

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

**ВІДОКРЕМЛЕНИЙ СТРУКТУРНИЙ ПІДРОЗДІЛ
«ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ ТЕРНОПІЛЬСЬКОГО
НАЦІОНАЛЬНОГО
ТЕХНІЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ ІМЕНІ ІВАНА ПУЛЮЯ»**

Відділення транспорту та інженерної механіки

Циклова комісія зварювальних технологій

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до кваліфікаційної роботи

фахового молодшого бакалавра

**на тему: Проект вдосконалення технологічного процесу виготовлення
кронштейна кріплення роз'єднувача РЛНД**

Виконав: студент II курсу, групи ПМ-422ск
Спеціальності 131 «Прикладна механіка»

Давид КАРПЮК

Керівник

Володимир ГАВРИЛЮК

Рецензент

м. Тернопіль – 2024

ВІДОКРЕМЛЕНИЙ СТРУКТУРНИЙ ПІДРОЗДІЛ
«ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ ТЕРНОПІЛЬСЬКОГО
НАЦІОНАЛЬНОГО ТЕХНІЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ ІМЕНІ ІВАНА
ПУЛЮЯ»

Відділення _____ транспорту та інженерної механіки
Циклова комісія _____ зварювальних технологій
Освітньо-кваліфікаційний рівень _____ фаховий молодший бакалавр
Галузь знань _____ 13 Механічна інженерія
Спеціальність _____ 131 Прикладна механіка

ЗАТВЕРДЖУЮ
Голова циклової комісії
_____ Марія ДРАНІВСЬКА

«__» _____ 2024 року

З А В Д А Н Н Я

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

КАРПЮКУ Давиду Юрійовичу

Тема роботи _____ Проект вдосконалення технологічного процесу виготовлення кронштейна кріплення роз'єднувача РЛНД

Керівник роботи _____ ГАВРИЛЮК Володимир Ярославович

(прізвище, ім'я, по батькові)

затверджений наказом від _____ 17. 04. 2024 року № 4/9-185

Термін подання студентом роботи _____ 20.06.2024р.

Вихідні дані до роботи креслення виробу, базовий технологічний процес виготовлення виробу

Зміст розрахунково-пояснювальної записки

1 АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Опис конструкції зварного виробу

1.2 Характеристика матеріалу зварного виробу

1.3 Технічні умови на виготовлення зварного виробу (зварної конструкції)

1.4 Аналіз базового технологічного процесу виготовлення зварного виробу

(конструкції) та постановка задач на виконання кваліфікаційної роботи

2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Технічне обґрунтування вибраного способу зварювання

2.2 Вибір зварювальних матеріалів

2.3 Вибір та розрахунок параметрів режиму зварювання

2.4 Вибір і обґрунтування зварювального устаткування

2.5 Вибір методу контролю якості виробу

2.6 Опис вибраного технологічного процесу виготовлення зварного виробу (конструкції)

2.7 Нормування технологічного процесу виготовлення зварного виробу (конструкції) і витрат матеріалів та електроенергії

3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

3.1 Обґрунтування вибору типу пристосувань, які застосовуються при виготовленні виробу чи конструкції

3.2 Опис роботи зварювального пристосування

4 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ

4.1 Розрахунок кількості обладнання

4.2 Розрахунок кількості працівників

4.3 Визначення витрат і вартості основних матеріалів

4.4 Розрахунок фонду оплати праці

4.5 Калькуляція собівартості деталі

4.6 Розрахунок суми капіталовкладень для розробленого технологічного процесу та його економічної ефективності

4.7 Основні техніко-економічні показники розробленого технологічного процесу

5 ОХОРОНА ПРАЦІ

5.1 Вимоги охорони праці для зварювальної ділянки

5.2 Розрахунок штучного освітлення для виробничого приміщення

5.3 Правила безпеки праці зварювальних робіт під час виготовлення кронштейна кріплення роз'єднувача РЛНД

Перелік графічного матеріалу

1. Технологічний процес вигот. кронштейна кріплення роз'єднувача РЛНД – 1.0 (форм. А1)

2. Складальне креслення кронштейна кріплення роз'єднувача РЛНД – 1.0 (форм. А3)

3. Складальне креслення стола зварювального – 1.0 (форм. А1)

4. Складальне креслення тельфера електричного BST Р 400/800 – 1.0 (форм. А1)

Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Організаційно-економічний розділ	Оксана РЕДЬКВА, викладач	_____ (підпис) _____ (дата)	_____ (підпис) _____ (дата)
Охорона праці	Любов КИЦКАЙ, викладач	_____ (підпис) _____ (дата)	_____ (підпис) _____ (дата)

Дата видачі завдання _____ 20.05.2024р. _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналітичний розділ	23.05.2024	
2	Технологічний розділ	27.05.2024	
3	Конструкторський розділ	05.06.2024	
4	Організаційно-економічний розділ	10.06.2024	
5	Охорона праці	13.06.2024	
6	Графічна частина	17.06.2024	
7	Перевірка на плагіат	19.06.2024	

Студент _____
(підпис)

Давид КАРПЮК
(ім'я, прізвище)

Керівник роботи _____
(підпис)

Володимир ГАВРИЛЮК
(ім'я, прізвище)

АНОТАЦІЯ

Процеси зварювання відіграють важливу роль при виготовленні металевих конструкцій будь-якого рівня складності. Особливістю технологічного процесу виготовлення кронштейна кріплення роз'єднувача РЛНД є вдосконалення вже наявного заводського варіанту зі зміною способу зварювання, обладнання, матеріалів та інших виробничих операцій. В загальному технологія виготовлення конструкції представлена заготівельними, складальними, зварювальними, опоряджувальними, допоміжними та контрольними операціями. Виконання економічних розрахунків дозволяє оцінити можливість доцільності застосування даного технологічного процесу у виробництві. Дотримання вимог техніки безпеки та охорони праці займають важливе місце у технологічних процесах виготовлення конструкцій, оскільки від цього безпосередньо залежить здоров'я працівників підприємства.

ANNOTATION

Welding processes have an important part in the manufacture technology of metal constructions. Complication of metal constructions can be of different levels. The feature of technological process are the improvement of factory process of the RLND disconnector mounting bracket manufacturing. The main improvements are change welding process, equipment, materials and others operations of manufacture. The technological process of constructions manufacturing are present of technological operations, such as procurement, assembling, welding, equipment, additional and control. The economic calculations allow estimating the possibility of practical applying the technological process. The safety equipment and fire protection is consider in this report yet.

ЗМІСТ

		с.
	ВСТУП	6
1	АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ	7
1.1	Опис конструкції зварного виробу	7
1.1.1	Технічні вимоги до зварного виробу	8
1.2	Характеристика матеріалу зварного виробу	9
1.3	Технічні умови на виготовлення зварної конструкції	10
1.3.1	Вимоги до матеріалів і напівфабрикатів	10
1.3.2	Вимоги до шорсткості, геометричності форми та розмірів	11
1.3.3	Вимоги до зварних з'єднань виробу	12
1.3.4	Вимоги до складання	13
1.3.5	Вимоги до якості зварної конструкції	13
1.4	Аналіз базового технологічного процесу виготовлення зварної конструкції та постановка задач на виконання кваліфікаційної роботи	14
2	ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ	17
2.1	Технічне обґрунтування вибраного способу зварювання	17
2.2	Вибір зварювальних матеріалів	19
2.3	Вибір та розрахунок параметрів режиму зварювання	20
2.4	Вибір і обґрунтування зварювального устаткування	25
2.5	Вибір методу контролю якості виробу	27
2.6	Опис вибраного технологічного процесу виготовлення зварної конструкції	28
2.6.1	Заготівельні операції	29
2.6.2	Складальні операції	30
2.6.3	Складально-зварювальні операції	31

					<i>КР.422.05.00.00.000.ПЗ</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	Проект вдосконалення технологічного процесу виготовлення кронштейна кріплення роз'єднувача РЛНД Пояснювальна записка	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Розроб.</i>	<i>Карпюк Д.</i>					4	77	
<i>Перевір.</i>	<i>Гаврилюк</i>							
<i>Реценз.</i>								
<i>Н. Контр.</i>	<i>Залуцька</i>					ВСП «ТФК ТНТУ», гр. ПМ-422ск		
<i>Затв.</i>	<i>Дранівська</i>							

2.6.4	Опоряджувальні операції	. . . . .	31
2.6.5	Допоміжні операції	. . . . .	32
2.6.6	Контроль якості	. . . . .	32
2.7	Нормування технологічного процесу виготовлення зварної конструкції і витрат матеріалів та електроенергії	. . . . .	33
3	КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ	. . . . .	37
3.1	Обґрунтування вибору типу пристосувань, які застосовуються при виготовленні конструкції.	. . . . .	37
3.2	Опис роботи зварювального пристосування	. . . . .	39
4	ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ	. . . . .	41
4.1	Розрахунок кількості обладнання	. . . . .	41
4.2	Розрахунок кількості працівників	. . . . .	46
4.3	Визначення витрат і вартості основних матеріалів	. . . . .	49
4.4	Розрахунок фонду оплати праці	. . . . .	50
4.5	Калькуляція собівартості виробу	. . . . .	56
4.6	Розрахунок суми капіталовкладень для розробленого технологічного процесу та його економічної ефективності	. . . . .	57
4.7	Основні техніко-економічні показники розробленого технологічного процесу	. . . . .	58
5	ОХОРОНА ПРАЦІ	. . . . .	61
5.1	Вимоги охорони праці для зварювальної ділянки	. . . . .	61
5.2	Розрахунок штучного освітлення для виробничого приміщення	. . . . .	64
5.3	Правила безпеки праці зварювальних робіт під час виготовлення кронштейна кріплення роз'єднувача РЛНД	. . . . .	70
	ВИСНОВКИ	. . . . .	74
	ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	. . . . .	75
	ДОДАТКИ	. . . . .	77

ВСТУП

Зварюванням називається технологічний процес отримання нероз'ємних з'єднань шляхом безпосереднього встановлення міжатомних зв'язків між з'єднуваними частинами при їх нагріванні, пластичному деформуванні або нагріванні і пластичному деформуванні. Неможливо уявити сучасне оточуюче середовище, без застосування такого міцного і доступного способу з'єднання, як зварювання.

Без зварювання неможливе виробництво автомобілів, кораблів, літаків, мостів, котлів, турбін, реакторів та інших конструкцій. Зварювання дозволило створити принципово нові конструкції машин, внести корінні зміни в конструкцію й технологію виробництва. Порівняно з іншими способами виготовлення конструкцій зварні є легшими та дешевшими. При цьому економія металу становить від 10 до 50%. За допомогою зварювання одержують нероз'ємні з'єднання майже всіх металів і сплавів різної товщини — від сотих часток міліметра до декількох метрів. Поряд з традиційними конструкційними сталями зварюють спеціальні сталі та сплави на основі титану, цирконію, молібдену, ніобію й інших матеріалів, а також різномірні матеріали.

Для підвищення якості продукції та продуктивності праці у зварювальне виробництво слід широко впроваджувати останні досягнення науки й техніки.

Дугове зварювання в захисних газах — це зварювання, при якому дуга й розплавлений метал знаходяться в захисному газі, який подається в зону зварювання за допомогою спеціальних пристроїв. Цей вид зварювання широко застосовують при виготовленні машинобудівельних і будівельних конструкцій.

					КР.422.05.00.00.000.ПЗ	Арк.
						6
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1 АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Опис конструкції зварного виробу

Кронштейн кріплення роз'єднувача РЛНД - це металева конструкція, спеціально розроблена для монтажу та надійного утримання роз'єднувача РЛНД. Його основне призначення полягає в забезпеченні стійкого і безпечного кріплення роз'єднувача на потрібній висоті та положенні для зручного доступу під час обслуговування та ремонту електромережі.

Кронштейн зазвичай виготовляється з міцної сталі або іншого відповідного матеріалу, що забезпечує йому необхідну міцність та стійкість до впливу зовнішніх факторів, таких як вітер, опади або вібрація. Він може мати різні конструктивні особливості, такі як кріплення для роз'єднувача, кріплення для кріплення до опори або будь-якої іншої монтажної структури.

Основна функція кронштейна кріплення роз'єднувача РЛНД - це забезпечення надійного та безпечного монтажу роз'єднувача на опорі або іншій монтажній площадці, з метою забезпечення надійного відключення електричного обладнання під час ремонту або технічного обслуговування.

Виріб складається з наведених елементів:

- 1) балка - 2 (50x50x5);
- 2) напрямна - 1 (50x50x5);
- 3) стійка - 3 ($\varnothing 22$);
- 4) вставка - 2 (50x50x5);
- 5) хомут - 2.

Його габаритні розміри:

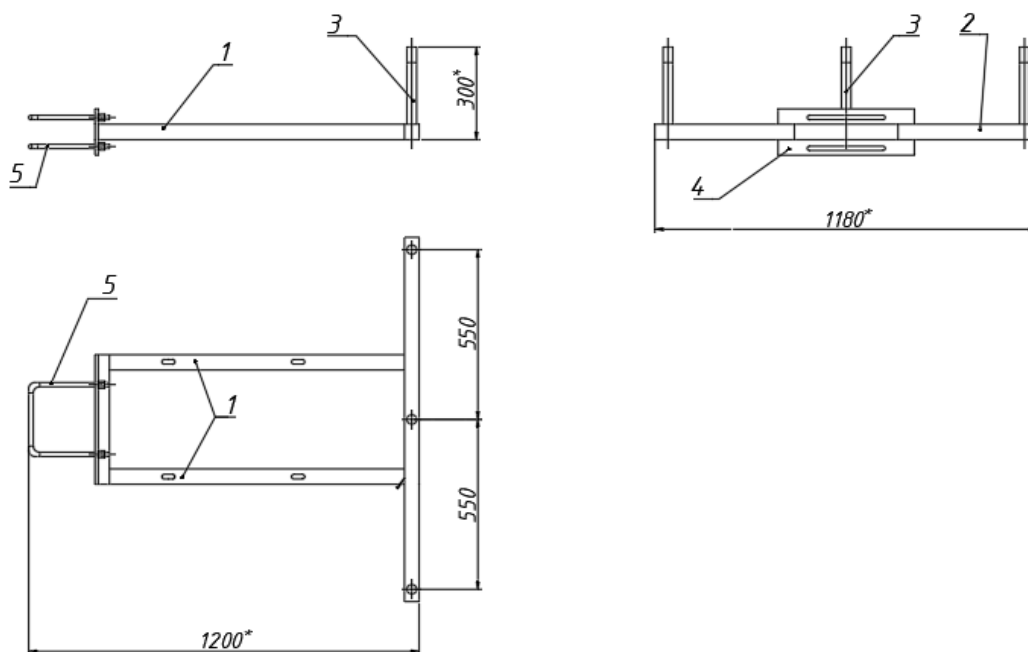
висота – 300мм;

довжина – 1200мм;

ширина – 1180мм.

