

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
корпусу вогнегасника ВП-3

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

Максим СМОЛЕНСЬКИЙ

Керівник

Микола ПІДГУРСЬКИЙ

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

СМОЛЕНСЬКОМУ Максиму Олександровичу

Тема роботи _____ Проект вдосконалення технологічного процесу виготовлення корпусу вогнегасника ВП-3

Керівник роботи _____ ПІДГУРСЬКИЙ Микола Іванович
(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 Інструкції з охорони праці та послідовність їх розробки

5.2 Аналіз небезпеки дотику до струмопровідних частин електроустановок. Напруга дотику і крокова напруга

5.3 Обґрунтування вимог охорони праці та пожежної безпеки під час виготовлення корпусу вогнегасника ВП-3

Перелік графічного матеріалу

1. Технологічний процес виготовлення корпусу вогнегасника ВП-3 – 1.0 (форм. А1)

2. Складальне креслення корпусу вогнегасника ВП-3 – 1.0 (форм. А3)

3. Складальне креслення спеціалізованої установки УД-209 – 2.0 (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)

Максим СМОЛЕНСЬКИЙ

(ім'я, прізвище)

Керівник роботи

(підпис)

Микола ПІДГУРСЬКИЙ

(ім'я, прізвище)

АНОТАЦІЯ

Процеси зварювання відіграють важливу роль при виготовленні металевих конструкцій будь-якого рівня складності. Особливістю технологічного процесу виготовлення корпусу вогнегасника ВП-3 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 VP-3 fire extinguisher housing 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	9
1.2	Характеристика матеріалу зварного виробу	9
1.3	Технічні умови на виготовлення зварної конструкції	11
1.3.1	Вимоги до матеріалів і напівфабрикатів	11
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	16
2.1	Технічне обґрунтування вибраного способу зварювання	16
2.2	Вибір зварювальних матеріалів	17
2.3	Вибір та розрахунок параметрів режиму зварювання	19
2.4	Вибір і обґрунтування зварювального устаткування	23
2.5	Вибір методу контролю якості виробу	26
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

					КР.422.19.00.00.000.ПЗ			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	Проект вдосконалення технологічного процесу виготовлення корпусу вогнегасника ВП-З Пояснювальна записка	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Розроб.</i>		<i>Смоленський</i>				4	4	74
<i>Перевір.</i>		<i>Підгурський</i>						
<i>Реценз.</i>								
<i>Н. Контр.</i>		<i>Залуцька</i>						
<i>Затв.</i>		<i>Дранівська</i>			ВСП «ТФК ТНТУ», гр. ПМ-422ск			

2.6.4	Опоряджувальні операції	31
2.6.5	Допоміжні операції	31
2.6.6	Контроль якості	32
2.7	Нормування технологічного процесу виготовлення зварної конструкції і витрат матеріалів та електроенергії	33
3	КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ	36
3.1	Обґрунтування вибору типу пристосувань, які застосовуються при виготовленні конструкції	36
3.2	Опис роботи зварювального пристосування	38
4	ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ	40
4.1	Розрахунок кількості обладнання	40
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	56
4.7	Основні техніко-економічні показники розробленого технологічного процесу	58
5	ОХОРОНА ПРАЦІ	61
5.1	Інструкції з охорони праці та послідовність їх розробки	61
5.2	Аналіз небезпеки дотику до струмопровідних частин електроустановок. Напруга дотику і крокова напруга	64
5.3	Обґрунтування вимог охорони праці та пожежної безпеки під час виготовлення корпусу вогнегасника ВП-3	67
	ВИСНОВКИ	71
	ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	72
	ДОДАТКИ	74

ВСТУП

В умовах неперервного ускладнення конструкцій, постійного зростання об'ємів зварювальних робіт, велику роль відіграє правильне проведення технологічної підготовки виробництва, в значній мірі визначаючій її трудомісткість і терміни освоєння, економічні показники, використання засобів механізації та автоматизації. Найбільший ефект технологічної підготовки досягається при комплексному вирішенні питань – технологічного відпрацювання самих конструкцій, розроблення технологічних процесів та їх оснащення на всіх етапах виробництва.

Ріст технічного рівня виробництва, введення в експлуатацію складного зварювального устаткування безпосередньо пов'язані з підвищенням вимог до рівня загальноосвітньої і технічної підготовки кадрів, що працюють в області зварювального виробництва, в першу чергу робітників – зварювальників.

Розвиток зварювального виробництва, впровадження прогресивних способів зварювання підвищують вимоги щодо рівня підготовки зварників. Підвищення теоретичних знань і практичних навичок у роботі, засвоєння нових методів і прийомів зварювання при сучасному рівні виробництва є одним із основних завдань освоєння й впровадження у виробництво досягнень науки і техніки в галузі зварювання [1, с. 3, 4].

Зварювання все ширше використовується у різних галузях народного господарства завдяки можливості відносно нескладної механізації та автоматизації процесу, що в загальному приведе до збільшення продуктивності праці.

					<i>КР.422.19.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

1 АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Опис конструкції зварного виробу

Корпус, який показаний на рисунку 1.1, є складовою частиною вогнегасника ВП-3 (рис. 1.2), що широко використовують для усунення осередків загорянь на виробництві, складах горючих матеріалів, на транспорті і в громадських приміщеннях. Корпус призначений безпосередньо для зберігання дрібного порошку під тиском.

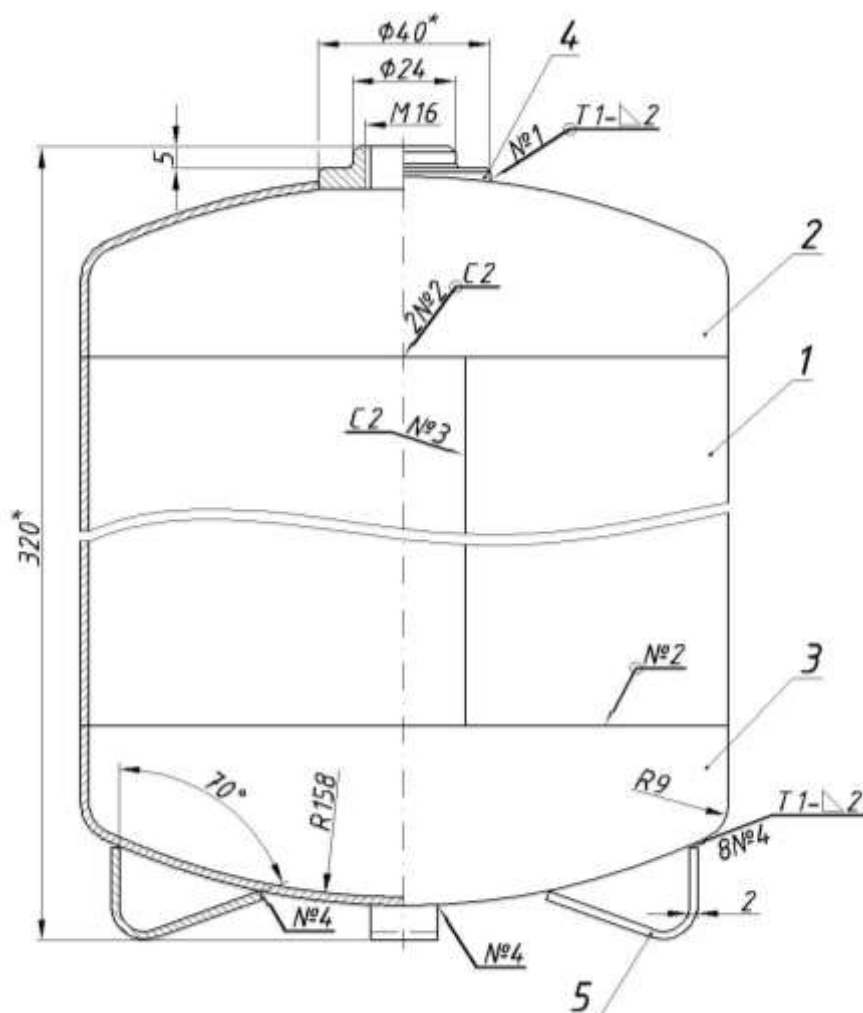


Рисунок 1.1 – Загальний вигляд корпусу вогнегасника ВП-3

1 – обичайка, 2 – верхнє днище, 3 – нижнє днище, 4 – горловина, 5 – башмак

					КР.422.19.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7



Рисунок 1.2 – Порошковий вогнегасник ВП-3

Маса речовини для пожежогасіння у порошковому вогнегаснику ВП-3 складає 3 кг. Його основне призначення – це ліквідації пожеж. Залежно від виду порошку у вогнегаснику можна ліквідувати наступні класи пожеж:

- А) органічні тверді речовини;
- В) плавкі тверді речовини і легкозаймисті рідини;
- С) газоподібні речовини;
- Е) електрообладнання з напругою не більше 1000 В.

Крім того вогнегасник повинен експлуатуватися в середовищі помірною клімату У, він відноситься до 2 категорії, а тип атмосфери повинен відповідати стандарту.

Габаритні розміри корпусу вогнегасника ВП-3:

- висота 320 мм;
- діаметр 155 мм.

Маса виробу становить 1,32 кг.

					<i>КР.422.19.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

1.1.1 Технічні вимоги до зварного виробу

Корпус вогнегасника ВП-3 є зварною конструкцією, яка експлуатується при нормальних умовах. Основний вплив на неї відбувається із середини за рахунок тиску, який спричиняє активний хімічний порошок, тому корпус зазнає тільки впливу статичних навантажень. В процесі своєї експлуатації повинен працювати в нормальних умовах без додаткових впливів різних динамічних навантажень.

Оскільки корпус вогнегасника ВП-3 є відповідальною конструкцією, то технологічний процес його виготовлення повинен задовольняти такі умови:

- відповідність геометричних розмірів та зазорів між кромками кресленням та технічним умовам на виготовлення конструкції;
- добрі умови виконання всіх технологічних операцій виготовлення корпусу вогнегасника, а особливо зварювання, якість якого безпосередньо залежить від чистоти деталей та інших зовнішніх факторів;
- проведення контролю якості протягом всього виробничого циклу, починаючи від використовуваних матеріалів і закінчуючи приймальним контролем готової продукції;
- використання найбільш придатного способу зварювання виходячи з технологічності конструкції;
- застосування зварювального обладнання, яке за своїми технічними характеристиками задовольняє вибрані або розраховані параметри режиму.

1.2 Характеристика матеріалу зварного виробу

Для забезпечення технологічної відповідності конструкції, а також враховуючи технічні та економічні показники, для виготовлення корпусу вогнегасника використовується конструкційна сталь звичайної якості марки Ст3Гпс. Хімічний склад сталі приведений в таблиці 1.1 [2].

					<i>КР.422.19.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

Таблиця 1.1 – Хімічний склад сталі Ст3Гпс, %

C	Mn	Si	P	S	Cr	Ni	Cu	As
				не більше				
0,14- 0,22	0,80- 1,1	0,15	0,04	0,05	0,30	0,30	0,30	0,08

Сталь Ст3Гпс виготовляється згідно стандарту, тому її механічні властивості для гарячекатаного прокату представлені в таблиці 1.2 [2].

Таблиця 1.2 - Механічні властивості сталі Ст3Гпс

Границя текучості, σ_{02} , МПа	Границя міцності σ_B , МПа	Відносне видовження, δ_5
245	370-490	26

Здатність металу добре зварюватись оцінюється за визначенням еквівалентного вмісту вуглецю $C_{екв}$ [3, с.127]:

$$C_{екв} = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Si}{24} + \frac{Ni}{10} + \frac{Cr}{5} + \frac{Mo}{4} + \frac{Cu}{15} + \frac{V}{14} + 5B, \quad (1.1)$$

де C, Mn, Si, Ni, Cr, Mo, Cu, V, B – вміст хімічних елементів у сталі, %.

Отже:

$$C_{екв} = 0,22 + \frac{1,1}{6} + \frac{0,15}{24} + \frac{0,30}{10} + \frac{0,30}{5} + \frac{0,30}{15} = 0,519 \quad \%$$

Дана марка сталі містить підвищену кількість марганцю, що добре впливає на зварювальний процес, а також покращує ударну в'язкість. Покращення корозійної стійкості сталі відбувається за рахунок невеликої кількості міді (0,3-0,4%).

Із проведеного визначення еквівалентного вмісту вуглецю випливає, що для забезпечення доброго зварювання сталі необхідний її попередній підігрів.

					<i>КР.422.19.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

Для надійного захисту розплавленого металу від дії повітря потрібно вибрати раціональний спосіб зварювання, а також забезпечити чистоту стикувальних торців. Для покращення властивостей зварних з'єднань, після зварювання доцільно проводити термічне оброблення (нормалізація температурою до 950 °С і відпуск 600-650 °С).

