

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
вентиляційної решітки

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

Ярослав ЯЩИШИН

Керівник

Віктор СЕНЧИШИН

Рецензент

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

« 11 » травня 2026 року

З А В Д А Н Н Я

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

ЯЩИШИНУ Ярославу Ігоровичу

Тема роботи Проект вдосконалення технологічного процесу виготовлення
вентиляційної решітки

Керівник роботи СЕНЧИШИН Віктор Степанович
(прізвище, ім'я, по батькові)

затверджений наказом від 20. 04. 2026 року № 4/9-200

Термін подання студентом роботи 19.06.2026р.

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 Планування та розробка заходів з протипожежного захисту

5.2 Джерела запалювання та пожежна небезпека електрообладнання

Перелік графічного матеріалу

1. Технологічний процес виготовлення вентиляційної решітки – 1.0 (форм. А1)

2. Складальне креслення вентиляційної решітки – 1.0 (форм. А3)

3. Складальне креслення маніпулятора Т-25 – 1.0 (форм. А1)

4. Складальне креслення роботизованого комплексу – 1.0 (форм. А1)

Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Організаційно-економічний розділ	Наталія ІГНАТОВА, викладач	 (підпис) (дата)	 (підпис) (дата)
Охорона праці	Геннадій ГОРЯЧЕК, викладач	 (підпис) (дата)	 (підпис) (дата)

Дата видачі завдання 18.05.2026р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналітичний розділ	21.05.2026	
2	Технологічний розділ	25.05.2026	
3	Конструкторський розділ	03.06.2026	
4	Організаційно-економічний розділ	08.06.2026	
5	Охорона праці	11.06.2026	
6	Графічна частина	15.06.2026	
7	Перевірка на плагіат	19.06.2026	

Студент

(підпис)

Ярослав ЯЦИШИН

(ім'я, прізвище)

Керівник роботи

(підпис)

Віктор СЕНЧИШИН

(ім'я, прізвище)

АНОТАЦІЯ

Процеси зварювання відіграють важливу роль при виготовленні металевих конструкцій будь-якого рівня складності. Особливістю технологічного процесу виготовлення вентиляційної решітки 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 ventilation grille 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	10
1.2 Характеристика матеріалу зварного виробу	11
1.3 Технічні умови на виготовлення зварної конструкції	13
1.3.1 Вимоги до матеріалів і напівфабрикатів	13
1.3.2 Вимоги до шорсткості, геометричності форми та розмірів	14
1.3.3 Вимоги до зварних з'єднань виробу	15
1.3.4 Вимоги до складання	16
1.3.5 Вимоги до якості зварної конструкції	17
1.4 Аналіз базового технологічного процесу виготовлення зварної конструкції та постановка задач на виконання кваліфікаційної роботи	17
2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ	19
2.1 Технічне обґрунтування вибраного способу зварювання	19
2.2 Вибір зварювальних матеріалів	22
2.3 Вибір та розрахунок параметрів режиму зварювання	23
2.4 Вибір і обґрунтування зварювального устаткування	28
2.5 Вибір методу контролю якості виробу	32
2.6 Опис вибраного технологічного процесу виготовлення зварної конструкції	35
2.6.1 Заготівельні операції	35
2.6.2 Складальні операції	36
2.6.3 Складально-зварювальні операції	36

					<i>КР.422.37.00.00.000.ПЗ</i>			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.	Ящишин				Проект вдосконалення техно- логічного процесу виготовлення вентиляційної решітки Пояснювальна записка	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.	Сенчишин Вікт.						4	81
Реценз.						ВСП «ТФК ТНТУ», гр. ПМ-422ск		
Н. Контр.	Залуцька							
Затв.	Дранівська							

2.6.4	Опоряджувальні операції	.	.	.	.	.	37
2.6.5	Допоміжні операції	.	.	.	.	.	37
2.6.6	Контроль якості	.	.	.	.	.	37
2.7	Нормування технологічного процесу виготовлення зварної						
	конструкції і витрат матеріалів та електроенергії	.	.	.	.	.	38
3	КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ	.	.	.	.	.	41
3.1	Обґрунтування вибору типу пристосувань, які застосовуються при						
	виготовленні конструкції.	.	.	.	.	.	41
3.2	Опис роботи зварювального пристосування	.	.	.	.	.	44
4	ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ	.	.	.	.	.	50
4.1	Розрахунок кількості обладнання	.	.	.	.	.	50
4.2	Розрахунок кількості працівників	.	.	.	.	.	55
4.3	Визначення витрат і вартості основних матеріалів	.	.	.	.	.	58
4.4	Розрахунок фонду оплати праці	.	.	.	.	.	59
4.5	Калькуляція собівартості виробу	.	.	.	.	.	64
4.6	Розрахунок суми капіталовкладень для розробленого						
	технологічного процесу та його економічної ефективності	.	.	.	.	.	66
4.7	Основні техніко-економічні показники розробленого						
	технологічного процесу	.	.	.	.	.	67
5	ОХОРОНА ПРАЦІ	.	.	.	.	.	70
5.1	Планування та розробка заходів з протипожежного захисту	.	.	.	.	.	70
5.2	Джерела запалювання та пожежна небезпека електрообладнання	.	.	.	.	.	72
	ВИСНОВКИ	.	.	.	.	.	78
	ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	.	.	.	.	.	79
	ДОДАТКИ	.	.	.	.	.	81

ВСТУП

Зварювання є одним із ключових технологічних процесів у машинобудуванні та будівництві. У цих галузях найчастіше застосовують дугові методи, зокрема зварювання в захисних газах та під флюсом.

Зварювання дедалі ширше застосовується для виготовлення конструкцій різного призначення в промислово розвинених країнах. Високий рівень можливостей щодо механізації та автоматизації цього процесу є ключовою перевагою, яка забезпечує зварним конструкціям пріоритет над литими, кованими та штампованими виробами.

Велика різноманітність зварних конструкцій ускладнює їх поділ за одним універсальним критерієм. Їх можна класифікувати за призначенням, товщиною елементів, матеріалом або способом отримання заготовок. Для розроблення типових технологічних процесів найбільш зручно використовувати класифікацію за конструктивною формою виробів та характером експлуатаційних навантажень.

За такими ознаками виділяють гратчасті конструкції, балки, оболонки, корпусні транспортні елементи, а також деталі машин і приладів.

У цій роботі запропоновано вдосконалення технологічного процесу виготовлення вентиляційної решітки, що забезпечує покращення виробничих умов і підвищення якості готової продукції.

					КР.422.37.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

1 АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Опис конструкції зварного виробу

Під час проектування вентиляційних систем інколи ігнорують потребу встановлення вентиляційних решіток, хоча вони є обов'язковим елементом конструкції.

Дехто помилково вважає вентиляційні решітки суто декоративним елементом, що не має практичного значення. Насправді це хибне уявлення, адже вони виконують важливі функції у роботі всієї системи.

Основна функція вентиляційних решіток полягає у рівномірному розподілі повітря в приміщенні, що забезпечує належну вентиляцію та достатнє надходження кисню. Окрім цього, їх встановлення є вимогою чинних норм пожежної безпеки, і такі елементи повинні бути передбачені в будь-якій будівлі чи споруді. Під час пожежі вентиляційні решітки сприяють відведенню диму та зменшують ризик отруєння чадним газом.

Різноманіття вентиляційних решіток справді вражає, адже їх поділяють щонайменше за чотирма основними та багатьма додатковими класифікаційними ознаками.

Першою класифікаційною ознакою вентиляційних решіток є місце їх встановлення та спосіб монтажу. Відповідно до цього критерію розрізняють такі типи решіток:

- зовнішні;
- внутрішні;
- переточні.

Зовнішні вентиляційні решітки, як випливає з їх назви, встановлюють з боку вулиці. Вони слугують для захисту повітроводів від опадів, пилу та сміття, а також можуть запобігати проникненню в будівлю дрібних тварин чи гризунів. Найчастіше такі решітки виготовляють з алюмінію, оскільки він стійкий до корозії та впливу зовнішнього середовища.

					КР.422.37.00.00.000.ПЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Зовнішні вентиляційні решітки обов'язково оснащуються жалюзьями, зафіксованими під певним кутом. У деяких моделях передбачено навіть підігрів, що запобігає утворенню льоду на поверхні. Внутрішні вентиляційні решітки встановлюють усередині приміщень. Оскільки вони не зазнають значних навантажень, їх найчастіше виготовляють із пластику. Основні вимоги до таких виробів – привабливий зовнішній вигляд і простота монтажу. Багато внутрішніх решіток оснащені регульованими жалюзьями, які дають змогу змінювати напрямок і силу повітряного потоку. У деяких моделей центральна частина є знімною.

Переточні вентиляційні решітки встановлюють у перегородках, стінах або дверях, тобто вони забезпечують повітрообмін між двома суміжними приміщеннями. Такі решітки оснащені V-подібними жалюзьями, розташованими таким чином, щоб вони перекривали одна одну. Завдяки цьому повітря може вільно циркулювати, але при цьому зберігається повна звукоізоляція між приміщеннями.

Ще одним критерієм класифікації вентиляційних решіток є їхня конструкція. За цією ознакою вони поділяються на такі типи:

- регульовані;
- нерегульовані;
- інерційні.

Регульовані вентиляційні решітки оснащені рухомими жалюзьями, що дають змогу змінювати живий переріз і керувати інтенсивністю повітряного потоку. Нерегульовані моделі таких жалюзів не мають, тому не дозволяють змінювати напрям чи силу руху повітря. Інерційні решітки працюють автоматично: їхні стулки закриваються після припинення повітряного потоку, перекриваючи вентиляційний канал. За матеріалом виготовлення вентиляційні решітки поділяють на: дерев'яні, пластикові, алюмінієві, сталеві та інші.

Дерев'яні вентиляційні решітки використовують виключно всередині приміщень. Вони мають високу вартість і потребують спеціального догляду,

					КР.422.37.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

що обмежує сферу їх застосування. Пластикові вентиляційні решітки є більш доступними за ціною, вирізняються стійкістю до біологічного впливу та не піддаються корозії. Однак їхнім суттєвим недоліком є те, що під дією сонячного світла вони можуть деформуватися та змінювати колір.

Алюмінієві вентиляційні решітки коштують дещо дорожче за пластикові, проте вирізняються високою міцністю, малою вагою та стійкістю до впливу світла, не втрачаючи своїх властивостей з часом.

Сталеві решітки є дорожчими за алюмінієві, але відзначаються підвищеною міцністю та значною масою, що робить їх особливо надійними. За формою вентиляційні решітки поділяють на: круглі, прямокутні та інші різновиди.

На рисунках 1.1 та 1.2 подано загальний вигляд вентиляційної решітки та її схематичний розріз. Усі елементи конструкції виготовлені зі сталі Ст3пс. Основою слугує кутник розміром 30×30×3 мм і довжиною 400 мм, а також металева смуга 390×30×3 мм.



Рисунок 1.1 - Загальний вигляд вентиляційної решітки

					КР.422.37.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

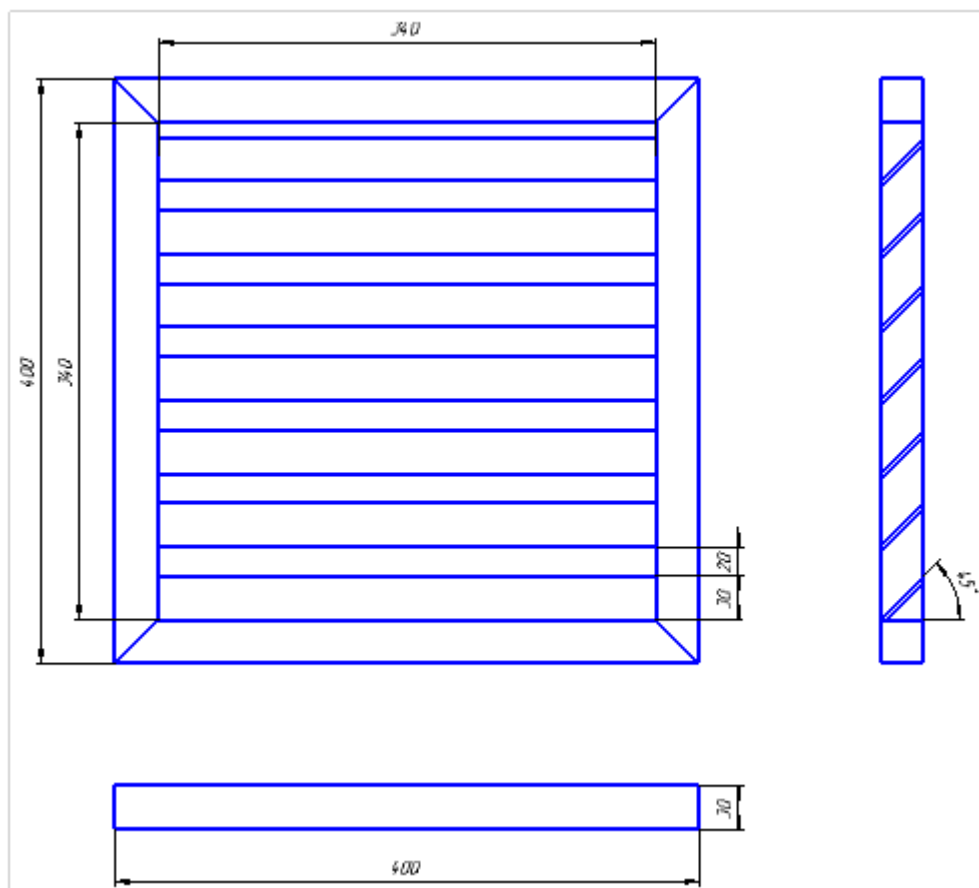


Рисунок 1.2 - Схематичне зображення в розрізі

1.1.1 Технічні вимоги до зварного виробу

До вентиляційних решіток висувають низку технічних вимог, що забезпечують їхню ефективність, довговічність та безпечну експлуатацію.