					<i>КР.422.05.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

Загальний вигляд кронштейн кріплення роз'єднувача РЛНД зображений на рисунку 1.1.



1 – балка , 2 – напрямна, 3 – стійка, 4 – вставка, 5 – хомут

Рисунок 1.1 – загальний вигляд кронштейн кріплення роз'єднувача РЛНД

1.1.1 Технічні вимоги до зварного виробу

Технічні умови на виготовлення кронштейна кріплення роз'єднувача РЛНД представляють собою комплексну систему вимог, яка охоплює всі аспекти виробництва цього виробу. Ці умови включають в себе детальні специфікації щодо вибору оптимального матеріалу з урахуванням його механічних, термічних та корозійних властивостей, які гарантують не лише

					КР.422.05.00.00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

міцність, а й довговічність конструкції. Також умови встановлюють параметри геометрії кронштейна, такі як розміри, форма, товщина стінок та точність виготовлення отворів для кріплення. Вимоги до поверхневої обробки включають антикорозійний захист та відповідність естетичним стандартам. Окрім цього, умови передбачають проведення випробувань на міцність та відповідність стандартам якості, а також складання докладної технічної документації, яка забезпечує контроль якості на кожному етапі виробництва, від початкового проектування до готового виробу.

1.2 Характеристика матеріалу зварного виробу

Кронштейн кріплення роз'єднувача РЛНД виготовляється з якісної конструкційної низьколегованої сталі марки 10ХСНД. Хімічний склад сталі зображені в таблиці 1.1 механічні властивості приведені в таблиці 1.2.

Таблиця 1.1 – хімічні властивості сталі 10ХСНД [1]

C	Mn	Si	P	S	V	Cr	Ni	Cu	As
			не більше						
0,12	0,5-0,8	0,8-1,10	0,030	0,035	0,12	0,9	0,8	0,6	0,08

Таблиця 1.2 – Механічні властивості сталі 10ХСНД за ДСТУ 8541 [1]

ДСТУ	Стан постачання	$\sigma_{0.2}$	σ_B	δ_5 ,
		МПа		%
		не менше		
8541	Прокат гарячекатаний	375	510	20

Для визначення здатності металу до зварювання використовується поняття зварюваності, яке визначається шляхом розрахунку еквівалентного вмісту вуглецю за визначеною формулою[2, с.127]:

$$C_e = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Ni}{10} + \frac{Cr}{5} + \frac{Mo}{4} + \frac{Cu}{15} + \frac{V}{14} + 5B, \quad (1.1)$$

де C, Mn, Ni, Cr, Mo, Cu, V, B – вміст хімічного елемента в сталі, %.

$$C_e = 0,12 + \frac{0,8}{6} + \frac{0,8}{10} + \frac{0,9}{5} + \frac{0,6}{15} + \frac{0,12}{14} = 0,56 \%$$

У зв'язку з тим, що еквівалент вмісту вуглецю складає 0,56%, що перевищує допустимий ліміт 0,45%, зварюваність цієї сталі обмежена і вимагає додаткової термічної обробки.

1.3 Технічні умови на виготовлення зварної конструкції

1.3.1 Вимоги до матеріалу виробу та напівфабрикатів

Вимоги до матеріалу для кронштейна кріплення роз'єднувача РЛНД є важливим аспектом, що впливає на якість та надійність виробу. Перш за все, вимагається використання матеріалу з високою міцністю та стійкістю до механічних навантажень, оскільки кронштейн зазнає значних напруг при експлуатації. Також важливо, щоб матеріал мав достатню корозійну стійкість, особливо у вологих або агресивних середовищах, щоб забезпечити тривалу службу виробу без втрати якості та зовнішнього вигляду.

					КР.422.05.00.00.000.ПЗ	Арк.
						10
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Додатково, матеріал повинен мати хорошу зварювальність, оскільки процес зварювання є необхідним етапом виготовлення кронштейну. Це означає, що матеріал повинен легко піддаватися обробці та не втрачати своїх властивостей під час зварювального процесу. Крім того, вимагається, щоб матеріал був легким і мав достатню пластичність для формування необхідної геометрії кронштейна без значних зусиль та витрат енергії.

Нарешті, матеріал повинен відповідати стандартам безпеки та екологічних вимог, щоб забезпечити безпечну та екологічно чисту експлуатацію виробу. Це означає, що він повинен бути вільним від шкідливих речовин та мати всі необхідні сертифікати якості та відповідності.

1.3.2 Вимоги до шорсткості, геометричної форми та розмірів

Вимоги до шорсткості, геометричної форми та розмірів виробу є ключовими для забезпечення його правильної функціональності та відповідності вимогам експлуатації. По-перше, необхідно, щоб поверхні кронштейна мали високу точність та рівномірну шорсткість, щоб забезпечити надійне кріплення до основи та інших елементів системи. Дотримання заданих геометричних параметрів дозволить уникнути деформацій під час монтажу та експлуатації, забезпечивши стабільність та довговічність конструкції.

Крім того, вимоги до розмірів кронштейна повинні бути строго виконані відповідно до проектних параметрів та технічних умов. Це означає, що кожна деталь кронштейна повинна мати точні розміри та форму, щоб вони могли безперешкодно взаємодіяти між собою та з іншими елементами системи. Забезпечення стабільності та відповідності габаритам дозволить уникнути проблем з монтажем та забезпечить оптимальну працездатність виробу в умовах експлуатації.

Крім того, необхідно враховувати вимоги до товщини матеріалу та відстаней між отворами для кріплення. Ці параметри також мають велике

					<i>КР.422.05.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

значення для забезпечення міцності та стабільності кронштейна під час експлуатації. Дотримання встановлених вимог до шорсткості, геометричної форми та розмірів гарантує оптимальну функціональність та безпеку виробу під час його використання.

1.3.3 Вимоги до зварних з'єднань виробу

По-перше, необхідно враховувати правильний вибір методу зварювання та зварювального процесу відповідно до матеріалу кронштейна і умов його експлуатації. Забезпечення належного типу зварювання, такого як напівавтоматичне або дугове, з використанням відповідного заповнювача, дозволить досягти максимальної міцності та стійкості з'єднань.

Далі, необхідно забезпечити належну якість зварних швів, уникаючи дефектів, таких як тріщини, подрізи або непровари. Це може бути досягнуто шляхом дотримання оптимальних параметрів зварювального струму, напруги та швидкості проходу дуги. Додатково, важливо виконати після зварну обробку, яка включає в себе розчищення та видалення залишкового матеріалу для забезпечення максимальної міцності та стійкості з'єднань.

Крім того, необхідно враховувати вимоги до критеріїв якості зварювання, встановлених відповідними стандартами і нормативами. Це включає в себе проведення необхідних контрольних вимірювань, візуальний огляд та, в деяких випадках, додаткові неруйнівні випробування для перевірки якості з'єднань. Дотримання цих вимог дозволить забезпечити максимальну надійність та безпеку кронштейна кріплення роз'єднувача РЛНД під час його експлуатації.

					<i>КР.422.05.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

1.3.4 Вимоги до складання

По-перше, необхідно правильно підібрати матеріали для складання, враховуючи вимоги до міцності, стійкості до корозії та зносу, а також можливість забезпечення електричної ізоляції при потребі.

По-друге, важливо дотримуватися правильної послідовності складання, забезпечуючи правильне підгонку та фіксацію всіх деталей. Використання спеціальних пристосувань та інструментів допоможе уникнути деформацій та недоліків у з'єднаннях.

Третій аспект полягає у забезпеченні якісного з'єднання деталей. Для цього важливо використовувати відповідні методи зварювання або кріплення, вибираючи оптимальні параметри зварювального процесу та дотримуючись технологічних рекомендацій.

Дотримання цих вимог під час складання кронштейна дозволить забезпечити його надійність, міцність та довговічність під час експлуатації.

1.3.5 Вимоги до якості зварної конструкції

Вимоги до якості виробу є важливим аспектом його виготовлення. Для забезпечення високої якості продукції важливо дотримуватися ряду критеріїв:

- міцність та довговічність: виріб повинен мати достатню міцність, щоб надійно витримувати навантаження та забезпечувати тривалий термін експлуатації без пошкоджень або деформацій.

- точність геометрії: кожна деталь кронштейна повинна мати точні габаритні розміри та правильну форму, щоб забезпечити правильний монтаж і оптимальну взаємодію з іншими елементами системи.

- якісні зварні з'єднання: зварювальні шви повинні бути ретельно виконані і відповідати всім вимогам якості, щоб забезпечити надійність та міцність з'єднань.

					КР.422.05.00.00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

- відповідність стандартам: виріб повинен відповідати всім встановленим стандартам і нормам якості, що стосуються його типу та призначення.

1.4 Аналіз базового технологічного процесу виготовлення зварної конструкції та постановка задач на виконання кваліфікаційної роботи

При виготовленні кронштейну були використані такі деталі як балка, напрямна, стійка, вставка і хомут.

Першим кроком є зачищення металевої заготовки, де використовується шліфувальна машина марки Dnipro-M GS-98. Цей етап важливий для видалення будь-яких нечистот або окисів, які можуть впливати на якість зварювання та загальну міцність кронштейну. Після цього металева заготовка розмічається відповідно до потрібних розмірів і форми з використання кернера, рулетки.

Після розмічування металева заготовка піддається різанню, використовуючи електричну пилку для металу марки Meterk Black. Важливо, щоб різання було точним і відповідало потрібним розмірам, оскільки це визначає геометрію кінцевого виробу. Після різання заготовки вони піддаються зварюванню напівавтоматичним методом в захисних газах. Для цього використовуємо зварювальний напівавтомат Welding Dragon MIG-200P (MCU) Цей процес забезпечує міцність і надійність з'єднань.

Для зварювання виробу в захисних газах буде застосовуватися зварювальний дріт марки Св-08Г2С \varnothing 1,2 мм.

Параметри режимів зварювання вказані в таблиці 1.3.

					<i>КР.422.05.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

Таблиця 1.3 - Параметри режимів зварювання у вуглекислоті

Діаметр електродного дроту, мм	1,2
Сила зварювального струму, А	345
Напруга на дузі, В	32
Швидкість зварювання, м/год	35
Швидкість подачі електродного дроту, м/год	190
Витрати вуглекислоти, л /хв	16

Для забезпечення високої якості кінцевого продукту важливо мати систему контролю якості на кожному етапі виробництва. Вона включає в себе використання візуального контролю, ультразвуковий контроль якості зварних з'єднань ехо-методом, випробування на міцність. Персонал повинен бути навчений правильно виконувати контроль якості та реагувати на будь-які відхилення від стандартів якості. Такий підхід допоможе забезпечити виробництво високоякісних та надійних кронштейнів для роз'єднувачів РЛРД.

Напівавтоматичне зварювання в захисних газах має свої переваги та недоліки.

Переваги:

- швидкість: цей метод зварювання дозволяє зварювати деталі швидше порівняно з іншими методами, що полегшує виробничий процес та знижує час виготовлення виробу.

- висока продуктивність: напівавтоматичні зварювальні системи можуть працювати безперервно, що забезпечує високу продуктивність виробничого процесу.

					КР.422.05.00.00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

- менша залежність від кваліфікації працівника: зварювальний оператор може бути менш кваліфікованим, оскільки багато функцій виконує саме обладнання, а не робітник.

Недоліки:

- висока вартість обладнання: напівавтоматичні зварювальні системи можуть бути високою вартістю, що становить значний витратний елемент для підприємства.

- обмеженість застосування: не всі види матеріалів і товщин можуть бути зварені за допомогою напівавтоматичного зварювання, що обмежує його застосування в деяких сферах виробництва.

- потреба у захисних газах: для напівавтоматичного зварювання потрібна надійна система постачання та контролю захисних газів, що також може вплинути на витрати та ефективність процесу.

					<i>КР.422.05.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		16

2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Технічне обґрунтування вибраного способу зварювання

Напівавтоматичне зварювання в захисних газах - це сучасний та ефективний метод з'єднання металевих деталей, що знаходить широке застосування в промисловому виробництві. При виборі цього методу необхідно врахувати ряд факторів, які впливають на ефективність та якість зварювального процесу.

Перш за все, важливо врахувати матеріал, який буде зварюватися. Напівавтоматичне зварювання ідеально підходить для з'єднання сталевих деталей середньої та великої товщини, а також для деяких видів сплавів. Завдяки своїй високій продуктивності та можливості працювати з різноманітними матеріалами, цей метод є популярним в промисловому виробництві.

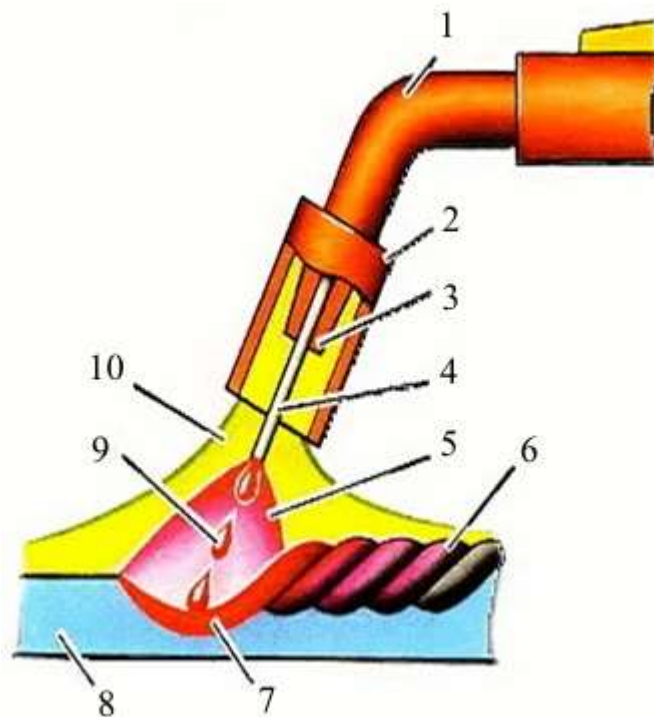
Другим важливим фактором є обсяг виробництва та вимоги до швидкості та якості виготовлення. Напівавтоматичне зварювання дозволяє швидко та ефективно з'єднувати велику кількість деталей без значного збільшення витрат на робочу силу. Це робить його привабливим для великих промислових підприємств, які потребують швидкого та ефективного виробництва.

Третій фактор, який слід врахувати, - це доступність обладнання та кваліфікація персоналу. Для напівавтоматичного зварювання потрібне відповідне обладнання та спеціалісти з відповідною кваліфікацією. Однак, на сьогоднішній день на ринку присутні різні моделі напівавтоматичних зварювальних апаратів, які можуть задовольнити потреби різних виробничих потужностей та бюджетів.