1.3 Технічні умови на виготовлення зварної конструкції

1.3.1 Вимоги до матеріалів і напівфабрикатів

Матеріали та напівфабрикати, які застосовуються в технологічному процесі виготовлення корпусу вогнегасника ВП-3 повинні пройти вхідний контроль для перевірки відповідності їх якісних характеристик. Важливою вимогою є також збереження цих характеристик до моменту їх технологічного використання. Тому всі матеріали повинні зберігатися у вентильованих складських приміщеннях без надмірної вологості та в чистоті. Кожен вид і тип матеріалів повинен мати своє місце із зазначенням марки і технологічних властивостей.

Не допускаються до виробництва матеріали, в яких виявлені дефекти форми, перерізу, а також під дією зовнішніх чинників істотно погіршилися їх механічні властивості, що не задовольняє забезпечити відповідну якість виготовлюваної продукції.

Металопрокат, який використовується для виробництва корпусів вогнегасників ВП-3 повинен мати документи, що підтверджують його якість – сертифікати відповідності.

1.3.2 Вимоги до шорсткості, геометричності форми та розмірів

Шорсткість –це характеристика мікро-нерівностей поверхні відносно загальної довжини. Необхідна шорсткість поверхні корпусу вогнегасника одержується відразу ж після виконання заготівельних робіт по виготовленню

					<i>КР.422.19.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

деталей, а також після зачищення зварних швів та контактуючих поверхонь. Особливі методи обробки, які спрямовані на покращення показників шорсткості поверхні корпусу не виконуються.

Геометрична форма та розміри конструкції напряду залежать від якості проведення заготівельних робіт по отриманню деталей. Готові деталі повинні забезпечувати зручність і легкість їх встановлення у складально-зварювальні пристосування, а також відповідати кресленням із врахуванням складальних зазорів та технічних умов на виготовлення конструкції.

Допустимі дефекти конструкції можливо виправити за допомогою методів обробки металів різанням та подальшого зварювання. Якщо при зварюванні корпусу вогнегасника відбулося пропалення основного металу, то конструкція вважається бракованою з неможливістю будь-якого виправлення цього виду дефекту.

1.3.3 Вимоги до зварних з'єднань виробу

Зварні з'єднання конструкції повинні відповідати таким вимогам:

- відповідність конструктивним формам і типам, зварювання корпусу вогнегасника виконується з'єднаннями стиковими типу С2 і тавровими типу Т1 з катетом 2 мм, в цих типах з'єднань непередбачене розроблення кромки торців деталей;
- місця їх розміщення не повинні знижувати технологічні властивості конструкції, а відповідно погіршувати її технологічність;
- послідовність виконання зварних швів повинна відповідати технічним умовам на виготовлення конструкції;
- стабільне виконання процесу зварювання спостерігається при розміщенні швів у нижньому положенні;
- гарний зовнішній вигляд шва з гладкою або лускуватою поверхнею;
- відсутність будь-яких дефектів – це найголовніша вимога від якої залежить працездатність зварної конструкції.

					<i>КР.422.19.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

1.3.4 Вимоги до складання

Складання повинно виконуватись з дотриманням всіх вимог, які ставляться для виготовлення даного роду конструкцій. Основне правило складання – це розміщення деталей таким чином, що дозволить отримати необхідну форму і розміри конструкції, з дотриманням всіх зазорів та врахуванням деформацій, які виникатимуть при зварюванні.

Складання корпусу вогнегасника ВП-3 полягає в наступному:

- стикування двох відштампованих днищ (верхнього і нижнього) та виконання прихоплень і загального зварювання;
- до звареного корпусу у відповідному місці прикласти горловину, прихопити та заварити їх;
- прикласти до нижнього днища у відповідному місці елементи башмака, прихопити їх і виконати зварювання переривчастими швами.

Для покращення продуктивності виконання та якості, складання і зварювання корпусу вогнегасника відбувається на спеціальному устаткуванні.

1.3.5 Вимоги до якості зварної конструкції

Якість – це характеристика конструкції відповідати заданим умовам роботи протягом відведеного на це часу, яка безпосередньо пов'язана із технологічністю.

Якість корпусу вогнегасника ВП-3 залежить від таких факторів:

- використання відповідних вхідних матеріалів та сировини;
- обладнання, засобів та інструментів, які необхідні для технологічного процесу виготовлення;
- правильності виконання всіх операцій виробничого циклу: заготівельних, складальних, зварювальних, опоряджувальних та допоміжних;
- використання дієвого методу контролю якості, яким контролюється якість сировинних матеріалів, виконуваних робіт та готових виробів.

					<i>КР.422.19.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

Для виготовлення якісної продукції повинні бути виправлені всі причини, які викликають появу дефектів, як в геометричній формі конструкції, так і в зварних з'єднаннях.

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

Існуюча технологія виготовлення корпусу вогнегасника ВП-3 використовує спосіб напівавтоматичного зварювання плавким електродом в середовищі вуглекислого газу. Для виконання процесу використовується напівавтомат ПДГ-508, джерелом живлення якого служить універсальний випрямляч ВДУ-504.

Режими зварювання корпусу відповідно до заводського технологічного процесу, приведені в таблиці 1.3.

Оскільки товщина зварюваних деталей становить 2 мм, то зварювання ведеться без розроблення кромки.

Таблиця 1.3 - Параметри режиму зварювання корпусу вогнегасника ВП-3

Параметри	Значення
Струм зварювання, А	110
Напруга на дузі, В	20
Діаметр електродного дроту, мм	0,8
Швидкість зварювання, м/год	24
Марка електродного дроту	СВ-08Г2С
Захисний газ	CO ₂
Товщина зварюваного металу, мм	2

Технологічний процес виготовлення корпусу вогнегасника ВП-3 складається з таких операцій: штамнують днища за допомогою пресового

устаткування, виготовляють горловину за допомогою металорізальних операцій - точіння; дані заготовки встановлюються у складально-зварювальному пристосуванні, центруються і зварюються.

Проте заводська технологія виготовлення має деякі недоліки, які пов'язані із:

1) використання напівавтоматичного способу зварювання у вуглекислому газі, для якого необхідне додаткове застосування спеціального підігрівача при високій інтенсивності проведення зварювальних робіт, також підвищене розбризкування зварювального металу, що негативно впливає на стан контактуючих поверхонь;

2) зварювання проводиться без застосування складального обладнання, що негативно впливає на точність геометричних розмірів конструкції, а відповідно на якість;

3) використання сучасних економічних джерел живлення зварювальної дуги.

Тому вдосконалення технологічного процесу виготовлення корпусу вогнегасника ВП-3 полягає в наступному:

1) використовувати спосіб автоматичного зварювання у суміші МІХ-1, яка містить аргон (82%) і вуглекислий газ (18%) – це дозволить пришвидшити виконання зварювальних робіт, забезпечить кращий захист зварювальної ванни та зменшить розбризкування зварювального металу;

2) застосовувати спеціальні складально-зварювальні пристосування та устаткування з метою усунення можливості ведення металу під час зварювання і надійної фіксації елементів конструкції;

3) впровадження ефективних сучасних зразків зварювального обладнання.

					<i>КР.422.19.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Технічне обґрунтування вибраного способу зварювання

Від вибору способу зварювання залежить якість майбутніх зварних швів, а відповідно і якість конструкції. Використання того чи іншого способу зварювання для виготовлення корпусу вогнегасника ВП-3 залежить від форми і товщини зварюваних деталей, їх положення при зварюванні та характеру підготовки кромки.

Конструкція в основному зварюється герметичними кільцевими швами тільки елементи башмака приварюються до днища переривчастими швами.

Аналізуючи конструкцію корпусу вогнегасника, його зварювання можливе наступними способами:

- ручним дуговим;
- механізованим в захисних газах;
- автоматичним в захисних газах;
- автоматичним під флюсом.

Ручне дугове покритими електродами придатне для зварювання корпусу, однак не забезпечує потрібну продуктивність процесу при серійному виробництві, незважаючи на його простоту та універсальність.

Напівавтоматичне в захисних газах має дещо вищу продуктивність порівняно із ручним способом, однак характеризується підвищеним розбризкуванням зварювального металу. Також якість його виконання, як і ручного, залежить від кваліфікації робочого персоналу, що може дещо вплинути на якість виконання зварювання за рахунок людського фактору при певних обставинах.

Вплив зварювальника на формування зварного з'єднання відсутній при автоматичних способах зварювання, оскільки працює тільки оператор, що налагоджує зварювальне обладнання. Автоматичне зварювання під флюсом забезпечує високу продуктивність та якість, за рахунок надійного захисту

					КР.422.19.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

металу зварювальної ванни. Цей спосіб в основному використовується для зварювання металів більшої товщини із забезпеченням його виконання в нижньому положенні.

Тому враховуючи переріз деталей корпусу вогнегасника ВП-3 та їх розміщення при зварюванні, найкращим способом його з'єднання є автоматичне зварювання в захисних газах. Цей спосіб характеризується високою продуктивністю виконання зварювання, забезпечує утворення зварних швів високої якості, незалежно від положення, а використання суміші газів МІХ-1 (82%Ar + 18%CO₂) дозволить зменшити розбризкування зварювального металу за рахунок струминного його перенесення.

Схема виконання цього способу показана на рисунку 2.1.

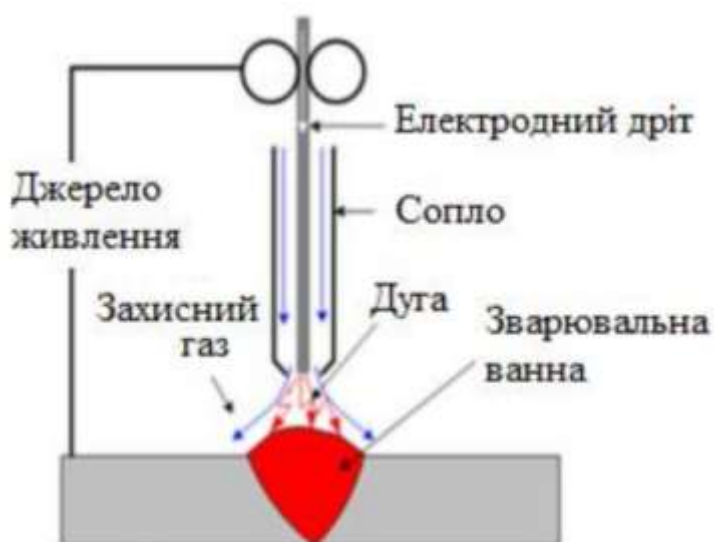


Рисунок 2.1 - Схема автоматичного зварювання у суміші захисних газів

2.2 Вибір зварювальних матеріалів

Матеріалами для автоматичного зварювання в захисних газах є власне захисний газ і зварювальний дріт. Так як корпус виготовляється із конструкційної низьковуглецевої сталі звичайної якості, то для його

					КР.422.19.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

зварювання використовується дріт Св-08Г2С, який забезпечує додаткове розкислення металу зварювальної ванни за рахунок вмісту легуючих елементів марганцю і кремнію, що сприяє підвищенню його пластичності та ударної в'язкості. Хімічний склад зварювального дроту Св-08Г2С представлено в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 - Хімічний склад зварювального дроту Св-08Г2С [4, с.87]

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

Використання захисної суміші порівняно зі звичайним вуглекислим газом має такі переваги:

- краща якість зварного шва за рахунок струминного перенесення, а також додаткового нагнітання розплавленого металу в зварювальну ванну;
- висока продуктивність, яка досягається підвищеними показниками режимів зварювання без втрати якості у швах;
- непотрібне використання додаткової апаратури, яка призначена для підігрівання, тому що звичайний вуглекислий газ замерзає;
- менше розбризкування зварювального металу, а відповідно це не впливає на чистоту зварювальних поверхонь.

Тому зварювання корпусу вогнегасника ВП-3 виконується в захисній суміші МІХ-1 (82% Ar + 18% CO₂). Ця суміш містить аргон високої чистоти 99,998% відповідно до ТУ 2114-001-76237928-2013 та вуглекислий газ вищого сорту 99,8% згідно ДСТУ 4817:2007.

2.3 Вибір та розрахунок параметрів режиму зварювання

Основною вимогою, яка ставиться до якості зварних з'єднань – це відповідність конструктивним розмірам, згідно чого відбувається їх розрахунок на міцність, а також відсутність будь-яких дефектів. Корпус вогнегасника зварюється двома типами швів С2 і Т1 з катетом 2 мм. Тому розрахунок буде виконуватись для таврового з'єднання, його схема показана на рисунку 2.2.

