

**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**  
**опори естакадної**

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

**Сергій БОДАК**

Керівник

**Марія ДРАНІВСЬКА**

Рецензент

м. Тернопіль – 2024

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

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

ЗАТВЕРДЖУЮ  
Голова циклової комісії  
Марія ДРАНІВСЬКА

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2024 року

З А В Д А Н Н Я

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

**БОДАКУ Сергію Ігоровичу**

**Тема роботи** \_\_\_\_\_ Проект \_\_\_\_\_ вдосконалення \_\_\_\_\_ технологічного \_\_\_\_\_ процесу  
виготовлення опори естакадної \_\_\_\_\_

**Керівник роботи** \_\_\_\_\_ ДРАНІВСЬКА Марія Богданівна  
(прізвище, ім'я, по батькові)

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

**Термін подання студентом роботи** \_\_\_\_\_ 20.06.2024р.

**Вихідні дані до роботи** \_\_\_\_\_ креслення виробу, базовий технологічний процес  
виготовлення виробу \_\_\_\_\_

**Зміст розрахунково-пояснювальної записки**

**1 АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ**

1.1 Опис конструкції зварного виробу \_\_\_\_\_

1.2 Характеристика матеріалу зварного виробу \_\_\_\_\_

1.3 Технічні умови на виготовлення зварного виробу (зварної конструкції) \_\_\_\_\_

1.4 Аналіз базового технологічного процесу виготовлення зварного виробу  
(конструкції) та постановка задач на виконання кваліфікаційної роботи \_\_\_\_\_

**2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ**

2.1 Технічне обґрунтування вибраного способу зварювання \_\_\_\_\_

2.2 Вибір зварювальних матеріалів \_\_\_\_\_

2.3 Вибір та розрахунок параметрів режиму зварювання \_\_\_\_\_

2.4 Вибір і обґрунтування зварювального устаткування \_\_\_\_\_

2.5 Вибір методу контролю якості виробу \_\_\_\_\_

2.6 Опис вибраного технологічного процесу виготовлення зварного  
виробу (конструкції) \_\_\_\_\_

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

### 3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

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

3.2 Опис роботи зварювального пристосування

### 4 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ

4.1 Розрахунок кількості обладнання

4.2 Розрахунок кількості працівників

4.3 Визначення витрат і вартості основних матеріалів

4.4 Розрахунок фонду оплати праці

4.5 Калькуляція собівартості деталі

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

4.7 Основні техніко-економічні показники розробленого технологічного процесу

### 5 ОХОРОНА ПРАЦІ

5.1 Аналіз нормативно-правових документів, що регламентують дотримання вимог охорони праці на підприємстві

5.2 Заходи захисту від негативного впливу електромагнітних полів

5.3 Правила охорони праці та пожежної безпеки під час виготовлення опори естакадної

### Перелік графічного матеріалу

1. Технологічний процес виготовлення опори естакадної – 1.0 (форм. А1)

2. Складальне креслення опори естакадної – 1.0 (форм. А3)

3. Складальне креслення кантувача – 1.0 (форм. А1)

4. Складальне креслення тельфера Т 050 – 1.0 (форм. А1)

### Консультанти розділів роботи

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

Дата видачі завдання \_\_\_\_\_ 20.05.2024р.

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

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

Студент

\_\_\_\_\_ ( підпис )

Сергій БОДАК

(ім'я, прізвище)

Керівник роботи

\_\_\_\_\_ ( підпис )

Марія ДРАНІВСЬКА

(ім'я, прізвище)

## **АНОТАЦІЯ**

Процеси зварювання відіграють важливу роль при виготовленні металевих конструкцій будь-якого рівня складності. Особливістю технологічного процесу виготовлення опори естакадної 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 flyover support manufacturing. The main improvements are change welding process, equipment, materials and others operations of manufacture. The technological process of constructions manufacturing are present of technological operations, such as procurement, assembling, welding, equipment, additional and control. The economic calculations allow estimating the possibility of practical applying the technological process. The safety equipment and fire protection is consider in this report yet.

## ЗМІСТ

	с.
ВСТУП . . . . .	6
1 АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ . . . . .	7
1.1 Опис конструкції зварного виробу . . . . .	7
1.1.1 Технічні вимоги до зварного виробу . . . . .	8
1.2 Характеристика матеріалу зварного виробу . . . . .	8
1.3 Технічні умови на виготовлення зварної конструкції . . . . .	10
1.3.1 Вимоги до матеріалів і напівфабрикатів . . . . .	10
1.3.2 Вимоги до шорсткості, геометричності форми та розмірів	11
1.3.3 Вимоги до зварних з'єднань виробу . . . . .	12
1.3.4 Вимоги до складання . . . . .	12
1.3.5 Вимоги до якості зварної конструкції . . . . .	13
1.4 Аналіз базового технологічного процесу виготовлення зварної конструкції та постановка задач на виконання кваліфікаційної роботи . . . . .	14
2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ . . . . .	16
2.1 Технічне обґрунтування вибраного способу зварювання . . . . .	16
2.2 Вибір зварювальних матеріалів . . . . .	18
2.3 Вибір та розрахунок параметрів режиму зварювання . . . . .	19
2.4 Вибір і обґрунтування зварювального устаткування . . . . .	24
2.5 Вибір методу контролю якості виробу . . . . .	28
2.6 Опис вибраного технологічного процесу виготовлення зварної конструкції . . . . .	28
2.6.1 Заготівельні операції . . . . .	29
2.6.2 Складальні операції . . . . .	31
2.6.3 Складально-зварювальні операції . . . . .	31

					<b>КР.422.02.00.00.000.ПЗ</b>					
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	Проект вдосконалення технологічного процесу виготовлення опори естакадної Пояснювальна записка					
<i>Розроб.</i>	<i>Бодак</i>							<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>	<i>Дранівська</i>								4	77
<i>Реценз.</i>								ВСП «ТФК ТНТУ», зр. ПМ-422ск		
<i>Н. Контр.</i>	<i>Залуцька</i>									
<i>Затв.</i>	<i>Дранівська</i>									

2.6.4	Опоряджувальні операції . . . . .	32
2.6.5	Допоміжні операції . . . . .	32
2.6.6	Контроль якості . . . . .	32
2.7	Нормування технологічного процесу виготовлення зварної конструкції і витрат матеріалів та електроенергії . . . . .	33
3	КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ . . . . .	36
3.1	Обґрунтування вибору типу пристосувань, які застосовуються при виготовленні конструкції . . . . .	36
3.2	Опис роботи зварювального пристосування . . . . .	38
4	ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ . . . . .	41
4.1	Розрахунок кількості обладнання . . . . .	41
4.2	Розрахунок кількості працівників . . . . .	47
4.3	Визначення витрат і вартості основних матеріалів . . . . .	50
4.4	Розрахунок фонду оплати праці . . . . .	51
4.5	Калькуляція собівартості виробу . . . . .	57
4.6	Розрахунок суми капіталовкладень для розробленого технологічного процесу та його економічної ефективності . . . . .	58
4.7	Основні техніко-економічні показники розробленого технологічного процесу . . . . .	59
5	ОХОРОНА ПРАЦІ . . . . .	62
5.1	Аналіз нормативно-правових документів, що регламентують дотримання вимог охорони праці на підприємстві . . . . .	62
5.2	Заходи захисту від негативного впливу електромагнітних полів . . . . .	67
5.3	Правила охорони праці та пожежної безпеки під час виготовлення опори естакадної . . . . .	70
	ВИСНОВКИ . . . . .	73
	ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ . . . . .	74
	ДОДАТКИ . . . . .	77

## ВСТУП

При виконанні процесу зварювання, з'єднання можуть утворюватися без використання проміжного матеріалу, що відрізняється від з'єднуваного металу або його подачу в зону зварювання. Складності отримання міцного з'єднання вирішуються нагріванням з'єднувальних частин або механічним здавлюванням чи їх осадкою. Нагрівання послаблює зв'язки між атомами, робить їх більш рухомими, знижує твердість металу і підвищує його пластичність – здатність до пластичних деформацій. Осадка створює пластичні деформації, що викликають течію металу вздовж поверхні розділу і його перемішування, руйнує поверхневі шари металу, виводить на поверхні внутрішні, свіжі – ювенільні шари металу, зближує з'єднувальні поверхні і сприяє дотиканню їх атомів. Нагрівання і осадка при зварюванні взаємозв'язані: чим вище нагрівання, тим менший тиск осадки і навпаки. Якщо нагрівання в зоні зварювання проводять до розплавлення металу, то осадка являється зайвою. Зворотний процес – холодне зварювання. З'єднання утворюються високим тиском осадки і метал залишається весь час холодним. Більшість способів використовують одночасно, як нагрівання, так і осадку.

Зварне з'єднання виникає в тонкому шарі і зона зварювання має лінійний характер. Збільшення товщини шару зварювання і підвищення міцності зварного з'єднання можуть покращувати процеси взаємного розчинення, дифузії і кристалізації металу з'єднувальних частин, що протікають більш повільно. Використовувані способи зварювання дуже різноманітні. Їх можна класифікувати на способи зварювання плавленням (в рідкій фазі) і зварювання тиском (в твердій фазі). Розвиток зварювального виробництва, впровадження прогресивних способів зварювання підвищують вимоги щодо рівня підготовки зварників [1, с. 3].

					КР.422.02.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6



# 1 АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ

## 1.1 Опис конструкції зварного виробу

Опора є складовою частиною естакади, яка є інженерною спорудою і представляє собою підвищення над рівнем дороги з метою переміщення по ній транспортних чи технологічних засобів, а також пішоходів. Конструкція естакадної опори показана на рисунку 1.1.