					КР.422.05.00.00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

Напівавтоматичне зварювання в захисних газах є надійним та ефективним методом з'єднання металевих деталей в промисловому виробництві. Його вибір обґрунтовується швидкістю, продуктивністю та якістю зварювального процесу, а також можливістю працювати з різноманітними матеріалами та обсягами виробництва.

Спосіб напівавтоматичного зварювання в захисних газах показаний на рисунку 2.1.[3]



1-пальник, 2-сопло, 3-струмопідвідний наконечник, 4 електродний дріт, 5-зварювальна дуга, 6-зварний шов. 7- зварювальна ванна, 8-основний метал, 9-краплі електродного металу, 10-газовий захист

Рисунок 2.1 - Схема зварювання в захисних газах[3]

					КР.422.05.00.00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

2.2 Вибір зварювальних матеріалів

Вибір матеріалу для виготовлення виробу є ключовим кроком у процесі його створення і визначає якість, надійність та ефективність його експлуатації. Кронштейн, як важлива складова частина системи, потребує матеріалу з оптимальним поєднанням властивостей, таких як корозійна стійкість, міцність, зварюваність, пластичність, зносостійкість і стійкість. У зв'язку з цим, вирішено виготовляти кронштейн зі низьковуглецевої конструкційної сталі марки 10ХСНД

Вибір даного матеріалу обумовлений його відмінними технічними характеристиками, які відповідають вимогам до робочих умов та функціональності виробу. Низьковуглецева сталь 10ХСНД відома своєю високою міцністю та стійкістю до корозії, що робить її ідеальним вибором для елементів, які піддаються впливу агресивних середовищ.

Під час зварювання кронштейну застосовуються захисні суміші, що гарантують ефективний захист зони зварювання від негативного впливу атмосфери. Використання цих сумішей сприяє підвищенню продуктивності зварювального процесу шляхом ефективного перенесення електродного металу та зменшення інтенсивності розбризкування, що в свою чергу дозволяє забезпечити високу якість та надійність зварних з'єднань.

Таким чином, вибір низьковуглецевої конструкційної сталі марки 10ХСНД та використання захисних сумішей під час зварювання є обґрунтованими стратегіями, спрямованими на забезпечення найвищої якості та надійності.

Зварювальний дріт марки Св-08Г2С є важливим матеріалом для забезпечення якісних зварних з'єднань, особливо при роботі зі сталлю 10ХСНД. Його хімічний склад, відображений у таблиці 2.1, гарантує оптимальні умови для зварювання у будь-якому положенні зварювальних швів.

					КР.422.05.00.00.000.ПЗ	Арк.
						19
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Зварювальний дріт має підвищений вміст марганцю і кремнію, що сприяє процесам розкислювання під час зварювання. Кисень має більшу афінність до цих елементів, ніж до заліза, тому вони ефективно зв'язують кисень та забезпечують чистоту металу під час зварювання.

Використання цього зварювального дроту дозволяє досягти стійких і якісних зварних з'єднань, незалежно від того, чи виконується зварювання вручну, механізовано чи автоматизовано. Його властивості і склад оптимально адаптовані для роботи зі сталлю 09Г2С і забезпечують високий рівень продуктивності та якості у процесі зварювання.

Таблиця 2.1 - Хімічний склад зварювального дроту Св-08Г2С [4]

Марка дроту	Вміст, %							
	C	Mn	Si	Cr	Cu	Ni	S	P
							не більше	
Св-08Г2С	0,5-0,11	1,8-2,1	0,7-0,95	0,20	0,25	0,25	0,025	0,030

2.3 Вибір та розрахунок параметрів режиму зварювання

При зварюванні кронштейна антени супутникової тавровими з'єднаннями з кутом 5 мм катетом необхідно забезпечити отримання швів з визначеними розмірами, формою і якістю. Раціональніше проводити розрахунок параметрів режиму зварювання, ніж просто вибирати їх, оскільки це дозволяє точніше контролювати процес зварювання і досягати бажаних результатів.

Схема таврового з'єднання приведена на рисунку 2.2.

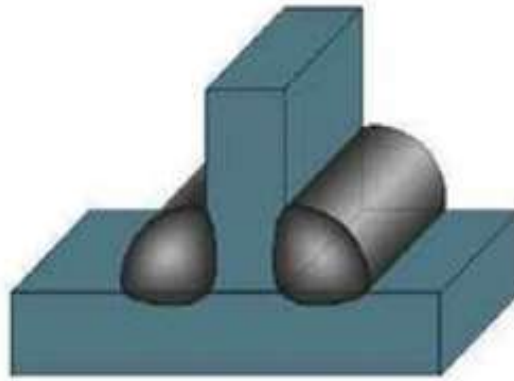


Рисунок 2.2 – Схема таврового з'єднання Т3

При розрахунку параметрів режиму зварювання необхідно забезпечити одержання катету шва, відповідної величини.

Визначаємо площу наплавленого металу F_H за формулою [5, с.196]:

$$F_H = \frac{K^2}{2} \quad (2.2)$$

де K – катет шва, $K=5$ мм,

$$F_H = \frac{5^2}{2} = \frac{25}{2} = 12,5 \text{ мм}^2.$$

Визначаємо висоту наплавленого металу h_H за формулою [5, с.197]:

$$h_H = \sqrt{F_H} \quad (2.3)$$
$$h_H = \sqrt{12,5} = 3,5355 \text{ мм.}$$

Визначаємо ширину шва l , за формулою [5, с.197]:

$$l = \sqrt{2K^2}, \quad (2.4)$$

					КР.422.05.00.00.000.ПЗ	Арк.
						21
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$l = \sqrt{2 \times 25} = 7 \text{ мм.}$$

Визначаємо загальну висоту шва Н за формулою [5, с.196]:

$$\Psi_M = \frac{l}{H} \quad (2.5)$$

Тоді:

$$H = \frac{l}{\Psi_M} \quad (2.6)$$

попередньо вибравши значення Ψ_M , яке знаходиться в інтервалі величин 0,8 – 2,0 мм [5,с.196], приймаємо $\Psi_M=1,05$.

Отже:

$$H = \frac{7}{1,05} = 6,7342 \text{ мм.}$$

Менше значення Ψ_M відповідає великим струмам, відповідно великій продуктивності зварювання.

Визначаємо глибину проплавлення h_0 , за формулою [5, с.197]:

$$h_0 = H - h_H, \quad (2.7)$$

$$h_0 = 6,7352 - 3,5355 = 3,19$$

Для зварювання конструкції із вуглецевої сталі з катетом 5 мм, вибираємо електродний дріт діаметром 1,0 мм.

Визначаємо зварювальний струм $I_{ЗВ}$ за формулою [5, с.192]:

$$I_{ЗВ} = \frac{h_0}{K_a} \times 100, \quad (2.8)$$

					КР.422.05.00.00.000.ПЗ	Арк.
						22
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де K_a – коефіцієнт пропорційності, $K_a=1,45$ [5, с.193].

$$I_{зв} = \frac{3,19}{1,45} \times 100 = 220,6 \text{ А.}$$

Отже, приймаємо силу зварювального струму 220 А.

Визначаємо швидкість подачі електродного дроту за формулою [5,с.194]:

$$V_{п.д.} = \frac{\alpha_p \times I_{зв}}{F_{ел} \times \rho}, \quad (2.9)$$

де α_p – коефіцієнт розплавлення, $\alpha_p=11,6$ г/А·год [4, с.189];

ρ – густина електродного дроту, для сталі $\rho=7,8 \times 10^3$ кг/м³;

$F_{ел}$ – площа поперечного перерізу дроту, яка визначається за формулою:

$$F_{ел} = \frac{\pi \times d_e^2}{4} = \frac{3,14 \times 1,4^2}{4} = 1,4 \text{ мм}^2$$

Отже:

$$V_{п.д.} = \frac{12 \times 10^{-3} \times 220}{1,44 \times 10^{-6} \times 7,8 \times 10^3} = 220 \text{ м/год.}$$

Швидкість подачі електродного дроту $V_{п.д.}=220$ м/год.

Розраховуємо напругу на дузі за формулою [5, с.194]:

$$U_d = 20 + \frac{50 \times I_{зв}}{1000 \times \sqrt{d_e}} \pm 1, \quad (2.10)$$

					<i>КР.422.05.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						23
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$U_d = 20 + \frac{50 \times 220}{1000 \times \sqrt{1,4}} \pm 1 = 29,32 \pm 1 \text{ В.}$$

Приймаємо $U_d=30 \text{ В.}$

Визначаємо швидкість зварювання за формулою [5, с.194]:

$$V_{зв} = \frac{A}{I_{зв}}, \quad (1.11)$$

де A – коефіцієнт, який залежить від діаметра електродного дроту, в даному випадку для $d_e = 1,2 \text{ мм}$ – $A=2 \cdot 10^3 \text{ А} \cdot \text{м/год}$ [4, с.194]:

$$V_{зв} = \frac{5 \times 10^3}{220} = 22,2 \text{ м/год.}$$

Приймаємо $V_{зв}=22 \text{ м/год.}$

Перевіряємо діаметр електродного дроту за формулою [5, с.193]:

$$d_e = 1,13 \times \sqrt{\frac{I_{зв}}{j}}, \quad (2.12)$$

де j – допустима густина електричного струму, для електродного дроту діаметром $1,0 \text{ мм}$ $j=90\dots400 \text{ А/мм}^2$

$$d_e = 1,13 \times \sqrt{\frac{220}{150}} = 1,23 \text{ мм,}$$

що є допустимо.

Виліт електродного дроту приймаємо $l_d = 8 \text{ мм.}$

Витрати захисного газу $Q_{г} = 9 \text{ л/хв}$ [5, с.226].

					<i>КР.422.05.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

Розраховані параметри режиму зварювання приведено в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Параметри режиму зварювання

Діаметр електродного дроту, мм	Сила зварювального струму, А	Напруга на дузі, В	Швидкість зварювання, м/год	Швидкість подачі дроту, м/год
1,2	220	30	22	220

2.4 Вибір та обґрунтування зварювального устаткування

Зварювання кронштейна виконується зварювальним напівавтоматом марки Welding Dragon MIG-200P [6].

Welding Dragon MIG-200P (MCU) – це професійний зварювальний апарат із синергетичним керуванням, який дозволяє виконувати цілий комплекс зварювальних робіт та не тримати при цьому цілий парк зварювальної техніки. [6]

Система синергетичного керування дозволяє отримувати надійні та якісні шви та при цьому полегшити рутинну роботу зварювальника. Синергетичні режими розраховані на роботу з дротом діаметрів 0.8, 1.0 та 1.2 мм, а також з кількома групами матеріалів та захисних середовищ, таких як:

- вуглецеві сталі (2 варіанти газового захисту)
- корозійностійкі сталі (2 групи матеріалів)
- алюмінієві сплави (2 групи матеріалів)

З представлених синергетичних режимів для зварювання алюмінію і сплавів підійдуть режими з пульсацією струму, режим без пульсації виключно для зварювання сталей. Крім використання попередньо встановлених режимів, можливий запис власних програм зварювання (до 35). [6]

					КР.422.05.00.00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

Все керування зосереджено на передній панелі. Налаштування параметрів зварювання здійснюється під час руху циклограмою. [6]

В комплекті: [6]

- апарат Welding Dragon MIG-200P (MCU) – 1 шт.
- пальник типу MB-24 – 1 шт.
- клема маси з кабелем – 1 шт.
- утримувач електрода з кабелем – 1 шт.
- ролик із U-подібною канавкою – 1 шт.
- тефлоновий канал – 1 шт.
- газовий шланг – 1 шт.
- паспорт (інструкція з експлуатації) – 1 шт.

Таблиця 2.3 – Технічні характеристики зварювального апарату Welding Dragon MIG-200P (MCU) [6]

Характеристика	Значення
Напруга мережі, В	230
Клас ізоляції	F
Напруга холостого ходу, В	58
Межі регулювання зварювального струму, А	20 – 200
Діаметр дроту, мм	0.8 – 1.2
Клас захисту	IP 21 S
Маса, кг	12

					КР.422.05.00.00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26



Рисунок 2.3 – Загальний вигляд напівавтомата Welding Dragon MIG-200P [6]

2.5 Вибір методу контролю якості виробу

Контроль якості виробу є ключовим елементом у виробничому процесі, оскільки він спрямований на забезпечення високої якості та надійності продукції. Основна мета контролю полягає у виявленні та усуненні будь-яких дефектів або невідповідностей, які можуть виникнути під час виготовлення чи обробки виробу.

Систематичний контроль якості дозволяє впевнитися, що продукція відповідає встановленим стандартам, вимогам технічних характеристик, а також очікуванням та потребам споживачів. Це важливо для підтримки репутації компанії, збереження лояльності клієнтів та запобігання виникненню проблем після продажу.

Ультразвуковий контроль якості зварних з'єднань ехо-методом є ефективним засобом виявлення дефектів у зварних з'єднаннях кронштейна

					КР.422.05.00.00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

кріплення роз'єднувача РЛРД. Цей метод ґрунтується на вимірюванні часу затримки імпульсів ультразвука, які відбиваються від внутрішніх дефектів або межі різниці між матеріалами.

Перш за все, важливо вибрати відповідні обладнання та датчики, які забезпечать потрібний рівень роздільної здатності та чутливості для виявлення потенційних дефектів у зварних з'єднаннях. Під час ультразвукового контролю, датчики розміщуються з одного боку випробуваного з'єднання, а з іншого - приймають ехо-сигнали.

Для забезпечення високої ефективності контролю, важливо правильно планувати та проводити процедуру сканування. Робочі параметри, такі як частота ультразвука, кут сканування та швидкість руху датчика, мають бути налаштовані оптимально для кожного конкретного з'єднання.

Після проведення сканування необхідно аналізувати отримані дані та ідентифікувати будь-які виявлені дефекти. Для цього використовуються спеціальні програми обробки сигналів та візуалізації результатів. У разі виявлення дефектів проводиться подальший аналіз та визначення можливих причин їх виникнення.

Таким чином, вибір ультразвукового контролю якості зварних з'єднань ехо-методом для кронштейна кріплення роз'єднувача РЛРД є важливим етапом в забезпеченні надійності та безпеки виробу. Даний метод дозволяє виявити навіть найменші дефекти у зварних з'єднаннях, що допомагає уникнути подальших проблем та забезпечити високу якість кінцевого виробу.

2.6 Опис вибраного технологічного процесу виготовлення зварної конструкції

Виробництво кронштейну включає безліч етапів, починаючи від отримання заготовок і закінчуючи контролем якості та збиранням. Крім основних процесів зварювання та монтажу, існують і додаткові операції, які необхідні для створення продукту високої якості.

					<i>КР.422.05.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

2.6.1 Заготівельні операції

Заготівельні операції кронштейна включають кілька етапів, що передують його виготовленню. Спочатку відбувається підготовка матеріалу, яка може включати обробку металевих листів або профілів до необхідної форми та розміру. Потім проводиться маркування або розмічування, де точно визначаються місця, де будуть зрізані отвори, зрізи або згини.