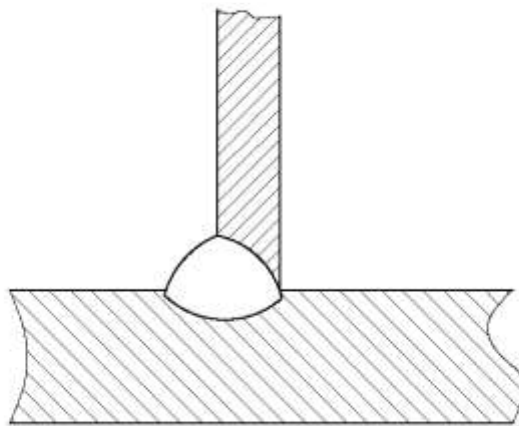


Рисунок 2.2 – Загальний вигляд таврового зварного шва

Розрахунок параметрів режиму напівавтоматичного/автоматичного зварювання в захисних газах виконуємо згідно формул із довідкових джерел.

Розраховуємо площу наплавленого металу F_n за формулою [4, с.196]:

$$F_n = \frac{K^2}{2}, \quad (2.1)$$

де K – катет шва, $K=2$ мм,

$$F_n = \frac{2^2}{2} = \frac{4}{2} = 2 \text{ мм}^2.$$

					<i>КР.422.19.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

Визначаємо висоту наплавленого металу h_n за формулою [4, с.191]:

$$h_n = \sqrt{F_n}, \quad (2.2)$$

$$h_n = \sqrt{2} = 1,4142 \quad \text{мм.}$$

Визначаємо ширину шва l , за формулою [4, с.191]:

$$l = \sqrt{2K^2}, \quad (2.3)$$

$$l = \sqrt{2 \cdot 4} = 2,8284 \quad \text{мм.}$$

Визначаємо загальну висоту шва H за формулою [4, с.192]:

$$\psi_m = \frac{l}{H}. \quad (2.4)$$

Тоді:

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

попередньо вибравши значення ψ_m , яке знаходиться в інтервалі величин 0,8 – 2,0 мм [4,с.192], приймаємо $\psi_m=1,25$.

Отже:

$$H = \frac{2,8284}{1,25} = 2,2627 \quad \text{мм.}$$

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

Визначаємо глибину проплавлення h_0 , за формулою [4, с.192]:

$$h_0 = H - h_n, \quad (2.6)$$

					<i>КР.422.19.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

$$h_0 = 2,2627 - 1,4142 = 0,8485 \text{ мм.}$$

Для зварювання виробу із вуглецевої сталі з катетом 2 мм, вибираємо зварювальний дріт діаметром 0,8 мм.

Визначаємо зварювальний струм $I_{зв}$ за формулою [4, с.192]:

$$I_{зв} = \frac{h_0}{K_a} \cdot 100, \quad (2.7)$$

де K_a – коефіцієнт пропорційності, $K_a=1,45$ [4, с.193].

$$I_{зв} = \frac{0,8485}{1,45} \cdot 100 = 58,52 \quad I_{зв} \approx 60 \text{ А.}$$

Отже, приймаємо силу зварювального струму 60 А.

Визначаємо швидкість подачі електродного дроту за формулою [4,с.194]:

$$V_{н.д.} = \frac{\alpha_p \cdot I_{зв}}{F_{ел} \cdot \rho}, \quad (2.8)$$

де α_p – коефіцієнт розплавлення, $\alpha_p=12$ Г/А·год [4, с.189];

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

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

$$F_{ел} = \frac{\pi \cdot d_e^2}{4} = \frac{3,14159 \cdot 0,8^2}{4} = 0,5 \text{ мм}^2.$$

Отже:

$$V_{н.д.} = \frac{12 \cdot 10^{-3} \cdot 60}{0,5 \cdot 10^{-6} \cdot 7,8 \cdot 10^3} = 183,7375 \text{ м/год.}$$

					<i>КР.422.19.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

Швидкість подачі електродного дроту $V_{п.д.}=185$ м/год.

Розраховуємо напругу на дузі за формулою [4, с.194]:

$$U_{\delta} = 20 + \frac{50 \cdot I_{зв}}{1000 \cdot \sqrt{d_e}} \pm 1, \quad (2.9)$$

$$U_{\delta} = 20 + \frac{50 \cdot 60}{1000 \cdot \sqrt{0,8}} \pm 1 = 22,6833 \pm 1 \text{ В.}$$

Приймаємо $U_{\delta}=22$ В.

Визначаємо швидкість зварювання за формулою [4, с.194]:

$$V_{зв} = \frac{A}{I_{зв}}, \quad (2.10)$$

де A – коефіцієнт, який залежить від діаметра електродного дроту, в даному випадку для $d_e = 0,8$ мм – $A = 1 \cdot 10^3 \text{ А} \cdot \text{м} / \text{год}$ [4, с.194]:

$$V_{зв} = \frac{1 \cdot 10^3}{60} = 16,6667 \text{ м/год.}$$

Приймаємо $V_{зв}=17$ м/год.

Перевіряємо діаметр електродного дроту за формулою [4, с.193]:

$$d_e = 1.13 \cdot \sqrt{\frac{I_{зв}}{\gamma}}, \quad (2.11)$$

де γ – допустима густина електричного струму, для електродного дроту діаметром 0,8 мм $\gamma=75 \dots 300 \text{ А/мм}^2$ [4, с.193],

$$d_e = 1.13 \cdot \sqrt{\frac{60}{120}} = 0,799 \text{ мм,}$$

що є допустимо.

Виліт електродного дроту приймаємо $l_{д}=10$ мм [5, с.103].

					<i>КР.422.19.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

Витрати захисного газу $Q_{\Gamma} = 6$ л/хв [5, с.105].

Розраховані параметри режиму зварювання приведено в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Параметри режиму зварювання

ПАРАМЕТР			Значення
Назва	Символ	Одиниці вимірювання	
Сила зварювального струму	$I_{зв}$	А	60
Напруга на дузі	$U_{д}$	В	22
Діаметр електродного дроту	d_e	мм	0,8
Виліт електрода	$l_{д}$	мм	10
Швидкість зварювання	$V_{зв}$	м/год	17
Швидкість подачі електродного дроту	$V_{п.д.}$	м/год	185
Витрати захисного газу	Q_{Γ}	л/хв	6

2.4 Вибір і обґрунтування зварювального устаткування

Зварювання корпусу вогнегасника ВП-3 здійснюється автоматичним способом в суміші захисних газів, тому використовується зварювальна головка А2 Mini Master MIG/MAG компанії «ESAB», яка показана на рисунку 2.3.

Дана автоматична головка представляє собою автоматичну зварювальну систему, в конструкцію якої закладені вимоги малої маси, компактність, універсальність використання.

Система складена зі стандартних компонентів. Ступінь автоматизації і тип зварювального процесу вибраного замовником базового вузла може бути модифікована в залежності від конкретних умов роботи.

Зварювальна головка має можливість змінювати кут нахилу в поздовжній і поперечній поверхнях. Головка оснащена моторизованими супортами для переміщення по вертикальній і горизонтальній осях [6].



Рисунок 2.3 – Автоматична зварювальна головка A2 Mini Master MIG/MAG компанії «ESAB» [6]

Зварювальна головка A2 Mini Master MIG/MAG призначена для зварювання в інертних і активних захисних газах. Надійний механізм подачі забезпечує стабільну і рівномірну подачу дроту зі швидкістю від 0,2 до 15 м/хв.

Головка призначена для роботи у важких умовах з високими вимогами до функціональності і надійності. Ефективний принцип охолодження інтегрований у внутрішній захисний кожух. Забезпечує можливість тривалого безупинного зварювання без очищення сопла.

Охолоджувач проходить в безпосередній близькості від контактної наконечника і газового сопла. Вертикальний і горизонтальний супорт з ручним регулюванням і спеціальні слайди дають унікальну можливість 4-х осьового позиціонування зварювальної головки зварювального з'єднання. Зварювальна головка оснащена системою автоматичного положення GMH.

Блок подачі охолоджуючої речовини OSE 2H, який показаний на рисунку 2.4, спільно використовується із системами автоматичного зварювання в середовищі захисних газів. Пристосування доставляється в комплектів з двома з'єднувальними патрубками. В склад охолоджуючої речовини входить 50% води і 50 % моноетиленгліколю [6].

					КР.422.19.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24



Рисунок 2.4 – Блок охолодження OSE 2H [6]

Технічні характеристики зварювальної головки і блоку охолодження наведені в таблицях 2.3 і 2.4 відповідно.

Таблиця 2.3 – Технічні характеристики зварювальної головки A2 Mini Master MIG/MAG [6]

Назва параметру	Значення
Тип газу	CO ₂ /MixAr
Допустиме навантаження при ПВ 100%, А	600
Діаметр дроту:	
- суцільного, мм	0,8-2,5
- порошкового, мм	1,2-3,2
Швидкість подачі дроту, м/хв	0,2-16
Вертикальний моторизований супорт, мм	180
Горизонтальний моторизований супорт, мм	180
Максимальна маса зварювального дроту, кг	2x30
Маса, кг	23
Клас захисту	IP 10

Таблиця 2.4 – Технічні характеристики блоку охолодження ОСЕ 2Н [6]

Назва параметру	Значення
Напруга живлення, В/Гц	230/50
Максимальна споживча потужність, Вт	300
Об'єм охолоджуючої речовини, л	8
Максимальний потік рідини, л/хв	5,5
Максимальна висота підйому рідини, м	7
Максимальний тиск води, бар	3,3
Габаритні розміри (ДхШхВ), мм	316x236x374
Маса без охолоджуючої речовини, кг	14
Маса з охолоджуючою речовиною, кг	21
Клас ізоляції	S
Клас захисту корпусу	IP 23

2.5 Вибір методу контролю якості виробу

Виготовлення корпусу вогнегасника ВП-3 повинно відбуватись згідно схем ефективного управління якістю, тому контроль проводиться на всіх стадіях технологічного процесу виготовлення конструкції. Контроль проектної документації і самих проектів повинен бути передбачений у відповідних організаціях. При цьому важливо брати до уваги, що помилки на стадії проектування обходяться в сотні, тисячі разів дорожче порівняно з виробничими дефектами. Має важливе місце додаткове вкладання засобів для виконання високоякісного проекту, чим виправляти наслідки цих недоробок. Тому ці фактори повинні бути враховані проектантами та ретельно контролюватись в процесі виробництва [7, с. 14].

Контроль вхідних матеріалів (основного металу, зварювального дроту, захисних газів і т. п.) повинен задовольняти вимоги нормативно-технічної

					<i>КР.422.19.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

документації і сертифікатів. Якщо немає гарантії виробників або якість вхідних матеріалів викликає підозру, то їх додатково перевіряють на відповідність нормативно-технічній документації і стандартам. Якість і зварюваність матеріалів перевіряють в двох випадках [7, с. 14]:

- 1) при виборі матеріалів і розробленні технології зварювання, тобто при підготовці виробництва на стадії проекту;
- 2) при запуску матеріалів у виробничий цикл, тобто при технологічній підготовці виробництва.

Остання перевірка пов'язана з можливими відхиленнями якості основного металу та зварювального дроту від сертифікаційних значень. Ці відхилення можуть різко погіршити зварюваність металу [7, с. 14].

Технічний рівень і стан обладнання потрібно підтримувати в заданих межах, виконуючи графік технічного обслуговування та вимог відповідних інструкцій. В зварювальних апаратах перевіряються справність регулювальних механізмів, наявність приладів, якість і довжину струмопровідних кабелів, стан електричних контактів і струмопровідних мундштуків. В установках для зварювання в захисних газах перевіряють справність газових редукторів, витратомірів, рукавів, сопел пальників і газозахисних пристосувань та ін. [7, с. 14-15].

Якість підготовки і складання заготовок під зварювання перевіряють зовнішнім оглядом та обмірюванням. Технічно це відносно прості контрольні операції. Однак їх недооцінка може призвести до появи небезпечних зварювальних дефектів. Недопустимі великі або нерівномірні зазори, випуклість, вм'ятини, неправильні кути розроблення кромки, їх окисленість, забрудненість і т. п. Для вимірювання зазорів, кутів розроблення кромки використовують лінійки, а також спеціальні та універсальні шаблони [7, с. 15].

Відповідно до технологічних та конструктивних вимог, при виготовленні корпусу вогнегасника ВП-3 використовуються такі методи контролю:

					<i>КР.422.19.00.00.000.ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		27

- візуально-оптичний метод (зовнішнім оглядом);
- метод контролю якості під тиском (пневмо-гідравлічний).