Основними з них є:

- 1) міцність і жорсткість конструкції;
- 2) стійкість до корозії та впливу зовнішніх факторів;
- 3) відповідність геометричних розмірів;
- 4) забезпечення необхідного повітрообміну;
- 5) безпечність експлуатації;
- 6) естетичний вигляд;
- 7) можливість обслуговування;

8) відповідність нормам пожежної безпеки.

1.2 Характеристика матеріалу зварного виробу

Для виготовлення складальних одиниць і деталей вентиляційної решітки використовується сталь Ст3пс. Це конструкційна сталь звичайної якості, що постачається з регламентованим хімічним складом і механічними властивостями та має обмежений вміст вуглецю, фосфору й сірки.

Хімічний склад та механічні властивості сталі Ст3пс приведені в таблицях 1.1 і 1.2 відповідно [1].

Таблиця 1.1 – Хімічний склад сталі Ст3пс, %

C	Mn	Si	P	S	Cr	Ni	Cu	As
			не більше					
0,14- 0,22	0,40- 0,65	0,05- 0,15	0,04	0,05	0,30	0,30	0,30	0,08

Таблиця 1.2 - Механічні властивості сталі Ст3пс

Границя текучості, σ_{02} , МПа	Границя міцності σ_B , МПа	Відносне видовження, δ_5
205-245	370-480	25

Однією з ключових технологічних характеристик сталей є їхня зварюваність. Під зварюваністю розуміють здатність матеріалу утворювати з'єднання, яке за встановленої технології відповідає вимогам конструкції та умовам експлуатації виробу.

Зварюваність залежить від властивостей металу, кристалізаційної решітки, наявності шкідливих елементів тощо. Зварюваність вважається кращою при використанні простої технології, коли є широкі межі режимів

зварювання, у швах відсутні тріщини, пори, неметалеві включення та інші дефекти [2, с.34].

Технологічна зварюваність визначає, наскільки властивості зварного шва наближені до властивостей основного металу.

До основних критеріїв зварюваності належать:

- схильність металу до окиснення під час зварювання, що визначається його хімічною активністю;
- здатність протистояти утворенню гарячих тріщин і тріщин при повторних нагріваннях;
- опір виникненню холодних тріщин;
- чутливість матеріалу до теплового впливу зварювального процесу;
- відповідність властивостей зварного з'єднання експлуатаційним вимогам, зокрема міцності, пластичності, в'язкості, жорсткості та іншим показникам.

Рівень зварюваності металу визначають за результатами розрахунку 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 – відсотковий вміст відповідних елементів у сталі.

$$C_{екв} = 0.22 + \frac{0.65}{6} + \frac{0.15}{24} + \frac{0.30}{10} + \frac{0.30}{5} + \frac{0.30}{15} = 0.44 \quad \%$$

Оскільки еквівалентний вміст вуглецю становить менше 0,45 %, сталь має добру зварюваність. Її можна з'єднувати будь-якими поширеними методами без додаткових технологічних операцій, зокрема без попереднього чи супутнього підігрівання під час зварювання.

Хімічний склад металу шва при зварюванні сталі цієї марки практично збігається зі складом основного металу. Відмінність полягає у дещо нижчому

					КР.422.37.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

вмісті вуглецю в металі шва, що запобігає утворенню гартівних структур за умов інтенсивного охолодження. Зниження міцності, яке може виникати через меншу кількість вуглецю, компенсується легуванням шва марганцем і кремнієм, що надходять із електродного дроту.

Отже, хімічний склад металу шва визначається співвідношенням основного та присаджувального металів, а також їхньою взаємодією з газовою фазою під час зварювання.

Підвищена швидкість охолодження сприяє зростанню міцності шва, проте водночас зменшує його пластичність і ударну в'язкість. Це пов'язано зі зміною кількості та структури перлітної фази. Критична температура переходу металу однопрохідного шва майже не залежить від швидкості охолодження. Темп охолодження визначається товщиною зварюваного елемента, вибраним режимом зварювання та початковою температурою виробу.

1.3 Технічні умови на виготовлення зварної конструкції

1.3.1 Вимоги до матеріалів і напівфабрикатів

Вентиляційна решітка має виготовлятися відповідно до креслень, державних і галузевих стандартів, а також чинних нормативно-технічних документів, затверджених у встановленому порядку. Під час вибору марки сталі необхідно враховувати, до якого класу належить конструкція та які вимоги висуваються до її експлуатації.

Оскільки для виготовлення конструкції застосовується вуглецева сталь, у кресленнях слід обов'язково зазначати:

- а) її групу та категорію;
- б) вимоги щодо ступеня розкислення.

Матеріал за своїм хімічним складом і механічними властивостями має відповідати вимогам Держстандартів та технічних умов. Його якість і

					КР.422.37.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

характеристики повинні бути підтверджені постачальником у належних сертифікатах якості.

Вимоги до матеріалу, сфера його застосування, призначення, умови експлуатації та види випробувань мають відповідати положенням ДСТУ, установленим для цього виду матеріалу.

Елементи, що приварюються ззовні або зсередини, мають виготовлятися з матеріалів із доброю зварюваністю та коефіцієнтами лінійного розширення, близькими до показників основного металу.

1.3.2 Вимоги до шорсткості, геометричності форми та розмірів

Для виготовлення зварної конструкції доцільно застосовувати кутники та смуговий прокат. Зварні з'єднання слід виконувати відповідно до чинної нормативно-технічної документації галузі. У зварних елементах необхідно уникати різких змін перерізів, гострих кутів та інших конструктивних особливостей, що спричиняють концентрацію напружень або порушують рівномірність силового потоку. Перевагу слід надавати з'єднанням із мінімальною концентрацією напружень.

Допуски на розміри сумісних деталей мають забезпечувати:

- а) можливість складання без додаткового підганяння на місці;
- б) дотримання необхідних зазорів у стиках з'єднуваних елементів.

в) забезпечення складальних розмірів і дотримання технічних вимог до зварного шва чи конструкції з урахуванням зварювальних деформацій, величина яких визначається розрахунком.

На етапах проектування та виготовлення виробу необхідно забезпечити збереження його геометричних розмірів і форми. Це досягається виконанням таких вимог:

- проектування конструкції з урахуванням технологічних особливостей виробництва;

					КР.422.37.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

- правильне оформлення всіх зварних з'єднань з урахуванням способу їх обробки, підготовки кромки і встановлених допусків;
- суворе дотримання технологічного процесу для запобігання появі напружень і деформацій.

1.3.3 Вимоги до зварних з'єднань виробу

Властивості зварних з'єднань мають, як правило, відповідати властивостям основного металу. У деяких випадках встановлюються мінімально допустимі значення механічних характеристик – передусім міцності, ударної в'язкості та пластичності. Основні типи швів і їхні конструктивні елементи при напівавтоматичному дуговому зварюванні в середовищі захисного газу повинні відповідати вимогам чинних стандартів. Параметри нестандартних швів визначаються розробниками конструкторської документації та зазначаються безпосередньо на кресленнях.

Також необхідно дотримуватися таких вимог:

- забезпечення форми та розмірів швів відповідно до технічних умов, зазначених у кресленнях;
- використання основного та зварювального матеріалів із мінімальним вмістом сірки й фосфору;
- створення умов, що сприяють формуванню дрібнозернистої структури первинної кристалізації.

Зварні з'єднання не повинні містити дефектів, що перевищують установлені нормативами допустимі значення. Шви вентиляційної решітки слід розташовувати таким чином, щоб забезпечити можливість їхнього візуального огляду, проведення неруйнівного контролю та доступу для усунення можливих дефектів.

					КР.422.37.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

Відстань між краєм шва, яким приварюються внутрішні чи зовнішні елементи, та найближчим швом решітки повинна бути не меншою за товщину стінки елементів, з яких виготовлена конструкція.

1.3.4 Вимоги до складання

Усі деталі, що надходять на складання під зварювання, повинні бути попередньо вирівняні. Неплощинність і непрямолінійність не мають перевищувати 3 мм на 1 погонний метр, якщо в кресленнях не зазначено більш жорстких вимог. Поверхні, що підлягають складанню та зварюванню, повинні бути очищені від масла, іржі, окалини, бруду та вологи.

До зварювання не допускаються деталі, що пройшли гартування, цементацію чи оксидування. Складання елементів конструкції слід виконувати у спеціальних складально-зварювальних пристосуваннях, які забезпечують точність позиціонування та фіксації деталей.

Під час визначення базових розмірів складально-зварювальних пристосувань, установок і стендів необхідно враховувати можливі деформації, що виникають у процесі зварювання вузла. Допустимі зазори та зміщення кромek при складанні мають відповідати встановленим нормам і вимогам.

Методи складання елементів решітки під зварювання мають забезпечувати точне взаємне розташування спряжених елементів та достатній доступ для виконання зварювальних операцій у послідовності, визначеній технологічним процесом.

Підготовка кромek і величина зазору між ними при зварюванні мають відповідати вимогам креслень та чинних стандартів на зварні шви.

Під час напівавтоматичного зварювання в середовищі захисного газу прихватки слід виконувати лише в тих місцях і в тій послідовності, що визначені технологічним процесом.

					КР.422.37.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

1.3.5 Вимоги до якості зварної конструкції

Під час оцінювання якості важливими є гострота окремих дефектів у з'єднаннях, їх кількість, частка браку та частка усунених недоліків. Виправлення дефектів не завжди забезпечує підвищення працездатності виробу й супроводжується додатковими витратами.

Допустимі без виправлення розміри дефектів визначаються нормативно-технічною документацією, що діє в кожній галузі промисловості.

Зварні з'єднання не повинні містити дефектів, що перевищують установлені норми. Якщо у шві присутні допустимі без виправлення дефекти, сумарна довжина таких ділянок не може перевищувати 15% загальної довжини з'єднання. Виправлення недоліків дозволяється виконувати не більше двох разів у одному й тому самому місці.

Обраний спосіб зварювання має забезпечувати механічні властивості з'єднань не нижче вимог, установлених нормативно-технічною документацією. Показники міцності, пластичності та інших механічних характеристик зварних з'єднань повинні відповідати не менше мінімально допустимих норм.

Під час проектування конструкції її технологічність повинна аналізуватися спільно розробниками конструкторської документації та технологічною службою.

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

У цьому випадку складання вентиляційної решітки полягає в забезпеченні правильного взаємного розташування її елементів відповідно до проекту та у виконанні необхідних спряжень між ними для подальшого зварювання.

					КР.422.37.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

Технологічний процес виготовлення вентиляційної решітки включає такі основні операції: розмічування, різання, складання, зварювання, транспортування та контроль якості.

У загальному вигляді технологічний процес виготовлення вентиляційної решітки включає такі етапи:

а) виготовлення складових елементів решітки, зокрема:

- рами з кутника 30×30×3 довжиною 400 мм;
- пластин розміром 390×30×3;

б) з'єднання пластин із рамою.

Спочатку виготовляють заготовки, з яких у підсумку формується рама. Далі виготовляють листові елементи з профільного матеріалу. Контроль якості зварних з'єднань на всіх етапах виробництва здійснюється шляхом візуального огляду.

У чинному технологічному процесі наявні такі недоліки:

- використання застарілого обладнання;
- виконання зварювання вручну методом дугового зварювання.

Усунути ці недоліки можна такими заходами:

- впровадження сучаснішого обладнання;
- вибір і встановлення джерел живлення, що забезпечують оптимальні режими зварювання;
- перехід від ручного зварювання до механізованого або роботизованого;
- застосування суміші захисних газів Ar+CO₂.

					КР.422.37.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Технічне обґрунтування вибраного способу зварювання

Процес виготовлення вентиляційної решітки доцільно максимально механізувати та автоматизувати, оскільки застосовувані раніше способи зварювання відзначаються високою трудомісткістю та значними витратами часу. Запровадження автоматизованих методів зварювання дає змогу підвищити продуктивність, зменшити трудові витрати та покращити якість шва і зварного з'єднання загалом.

Під час вибору способу зварювання для виготовлення виробу слід враховувати матеріал конструкції, товщину зварюваних елементів, ступінь відповідальності вузлів, обсяг виробництва та вимоги до якості зварних з'єднань.

Складові елементи можуть зварюватися ручним дуговим зварюванням покритими електродами, напівавтоматичним або автоматичним зварюванням у захисному газі, а також імпульсно-дуговим зварюванням у середовищі CO₂.

Нині значна частина зварювальних робіт виконується вручну покритими електродами. Тип електродів добирають залежно від міцнісних характеристик зварюваної сталі та вимог до конструкції. Останніми роками для зварювання виробів із вуглецевих сталей найпоширенішими стали електроди марок E42 та E42A.

Важливим недоліком ручного дугового зварювання покритими електродами є низька продуктивність процесу та значна залежність якості шва від кваліфікації й практичних навичок зварника.

Ручне дугове зварювання доцільно застосовувати для виконання коротких швів, розташованих у різних просторових положеннях, а також у разі дрібносерійного виробництва. Під час монтажних робіт використання ручного зварювання є виправданим за невеликого обсягу операцій, навіть коли

					КР.422.37.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

потрібна висока якість швів. Цей спосіб також оптимальний для виконання ремонтних робіт.

Для забезпечення необхідних механічних властивостей металу шва та підвищення стійкості проти утворення кристалізаційних тріщин і пор під час зварювання високолегованих і низьколегованих сталей застосовують зварювальні матеріали, що зменшують схильність металу до розтріскування. Зокрема, до їх складу вводять легувальні елементи, такі як кремній і марганець.

Напівавтоматичне зварювання у середовищі вуглекислого газу може виконуватися в усіх просторових положеннях. Сфера його застосування розширюється завдяки поступовій заміні ручного дугового зварювання.

Під час зварювання в середовищі CO_2 у зону дуги через сопло пальника безперервно подається вуглекислий газ. Під дією тепла дуги розплавляються основний метал і електродний дріт, після чого розплав кристалізується, утворюючи зварний шов. Зварювання в CO_2 необхідно виконувати на максимально короткій дузі. Під час переміщення пальника дуга має розташовуватися на основному металі або на межі між зварювальною ванною та основним металом.