Процес очищення для кронштейна може включати кілька етапів, спрямованих на видалення бруду, іржі, фарби або інших забруднень з поверхні металу. Одним з методів очищення є механічне шліфування або полірування, де за допомогою спеціальних інструментів, таких як шліфувальна машина марки Dnipro-M GS-98 яка зображена на рисунку 2.4 видаляються надлишки матеріалу і забруднення з поверхні кронштейна.



Рисунок 2.4 – шліфувальна машина марки Dnipro-M GS-98 [7]

Етап розмічування та різання металу є важливою частиною технологічного процесу виготовлення кронштейна. Під час розмічування на металевій поверхні проводять маркування або нанесення потрібних вимірів та ліній для подальшого різання. Для цього використовуємо кернер. Після розмічування переходять до етапу різання металу. Для цього можна використовувати електричну пилу для металу марки Meterk Black, яка є потужним інструментом для різання металу. Електрична пила оснащена різними насадками, які здатні обрізати металеві деталі з великою точністю та швидкістю. Вона зображена на рисунку 2.5

					КР.422.05.00.00.000.ПЗ	Арк.
						29
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 2.5 – електрична пила для металу марки Meterk Black [8]

2.6.2 Складальні операції

Складальні операції включають в себе процес з'єднання різних деталей для створення кінцевого виробу. Після того, як метал був очищений, розмічений і вирізаний, його деталі готові до складання.

Першим кроком у складальних операціях може бути встановлення основи або каркасу. Потім виконується поетапне додавання інших деталей до основи та їх подальше прихоплення.

Після того як всі деталі були прикріплені до основи, виконується остаточна перевірка виробу на відповідність вимогам і якості. Потім виріб може бути підданий додатковим операціям, таким як обробка поверхонь або захисне покриття, перш ніж він буде вважатися готовим.

Усі ці складальні операції вимагають точності, уваги до деталей і дотримання технологічних вимог, щоб забезпечити високу якість кінцевого виробу.

					КР.422.05.00.00.000.ПЗ	Арк.
						30
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.6.3 Складально-зварювальні операції

Після складальних операцій виріб проходить черговий етап - зварювання. При зварюванні кронштейна кріплення роз'єднувача РЛРД використовується напівавтоматичний метод зварювання у захисних газах. Цей процес дозволяє отримати якісні зварні з'єднання з високою міцністю та стійкістю.

Спочатку деталі підготовлюються до зварювання шляхом очищення їх від будь-яких забруднень або окислів, які можуть утруднити процес зварювання. Потім вони монтуватимуться в потрібному положенні для зварювання.

Для зварювання використовується зварювальний напівавтомат. В зварювальному процесі використовуються вуглекислий газ або інші захисні гази, що допомагають уникнути окислення металу під час зварювання та забезпечують якісний зварний шов.

2.6.4 Опоряджувальні операції

Після завершення зварювальних операцій та контролю якості зварних з'єднань проводяться опоряджувальні операції для підготовки виробу до наступних етапів виготовлення та використання. Опоряджувальні операції можуть включати в себе наступні кроки:

Шліфування та обробка поверхні: Цей етап включає в себе шліфування та обробку поверхні зварних швів та інших деталей кронштейна з метою підготовки їх до наступних операцій або для забезпечення гладкості та однорідності поверхні для зовнішнього вигляду.

Зачищення від залишків зварювального матеріалу: У разі залишків зварювального дроту або інших матеріалів, які можуть залишитися після

					КР.422.05.00.00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

зварювання, проводиться їхня зачищення за допомогою шліфувальних інструментів або інших відповідних засобів.

Обробка отворів та різьблення: Якщо виріб містить отвори або потребує різьблення для монтажу або кріплення, ці операції виконуються в цьому етапі. Це може включати в себе свердління отворів різного діаметру або різьблення в них під конкретний розмір гайки або болта.

2.6.5 Допоміжні операції

Допоміжні операції для цього виробу можуть включати наступні кроки:

1) Обробка та просування матеріалу, ця операція передбачає підготовку сировини та заготовок до подальших операцій. Вона включає в себе обробку матеріалів на верстатах або станках, а також їх просування або переміщення до робочих місць.

2) Забезпечення безпеки, під час виробництва кронштейнів необхідно дотримуватися вимог з безпеки праці. Це включає в себе використання захисного обладнання, навчання персоналу правилам безпеки та вживання заходів для запобігання травмам.

3) Підготовка обладнання, для виконання операцій зварювання, обробки та збирання може знадобитися підготовка та налаштування відповідного обладнання та інструментів, таких як зварювальні апарати, верстати, інструменти для різання тощо.

2.6.6 Контроль якості

Контроль якості виробу - це систематичний процес, спрямований на забезпечення відповідності продукції встановленим стандартам, вимогам та очікуванням споживачів. Основна мета контролю якості полягає у виявленні

					КР.422.05.00.00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

та усуненні дефектів чи невідповідностей продукції перед її випуском на ринок.

Спочатку проводиться зовнішній огляд конструкції для перевірки розміщення та якості зварних швів відповідно до встановлених стандартів. Після цього застосовується ультразвуковий контроль якості зварних з'єднань ехо-методом. Цей метод використовує ультразвуковий дефектоскоп УД3701 для виявлення внутрішніх дефектів.

Ультразвуковий дефектоскоп УД3701 зображений на рисунку 2.6.



Рисунок 2.6 – Ультразвуковий дефектоскоп УД3701 [9]

2.7 Нормування технологічного процесу виготовлення зварної конструкції і витрат матеріалів та електроенергії

Нормувальним витратам, при напівавтоматичному зварюванні в захисних газах, підлягають зварювальний дріт і захисний газ. Тому всі розрахунки повинні виконуватись відповідно до стандарту ДСТУ 3159-95 «Ресурсозбереження. Нормування витрат зварювальних матеріалів. Загальні вимоги, методи визначення нормативів ручного і механізованого електрозварювання» [10].

					КР.422.05.00.00.000.ПЗ	Арк.
						33
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Маса наплавленого металу обчислюється за формулою:

$$Q_H = \alpha_H \cdot I_{зв} \cdot l_{ш}, \quad (2.10)$$

де α_H – коефіцієнт наплавлення, він визначає кількість наплавленого металу протягом 1 години горіння дуги, при силі струму 1 А, в нашому випадку $\alpha_H=12$ г/А·год;

$I_{зв}$ – сила зварювального струму, $I_{зв}=220$ А;

$l_{ш}$ – загальна довжина зварних швів, $l_{ш}=0,682$ м.

$$Q_H = 12 \cdot 10^{-3} \cdot 220 \cdot 0,682 = 1,8 \text{ кг.}$$

Витрати присаджувального матеріалу обчислюються за формулою:

$$H_{ел} = Q_p + Q_{нп}, \quad (2.11)$$

де Q_p – маса розплавленого електродного матеріалу,

$$Q_p = Q_H \cdot K_p, \quad (2.12)$$

де K_p – коефіцієнт витрат зварювального дроту, $K_p=0,7$;

$$Q_p = 1,8 \cdot 0,7 = 1,26 \text{ кг,}$$

					<i>КР.422.05.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

$Q_{\text{нп}}$ – маса наплавленого металу,

$$Q_{\text{нп}} = Q_{\text{н}} \cdot K_0, \quad (2.13)$$

де K_0 – коефіцієнт втрат зварювального дроту, $K_0=0,5$;

$$Q_{\text{нп}} = 1,8 \cdot 0,5 = 0,9 \text{ кг.}$$

Підставивши значення отримаємо:

$$H_{\text{ел}} = 1,26 + 0,9 = 2,16 \text{ кг.}$$

Норми витрат захисного газу обчислюються за формулою:

$$H_{\text{г}} = Q_{\text{р}} \cdot K_{\text{г}}, \quad (2.14)$$

де $K_{\text{г}}$ – коефіцієнт, що виражає відношення маси витраченого газу до маси розплавленого електродного дроту, $K_{\text{г}}=0,85\dots0,9$;

$$H_{\text{г}} = 1,26 \cdot 0,9 = 1,13 \text{ л/хв.}$$

Витрати електроенергії на 1 кг наплавленого металу обчислюються за формулою:

					<i>КР.422.05.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						35
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$E = \frac{U_d}{\alpha_H \cdot \eta_H \cdot K_H}, \quad (2.15)$$

де U_d напруга на дузі, В;

η_H – коефіцієнт корисної дії, %;

K_H – коефіцієнт корисної дії джерела дуги, $K_H=0,75$;

$$E = \frac{30}{12 \cdot 0,9 \cdot 0,75} = 3,70 \text{ кВт.}$$

Витрати електроенергії на 1 м шва обчислюються за формулою:

$$E = \frac{0,01 \cdot U_d \cdot I_{зв} \cdot t_0}{\eta_H \cdot K_H}, \quad (2.16)$$

де t_0 – час зварювання одного метра шва, $t_0=0,04$ год;

$$E = \frac{0,01 \cdot 30 \cdot 220 \cdot 0,06}{0,9 \cdot 0,75} = 5,86 \text{ кВт} \cdot \text{год.}$$

Витрати електроенергії на загальне зварювання виробу обчислюються:

$$E_{\Sigma} = E \cdot l_{ш}, \quad (2.17)$$

$$E_{\Sigma} = 5,86 \cdot 0,682 = 4 \text{ кВт.}$$

					<i>КР.422.05.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

3.1 Вибір та обґрунтування зварювального пристосування

Вибір зварювального пристосування залежить від ряду факторів, включаючи тип і товщину матеріалу, тип зварювального процесу, режим роботи, а також вимоги до якості зварних з'єднань. При обґрунтуванні вибору зварювального пристосування варто враховувати наступні аспекти:

1) тип матеріалу, різні типи матеріалів можуть вимагати використання спеціалізованих зварювальних пристосувань. Наприклад, для зварювання алюмінієвих конструкцій можуть бути використані зварювальні пристрої, які підтримують відповідні режими захисту від окислення;

2) товщина матеріалу, для товстих матеріалів можуть використовуватися потужніші зварювальні пристрої з більшою максимальною потужністю, тоді як для тонких матеріалів можуть застосовуватися більш дрібні зварювальні пристрої з меншим розходом енергії;

3) тип зварювального процесу, вибір зварювального пристрою також залежить від типу зварювання, такого як дугове зварювання, точкове зварювання, напівавтоматичне зварювання тощо;

4) ефективність та продуктивність, обґрунтування вибору зварювального пристрою може включати аналіз його ефективності та продуктивності, зокрема швидкості зварювання, часу на підготовку до роботи та зміну електродів або дротів, а також можливостей автоматизації процесу;

5) вимоги до якості, при обґрунтуванні вибору зварювального пристрою слід також враховувати вимоги до якості зварних з'єднань, такі як стійкість до корозії, механічна міцність, герметичність тощо;

6) обґрунтування вибору зварювального пристрою передбачає аналіз цих факторів з метою забезпечення оптимальної продуктивності та якості зварних з'єднань.

					КР.422.05.00.00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

Вибір між різними пристосуваннями ґрунтується на їх техніко-економічному порівнянні, з урахуванням їхньої технічної ефективності та економічної вигідності. Зазвичай обирається найбільш раціональний технічно та економічно вигідний варіант. Складально-зварювальне обладнання може бути універсальним, спеціалізованим або спеціальним.

Універсальна оснастка призначена для широкої номенклатури зварних виробів в одиничному та дрібносерійному виробництві. Така складально-зварювальна оснастка включає безліч взаємозамінних нормалізованих стандартизованих елементів, що дає широкі можливості забезпечувати переналагодження оснастки при переході підприємства на виготовлення нових типів конструкцій. Таким чином, для одиничного та дрібносерійного виробництва, що характеризується широкою номенклатурою виробів та незначною програмою випуску доцільно використовувати універсальну оснастку Комплекти універсальних складально-зварювальних пристроїв замовляються підприємствами через спеціальні прокатні бази [11, с.17].

Спеціалізована складально-зварювальна оснастка застосовується для виробництва групи однотипних виробів в серійному та крупносерійному виробництві зварних конструкцій. В одиничному та дрібносерійному виробництві вона застосовується досить рідко через необхідність великих витрат на її проектування та виготовлення [11, с.17].

Спеціальна складально-зварювальна оснастка використовується для виготовлення одного або декількох конкретних виробів в крупносерійному та масовому виробництві зварних конструкцій Вона забезпечує більш високу продуктивність праці та найкращу якість зварних конструкцій у порівнянні з універсальною оснасткою [11, с.17].

					<i>КР.422.05.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						38
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.2 Опис роботи пристосування

В процесі складання конструкції важливо дотримуватися послідовності та систематичності, оскільки це визначає загальну якість та надійність продукту. Розташування деталей повинно відповідати встановленому порядку, який зазначений на кресленні конструкції. Дотримання цього порядку допомагає уникнути помилок та забезпечити правильне з'єднання всіх елементів. Крім того, важливо дотримуватися встановлених зазорів між деталями, щоб уникнути можливих проблем з монтажем або функціонуванням конструкції. Також необхідно уникати зміщення торців з'єднувальних деталей, оскільки це може призвести до неправильного пасажу, що вплине на кінцевий результат. Для складальних операцій використовується зварювальний стіл.

Зварювальний стіл - це спеціальний пристрій, призначений для виконання зварювальних робіт. Робота з ним включає підготовку робочої області, фіксацію деталей у потрібному положенні, налаштування положення столу, виконання зварювальних операцій та контроль якості зварних з'єднань. Цей процес вимагає уваги до деталей, технічної кваліфікації та дотримання безпеки. Завдяки зварювальному столу можна забезпечити точність та стабільність під час виконання робіт, що впливає на якість та ефективність зварювання.

					КР.422.05.00.00.000.ПЗ	Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вигляд стола зварювального зображений на рисунку 3.1.