Пневмо-гідравлічний контроль корпусу відбувається в такій послідовності: виріб наповнюється контрольованою речовиною або звичайною водою, герметизується та насосом або компресором створюється в ньому потрібне значення випробувального тиску. Потім виріб витримується заданий проміжок часу та обстукується спеціальним молотком з метою виявлення порушень герметичності. Виявлення дефектів відбувається за допомогою спеціального фільтрувального паперу на якому з'являються мокрі плями відповідного діаметру.

2.6 Опис вибраного технологічного процесу виготовлення зварної конструкції

Технологічний процес виготовлення корпусу вогнегасника ВП-3 складається з відповідних операцій, схема послідовності їх виконання показана на рисунку 2.5.



Рисунок 2.5 - Схема технологічного процесу виготовлення корпусу вогнегасника ВП-3

					<i>КР.422.19.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

2.6.1 Заготівельні операції

Дані операції виконуються з метою отримання відповідних заготовок. Тому виготовлення деталей корпусу вогнегасника здійснюється за допомогою: розмічування, різання, точіння, згинання і штампування.

З метою підвищення продуктивності та зменшення затрат праці, розмічування виконується із використанням спеціальних шаблонів, а також рулетки, лінійки металевої, маркера та кернера.

Вирізання заготовок плазморізом марки GYS Plasma Cutter 31 FV, який показаний на рисунку 2.6.



Рисунок 2.6 – Плазморіз GYS Plasma Cutter 31 FV [8]

За допомогою точіння здійснюється виготовлення деталі – горловини, для цього використовується токарно-гвинторізний верстат марки JET GHV-1340A (рис. 2.7).

Для формування обичайки (трубної заготовки) здійснюється операція вальцювання із застосуванням електромеханічних вальців Prinzing RME 52/103, рисунок 2.8.



Рисунок 2.7 – Загальний вигляд токарно-гвинторізного верстату марки JET GHV-1340A [9]

					КР.422.19.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29



Рисунок 2.8 – Електромеханічні вальці Prinzing RME 52/103 [10]

Для формування нижнього і верхнього днища використовується операція штампування із використанням механічного пробивного пресу D-T30 DADONG, який показаний на рисунку 2.9.



Рисунок 2.9 – Механічний пробивний прес D-T30 DADONG [11]

2.6.2 Складальні операції

До складальних відноситься комплекс робіт, завданням яких є правильне встановлення, фіксація та закріплення деталей у проектному положенні, що відповідає складальному кресленні конструкції. Також потрібно виконувати складання із певними зазорами, тому що при виконанні наступної операції зварювання виникатимуть стягуючі сили, які спричиняють появу напружень і деформацій. Це може негативно вплинути на правильність геометричних розмірів та конфігурації конструкції.

					КР.422.19.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30

Ці операції проводяться із використанням спеціальних пристосувань, які комплектуються всіма необхідними механізмами для забезпечення надійності закріплення деталей та зручності проведення складання.

2.6.3 Складально-зварювальні операції

Виконання складально-зварювальних операцій в процесі виготовлення корпусу вогнегасника ВП-3 полягають в наступному:

- стикування двох відштампованих днищ (верхнього і нижнього) разом із обичайкоюта виконання прихоплень та загального зварювання;
- до звареного корпусу у відповідних місцях прикласти, прихопити їх та заварити;
- прикласти до нижнього днища у відповідному місці елементи башмака, прихопити їх і виконати зварювання переривчастими швами.

Для покращення продуктивності виконання та якості, складання і зварювання корпусу вогнегасника відбувається на спеціальному устаткуванні.

2.6.4 Опоряджувальні операції

Опоряджувальні операції займають другорядне місце в технологічному процесі виготовлення корпусу вогнегасника ВП-3 і для їх виконання використовують захисні окуляри Ozon 7-051 A/F, молоток Alloid 500 г, кутову шліфмашинку типу «Болгарка» марки Bosch Professional GWS 750-125 із зачисним диском марки для металу NovoAbrasive 125 x 6,0 x 22,23 мм та з щіткою дисковою Lessmann 125 x 22,2 мм. Після виконання цих операцій виріб піддають контролю якості на наявність дефектів.

2.6.5 Допоміжні операції

Технологічний процес виготовлення корпусу вогнегасника ВП-3 складається із комплексу виконуваних робіт, серед яких особливе місце

					<i>КР.422.19.00.00.000.ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		31

посідають допоміжні. Сюди відносять підіймальні, навантажувальні і транспортні роботи, без виконання яких було б неможливим, наприклад виконання складання, тому що є необхідність доставляння деталей чи знімання вже звареної конструкції зі складального пристосування і подальше її технологічне переміщення на наступні робочі місця або ділянки. Також до цих операцій відноситься налагодження та ремонт технологічного обладнання – зварювального, заготівельного, складального слюсарного та ін.

2.6.6 Контроль якості

При виготовленні корпусу вогнегасника ВП-3 присутні такі види контролю якості:

- контроль вхідних матеріалів;
- контроль стану технологічного обладнання згідно інструкцій;
- контроль підготовчих робіт, складання і зварювання;
- контроль готової продукції.

Виявлення зовнішніх дефектів, а також залишкових зварювальних деформацій проводиться зовнішнім візуальним оглядом. Після чого також проводять герметичний контроль якості для виявлення наскрізних дефектів. Випробування проводиться під тиском пневмо-гідралічним способом із використанням компресора повітряного марки Dnipro-M AC-100 VG, який показаний на рисунку 2.10.



Рисунок 2.10 – Загальний вигляд компресора повітряного Dnipro-M AC-100 VG [12]

					КР.422.19.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

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

Виконання необхідних розрахунків виконується відповідно до ДСТУ 3159-95 «Ресурсозбереження. Нормування витрат зварювальних матеріалів. Загальні вимоги, методи визначення нормативів ручного і механізованого електрозварювання».

Так як в даному випадку корпус вогнегасника ВП-3 зварюється автоматичним способом в захисній суміші, то нормуванню підлягають витрати електричної енергії, зварювального дроту і захисного газу.

Розраховуємо масу наплавленого металу за формулою [13,с.6]:

$$Q_H = \alpha_H \cdot I_{зв} \cdot l_{ш}, \quad (2.12)$$

де α_H – коефіцієнт наплавлення, він визначає кількість наплавленого металу протягом 1 години горіння дуги, при силі струму 1 А, в нашому випадку $\alpha_H = 11,6$ г/А·год;

$I_{зв}$ – сила зварювального струму, $I_{зв}=60$ А;

$l_{ш}$ – загальна довжина зварних швів, $l_{ш}=0,85$ м.

Отже:

$$Q_H = 11,6 \cdot 10^{-3} \cdot 60 \cdot 0,85 = 0,59 \text{ кг.}$$

Визначаємо витрати присаджувального матеріалу за формулою [13,с.7]:

$$H_{ел} = Q_p + Q_{нп}, \quad (2.13)$$

де Q_p – маса розплавленого електродного матеріалу,

$$Q_p = Q_H \cdot K_p, \quad (2.14)$$

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

					<i>КР.422.19.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$Q_p = 0,59 \cdot 0,7 = 0,41 \text{ кг,}$$

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

$$Q_{\text{нп}} = Q_n \cdot K_0, \quad (2.15)$$

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

$$Q_{\text{нп}} = 0,59 \cdot 0,5 = 0,3 \text{ кг.}$$

Отже:

$$H_{\text{ел}} = 0,41 + 0,3 = 0,71 \text{ кг.}$$

Визначаємо норми витрат захисного газу за формулою [13,с.10]:

$$H_r = Q_p \cdot K_r, \quad (2.16)$$

де K_r – коефіцієнт, що виражає відношення маси витраченого газу до маси розплавленого електродного дроту, $K_r=0,85\dots0,9$;

$$H_r = 0,41 \cdot 0,87 = 0,36 \text{ л/ХВ.}$$

Визначаємо витрати електроенергії на 1 кг наплавленого металу за формулою:

$$E = \frac{U_d}{\alpha_n \cdot \eta_n \cdot K_n}, \quad (2.17)$$

де U_d напруга на дузі, В;

η_n – коефіцієнт корисної дії, %;

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

$$E = \frac{22}{11,6 \cdot 0,9 \cdot 0,75} = 2,81 \text{ кВт.}$$

Визначаємо витрати електроенергії на 1 м шва за формулою:

					<i>КР.422.19.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

$$E = \frac{0,01 \cdot U_d \cdot I_{зв} \cdot t_0}{\eta_H \cdot K_H}, \quad (2.18)$$

де t_0 – час зварювання одного метра шва, $t_0=0,059$ год;

$$E = \frac{0,01 \cdot 22 \cdot 60 \cdot 0,059}{0,9 \cdot 0,75} = 1,15 \text{ кВт} \cdot \text{год.}$$

Визначаємо витрати електроенергії на зварювання цілого виробу:

$$E_{\Sigma} = E \cdot l_{ш}, \quad (2.19)$$

$$E_{\Sigma} = 1,15 \cdot 0,85 = 0,98 \text{ кВт.}$$

					<i>КР.422.19.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		35

3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

3.1 Обґрунтування вибору типу пристосувань, які застосовуються при виготовленні конструкції

Складальні пристосування, які можуть використовуватись в технологічних процесах виготовлення зварних конструкцій вибираються з урахуванням таких факторів:

1. Технологічність конструкції. Вона закладається ще на етапах проектування і залежить від геометричної форми, перерізів та розмірів конструкції. Якщо зварна конструкція недостатньо технологічна, то це є великою проблемою, оскільки вона втрачає свою конкурентоспроможність на ринку реалізації продукції. Тому вибір пристосувань залежить від конфігурації складальної конструкції, складності, точності і чистоти деталей з яких вона складається, що дозволяє легко та швидко виконувати складальні операції, а в подальшому і безперешкодно знімати вже готову зварену конструкцію.

2. Технологічні операції складання і зварювання. За компонуванням пристосування можуть бути складальними або складально-зварювальними, на одних виконують тільки складальні операції, а на інших проводять складання одночасно зі зварюванням, а також витримку конструкції після здійснення цих операцій, з метою зняття внутрішніх напружень та деформацій. Потрібно врахувати, що додаткове транспортування конструкції на інші пристосування негативно впливають на її форму та розміри, порушуючи їх.

3. Програма випуску. Це важливий фактор при виборі складальних пристосувань, оскільки визначає доцільність їх комплектування засобами механізації та автоматизації. Якщо йде виготовлення різнотипних виробів і конструкцій, то відповідно береться до уваги універсальність обладнання, а коли відбувається масове виробництво у великих партіях, то необхідно використовувати спеціалізоване обладнання.

					КР.422.19.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

4. Економічний фактор. Його безпосередньо потрібно враховувати при виборі пристосувань, тому що він характеризує економічну доцільність, яка проявляється в окупності застосовуваного обладнання. Тобто не має сенсу використовувати дороге автоматизоване обладнання, яке себе окупить за досить тривалий термін, що є недоцільним, враховуючи постійний розвиток науки і техніки.

Як вже згадувалося раніше, в залежності від застосування складально-зварювальне обладнання поділяється на універсальне, спеціалізоване та спеціальне. Так універсальне використовується для великої різнотипності складальних виробів, спеціалізоване – для одного типу виробів, а спеціальне – суто для якогось одного виробу з характерною формою та геометричними розмірами.

В залежності від типу, складальне обладнання буває:

- складальні стапелі і кондуктори;
- спеціалізовані установки та стенди;
- переносні складальні пристрої.

Виготовлення зварних конструкцій високої якості повинно супроводжуватись правильним розміщенням і закріпленням деталей у складальному пристосуванні та виконання процесу зварювання згідно прийнятої технології.

Застосовувані в технологічному процесі виготовлення зварних конструкцій складальні пристосування повинні відповідати вимогам:

- відповідна точність та надійність базування деталей;
- зручність у використанні із забезпеченням потрібної швидкодії спрацювання;
- безперешкодне виконання складання, зварювання та знімання вже готових виробів;
- забезпечення необхідного зусилля притискання-затискання складальних деталей;
- можливість механізації робіт, що виконуються на ньому.

					<i>КР.422.19.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

3.2 Опис роботи зварювального пристосування

Процес виконання складальних робіт розпочинається із подачі деталей на складально-зварювальне пристосування, їх проектне розміщення та закріплення. Потім виконується прихоплення складених деталей для формування конструкції у заданих місцях – це дозволить отримати потрібну жорсткість і зварюють її повним переплавленням раніше виконаних прихоплень. Доставка деталей до місця складання відбувається із використанням транспортного обладнання, а їх положення в пристосуванні задається базовими поверхнями, які обладнані опорами, упорами, фіксаторами та затискними механізмами.

Але основним правилом, якому повинно відповідати використовуване складальне обладнання – це забезпечення точної фіксації та ефективного закріплення деталей в необхідному положенні, яке відповідає наявним кресленням та технічним умовам на виготовлення конструкції.