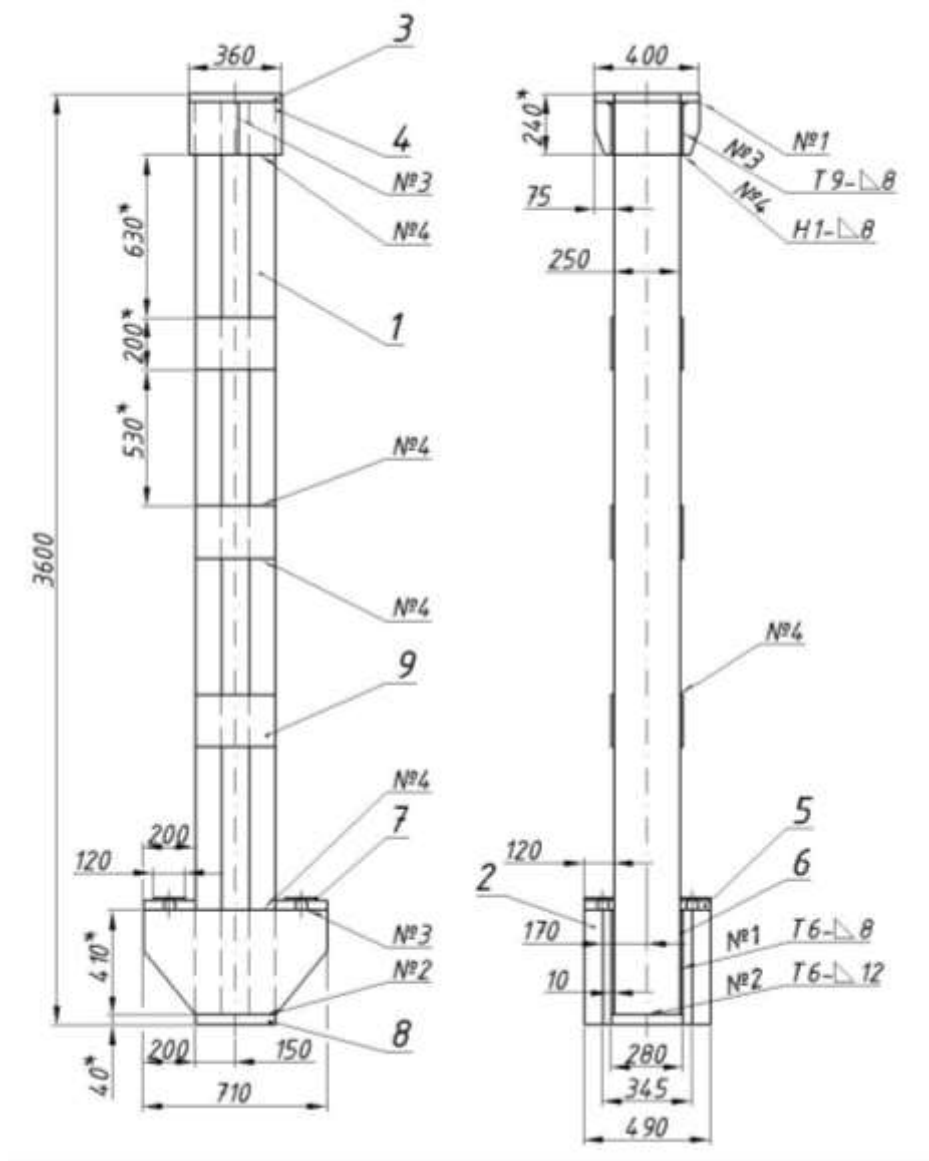


Рисунок 1.1 – Опора естакадна

					КР.422.02.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

Як видно з рисунку, до складу опори естакадної входять наступні складальні одиниці та деталі: стояк 1, опора 2, закладна 3, ребра 4, упори 5, фіксатори 6, фланці 7, накладка 8 та вставки 9.

Для забезпечення потрібного запасу міцності, враховуючи експлуатаційні навантаження, опора виготовляється зі сталі 12Х1МФ. Естакадна опора має такі габаритні розміри: висота 3600 мм, довжина 710 мм і ширина 490 мм, при своїй загальній масі 412 кг.

### **1.1.1 Технічні вимоги до зварного виробу**

Враховуючи умови експлуатації конструкції важливою вимогою є високі показники її технологічних властивостей, а саме міцність та ударна в'язкість – пластичність. Це при тому, що збережена правильна геометрія конструкції і в зварних швах відсутні будь-які дефекти, що робить метал шва рівно-міцним основному.

Так як опора естакадна виготовляється серійно, тому розробляючи чи вдосконалюючи технологічний процес її виробництва, потрібно вибирати найраціональніші схеми технологічного устаткування, які б дозволяли виконувати складання під зварювання забезпечуючи потрібну точність. Крім того устаткування повинно мати високу швидкодію виконуваних операцій, що дозволить процес зробити продуктивнішим, а також зручність виконання на ньому подальшого процесу зварювання.

### **1.2 Характеристика матеріалу зварного виробу**

Опора естакадна виготовлена зі сталі марки 12Х1МФ. Дана марка сталі відноситься до конструкційних теплостійких сталей. Механічні властивості сталі 12Х1МФ приведені в таблиці 1.1, а хімічний склад відповідно в таблиці 1.2.

					<i>КР.422.02.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

Таблиця 1.1 – Механічні властивості сталі 12Х1МФ [2]

Стан постачання	$\sigma_{0,2}$	$\sigma_B$	$\delta_5$ , %
	МПа		
	не менше		
Прокат нормалізований	294	440- 588	21

Таблиця 1.2 – Хімічний склад сталі 12Х1МФ [2]

С	Mn	Si	Cr	V	Mo	S	P	Ni	Cu
						не більше			
0,08– 0,15	0,4– 0,7	0,17– 0,37	0,9– 1,2	0,15– 0,3	0,25– 0,35	0,025	0,030	0,30	0,20

Зварюваність металу є однією із важливих характеристик, яка визначає формування якісних зварних з'єднань при загально-прийнятній технології, без дефектів та з потрібними властивостями.

Зварний виріб чи конструкція повинні повністю відповідати вимогам нормативно-технічної документації, що до них пред'являються.

В залежності від властивостей металу до формування зварних з'єднань, зварюваність буває: добра, задовільна, погана і обмежена.

Імовірність утворення гарячих і холодних тріщин в процесі зварювання є основним показником зварюваності металу.

Утворення холодних тріщин у з'єднаннях залежить від:

- структури самого з'єднання, чи є присутнім мертенсит або бейніт;
- кількості залишкового водню у швах;
- кількості та величини розтягуючих напружень.

Зварюваність металу оцінюють за результатами розрахунку еквівалентного вмісту вуглецю  $C_e$  [3, с. 127]:

					<i>КР.422.02.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

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

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

Отже:

$$C_{\text{екв}} = 0,15 + \frac{0,7}{6} + \frac{0,37}{24} + \frac{0,3}{10} + \frac{1,2}{5} + \frac{0,35}{4} + \frac{0,2}{15} + \frac{0,3}{14} = 0,67 \%$$

За результатами розрахунку для даної марки сталі, еквівалентний вміст вуглецю більший 0,45, тому зварюваність цієї сталі є обмеженою.

### 1.3 Технічні умови на виготовлення зварної конструкції

#### 1.3.1 Вимоги до матеріалів і напівфабрикатів

Перевірка якості і відповідності застосовуваному в технологічному процесі виготовлення конструкції передбачена вхідним контролем. Даний контроль виконується із використанням спеціалізованого обладнання та інструментів.

Головним матеріалом, який підлягає ретельному контролю є основний метал, що має мати гарантований склад і механічні властивості без наявих у ньому дефектів.

До матеріалів та напівфабрикатів ставлять ряд вимог:

- а) матеріали та напівфабрикати повинні мати документацію, де підтверджується їх якість;
- б) у випадку необхідності, матеріали можуть піддаватись додатковим випробуванням на підприємстві;

					<i>КР.422.02.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

в) всі матеріали, які застосовуються в зварювальному процесі повинні відповідати нормативно-технічним документам на виготовлення потрібної продукції;

г) зберігання їх у закритих складських приміщеннях задовільної чистоти;

д) відсутність будь-яких дефектів, пошкоджень, забруднень та сторонніх включень;

е) якщо є присутні некритичні дефекти у зварних з'єднаннях, то вони видаляються вирізанням та шліфуванням;

є) заборонено використання пошкоджених та забруднених присадних матеріалів;

ж) захисні гази повинні мати склад, який вимагається технічними умовами, без різних шкідливих домішок та надмірної вологи.

### **1.3.2 Вимоги до шорсткості, геометричності форми та розмірів**

Форма і розміри конструкції, які розробляються на етапі її проектування повинні відповідати технічним умовам та кресленням. Тому важливим завданням є забезпечення та збереження форми і розмірів при виконанні технологічного процесу протягом всіх робіт, які виконуються над заготовками чи виробом в цілому. Для вирішення цього завдання потрібно:

- врахувати всі технологічні особливості виготовлення ще на стадії проектування конструкції;

- дотримання конструктивної форми, розмірів відповідно до типу зварних з'єднань, враховуючи метод підготовки металу до зварювання, скіс кромки та допуски на розміри;

- дотримуватись технології здійснення процесу, коли відсутня можливість або зводиться до мінімуму виникнення зварювальних напружень і деформацій.

					<i>КР.422.02.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

### 1.3.3 Вимоги до зварних з'єднань виробу

Характеристики зварних з'єднань, що стосується їх зовнішнього вигляду залежать від використовуваного способу, а також просторового положення шва.

Зварювання є основним способом виготовлення конструкції, тому до з'єднань висуваються наступні вимоги:

- розташування та конструктивні елементи зварних з'єднань повинні відповідати технічним умовам та кресленням;
- метал для виготовлення зварної конструкції повинен допустимо мінімально містити сірку і фосфор;
- по можливості забезпечити сприятливі умови протікання процесу кристалізації, що дозволить отримати дрібнозернисту конструкцію.

На якість зварних з'єднань також впливає наявний захист розплавленого металу від шкідливої дії повітря, так при доброму захисті поверхня шва повинна мати металевий блиск.

### 1.3.4 Вимоги до складання

Складання займає важливе місце в загальному технологічному процесі виготовлення конструкції. Суть його полягає у взаємному розміщенні між собою деталей та подальшого їх закріплення, для формування конструкції відповідно до технологічних карт.

Складальні операції можуть виконуватись по-різному, але найбільш поширеними схемами є за попереднім розмічуванням та за контрольними отворами.

Суть методу за попереднім розмічуванням полягає у встановленні кожного елемента конструкції по місцях, де наперед нанесені розмічувальні лінії. Якщо складання виконується по контрольних отворах, то вони

					КР.422.02.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

конструктивно повинні бути присутніми на поверхнях деталей.

В процесі виконання складання повинні враховуватись різні чинники, які впливають на якість, продуктивність і енерговитратність використовованого устаткування, так виконання одночасного складання і зварювання на одному й тому ж обладнанні має більше переваг, але негативною стороною цього є відносно висока його вартість.

Тому для якісного виконання технологічного процесу виготовлення опори естакадної повинно використовуватись спеціалізоване складально-зварювальне обладнання.

### **1.3.5 Вимоги до якості зварної конструкції**

Якість визначається придатністю конструкції виконувати свою роботу за призначенням. Тому існує ряд вимог, яким повинна відповідати опора естакадна:

- конструктивна форма опори повинна бути економічно та технологічно обґрунтованою;
- конструкція повинна мати раціональні перерізи, які б витримували робочі навантаження;
- між з'єднувальними частинами опори повинен бути витриманий зазор, для кращого провару;
- форма повинна бути технологічною, яка б дозволяла виконувати свої функції в період експлуатації без надлишкової маси та застосування спеціальних матеріалів;
- зварні з'єднання повинні виконуватись в послідовності та з конструктивними параметрами, що задано в технологічних картах;
- відсутність дефектів конструкції, які б могли появитися в ході виконання технологічного процесу.

Виконання цих вимог забезпечить потрібні показники якості технологічного процесу виготовлення естакадної опори.

					<i>КР.422.02.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

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

Виготовлення опори естакадної полягає в необхідності виконання певних операцій, таких як правлення, очищення, розмічування, різання, скіс кромки, складання, зварювання, механічне оброблення та контроль якості. В загальному весь технологічний процес виробництва опори естакадної складається із виготовлення стійки, до якої в свою чергу приварюються інші складові частини опори.

Для виготовлення опори естакадної використовується листовий і профільний прокат. На початку потрібно підготувати заготовки – деталі з яких буде складатися конструкція, потім вони встановлюються у складальному пристосуванні, де відбувається їх фіксація і закріплення для надання проектного положення.

Після чого жорстко складена конструкція піддається зварюванню, але цей процес виконується тільки для швів, що знаходяться в нижньому положенні, так як в цьому положенні досягається найбільша міцність зварних швів порівняно з іншими положеннями.

Опора естакадна зварюється дуговим механізованим способом в середовищі захисного газу плавким електродом (MAG). Захисне середовище формується вуглекислим газом (CO<sub>2</sub>), який транспортується і зберігається в рідкому стані відповідно до стандарту ДСТУ 4817:2007. В якості обладнання використовується напівавтомат моделі ПДГ-512.

Ще на початку проектування конструкції потрібно підібрати її правильне конструктивне оформлення, технологію виконання складально-зварювальних робіт, що б дозволило забезпечити надійну роботу конструкції при мінімальній концентрації напружень. Контроль якості проводиться протягом всього технологічного циклу виготовлення конструкції візуальним оглядом.

