9606-1	
16. Запис у 1 графу Посвідчення зварника: 135 T FW FM1 t4 ss nb			
Підготував / prepared: Студент групи НЗ-331мп, Онуфрієнко Олександр			

	Технологічна інструкція зі зварювання (pWPS) Welding Procedure Specification (pWPS)	pWPS	83481556.19-11
		Стор./Page:	133 of 133
		Дата/Date	30.11.2024
	Стандарт: ДСТУ EN ISO 15609-1	WPQR	

13. Зварювальні матеріали / Filler materials:			
Індекс / Index	Тип / Type	Марка / Trade mark	Виробник / Manufacturer
Дріт	AWS A5.18: ER70S-6	ER70S-6	Gradient
Газ	ДСТУ EN ISO 10157 – 82%Ar+18%CO ₂	82%Ar+18%CO ₂	LKV-TRADE
14. Вимоги до якості зварювання / Welds quality demands		ДСТУ ISO 5817 - B	
15. Кваліфікація зварника / Welders qualification		ДСТУ EN ISO 9606-1	
16. Запис у 1 графу Посвідчення зварника: 135 T FW FM1 t4 ss nb			
Підготував / prepared: Студент групи НЗ-331мп, Онуфрієнко Олександр			