Закріплення деталей в пристосуванні в основному виконуються притискачами, до яких в свою чергу ставляться наступні вимоги [14, с.126-127]:

- а) забезпечення необхідного напрямку дії сили притиску заготовок, що виключало б зсуви та перекидання заготовок відносно установочних баз;
- б) забезпечення розрахункової сили притиску заготовок протягом процесу складання та зварювання виробу;
- в) притискачі не повинні спричиняти деформацію деталей та пошкодження їх поверхонь;
- г) швидкодія притискних механізмів;
- г) зручність та безпека в експлуатації;
- д) вільне витягнення складеного виробу з пристрою;
- е) зручний доступ до притискачів для приведення їх в дію;
- ж) надійне закріплення деталей протягом складання та зварювання;
- з) вільний доступ до місць постановки прихоплень та зварювання швів.

					<i>КР.422.19.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

Застосування пневмопритискачів скорочує допоміжний час при виготовленні зварних конструкцій завдяки швидкодії та керуванню пристроєм з одного робочого місця. Пневмопритискачі забезпечують достатнє складальне зусилля та швидке закріплення і вивільнення вузлів та виробів, які складаються [14, с.151].

Для складання і зварювання корпусу вогнегасника ВП-3 використовуються спеціалізовану установку УД-209, яка показана на рисунку 3.1, що дозволяє значно підвищити продуктивність праці та зменшити трудові затрати робітників.

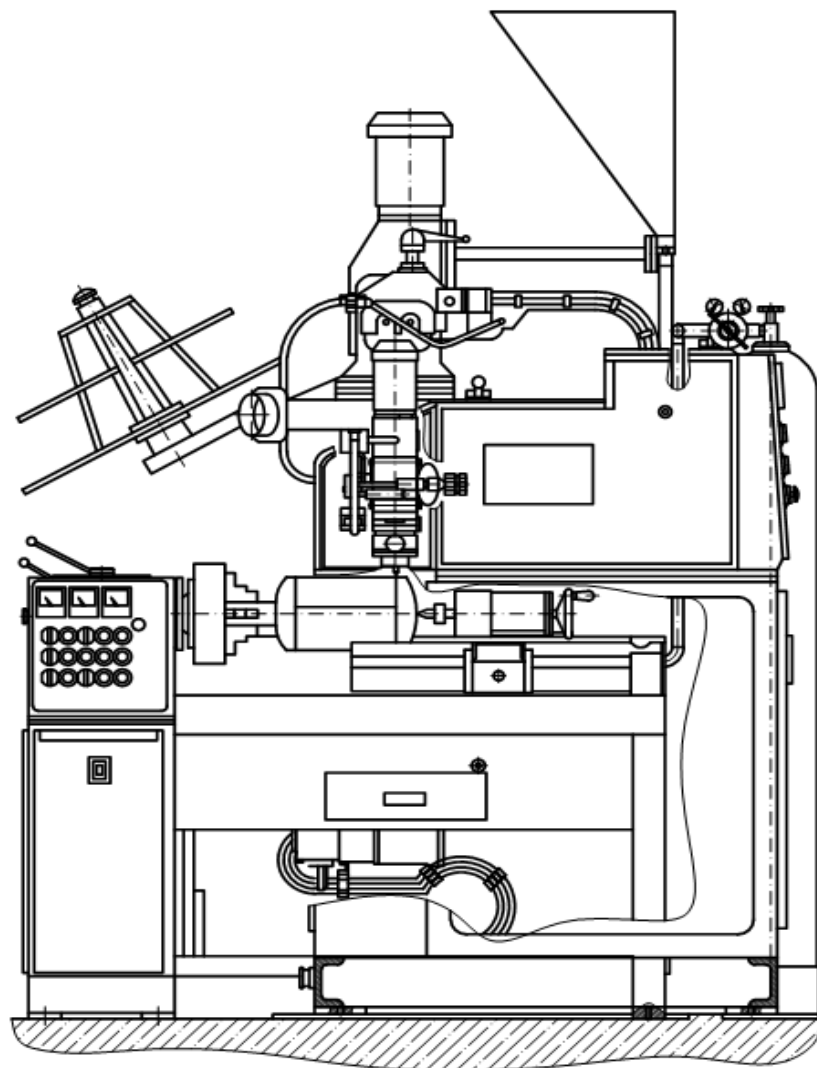


Рисунок 3.1 – Загальний вигляд спеціалізованої установки УД-209

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 корпусу вогнегасника ВП-3

Показник	Одиниці виміру	Кількісна чи вартісна оцінка	
		фактичні дані	проектні дані
Габаритні розміри виробу	мм	ø155x320x2,0	
Сума витрат по видах та марках основних матеріалів на виріб:			
профільний прокат Ст3Гпс	кг	1,32	
зварювальний дріт Св-08Г2С	кг	0,71	
захисний газ (суміш МІХ-1 – Аг 82% +СО ₂ 18%)	л/хв	0,36	
Розміри поворотних відходів на виріб	кг	0,2	
Ціна придбання матеріалу за кг:			
профільний прокат:			
сталь Ст3Гпс	грн	35,2	35,08
зварювальний дріт Св-08Г2С	грн	169	168
захисний газ (суміш МІХ-1 – Аг 82% +СО ₂ 18%)	грн	36,45	36,25
Ціна реалізації поворотних відходів	грн	1,0	

					КР.422.19.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

Таблиця 4.2 - Характеристика технологічного процесу виготовлення корпусу вогнегасника ВП-3

Зміст операції	Варіанти	Устаткування		Інструменти		Розряд роботи	Штучні норми часу
		Назва	Ціна, грн	Назва	Ціна, грн		
1	2	3	4	5	6	7	8
Розмічування	$\frac{3}{П}$			рулетка	198	III	$\frac{2,6}{2,4}$
				лінійка	122		
				кернер	176		
				маркер	62		
Різання	$\frac{3}{П}$	Плазморіз GYS Plasma Cutter 31 FV	37580			IV	$\frac{2,4}{2,2}$
Метало-оброблення	$\frac{3}{П}$	Токарний верстат JET GHV-1340A,	370000			IV	$\frac{2,1}{2,0}$
		електромеханічні вальці Prinzing RME 52/103,	350000	МОЛОТОК	150		
		механічний пробивний прес D-T30 DADONG	1570000				
Складання	$\frac{3}{П}$	Установка УД-209	944000	МОЛОТОК	150	IV	$\frac{3,1}{2,5}$
Зварювання	$\frac{3}{П}$	Зварювальна головка A2 Mini Master MIG/MAG	905500			IV	$\frac{3,2}{2,6}$
Зачищування	$\frac{3}{П}$	Кутова шліф. машина Bosh Professional GWS 750-125	2100	щіпка Lessmann 125x22,2	720	III	$\frac{2,4}{2,3}$
				диск NovoAbrasive 125 x 6,0 x 22,23	48		
Контроль якості	$\frac{3}{П}$	Компресор Dnipro-M AC-100 VG	20000			VI	1,8
Транспортні операції	$\frac{3}{П}$	Транспортер роликів YS 2/500-50	40000			IV	$\frac{1,6}{1,4}$

Штучна норма часу:

а) по технологічних операціях: по заводу 17,6;
по проекту 15,8;

б) по допоміжних і транспортних операціях: по заводу 1,6;
по проекту 1,4.

Загальна штучна норма часу: по заводу 19,2;
по проекту 17,2.

Для виготовлення корпусу вогнегасника ВП-3 застосовується технологічна форма організації виробництва. Режим роботи на дільниці приймаємо перервний при одній зміні в день. Дійсний фонд часу роботи устаткування визначаємо за формулою [15, 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, $K_p = 0,03...0,1$.

$$\Phi_{yc} = 253 \cdot 1 \cdot 8 \cdot (1 - 0,07) \approx 1882 \text{ год.}$$

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 [15, с.10]:

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

					КР.422.19.00.00.000.ПЗ	Арк.
						42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

$K_{вн}$ – коефіцієнт виконання, $K_{вн}=2,1$.

$B_{пр}$ – програма випуску продукції, у нашому випадку $B_{пр} = 5100 шт.$

Кількість робочих місць для виконання розмічування при виготовленні корпусу вогнегасника ВП-3:

- заводський варіант:

$$n = \frac{2,6 \cdot 5100}{1882 \cdot 2,1} = 3,36 \approx 3 \text{ шт,}$$

- проектний варіант:

$$n = \frac{2,4 \cdot 5100}{1882 \cdot 2,1} = 3,1 \approx 3 \text{ шт.}$$

Для вирізання заготовок кількість робочих місць рівна:

- заводський варіант:

$$n = \frac{2,4 \cdot 5100}{1882 \cdot 2,1} = 3,1 \approx 3 \text{ шт,}$$

- проектний варіант:

$$n = \frac{2,2 \cdot 5100}{1882 \cdot 2,1} = 2,84 \approx 3 \text{ шт.}$$

Для виконання металообробних операцій необхідно:

- заводський варіант:

$$n = \frac{2,1 \cdot 5100}{1882 \cdot 2,1} = 2,71 \approx 3 \text{ шт,}$$

					КР.422.19.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

- проектний варіант:

$$n = \frac{2,0 \cdot 5100}{1882 \cdot 2,1} = 2,58 \approx 3 \text{ шт.}$$

Для виконання складання кількість робочих рівна:

- заводський варіант:

$$n = \frac{3,1 \cdot 5100}{1882 \cdot 2,1} = 4 \text{ шт,}$$

- проектний варіант:

$$n = \frac{2,5 \cdot 5100}{1882 \cdot 2,1} = 3,23 \approx 3 \text{ шт.}$$

Для виконання процесу зварювання кількість робочих місць становить:

- заводський варіант:

$$n = \frac{3,2 \cdot 5100}{1882 \cdot 2,1} = 4,13 \approx 4 \text{ шт,}$$

- проектний варіант:

$$n = \frac{2,6 \cdot 5100}{1882 \cdot 2,1} = 3,36 \approx 3 \text{ шт.}$$

Кількість робочих місць для зачищення зварних швів:

- заводський варіант:

$$n = \frac{2,4 \cdot 5100}{1882 \cdot 2,1} = 3,1 \approx 3 \text{ шт,}$$

- проектний варіант:

					<i>КР.422.19.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

$$n = \frac{2,3 \cdot 5100}{1882 \cdot 2,1} = 2,97 \approx 3 \text{ шт.}$$

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

$$n = \frac{1,8 \cdot 5100}{1882 \cdot 2,1} = 2,32 \approx 2 \text{ шт.}$$

Кількість транспортних засобів, які необхідні для виконання транспортних операцій визначається за формулою [15, с.12]:

$$n = \frac{\sum_1^m B_{mp} \cdot N_{кр} \cdot t_{кр}}{\Phi_n \cdot K_{кр}}, \quad (4.3)$$

де B_{mp} - кількість вантажних об'єктів іншого виду, що підлягають транспортуванню на протязі року, 5100 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 крана, приймається

$K_{кр} = 0,6 \dots 0,7$.

$$n = \frac{5100 \cdot 1 \cdot 0,6}{2100 \cdot 0,7} = 2,08 \approx 2 \text{ шт.}$$

Приймаємо дві секції роликового конвеєра для між операційного транспортування частин і виробу в цілому.

					КР.422.19.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

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 [15, с.13]:

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

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 $B_{np} = 5100$ шт;

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

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

Необхідна кількість розмічувальників:

- за заводським варіантом:

$$r_{oi} = \frac{5100 \cdot 2,6}{1850 \cdot 2,1} = 3,41 \approx 3 \text{ чол,}$$

- за проектним варіантом:

$$r_{oi} = \frac{5100 \cdot 2,4}{1850 \cdot 2,1} = 3,15 \approx 3 \text{ чол.}$$

Необхідна кількість різальників:

- за заводським варіантом:

					<i>КР.422.19.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

$$r_{oi} = \frac{5100 \cdot 2,4}{1850 \cdot 2,1} = 3,15 \approx 3 \text{ чол,}$$

- за проектним варіантом:

$$r_{oi} = \frac{5100 \cdot 2,2}{1850 \cdot 2,1} = 2,89 \approx 3 \text{ чол.}$$

Необхідна кількість робітників для виконання металообробних робіт:

- за заводським варіантом:

$$r_{oi} = \frac{5100 \cdot 2,1}{1850 \cdot 2,1} = 2,76 \approx 3 \text{ чол,}$$

- за проектним варіантом:

$$r_{oi} = \frac{5100 \cdot 2,0}{1850 \cdot 2,1} = 2,63 \approx 3 \text{ чол.}$$

Необхідна кількість складальників:

- за заводським варіантом:

$$r_{oi} = \frac{5100 \cdot 3,1}{1850 \cdot 2,1} = 4,07 \approx 4 \text{ чол,}$$

- за проектним варіантом:

$$r_{oi} = \frac{5100 \cdot 2,5}{1850 \cdot 2,1} = 3,28 \approx 3 \text{ чол.}$$

Необхідна кількість зварювальників:

					<i>КР.422.19.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

- за заводським варіантом:

$$r_{oi} = \frac{5100 \cdot 3,2}{1850 \cdot 2,1} = 4,2 \approx 4 \text{ чол,}$$

- за проектним варіантом:

$$r_{oi} = \frac{5100 \cdot 2,6}{1850 \cdot 2,1} = 3,41 \approx 3 \text{ чол.}$$

Необхідна кількість зачищувальників:

- за заводським варіантом:

$$r_{oi} = \frac{5100 \cdot 2,4}{1850 \cdot 2,1} = 3,15 \approx 3 \text{ чол,}$$

- за проектним варіантом:

$$r_{oi} = \frac{5100 \cdot 2,3}{1850 \cdot 2,1} = 3,02 \approx 3 \text{ чол.}$$

Необхідна кількість контролерів (за двома варіантами):

$$r_{oi} = \frac{5100 \cdot 1,8}{1850 \cdot 2,1} = 2,36 \approx 3 \text{ чол.}$$

Виходячи з кількості транспортувального обладнання приймаємо необхідну кількість транспортувальників $r_{oi} = 2$ чол.