Спосіб механізованого зварювання в CO<sub>2</sub> має багато переваг, але

					КР.422.02.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14



істотним недоліком є інтенсивне розбризкування електродного металу. Деякі краплі налипають на зварювальних деталях, а деякі пошкоджують зварювальне обладнання, також це може вплинути на надійність його роботи. Так велика кількість крапель на соплі пальника може призвести до погіршення захисту зони зварювання. Тому потрібно вживати додаткових заходів для протидії налипанню крапель при зварюванні у вуглекислому газі.

Недоліком існуючого технологічного процесу виготовлення конструкції є використання ручних затискних пристроїв у складальному обладнанні. Для приведення їх в дію потрібна безпосередня присутність складальника-зварювальника, що негативно позначається на продуктивності виготовлення опори естакадної. Також до недоліків можна віднести мало енергоефективне обладнання, яке розраховане на номінальний зварювальний струм 500 А, це підвищує витрати електроенергії, що веде до подорожчання продукції.

Рекомендації по покращенню технологічного процесу виготовлення естакадної опори:

- зміна способу зварювання конструкції, з механізованого в захисних газах на автоматичне під флюсом, це підвищить продуктивність – процес повністю автоматизований та забезпечить повний провар, оскільки йде зварювання великих товщин;

- виконувати кантування конструкції, для забезпечення виконання зварювання в нижньому положенні;

- вдосконалити складальне обладнання, що проявляється в заміні ручних затискних пристосувань на механізовані зразки.

					<i>КР.422.02.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

## 2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

### 2.1 Технічне обґрунтування вибраного способу зварювання

Вибір способу зварювання пов'язаний із врахуванням технологічності конструкції, програми випуску, зварюваності основного металу, можливості автоматизації зварювального процесу, безпеки виконання робіт та інше.

Опора естакадна може бути виготовлена із застосуванням таких способів зварювання:

- ручного дугового покритими електродами;
- механізованого в захисних газах;
- автоматичного під флюсом;
- газового.

Газове зварювання серед усіх найбільш непридатний спосіб, тому що він є вибухо-небезпечним, велика ширина зони термічного впливу зварного з'єднання, що призводить до погіршення якості та взагалі непридатний до автоматизації процесу. Крім того цей спосіб використовується для зварювання незначних товщин, а опора виготовляється з товстого матеріалу.

Дугове зварювання покритими електродами, на сьогоднішній день займає важливе місце серед всіх способів зварювання, тому що цей спосіб є простим, доступним і найменше енерговитратним. Хоча має недоліки, які пов'язані із невисокою продуктивністю, тому що спосіб виконується вручну і залежить безпосередньо від кваліфікації персоналу та захист зони зварювання відбувається парами металів, які формують на поверхні шва шлаковий шар, що потребує додаткових операцій для його видалення.

Механізоване зварювання в захисних газах має переваги, які стосуються високої продуктивності процесу, можливості легкої його механізації, велика універсальність та можливість виконувати зварювальний процес у всіх просторових розміщеннях швів, надійний захист зони зварювання середовищем захисних газів. Цим способом можна зварювати

					КР.422.02.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

різні товщини, від найтонших 0,2 мм до товстіших 20 мм. Однак при достойних перевагах цей процес характеризується підвищеним розбризуванням електродного металу, що призводить до забруднення не тільки зварюваних поверхонь, але і використовуваної апаратури, що може спричинити її вихід з ладу.

Автоматичне зварювання під флюсом забезпечує формування швів, які володіють високою і стабільною якістю. Це можливе завдяки надійному захисту розплавленого металу від присутності кисню і азоту, які є в повітрі, однорідному хімічному складу металу шва, за рахунок рівномірності розподілення домішок та незмінність форми і розмірів зварного шва при виконанні процесу. За рахунок цього менша імовірність утворення непроварів, підрізів та інших дефектів форми шва, а також немає розривів і перерв при виконанні процесу, порівняно з ручним дуговим способом, де це є необхідністю, так як потрібно змінити електрод, який оплавився.

Важливим недоліком автоматичного зварювання під флюсом є можливість виконувати процес тільки в нижньому положенні через те, що розплавлений флюс стікає із зони зварювання навіть коли є незначне відхилення від горизонталі площини шва  $10^{\circ}\dots 15^{\circ}$ .

Проаналізувавши запропоновані способи зварювання, для виготовлення опори естакадної буде використовуватись спосіб автоматичного зварювання під флюсом, тому що конструкційні шви мають достатню протяжність і за рахунок можливості автоматизації процесу стане можливим підвищення технологічних і економічних показників.

Процес автоматичного зварювання під флюсом показаний на рисунку 2.1.

					<i>КР.422.02.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

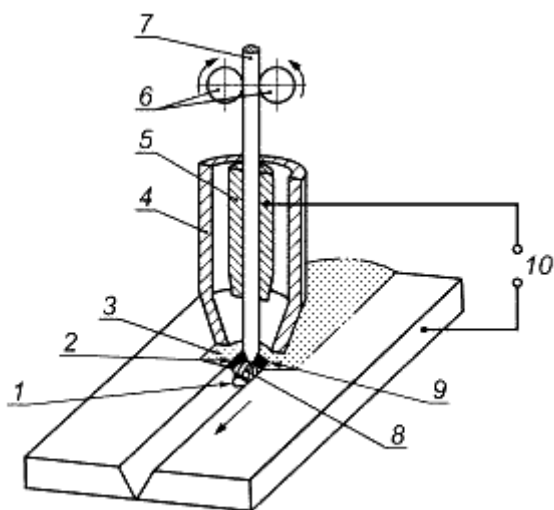


Рисунок 2.1 - Процес автоматичного зварювання під флюсом

1 – зварювальна ванна, 2 – шлак, 3 – флюс, 4 – трубка подачі флюсу, 5 – мундштук, 6 –подавальні ролики, 7 – зварювальний дріт, 8 – зварювальна дуга, 9 – зварний шов, 10 – джерело живлення

## 2.2 Вибір зварювальних матеріалів

Опора естакадна виготовляється зі сталі 12Х1МФ. Тому для отримання якісних швів при зварюванні під флюсом, потрібно мати надійний захист розплавленого металу зварювальної ванни від шкідливої дії навколишнього середовища, це можна забезпечити, якщо правильно вибрати марку флюсу. Це унеможливить потрапляння азоту і кисню з повітря у розплавлений метал зварювальної ванни.

Врахувавши марку основного металу можна використовувати флюс АН-348-А, який є композиційним склоподібним флюсом та найбільше застосовується, завдяки доброму захисту розплавленого металу на підвищених режимах процесу виконання зварювання.

Флюс цієї модифікації висококремнистого марганцевого складу призначений для механізованого та автоматизованого зварювання чи наплавлення маловуглецевих і низьколегованих сталей.

					КР.422.02.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

Цей флюс має високу протидію утворенню пор і тріщин при зварюванні, а його спільне використання з відповідною маркою зварювального дроту забезпечує механічні властивості отриманого шва ідентичні основному металу.

Хімічний склад флюсу АН-348-А представлений в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Хімічний склад флюсу АН-348-А [4, с.117]

Вміст елементів, %								
SiO <sub>2</sub>	MnO	CaO	MgO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaF <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	S	P
41-44	34-38	6,5	5-7,5	4,5	4-5,5	2,0	0,15	0,12

В поєднанні із цією маркою флюсу буде використовуватись зварювальний дріт Св-08ГСМТ, хімічний склад якого приведений в таблиці 2.2. Цей дріт поставляється з обмідненою поверхнею, яка перешкоджає його ржавінню та забрудненню.

Таблиця 2.2 - Хімічний склад зварювального дроту Св-08ГСМТ [4, с. 87]

Марка дроту	Вміст, %								
	C	Mn	Si	Cr	Ni	Mo	Ti	S	P
								не більше	
Св-08ГСМТ	0,06-0,11	1,00-1,30	0,40-0,70	0,30	0,30	0,20-0,40	0,05-0,12	0,025	0,030

### 2.3 Вибір та розрахунок параметрів режиму зварювання

Правильний вибір або розрахунок параметрів режиму зварювання має важливе значення, тому що від нього залежить конструктивні форми зварних швів та їх якість.

Опора естакадна зварюється під флюсом типами з'єднань Т6 та Т9. Виконуючи зварювання найбільш важливим є отримати катет потрібної величини.

Тому розрахунок параметрів буде виконуватися для таврового з'єднання з катетом шва 8 мм, типи і катети швів приймаємо з технологічних міркувань.

Вигляд з'єднання показаний на рисунку 2.2.

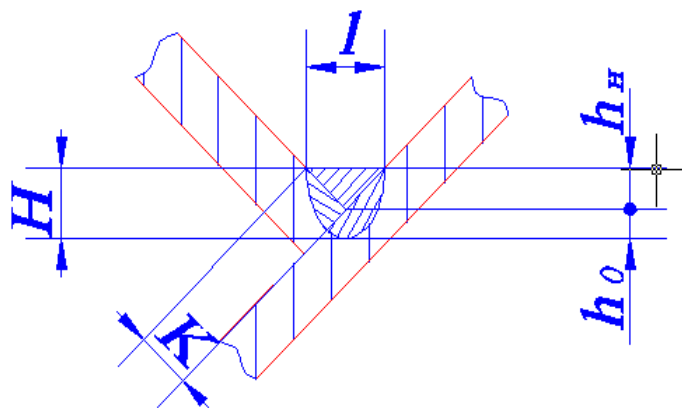


Рисунок 2.2 - Вигляд зварного з'єднання

К - катет шва, Н - висота шва,  $h_n$  - висота наплавленого металу,  $h_o$  - глибина проплавлення основного металу; l - ширина шва

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

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

де К – катет шва, К=8 мм,

					КР.422.02.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

$$F_H = \frac{8^2}{2} = \frac{64}{2} = 32 \text{ мм}^2.$$

Розраховуємо висоту наплавленого металу  $h_H$  за формулою [4, с.197]:

$$h_H = \sqrt{F_H}, \quad (2.2)$$

$$h_H = \sqrt{32} = 5,66 \text{ мм.}$$

Розраховуємо ширину шва  $l$ , за формулою [4, с.197]:

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

$$l = \sqrt{2 \cdot 64} = 11,31 \text{ мм.}$$

Розраховуємо загальну висоту шва  $H$  за формулою [4, с.196]:

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

Потім:

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

треба вибрати значення  $\psi_M$ , яке знаходиться в інтервалі величин 0,8 – 2,0 мм [4,с.196], приймаємо  $\psi_M=1,05$ .

Виконаємо розрахунок:

$$H = \frac{11,31}{1,05} = 10,78 \text{ мм.}$$

Розраховуємо глибину проплавлення  $h_0$ , за формулою [4, с.197]:

					<i>КР.422.02.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

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

$$h_0 = 10,78 - 5,66 = 5,12 \text{ мм.}$$

При зварюванні теплостійкої сталі з катетом 8 мм, вибираємо електродний дріт діаметром 2,0 мм.

Розраховуємо 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,  $K_a=1,55$  [4, с.193].

$$I_{зв} = \frac{5,12}{1,55} \cdot 100 = 330,2 \text{ А.}$$

Сила зварювального струму становитиме 330 А.

Розраховуємо швидкість подачі електродного дроту за формулою [5,с.212]:

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

де  $\alpha_p$  – коефіцієнт розплавлення,  $\alpha_p=12$  г/А·год [5, с.212];

$\rho$  – густина електродного дроту, для сталі  $\rho=7,8 \cdot 10^3$  кг/м<sup>3</sup>;

$F_{ел}$  – площа поперечного перерізу електрода, що розраховується за формулою:

$$F_{ел} = \frac{\pi \cdot d_e^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 2,0^2}{4} = 3,14 \text{ мм}^2.$$

Тоді:

					КР.422.02.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22



$$V_{п.д.} = \frac{12 \cdot 10^{-3} \cdot 330}{3,14 \cdot 10^{-6} \cdot 7800} = 161,69 \text{ м/год.}$$

Швидкість подачі електродного дроту  $V_{п.д.}=162$  м/год.