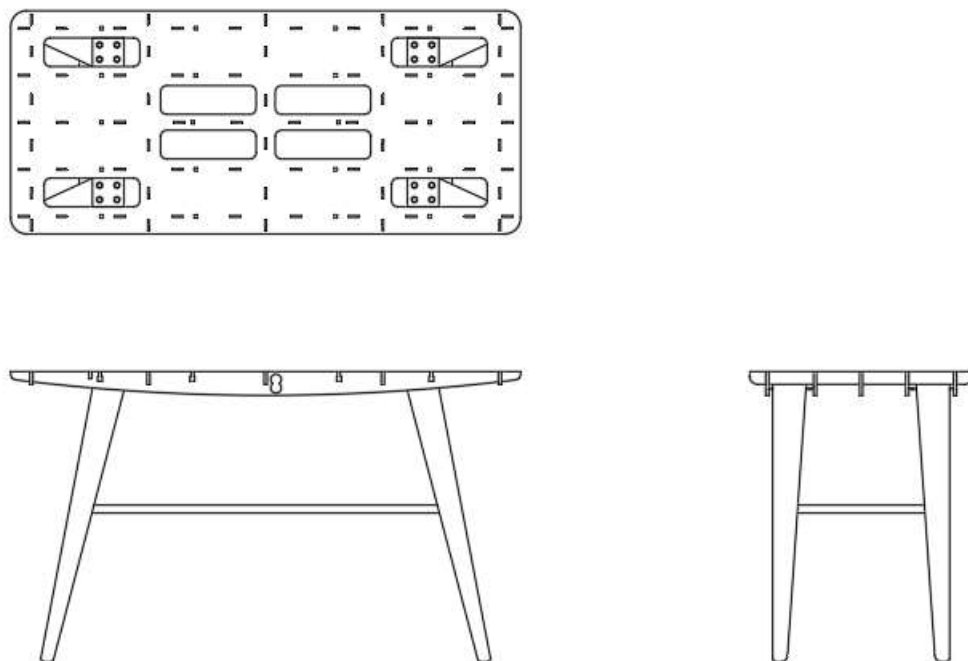


Рисунок 3.1 – Стіл зварювальний

					КР.422.05.00.00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

4 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ

4.1 Розрахунок кількості обладнання

Всі вихідні дані, необхідні для розрахунку наведені в таблицях 4.1 і 4.2.

Таблиця 4.1 - Характеристика кронштейна кріплення роз'єднувача РЛНД

Показник	Одиниці вимірюв.	Кількісна чи вартісна оцінка	
		фактичні дані	проектні дані
Габаритні розміри виробу	мм	1200x1180x300	
Сума витрат по видах та марках основних матеріалів на виріб:			
профільний прокат 10ХСНД	кг	13,5	
зварювальний дріт Св-08Г2С	кг	0,65	
захисна суміш МІХ-1	кг	0,7	
Розміри поворотних відходів на виріб	кг	2	
Ціна придбання матеріалу за кг:			
профільний прокат:			
сталь 10ХСНД	грн	118,2	118
зварювальний дріт Св-08Г2С	грн	124	123
захисна суміш МІХ-1	грн	29,5	29,3
Ціна реалізації поворотних відходів	грн	10	

					КР.422.05.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

Таблиця 4.2 - Характеристика технологічного процесу виготовлення кронштейна кріплення роз'єднувача РЛНД

Зміст операції	Варианти	Устаткування		Інструменти		Розряд роботи	Штучні норми часу
		Назва	Ціна, грн	Назва	Ціна, грн		
1	2	3	4	5	6	7	8
Очищення	$\frac{3}{П}$	Кутошліфув. машина Dnipro-M GS-98	1500	щіпка диск зачисн.	128 51	III	$\frac{3,1}{2,1}$
Розмічування	$\frac{3}{П}$			рулетка лінійка кернер маркер	265 159 168 101	IV	3,6
Різання	$\frac{3}{П}$	Електрич. пила Meterk Black	1600			IV	3,7
Складання	$\frac{3}{П}$	Стіл зварювальний	99000	молоток	272	IV	$\frac{5,1}{3,6}$
Зварювання	$\frac{3}{П}$	Зварювальний напівавтомат Welding Dragon MIG-200P (MCU)	25000			IV	$\frac{5,0}{3,5}$
Зачищування	$\frac{3}{П}$	Кутова шліф. машина Dnipro-M GS-98	1500	щіпка молоток диск зачисн.	128 272 51	III	3,4
Контроль якості	$\frac{3}{П}$	Ультразвуковий дефектоскоп УДЗ701	96000			VI	2,1
Транспортні операції	$\frac{3}{П}$	Таль електрична	63000			IV	2,0

Штучна норма часу:

а) по технологічних операціях: по заводу 26,0;

по проекту 22,0;

б) по допоміжних і транспортних операціях: по заводу 2,0;

по проекту 2,0.

Загальна штучна норма часу: по заводу 28,0;

по проекту 24,0.

Для виготовлення кронштейна кріплення роз'єднувача РЛНД застосовується технологічна форма організації виробництва. Режим роботи на дільниці приймаємо перервний при одній зміні в день. Дійсний фонд часу роботи устаткування визначаємо за формулою [12, с.9]:

$$\Phi_{yc} = D_{роб} \cdot S \cdot g \cdot (1 - K_p), \quad (4.1)$$

де $D_{роб}$ ~ кількість робочих днів в році, $D_{роб} = 253$ дні;

S - кількість робочих змін в добу;

g - тривалість зміни, год;

K_p - нормативний коефіцієнт простою устаткування в ремонті, обумовлений конструктивними та виробничими характеристиками, $K_p = 0,03...0,1$.

$$\Phi_{yc} = 253 \cdot 1 \cdot 8 \cdot (1 - 0,03) = 1963 \text{ год.}$$

Потреба в устаткуванні (робочих місцях) розраховується по кожній операції технологічного процесу або по сумі трудомісткості операцій, що виконуються на однотипному устаткуванні.

Розрахунок проводять за формулою [12, с.10]:

					КР.422.05.00.00.000.ПЗ	Арк.
						43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$n = \frac{T_{шт} \cdot B_{пр}}{\Phi_{ус} \cdot K_{вн}}, \quad (4.2)$$

де $T_{шт}$ - штучний час на операції, що виконуються на однотипному устаткуванні, нормованих в машино-год. (таблиця 4.2);

$K_{вн}$ – коефіцієнт виконання, $K_{вн}=8,1$.

$B_{пр}$ – програма випуску продукції, у нашому випадку $B_{пр} = 10000 шт.$

Кількість робочих місць для виконання очищення при виготовленні кронштейна кріплення роз'єднувача РЛНД:

- заводський варіант:

$$n = \frac{3,1 \cdot 10000}{1963 \cdot 8,1} = 1,95 \approx 2 \text{ шт.}$$

- проектний варіант:

$$n = \frac{2,1 \cdot 10000}{1963 \cdot 8,1} = 1,32 \approx 1 \text{ шт.}$$

Кількість робочих місць для виконання розмічування при виготовленні кронштейна кріплення роз'єднувача РЛНД (за двома варіантами):

$$n = \frac{3,6 \cdot 10000}{1963 \cdot 8,1} = 2,26 \approx 2 \text{ шт.}$$

Для вирізання заготовок кількість робочих місць рівна (за двома варіантами):

$$n = \frac{3,7 \cdot 10000}{1963 \cdot 8,1} = 2,33 \approx 2 \text{ шт.}$$

					<i>КР.422.05.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

Для виконання складання кількість робочих рівна:

- заводський варіант:

$$n = \frac{5,1 \cdot 10000}{1963 \cdot 8,1} = 3,21 \approx 3 \text{ шт.}$$

- проектний варіант:

$$n = \frac{3,6 \cdot 10000}{1963 \cdot 8,1} = 2,26 \approx 2 \text{ шт.}$$

Для виконання процесу зварювання кількість робочих місць становить:

- заводський варіант:

$$n = \frac{5,0 \cdot 10000}{1963 \cdot 8,1} = 3,15 \approx 3 \text{ шт.}$$

- проектний варіант:

$$n = \frac{3,5 \cdot 10000}{1963 \cdot 8,1} = 2,2 \approx 2 \text{ шт.}$$

Кількість робочих місць для зачищення зварних швів (за двома варіантами):

$$n = \frac{3,4 \cdot 10000}{1963 \cdot 8,1} = 2,14 \approx 2 \text{ шт.}$$

Кількість робочих місць для контролю якості виробу (за двома варіантами):

$$n = \frac{2,1 \cdot 10000}{1963 \cdot 8,1} = 1,32 \approx 1 \text{ шт.}$$

					<i>КР.422.05.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

Кількість транспортних засобів, які необхідні для виконання транспортних операцій визначається за формулою [12, с.12]:

$$n = \frac{\sum_{i=1}^m B_{mp} \cdot N_{кр} \cdot t_{кр}}{\Phi_n \cdot K_{кр}}, \quad (4.3)$$

де B_{mp} - кількість вантажних об'єктів іншого виду, що підлягають транспортуванню на протязі року, 10000 шт;

m - кількість різновидів вантажних об'єктів;

$N_{кр}$ - кількість кранових операцій на один i -тий об'єкт;

$t_{кр}$ - тривалість одної операції, год;

Φ_n - номінальний річний фонд часу, год., приймається для однозмінної роботи рівним 2100 год;

$K_{кр}$ - коефіцієнт використання номінального фонду часу транспортного засобу, приймається $K_{кр} = 0,1...0,7$.

$$n = \frac{10000 \cdot 2 \cdot 0,1}{2100 \cdot 0,7} = 1,36 \approx 1 \text{ шт.}$$

Приймаємо одну електричну таль для між операційного транспортування частин і виробу в цілому.

4.2 Розрахунок кількості працівників

Розрахунок кількості основних працівників проводиться диференційовано для кожної професії. Хід розрахунку залежить від форми організації виробничого процесу. Для технологічної форми організації кількість основних робітників визначається за формулою [12, с.13]:

					<i>КР.422.05.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$r_{oi} = \frac{B \cdot \sum_1^y T_{um} i}{\Phi_{ef} \cdot K_{вн}}, \quad (4.4)$$

де r_{oi} - кількість основних працівників i -тої професії, чол;

$\sum_1^y T_{um} i$ - штучна норма часу по i -тим операціям, год;

B - об'єм випуску продукції на рік, приймаємо $B_{np} = 10000$ шт;

Φ_{ef} - ефективний річний фонд часу роботи одного робітника, приймається 1850 год;

$K_{вн}$ - коефіцієнт виконання норм часу основними робітниками, приймається $K_{вн} = 8,1 \dots 8,2$;

Необхідна кількість очищувальників:

- за заводським варіантом:

$$r_{oi} = \frac{10000 \cdot 3,1}{1850 \cdot 8,2} = 2,04 \approx 2 \text{ чол.}$$

- за проектним варіантом:

$$r_{oi} = \frac{10000 \cdot 2,1}{1850 \cdot 8,2} = 1,38 \approx 1 \text{ чол.}$$

Необхідна кількість розмічувальників (за двома варіантами):

$$r_{oi} = \frac{10000 \cdot 3,6}{1850 \cdot 8,2} = 2,37 \approx 2 \text{ чол.}$$

Необхідна кількість різальників (за двома варіантами):

$$r_{oi} = \frac{10000 \cdot 3,7}{1850 \cdot 8,2} = 2,44 \approx 2 \text{ чол.}$$

					КР.422.05.00.00.000.ПЗ	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Необхідна кількість складальників:

- за заводським варіантом:

$$r_{oi} = \frac{10000 \cdot 5,1}{1850 \cdot 8,2} = 3,36 \approx 3 \text{ чол.}$$

- за проектним варіантом:

$$r_{oi} = \frac{10000 \cdot 3,6}{1850 \cdot 8,2} = 2,37 \approx 2 \text{ чол.}$$

Необхідна кількість зварювальників:

- за заводським варіантом:

$$r_{oi} = \frac{10000 \cdot 5,0}{1850 \cdot 8,2} = 3,3 \approx 3 \text{ чол.}$$

- за проектним варіантом:

$$r_{oi} = \frac{10000 \cdot 3,5}{1850 \cdot 8,2} = 2,31 \approx 2 \text{ чол.}$$

Необхідна кількість зачищувальників (за двома варіантами):

$$r_{oi} = \frac{10000 \cdot 3,4}{1850 \cdot 8,2} = 2,24 \approx 2 \text{ чол.}$$

Необхідна кількість контролерів (за двома варіантами):

$$r_{oi} = \frac{10000 \cdot 2,1}{1850 \cdot 8,2} = 1,38 \approx 1 \text{ чол.}$$

					<i>КР.422.05.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

Виходячи з кількості транспортних засобів приймаємо необхідну кількість транспортувальників $r_{oi} = 1$ чол.

Результати розрахунків приведено у таблиці 4.3

Таблиця 4.3 - Зведена відомість промислово-виробничого персоналу

Категорія робітників	Кількість		Середній розряд	
	З	П	З	П
1	2	3	4	5
Основні робітники:				
очищувальники	2	1	III	III
розмічувальники	2	2	IV	IV
різальники	2	2	IV	IV
складальники	3	2	IV	IV
зварювальники	3	2	IV	IV
зачищувальники	2	2	III	III
контролери	1	1	VI	VI
транспортувальники	1	1	IV	IV
Допоміжні робітники:				
налагоджувальники	1	1	IV	IV
ремонтники	1	1	IV	IV
електрики	1	1	IV	IV
ІТР:				
майстер дільниці	1	1	—	—
МОП: прибиральники	1	1	—	—
Разом	21	18	—	—

4.3 Визначення витрат і вартості основних матеріалів

Вихідними даними для розрахунків є норми затрат матеріальних ресурсів на виріб та розмір поворотних відходів, ціни придбання матеріалів з врахуванням транспортно-заготівельних витрат (5...8% від преїскурантної ціни) та ціни реалізації відходів, обсяг випуску продукції.

Результати розрахунків подано у таблиці 4.4.

Таблиця 4.4 - Зведена відомість витрат на матеріальні ресурси

В- нт	Назва матеріалів ресурсів	Од. вим.	Ціна придб. за од. вим., грн/кг		Затрати в натуральних одиницях, грн						
					на один виріб		на програму				
3/П	Сталь 10ХСНД	кг	118,2	118	1595,7	1593	15957000	15930000			
3/П	Зварювальний дріт Св-08Г2С	кг	124	123	80,6	79,95	806000	799500			
3/П	Захисна суміш МІХ-1	кг	29,5	29,3	20,65	20,51	206500	205100			
Р- ом					1696,95	1693,46	16969500	16934600			
В- нт	Транспортно- заготівельні витрати			Загальна сума, грн				Вартість поворотних відходів, грн			
	%ц. куп.	в грн. на один кг		на один виріб		на програму		на один виріб		на програму	
3/П	5	5,91	5,9	79,79	79,65	797850	796500	10	10	100000	100000
3/П	5	6,2	6,15	4,03	4	40300	39975				
3/П	5	1,48	1,47	1,03	1,03	10325	10255				
Р- ом		13,59	13,52	84,85	84,67	848475	846730	10	10	100000	100000

4.4 Розрахунок фонду оплати праці

Приймаємо, що всі основні робітники оплачуються по відрядній системі оплати праці, допоміжні - по погодинній, ІТР та МОП - по штатно-окладній системі. Розрахунки проводяться по двох напрямках: на один виріб (для обчислення калькуляції собівартості виробу) та на програму (для визначення об'ємних економічних характеристик). В калькуляцію собівартості виробу безпосередньо включаються затрати по оплаті праці основних (виробничих) робітників.

Основна заробітна плата основних робітників визначається за формулою [12, с.18]:

												Арк.
												50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	КР.422.05.00.00.000.ПЗ							

$$Z_{oo} = \sum_1^y C_{pi} \cdot T_{um}, \quad (4.5)$$

де y - кількість технологічних операцій;

C_{pi} - годинна тарифна ставка робітника відповідного розряду для відрядної оплати праці, грн.