Результати розрахунків приведено у таблиці 4.3

					<i>КР.422.19.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

Таблиця 4.3 - Зведена відомість промислово-виробничого персоналу

Категорія працівників	Кількість		Середній розряд	
	З	П	З	П
1	2	3	4	5
Основні робітники:				
розмічувальники	3	3	III	III
різальники	3	3	III	III
верстатники	3	3	IV	IV
складальники	4	3	IV	IV
зварювальники	4	3	IV	IV
зачищувальники	3	3	III	III
контролери	2	2	VI	VI
транспортувальники	2	2	IV	IV
Допоміжні робітники:				
налагоджувальники	2	2	IV	IV
ремонтники	2	2	IV	IV
електрики	1	1	IV	IV
ІТР:				
майстер дільниці	1	1		
МОП: прибиральники	1	1	-	-
Разом	31	29	-	-

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	
З/П	Сталь Ст3Гпс	кг	35,2	35,08	46,46	46,31	236966,4	236158,56
З/П	Зв. дрiт Св-08Г2С	кг	169	168	119,99	119,28	611949	608328
З/П	Сумiш МІХ-1	кг	36,45	36,25	13,12	13,05	66922,2	66555
Р-ом					179,58	178,64	915837,6	911041,56

Продовження таблиці 4.4

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	
З/П	5	1,76	1,75	2,32	2,32	11848,32	11807,93	1	1	5100	5100
З/П	5	8,45	8,4	6	5,96	30597,45	30416,4				
З/П	5	1,82	1,81	0,66	0,62	3346,11	3327,75				
Р-ом		12,03	11,97	8,98	8,93	45791,88	45552,08	1	1	5100	5100

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 [15, с.18]:

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

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) [15, с.18].

Додаткова заробітна плата основних робітників визначається за формулою [15, с.18]:

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

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 [15, с.18]:

$$Z_{no} = Z_{oo} \cdot P, \quad (4.7)$$

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 розмічувальників:

- заводський варіант:

$$Z_{oo} = 7 \cdot 24,7 \cdot 2,6 = 449,54 \text{ грн};$$

$$Z_{до} = 449,54 \cdot (0,2 + 0,15) = 157,34 \text{ грн};$$

$$Z_{по} = 449,54 \cdot 0,4 = 179,82 \text{ грн};$$

- проектний варіант:

$$Z_{oo} = 7 \cdot 24,7 \cdot 2,4 = 414,96 \text{ грн};$$

$$Z_{до} = 414,96 \cdot (0,2 + 0,15) = 145,24 \text{ грн};$$

$$Z_{по} = 414,96 \cdot 0,4 = 165,98 \text{ грн}.$$

Затрати по оплаті праці різальників:

- заводський варіант:

$$Z_{oo} = 7,3 \cdot 25,5 \cdot 2,4 = 446,76 \text{ грн};$$

$$Z_{до} = 446,76 \cdot (0,2 + 0,15) = 156,37 \text{ грн};$$

$$Z_{по} = 446,76 \cdot 0,4 = 178,7 \text{ грн};$$

- проектний варіант:

$$Z_{oo} = 7,3 \cdot 25,5 \cdot 2,2 = 409,53 \text{ грн};$$

$$Z_{до} = 409,53 \cdot (0,2 + 0,15) = 143,34 \text{ грн};$$

$$Z_{по} = 409,53 \cdot 0,4 = 163,81 \text{ грн}.$$

					<i>КР.422.19.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

Затрати по оплаті праці верстатників:

- заводський варіант:

$$З_{\text{оо}} = 8,2 \cdot 26 \cdot 2,1 = 447,72 \text{ грн};$$

$$З_{\text{до}} = 447,72 \cdot (0,2 + 0,15) = 156,7 \text{ грн};$$

$$З_{\text{по}} = 447,72 \cdot 0,4 = 179,09 \text{ грн};$$

- проектний варіант:

$$З_{\text{оо}} = 8,2 \cdot 26 \cdot 2,0 = 426,4 \text{ грн};$$

$$З_{\text{до}} = 426,4 \cdot (0,2 + 0,15) = 149,24 \text{ грн};$$

$$З_{\text{по}} = 426,4 \cdot 0,4 = 170,56 \text{ грн}.$$

Затрати по оплаті праці складальників:

- заводський варіант:

$$З_{\text{оо}} = 6,4 \cdot 25,7 \cdot 3,1 = 509,89 \text{ грн};$$

$$З_{\text{до}} = 509,89 \cdot (0,2 + 0,15) = 178,46 \text{ грн};$$

$$З_{\text{по}} = 509,89 \cdot 0,4 = 203,96 \text{ грн};$$

- проектний варіант:

$$З_{\text{оо}} = 6,4 \cdot 25,7 \cdot 2,5 = 411,2 \text{ грн};$$

$$З_{\text{до}} = 411,2 \cdot (0,2 + 0,15) = 143,92 \text{ грн};$$

$$З_{\text{по}} = 411,2 \cdot 0,4 = 164,48 \text{ грн}.$$

Затрати по оплаті праці зварювальників:

- заводський варіант:

$$З_{\text{оо}} = 6,3 \cdot 25,5 \cdot 3,2 = 514,08 \text{ грн};$$

$$З_{\text{до}} = 514,08 \cdot (0,2 + 0,15) = 179,93 \text{ грн};$$

$$З_{\text{по}} = 514,08 \cdot 0,4 = 205,63 \text{ грн};$$

- проектний варіант:

$$З_{\text{оо}} = 6,3 \cdot 25,5 \cdot 2,6 = 417,69 \text{ грн};$$

$$З_{\text{до}} = 417,69 \cdot (0,2 + 0,15) = 146,19 \text{ грн};$$

$$З_{\text{по}} = 417,69 \cdot 0,4 = 167,08 \text{ грн}.$$

Затрати по оплаті праці зачищувальників:

- заводський варіант:

					<i>КР.422.19.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		52

$$Z_{oo} = 7,6 \cdot 24,5 \cdot 2,4 = 446,88 \text{ грн};$$

$$Z_{до} = 446,88 \cdot (0,2 + 0,15) = 156,41 \text{ грн};$$

$$Z_{по} = 446,88 \cdot 0,4 = 178,75 \text{ грн};$$

- проектний варіант:

$$Z_{oo} = 7,6 \cdot 24,5 \cdot 2,3 = 428,26 \text{ грн};$$

$$Z_{до} = 428,26 \cdot (0,2 + 0,15) = 149,89 \text{ грн};$$

$$Z_{по} = 428,26 \cdot 0,4 = 171,3 \text{ грн}.$$

Затрати по оплаті праці контролерів:

$$Z_{oo} = 9,7 \cdot 29,5 \cdot 1,8 = 515,07 \text{ грн};$$

$$Z_{до} = 515,07 \cdot (0,2 + 0,15) = 180,28 \text{ грн};$$

$$Z_{по} = 515,07 \cdot 0,4 = 206,03 \text{ грн}.$$

Затрати по оплаті праці транспортувальників:

- заводський варіант:

$$Z_{oo} = 11,3 \cdot 27 \cdot 1,6 = 488,16 \text{ грн};$$

$$Z_{до} = 488,16 \cdot (0,2 + 0,15) = 170,86 \text{ грн};$$

$$Z_{по} = 488,16 \cdot 0,4 = 195,26 \text{ грн};$$

- проектний варіант:

$$Z_{oo} = 11,3 \cdot 27 \cdot 1,4 = 427,14 \text{ грн};$$

$$Z_{до} = 427,14 \cdot (0,2 + 0,15) = 149,5 \text{ грн};$$

$$Z_{по} = 427,14 \cdot 0,4 = 170,86 \text{ грн}.$$

Для допоміжних робітників розрахунок проводять на річну програму окремо для кожної категорії за формулою [15, с.19]:

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

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

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

$C_{р}$ - годинна тарифна ставка робітника відповідного розряду для погодинної оплати праці, грн.

					<i>КР.422.19.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

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

Затрати по оплаті праці наладжувальників:

$$Z_{\text{од}} = 2 \cdot 33,5 \cdot 1850 = 123950 \text{ грн};$$

$$Z_{\text{дд}} = 123950 \cdot 0,35 = 43382,5 \text{ грн};$$

$$Z_{\text{пд}} = 123950 \cdot 0,4 = 49580 \text{ грн.}$$

Затрати по оплаті праці ремонтників:

$$Z_{\text{од}} = 2 \cdot 33,5 \cdot 1850 = 123950 \text{ грн};$$

$$Z_{\text{дд}} = 123950 \cdot 0,35 = 43382,5 \text{ грн};$$

$$Z_{\text{пд}} = 123950 \cdot 0,4 = 49580 \text{ грн.}$$

Затрати по оплаті праці електриків:

$$Z_{\text{од}} = 1 \cdot 33,5 \cdot 1850 = 61975 \text{ грн};$$

$$Z_{\text{дд}} = 61975 \cdot 0,35 = 21691,25 \text{ грн};$$

$$Z_{\text{пд}} = 61975 \cdot 0,4 = 24790 \text{ грн.}$$

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 [15, 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 ($Z_{\text{он}}$) та премії і надбавки ($Z_{\text{нн}}$) розраховуються так само, як для основних робітників. Затрати по оплаті праці ІТР:

					<i>КР.422.19.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

$$З_{оп} = 1 \cdot 9000 \cdot 12 = 108000 \text{ грн};$$

$$З_{до} = 108000 \cdot 0,35 = 37800 \text{ грн};$$

$$З_{по} = 108000 \cdot 0,4 = 43200 \text{ грн}.$$

Затрати по оплаті праці МОП:

$$З_{оп} = 1 \cdot 8500 \cdot 12 = 102000 \text{ грн};$$

$$З_{до} = 102000 \cdot 0,35 = 35700 \text{ грн};$$

$$З_{по} = 102000 \cdot 0,4 = 40800 \text{ грн}.$$

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:						
розмічувальники	341200,86	314954,64	119420,3	110234,12	136480,34	125981,86
різальники	339090,84	310833,27	118681,79	108791,65	135636,34	124333,31
верстатники	339819,48	323637,6	118936,82	113273,16	135927,79	129455,04
складальники	516006,66	312100,8	180602,33	109235,28	206402,66	124840,32
зварювальники	520248,96	317026,71	182087,14	110959,35	208099,58	126810,68
зачищувальники	339181,92	325049,34	118713,67	113767,27	135672,77	130019,74
контролери	260625,42		91218,9		104250,17	
транспортувальники	247008,96	216132,84	86453,14	75646,49	98803,58	86453,14
Допоміжні роб.:						
налагоджувальники	123950		43382,5		49580	
ремонтники	123950		43382,5		49580	
електрики	61975		21691,25		24790	
ІТР	108000		37800		43200	
МОП	102000		35700		40800	
Разом	3423058,1	2900235,62	1198070,33	1015082,47	1863104,49	1653975,5

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	
	З	П
1	2	3
Основні матеріали:	179,58	178,64
сталь Ст3Гпс	46,46	46,31
зварювальний дріт Св-08Г2С	119,99	119,28
захисний газ (суміш МІХ-1 – Ar 82% +CO ₂ 18%)	13,12	13,05
Поворотні відходи	1,0	
Паливо та енергія на технологічні цілі	12,96	12,18
Основна заробітна плата основних робітників	569,25	466,74
Додаткова заробітна плата основних робітників	199,24	163,36
Премії та надбавки основних робітників	227,7	186,7
Відрахування на соціальне страхування	13,95	11,44
Відрахування на медичне страхування	24,9	20,42
Витрати на утримання та експлуатацію устаткування	164,05	164,05
Цехові (дільничні) витрати	111,18	111,18
Всього цехова собівартість	1501,81	1313,71

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

Необхідні визначення проектної суми капітальних витрат подано у таблиці 4.7.