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

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

$$U_{д} = 20 + \frac{50 \cdot 330}{1000 \cdot \sqrt{2}} = 43,34 \pm 1 \text{ В.}$$

Вона становитиме  $U_{д}=43$  В.

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

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

де  $A$  – коефіцієнт, який залежить від діаметра електродного дроту, для нашого випадку для  $d_e = 2,0$  мм –  $A=9 \cdot 10^3$  А·м/год [4, с.194]:

$$V_{зв} = \frac{9,0 \cdot 10^3}{330} = 27,27 \text{ м/год.}$$

Зварювальна швидкість складає  $V_{зв}=27$  м/год.

Виконуємо перевірку діаметра електродного дроту за формулою [4, с.193]:

$$d_e = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{I_{зв}}{\gamma}}, \quad (2.11)$$

де  $\gamma$  – допустима густина електричного струму, для електродного дроту діаметром 2,0 мм  $\gamma=65 \dots 200$  А/мм<sup>2</sup> [4, с.193],

					КР.422.02.00.00.000.ПЗ	Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$d_e = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{330}{110}} = 1,96 \text{ мм},$$

це є в межах допустимого.

Розраховані параметри режиму зварювання заносимо в таблицю 2.3.

Таблиця 2.3 – Розраховані параметри режиму зварювання

ПАРАМЕТР			Значення
Назва	Символ	Одиниці вимірювання	
Сила зварювального струму	$I_{зв}$	А	330
Напруга на дузі	$U_d$	В	43
Діаметр електродного дроту	$d_e$	мм	2,0
Виліт електрода	$l_d$	мм	15
Швидкість зварювання	$V_{зв}$	м/ГОД	27
Швидкість подачі електродного дроту	$V_{п.д.}$	м/ГОД	162

#### 2.4 Вибір і обґрунтування зварювального устаткування

Автоматичне зварювання під шаром флюсу (SAW) – це високопродуктивний спосіб з'єднання деталей, який здійснюється із використанням електродного дроту відповідного хімічного складу, а захист розплавленого металу зварювальної ванни забезпечується розплавленим флюсом. Цей спосіб використовується для більших товщин, тому що забезпечує глибоке проплавлення. При зварюванні контактуючий флюс

перетворюється в шлак, що дозволяє знизити теплові втрати дуги за рахунок додаткового захисту, це позитивно впливає на якість зварних швів.

В процесі зварювання дуга закрита, вона горить між дротом та основним металом під шаром флюсу товщиною 30-35 мм. Коли дуга горить деяка частина флюсу розплавляється і утворює довкола неї газову порожнину, а поверхня шва вкривається рідким шлаком, який і виконує захисні функції.

В якості устаткування для зварювання опори естакадної використовується зварювальний автомат (головка) А-1406.

Автомат А-1406 призначений для електродугового зварювання і наплавлення маловуглецевих і легованих сталей плавкими електродами на постійному струмі (суцільним, порошковим дротом і порошковою стрічкою).

Широкий діапазон зварювання досягається зміною швидкості подачі зварювального дроту шляхом заміни змінних шестерень. Автомат має плавне регулювання подачі зварювального дроту.

Автомат А-1406 забезпечує наплавлення наступними способами:

- в середовищі захисного газу відкритою дугою суцільним і порошковим дротом та порошковою стрічкою;
- під шаром флюсу суцільним дротом;
- відкритою дугою розщепленим електродом (спеціальний заказ) [7].

Зварювання виконується постійним струмом з незалежними від параметрів дуги швидкостями зварювання і подачі зварювального дроту. Автомат, встановлюється на наплавлювальні верстати, забезпечує наплавлення зовнішніх, внутрішніх, циліндричних і конічних поверхонь, а також плоских горизонтальних поверхонь.

Технічні характеристики автомата представлені у таблиці 2.4, а його загальний вигляд на рисунку 2.3.

					<i>КР.422.02.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

Таблиця 2.4 - Технічна характеристика автомату для зварювання під флюсом А-1406 [6, с.290-291]

Параметри	Значення
Напруга мережі живлення, В	380
Номінальний зварювальний струм, А	500/1000
Діаметр електродного дроту, мм	1,2...5
Швидкість подачі електродного дроту, м/год	17-553
Швидкість зварювання, м/год	12-120
Вертикальний хід зварювальної головки, мм	500
Габаритні розміри, мм:	
висота	1725
ширина	1010
довжина	890
Маса, кг	195



Рисунок 2.3 – Загальний вигляд зварювального автомата А-1406 [7]

					КР.422.02.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

Автомата А-1406 комплектується універсальним випрямлячем КІУ-501 (рис. 2.4).

Технічна характеристика випрямляча КІУ-501 приведена в таблиці 2.5.

Таблиця 2.5 – Технічна характеристика випрямляча КІУ-501 [6, с.256-257]

Параметри	Значення
Номінальний зварювальний струм, А	500
Номінальний режим роботи, ТВ %	60
Номінальна робоча напруга, В	48
Напруга холостого ходу, В	85
Діапазон регулювання сили зварювального струму, А	50-500
Первинна потужність, кВ·А	40
Габаритні розміри, мм:	
висота	860
ширина	600
довжина	790
Маса, кг	260



Рисунок 2.4 – Зварювальний випрямляч КІУ-501 [8]

## 2.5 Вибір методу контролю якості виробу

Контроль якості продукції полягає у її здатності виконувати свою роботу за призначенням та відповідати нормативній документації для відповідного виду конструкцій.

Управління якістю реалізується через контроль конструктивно-експлуатаційних і технологічних факторів. Етапи організації контролю повинні послідовно охоплювати всі стадії виробництва, починаючи від проектної документації та закінчуючи контролем готової продукції. На всіх стадіях необхідна перевірка якості самих контрольних операцій: метрологічна повірка засобів контролю, оцінка відповідності режимів дефектоскопії, її чутливості та достовірності, контроль дефектоскопічних матеріалів, кваліфікації і стану операторів-дефектоскопістів та ін.

Важливо відмітити, що висока якість з'єднань залежить в першу чергу від технології – відповідність її сучасному рівню, а також від виконання технологічної дисципліни.

Виявлені дефекти слугують сигналом не тільки для відсортування бракованої продукції, але і для оперативного коректування технології [9, с. 6-7].

Що стосується вибору методів, то контроль естакадної опори виконується: візуально-оптичним та ехо-імпульсний методом ультразвукової дефектоскопії.

## 2.6 Опис вибраного технологічного процесу виготовлення зварної конструкції

Для виготовлення опори естакадної потрібно виконати комплекс робіт. В залежності від складності форм конструкції здійснюються різні операції, за допомогою яких можливо отримувати заготовки будь-якого рівня складності.

					<i>КР.422.02.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

### 2.6.1 Заготівельні операції

Враховуючи форму конструкції, потрібно виконати ряд заготівельних операцій для отримання потрібних заготовок. До цих операцій належать:

- правлення;
- розмічування;
- різання;
- скіс кромки.

Для виготовлення заготовок використовується металевий лист і прокат. Операція правлення виконується з метою усунення кривизни металопрокату, яка утворилась при неправильному його зберіганні чи транспортуванні. Для виконання цієї операції використовується правильно-калібрувальний стан. Розмічування виконується із застосуванням рулетки, лінійки інженерної та маркера.

Вирізка заготовок із профільного прокату здійснюється на відрізнаму маятниковому верстаті СОМ-400Е, який зображений на рисунку 2.5.



Рисунок 2.5 –Верстат відрізний маятниковий СОМ-400Е [10]

					КР.422.02.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

Отримання заготовок з листового металу виконується методом плазмо-дугового різання з використанням плазмового різача марки Jasic CUT 100, який зображений на рисунку 2.6.



Рисунок 2.6 – Плазмовий різач Jasic CUT 100 [11]

Для кращого проварювання основного металу виконується скіс кромки, для цього використовується поперечно-стругальний верстат марки 7Д36 (рис. 2.7).

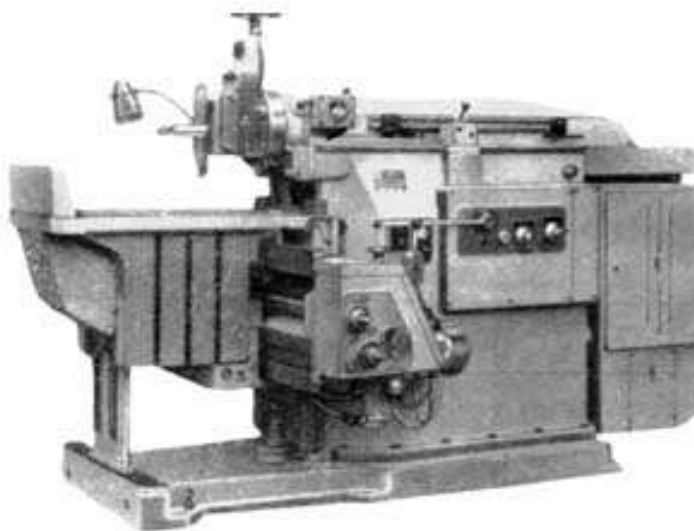


Рисунок 2.7 – Поперечно-стругальний верстат 7Д36 [12]

					КР.422.02.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30



## 2.6.2 Складальні операції

При виконанні даних операцій необхідно вже сформовані заготовки встановити на складальне пристосування, виставити їх з необхідними зазорами, зафіксувати та закріпити. Можливі дефекти, що виникатимуть при складанні, пов'язані із геометричною формою та розмірами конструкції, що виготовляється. Якщо є неприпустимі дефекти, що пов'язані із геометричною формою, то конструкція відразу ж становиться бракованою.

Послідовність процесу складання та основні вимоги, що до нього пред'являються, повинні відповідати нормативній документації на подібних виготовлення конструкцій.

Складальні операції хоча і займають найбільше часу серед інших технологічних операцій, але вони мають виконуватись ретельно без поспіху, оскільки від цього залежить якість виготовлюваного виробу чи конструкції.

## 2.6.3 Складально-зварювальні операції

Складально-зварювальні є основними операціями, за допомогою яких конструкція набуває відповідної форми, так як йде встановлення заготовок та подальше їх з'єднання зварюванням. При їх виконанні потрібно слідкувати за правильним фіксуванням деталей в проектному положенні, при цьому треба враховувати величину зазорів між з'єднувальними кромками та усадку металу після зварювання.

Виконання цих операцій обумовлює певний порядок проведення наступних дій:

- прихопити складену конструкцію та виконати зварювання в доступних місцях;
- відкріпити конструкцію з пристосування та перекантувати її;
- остаточне зварювання конструкції.

					<i>КР.422.02.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

## 2.6.4 Опоряджувальні операції

В цих операціях виконуються роботи по механічному зачищенню зварних швів від залишків шлаку та нерозплавленого флюсу, а також контактуючих поверхонь від різного роду забруднень та включень. Для опоряджувальних операцій використовуються наступні інструменти та обладнання: окуляри захисні Top Tools прозорі, молоток Stanley Dynagrip 500 г, щітка металева з дерев'яною ручкою 6-рядна, кутова шліфувальна машина Дніпро-М МШК 1900, диск абразивний шліфувальний REEZAK 180x6,0x22,2 мм.