Приймаємо заводські тарифні ставки для машинобудування (з врахуванням відповідних коефіцієнтів збільшення) [12, с.18].

Додаткова заробітна плата основних робітників визначається за формулою [12, с.18]:

$$Z_{до} = Z_{oo} (D_1 + D_2), \quad (4.6)$$

де D_1 - доплата за шкідливість, грн, $D_1 = 12...24\%$, приймаємо $D_1 = 20\%$; D_2 - інші доплати, грн, $D_2 = 15...20\%$, приймаємо $D_2 = 15\%$.

Премії та надбавки основним робітникам визначаються за формулою [12, с.18]:

$$Z_{по} = Z_{до} \cdot P, \quad (4.7)$$

де P - розмір премій та надбавок, грн, $P = 40\%$.

Для визначення річного фонду оплати праці основних робітників результати розрахунків за формулами (4.5), (4.6) та (4.7) множаться на кількість виробів (B).

Затрати по оплаті праці очищувальників:

- заводський варіант:

$$Z_{oo} = 6,1 \cdot 24,5 \cdot 3,1 = 463,3 \text{ грн};$$

$$Z_{до} = 463,3 \cdot (0,2 + 0,15) = 162,15 \text{ грн};$$

$$Z_{по} = 463,3 \cdot 0,4 = 185,32 \text{ грн};$$

- проектний варіант:

$$Z_{oo} = 6,1 \cdot 24,5 \cdot 2,1 = 313,85 \text{ грн};$$

					КР.422.05.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

$$Z_{до} = 313,85 \cdot (0,2 + 0,15) = 109,85 \text{ грн};$$

$$Z_{по} = 313,85 \cdot 0,4 = 125,54 \text{ грн.}$$

Затрати по оплаті праці розмічувальників (за двома варіантами):

$$Z_{оо} = 5,5 \cdot 23,5 \cdot 3,6 = 465,3 \text{ грн};$$

$$Z_{до} = 465,3 \cdot (0,2 + 0,15) = 162,86 \text{ грн};$$

$$Z_{по} = 465,3 \cdot 0,4 = 186,12 \text{ грн.}$$

Затрати по оплаті праці різальників (за двома варіантами):

$$Z_{оо} = 5,4 \cdot 23,5 \cdot 3,7 = 469,53 \text{ грн};$$

$$Z_{до} = 469,53 \cdot (0,2 + 0,15) = 164,34 \text{ грн};$$

$$Z_{по} = 469,53 \cdot 0,4 = 187,81 \text{ грн.}$$

Затрати по оплаті праці складальників:

- заводський варіант:

$$Z_{оо} = 4,1 \cdot 26,5 \cdot 5,1 = 554,12 \text{ грн};$$

$$Z_{до} = 554,12 \cdot (0,2 + 0,15) = 193,94 \text{ грн};$$

$$Z_{по} = 554,12 \cdot 0,4 = 221,65;$$

- проектний варіант:

$$Z_{оо} = 4,1 \cdot 26,5 \cdot 3,6 = 391,14 \text{ грн};$$

$$Z_{до} = 391,14 \cdot (0,2 + 0,15) = 136,9 \text{ грн};$$

$$Z_{по} = 391,14 \cdot 0,4 = 156,46 \text{ грн.}$$

Затрати по оплаті праці зварювальників:

- заводський варіант:

$$Z_{оо} = 4,3 \cdot 27,5 \cdot 5 = 591,25 \text{ грн};$$

$$Z_{до} = 591,25 \cdot (0,2 + 0,15) = 206,94 \text{ грн};$$

$$Z_{по} = 591,25 \cdot 0,4 = 236,5 \text{ грн};$$

- проектний варіант:

$$Z_{оо} = 4,3 \cdot 27,5 \cdot 3,5 = 413,88 \text{ грн};$$

$$Z_{до} = 413,88 \cdot (0,2 + 0,15) = 144,86 \text{ грн};$$

$$Z_{по} = 413,88 \cdot 0,4 = 165,55 \text{ грн.}$$

Затрати по оплаті праці зачищувальників (за двома варіантами):

					<i>КР.422.05.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

$$Z_{oo} = 5,6 \cdot 24,5 \cdot 3,4 = 466,48 \text{ грн};$$

$$Z_{до} = 466,48 \cdot (0,2 + 0,15) = 163,27 \text{ грн};$$

$$Z_{по} = 466,48 \cdot 0,4 = 186,59 \text{ грн}.$$

Затрати по оплаті праці контролерів (за двома варіантами):

$$Z_{oo} = 9,8 \cdot 28,5 \cdot 2,1 = 586,53 \text{ грн};$$

$$Z_{до} = 586,53 \cdot (0,2 + 0,15) = 205,29 \text{ грн};$$

$$Z_{по} = 586,53 \cdot 0,4 = 234,61 \text{ грн}.$$

Затрати по оплаті праці транспортувальників (за двома варіантами):

$$Z_{oo} = 9,7 \cdot 27,5 \cdot 2 = 533,5 \text{ грн};$$

$$Z_{до} = 533,5 \cdot (0,2 + 0,15) = 186,73 \text{ грн};$$

$$Z_{по} = 533,5 \cdot 0,4 = 213,4 \text{ грн}.$$

Для допоміжних робітників розрахунок проводять на річну програму окремо для кожної категорії за формулою [12, с.19]:

$$Z_{од} = r_{од} \cdot C_p \cdot \Phi_{ef}, \quad (4.8)$$

де $Z_{од}$ - основна заробітна плата допоміжних робітників, грн;

$r_{од}$ - чисельність допоміжних робітників даної категорії;

C_p - годинна тарифна ставка робітника відповідного розряду для погодинної оплати праці, грн.

Додаткова заробітна плата ($Z_{од}$) та премії і надбавки ($Z_{нд}$) допоміжних робітників розраховується так само, як для основних робітників (формули 4.6, 4.7).

Затрати по оплаті праці налагоджувальників:

$$Z_{од} = 1 \cdot 38,5 \cdot 1850 = 71225 \text{ грн};$$

$$Z_{нд} = 71225 \cdot 0,35 = 24928,75 \text{ грн};$$

$$Z_{пд} = 71225 \cdot 0,4 = 28490 \text{ грн}.$$

Затрати по оплаті праці ремонтників:

$$Z_{од} = 1 \cdot 38,5 \cdot 1850 = 71225 \text{ грн};$$

					<i>КР.422.05.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$Z_{\text{дд}} = 71225 \cdot 0,35 = 24928,75 \text{ грн};$$

$$Z_{\text{пд}} = 71225 \cdot 0,4 = 28490 \text{ грн.}$$

Затрати по оплаті праці електриків:

$$Z_{\text{од}} = 1 \cdot 38,5 \cdot 1850 = 71225 \text{ грн};$$

$$Z_{\text{дд}} = 71225 \cdot 0,35 = 24928,75 \text{ грн};$$

$$Z_{\text{пд}} = 71225 \cdot 0,4 = 28490 \text{ грн.}$$

Для інженерно-технічних робітників, службовців та молодшого обслуговуючого персоналу, розрахунок проводять на річну програму по місячному посадовому окладу одного працівника для кожної категорії працюючих за формулою [12, с.19]:

$$Z_{\text{он}} = r_n \cdot O_m \cdot 12, \quad (4.9)$$

де $Z_{\text{он}}$ - основна заробітна плата певних категорій працівників, грн;

r_n - чисельність працівників відповідної категорії;

O_m - місячний посадовий оклад одного працівника, грн;

12 - кількість місяців у році.

Додаткова заробітна плата ($Z_{\text{дн}}$) та премії і надбавки ($Z_{\text{пн}}$) розраховуються так само, як для основних робітників. Затрати по оплаті праці ІТР:

$$Z_{\text{оп}} = 1 \cdot 10100 \cdot 12 = 121200 \text{ грн};$$

$$Z_{\text{дп}} = 121200 \cdot 0,35 = 42420 \text{ грн};$$

$$Z_{\text{пп}} = 121200 \cdot 0,4 = 48480 \text{ грн.}$$

Затрати по оплаті праці МОП:

$$Z_{\text{оп}} = 1 \cdot 8700 \cdot 12 = 104400 \text{ грн};$$

$$Z_{\text{до}} = 104400 \cdot 0,35 = 36540 \text{ грн};$$

$$Z_{\text{по}} = 104400 \cdot 0,4 = 41760 \text{ грн.}$$

					<i>КР.422.05.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

Результати розрахунків затрат по оплаті праці основних, допоміжних, інженерно-технічних робітників та молодшого обслуговуючого персоналу приведені в таблиці 4.5.

Таблиця 4.5 - Зведена відомість річного фонду оплати праці

Категорії працівників	Основна зар. плата, грн		Додаткова зар. плата, грн			
			за шкідливість		інші доплати	
	З	П	З	П	З	П
1	2		3		4	
Основні робітники:						
очищувальники	234427,27	79402,79	82049,54	27790,98	93770,91	31761,11
розмічувальники	235441,8		82404,63		94176,72	
різальники	237582,18		83153,76		95032,87	
складальники	420573,29	197916,84	147200,65	69270,89	168229,31	79166,74
зварювальники	448758,75	209420,75	157065,56	73297,26	179503,5	83768,3
зачищувальники	236038,88		82613,61		94415,55	
контролери	148392,09		51937,23		59356,84	
транспортувальники	134975,5		47241,43		53990,2	
Допоміжні робітники:						
налагоджувальники	71225		24928,75		28490	
ремонтники	71225		24928,75		28490	
електрики	71225		24928,75		28490	
ІТР	121200		42420		48480	
МОП	104400		36540		41760	
Разом	2535464,76	1918445,83	887412,66	671456,04	1431497,15	1184689,58

4.5 Калькуляція собівартості виробу

В розрахунках по визначенню порівняльної економічності варіантів використовується калькуляційний розріз затрат, при якому всі затрати на виробництво групуються відносно до калькуляційних одиниць.

Таблиця 4.6 - Калькуляція собівартості виробу

Статті калькуляції	Сума затрат, грн	
	2	3
1	3	П
Основні матеріали:	1696,95	1693,46
сталь 10ХСНД	1595,7	1593
зварювальний дріт Св-08Г2С	80,6	79,95
захисна суміш МІХ-1	20,65	20,51
Поворотні відходи	10	
Паливо та енергія на технологічні цілі	38,5	37,9
Основна заробітна плата основних робітників	209,62	147,92
Додаткова заробітна плата основних робітників	73,37	51,77
Премії та надбавки основних робітників	83,85	59,17
Відрахування на соціальне страхування	5,14	3,62
Відрахування на медичне страхування	9,17	6,47
Витрати на утримання та експлуатацію устаткування	57,69	57,69
Цехові (дільничні) витрати	60,91	60,91
Всього цехова собівартість	2225,2	2108,91

4.6 Розрахунок суми капіталовкладень для розробленого технологічного процесу та його економічної ефективності

Необхідні визначення проектної суми капітальних витрат подано у таблиці 4.7.

Таблиця 4.7 - Зведена відомість капітальних витрат

Види капітальних затрат	Кількість в натуральних одиницях		Вартість одиниці, грн		Затрати на перевезення та монтаж, грн	
	З	П	З	П	З	П
Будівлі та споруди					-	-
Устаткування:						
очищувальне	2	1	1500	1500	75	75
різальне	2	2	1600	1600	80	80
складальне	3	2	99000	99000	4950	4950
зварювальне	3	2	25000	25000	1250	1250
зачищувальне	2	2	1500	1500	75	75
контрольне	1	1	96000	96000	4800	4800
транспортне	1	1	63000	63000	3150	3150
Інструменти:						
молоток	5	4	272	272	13,6	13,6
диск зачисний	4	3	51	51	2,55	2,55
щітка	4	3	128	128	6,4	6,4
рулетка	6	5	265	265	13,25	13,25
кернер	2	2	168	168	8,4	8,4
лінійка	6	5	159	159	7,95	7,95
маркер	3	3	101	101	5,05	5,05
Разом						

Продовження таблиці 4.7

Види капітальних затрат	Загальна вартість, грн		Норма амортиз. відрах., %	Річна сума амортизаційних відрахувань, грн	
	З	П		З	П
Будівлі та споруди	3345000	3328000	5	167250	166400
Устаткування:					
очищувальне	3075	1575	8,5	261,38	133,88
різальне	3280	3280	8,5	278,8	278,8
складальне	301950	202950	7	21136,5	14206,5
зварювальне	76250	51250	7,5	5718,75	3843,75
зачищувальне	3075	3075	8,5	261,38	261,38
контрольне	100800	100800	6,5	6552	6552
транспортне	66150	66150	7,5	4961,25	4961,25
Інструменти:					
молоток	1373,6	1101,6	15	206,04	165,24
диск зачисний	206,55	155,55		30,98	23,32
щітка	518,4	390,4		77,76	58,56
рулетка	1603,25	1338,25		240,49	200,74
кернер	344,4	344,4		51,66	51,66
лінійка	961,95	802,95		144,29	120,44
маркер	308,05	308,05		46,21	46,21
Разом	3904896,2	3761521,2		207217,48	197303,73

4.7 Основні техніко-економічні показники розробленого технологічного процесу

Річний економічний ефект визначається за формулою [12, с.27]:

$$E_{\phi} = ((C_{nz} + E_n \cdot \Phi_{mz}) - (C_{nn} + E_n \cdot \Phi_{mn})) \cdot B, \quad (4.10)$$

де C_{nz} - повна собівартість виробу за заводськими даними, грн ($C_{nz}= 3165,26$ грн);

C_{mn} - повна собівартість виробу за проектними даними, грн ($C_{mn}= 2927,46$ грн);

Φ_{mz} - фондомісткість продукції за заводськими даними, грн/шт ($\Phi_{mz}= 2225,2$ грн/шт);

Φ_{mn} - фондомісткість продукції за проектними даними, грн/шт ($\Phi_{mn}= 2108,91$ грн/шт);

E_n - нормативний коефіцієнт ефективності капітальних вкладень, ($E_n=0,15$).

$$E_{\phi} = ((3165,26 + 0,15 \cdot 2225,2) - (2927,46 + 0,15 \cdot 2108,91)) \cdot 10000 = \\ = 2552435 \text{ грн.}$$

Термін окупності капітальних вкладень визначається за формулою [12,с.28]:

$$T_{ок} = \frac{\Phi_{ocz} - \Phi_{ocn}}{E_{yp}}, \quad (4.11)$$

де Φ_{ocz} - вартість основних виробничих фондів за заводським варіантом, грн ($\Phi_{ocz}= 25949700$ грн);

Φ_{ocn} - вартість основних виробничих фондів за проектним варіантом, грн ($\Phi_{ocn}= 24653300$ грн);

E_{yp} - умовна річна економія, грн, яка розраховується за формулою [12, с.28]:

$$E_{yp} = B \cdot (C_{nz} - C_{mn}), \quad (4.12)$$

$$E_{yp} = 10000 \cdot (3165,26 - 2927,46) = 2378000 \text{ грн};$$

					<i>КР.422.05.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59

$$T_{\text{ок}} = \frac{25949700 - 24653300}{2378000} = 0,55 \text{ р.}$$

Порівняльний аналіз техніко-економічних показників показано у таблиці 4.8.