Напівавтоматичне дугове зварювання у середовищі вуглекислого газу плавким електродом діаметром 0,8–2 мм широко застосовується для зварювання вуглецевих сталей товщиною понад 3 мм. Захисна функція CO_2 полягає в ізоляції реакційної зони дуги від контакту з повітрям, що зрештою запобігає проникненню азоту в метал зварювальної ванни.

Напівавтоматичне зварювання в середовищі CO_2 є високопродуктивним процесом, у якому електродний дріт подається в зону зварювання механізовано. Схематичне зображення цього способу наведено на рисунку 2.1.

До переваг цього способу також належать його економічність, доступність вуглекислого газу та достатньо висока якість металу шва. Продуктивність зварювання у середовищі CO_2 перевищує продуктивність

					КР.422.37.00.00.000.ПЗ	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ручного дугового зварювання покритими електродами у 1,5–4 рази та приблизно у 1,5 рази – продуктивність зварювання під флюсом.

Вартість наплавлення одного кілограма металу під час зварювання у середовищі CO_2 у 2–2,5 рази нижча, ніж при ручному дуговому зварюванні, і на 10–20 % менша, ніж при автоматичному зварюванні під флюсом.

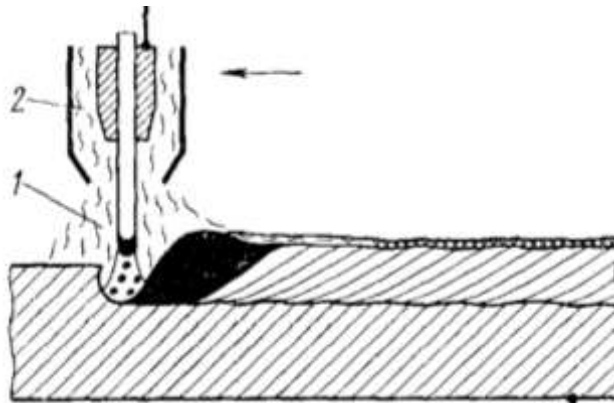


Рисунок 2.1 - Схема напівавтоматичного зварювання в CO_2

1 – захист зварювальної дуги потоком газу; 2 – переміщення захисного газу в каналі пальника

Основним недоліком напівавтоматичного зварювання плавким електродом у середовищі CO_2 є значне розбризкування металу. Щоб його зменшити, застосовують газові суміші: до вуглекислого газу додають 20–30 % кисню. Це забезпечує кращу форму шва, знижує розбризкування та робить захисну атмосферу економічнішою.

Додавання кисню до вуглекислого газу (близько 30 %) частково підвищує стійкість металу проти утворення водневих пор. При цьому інші показники якості швів залишаються на рівні, характерному для зварювання у чистому CO_2 .

З огляду на специфіку різних способів зварювання та особливості технології обробки вуглецевих сталей, для виготовлення вентиляційної решітки обрано напівавтоматичне зварювання у суміші $\text{Ar}+\text{CO}_2$. Такий метод

					КР.422.37.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

дозволяє забезпечити відповідність технологічним умовам, а також вимогам до міцності й надійності конструкції.

Під час ручного дугового зварювання максимальна товщина металу, яку можна проварити за один прохід без скосу кромek, становить 5 мм. При напіваавтоматичному зварюванні в захисних газах за використання присадного дроту діаметром 0,8 мм допустима товщина сягає 5–6 мм.

2.2 Вибір зварювальних матеріалів

Вибір зварювальних матеріалів є ключовим етапом розроблення технологічного процесу. Лише за умови правильного добору основних та допоміжних матеріалів можна отримати якісні зварні з'єднання, що забезпечують рівномірність металу шва з основним металом.

Добір зварювальних матеріалів визначає механічні та фізико-хімічні властивості металу шва, які мають відповідати вимогам надійності конструкції під час експлуатації. При виборі матеріалів слід враховувати такі критерії:

- забезпечення щільного, безпористого шва;
- формування з'єднань із високою технологічною міцністю.

Вибір зварювального матеріалу визначається необхідністю отримання якісної структури металу шва, яка відповідає вимогам експлуатації конструкції.

Під час зварювання вуглецевих сталей найчастіше безпористі шви отримують із застосуванням кремніємарганцевих електродних матеріалів. Вони зменшують забрудненість металу шва оксидними включеннями, які негативно впливають на його структуру та знижують міцність.

Для зварювання вентиляційної решітки зі сталі Ст3пс застосовують дріт суцільного перерізу марок Св-08Г2С або Св-08ГС. Ці матеріали придатні для роботи в усіх просторових положеннях. Завдяки достатньому вмісту кремнію

					КР.422.37.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

та марганцю забезпечується ефективне розкислення, що сприяє формуванню металу шва з високими показниками міцності та пластичності.

Хімічний склад дроту Св-08Г2С приведено в таблиці 2.1 та загальний вигляд дроту Св-08Г2С рисунок 2.2.

Таблиця 2.1 – Хімічний склад дроту Св-08Г2С [4, с. 76]

Вміст елементів, %						
C	Si	Mn	Cr	Ni	S	P
			не більше			
0,05- 0,11	0,70- 0,95	1,8-2,1	0,20	0,25	0,025	0,03



Рисунок 2.2 - Загальний вигляд дроту Св-08Г2С

Для напівавтоматичного зварювання застосовують суміш $Ar+CO_2$. Аргон забезпечує надійний захист зони дуги, а додавання 20–30 % вуглекислого газу сприяє кращому формуванню шва, знижує ймовірність утворення тріщин та зменшує розбризкування металу.

2.3 Вибір та розрахунок параметрів режиму зварювання

Під час визначення параметрів режиму зварювання необхідно забезпечити отримання швів заданих розмірів, форми та якості. Тому доцільніше не просто обирати параметри, а виконувати їх розрахунок.

					КР.422.37.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

Оскільки при виготовленні вентиляційної решітки застосовуються кутові, напусткові та стикові з'єднання, розрахунок режиму проводимо для кутового з'єднання.

Вентиляційна решітка зварюється кутовими швами за допомогою напівавтоматичного та автоматичного зварювання в суміші $\text{Ar}+\text{CO}_2$. Схематичне зображення процесу наведено на рисунку 2.3.

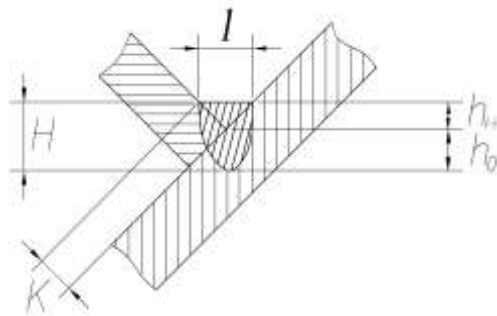


Рисунок 2.3 - Схема кутового з'єднання

k - катет шва; H - висота шва; h_n - висота наплавленого металу; h_0 - глибина проплавлення основного металу; l - ширина шва

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

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

де k – катет шва, $k=3$ мм,

$$F_n = \frac{3^2}{2} = \frac{9}{2} = 4.5 \quad \text{мм}^2.$$

Визначаємо висоту наплавленого металу h_n за формулою [4, с.192]:

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

					КР.422.37.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

$$h_n = \sqrt{4.5} = 2.1213 \text{ мм.}$$

Визначаємо ширину шва l , за формулою [4, с.192]:

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

$$l = \sqrt{2 \cdot 9} = 4.2426 \text{ мм.}$$

Визначаємо загальну висоту шва H за формулою [4, с.193]:

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

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.196], приймаємо $\psi_m=1,05$.

Отже:

$$H = \frac{4,2426}{1.05} = 4,0405 \text{ мм.}$$

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

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

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

$$h_0 = 4,0405 - 2,1213 = 1,9192 \text{ мм.}$$

Для зварювання конструкції із маловуглецевої сталі з катетом 3 мм, вибираємо електродний дріт діаметром 0,8 мм.

					КР.422.37.00.00.000.ПЗ	Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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].

$$I_{зв} = \frac{1,9192}{1.45} \cdot 100 = 132,4 \text{ А.}$$

Отже, приймаємо силу зварювального струму 130 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 $\rho=7.8 \times 10^3$ кг/м³;

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

$$F_{ел} = \frac{\pi \cdot d_e^2}{4} = \frac{3.14159 \cdot 0,8^2}{4} = 1.5393 \text{ мм}^2.$$

Отже:

$$V_{н.д.} = \frac{12 \cdot 10^{-3} \cdot 130}{1.5393 \cdot 10^{-6} \cdot 7.8 \cdot 10^3} = 125 \text{ м/год.}$$

Швидкість подачі електродного дроту $V_{п.д.}=125$ м/год.

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

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

$$U_{\delta} = 20 + \frac{50 \cdot 130}{1000 \cdot \sqrt{0,8}} \pm 1 = 27,28 \pm 1 \text{ В.}$$

					КР.422.37.00.00.000.ПЗ	Арк.
						26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Приймаємо $U_d=28$ В.

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

$$V_{36} = \frac{A}{I_{36}}, \quad (2.10)$$

де A – коефіцієнт, який залежить від діаметра електродного дроту, в даному випадку для $d_e = 0,8$ мм – $A = 5 \cdot 10^3$ А·м/год [4, с.194]:

$$V_{36} = \frac{5 \cdot 10^3}{130} = 38,4 \text{ м/год.}$$

Приймаємо $V_{зв}=38$ м/год.

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

$$d_e = 1.13 \cdot \sqrt{\frac{I_{36}}{\gamma}}, \quad (2.11)$$

де γ – допустима густина електричного струму, для електродного дроту діаметром 0,8 мм $\gamma=75\dots300$ А/мм² [4, с.193],

$$d_e = 1.13 \cdot \sqrt{\frac{130}{150}} = 1.0519 \text{ мм,}$$

що є допустимо.

Виліт електродного дроту приймаємо $l_d=15$ мм [4, с.223].

Витрати захисного газу $Q_r = 1,03 \times 10^{-4}$ м³/с [5, с.105].

Розраховані параметри режиму зварювання приведено в таблиці 2.2.

					КР.422.37.00.00.000.ПЗ	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.2 – Параметри режиму зварювання

ПАРАМЕТР			Значення
Назва	Символ	Одиниці вимірювання	
Сила зварювального струму	$I_{зв}$	А	130
Напруга на дузі	U_d	В	28
Діаметр електродного дроту	d_e	мм	0,8
Виліт електрода	l_d	мм	15
Швидкість зварювання	$V_{зв}$	м/год	38
Швидкість подачі електродного дроту	$V_{п.д.}$	м/год	135
Витрати захисного газу	$Q_{г}$	м ³ /с	$1,03 \times 10^{-4}$

2.4 Вибір і обґрунтування зварювального устаткування

Устаткування для дугового зварювання в середовищі захисних газів може бути як універсальним, так і спеціалізованим. Його особливість полягає в наявності вузлів, агрегатів та допоміжних пристроїв, що забезпечують газовий захист металу шва та прилеглої зони від впливу повітря. Конструктивні та технічні характеристики джерела живлення, апарата з системами керування й регулювання визначаються вимогами технологічного процесу зварювання в захисних газах.

Джерела живлення для дугового зварювання повинні відповідати таким вимогам:

- забезпечувати необхідні значення струму та напруги для конкретного технологічного процесу;
- мати зовнішню характеристику, що гарантує стабільне горіння дуги;
- володіти динамічними властивостями, які забезпечують легке збудження дуги та мінімізують розбризкування металу.

Потужність джерела живлення визначається величиною зварювального струму, необхідного для конкретного технологічного процесу.

Для зварювання каркасу вентиляційної решітки обираємо комплект PATON ProMIG-500-15-4-400V WK. Технічна характеристика комплекту для зварювання приведена в таблиці 2.3, а загальний вигляд на рисунку 2.4.

Таблиця 2.3 - Технічні характеристики PATON ProMIG-500-15-4-400V WK [6]

Параметри	Значення
Напруга мережі живлення, В	380/400
Номінальний струм, що споживається з мережі, А	30 – 35,5
Номінальний зварювальний струм, А	500
Максимальний діючий струм, А	630
Межі регулювання зварювального струму, А	16 – 500
Тривалість навантаження (ТН), %	70
Межі зміни мережі електроживлення, В	±15%
Діаметр штучного електрода, мм	1,6...8
Діаметр зварювального дроту, мм	0,6...1,6
Функція PULSE	MMA, MIG/MAG, TIG
Напруга холостого ходу, В	12/75
Напруга підпалювання дуги, В	110
Номінальна споживана потужність, кВА	19,9-23,6
Максимальна споживана потужність, кВА	29,0
Охолодження	Адаптивне
Клас захисту	IP23
Маса (без аксесуарів), кг	87,2

Комплект для зварювання PATON ProMIG-500-15-4 WK – це комплексне рішення для роботи з напівавтоматом PATON ProMIG-500-15-4 W [6].



Рисунок 2.4 – Комплект для зварювання PATON ProMIG-500-15-4-400V WK [6]

Інверторний цифровий напівавтомат PATON ProMIG-500-15-4 WK – це апарат для промислового використання, призначений для напівавтоматичного зварювання (НА «MIG / MAG»), для ручного дугового зварювання (РДЗ «MMA») та аргонодугового зварювання (АРГ «TIG»), постійним струмом, в середовищі захисних газів і сумішей. В апараті ProMIG-500-15-4 W реалізований повністю цифровий спосіб управління, за рахунок чого забезпечуються його багатофункціональність і широкі можливості в точному налаштуванні режимів зварювання. Підвищений показник тривалості навантаження на номінальному струмі до 500А, дозволяє працювати будь-якими електродами діаметром від 1,6 мм до тугоплавких 6 мм, а також проводити напівавтоматичне зварювання суцільним дротом діаметром від 0,6 до 1,6 мм. Завдяки двокорпусному виконанню, блок подачі дроту можна відокремити від джерела струму за допомогою кабелів комунікації різною довжини (1, 5, 10м) на значну відстань від джерела струму і більш зручно працювати на складних чи об'ємних металевих конструкціях, а також в режимі MMA та TIG [6].