## 2.6.5 Допоміжні операції

При виготовленні опори естакадної допоміжними операціями є:

- настроювання обладнання згідно вибраних параметрів;
- доставка, як зварювальних матеріалів, так і основного металу;
- різні навантажувальні роботи;
- обслуговування і ремонт обладнання та інструментів;
- підтримка в чистоті виробничого середовища;
- підведення різних комунікацій, які полегшують технологічний процес виготовлення конструкції;
- різні роботи, які спрямовані на механізацію та автоматизацію процесу виготовлення.

## 2.6.6 Контроль якості

Основна мета контролю – це не просто визначення дефектів конструкції, а знаходження причини, яка викликає їх появу. Етапи організації контролю повинні послідовно охоплювати всі стадії виробництва, починаючи від проектної документації та закінчуючи контролем готової продукції.

					КР.422.02.00.00.000.ПЗ	Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Контроль якості розпочинається ще на стадії розроблення технологічної документації на виготовлення конструкції, а закінчується на складі вже готової продукції.

Як було сказано раніше, контроль якості естакадної опори виконується одночасно двома методами. Візуальним оглядом контролюють геометричні розміри конструкції, наявність дефектів зварних швів, а також правильність виконання кожної технологічної операції. Внутрішні дефекти зварних швів, які є більш небезпечними, тому що вони не помітні, контролюють ехо-імпульсним методом ультразвукової дефектоскопії за допомогою дефектоскопа A1212 Master, який зображений на рисунку 2.8.



Рисунок 2.8 – Дефектоскоп ультразвуковий A1212 Master [13]

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

Нормування технологічного процесу виготовлення зварної конструкції і витрат матеріалів та електроенергії виконується за загальними правилами, які встановлюються ДСТУ 3159-95 «Ресурсозбереження. Нормування витрат зварювальних матеріалів. Загальні вимоги, методи визначення нормативів ручного і механізованого електрозварювання» [14].

					<i>КР.422.02.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

При автоматичному зварюванні плавким електродом під флюсом нормуванню підлягають витрати дроту, зварювального флюсу, а також електроенергії, що споживає обладнання.

Розраховуємо витрати зварювального дроту за формулою:

$$H_b = M \cdot k_b, \quad (2.12)$$

де  $M$  – маса наплавленого металу, кг;

$k_b$  – коефіцієнт витрат матеріалу, що враховує технологічні втрати і відходи зварювальних матеріалів,  $k_b=1,10$ .

Розраховуємо масу наплавленого металу за формулою:

$$M = F \cdot \rho \cdot L, \quad (2.13)$$

де  $F_n$  – площа поперечного перерізу наплавленого металу шва,  $m^2$ ;

$\rho$  – густина наплавленого металу,  $кг/м^3$ ;

$L$  – довжина всіх швів виробу,  $м$ .

Відповідно до креслення виробу, довжина зварних швів складає –  $L=13,9м$ .

$$M = 32 \cdot 10^{-6} \cdot 7800 \cdot 13,9 = 3,47 \text{ кг};$$

$$H_b = 3,47 \cdot 1,1 = 3,82 \text{ кг}.$$

Розраховуємо витрати флюсу АН-348-А для зварювання швів за формулою:

$$Q_\phi = H_b \cdot K_\phi, \quad (2.14)$$

де  $H_b$  – витрати дроту на зварювання шва, кг;

					КР.422.02.00.00.000.ПЗ	Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$K_\phi$  – коефіцієнт який враховує відношення маси витраченого дроту до маси витраченого флюсу,  $K_\phi=1,7$ ;

$$Q_\phi = 3,82 \cdot 1,7 = 6,49 \text{ кг.}$$

Розраховуємо витрати електроенергії для кожного зварного шва за формулою:

$$Q_e = \frac{U_\delta}{\alpha_n \cdot n \cdot R_u}, \quad (2.15)$$

де  $R_u$  – коефіцієнт роботи дуги,  $R_u=0,2$ ;

$n$  – коефіцієнт пропорційності,  $n=0,75$ ;

$U_\delta$  – напруга на дузі;

$\alpha_n$  – коефіцієнт наплавлення;

$$Q_e = \frac{43}{12 \cdot 0,75 \cdot 0,2} = 23,89 \text{ кВт} \cdot \text{год.}$$

Час зварювання для кожного шва розраховується за формулою:

$$t_o = \frac{H_b}{I_{зв} \cdot \alpha_n}, \quad (2.16)$$

$$t_o = \frac{3,82 \cdot 10^3}{330 \cdot 12} = 0,96 \text{ год.}$$

					<i>КР.422.02.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

## 3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

### 3.1 Обґрунтування вибору типу пристосувань, які застосовуються при виготовленні конструкції

Основою при виконанні складальних операцій є забезпечення правильного розташування елементів конструкції у пристосуванні, що виготовляється. Для виконання складання можуть використовуватись кондуктори, стенди, плити, а також спеціальне обладнання.

Застосування спеціального складального обладнання забезпечить якість виконання складальних операцій та покращить умови праці робітників. Дане обладнання повинно мати жорстку основу для сприйняття навантажень, з розміщеними на ній фіксаторами, упорами та притискачами. Для надання цілісності конструкції при складанні здійснюються прихоплення. Це дозволить отримати конструкції достатню жорсткість для її подальшого переміщення до зварювання та не дозволить появи деформацій.

Коли використовується складально-зварювальне обладнання, то доцільності переміщення конструкції немає, оскільки складання і зварювання виконується на одному і тому ж самому обладнанні, тоді прихоплення можуть не виконуватися.

Тому в залежності від прийнятої технології виготовлення конструкції, операції складання і зварювання можуть виконуватись:

- спочатку виконується загальне складання, а потім зварювання;
- паралельне одночасне їх виконання.

Виконуючи процес зварювання потрібно забезпечити положення швів у нижньому виконанні, для цього потрібно перекидати – кантувати конструкцію. Для цього призначені обертачі, кантувачі, маніпулятори та інші пристосування.

За принципом роботи пристосування бувають:

					КР.422.02.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

- установчі, здійснюють тільки перекантування виробу для зручного виконання зварювання;

- зварювальні, можливе здійснення переміщення конструкції зі швидкістю зварювання, а також з маршовою швидкістю.

Вибір складально-зварювальних пристосувань залежить від геометричних параметрів конструкції, розроблених технічних умов, що стосуються її виготовлення та програми випуску продукції за рік.

Тому вибір наявних пристосувань чи розроблення існуючих є важливим етапом підготовки розроблення технологічного процесу виготовлення конструкції. Отже проектування нового пристосування або модернізування вже існуючого повинні виконуватись із врахуванням:

1. Аналіз креслення і технічних умов на зварювання конструкції. Тут потрібно враховувати технологічність конструкції, від якої безпосередньо залежить організація робіт технологічного процесу виготовлення, що також впливає на вибір складально-зварювального оснащення. Технологічність також залежить від конфігурації деталей з яких складається конструкція, вони повинні легко встановлюватись у пристосування, а вже зварена конструкція без проблем звідти зніматися. Тому висока технологічність дає можливість застосовувати більш прості та дешеві складально-зварювальні пристосування.

2. Розроблення технологічного процесу. Це завдання повинно опрацьовуватись ще на етапі проектування конструкції, для того, щоб конструктори могли правильно спроектувати пристосування із забезпеченням всіх вимог процесу виготовлення.

3. Програма випуску продукції. Тут питання постає в доцільності використання комплексної механізації та автоматизації, якщо виробництво є масовим, то вона буде доцільною, а коли виробництво дрібносерійне, то не завжди. Це потрібно враховувати разом із забезпеченням потрібної точності складання та якості зварювання, технологічності конструкції, зменшення

					<i>КР.422.02.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

трудомісткості опоряджувальних і допоміжних робіт. Треба пам'ятати, що продуктивність праці та якість продукції зростають при комплексній механізації, але коли мала програма випуску, то це є недоцільним.

4. Обґрунтування вибору пристосувань на основі порівняння їх техніко-економічних показників. Серед усіх можливих варіантів використання того чи іншого пристосування вибирається той, який є технічно найраціональніший та економічно найвигідніший.

Технічне обґрунтування вказує на прогресивність пристосування, тобто забезпечення виконання своїх корисних функцій максимально практично до конструкції, що виготовляється.

Економічне обґрунтування пов'язане із витратами на придбання даного пристосування та аналіз терміну його окупності при заданій програмі випуску продукції.

Підсумовуючи вищенаведені рекомендації, складання, а також зварювання опори естакадної буде виконуватись на однотипному пристосуванні. При цьому слід мати на увазі, що якість зварювання буде вищою, тому що зварювання проводиться безпосередньо після складання.

### **3.2 Опис роботи зварювального пристосування**

Від послідовності та правильності виконуваних операцій при складанні залежить загальна якість конструкції. Тому потрібно встановлювати деталі в правильному проектному положенні із забезпеченням потрібного зусилля притискання, при цьому будь-які їх зміщення недопустимі.

Складання і зварювання опори естакадної виконується із використанням кантувачів. На яких виконується встановлення, фіксування та закріплення деталей в положенні, яке регламентується технічними умовами на виготовлення продукції. Потім відбувається їх прихоплення та подальше

					<i>КР.422.02.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38



зварювання. За рахунок зміни кута нахилу стола забезпечиться нижнє положення зварювання швів, що є дуже важливо при зварюванні під флюсом.

Загальний вигляд кантувача показаний на рисунку 3.1.