Таблиця 4.8 - Основні техніко-економічні показники розробленого технологічного процесу

Показники	Одиниці вимірювання	Величина	
		З	П
1	2	3	4
Річна програма випуску продукції	шт	10000	10000
Кількість технологічного устаткування	шт	14	12
Собівартість товарної продукції	грн	3165,26	2927,46
Чисельність промислово-виробничого персоналу:			
- всього	чол	21	18
- основних робітників	чол	16	13
Фондомісткість продукції	грн/шт	2225,2	2108,91
Умовна річна економія	грн	-	2378000
Річний економічний ефект	грн	-	2552435
Термін капітальних вкладень	роки	-	0,55
Місячний оклад основних робітників:			
- очищувальники	грн	17026,09	11533,8
- розмічувальники	грн	17099,78	17099,78
- різальники	грн	17255,23	17255,23
- складальники	грн	20363,73	14374,4
- зварювальники	грн	21728,44	15209,91
- зачищувальники	грн	17143,14	17143,14
- контролери	грн	21554,98	21554,98
- транспортувальники	грн	19606,13	19606,13

5 ОХОРОНА ПРАЦІ

5.1 Вимоги охорони праці для зварювальної ділянки

Виробнича діяльність на зварювальній ділянці повинна відповідати чинному законодавству і нормативним актам з охорони праці та техніки безпеки. Зварювальна ділянка має бути розташована у відокремленому приміщенні, обладнаному вентиляцією для видалення шкідливих речовин, які утворюються під час зварювання. Робочі місця повинні бути організовані з урахуванням безпечного доступу, зручності обслуговування та можливості евакуації у разі надзвичайних ситуацій.

Зварювальне обладнання повинно, яке вираховується бути справним, відповідати технічним характеристикам та регулярно перевірятися на безпеку. Особливу увагу слід приділяти електробезпеці: зварювальне обладнання має бути заземлене, а електричні з'єднання – ізольовані. Робота з обладнанням з пошкодженими кабелями чи з'єднаннями не допускається. Використання засобів індивідуального захисту (ЗІЗ), таких як зварювальні маски з автоматичним затемненням, захисні рукавички, костюми з негорючих матеріалів та взуття з антистатичними підошвами, є обов'язковим.

Для електрозварювальних установок та зварювальних постів, призначених для постійних електрозварювальних робіт у будовах поза збірно-зварювальними цехами та ділянками, мають бути передбачені спеціальні вентилявані приміщення зі стінами із негорючих матеріалів. Забороняється встановлення зварювального трансформатора над регулятором струму. Регулятор зварювального струму може розміщуватись поряд із зварювальним трансформатором або над ним. Приєднання зварювальних установок до електричної мережі провадиться тільки через комутаційні апарати. Забороняється безпосереднє живлення зварювальної дуги від силової, освітлювальної та контактної мереж [13].

					КР.422.05.00.00.000.ПЗ	Арк.
						61
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Робоче місце зварювальника повинно бути обладнане спеціальними захисними екранами для захисту від ультрафіолетового та інфрачервоного випромінювання, а також від іскор і бризок металу. В приміщенні повинна бути забезпечена примусова вентиляція для видалення зварювального диму та шкідливих газів. Використання фільтрів та витяжних пристроїв є необхідним. Також слід регулярно контролювати рівень шкідливих речовин у повітрі на робочих місцях за допомогою спеціального обладнання.

Для запобігання займанню електропроводів та зварювального обладнання слід правильно добирати переріз кабелів за значенням струму, ізоляцію кабелів за робочою напругою та плавкі вставки запобіжників за гранично допустимим струмом. Електрозварювальну установку на весь час роботи слід заземлити мідним проводом перерізом не менше 6 мм² або сталевим прутом (смужкою) перерізом не менше 12 мм². Заземлення здійснюється через спеціальний болт, що має бути на корпусі установки. Крім заземлення основного електрозварювального обладнання у зварювальних установках слід безпосередньо заземлювати той затискач вторинної обмотки зварювального трансформатора, до якого приєднується провідник, що йде до виробу (зворотний дріт).

Забороняється використання нульового робочого чи фазного проводу двожильного живильного кабелю для заземлення зварювального трансформатора. Також заборонено використовувати як зворотний провід внутрішні залізничні рейки, мережі заземлення чи занулення, а також проводи та шини первинної комутації розподільчих пристроїв, металеві конструкції будівель, комунікацій та технологічне обладнання. Якщо зварювальний виріб не має електричного контакту із заземленим столом, то заземленню підлягає безпосередньо цей виріб [13].

Під час опадів або в приміщенні з високою вологістю виконувати зварювальні роботи заборонено. Забороняється працювати з електродуговим зварюванням, якщо пошкоджений світлофільтр або екран захисної маски.

					КР.422.05.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		62

Заготовки повинні бути закріплені механічно, забороняється утримувати їх рукою в процесі роботи. У приміщенні не повинно бути горючих або легкозаймистих матеріалів.

Всі зварювальники повинні пройти первинне навчання з безпеки праці, охорони здоров'я та техніки безпеки. Крім цього, для зварювальників необхідно проводити регулярні інструктажі з охорони праці, включаючи вступні, повторні, позапланові та цільові інструктажі [14]. Періодична атестація робочих місць допомагає визначити відповідність умов праці вимогам охорони праці та санітарно-гігієнічним нормам [15]. Забороняється користування електродотримачами, у яких порушена ізоляція держаків. Держаки електродотримачів мають бути виготовлені із негорючого діелектричного та теплоізоляційного матеріалу. Забороняється застосування саморобних електродотримачів. Оглядання та чищення зварювальної установки та її пускової апаратури слід провадити не рідше 1 разу на місяць.

Опір ізоляції обмоток зварювальних трансформаторів та перетворювачів струму слід вимірювати після усіх видів ремонту, але не рідше 1 разу на 12 місяців. Результати вимірювання опору ізоляції та випробування ізоляції зварювальних трансформаторів та перетворювачів струму особа, яка проводила вимірювання чи випробування, повинна заносити у «Журнал обліку, перевірки та випробувань електроінструмента». На корпусі зварювального трансформатора чи перетворювача слід зазначити інвентарний номер, дату наступного вимірювання опору ізоляції та належність до цеху (дільниці та ін.) [13].

Засоби захисту мають вирішальне значення. Щоб уникнути небезпечних ситуацій, необхідно проводити підготовку до роботи, перевіряти обладнання, цілісність ізоляції кабелю. Для зварювальних робіт необхідна підготовка приміщення, робочого місця, а також використання спеціального одягу для зварювання, взуття, захисної маски та рукавиць зварника (краг) [13]. Черевики повинні мати товсту підошву, на ній не повинно бути металевих вставок, а

					КР.422.05.00.00.000.ПЗ	Арк.
						63
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

усередині носка повинна бути спеціальна вставка, що захищає пальці у разі падіння важкої металевої заготовки. Краги вибирають в залежності від виконуваних робіт, вони можуть бути дво-, три- або п'ятипалі. Одяг повинен бути вогнетривким, виготовленим зі спеціального матеріалу, такого як парусина, просочена вогнетривкою сумішшю, брезент, спилка або щільна шкіра.

Отже, організація безпеки праці на зварювальній дільниці є надзвичайно важливою для забезпечення здоров'я і життя працівників, а також для запобігання аваріям та нещасним випадкам. Виконання всіх вимог охорони праці – від загальних організаційних до специфічних технічних – є необхідною умовою для безпечної роботи. Регулярне навчання, перевірка обладнання, дотримання вимог безпеки та наявність чіткого плану дій у разі надзвичайних ситуацій сприяють створенню безпечного та ефективного робочого середовища.

5.2 Розрахунок штучного освітлення для виробничого приміщення

При проектуванні та організації штучного освітлення в виробничому приміщенні необхідно враховувати кілька важливих аспектів, які спрямовані на забезпечення безпеки праці та комфортних умов для працівників. Головним завданням є забезпечення достатньої та рівномірної освітленості робочих місць для зменшення ризику травматизму та підвищення продуктивності праці.

Насамперед, потрібно визначити нормативні вимоги до освітленості приміщення. Вимоги до рівня освітленості регулюються відповідними стандартами та нормативними документами, такими як ДБН В.2.5-28:2018 «Природне і штучне освітлення» [16]. Вони визначають мінімально допустимі рівні освітленості для різних типів виробничих приміщень, залежно від характеру виконуваних робіт. Для забезпечення належного рівня освітленості

					<i>КР.422.05.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		64

необхідно враховувати тип діяльності, особливості робочих процесів та зорові навантаження на працівників.

Одним із важливих аспектів розрахунку штучного освітлення є правильний вибір джерел світла. У виробничих приміщеннях найчастіше використовуються люмінесцентні лампи, світлодіодні світильники та газорозрядні лампи. Вибір джерел світла повинен враховувати такі параметри, як енергоефективність, колірна температура, індекс кольоропередачі та термін служби. Наприклад, світлодіодні світильники мають високу енергоефективність, тривалий термін служби та низькі витрати на обслуговування, що робить їх економічно вигідними для використання у виробничих приміщеннях.

При проектуванні системи освітлення важливо забезпечити рівномірний розподіл світла по всій площі приміщення. Нерівномірна освітленість може призводити до зорового дискомфорту, швидкої втоми працівників та підвищеного ризику виробничого травматизму. Для досягнення рівномірного освітлення слід правильно розташувати світильники, використовуючи відповідні методи розрахунку. Один із методів – це розподіл світильників за схемою, яка забезпечує рівномірний розподіл світла на всіх робочих місцях. Також слід враховувати відбивну здатність поверхонь стін, стелі та підлоги, що може впливати на загальну освітленість приміщення.

Важливим аспектом є забезпечення належного рівня яскравості робочих поверхонь та запобігання утворенню тіней, які можуть заважати виконанню робіт. Це досягається шляхом використання світильників з відповідними світлорозподільчими характеристиками, а також за рахунок додаткового освітлення критичних зон, де виконуються особливо точні або небезпечні операції. Наприклад, робочі місця зі значними зоровими навантаженнями повинні мати додаткове локальне освітлення.

Особливу увагу слід приділити питанням енергоефективності та економії електроенергії. Використання енергоефективних світильників,

					КР.422.05.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		65

автоматизованих систем керування освітленням (наприклад, датчиків руху, системи DALI) дозволяє значно знизити витрати на електроенергію та обслуговування освітлювальних приладів. Автоматизація систем освітлення також сприяє підтриманню оптимального рівня освітленості в залежності від змін у зовнішньому освітленні та наявності працівників у приміщенні.

Слід також враховувати вимоги безпеки під час монтажу та експлуатації систем освітлення. Монтаж світильників повинен проводитися з урахуванням вимог електробезпеки, з використанням відповідних матеріалів та обладнання. Всі електричні з'єднання мають бути надійно ізольовані, а освітлювальні прилади – правильно заземлені. Під час експлуатації системи освітлення необхідно регулярно проводити технічне обслуговування, включаючи перевірку справності світильників, заміну ламп та інших компонентів.

При проектуванні освітлення в виробничих приміщеннях також необхідно враховувати вимоги до захисту від аварійних ситуацій. У випадку аварії або пожежі система освітлення повинна забезпечувати можливість безпечної евакуації працівників. Для цього використовуються аварійні світильники, які мають автономне живлення і включаються автоматично при відключенні основного джерела електроенергії. Вони повинні розташовуватися на ключових маршрутах евакуації та забезпечувати достатній рівень освітлення для безпечного виходу з приміщення.

Необхідно також враховувати вплив освітлення на зорову та психоемоційну комфортність працівників. Надмірно яскраве або, навпаки, недостатнє освітлення може викликати зорову втому, головний біль та інші неприємні відчуття. Тому рівень освітленості має бути оптимальним для кожного типу виробничих робіт, а світлорозподільчі характеристики світильників повинні забезпечувати м'яке, рівномірне світло без різких контрастів та відблисків.

Для досягнення максимального комфорту слід використовувати світильники з регульованим рівнем освітленості, що дозволяє адаптувати

					<i>КР.422.05.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		66

освітлення до конкретних умов праці та часу доби. Використання світильників з регулюванням яскравості, а також комбінування загального та локального освітлення дозволяє створити оптимальні умови для працівників і зменшити їх втому.

Особливу увагу необхідно приділити також освітленню підсобних приміщень, складів та інших зон, де може виконуватися тимчасова робота або зберігатися матеріали та інструменти. В цих приміщеннях слід забезпечити достатній рівень освітленості, щоб уникнути травм та нещасних випадків, пов'язаних з поганою видимістю.

З метою підвищення енергоефективності та зниження витрат на обслуговування освітлювальної системи слід використовувати сучасні світлодіодні технології. Світлодіодні світильники мають високий рівень енергоефективності, тривалий термін служби та не містять шкідливих речовин, що робить їх екологічно безпечними. Крім того, вони забезпечують стабільний рівень освітленості протягом всього терміну експлуатації та мають низькі витрати на обслуговування.

Також варто враховувати можливість інтеграції систем освітлення з іншими системами автоматизації та контролю на виробництві. Використання розумних систем керування освітленням, які можуть автоматично регулювати рівень освітленості в залежності від умов навколишнього середовища та потреб працівників, дозволяє значно підвищити ефективність використання енергії та покращити умови праці.

Під час розрахунку освітлення необхідно також враховувати природне освітлення, яке може значно знизити потребу в штучному освітленні в денний час. Використання прозорих покриттів, світловодів та інших технологій, що дозволяють максимально використовувати природне світло, сприяє економії енергії та створенню більш природних умов праці.

Окрім технічних аспектів, важливим є також дотримання нормативних вимог до охорони праці та техніки безпеки під час експлуатації та

					<i>КР.422.05.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		67

обслуговування систем освітлення. Всі роботи з монтажу, обслуговування та ремонту освітлювального обладнання повинні виконуватися кваліфікованими спеціалістами з дотриманням вимог електробезпеки та охорони праці. Необхідно регулярно проводити навчання та ін.

Правильний розрахунок та організація штучного освітлення у виробничому приміщенні є ключовим аспектом забезпечення безпеки праці та комфортних умов для працівників. Виконання нормативних вимог до рівня освітленості, вибір енергоефективних джерел світла, забезпечення рівномірного розподілу світла, використання локального освітлення та автоматизованих систем керування, а також дотримання вимог безпеки при монтажі та експлуатації систем освітлення сприяє створенню безпечного та ефективного робочого середовища. Регулярне технічне обслуговування систем освітлення та врахування вимог до аварійного освітлення дозволяють мінімізувати ризики виробничих травм та забезпечити безпеку працівників у випадку надзвичайних ситуацій.