					КР.422.19.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

Таблиця 4.7 - Зведена відомість капітальних витрат

Види капітальних затрат	Кількість натуральних одиницях		Вартість одиниці, грн		Затрати на перевезення та монтаж, грн	
	З	П	З	П	З	П
Будівлі та споруди					-	-
Устаткування:						
різальне	3	3	37580	37580	1879	1879
металообробне	1	1	2290000	2290000	114500	114500
складальне	4	3	944000	944000	47200	47200
зварювальне	4	3	905500	905500	45275	45275
зачищувальне	3	3	2100	2100	105	105
контрольне	2	2	20000	20000	1000	1000
транспортне	2	2	40000	40000	2000	2000
Інструменти:						
молоток	10	8	150	150	7,5	7,5
диск зачисний	3	3	48	48	2,4	2,4
щітка	3	3	720	720	36	36
рулетка	9	8	198	198	9,9	9,9
кернер	3	3	176	176	8,8	8,8
лінійка	9	8	122	122	6,1	6,1
маркер	9	8	62	62	3,1	3,1
Разом						
Види капітальних затрат	Загальна вартість, грн		Норма амортиз. відрах, %	Річна сума амортиз. відрахувань, грн		
	З	П		З	П	
Будівлі та споруди	7990500	7990500	5	399525	399525	
Устаткування:						
різальне	114619	114619	8,5	9742,62	9742,62	
металообробне	2404500	2404500	8,5	204382,5	204382,5	

Продовження таблиці 4.7

складальне	3823200	2879200	7	267624	201544
зварювальне	3667275	2761775	7,5	275045,63	207133,13
зачищувальне	6405	6405	8,5	544,43	544,43
контрольне	41000	41000	6,5	2665	2665
транспортне	82000	82000	7,5	6150	6150
Інструменти:					
молоток	1507,5	1207,5	15	226,13	181,13
диск зачисний	146,4	146,4		21,96	21,96
щітка	2196	2196		329,4	329,4
рулетка	1791,9	1593,9		268,79	239,09
кернер	536,8	536,8		80,52	80,52
лінійка	1104,1	982,1		165,62	147,32
маркер	561,1	499,1		84,17	74,87
Разом	18137342,8	16287160,8		1166855,74	1032760,94

4.7 Основні техніко-економічні показники розробленого технологічного процесу

Річний економічний ефект визначається за формулою [15, 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 ($C_{nz} = 6109,76$ грн);

C_{nn} - повна собівартість виробу за проектними даними, грн ($C_{nn} = 5405,72$ грн);

Φ_{mz} - фондомісткість продукції за заводськими даними, грн/шт ($\Phi_{mz} = 1501,81$ грн/шт);

Φ_{mn} - фондомісткість продукції за проектними даними, грн/шт ($\Phi_{mn} = 1313,71$ грн/шт);

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

$$E_{\Phi} = ((6109,76 + 0,15 \cdot 1501,81) - (5405,72 + 0,15 \cdot 1313,71)) \cdot 5100 = 3734500,5 \text{ грн.}$$

Термін окупності капітальних вкладень визначається за формулою [15,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 ($\Phi_{ocz}= 24629736$ грн);

Φ_{ocn} - вартість основних виробничих фондів за проектним варіантом, грн ($\Phi_{ocn}= 21954327$ грн);

E_{yp} - умовна річна економія, грн, яка розраховується за формулою [15, с.28]:

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

$$E_{yp} = 5100 \cdot (6109,76 - 5405,72) = 3590604 \text{ грн};$$

$$T_{ок} = \frac{24629736 - 21954327}{3590604} = 0,75 \text{ р.}$$

Порівняльний аналіз техніко-економічних показників показано у таблиці 4.8.

					<i>КР.422.19.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59

Таблиця 4.8 - Основні техніко-економічні показники розробленого технологічного процесу

Показники	Одиниця виміру	Величина	
		З	П
1	2	3	4
Річна програма випуску продукції	шт	5100	5100
Кількість технологічного устаткування	шт	18	17
Собівартість товарної продукції	грн	6109,76	5405,72
Чисельність промислово-виробничого персоналу:			
- всього	чол	31	29
- основних робітників	чол	24	22
Фондомісткість продукції	грн/шт	1501,81	1313,71
Умовна річна економія	грн	-	3590604
Річний економічний ефект	грн	-	3734500,5
Термін окупності капітальних вкладень	роки	-	0,75
Місячний оклад основних робітників:			
- розмічувальники	грн	16520,6	15249,78
- різальники	грн	16418,43	15050,23
- верстатники	грн	16453,71	15670,2
- складальники	грн	18738,38	15111,6
- зварювальники	грн	18892,44	15350,11
- зачищувальники	грн	16422,84	15738,56
- контролери	грн	18928,82	18928,82
- транспортувальники	грн	17939,88	15697,4

5 ОХОРОНА ПРАЦІ

5.1 Інструкції з охорони праці та послідовність їх розробки

Інструкція з охорони праці – нормативний акт підприємства, установи, організації незалежно від форм власності та видів їх діяльності, яка містить обов'язкові для дотримання працівниками вимоги з охорони праці при виконанні робіт певного виду або за певною професією на всіх робочих місцях, у виробничих приміщеннях, на території підприємства, будівельних майданчиках або в інших місцях, де за дорученням роботодавця чи уповноваженого ним органу виконуються ці роботи, трудові чи службові обов'язки [16, 17].

Інструкції розробляються на основі нормативно-правових актів з охорони праці, технологічної документації підприємства з урахуванням умов виробництва та вимог безпеки, викладених в експлуатаційній та ремонтній документації підприємств, які виготовили устаткування, що використовується на цьому підприємстві.

Інструкції затверджуються роботодавцем і є обов'язковими для дотримання працівниками відповідних професій або виконавцями відповідних робіт на цьому підприємстві.

Інструкції мають відповідати законодавству про охорону праці.

Інструкції повинні містити тільки ті вимоги щодо охорони праці, дотримання яких самими працівниками є обов'язковим. Порухення працівником цих вимог розглядається роботодавцем як порушення нормативно-правових актів з охорони праці та актів з охорони праці, що діють у межах підприємства [16].

Роботодавець, керівники структурних підрозділів, інженер з ОП, СОП здійснюють постійний контроль за додержанням працівниками вимог інструкцій.

					КР.422.19.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		61

Зміст і побудова інструкцій – кожній інструкції присвоюються назва і скорочене позначення. У назві інструкції стисло вказується, для якої професії або виду робіт вона призначена (наприклад: «Інструкція з охорони праці для електрозварника»). В інструкціях зазначаються загальні положення щодо охорони праці, організаційні та технічні вимоги безпеки, які визначаються на основі [16]:

- законодавства України про працю та охорону праці, стандартів, правил, інших нормативних та організаційно-методичних документів з охорони праці;

- наявних і ймовірних небезпек, які потенційно можуть призвести до травмування, погіршення стану здоров'я чи смерті людини під час трудової діяльності, завдати шкоди майну або навколишньому середовищу;

- аналізу документів з охорони праці стосовно відповідного виробництва, професії (виду робіт);

- характеристики робіт, що виконуються працівником конкретної професії відповідно до її кваліфікаційної характеристики;

- вимог безпеки до технологічного процесу, виробничого устаткування, інструментів і пристроїв, що застосовуються під час виконання відповідних робіт, а також вимог безпеки, що містяться в експлуатаційній та ремонтній документації і в технологічному регламенті;

- виявлення небезпечних і шкідливих виробничих факторів, характерних для конкретної професії (конкретного виду робіт) як при нормальному проходженні технологічного процесу, так і при відхиленнях від оптимального режиму, визначення заходів та засобів захисту від них, вивчення конструктивних й експлуатаційних особливостей та ефективності використання цих засобів;

- аналізу обставин і причин найбільш ймовірних аварійних ситуацій, нещасних випадків і професійних захворювань, характерних для конкретної професії (конкретного виду робіт);

					<i>КР.422.19.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		62

– вивчення успішного досвіду організації безпечної праці та виконання відповідних робіт, визначення найбезпечніших методів і прийомів їх виконання.

Вимоги інструкцій викладаються відповідно до послідовності технологічного процесу з урахуванням умов, у яких виконується конкретний вид робіт. Інструкції складаються з таких розділів [16, 17]:

- 1) розділ «Загальні положення»;
- 2) розділ «Вимоги безпеки перед початком роботи»;
- 3) розділ «Вимоги безпеки під час роботи»;
- 4) розділ «Вимоги безпеки після закінчення роботи»;
- 5) розділ «Вимоги безпеки в аварійних ситуаціях».

За необхідності інструкції можуть містити й інші розділи. Для розміщення матеріалів, які доповнюють зміст інструкцій, ілюструють чи конкретизують окремі вимоги, може передбачатись розділ «Додатки», у якому може також наводитись перелік нормативно-правових актів та актів підприємства з охорони праці, на підставі яких розроблено інструкцію [16].

При викладенні тексту інструкції потрібно керуватися такими правилами: текст має бути стислим, зрозумілим, конкретним (без можливості різного тлумачення); у тексті не повинно бути посилань на нормативно-правові акти, вимоги яких враховуються при розробленні інструкції (за необхідності такі вимоги відтворюються дослівно); не допускається використання не властивих для нормативних актів слів, словосполучень і зворотів, характерних для розмовної мови, довільних скорочень слів, використання для позначення одного поняття різних термінів, а також іноземних слів чи термінів за наявності рівнозначних слів чи термінів в українській мові; допускається застосування лише загальноприйнятих скорочень та аббревіатур, а також заміна застосованих в інструкції словосполучень скороченням або аббревіатурою за умови повного відтворення цього словосполучення при першому згадуванні в тексті із зазначенням у

					<i>КР.422.19.00.00.000.ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		63

дужках відповідного скорочення чи абрєвіатури; потрібно уникати викладення вимог у формі заборони, а за необхідності – давати пояснення, чим викликано заборону; не потрібно застосовувати слова «категорично», «особливо», «обов'язково», «суворо» тощо, оскільки всі вимоги інструкції є однаково обов'язковими; для наочності окремі вимоги можуть ілюструватись малюнками, схемами, кресленнями тощо; якщо безпека роботи обумовлена певними нормами (величини відстаней, напруги тощо), вони мають бути наведені в інструкції [16].

Загальне керівництво розробленням інструкцій покладається на роботодавця. Необхідні інструкції розробляються безпосередніми керівниками робіт, які є відповідальними за своєчасне їх виконання. Інструкція набирає чинності з дня її затвердження, якщо інше не передбачено наказом роботодавця. Інструкція вводиться в дію до впровадження нового технологічного процесу (початку виконання робіт), устаткування чи до початку роботи нового виробництва.

Видача примірників інструкцій керівникам структурних підрозділів підприємства проводиться службою охорони праці з реєстрацією в журналі обліку видачі інструкцій з охорони праці на підприємстві [16,17].

Отже, розроблення інструкцій з охорони праці є невід'ємною частиною роботи відповідної служби підприємства, структура яких визначається відповідним типом інструктажу – вступним, первинним, повторним, позаплановим або цільовим. Інструкції з охорони праці є основним нормативним документом, який розробляється на підприємстві і виступає гарантом безпеки праці працівників.

5.2 Аналіз небезпеки дотику до струмопровідних частин електроустановок. Напруга дотику і крокова напруга

Залежно від типу електроустановки її експлуатація можлива з використанням однофазної або трифазної електричної мережі.

					<i>КР.422.19.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		64

В однофазних мережах змінного струму і мережах постійного струму можуть бути два види прямого дотику [18, с.225]:

- однополюсний прямий дотик – це дотик людини, що стоїть на провідній основі (землі), до одного полюса мережі;
- двополюсний прямий дотик – це дотик людини до двох полюсів мережі.

Порівнюючи випадки прямого дотику в однофазних мережах змінного і постійного струму, можна стверджувати наступне [18, с.225]:

- найбільш небезпечний випадок двополюсного прямого дотику через те, що в цьому випадку сила струму через людину $I_{\text{лд}}$ матиме найбільше значення, оскільки опір тіла людини буде мінімальним, а струм протікатиме за найбільш небезпечним шляхом;
- найменш небезпечний випадок однополюсного прямого дотику в мережі ізольованій від землі, тому що у цьому випадку сила струму через людину обмежується великим значенням опору витоку.