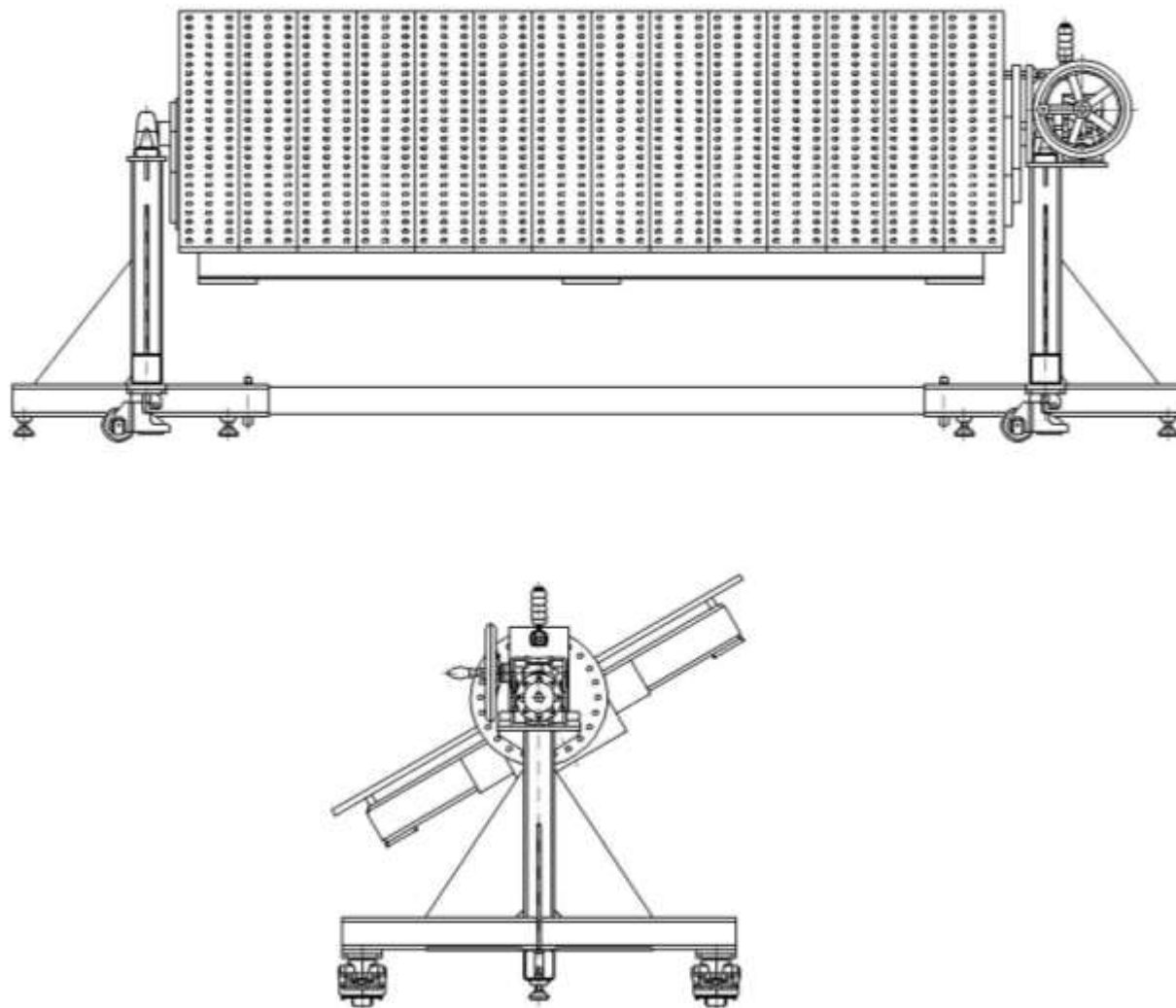


Рисунок 3.1 – Загальний вигляд кантувача

Оскільки опора естакадна є відносно важкою 412 кг, то її завантаження на пристосування і відповідно розвантаження здійснюється за допомогою електричного тельфера Т 050, який показаний на рисунку 3.2. Також ним виконується перекантування конструкції на інший бік, що дозволить виконати зварювання зворотних швів в нижньому положенні.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КР.422.02.00.00.000.ПЗ

Арк.

39

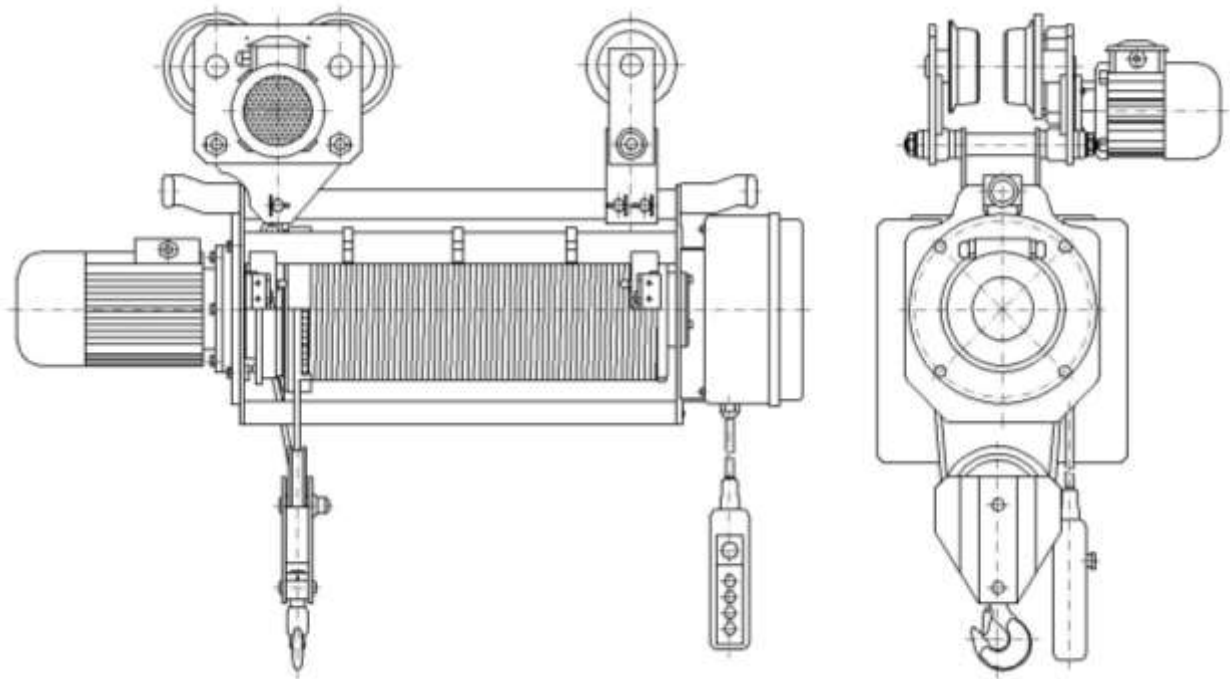


Рисунок 3.2 – Тельфер Т 050

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КР.422.02.00.00.000.ПЗ

Арк.

40

## 4 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ

### 4.1 Розрахунок кількості обладнання

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

Таблиця 4.1 - Характеристика опори естакадної

Показник	Одиниці вимірюв.	Кількісна чи вартісна оцінка	
		фізичні дані	проектні дані
Габаритні розміри виробу	мм	3600x710x490	
Сума витрат по видах та марках основних матеріалів на виріб:			
прокат 12X1МФ	кг	412	
зварювальний дріт Св-08ГСМТ	кг	3,82	
флюс марки АН-348-А	кг	6,49	
Розміри поворотних відходів на виріб	кг	12,0	
Ціна придбання матеріалу за кг:			
прокат:			
сталь 12X1МФ	грн	36,2	36,08
зварювальний дріт Св-08ГСМТ	грн	154,5	154,3
флюс марки АН-348-А	грн	36,0	35,25
Ціна реалізації поворотних відходів	грн	60	

					КР.422.02.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

Таблиця 4.2 - Характеристика технологічного процесу виготовлення опори естакадної

Зміст операції	Варіанти	Устаткування		Інструменти		Розряд роботи	Штучні норми часу
		Назва	Ціна, грн	Назва	Ціна, грн		
1	2	3	4	5	6	7	8
Правлення	$\frac{3}{П}$	Прав.-калібрув. стан	268000	молоток	441	IV	2,2
Розмічування	$\frac{3}{П}$			рулетка лінійка маркер	187 168 97	IV	$\frac{5,6}{5,3}$
Різання	$\frac{3}{П}$	Верстат відріз. COM 400E	18000			IV	$\frac{5,8}{5,6}$
		Плазмовий різак Jasic CUT 100	52000				
Скіс кромок	$\frac{3}{П}$	Верстат поперечно-стругальний 7Д36	175000			IV	$\frac{3,3}{2,4}$
Складання	$\frac{3}{П}$	Кантувач	254400	молоток	441	IV	$\frac{6,9}{6,1}$
Зварювання	$\frac{3}{П}$	Автомат А-1406 Випрямляч КГУ-501	391000			IV	$\frac{5,6}{5,3}$
Зачищування	$\frac{3}{П}$	Кутова шліф. машина Дніпро-М МШК 1900	2121	диск шліфувальний REEZAK 180x6,0x22,2	43	IV	$\frac{5,3}{4,4}$
				МОЛОТОК	441		
Контроль якості	$\frac{3}{П}$	Дефектоскоп ультразвуковий А1212 Master	165000			VI	3,7
Транспортні операції	$\frac{3}{П}$	Тельфер Т 050	29000			IV	2,5

Штучна норма часу:

- а) по технологічних операціях: по заводу 38,4;  
по проекту 35,0;

					КР.422.02.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

б) по допоміжних і транспортних операціях: по заводу 2,5;  
по проекту 2,5.

Загальна штучна норма часу: по заводу 40,9;  
по проекту 37,5.

Для виготовлення опори естакадної застосовується технологічна форма організації виробництва. Режим роботи на дільниці приймаємо перервний при одній зміні в день. Дійсний фонд часу роботи устаткування визначаємо за формулою [15, с.9]:

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

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

$S$  - кількість робочих змін в добу;

$g$  - тривалість зміни, год;

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

$$\Phi_{yc} = 253 \cdot 1 \cdot 8 \cdot (1 - 0,06) \approx 1903 \text{ год.}$$

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

Розрахунок проводять за формулою [15, с.10]:

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

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

					КР.422.02.00.00.000.ПЗ	Арк.
						43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

$B_{пр}$  – програма випуску продукції, у нашому випадку  $B_{пр} = 2100$  шт.

Кількість робочих місць для виконання правлення при виготовленні опори естакадної (за заводським і проектним варіантами):

$$n = \frac{2,2 \cdot 2100}{1903 \cdot 2,1} = 1,15 \approx 1 \text{ шт.}$$

Кількість робочих місць для виконання розмічування при виготовленні опори естакадної:

- заводський варіант:

$$n = \frac{5,6 \cdot 2100}{1903 \cdot 2,1} = 2,94 \approx 3 \text{ шт.},$$

- проектний варіант:

$$n = \frac{5,3 \cdot 2100}{1903 \cdot 2,1} = 2,79 \approx 3 \text{ шт.}$$

Для вирізання заготовок кількість робочих місць рівна:

- заводський варіант:

$$n = \frac{5,8 \cdot 2100}{1903 \cdot 2,1} = 3,05 \approx 3 \text{ шт.},$$

- проектний варіант:

$$n = \frac{5,6 \cdot 2100}{1903 \cdot 2,1} = 2,94 \approx 3 \text{ шт.}$$

Для виконання скосу кромки необхідно:

- заводський варіант:

					<i>КР.422.02.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

$$n = \frac{3,3 \cdot 2100}{1903 \cdot 2,1} = 1,73 \approx 2 \text{шт.},$$

- проектний варіант:

$$n = \frac{2,4 \cdot 2100}{1903 \cdot 2,1} = 1,26 \approx 1 \text{шт.}$$

Для виконання складання кількість робочих рівна:

- заводський варіант:

$$n = \frac{6,9 \cdot 2100}{1903 \cdot 2,1} = 3,63 \approx 4 \text{шт.},$$

- проектний варіант:

$$n = \frac{6,1 \cdot 2100}{1903 \cdot 2,1} = 3,2 \approx 3 \text{шт.}$$

Для виконання процесу зварювання кількість робочих місць становить:

- заводський варіант:

$$n = \frac{5,6 \cdot 2100}{1903 \cdot 2,1} = 2,94 \approx 3 \text{шт.},$$

- проектний варіант:

$$n = \frac{5,3 \cdot 2100}{1903 \cdot 2,1} = 2,79 \approx 3 \text{шт.}$$

Кількість робочих місць для зачищення зварних швів:

- заводський варіант:

					<i>КР.422.02.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

$$n = \frac{5,3 \cdot 2100}{1903 \cdot 2,1} = 2,79 \approx 3 \text{шт.},$$

- проектний варіант:

$$n = \frac{4,4 \cdot 2100}{1903 \cdot 2,1} = 2,31 \approx 2 \text{шт.}$$

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

$$n = \frac{3,7 \cdot 2100}{1903 \cdot 2,1} = 1,94 \approx 2 \text{шт.}$$

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

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

де  $B_{mp}$  - кількість вантажних об'єктів іншого виду, що підлягають транспортуванню на протязі року, 2100 шт;

$m$  - кількість різновидів вантажних об'єктів;

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

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

$\Phi_n$  - номінальний річний фонд часу, год., приймається для однозмінної роботи рівним 2100 год;

$K_{кр}$  - коефіцієнт використання номінального фонду часу крана, приймається

$K_{кр} = 0,6...0,7$ .

					КР.422.02.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46



$$n = \frac{2100 \cdot 1 \cdot 0,8}{2100 \cdot 0,7} = 1,14 \approx 1 \text{ шт.}$$

Приймаємо один електричний тельфер для між операційного транспортування частин і виробу в цілому.