					КР.422.37.00.00.000.ПЗ	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

PATON ProMIG-500-15-4 WK обладнаний якісним металевим 4-х роликовим механізмом подачі дроту з потужним герметичним двигуном, а універсальний роз'єм KZ-2 типу «ЄВРО» дозволяє підключати зварювальні пальники від широкого ряду виробників. Також оснащений 4-ма роз'ємами для підключення шлангу рідинного охолодження та кабелю із силовими контактами. Потужний кронштейн під зварювальний дріт дозволяє встановлювати котушки, вагою до 15 кг. Модель ProMIG-500-15-4 W, в поєднанні з високою потужністю і продуктивністю, має невелику вагу і габаритні розміри. А завдяки РК-екранам апарат легко і зручно налаштувати для вирішення будь-якої задачі [6].

Блок автономного охолодження Cooler-7-400V призначений для забезпечення якісного охолодження аксесуарів (пальники, плазмотрони), при роботі зі зварювальними установками і апаратами повітряно-плазмового різання. У блоці автономного охолодження присутній датчик потоку рідини, який захищає пальник від згорання у випадку припинення циркуляції рідини. Модель Cooler-7-400V забезпечує надійне охолодження пальників під час зварювальних робіт на високих струмах ($> 300\text{A}$ для напіваавтоматичного і $> 140\text{A}$ для аргонодугового зварювання) та є невід'ємною частиною зварювального обладнання, що працює в даних умовах. Cooler-7-400V вміщує в себе до 7 літрів охолоджуючої рідини і забезпечує її циркуляцію в замкнутій системі з високою потужністю (подача рідини на висоту до 10 метрів) і продуктивністю (до 6,5 л/хв) [6].

До складу даного комплекту входить пальник типу MB-24KD. Зварювальний пальник MB-24KD Welding Dragon створений за сучасними стандартами якості та придатний для виконання широкого спектра зварювальних робіт. Завдяки продуманій конструкції він забезпечує комфорт у використанні та стабільну, надійну роботу.

Технічна характеристика серійного пальника типу MB-24KD Welding Dragon приведена в таблиці 2.4 та загальний вигляд на рисунку 2.5.

					КР.422.37.00.00.000.ПЗ	Арк.
						31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.4 - Технічна характеристика пальника MB-24KD Welding Dragon

[7]

Назва параметру	Значення
Періодичність вмикання (ПВ), %	60
Діаметр зварювального дроту, мм	0,8 – 1,2
Довжина шланг-пакету, м	3



Рисунок 2.5 - Загальний вигляд пальника MB-24KD Welding Dragon [7]

2.5 Вибір методу контролю якості виробу

Контроль якості виробу здійснюють для визначення наявності чи відсутності дефектів у зварних швах, а також їх розмірів і характеру. Отримані дані дають змогу оцінити можливість ремонту, встановити причини виникнення дефектів та вжити заходів для їх запобігання.

Візуальний метод контролю має важливе значення. Зовнішній огляд часто виконують неозброєним оком або з використанням луп. Для перевірки зварних швів, дефекти яких неможливо виявити без спеціальних засобів чи які приховані елементами конструкції, застосовують оптичні прилади.

					КР.422.37.00.00.000.ПЗ	Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Своєчасне усунення дефектів, виявлених під час візуального контролю, та визначення причин їх появи дає змогу оперативно коригувати технологічний процес і скорочувати обсяг подальших етапів перевірки.

При радіаційному контролі використовують головним чином гальмування і γ (гама)-випромінювання нуклідів (ізоотопів). Гальмування випромінювання і γ -кванти – це різновид іонізуючого випромінювання у вигляді електро-магнітних коливань, що мають довжини хвиль λ порівняно з видимим світлом $\lambda = (4 - 7) \cdot 10^{-4}$ мм, тобто в мільйони разів менше. Для R-променів це близько $\lambda_R = (0,1 - 0,01)$ нм, а для γ -променів $\lambda_\gamma = (10^{-3} - 10^{-7})$ нм [8].

Доволі короткі довжини хвиль та відповідно високі енергії квантів R, γ -променів обумовлюють їх високу проникаючу здатність. При проходженні через зварні шви ці промені послаблюються по-різному в суцільному металі і на менш щільних ділянках-дефектах (порах, шлакових включеннях, тріщинах) [8].

Електромагнітні методи контролю засновані на реєстрації ефекту взаємодії електромагнітного поля з контрольованими еталонними об'єктами контролю. При проведенні контролю, електромагнітне поле від магнітної системи взаємодіє із об'єктом – зварним швом. Зміна структури електромагнітного поля біля шва з дефектом реєструється скануючим датчиком, а потім вимірювальним приладом. При цьому можливе використання проміжного накопичувача інформації, наприклад магнітної стрічки [8].

Для контролю зварних з'єднань знаходить застосування магнітні (магнітостатичні) і вихреструмові методи. Тому перші придатні тільки для феромагнітних сталей, в той час як другі – для будь-яких струмопровідних матеріалів. Інші різновиди електромагнітного контролю: електрострумові, електростатичні, радіохвильові і теплові методи, поки практичного застосування для контролю якості не знайшли [8].

					КР.422.37.00.00.000.ПЗ	Арк.
						33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

За способом реєстрації магнітних полів розсіювання Φ_p , обумовлених дефектами-нещільностями, магнітний контроль класифікують головним чином на магнітопорошкову та магнітографічну дефектоскопію. При магнітному контролі застосовують [8]:

а) основні поля, одержані від постійного або імпульсного уніполярного намагнічування;

б) накладені поля – постійні, змінні, комбіновані [8].

Пружні механічні коливання, що розповсюджуються в повітрі, сприймаються звичайно, як звуки. Такі коливання прийнято називати акустичними. Якщо їх частота більше 20000 Гц (20 кГц), тобто вище порогу чутливості людини, то такі коливання називають ультразвуковими. В дефектоскопії використовують ультразвукові коливання з частотою f біля 0,5 – 20 МГц [8].

При одержанні ультразвукових коливань для контролю якості виробів найчастіше застосовують п'єзоелементи. П'єзопластина до якої до якої під'єднано з частотою f змінне електричне поле, випромінює із тією ж частотою ультразвукові коливання, які розповсюджуючись утворюють акустичне поле [8].

Для зварних з'єднань найбільше застосування найбільше застосування отримали п'ять основних методів ультразвукового контролю. Перший з них – імпульсний ехо-метод. Він заснований на відбиванні ультразвукових коливань від нещільності (відбивача), при чому амплітуда ехо-сигналу пропорційна площі його відбивання [8].

Наступними по розповсюдженні можна рахувати тіньовий і дзеркально-тіньовий методи. Обое вони засновані на зменшенні амплітуди ультразвукових коливань при наявності нещільності на їх шляху. Чим більший дефект, тим слабший сигнал передається до приймача. В тіньовому методі ультразвуковий промінь йде прямо від генератора до приймача через контрольований стик. Дзеркально-тіньовий метод відрізняється від тіньового

					КР.422.37.00.00.000.ПЗ	Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

тим, що реєструє зменшення ультразвукових коливань, відбитих від нижньої поверхні листа [8].

Крім цього існує ще ехо-дзеркальний та ехо-тіньовий методи контролю якості.

Оскільки вентиляційна решітка не відноситься до особливо відповідальних конструкцій, тому контроль якості зварних швів виконуватиметься зовнішнім оглядом, а перевірка її геометричних розмірів буде здійснюватися із застосуванням вимірювальних інструментів та відповідного обладнання.

2.6 Опис вибраного технологічного процесу виготовлення зварної конструкції

Виготовлення решітки вентиляційної відбувається із застосуванням технологічних операцій, зокрема: заготівельні роботи для отримання деталей і заготовок відповідно, безпосередньо складально-зварювальні операції, а також опоряджувальні, допоміжні роботи та контроль якості на кожному етапі виготовлення зварної конструкції.

2.6.1 Заготівельні операції

Зачищення листів і кутників виконують на спеціальній машині, де процес здійснюється одночасно з обох боків щітками. Обробці підлягають лише забруднені або частково забруднені заготовки.

Правлення здійснюють на листопрямильній машині, що забезпечує відновлення правильної форми листів. Обробці підлягають лише ті заготовки, які були деформовані під час транспортування або неналежного зберігання.

Розмічування листів і кутників виконують на спеціальній ділянці ручним, напівмеханізованим або механізованим способом. Його мета – точно

					КР.422.37.00.00.000.ПЗ	Арк.
						35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

перенести розміри з креслення на заготовку, адже помилки можуть спричинити невиправні дефекти. У даному випадку розмічування листів здійснюється розміром 30×390 мм, а кутників – 400×400×30 мм.

Різання виконують на гільйотинних ножицях із використанням подаючого пристрою під керуванням оператора.

2.6.2 Складальні операції

Складальні операції при виготовленні зварної конструкції передбачають послідовну перевірку деталей на відповідність кресленням, підготовку заготовок шляхом очищення, правлення та розмічування, а також їх встановлення у складально-зварювальному пристосуванні для здійснення наступних технологічних операцій.

2.6.3 Складально-зварювальні операції

Перед складанням зварної конструкції проводять візуальну перевірку відповідності деталей вимогам креслення. Під час складання забезпечують правильне взаємне розташування елементів, яке вони повинні мати у готовому виробі. Складальний вузол має бути достатньо жорстким і міцним, щоб запобігти деформаціям у процесі зварювання.

Складання конструкції здійснюють поетапно:

- у складально-зварювальному кондукторі встановлюють кутники (30×30×3, довжина 400 мм), закріплюють їх упорами та притискачами, після чого виконують прихоплення рами у визначених місцях;
- у раму монтують пластини (400×30×3) і також виконують прихоплення;
- зібраний вузол встановлюють у пристосування для подальшого зварювання.

					КР.422.37.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

2.6.4 Опоряджувальні операції

Опоряджувальні операції при виготовленні зварної конструкції включають комплекс робіт, спрямованих на забезпечення її належного зовнішнього вигляду та експлуатаційних властивостей. Після завершення зварювання проводять очищення швів від шлаку, бризок металу та інших забруднень, виконують зачищення поверхні. За потреби здійснюють механічну або абразивну обробку для вирівнювання швів і зняття нерівностей.

2.6.5 Допоміжні операції

Основу допоміжних операцій технологічного процесу виготовлення конструкції складають транспортні роботи. Вони охоплюють переміщення заготовок, деталей та готових вузлів між окремими технологічними дільницями. Також забезпечують безперервність виробничого процесу та зручність виконання складальних і зварювальних операцій. Переміщення може здійснюватися вручну, за допомогою візків, підйомних механізмів або кранів, залежно від маси та габаритів елементів. Важливим завданням транспортних робіт є збереження геометрії та цілісності деталей, а також дотримання правил безпеки при їх переміщенні.

2.6.6 Контроль якості

Контроль якості при виготовленні зварної конструкції здійснюється на всіх етапах виробничого процесу. Він включає перевірку відповідності деталей кресленням, оцінку точності складання та контроль зварних швів. На початкових стадіях застосовують візуальний огляд, який дозволяє виявити зовнішні дефекти та недоліки. Для більш глибокої перевірки використовують оптичні прилади, а також неруйнівні методи контролю, що дають можливість визначити внутрішні дефекти та оцінити їх характер. Своєчасне виявлення і усунення недоліків забезпечує високу якість конструкції, підвищує її

					КР.422.37.00.00.000.ПЗ	Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

надійність та довговічність, а також зменшує потребу у додаткових ремонтних роботах.

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

Норми витрати зварювальних матеріалів визначаються на основі нормативів для 1 м шва. Вони розраховуються з урахуванням типу зварного з'єднання, товщини металу, режимів зварювання та діаметра зварювального дроту.

Всі розрахунки по нормуванню витрат і зварювальних матеріалів проводять згідно ДСТУ 3159-95 «Ресурсозбереження. Нормування витрат зварювальних матеріалів. Загальні вимоги, методи визначення нормативів ручного і механізованого електрозварювання» [9].

Визначаємо масу наплавленого металу за формулою [9,с.6]:

$$Q_n = \alpha_n \cdot I_{зв} \cdot l_{ш}, \quad (2.12)$$

де α_n – коефіцієнт наплавлення, він визначає кількість наплавленого металу протягом 1 години горіння дуги, при силі струму 1 А, в нашому випадку $\alpha_n = 15$ г/Атод;

$I_{зв}$ – сила зварювального струму, $I_{зв} = 130$ А;

$l_{ш}$ – загальна довжина зварних швів, $l_{ш} = 0,66$ м.

Отже:

$$Q_n = 15 \cdot 130 \cdot 0,66 \cdot 10^{-3} = 1,287 \quad \text{кг.}$$

Визначаємо витрати присаджувального матеріалу за формулою [9,с.7]:

$$H_{ел} = Q_p + Q_{nn}; \quad (2.13)$$

					КР.422.37.00.00.000.ПЗ	Арк.
						38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де Q_p – маса розплавленого електродного матеріалу,

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

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

$$Q_p = 1,287 \cdot 0,7 = 0,9 \quad \text{кг},$$

Q_{nn} – маса наплавленого металу,

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

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

$$Q_{nn} = 1,287 \cdot 0,5 = 0,643 \quad \text{кг}.$$

Отже:

$$H_{en} = 0,9 + 0,643 = 1,543 \quad \text{кг}.$$

Визначаємо норми витрат захисного газу за формулою [9,с.10]:

$$H_z = Q_p \cdot K_z, \quad (2.16)$$

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

$$H_z = 0,9 \cdot 0,9 = 0,81 \quad \text{л / хв}.$$

Визначаємо витрати електроенергії на 1 кг наплавленого металу за формулою:

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

					КР.422.37.00.00.000.ПЗ	Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де – U_d напруга на дузі, В;

η_n – коефіцієнт корисної дії, %;

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

$$E = \frac{28}{15 \cdot 0,9 \cdot 0,75} = 2,765 \quad \text{кВт.}$$

Визначаємо витрати електроенергії на 1 м шва за формулою:

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

де t_0 – час зварювання одного метра шва, $t_0=0,03$ год;

$$E = \frac{0,01 \cdot 28 \cdot 130 \cdot 0,03}{0,9 \cdot 0,75} = 1,617 \quad \text{кВт} \cdot \text{год.}$$

					КР.422.37.00.00.000.ПЗ	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

3.1 Обґрунтування вибору типу пристосувань, які застосовуються при виготовленні конструкції

На промислових підприємствах, залежно від типу виробництва та конструктивних особливостей виробів, застосовують різні класи зварювального обладнання. Хоча вони часто створені з однакових або подібних складових, у цілому такі установки мають суттєві відмінності, що визначають їх призначення та сферу використання. Розглянемо основні класи обладнання та їх характерні особливості.