У трифазних електричних мережах можуть бути три види прямого дотику [18, с.225, 226]:

- однофазний прямий дотик – це дотик людини, що стоїть на провідній основі, до одного фазного провідника;
- двофазний прямий дотик – це одночасний дотик людини до двох різних фазних провідників;
- одночасний дотик до фазного і N-, PE- чи PEN- провідників у мережах напругою до 1 кВ з глухозаземленою нейтраллю.

Аналізуючи розглянуті випадки прямих дотиків людини до струмовідних частин трифазних електричних мереж, можемо зробити такі висновки [18, с.226]:

- найбільш небезпечними є випадки прямих однофазних дотиків як за силою струму, що протікає через людину, так і за шляхом струму – за верхньою стандартною петлею;

					<i>КР.422.19.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		65

– найменш небезпечними є випадки прямих однофазних дотиків у електричній мережі з ізольованою нейтраллю;

– небезпечними є також випадки прямих однофазних дотиків у разі аварійного стану електричної мережі з ізольованою нейтраллю, коли людина потрапляє під лінійну напругу.

Під *напругою непрямого дотику* через корпус електроустановки розуміють процес, коли людина потрапляє в електричне поле дії, якщо вона стоїть на ґрунті (струмопровідній основі) і торкається корпусу пошкодженої електроустановки [18, с.228].

Під *напругу кроку* потрапляє людина, переміщуючись поверхнею землі в зоні розтікання струму замикання на землю (локальна земля). Напруга кроку дорівнює різниці потенціалів точок поверхні ґрунту, на яких перебувають ноги людини [18, с.229].

Струмовідні частини електроустановок (далі ЕУ) не повинні бути доступні для випадкового прямого дотику до них, а доступні для дотику відкриті і сторонні провідні частини не повинні перебувати під напругою, що становить небезпеку ураження електричним струмом і в нормальному режимі роботи, і в разі пошкодження ізоляції.

Для запобігання ураженню електричним струмом у нормальному режимі роботи слід застосувати окремо або в поєднанні такі заходи захисту від прямого дотику [18, с.231]:

- основну ізоляцію струмовідних частин;
- огорожі та оболонки в ЕУ;
- бар'єри в ЕУ;
- розміщення струмовідних частин поза зоною досяжності;
- розміщення струмовідних частин на недосяжній висоті або у недоступному місці;
- блокування безпеки в ЕУ;
- орієнтацію в ЕУ.

					<i>КР.422.19.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		66

Захист від прямого дотику не вимагається, якщо номінальна напруга ЕУ не перевищує [18, с.231]:

– 25 В змінного або 60 В постійного струму в разі застосування системи БНН (безпечної наднизької напруги), якщо електричне обладнання експлуатується в сухих приміщеннях;

– 25 В змінного і 60 В постійного струму в разі застосування системи ЗНН (захисної наднизької напруги), якщо обладнання перебуває в зоні дії зрівнювання потенціалів і експлуатується тільки в сухих приміщеннях;

– 6 В змінного або 15 В постійного струму в усіх інших випадках.

Отже, прямий чи непрямий дотик людини до струмовідних елементів електроустановок може призвести до небажаних наслідків, а зокрема, летальних випадків, тому попередньо на підприємстві повинні бути вжиті певні заходи захисту, які б не призвели до таких ситуацій.

5.3 Обґрунтування вимог охорони праці та пожежної безпеки під час виготовлення корпусу вогнегасника ВП-3

Створення безпечних умов праці – найважливіша задача будь-якого виробництва. За правильну організацію і стан охорони праці несе відповідальність керівництво підприємства. Безпека зварювальних робіт цілком залежить від рівня професійної майстерності, знань і уміння виконання їх зварником.

До виконання електрозварювальних робіт допускаються особи не молодше 18-літнього віку, які пройшли медичний огляд, навчені за програмою теоретичної і практичної підготовки, склали іспит кваліфікаційній комісії і мають посвідчення установленого зразка [19].

Всі методи зварювання вимагають дотримання певного комплексу правил охорони праці. На зварювальника під час зварювання плавленням в тій

					<i>КР.422.19.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		67

чи іншій мірі існує можливість небезпечних впливів в зв'язку з наступними факторами [19]:

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

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

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

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

					<i>КР.422.19.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		68

Захист органів зору. Негативний вплив випромінювання електричної зварювальної дуги на сітківку ока вважається загальновідомим фактом і є приводом для підвищеної уваги всіх учасників зварювального процесу. Також це стосується напарників, які часто залучаються при виконанні складних і нестандартних робіт.

Для захисту очей і обличчя використовуються зварювальні маски, захисні окуляри і спеціальні щитки. Популярним і поширеним засобом захисту органів зору при проведенні робіт є зварювальна маска хамелеон, що відрізняється різноманітністю регулювань і зручністю налаштувань. Звичайно, можна використовувати і прості маски, але професійні засоби і інструменти вважаються більш ефективними і надійними за всіма параметрами [19].

Якщо функції вашого напарника обмежуються лише підготовчими заходами для виконання основних робіт, цілком ймовірно, що маска зварника стане для нього надмірним аксесуаром. У таких ситуаціях добре підійдуть захисні окуляри.

Захист дихальних органів. Оскільки виникнення летких отруйних речовин при проведенні зварювальних робіт відноситься до стандартних наслідків, турбота про органи дихання є не менш важливою темою, ніж попередня.

Надійним елементом для захисту органів дихання вважається респіратор, який зручно одягати під маску зварника. На практиці добре зарекомендували себе респіратори з вуглецевим покриттям [19]. Вони захищають органи дихання від зварювального диму, аерозолів, пилу та органічних запахів нижче гранично допустимих концентрацій. Наявність клапанів видиху полегшує дихання і дозволяє успішно застосовувати такі респіратори при підвищених температурах.

Захист від опіків. Кращий захист від попадання бризок розплавленого металу або контакту з розпеченими поверхнями надає спецодяг зварника.

					<i>КР.422.19.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		69

Область рук добре захищають краги, для інших частин тіла ефективні спеціальні куртки, костюми, комбінезони, штани, а на ноги прийнято взувати черевики зварника. Весь спецодяг повинен підходити за розміром, бути зручним і справним. Куртки при роботі не слід вправляти у штани, а взуття повинне мати гладкий верх, щоб бризки розплавленого металу не потрапляли всередину одягу, так як в цьому випадку можливі важкі опіки. Дотримання цих умов допоможе виконати заплановану роботу максимально продуктивно і безпечно.

Небезпека виникнення пожеж від розплавленого металу і шлаку існує в тих випадках, коли зварювання виконують по металу, що закриває дерево або горючі матеріали, на дерев'яних лісах, поблизу легкозаймистих матеріалів тощо [19].

Отже, в процесі виготовлення корпусу вогнегасника ВП-3 обов'язковою умовою є дотримання всіх цих вимог, так як їх порушення можуть викликати виникнення аварійних ситуацій на підприємстві, що є небажаним явищем для інших працівників.

					<i>КР.422.19.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		70

ВИСНОВКИ

Удосконалення технологічного процесу виготовлення корпусу вогнегасника ВП-3 полягає в наступному:

1) використовувати спосіб автоматичного зварювання у суміші МІХ-1, яка містить аргон (82%) і вуглекислий газ (18%) – це дозволить пришвидшити виконання зварювальних робіт, забезпечить кращий захист зварювальної ванни та зменшить розбризкування зварювального металу;

2) застосовувати спеціальні складально-зварювальні пристосування та устаткування з метою усунення можливості ведення металу під час зварювання і надійної фіксації елементів конструкції;

3) впровадження ефективних сучасних зразків зварювального обладнання.

Для виготовлення корпусу вогнегасника використовується конструкційна низьковуглецева сталь марки Ст3Гпс, тому буде використовуватись автоматичне зварювання в захисній суміші МІХ-1 (82% Ar+18% CO₂).

Зварювання буде здійснюватися автоматичною головкою А2 Mini Master MIG/MAG компанії «ESAB» в поєднанні з охолоджуючим блоком ОСЕ 2Н, на таких режимах: $I_{зв} - 60 \text{ А}$, $U_{д} - 22 \text{ В}$, $V_{п.д.} - 185 \text{ м/год}$, $V_{зв.} - 17 \text{ м/год}$, $Q_{г} - 6 \text{ л/хв}$.

Складання корпусу вогнегасника ВП-3 відбувається у спеціалізованій установці УД-209, що дозволяє покращити техніко-економічні показники виробничого процесу. У ході виконання економічних розрахунків виявилось, що зменшення цехової собівартості виробу відбувається завдяки правильним інженерним рішенням, які сприяють підвищенню рентабельності виробництва.

Розглянуто питання, що стосуються пожежної безпеки та основних вимог охорони праці при виготовленні корпусу вогнегасника ВП-3 в розділі «Охорона праці».

					<i>КР.422.19.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		71

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Гуменюк І.В., Іваськів О.Ф., Гуменюк О.В. Технологія електродугового зварювання: підручник. Київ: Грамота, 2006. 512 с.
2. Сталь Ст3Гпс. Прокат конструкційного і загального призначення: веб-сайт. URL: <https://metinvestholding.com/ua/products/steel-grades/st3gps> (дата звернення: 29.04.2024).
3. Квасницький В.В. Теорія процесів зварювання. Дослідження фізико-хімічних і металургійних процесів та здатності металів до зварювання: навч. посіб. Миколаїв: УДМТУ, 2002. 181 с.
4. Гаєвський О.А., Гаєвський В.О. Координація зварювальних робіт: навчальний посібник. Київ: Центр учбової літератури, 2017. 368 с.
5. Биковський О.Г., Піньковський І.В. Довідник зварника. Київ: Техніка, 2002. 336 с.
6. Зварювальна головка A2 Mini Master MIG/MAG. Блок охолодження OSE 2H. General Welders: веб-сайт. URL: <http://gwelders.uz/news/140-svarochnaya-golova-a2-mini-master-mig-mag.html> (дата звернення: 06.06.2024).
7. Камель Г.І., Гасило Ю.А., Івченко П.С., Романюк Р.Я. Контроль якості зварювання. Том 1. Неруйнівні методи контролю: навчальний посібник. Кам'янське: ДДТУ, 2018. 241 с.
8. Плазморіз GYS Plasma Cutter 31 FV. Зварювальні апарати GYS: веб-сайт. URL: https://rozetka.com.ua/ua/gys_030985/p7086469/ (дата звернення: 07.06.2024).
9. Токарний верстат JET GHV-1340A. Токарні верстати по металу: веб-сайт. URL: <https://www.jettools.com.ua/metalloobrobotka/tokarnye-stanki-po-metallu/tokarno-vintoreznyj-jet-ghv-1340a.html> (дата звернення: 07.06.2024).
10. Електромеханічні вальці Prinzing RME 52/103. Вальці електромеханічні для тонкого листового металу: веб-сайт. URL: <https://svartech.com.ua/ua/g87358150-elektromehhanicheskie-valtsy-dlya> (дата звернення: 07.06.2024).

					<i>КР.422.19.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		72

11. Механічний пробивний прес D-T30 DADONG. Ковальсько-пресове обладнання: веб-сайт. URL: <https://prom.ua/ua/p1157417953-mehanicheskij-probivnoj-press.html?&primelead=MQ> (дата звернення: 07.06.2024).

12. Компресор повітряний Dnipro-M AC-100 VG. Повітряні компресори: веб-сайт. URL: <https://dnipro-m.ua/uk/tovar/kompressor-ac-100-vg/> (дата звернення: 07.06.2024).

13. 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).

14. Карпенко А.С. Технологічна оснастка у зварювальному виробництві: навч. посібник. Київ: Арістей, 2005. 268 с.

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

16. Інструкція з охорони праці. Охорона праці і пожежна безпека: веб-сайт. URL: <https://oppb.com.ua/news/skladayemo-instrukciyu-z-ohorony-praci-shcho-maye-buty-v-kozhnomu-z-rozdiliv> (дата звернення: 31.05.2024).

17. Положення про розробку інструкцій з охорони праці (ДНАОП 0.00-4.15-98), наказ №9, від 29.01.1998. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0226-98#Text> (дата звернення 16.06.2024).

18. Охорона праці та цивільний захист: підручник для студентів, які навчаються за спеціальностями галузей знань «Автоматизація та приладобудування» / Левченко О.Г., Полукаров О.І., Зацарний В.В., Полукаров Ю.О., Землянська О.В.; за ред. О.Г. Левченка. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. 420 с.

19. Вимоги безпеки зварювального виробництва. Загальні правила: веб-сайт. URL: <https://oppb.com.ua/news/golovni-pravy-la-bezpeky-zvaryvalnyh-robot> (дата звернення 31.05.2024).

					КР.422.19.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		73

ДОДАТКИ

					КР.422.19.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		74