#### 4.2 Розрахунок кількості працівників

Розрахунок кількості основних працівників проводиться диференційовано для кожної професії. Хід розрахунку залежить від форми організації виробничого процесу. Для технологічної форми організації кількість основних робітників визначається за формулою [15, с.13]:

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

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

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

$B$  - об'єм випуску продукції на рік, приймаємо  $B_{np} = 2100 \text{ шт}$ ;

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

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

Необхідна кількість працівників (за двома варіантами):

$$r_{oi} = \frac{2100 \cdot 2,2}{1850 \cdot 2,2} = 1,14 \approx 1 \text{ чол.}$$

Необхідна кількість розмічувальників:

- за заводським варіантом:

					КР.422.02.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

$$r_{oi} = \frac{2100 \cdot 5,6}{1850 \cdot 2,2} = 2,89 \approx 3 \text{ чол,}$$

- за проектним варіантом:

$$r_{oi} = \frac{2100 \cdot 5,3}{1850 \cdot 2,2} = 2,74 \approx 3 \text{ чол.}$$

Необхідна кількість різальників:

- за заводським варіантом:

$$r_{oi} = \frac{2100 \cdot 5,8}{1850 \cdot 2,2} = 2,99 \approx 3 \text{ чол,}$$

- за проектним варіантом:

$$r_{oi} = \frac{2100 \cdot 5,6}{1850 \cdot 2,2} = 2,89 \approx 3 \text{ чол.}$$

Необхідна кількість робітників для виконання скосу кромки:

- за заводським варіантом:

$$r_{oi} = \frac{2100 \cdot 3,3}{1850 \cdot 2,2} = 1,7 \approx 2 \text{ чол,}$$

- за проектним варіантом:

$$r_{oi} = \frac{2100 \cdot 2,4}{1850 \cdot 2,2} = 1,24 \approx 1 \text{ чол.}$$

Необхідна кількість складальників:

- за заводським варіантом:

					КР.422.02.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

$$r_{oi} = \frac{2100 \cdot 6,9}{1850 \cdot 2,2} = 3,56 \approx 4 \text{ чол.}$$

- за проектним варіантом:

$$r_{oi} = \frac{2100 \cdot 6,1}{1850 \cdot 2,2} = 3,15 \approx 3 \text{ чол.}$$

Необхідна кількість зварювальників:

- за заводським варіантом:

$$r_{oi} = \frac{2100 \cdot 5,6}{1850 \cdot 2,2} = 2,89 \approx 3 \text{ чол.}$$

- за проектним варіантом:

$$r_{oi} = \frac{2100 \cdot 5,3}{1850 \cdot 2,2} = 2,74 \approx 3 \text{ чол.}$$

Необхідна кількість зачищувальників:

- за заводським варіантом:

$$r_{oi} = \frac{2100 \cdot 5,3}{1850 \cdot 2,2} = 2,74 \approx 3 \text{ чол.}$$

- за проектним варіантом:

$$r_{oi} = \frac{2100 \cdot 4,4}{1850 \cdot 2,2} = 2,27 \approx 2 \text{ чол.}$$

Необхідна кількість контролерів (за двома варіантами):

$$r_{oi} = \frac{2100 \cdot 3,7}{1850 \cdot 2,2} = 1,9 \approx 2 \text{ чол.}$$

					КР.422.02.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

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

Результати розрахунків приведено у таблиці 4.3

Таблиця 4.3 - Зведена відомість промислово-виробничого персоналу

Категорія працівників	Кількість		Середній розряд	
	З	П	З	П
1	2	3	4	5
Основні робітники:				
правильники	1	1	IV	IV
розмічувальники	3	3	IV	IV
різальники	3	3	IV	IV
кромкувальники	2	1	IV	IV
складальники	4	3	IV	IV
зварювальники	3	3	IV	IV
зачищувальники	3	2	IV	IV
контролери	2	2	VI	VI
транспортувальники	1	1	IV	IV
Допоміжні робітники:				
налагоджувальники	2	2	IV	IV
ремонтники	2	2	IV	IV
електрики	1	1	IV	IV
ІТР:				
майстер дільниці	1	1	—	—
МОП: прибиральники	1	1	—	—
Разом	29	26	—	—

### 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		Затрати в натуральних одиницях, грн						
			од. вим., грн/кг		на один виріб		на програму				
З/П	Сталь 12Х1МФ	кг	36,2	36,08	14914,4	14864,96	31320240	31216416			
З/П	Зварювальн. дрiт СВ-08ГСМТ	кг	154,5	154,3	590,19	589,43	1239399	1237794,6			
З/П	Флюс марки АН-348-А	кг	36,0	35,25	233,64	228,77	490644	480422,25			
Р- ом					15738,23	15683,16	33050283	32934632,85			
В- нт	Транспортно- заготівельні витрати			Загальна сума, грн				Вартість поворотних відходів, грн			
	%ц. куп.	в грн. на один кг		на один виріб		на програму		на один виріб		на програму	
З/П	5	1,81	1,8	745,72	743,25	1566012	1560820,8	60	60	126000	126000
З/П	5	7,73	7,72	29,51	29,47	61969,95	61889,73				
З/П	5	1,8	1,76	11,68	11,44	24532,2	24021,11				
Р- ом		11,34	11,28	786,91	784,16	1652514,15	1646731,64	60	60	126000	126000

#### 4.4 Розрахунок фонду оплати праці

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

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

											Арк.
											51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	КР.422.02.00.00.000.ПЗ						

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

де  $y$  - кількість технологічних операцій;

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

Приймаємо заводські тарифні ставки для машинобудування (з врахуванням відповідних коефіцієнтів збільшення) [15, с.18].

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

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

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

Премії та надбавки основним робітникам визначаються за формулою [15, с.18]:

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

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

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

Затрати по оплаті праці правильників (за двома варіантами):

$$Z_{oo} = 7,5 \cdot 26,5 \cdot 2,2 = 437,25 \text{ грн};$$

$$Z_{до} = 437,25 \cdot (0,2 + 0,15) = 153,04 \text{ грн};$$

$$Z_{по} = 437,25 \cdot 0,4 = 174,9 \text{ грн}.$$

Затрати по оплаті праці розмічувальників:

- заводський варіант:

$$Z_{oo} = 2,9 \cdot 26,5 \cdot 5,6 = 430,36 \text{ грн};$$

$$Z_{до} = 430,36 \cdot (0,2 + 0,15) = 150,63 \text{ грн};$$

					КР.422.02.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

$$Z_{\text{по}} = 430,36 \cdot 0,4 = 152,14 \text{ грн};$$

- проектний варіант:

$$Z_{\text{оо}} = 2,9 \cdot 26,5 \cdot 5,3 = 407,31 \text{ грн};$$

$$Z_{\text{до}} = 407,31 \cdot (0,2 + 0,15) = 142,56 \text{ грн};$$

$$Z_{\text{по}} = 407,31 \cdot 0,4 = 162,92 \text{ грн}.$$

Затрати по оплаті праці різальників:

- заводський варіант:

$$Z_{\text{оо}} = 2,8 \cdot 26,5 \cdot 5,8 = 430,36 \text{ грн};$$

$$Z_{\text{до}} = 430,36 \cdot (0,2 + 0,15) = 150,63 \text{ грн};$$

$$Z_{\text{по}} = 430,36 \cdot 0,4 = 172,14 \text{ грн};$$

- проектний варіант:

$$Z_{\text{оо}} = 2,8 \cdot 26,5 \cdot 5,6 = 415,52 \text{ грн};$$

$$Z_{\text{до}} = 415,52 \cdot (0,2 + 0,15) = 145,43 \text{ грн};$$

$$Z_{\text{по}} = 415,52 \cdot 0,4 = 166,21 \text{ грн}.$$

Затрати по оплаті праці кромкувальників:

- заводський варіант:

$$Z_{\text{оо}} = 4,8 \cdot 27,5 \cdot 3,3 = 435,6 \text{ грн};$$

$$Z_{\text{до}} = 435,6 \cdot (0,2 + 0,15) = 152,46 \text{ грн};$$

$$Z_{\text{по}} = 435,6 \cdot 0,4 = 174,24 \text{ грн};$$

- проектний варіант:

$$Z_{\text{оо}} = 4,8 \cdot 27,5 \cdot 2,4 = 316,8 \text{ грн};$$

$$Z_{\text{до}} = 316,8 \cdot (0,2 + 0,15) = 110,88 \text{ грн};$$

$$Z_{\text{по}} = 316,8 \cdot 0,4 = 126,72 \text{ грн}.$$

Затрати по оплаті праці складальників:

- заводський варіант:

$$Z_{\text{оо}} = 2,5 \cdot 28,5 \cdot 6,9 = 491,63 \text{ грн};$$

$$Z_{\text{до}} = 491,63 \cdot (0,2 + 0,15) = 172,07 \text{ грн};$$

$$Z_{\text{по}} = 491,63 \cdot 0,4 = 196,65 \text{ грн};$$

- проектний варіант:

					<i>КР.422.02.00.00.000.ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		53

$$З_{\text{оо}} = 2,5 \cdot 28,5 \cdot 6,1 = 434,63 \text{ грн};$$

$$З_{\text{до}} = 434,63 \cdot (0,2 + 0,15) = 152,12 \text{ грн};$$

$$З_{\text{по}} = 434,63 \cdot 0,4 = 173,85 \text{ грн.}$$

Затрати по оплаті праці зварювальників:

- заводський варіант:

$$З_{\text{оо}} = 3,1 \cdot 29,5 \cdot 5,6 = 512,12 \text{ грн};$$

$$З_{\text{до}} = 512,12 \cdot (0,2 + 0,15) = 179,24 \text{ грн};$$

$$З_{\text{по}} = 512,12 \cdot 0,4 = 204,85 \text{ грн};$$

- проектний варіант:

$$З_{\text{оо}} = 3,1 \cdot 29,5 \cdot 5,3 = 484,69 \text{ грн};$$

$$З_{\text{до}} = 484,69 \cdot (0,2 + 0,15) = 169,64 \text{ грн};$$

$$З_{\text{по}} = 484,69 \cdot 0,4 = 193,87 \text{ грн.}$$

Затрати по оплаті праці зачищувальників:

- заводський варіант:

$$З_{\text{оо}} = 3 \cdot 26,5 \cdot 5,3 = 421,35 \text{ грн};$$

$$З_{\text{до}} = 421,35 \cdot (0,2 + 0,15) = 147,47 \text{ грн};$$

$$З_{\text{по}} = 421,35 \cdot 0,4 = 168,54 \text{ грн};$$

- проектний варіант:

$$З_{\text{оо}} = 3 \cdot 26,5 \cdot 4,4 = 349,8 \text{ грн};$$

$$З_{\text{до}} = 349,8 \cdot (0,2 + 0,15) = 122,43 \text{ грн};$$

$$З_{\text{по}} = 349,8 \cdot 0,4 = 139,92 \text{ грн.}$$

Затрати по оплаті праці контролерів:

$$З_{\text{оо}} = 4,5 \cdot 30,5 \cdot 3,7 = 507,83 \text{ грн};$$

$$З_{\text{до}} = 507,83 \cdot (0,2 + 0,15) = 177,74 \text{ грн};$$

$$З_{\text{по}} = 507,83 \cdot 0,4 = 203,13 \text{ грн.}$$

Затрати по оплаті праці транспортувальників:

$$З_{\text{оо}} = 6,5 \cdot 29 \cdot 2,5 = 471,25 \text{ грн};$$

$$З_{\text{до}} = 471,25 \cdot (0,2 + 0,15) = 164,94 \text{ грн};$$

$$З_{\text{по}} = 471,25 \cdot 0,4 = 188,5 \text{ грн.}$$

					<i>КР.422.02.00.00.000.ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		54



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

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

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

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

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

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

Затрати по оплаті праці наладжувальників:

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

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

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

Затрати по оплаті праці ремонтників:

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

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

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

Затрати по оплаті праці електриків:

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

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

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

Для інженерно-технічних робітників, службовців та молодшого обслуговуючого персоналу, розрахунок проводять на річну програму по місячному посадовому окладу одного працівника для кожної категорії працюючих за формулою [15, с.19]:

					<i>КР.422.02.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

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

де  $Z_{on}$  - основна заробітна плата певних категорій працівників, грн;

$r_n$  - чисельність працівників відповідної категорії;

$O_m$  - місячний посадовий оклад одного працівника, грн;

12 - кількість місяців у році.