Зварювальна або наплавлювальна установка – це електромеханічний комплекс, призначений для виконання технологічного процесу, маніпуляцій із інструментом та виробом, а також допоміжних операцій. Вона оснащена власною системою керування, що забезпечує точність і стабільність роботи.

Зварювальні верстати характеризуються тим, що всі їхні складові змонтовані на спільній станині та механічно взаємодіють між собою, утворюючи єдину конструкцію. У зварювальних установках окремі елементи, зокрема маніпулятори виробу й інструменту, не мають конструкційного зв'язку, проте поєднані просторово та керуються єдиною системою.

Поточна автоматична лінія – це комплекс обладнання, розташованого у технологічній послідовності та з'єданого транспортними пристроями. Вона має єдину систему керування й працює без участі оператора. До складу такої лінії можуть входити не лише складально-зварювальні, а й металообробні, контрольні та допоміжні машини.

Складально-зварювальні комплекси використовують у різних галузях виробництва – від мініатюрних агрегатів для виготовлення деталей мікроелектроніки до великих і потужних установок для зварювання товстостінних посудин високого тиску та корпусів ядерних реакторів. Зварювальні установки найчастіше застосовують у машинобудуванні, на

					КР.422.37.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

заводах металоконструкцій та монтажних майданчиках промислового будівництва. Верстати доцільні для машинобудівних і приладобудівних підприємств, коли вироби мають невеликі габарити й обмежену кількість швів. Поточні та автоматичні лінії найбільш ефективні у серійному та масовому виробництві середніх і великих виробів з великою кількістю зварних з'єднань.

Автоматизовані зварювальні комплекси, незалежно від того, чи це установка, верстат або лінія, виконують однакові функції та мають єдину структурну побудову (див. рис. 3.1).

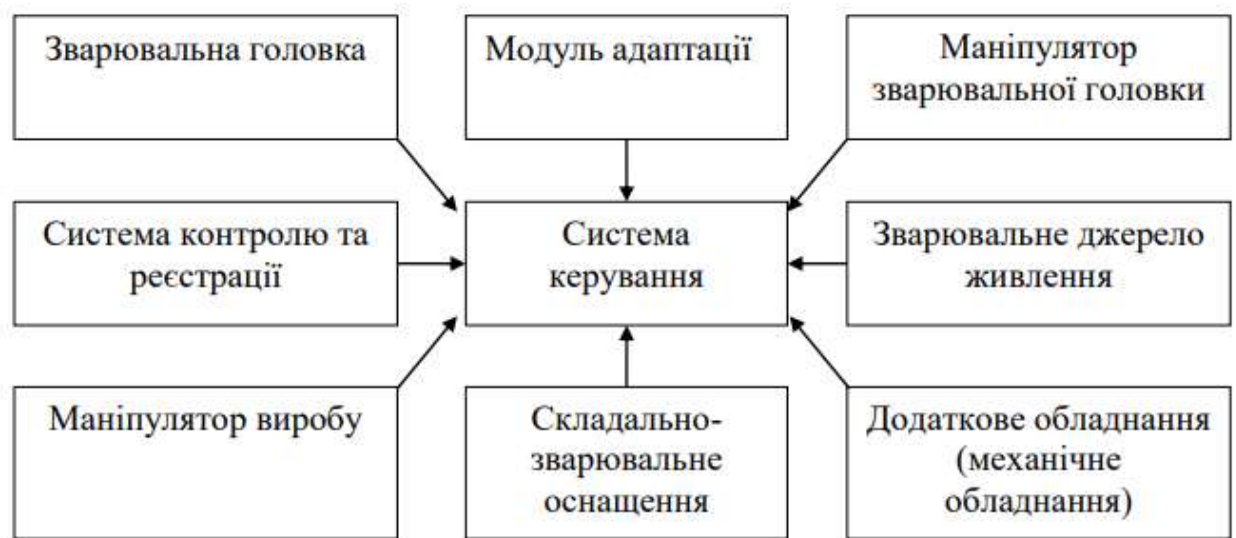


Рисунок 3.1 – Структура автоматизованих зварювальних комплексів

Комплекс складається зі стандартних функціональних систем і модулів, що забезпечують виконання окремих операцій. Залежно від рівня автоматизації частину функцій може виконувати оператор, що спрощує конструкцію, проте загальна структура залишається незмінною.

Для спрощення процесу зварювання та підвищення продуктивності праці застосовують механічне обладнання. Воно призначене для встановлення та переміщення виробів у положення, зручне для виконання складальних і зварювальних операцій. До основних його типів належать маніпулятори, позиціонери, кантувачі, роликові стенди, робочі майданчики для

зварювальників, кондуктори, а також складально-зварювальні установки й стенди.

Маніпулятори – це механізми, що дозволяють нахилити виріб для зручного зварювання, обертати його під час виконання кільцевих швів чи наплавлення поверхонь, а також піднімати на потрібну висоту. Вони вважаються найбільш універсальними пристроями, оскільки мають регульовану швидкість обертання, яка узгоджується з режимом зварювання.

Позиціонер відрізняється від маніпулятора тим, що має нерегульовану швидкість обертання планшайби. Він призначений для обертання виробу навколо однієї осі – з постійною або регульованою швидкістю залежно від режиму зварювання. На відміну від маніпуляторів, позиціонери не забезпечують нахил виробу, проте є простішими й дешевшими у виготовленні. При горизонтальній осі та постійній швидкості їх називають кантувачами, а при вертикальній – поворотними столами.

Кантувачі призначені для повороту та встановлення виробу у зручне положення під час складання й зварювання. У базовому виконанні вони забезпечують лише один рух – обертання з фіксованою швидкістю або нахил. У більш складних конструкціях додається другий рух, наприклад підйом чи лінійне переміщення виробу.

Роликові стенди призначені для обертання циліндричних та конічних виробів із фіксованою або регульованою швидкістю. Вони застосовуються під час складання, зварювання, механічної обробки, контролю якості, випробувань та переміщення виробів.

Кондуктори використовують для складання та зварювання конструкцій із підготовлених деталей. Для зручності роботи їх часто встановлюють у кантувачах, що забезпечує оптимальне положення виробу під час зварювання.

Складально-зварювальні установки та стенди застосовують для виготовлення рулонних заготовок, складання резервуарів методом кручення, двотаврових балок та інших конструкцій. Потоківі лінії призначені для виробництва зварних секцій трубопроводів, а механізовані трубозварні бази –

					КР.422.37.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

для укрупнення труб у секції під час їх монтажу. Для даного виробу найбільш доцільним є використання зварювального маніпулятора.

3.2 Опис роботи зварювального пристосування

Промисловий робот – це автоматична машина, що складається з маніпулятора, зварювального пристрою та системи програмного керування рухами. Він призначений для заміни людини під час виконання основних і допоміжних виробничих операцій. Маніпулятор являє собою просторовий важільний механізм із приводами, який під керуванням програмного пристрою або оператора виконує дії, подібні до рухів людської руки.

Промислові роботи призначені для виконання основних і допоміжних технологічних операцій, замінюючи людину у виробничих процесах. Вони вирішують важливу соціальну задачу – звільняють працівників від небезпечних, фізично важких та монотонних робіт, що не потребують високої кваліфікації. На їх основі створюють гнучкі автоматизовані виробництва, здатні ефективно працювати з широкою номенклатурою продукції у дрібносерійному та індивідуальному виробництві. Маніпулятори, керовані оператором, застосовують для роботи з радіоактивними матеріалами, а також у космосі, під водою чи в агресивних середовищах. Таким чином, роботи й маніпулятори є ключовими елементами сучасного промислового виробництва.

Маніпулятор промислового робота забезпечує рух вихідної ланки та закріпленого об'єкта в просторі за заданою траєкторією й орієнтацією. Для цього основний важільний механізм має включати щонайменше шість керованих рухів. Роботи з такою кількістю ступенів свободи є складними у виготовленні та експлуатації, тому на практиці часто застосовують механізми з меншою кількістю рухів. Найпростіші маніпулятори мають три, рідше два рухи, що робить їх дешевшими й простішими, але водночас вимагає спеціальної організації робочого простору. Устаткування при цьому повинне бути розташоване з урахуванням заданої орієнтації об'єктів відносно робота.

					КР.422.37.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

Формула будови – це математичний запис структурної схеми маніпулятора, що відображає кількість його рухів у вигляді кінематичних пар та їх орієнтацію відносно осей базової системи координат (зв'язаної з нерухомою ланкою). Рухи маніпулятора поділяються на:

- глобальні – характерні для роботів із рухливою основою; це переміщення стійки, що значно перевищує розміри механізму;
- регіональні (транспортні) – забезпечуються першими трьома ланками або «рукою» маніпулятора; їхня величина співрозмірна з габаритами механізму;
- локальні (орієнтуючі) – виконуються ланками, що утворюють «кисть» маніпулятора; їхні переміщення значно менші за розміри механізму.

Згідно з класифікацією рухів, у маніпуляторі виділяють дві ділянки кінематичного ланцюга: механізм «руки» та механізм «кисті». «Рука» відповідає за переміщення центра захвату (точки М) і забезпечує регіональні рухи, тоді як «кисть» складається з ланок і пар, що визначають орієнтацію захвату, виконуючи локальні рухи.

Робочий простір маніпулятора – це область, обмежена поверхнями, що охоплюють усі можливі положення його ланок. Зона обслуговування визначається множиною положень центра захоплювача й є ключовою характеристикою маніпулятора. Вона залежить від структури та системи координат «руки», а також від конструктивних обмежень, накладених на переміщення ланок у кінематичному ланцюзі.

При структурному синтезі маніпулятора слід враховувати такі аспекти:

- 1) кінематичні пари оснащуються приводами (двигуни та гальмові пристрої), тому зазвичай застосовують однорухливі пари – обертальні або поступальні;
- 2) необхідно забезпечити не лише задану рухливість захоплювача, а й орієнтацію осей кінематичних пар, яка формує потрібну зону обслуговування та спрощує програмування рухів;

					КР.422.37.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

3) вибір орієнтації кінематичних пар має враховувати розташування приводів (на основі чи на рухомих ланках), а також способи зрівноважування ваги ланок.

При структурному синтезі кінематичні пари з кількома рухами замінюють еквівалентними з'єднаннями, наприклад сферичною парою. Переміщення захоплювача в просторі забезпечується орієнтацією осей перших трьох кінематичних пар уздовж координатних осей. Вибір системи координат визначає тип «руки» маніпулятора та форму його зони обслуговування.

Структура маніпулятора значною мірою залежить від розташування приводів. Якщо вони встановлені безпосередньо в кінематичних парах, то їхня маса додається до маси рухомих ланок, що збільшує навантаження та потребу в потужності. У результаті зменшується відношення маси маніпулятора до корисного навантаження. Тому під час проектування роботів найпотужніші й найбільш масивні приводи розміщують ближче до основи, а рух передають до ланок за допомогою додаткових кінематичних ланцюгів.

У важільному механізмі виділяють кінематичний ланцюг «руки» та ланцюги приводів. Маніпулятори з приводами, розташованими на основі, мають складнішу конструкцію, проте зменшують масу й моменти інерції рухомих ланок. Замкнуті кінематичні ланцюги підвищують точність і жорсткість механізму. Найкращі енергетичні та динамічні характеристики забезпечують комбіновані системи, де частина приводів розміщена на основі, а частина – на рухомих ланках.

У кінематичних схемах маніпуляторів маса ланок створює додаткове навантаження на приводи. Компанія SKILAM розробила робот SANCIO і KUKA, у якому ваги приводів та ланок сприймаються кінематичними парами, а на двигуни діють лише сили тертя. Така схема потребувала збільшення розмірів кінематичних пар, проте забезпечила значне покращення енергетичних і динамічних характеристик. Подібні приклади не охоплюють

					КР.422.37.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

усіх можливих варіантів раціонального вибору структури маніпуляторів, а лише демонструють найбільш відомі й успішні рішення.

Важливою особливістю маніпуляторів є зміна структури механізму під час роботи. Згідно з циклограмою або програмою робота, в окремих кінематичних парах можуть вмикатися гальмові пристрої, що забезпечує необхідну послідовність і точність рухів.

У процесі роботи дві ланки механізму можуть жорстко з'єднуватися, утворюючи одну ланку. При цьому зі структурної схеми виключається одна кінематична пара, а кількість рухів захоплювача зменшується. Зміна структури відбувається також тоді, коли під час виконання операцій (наприклад, складання чи зварювання) захоплювач із об'єктом стикається з навколишніми предметами, утворюючи з ними кінематичні пари. У результаті кінематичний ланцюг замикається, а число ступенів свободи зменшується.

У кінематичному ланцюзі маніпулятора можуть виникати надлишкові зв'язки, що слід враховувати під час програмування роботи промислового робота.

Для виготовлення вентиляційної решітки в даному технологічному процесі запропоновано використати роботизований комплекс (рис. 3.2), схема якого включає зварювальний робот (рис. 3.3) та зварювальний маніпулятор (рис. 3.4).

Елементи вентиляційної решітки монтуються на маніпулятор відповідно до заданого креслення. Корпус решітки фіксується притискними пристроями. Пластини встановлюються під кутом 45° , при цьому перед їх монтажем пази маніпулятора також виставляються під кутом 45° .