Розрахувати систему загального рівномірного освітлення з лампами розжарювання для виробничого приміщення, в якому виконуються зорові роботи високої точності (розряд Шв).

Розміри приміщення: довжина $a=12$ м, ширина $b=5$ м, висота $H=3,2$ м
Приміщення має світлу побілку: коефіцієнт відбиття $R_{\text{СТЕЛІ}} = 70\%$. $R_{\text{СТІН}} = 50\%$
Висота робочих поверхонь (столів) $h_p=0,7$ м. Для освітлення прийнято світильники типу УПМ-15, які підвішуються до стелі; відстань від світильника до стелі $h_c=0,5$ м. Мінімальна освітленість за нормами $E = 200$ лк.

Визначаємо висоту підвісу світильників над підлогою

$$h_0 = H - h_c = 3,2 - 0,5 = 2,7 \text{ м}$$

Для світильників загального освітлення з лампами розжарювання потужністю до 200 Вт мінімальна висота підвісу над підлогою відповідно до

					<i>КР.422.05.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		68

СНиП II-4-79 повинна бути 2,5-4,0 м. залежно від характеристики світильника.

В нашому випадку h_0 відповідає цій вимозі.

Висота підвісу світильника над робочою поверхнею дорівнює:

$$h = h_0 - h_p = 2,7 - 0,7 = 2,0 \text{ м.}$$

Рівномірність освітлення досягається при відповідному співвідношенні відстані між світильниками L висоти їх підвісу h . Визначимо рекомендовану відстань між світильниками:

$$L = 0.7h = 0,7 \times 2 = 1,4 \text{ м.}$$

Необхідна кількість світильників становить

$$N = \frac{ab}{L^2} = \frac{12 \times 5}{1,4^2} = 15,3$$

Приймаємо 14 світильників, враховуючи розміри приміщення розміщуємо у два ряди по 7 штук.

Показник приміщення i становить:

$$i = \frac{ab}{h(a+b)} = \frac{12 \times 5}{12(12+5)} = 1,76$$

Таким чином, інтеграція сучасних технологій, таких як світлодіодні світильники та розумні системи керування освітленням, дозволяє підвищити енергоефективність та знизити витрати на обслуговування освітлювальних систем. Врахування природного освітлення та використання технологій, що дозволяють максимально використовувати природне світло, сприяють створенню більш природних та комфортних умов праці. Дотримання всіх технічних та нормативних вимог забезпечує безпеку та ефективність роботи освітлювальних систем на виробництві.

					КР.422.05.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		69

5.3 Правила безпеки праці зварювальних робіт під час виготовлення кронштейна кріплення роз'єднувача РЛНД

При проведенні зварювальних робіт, особливо таких, як виготовлення кронштейна кріплення роз'єднувача РЛНД, необхідно дотримуватися певних правил та норм безпеки праці. Це дозволяє забезпечити безпеку працівників та зменшити ризик виникнення аварійних ситуацій.

Підготовка до роботи

Підготовка до зварювальних робіт починається з перевірки технічного стану обладнання та засобів індивідуального захисту. Важливо переконатися, що зварювальний апарат знаходиться в справному стані, а всі кабелі та дроти ізольовані та не мають пошкоджень. Перед початком роботи зварювальники повинні перевірити наявність та справність засобів захисту, таких як зварювальні маски, рукавиці, захисний одяг, черевики та інші засоби індивідуального захисту (ЗІЗ) [17].

Зварювальне місце повинно бути належним чином підготовлене. Приміщення повинно мати достатню вентиляцію для видалення зварювальних димів та газів. Всі горючі та легкозаймисті матеріали повинні бути видалені з робочої зони. Робоче місце повинно бути обладнане вогнегасниками та іншими засобами пожежогасіння. Слід забезпечити наявність природного або штучного освітлення, достатнього для безпечного виконання зварювальних робіт.

Організація робочого процесу

Під час виготовлення кронштейна кріплення роз'єднувача РЛНД зварювальник повинен суворо дотримуватися технологічного процесу та інструкцій. Всі деталі, що підлягають зварюванню, повинні бути належним чином закріплені та зафіксовані, щоб уникнути їх зміщення під час роботи. Забороняється утримувати деталі рукою під час зварювання.

					КР.422.05.00.00.000.ПЗ	Арк.
						70
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Під час зварювальних робіт необхідно використовувати тільки справне обладнання та інструменти. Забороняється використовувати саморобні або несправні електродотримачі, а також обладнання з пошкодженою ізоляцією. Всі з'єднання повинні бути надійно закріплені, а зварювальний апарат заземлений відповідно до вимог електробезпеки.

Виконання зварювальних робіт

При виконанні зварювальних робіт необхідно дотримуватися правил безпеки, щоб уникнути травм та нещасних випадків. Під час зварювання слід використовувати зварювальну маску з захисним світлофільтром, який захищає очі від шкідливого ультрафіолетового та інфрачервоного випромінювання. Зварювальники повинні використовувати спеціальний одяг, виготовлений з вогнестійких матеріалів, а також рукавиці та черевики з товстою підошвою, що захищають від електричного струму та механічних пошкоджень.

Забороняється зварювання під час опадів або в приміщеннях з високою вологістю, оскільки це може призвести до короткого замикання та ураження електричним струмом. Під час роботи необхідно слідкувати за станом зварювального дроту та забезпечувати його безперервну подачу. У випадку виявлення несправностей або пошкоджень обладнання слід негайно припинити роботу та повідомити про це керівництво або відповідального за охорону праці.

Вентиляція та відведення шкідливих речовин

Однією з ключових вимог безпеки при зварювальних роботах є забезпечення ефективної вентиляції робочого місця. Зварювальні процеси супроводжуються виділенням шкідливих газів та димів, які можуть негативно впливати на здоров'я працівників. Для цього необхідно встановити місцеві витяжні системи, які забезпечують видалення шкідливих речовин безпосередньо з місця їх утворення. Крім того, слід використовувати засоби індивідуального захисту органів дихання, такі як респіратори або протигази, особливо при роботі в обмежених або погано вентильованих приміщеннях.

					КР.422.05.00.00.000.ПЗ	Арк.
						71
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Пожежна безпека

Під час зварювальних робіт існує високий ризик виникнення пожежі через іскри та розплавлені частинки металу. Тому важливо забезпечити належний рівень пожежної безпеки. У робочій зоні повинні бути встановлені вогнегасники, пісок, азбестові полотна та інші засоби для гасіння пожежі. Працівники повинні бути навчені правилам використання цих засобів та вміти оперативно реагувати на виникнення пожежонебезпечних ситуацій.

Забороняється проводити зварювальні роботи поблизу горючих матеріалів або в приміщеннях, де зберігаються легкозаймисті речовини. У разі необхідності виконання таких робіт слід використовувати спеціальні захисні екрани або перегородки, які запобігають поширенню іскор та розплавленого металу.

Техніка безпеки під час роботи з електрообладнанням

Зварювальні роботи пов'язані з використанням електричного обладнання, тому важливо дотримуватися правил електробезпеки. Перед початком роботи слід перевірити ізоляцію кабелів та наявність заземлення. Забороняється використовувати кабелі з пошкодженою ізоляцією або саморобні подовжувачі.

Під час зварювання необхідно уникати контакту з відкритими струмопровідними частинами обладнання. Особливо обережно слід працювати у вологих умовах, оскільки вода є провідником електричного струму і може спричинити ураження електричним струмом. У випадку виявлення несправностей або пошкоджень електрообладнання слід негайно припинити роботу та звернутися до відповідного спеціаліста для проведення ремонту.

Медичне обслуговування та охорона здоров'я

Під час зварювальних робіт працівники можуть зазнавати негативного впливу шкідливих факторів, таких як ультрафіолетове та інфрачервоне випромінювання, зварювальні дими та гази, шум та вібрація. Тому важливо

					КР.422.05.00.00.000.ПЗ	Арк.
						72
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

забезпечити регулярне медичне обстеження працівників для виявлення можливих захворювань на ранніх стадіях. Працівники повинні мати можливість проходити періодичні медичні огляди та отримувати консультації лікарів щодо профілактики професійних захворювань.

Крім того, слід проводити навчання та інструктажі з охорони праці для всіх працівників, що займаються зварювальними роботами. Це включає ознайомлення з правилами безпеки, навчання правильному використанню засобів індивідуального захисту та надання першої медичної допомоги у разі нещасних випадків.

Отже, правила безпеки праці під час зварювальних робіт, при виготовленні кронштейна кріплення роз'єднувача РЛНД, є надзвичайно важливими для забезпечення безпечних та комфортних умов праці. Дотримання нормативних вимог, правильна підготовка робочого місця, використання справного обладнання та засобів індивідуального захисту, а також регулярний контроль та навчання працівників сприяють зниженню ризику травматизму та професійних захворювань. Забезпечення ефективної вентиляції, дотримання правил пожежної безпеки та електробезпеки.

					<i>КР.422.05.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						73
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

ВИСНОВКИ

В даній роботі виконано аналіз існуючої технології зварювання кронштейна кріплення роз'єднувача РЛНД і устаткування, яке використовується для його виготовлення. Виявлено ряд недоліків, які не дозволяють збільшити продуктивність і забезпечити відповідну якість продукції.

Після, проведення аналізу методу виготовлення виробу було запропоновано вдосконалення технології зварювання конструкції, що дозволяє забезпечити необхідну якість виконання зварних швів і збільшити продуктивність виконання роботи.

Економічний розрахунок з обґрунтування доцільності реалізації розробленого технологічного процесу і вибору устаткування.

За результатами економічного розрахунку було зрозуміло, що реалізація розробленого технологічного процесу є доречним, так як за результатами розрахунку термін окупності рівний 0,55 року, річний економічний ефект становить 2552435 грн, умовна річна економія складає 2378000 грн. В даному розділі проводились розрахунки по оплаті праці робітників, в результаті чого запропоновано наступні суми: розмічувальники - 17099,78 грн, різальники - 17255,23 грн, очищувальними - 17026,09 грн, складальники - 20363,73 грн, зварювальники - 21728,44 грн, зачищувальники - 17143,14 грн, контролери - 21554,98 грн, транспортувальники - 19606,13 грн.

Внаслідок вжитих інженерних рішень кількість робітників, зайнятих у виготовленні виробу зменшилося з 21 до 16, в результаті чого зменшуються видатки на оплату праці, що приводить до зменшення цехової собівартості виробу.

У розділі "ОП" виконано розрахунок штучного освітлення на спроектованій ділянці та розглянуто питання, що стосуються вимог охорони праці для зварювальної ділянці а також правила безпеки праці зварювальних робіт.

					<i>КР.422.05.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		74

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Сталь 10ХСНД. Конструкційна сталь: веб-сайт. URL: <https://metinvest-smc.com/ru/steel/stal10khsnd/> (дата звернення: 15.03.2024).

2. Квасницький В.В. Теорія процесів зварювання. Дослідження фізико-хімічних і металургійних процесів та здатності металів до зварювання: навчальний посібник. Миколаїв: УДМТУ, 2002. 181 с.

3. Напівавтоматичне зварювання в середовищі вуглекислого газів . Галузі застосування та суть зварювання в середовищі вуглекислого газу: веб-сайт. URL: <https://www.ourboox.com/books/напівавтоматичне-зварювання-в-серед/> (дата звернення: 15.03.2024).

4. Дріт зварювальний Св-08Г2С. Зварювальні матеріали: веб-сайт. URL: <http://harvest-garant.com.ua/homeua/provoloka-svarochnaya-sv08g2s.html> (дата звернення: 15.03.2024).

5. Гаєвський О.А., Гаєвський В.О. Координація зварювальних робіт: навчальний посібник. Київ: Центр учбової літератури, 2017. 368 с.

6. Зварювальний напівавтомат Welding Dragon MIG-200P (MCU). Зварювальні напівавтомати: веб-сайт. URL: <https://jasic.ua/ua/product/mig-200p-mcu-wdr-1212?> (дата звернення: 17.03.2024).

7. Шліфмашина кутова Dnipro-M GS-98. Кутові шліфмашини (болгарки): веб-сайт. URL: <https://listasad.com.ua/ua/product/slifmasina-kutova-dnipro-m-gs-98> (дата звернення: 20.03.2024).

8. Електрична пила для металу Meterk Black. Електролобзики: веб-сайт. URL: <https://rozetka.com.ua/ua/361261719/p361261719/> (дата звернення: 20.03.2024).

9. Ультразвукової дефектоскоп УД3701. Ультразвукової контроль: веб-сайт. URL: <https://www.novotest.ua/katalog-priborov/ultrazvukovoj-defektoskop-ud3701.html> (дата звернення: 20.03.2024).

					КР.422.05.00.00.000.ПЗ	Арк.
						75
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

10. ДСТУ 3159-95. Ресурсозбереження. Нормування витрат зварювальних матеріалів. Загальні вимоги, методи визначення нормативів ручного і механізованого електрозварювання. [Чинний від 1996-07-01]. Київ, 1995. 36 с. (Держстандарт України).

11. Карпенко А.С. Технологічна оснастка у зварювальному виробництві/2-ге видання, перероблено та доповнено: навчальний посібник. Київ: Арістей, 2006. 272 с.

12. Редьква О.З. Економіка та організація виробництва: методичні вказівки до виконання дипломного проєкту. Тернопіль: ВСП «ТФК ТНТУ», 2022. 30 с.

13. Статті. Техніка безпеки при зварюванні: веб-сайт. URL: <https://machtz.com.ua/ua/blog/tehnika-bezopasnosti-pri-svarke> (дата звернення: 03.06.2024).

14. Про затвердження типового положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці (НПАОП 0.00-4.12-05) та переліку робіт з підвищення і перевірки знань з питань охорони праці та переліку робіт з підвищеною небезпекою. НАКАЗ 26.01.2005 № 15: веб-сайт. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0231-05#Text> (дата звернення: 03.06.2024).

15. Про Порядок проведення атестації робочих місць за умовами праці. Постанова від 1 серпня 1992 р. N 442 Київ: веб-сайт. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/442-92-%D0%BF#Text> (дата звернення: 03.06.2024).

16. ДБН В.2.5-28:2018. Природне і штучне освітлення: веб-сайт. URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=79885 (дата звернення: 03.06.2024).

17. Статті. Підготовка зварювального обладнання до роботи та перевірка працездатності зварювальної апаратури: веб-сайт. URL: <https://elmisto.com.ua/ua/a168015-podgotovka-svarochnogo-oborudovaniya.html> (дата звернення: 03.06.2024).

					<i>КР.422.05.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		76

ДОДАТКИ

					КР.422.05.00.00.000.ПЗ	Арк.
						77
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		