Після монтажу всіх елементів задаються параметри режиму зварювання. Раму вентиляційної решітки зварюють навхрест, щоб уникнути її деформації. Пластини зварюють за принципом «верхня – нижня» зі зміщенням у напрямку до центру.

					КР.422.37.00.00.000.ПЗ	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

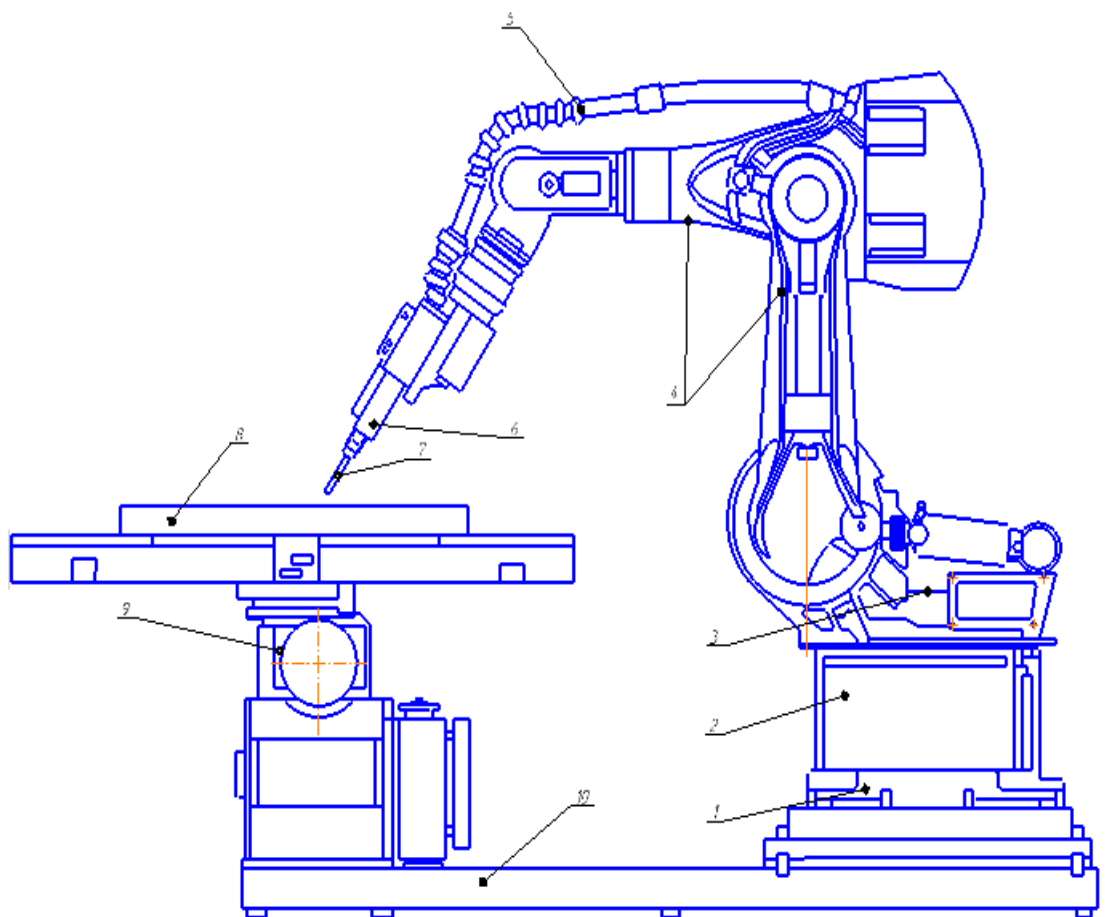


Рисунок 3.2 - Схематичне зображення роботизованого комплексу



Рисунок 3.3 - Загальний вигляд зварювального робота

					КР.422.37.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48



Рисунок 3.4 - Зварювальний маніпулятор

					КР.422.37.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

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 вентиляційної решітки

Показник	Одиниці виміру	Кількісна чи вартісна оцінка	
		фактичні дані	проектні дані
Габарити виробу	мм	400x400x30	
Сума витрат по видах та марках основних матеріалів на виріб:			
металевий прокат Ст3пс	кг	0,8	
зварювальний дріт Св-08Г2С	кг	0,42	
захисна суміш – Ar 80% + CO ₂ 20%	кг	0,84	
Розміри поворотних відходів на виріб	кг	0,1	
Ціна придбання матеріалу за кг:			
металевий прокат:			
сталь Ст3пс	грн	51,12	51
зварювальний дріт Св-08Г2С	грн	115	114,8
захисна суміш – Ar 80% + CO ₂ 20%	грн	26,3	26
Ціна реалізації поворотних відходів	грн	0,5	

Таблиця 4.2 - Характеристика технологічного процесу виготовлення вентиляційної решітки

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	$\frac{3}{П}$			шаблон лінійка кернер упор	270 180 160 250	IV	$\frac{2,4}{1,8}$
Різання	$\frac{3}{П}$	Ножиці гільйотинні типу НЗ121	880000			IV	$\frac{2,7}{2,5}$
Складання	$\frac{3}{П}$	Маніпулятор	36450	молоток	150	IV	$\frac{3,1}{2,6}$
Зварювання	$\frac{3}{П}$	Роботизов. комплекс, PATON ProMIG-500- 15-4- 400V WK	700000			IV	2,3
Зачищування	$\frac{3}{П}$	Кутова шліф. машина BFE 9-90	3500	щітка молоток	130 150	III	$\frac{2,5}{1,8}$
Контроль якості	$\frac{3}{П}$	Збільш. скло Magnifier	380			VI	1,9
Транспортні операції	$\frac{3}{П}$	Електрокара	947000			IV	1,1

Штучна норма часу:

а) по технологічних операціях: по заводу 14,9;

по проекту 12,9;

б) по допоміжних і транспортних операціях: по заводу 1,1;

по проекту 1,1.

Загальна штучна норма часу: по заводу 16;

по проекту 14

					КР.422.37.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

Для виготовлення вентиляційної решітки застосовується технологічна форма організації виробництва. Режим роботи на ділянці приймаємо перервний при одній зміні в день. Дійсний фонд часу роботи устаткування визначаємо за формулою [10, с.9]:

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

де $D_{роб} \sim$ 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, $K_p = 0,03 \dots 0,1$.

$$\Phi_{yc} = 253 \cdot 8 \cdot (1 - 0,04) \approx 1943_{год}.$$

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 [10, с.10]:

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

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

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

$B_{пр}$ - програма випуску продукції, у нашому випадку $B_{пр} = 5000$ шт.

Кількість робочих місць для виконання розмічування при виготовленні вентиляційної решітки становить:

					КР.422.37.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

- заводський варіант:

$$n = \frac{2,4 \cdot 5000}{1943 \cdot 2,1} = 2,94 \approx 3 \text{ шт.}$$

- проектний варіант:

$$n = \frac{1,8 \cdot 5000}{1943 \cdot 2,1} = 2,21 \approx 2 \text{ шт.}$$

Для вирізання заготовок кількість робочих місць рівна:

- заводський варіант:

$$n = \frac{2,7 \cdot 5000}{1943 \cdot 2,1} = 3,31 \approx 3 \text{ шт.}$$

- проектний варіант:

$$n = \frac{2,5 \cdot 5000}{1943 \cdot 2,1} = 3,06 \approx 3 \text{ шт.}$$

Для виконання складання кількість робочих місць рівна:

- заводський варіант:

$$n = \frac{3,1 \cdot 5000}{1943 \cdot 2,1} = 3,8 \approx 4 \text{ шт.}$$

- проектний варіант:

$$n = \frac{2,6 \cdot 5000}{1943 \cdot 2,1} = 3,19 \approx 3 \text{ шт.}$$

Для виконання процесу зварювання кількість робочих місць становить (за двома варіантами):

					КР.422.37.00.00.000.ПЗ	Арк.
						53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$n = \frac{2,3 \cdot 5000}{1943 \cdot 2,1} = 2,82 \approx 3 \text{ шт.}$$

Кількість робочих місць для зачищення зварних швів:

- заводський варіант:

$$n = \frac{2,5 \cdot 5000}{1943 \cdot 2,1} = 3,06 \approx 3 \text{ шт.}$$

- проектний варіант:

$$n = \frac{1,8 \cdot 5000}{1943 \cdot 2,1} = 2,21 \approx 2 \text{ шт.}$$

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

$$n = \frac{1,9 \cdot 5000}{1943 \cdot 2,1} = 2,33 \approx 2 \text{ шт.}$$

Кількість транспортних засобів, які необхідні для виконання транспортних операцій визначається за формулою [10, с.12]:

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

де B_{tr} - кількість вантажних об'єктів іншого виду, що підлягають транспортуванню протягом року, 5000 шт;

m - кількість різновидів вантажних об'єктів;

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

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

					КР.422.37.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

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

$K_{кр}$ - коефіцієнт використання номінального фонду часу крана, приймається $K_{кр} = 0,6...0,7$.

$$n = \frac{5000 \cdot 1 \cdot 0,4}{2100 \cdot 0,7} = 1,36 \approx 1 \text{ шт.}$$

Використовуємо в якості транспортного засобу – електрокару для обслуговування складального устаткування та для міжопераційного транспортування виробу.

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 [10, 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 $B_{np} = 5000 \text{ шт}$;

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

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

					КР.422.37.00.00.000.ПЗ	Арк.
						55
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Необхідна кількість розмічувальників:

- за заводським варіантом:

$$r_{oi} = \frac{5000 \cdot 2,4}{1850 \cdot 2,2} = 2,95 \approx 3 \text{ чол.}$$

- за проектним варіантом:

$$r_{oi} = \frac{5000 \cdot 1,8}{1850 \cdot 2,2} = 2,21 \approx 2 \text{ чол.}$$

Необхідна кількість різальників:

- за заводським варіантом:

$$r_{oi} = \frac{5000 \cdot 2,7}{1850 \cdot 2,2} = 3,32 \approx 3 \text{ чол.}$$

- за проектним варіантом:

$$r_{oi} = \frac{5000 \cdot 2,5}{1850 \cdot 2,2} = 3,07 \approx 3 \text{ чол.}$$

Необхідна кількість складальників:

- за заводським варіантом:

$$r_{oi} = \frac{5000 \cdot 3,1}{1850 \cdot 2,2} = 3,81 \approx 4 \text{ чол.}$$

- за проектним варіантом:

					КР.422.37.00.00.000.ПЗ	Арк.
						56
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$r_{oi} = \frac{5000 \cdot 2,6}{1850 \cdot 2,2} = 3,19 \approx 3 \text{ чол.}$$

Необхідна кількість зварювальників (за двома варіантами):

$$r_{oi} = \frac{5000 \cdot 2,3}{1850 \cdot 2,2} = 2,83 \approx 3 \text{ чол.}$$

Необхідна кількість зачищувальників:

- за заводським варіантом:

$$r_{oi} = \frac{5000 \cdot 2,5}{1850 \cdot 2,2} = 3,07 \approx 3 \text{ чол,}$$

- за проектним варіантом:

$$r_{oi} = \frac{5000 \cdot 1,8}{1850 \cdot 2,2} = 2,21 \approx 2 \text{ чол.}$$

Необхідна кількість контролерів (за двома варіантами):

$$r_{oi} = \frac{5000 \cdot 1,9}{1850 \cdot 2,2} = 2,33 \approx 2 \text{ чол.}$$

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

Результати розрахунків приведено у таблиці 4.3

					КР.422.37.00.00.000.ПЗ	Арк.
						57
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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	2	IV	IV
різальники	3	3	IV	IV
складальники	4	3	IV	IV
зварювальники	3	3	IV	IV
зачищувальники	3	2	III	III
контролери	2	2	VI	VI
транспортувальники	1	1	IV	IV
Допоміжні робітники:				
налагоджувальники	1	1	IV	IV
ремонтники	1	1	IV	IV
електрики	1	1	IV	IV
ІТР: майстер ділянки	1	1		
МОП: прибиральники	1	1	—	—
Разом	24	21	—	—

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 СтЗпс	кг	51,12	51	40,9	40,8	204480	204000
З/П	Зв. дріт Св-08Г2С	кг	115	114,8	48,3	48,22	241500	241080
З/П	Захисна суміш	кг	26,3	26	22,09	21,84	110460	109200
Р-ом					111,29	110,86	556440	554280

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	
3/П	5	2,56	2,55	2,05	2,04	10224	10200	0,5	0,5	2500	2500
3/П	5	5,75	5,74	2,42	2,41	12075	12054				
3/П	5	1,32	1,3	1,11	1,09	5523	5460				
Р- ом		9,62	9,59	5,56	5,54	27822	27714	0,5	0,5	2500	2500

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 [10, 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) [10, с.18].

Додаткова заробітна плата основних робітників визначається за формулою [10, с.18]:

$$З_{до} = З_{ос} (Д_1 + Д_2), \quad (4.6)$$

де $Д_1$ - доплата за шкідливість, грн, $Д_1 = 12...24 \%$, приймаємо $Д_1 = 20 \%$; $Д_2$ - інші доплати, грн, $Д_2 = 15...20 \%$, приймаємо $Д_2 = 15 \%$.

Премії та надбавки основним робітникам визначаються за формулою [10, с.18]:

$$З_{по} = З_{ос} \cdot P, \quad (4.7)$$

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:

$$З_{ос} = 8 \cdot 22,5 \cdot 2,4 = 432 \text{ грн};$$

$$З_{до} = 432 \cdot (0,2 + 0,15) = 151,2 \text{ грн};$$

$$З_{по} = 432 \cdot 0,4 = 172,8 \text{ грн};$$

- проектний варіант:

$$З_{ос} = 8 \cdot 22,5 \cdot 1,8 = 324 \text{ грн};$$

$$З_{до} = 324 \cdot (0,2 + 0,15) = 113,4 \text{ грн};$$

$$З_{по} = 324 \cdot 0,4 = 129,6 \text{ грн}.$$

Затрати по оплаті праці різальників:

- заводський варіант:

$$З_{ос} = 7,3 \cdot 22 \cdot 2,7 = 433,62 \text{ грн};$$

$$З_{до} = 433,62 \cdot (0,2 + 0,15) = 151,77 \text{ грн};$$

$$З_{по} = 433,62 \cdot 0,4 = 173,45 \text{ грн};$$

- проектний варіант:

					КР.422.37.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		60

$$З_{\text{оо}} = 7,3 \cdot 22 \cdot 2,5 = 401,5 \text{ грн};$$

$$З_{\text{до}} = 401,5 \cdot (0,2 + 0,15) = 140,53 \text{ грн};$$

$$З_{\text{по}} = 401,5 \cdot 0,4 = 160,6 \text{ грн.}$$

Затрати по оплаті праці складальників:

- заводський варіант:

$$З_{\text{оо}} = 6,5 \cdot 22,5 \cdot 3,1 = 453,38 \text{ грн};$$

$$З_{\text{до}} = 453,38 \cdot (0,2 + 0,15) = 158,68 \text{ грн};$$

$$З_{\text{по}} = 453,38 \cdot 0,4 = 181,35 \text{ грн};$$

- проектний варіант:

$$З_{\text{оо}} = 6,5 \cdot 22,5 \cdot 2,6 = 380,25 \text{ грн};$$

$$З_{\text{до}} = 380,25 \cdot (0,2 + 0,15) = 133,09 \text{ грн};$$

$$З_{\text{по}} = 380,25 \cdot 0,4 = 152,1 \text{ грн.}$$

Затрати по оплаті праці зварювальників:

- за двома варіантами:

$$З_{\text{оо}} = 8 \cdot 25 \cdot 2,3 = 460 \text{ грн};$$

$$З_{\text{до}} = 460 \cdot (0,2 + 0,15) = 161 \text{ грн};$$

$$З_{\text{по}} = 460 \cdot 0,4 = 184 \text{ грн.}$$

Затрати по оплаті праці зачищувальників:

- заводський варіант:

$$З_{\text{оо}} = 7,4 \cdot 23,3 \cdot 2,5 = 431,05 \text{ грн};$$

$$З_{\text{до}} = 431,05 \cdot (0,2 + 0,15) = 150,87 \text{ грн};$$

$$З_{\text{по}} = 431,05 \cdot 0,4 = 172,42 \text{ грн};$$

- проектний варіант:

$$З_{\text{оо}} = 7,4 \cdot 23,3 \cdot 1,8 = 310,36 \text{ грн};$$

$$З_{\text{до}} = 310,36 \cdot (0,2 + 0,15) = 108,63 \text{ грн};$$

$$З_{\text{по}} = 310,36 \cdot 0,4 = 124,14 \text{ грн.}$$

Затрати по оплаті праці контролерів:

$$З_{\text{оо}} = 8,8 \cdot 26,5 \cdot 1,9 = 443,08 \text{ грн};$$

$$З_{\text{до}} = 443,08 \cdot (0,2 + 0,15) = 155,08 \text{ грн};$$

					КР.422.37.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		61

$$З_{по} = 443,08 \cdot 0,4 = 177,23 \text{ грн.}$$

Затрати по оплаті праці транспортувальників:

$$З_{оо} = 15,2 \cdot 26 \cdot 1,1 = 434,72 \text{ грн;}$$

$$З_{до} = 434,72 \cdot (0,2 + 0,15) = 152,15 \text{ грн;}$$

$$З_{по} = 434,72 \cdot 0,4 = 173,89 \text{ грн.}$$

Для допоміжних робітників розрахунок проводять на річну програму окремо для кожної категорії за формулою [10, с.19]:

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

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

r_{∂} - чисельність допоміжних робітників даної категорії;

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

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

Затрати по оплаті праці налагоджувальників:

$$З_{од} = 1 \cdot 32,5 \cdot 1850 = 60125 \text{ грн;}$$

$$З_{дд} = 60125 \cdot 0,35 = 21043,75 \text{ грн;}$$

$$З_{пд} = 60125 \cdot 0,4 = 24050 \text{ грн.}$$

Затрати по оплаті праці ремонтників:

$$З_{од} = 1 \cdot 32,5 \cdot 1850 = 60125 \text{ грн;}$$

$$З_{дд} = 60125 \cdot 0,35 = 21043,75 \text{ грн;}$$

$$З_{пд} = 60125 \cdot 0,4 = 24050 \text{ грн.}$$

Затрати по оплаті праці електриків:

$$З_{од} = 1 \cdot 32,5 \cdot 1850 = 60125 \text{ грн;}$$

					КР.422.37.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		62

$$З_{\text{дд}} = 60125 \cdot 0,35 = 21043,75 \text{ грн};$$

$$З_{\text{пд}} = 60125 \cdot 0,4 = 24050 \text{ грн.}$$

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 [10, с.19]:

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

де $З_{\text{он}}$ - 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 ($З_{\text{он}}$) та премії і надбавки ($З_{\text{nn}}$) розраховуються так само, як для основних робітників. Затрати по оплаті праці ІТР:

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

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

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

Затрати по оплаті праці МОП:

$$З_{\text{оп}} = 1 \cdot 8100 \cdot 12 = 97200 \text{ грн};$$

$$З_{\text{до}} = 97200 \cdot 0,35 = 34020 \text{ грн};$$

$$З_{\text{по}} = 97200 \cdot 0,4 = 38880 \text{ грн.}$$

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

					КР.422.37.00.00.000.ПЗ	Арк.
						63
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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	327888	163944	114760,8	57380,4	131155,2	65577,6
різальники	329117,58	304738,5	115191,15	106658,48	131647,03	121895,4
складальники	458815,5	288609,75	160585,43	101013,41	183526,2	115443,9
зварювальники	349140		122199		139656	
зачищувальники	327166,95	157040,14	114508,43	54964,05	130866,78	62816,05
контролери	224198,48		78469,47		89679,39	
транспортувальники	109984,16		38494,46		43993,66	
Допоміжні робітники:						
налагоджувальники	60125		21043,75		24050	
ремонтники	60125		21043,75		24050	
електрики	60125		21043,75		24050	
ІТР	102000		35700		40800	
МОП	97200		34020		38880	
Разом	2505885,67	1977230,03	877059,99	692030,51	1362950,52	1151488,26

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:		
сталь СтЗпс	40,9	40,8
зварювальний дріт Св-08Г2С	48,3	48,22
захисна суміш – Аг 80% + CO ₂ 20%	22,09	21,84
Поворотні відходи	0,5	
Паливо та енергія на технологічні цілі	69,5	69
Основна заробітна плата основних робітників	425,26	319,53
Додаткова заробітна плата основних робітників	148,84	111,84
Премії та надбавки основних робітників	170,12	127,81
Відрахування на соціальне страхування	10,42	7,83
Відрахування на медичне страхування	18,61	13,98
Витрати на утримання та експлуатацію устаткування	97,4	97,4
Цехові (дільничні) витрати	107,57	107,57
Всього цехова собівартість	1158,51	965,32

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

Необхідні визначення проектної суми капітальних витрат подано у таблиці 4.7.

Таблиця 4.7 - Зведена відомість капітальних витрат

Види капітальних затрат	Кількість натуральних одиниць		Вартість одиниці, грн		Затрати на перевезення та монтаж, грн	
	З	П	З	П	З	П
Будівлі та споруди					-	-
Устаткування:						
різальне	3	3	88000	88000	4400	4400
складальне	4	3	36450	36450	1822,5	1822,5
зварювальне	3	3	700000	700000	35000	35000
зачищувальне	3	2	3500	3500	175	175
контрольне	2	2	380	380	19	19
транспортне	1	1	947000	947000	47350	47350
Інструменти:						
молоток	7	5	150	150	7,5	7,5
щітка	5	4	130	130	6,5	6,5
шаблон	3	2	270	270	13,5	13,5
лінійка	5	4	180	180	9	9
кернер	3	2	160	160	8	8
упор	3	2	250	250	12,5	12,5
Разом						

Продовження таблиці 4.7

Види капітальних затрат	Загальна вартість, грн		Норма амортиз. відрах., %	Річна сума амортизаційних відрах., грн	
	З	П		З	П
Будівлі та споруди	4955000	4955000	5	247750	247750
Устаткування:					
різальне	268400	268400	8,5	22814	22814
складальне	147622,5	111172,5	23,5	34691,29	34691,29
зварювальне	2135000	2135000	19,5	416325	416325
зачищувальне	10675	7175	8,5	907,38	609,88
контрольне	779	779	10,5	81,8	81,8
транспортне	994350	994350	8,5	84519,75	84519,75
Інструменти:			18		
молоток	1057,5	757,5		190,35	136,35
щітка	656,5	526,5		118,17	94,77
шаблон	823,5	553,5		148,23	99,63
лінійка	909	729		163,62	131,22
кернер	488	328		87,84	59,04
упор	762,5	512,5		137,25	92,25
Разом	8516523,5	8475283,5		807934,67	798839,22

4.7 Основні техніко-економічні показники розробленого технологічного процесу

Річний економічний ефект визначається за формулою [10, с.27]:

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

де $C_{нз}$ - повна собівартість виробу за заводськими даними, грн ($C_{нз} = 3654,97$ грн);

$C_{мн}$ - повна собівартість виробу за проектними даними, грн ($C_{мн} = 3270,3$ грн);

$\Phi_{мз}$ - фондомісткість продукції за заводськими даними, грн/шт ($\Phi_{мз} = 1158,51$ грн/шт);

$\Phi_{мн}$ - фондомісткість продукції за проектними даними, грн/шт ($\Phi_{мн} = 965,32$ грн/шт);

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

$$E_{\phi} = ((3654,97 + 0,15 \cdot 1158,51) - (3270,3 + 0,15 \cdot 965,32)) \cdot 5000 = 2068242,5 \text{ грн.}$$

Термін окупності капітальних вкладень визначається за формулою [10, с.28]:

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

де $\Phi_{осз}$ - вартість основних виробничих фондів за заводським варіантом, грн ($\Phi_{осз} = 13501150$ грн);

$\Phi_{осн}$ - вартість основних виробничих фондів за проектним варіантом, грн ($\Phi_{осн} = 12503050$ грн);

E_{yp} - умовна річна економія, грн, яка розраховується за формулою [10, с.28]:

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

$$E_{yp} = 5000 \cdot (3654,97 - 3270,3) = 1923350 \text{ грн;}$$

$$T_{ок} = \frac{13501150 - 12503050}{1923350} = 0,52 \text{ р.}$$

					КР.422.37.00.00.000.ПЗ	Арк.
						68
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Порівняльний аналіз техніко-економічних показників показано у таблиці 4.8.

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	5000	5000
Кількість технологічного устаткування	шт	16	14
Собівартість товарної продукції	грн	3654,97	3270,3
Чисельність персоналу:			
- всього	чол	24	21
- основних робітників	чол	19	16
Фондомісткість продукції	грн/шт	1158,51	965,32
Умовна річна економія	грн	-	1923350
Річний економічний ефект	грн	-	2068242,5
Термін окупності капітальних вкладень	роки	-	0,52
Місячний оклад основних робітників:			
- розмічувальники	грн	15876	11907
- різальники	грн	15935,54	14755,13
- складальники	грн	16661,53	13974,19
- зварювальники	грн	16905	16905
- зачищувальники	грн	15841,09	11405,58
- контролери	грн	16283,19	16283,19
- транспортувальники	грн	15975,96	15975,96

5 ОХОРОНА ПРАЦІ

5.1 Планування та розробка заходів з протипожежного захисту

Планування та розробка заходів з протипожежного захисту на підприємстві відіграє важливу роль.

Координація і вдосконалення роботи із забезпечення пожежної безпеки та контролю за проведенням і виконанням протипожежних заходів здійснюється службою пожежної безпеки (далі СПБ), яка створюється на підприємствах різної форми власності. Діяльність СПБ регламентується Кодексом цивільного захисту України та Типовим положенням про службу пожежної безпеки, затвердженим наказом №945 МВС України 21.11.2023р. [11].

Основними завданнями служби пожежної безпеки є [11]:

- 1) забезпечення пожежної безпеки на підприємствах, в установах, організаціях та об'єктах, які належать до сфери управління відповідного органу державної влади (далі - об'єкти);
- 2) вдосконалення та координація профілактичної роботи з питань пожежної безпеки;
- 3) організація розроблення комплексних заходів щодо забезпечення та покращення пожежної безпеки на об'єктах і контроль за їх виконанням;
- 4) контроль за дотримання (виконанням) нормативно-правових актів та нормативних документів з питань пожежної безпеки;
- 5) здійснення методичного керівництва і контролю за діяльністю пожежно-рятувальних підрозділів для забезпечення відомчої та/або добровільної пожежної охорони;
- 6) облік пожеж та їх наслідків на об'єктах.

Відповідно до покладених завдань СПБ виконує наступне [11]:

- 1) перевіряє діяльність об'єктів щодо забезпечення пожежної безпеки. Вивчає і поширює передовий досвід роботи в цьому напрямку;

					КР.422.37.00.00.000.ПЗ	Арк.
						70
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2) організовує розроблення галузевих програм і планів заходів, спрямованих на забезпечення пожежної безпеки об'єктів, і контролює їх виконання;

3) подає пропозиції щодо науково-дослідних робіт з питань пожежної безпеки;

4) розробляє проекти нормативно-правових актів та інших організаційно-розпорядчих документів з питань пожежної безпеки;

5) готує та вносить до установчих документів пропозиції, спрямовані на підвищення рівня протипожежного захисту об'єктів;

6) погоджує проекти відомчих (галузевих) документів у сфері пожежної безпеки, які розробляються іншими структурними підрозділами органів державної влади;

7) здійснює контроль за виконанням в органах державної влади та на об'єктах установлених законодавством вимог з питань пожежної безпеки;

8) організовує проведення нарад, семінарів, навчань та конкурсів щодо вдосконалення роботи із забезпечення пожежної безпеки, діяльності пожежно-рятувальних підрозділів для забезпечення відомчої та/або добровільної пожежної охорони; готує матеріали для розгляду найважливіших питань пожежної безпеки на засіданнях колегії, службових нарадах;

9) надає методичну допомогу в організації навчання та перевірки знань з питань пожежної безпеки, організовує та контролює проведення інструктажів з персоналом;

10) за дорученням керівника бере участь у службових розслідуваннях причин і обставин виникнення пожеж;

11) веде облік пожеж та їх наслідків на об'єктах, аналізує причини їх виникнення, готує звітні матеріали, подає пропозиції щодо запобігання пожежам;

12) здійснює профілактично-роз'яснювальні заходи щодо запобігання виникненню пожеж;

					КР.422.37.00.00.000.ПЗ	Арк.
						71
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

13) подає пропозиції необхідного обсягу фінансування протипожежних заходів на об'єктах;

14) здійснює контроль за обладнанням та експлуатацією на об'єктах систем протипожежного захисту, систем протипожежного водопостачання, пожежною, аварійно-рятувальною та іншою спеціальною технікою, спеціальним обладнанням, пожежно-технічним оснащенням, пожежним обладнанням, первинними засобами пожежогасіння та бере участь у роботі відповідних комісій щодо їх списання [11].

Таки чином, розробка та планування заходів з протипожежного захисту є важливим елементом життєдіяльності та функціонування підприємства.

5.2 Джерела запалювання та пожежна небезпека електрообладнання

Пожежа – це неконтрольоване горіння, що розвивається в часі та просторі. Вона приносить великі матеріальні збитки і нерідко супроводжується нещасними випадками з людьми. Тому особи, які експлуатують електрообладнання та електроустановки, повинні знати можливі причини виникнення пожеж і уміти їх гасити [12, с.124].

Причини, що викликають пожежі та вибухи при експлуатації електрообладнання та електроустановок [12, с.124]:

- струми короткого замикання та перевантаження, що викликають недопустиме нагрівання провідників і запалення ізоляційних конструкцій;
- іскріння в електричних апаратах і машинах, а також іскріння в результаті електричних розрядів і ударів блискавки;
- нагрів контактних з'єднань до високої температури через їхній підвищений електричний опір;
- електрична дуга, що виникає між контактами комутаційної апаратури, та електрична дуга при зварюванні;

					КР.422.37.00.00.000.ПЗ	Арк.
						72
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- аварії з маслонаповненими апаратами при викиданні в атмосферу продуктів розкладання оливи з утворенням у повітрі вибухонебезпечної суміші;
- загорання обмоток електричних машин і трансформаторів при їх перевантаженні чи несправності;
- застосування несправних або залишених без догляду ввімкнених електронагрівальних приладів, а також установлення їх біля вогнебезпечних матеріалів і конструкцій будинків;
- несправності люмінесцентних ламп і їхньої пускорегулювальної апаратури; розташування стаціонарних або переносних світильників поблизу горючих матеріалів;
- виділення водню, що утворює з повітрям вибухонебезпечну суміш у процесі заряджання і розряджання акумуляторних установок;
- використання сірчаної кислоти для приготування електроліту (стикання її з органічними матеріалами викликає вогонь);
- старіння і розкладання оливи при високій температурі з утворенням вибухонебезпечних сумішей, пробій внаслідок гігроскопічності масла.

Коротке замикання являє собою найбільшу пожежну небезпеку. Струми короткого замикання в багато разів перевищують номінальні струми проводів та струмовідних частин і досягають сотень і тисяч ампер. Такі струми можуть не тільки перегріти, але й запалити ізоляцію, розплавити струмовідні частини та проводи. Плавлення металевих деталей машин та апаратів супроводжується розлітанням іскор, які у свою чергу здатні запалити близько розташовані горючі речовини та матеріали, стати причиною вибуху. Коротке замикання при експлуатації електроустановок виникає з різних причин. Найчастіше воно відбувається через старіння електричної ізоляції і відсутність контролю за її станом.

Порушення правил експлуатації електроустановок неминує призводить до виникнення пожеж, тому що ігноруються чіткі вимоги до режиму роботи,

					КР.422.37.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		73

не дотримуються протипожежні відстані до горючих матеріалів, не виконуються умови запобігання непередбачуваному акумулюванню тепла, що виділяється. Пожежі через неправильну експлуатацію електроустановок характерні для житлових і адміністративних будівель, а також пересувних споруд, причому електроустановками, порушення режиму роботи яких призводить до пожеж, частіше за все є електричні світильники, електричні нагрівальні прилади, а також електричні мережі [12, с.125].

Електричні мережі небезпечні в електричному відношенні через те, що вони складаються з безлічі розгалужених проводів і кабелів, які мають значну довжину. Проводи електричних мереж часто стикаються з горючими матеріалами та частинами будинків і споруд. Крім того, несправності в розгалужених електричних мережах великої довжини часто сховані від ока найдосвідченішого електрика. Горючим матеріалом проводів і кабелів є їхня ізоляція, яка звичайно складається з речовин органічного походження. Крім того, горіння може поширюватись уздовж прокладання електричних проводок. Статистичні дані свідчать про те, що на частку електричних проводок припадає значна кількість усіх пожеж [12, с.125].

Трансформатори, що застосовуються в системах електропостачання, за способом охолодження поділяються на сухі, масляні та заповнені негорючою рідиною – совтолом. Якщо в сухих трансформаторах горючим матеріалом є ізоляційні конструкції, то в масляних – ще й трансформаторне масло. Трансформаторне масло добре горить, при високій температурі розкладається на газоподібні складові, які утворюють з повітрям вибухонебезпечні суміші. Розвиток пожежі в трансформаторах залежить в основному від причин її виникнення. При місцевому перегріванні осердя процес горіння носить жевріючий характер і може продовжуватися тривалий час. Ознакою пожежі є поява газів у камері газового реле та шум трансформатора. При несвоєчасному аварійному вимиканні трансформатора виникає коротке замикання та загорання обмоток. Виявити це можна за виходом продуктів горіння з

					КР.422.37.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		74

розширювального бака, руйнуванням запобіжної мембрани, випинанням стінок або кришки бака.

При міжвиткових і коротких замиканнях в обмотці трансформатора напругою вище 1000 В і своєчасному спрацьовуванні захисту спостерігається лише місцеве вигорання обмотки. Залежно від потужності короткого замикання може відбутися зруйнування мембрани, розширювального бака та зрив кришки з викидом оливи назовні. При великій потужності короткого замикання і тривалому горінні відбувається руйнування розширювального бака, а потім трансформатора, у результаті чого масло, що розтікається, створює загрозу сусіднім трансформаторам та іншому обладнанню. Найбільші пошкодження з розривом корпусу трансформатора відбуваються на вхідних або вихідних струмопроводах [12, с.126].

Електричні машини систем електропостачання пожежонебезпечні при перегріві. Їх перегрів виникає в результаті перевантаження, через забруднення вентиляційних каналів системи охолодження. У цих випадках машина перегрівається рівномірно. Крім того, буває, що у двигунах перегріваються лише обмотки статора або ротора. Перегрів обмотки статора відбувається при перевантаженні двигуна, порушенні режиму його охолодження або підвищенні напруги на затисках двигуна. Перегрів обмотки ротора виникає при перевантаженні, порушенні режиму охолодження, у результаті поганого контакту в пайках будь-яких частин обмотки. Перегрів електричних машин може бути викликаний їхньою роботою у двофазному режимі, що є найбільш частою причиною відмови трифазних асинхронних двигунів. Перегрів обмоток електричних машин може викликати спалахування ізоляції проводів, що звичайно призводить до пожежі. Особливу пожежну небезпеку являє собою іскріння щіток і пригорання контактних кілець електричних машин. Це відбувається з таких причин: встановлено щітки інших марок порівняно з зазначеними в документації; щітки погано притерті або слабо притиснені; контактні кільця і колектор мають нерівну поверхню і тому вібрують;

					КР.422.37.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		75

контактні поверхні забруднені або замаслені. У машинах постійного струму при неправильному виборі та розташуванні щіток при великих навантаженнях відбувається посилення іскріння. Повітря в зоні колектора іонізується, що призводить до появи кругового вогню на колекторі. Причиною пожежі може бути також перегрів підшипників електричних машин через їх недостатнє змащування і перекіс валу. Для запобігання займання ізоляційних конструкцій електричні машини обладнують пристроями для захисту від струмів короткого замикання і перевантаження, а також температурними сигналізаторами для контролю температури [12, с.126, 127].

Більше 20 % усіх пожеж в електроустановках припадає на електричні апарати. Через дефекти при виготовленні та неправильну експлуатацію контакторів і магнітних пускачів виникають несправності, основним результатом яких є надмірне підвищення температури деталей. Недопустиме підвищення температури котушки, наприклад пов'язане з появою в ній міжвиткового короткого замикання. Нагрів струмовідних частин відбувається при перевантаженні апарата, послабленні затяжки контактних з'єднань, забрудненні контактних поверхонь і зношуванні головних контактів.

Пожежна небезпека апаратів захисту полягає в появі електричної дуги та іскроутворенні при перегоранні плавкої вставки, а також у можливості нагріву струмовідних частин при порушенні щільності контактних з'єднань. Часто пожежі є результатом ненадійної роботи апаратів захисту й установлення плавких вставок підвищеного перерізу [12, с.127, 128].

Освітлювальні установки з лампами розжарювання та люмінесцентними лампами також пожежонебезпечні. Практично пожежі від ламп розжарювання виникають у результаті використання ламп підвищеної потужності, тому мають місце випадки займання пластмасових плафонів. У світильниках з люмінесцентними лампами пожежонебезпечними елементами є стартер, конденсатори з паперовим діелектриком, світлорозсіювачі з органічного скла [12, с.128].

					КР.422.37.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		76

При виникненні пожежі в електропроводці або електромережі необхідно вимкнути приєднання, на яких горить обладнання, сповістити пожежну охорону, керівника підприємства чи відповідну посадову особу, після чого почати гасіння пожежі наявними засобами. Гасити пожежу в електроустановках усіма видами хімічних пін, розчин яких має підвищену електропровідність, а також ручними засобами в сильно задимлених приміщеннях без зняття з них напруги забороняється [12, с.128].

З метою попередження пожежі на підприємствах використовують різні засоби пожежогасіння, які найбільш придатні для ліквідації пожежі в електроустановках та електрообладнанні, вважаються вуглекислотні, вуглекислотно-брометилові та порошкові ручні вогнегасники і пересувні установки.

					<i>КР.422.37.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						77
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

Головним завданням під час виготовлення вентиляційних решіток є отримання міцного нероз'ємного з'єднання зварювальних заготовок із необхідними фізико-механічними властивостями. У більшості випадків процес зварювання деталей має складальний характер і може бути інтегрований безпосередньо в потік вузлового або загального складання.

У даному технологічному процесі виготовлення вентиляційних решіток автоматизовано за допомогою роботизованого зварювального комплексу.

Використання цього комплексу дозволяє:

- забезпечити високу якість зварних швів;
- знизити витрати електродного дроту та захисного газу;
- підвищити продуктивність виробництва й мінімізувати обсяг ручної праці.

					КР.422.37.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		78

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Сталь 3пс. Довідник. Вуглецеві нелеговані сталі: веб-сайт. URL: https://metinvest-smc.com/ua/steel/stal-3ps/?srsltid=AfmBOopdrmEm6W33Ndu-v3C_9wFz_pzXEFDL5UBCkUxh_zr6EXKQExDh (дата звернення: 20.05.2026).
2. Гуменюк І.В., Іваськів О.Ф., Гуменюк О.В. Технологія електродугового зварювання: підручник. Київ: Грамота, 2006. 512 с.
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. Технологія і обладнання зварювання плавленням. Зварювання і споріднені процеси: веб-сайт. URL: <http://drawings.zp.ua/index.php/literatura/87-metallurgiya/zwariuvannia-i-sporidneni-protsessy/zahal-na-literatura-po-zwariuvanniu/558-A-a-i-tekhnologiya-i-obladnannia-zwariuvannia-plavlenniam> (дата звернення: 24.05.2026).
5. Биковський О.Г., Пінковський І.В. Довідник зварника. Київ: Техніка, 2002. 336 с.
6. Комплект для зварювання PATON ProMIG-500-15-4-400V WK. Зварювальні напівавтомати MIG MAG: веб-сайт. URL: <https://paton.ua/svarochnoe-oborudovanie/svarochnye-poluavtomaty/zvarjuvalnij-napvavtomat-paton-promig-500-15-4-pw/> (дата звернення: 24.05.2026).
7. Пальник для напівавтоматичного зварювання MB-24KD Welding Dragon. Пальники MIG. URL: <https://jasic.ua/ua/category/komplektujushhie-k-svarochnomu-oborudovaniju/gorelki-mig> (дата звернення: 24.05.2026).
8. Контроль якості зварних конструкцій. Науково-технічна бібліотека ІФНТУНГ: веб сайт. URL: <https://library.nung.edu.ua/kontrol-yakosti-svarnykh-konstruktsii.html> (дата звернення: 25.05.2026).
9. ДСТУ 3159-95. Ресурсозбереження. Нормування витрат зварювальних матеріалів. Загальні вимоги, методи визначення нормативів ручного і

					КР.422.37.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		79

механізованого електрозварювання. [Чинний від 1996-07-01]. Київ, 1995. 36 с. (Держстандарт України).

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

11. Кодекс цивільного захисту України. Типове положення про службу пожежної безпеки, наказ №945 МВС України від 21.11.2023р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z2222-23#Text> (дата звернення: 11.06.2026).

12. Основи безпечної експлуатації електроустановок: підручник / С.В. Панченко, О.І. Акімов, М.М. Бабаєв та ін. Харків: УкрДУЗТ, 2021. 149 с.

					КР.422.37.00.00.000.ПЗ	Арк.
						80
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ДОДАТКИ

					КР.422.37.00.00.000.ПЗ	Арк.
						81
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		