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

$$Z_{оп} = 1 \cdot 8600 \cdot 12 = 103200 \text{ грн};$$

$$Z_{дп} = 103200 \cdot 0,35 = 36120 \text{ грн};$$

$$Z_{пп} = 103200 \cdot 0,4 = 41280 \text{ грн}.$$

Затрати по оплаті праці МОП:

$$Z_{оп} = 1 \cdot 8600 \cdot 12 = 103200 \text{ грн};$$

$$Z_{дп} = 103200 \cdot 0,35 = 36120 \text{ грн};$$

$$Z_{пп} = 103200 \cdot 0,4 = 41280 \text{ грн}.$$

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

Таблиця 4.5 - Зведена відомість річного фонду оплати праці

Категорії працівників	Основна зар. плата, грн		Додаткова зар. плата, грн			
			за шкідливість		інші доплати	
	З	П	З	П	З	П
1	2		3		4	
<b>Основні робітники:</b>						
правильники	110624,25		38718,49		44249,7	
розмічувальники	326643,24	309144,5	114325,13	108200,57	130657,3	123657,8

Продовження таблиці 4.5

різальники	326643,24	315379,68	114325,13	110382,89	130657,3	126151,87
кромкувальники	220413,6	80150,4	77144,76	28052,64	88165,44	32060,16
складальники	497524,5	329880,38	174133,58	115458,13	199009,8	131952,15
зварювальники	388699,08	367875,92	136044,68	128756,57	155479,63	147150,37
зачищувальники	319804,65	176998,8	111931,63	61949,58	127921,86	70799,52
контролери	256959,45		89935,81		102783,78	
транспортувальники	119226,25		41729,19		47690,5	
<b>Допоміжні робітники:</b>						
налагоджувальники	123950		43382,5		49580	
ремонтники	123950		43382,5		49580	
електрики	61975		21691,25		24790	
ІТР	103200		36120		41280	
МОП	103200		36120		41280	
Разом	3082813,26	2582514,61	1078984,64	903880,12	1723586,55	1523467,1

#### 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
Основні матеріали:	15738,23	15683,16
сталь 12Х1МФ	14914,4	14864,96
зварювальний дріт Св-08ГСМТ	590,19	589,43
флюс марки АН-348-А	233,64	228,77
Поворотні відходи	60	
Паливо та енергія на технологічні цілі	185	184,92
Основна заробітна плата основних робітників	1222,16	983,92
Додаткова заробітна плата основних робітників	427,76	344,37
Премії та надбавки основних робітників	488,86	393,57
Відрахування на соціальне страхування	29,94	24,11
Відрахування на медичне страхування	53,47	43,05
Витрати на утримання та експлуатацію устаткування	398,41	398,41
Цехові (дільничні) витрати	265,37	265,37
Всього цехова собівартість	18749,2	18260,88

#### 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:						
правильне	1	1	268000	268000	13400	13400
різальне	3	3	70000	70000	3500	3500
кромкувальне	2	1	175000	175000	8750	8750
складальне	4	3	254400	254400	12720	12720
зварювальне	3	3	391000	391000	19550	19550
зачищувальне	3	2	2121	2121	106,05	106,05
контрольне	2	2	165000	165000	8250	8250
транспортне	1	1	29000	29000	1450	1450
Інструменти:						
молоток	7	5	441	441	22,05	22,05
диск зачисний	6	5	43	43	2,15	2,15
рулетка	3	3	187	187	9,35	9,35
лінійка	5	5	168	168	8,4	8,4
маркер	9	8	97	97	4,85	4,85
Разом						

Продовження таблиці 4.7

Види капітальних затрат	Загальна вартість, грн		Норма амортиз. відрах, %	Річна сума амортиз. відрах., грн	
	З	П		З	П
Будівлі та споруди	6250000	6250000	5	312500	312500
Устаткування:					
правильне	281400	281400	8	22512	22512
різальне	213500	213500	8	17080	17080
кромкувальне	358750	183750	8	28700	14700
складальне	1030320	775920	7	72122,4	54314,4
зварювальне	1192550	1192550	6,5	77515,75	77515,75
зачищувальне	6469,05	4348,05	8	517,52	347,84
контрольне	338250	338250	6	20295	20295
транспортне	30450	30450	7	2131,5	2131,5
Інструменти:					
молоток	3109,05	2227,05	16	497,45	356,33
диск зачисний	260,15	217,15		41,62	37,47
рулетка	570,35	570,35		91,26	91,26
лінійка	848,4	848,4		135,74	135,74
маркер	877,85	780,85		140,46	124,94
Разом	9707354,85	9274811,85		241780,7	209639,5

**4.7 Основні техніко-економічні показники розробленого технологічного процесу**

Річний економічний ефект визначається за формулою [15, с.27]:

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

де  $C_{пз}$  - повна собівартість виробу за заводськими даними, грн ( $C_{пз}= 26846,09$  грн);

$C_{пн}$  - повна собівартість виробу за проектними даними, грн ( $C_{пн}= 25747,44$  грн);

$\Phi_{мз}$  - фондомісткість продукції за заводськими даними, грн/шт ( $\Phi_{мз}= 18749,2$  грн/шт);

$\Phi_{пн}$  - фондомісткість продукції за проектними даними, грн/шт ( $\Phi_{пн}= 18260,88$  грн/шт);

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

$$E_{\phi} = ((26846,09 + 0,15 \cdot 18749,2) - (25747,44 + 0,15 \cdot 18260,88)) \cdot 2100 = 2460985,8 \text{ грн.}$$

Термін окупності капітальних вкладень визначається за формулою [15,с.28]:

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

де  $\Phi_{осз}$  - вартість основних виробничих фондів за заводським варіантом, грн ( $\Phi_{осз}= 48838902$  грн);

$\Phi_{осп}$  - вартість основних виробничих фондів за проектним варіантом, грн ( $\Phi_{осп}= 47413023$  грн);

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

$$E_{ур} = B \cdot (C_{пз} - C_{пн}), \quad (4.12)$$

$$E_{ур} = 2100 \cdot (26846,09 - 25747,44) = 2307165 \text{ грн;}$$

$$T_{ок} = \frac{48838902 - 47413023}{2307165} = 0,62 \text{ р.}$$

					<i>КР.422.02.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		60

Порівняльний аналіз техніко-економічних показників показано у таблиці 4.8.

Таблиця 4.8 - Основні техніко-економічні показники розробленого технологічного процесу

Показники	Одиниці вимірювання	Величина	
		З	П
1	2	3	4
Річна програма випуску продукції	шт	2100	2100
Кількість технологічного устаткування	шт	19	16
Собівартість товарної продукції	грн	26846,09	25747,44
Чисельність промислово-виробничого персоналу:			
- всього	чол	29	26
- основних робітників	чол	22	19
Фондомісткість продукції	грн/шт	18749,2	18260,88
Умовна річна економія	грн	-	2307165
Річний економічний ефект	грн	-	2460985,8
Термін окупності капітальних вкладень	роки	-	0,62
Місячний оклад основних робітників:			
- правильники	грн	16068,94	16068,94
- розмічувальники	грн	15815,73	14968,46
- різальники	грн	15815,73	15270,36
- кромкувальники	грн	16008,3	11642,4
- складальники	грн	18067,22	15972,47
- зварювальники	грн	18820,41	17812,17
- зачищувальники	грн	15484,61	12855,15
- контролери	грн	18662,57	18662,57
- транспортувальники	грн	17318,44	17318,44

## 5 ОХОРОНА ПРАЦІ

### 5.1 Аналіз нормативно-правових документів, що регламентують дотримання вимог охорони праці на підприємстві

Правові та організаційні основи охорони праці є тією базою, яка забезпечує соціальний захист працівників і на якій будуються санітарно-гігієнічна та інженерно-технічна складові охорони праці. Правова база охорони праці в галузі ґрунтується на національному законодавстві та міжнародних нормах. Законодавство України про охорону праці – це система взаємопов'язаних нормативно-правових актів, що регулюють відносини у сфері соціального захисту громадян у процесі трудової діяльності. Основними законодавчо-нормативними документами з питань охорони праці є: Закон України «Про охорону праці», Кодекс законів про працю України, Закон України «Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування від нещасного випадку на виробництві та професійного захворювання, які спричинили втрату працездатності» та прийнятих відповідно до них нормативно-правових актів [16 – 18].

Законодавство України про охорону праці базується на конституційному праві всіх громадян України на належні, безпечні і здорові умови праці, гарантовані статтею 43 Конституції України [19]. Цією ж статтею встановлено заборону використання праці жінок і неповнолітніх на небезпечних для їхнього здоров'я роботах. Ст. 45 Конституції гарантує право всіх працівників на щотижневий відпочинок та щорічну оплачувану відпустку, а також встановлення скороченого робочого дня щодо окремих професій і виробництв, скороченої тривалості роботи в нічний час [19].

Основоположним документом у галузі охорони праці є Закон України «Про охорону праці» [16], у якому визначено правила реалізації права на охорону життя і здоров'я в процесі трудової діяльності; роз'яснено відносини між роботодавцем і працівником з питань безпеки, гігієни праці на

					КР.422.02.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		62



виробництві; встановлено єдиний порядок організації охорони праці на підприємствах в Україні. Цей закон відповідає чинним конвенціям і рекомендаціям Міжнародної організації праці, іншим міжнародним правовим нормам у цій галузі. У ньому викладено принципи державної політики в галузі охорони праці, визначено порядок управління охороною праці на всіх рівнях, а також систему державного нагляду і контролю у сфері охорони праці [20, с. 271].

Окрім вирішення ключових правових питань, законодавство [16] визначає соціально-економічні, організаційно-технічні, санітарно-гігієнічні та лікувально-профілактичні заходи з охорони праці на підприємствах різних форм власності [20, с. 271].

До тексту розділу колективного договору вносяться трансформовані під зобов'язання власника (адміністрації підприємства) і працівників норми статей 13 – 18, 22, 23 Закону України «Про охорону праці» [16], а також, низку питань Закон про охорону праці вимагає узгодити з трудовим колективом. Тому до тексту договору вносяться пункти про створення (за необхідності) комісії про охорону праці, кількість обраних уповноважених трудового колективу з питань охорони праці і затвердження відповідних положень. Також необхідно зазначити порядок і строки звільнення від основної роботи (зі збереженням середнього заробітку) уповноважених і членів комісії для виконання ними своїх громадських обов'язків [21, 23, 24].

Звичайно, що переліки професій і списки працівників потрібно адаптувати до умов конкретного підприємства, зазначивши, працівники яких професій повинні в обов'язковому порядку проходити медогляд, профілактичний наркологічний огляд, які професії потребують професійного добору. Витрати на реалізацію заходів з охорони праці відносять до валових витрат, які необхідно зазначити в колдоговорі, зокрема списки тих працівників, хто має право на відпустку за ненормований робочий день або

					<i>КР.422.02.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		63

шкідливі умови праці, кому і з якою періодичністю слід видавати спецодяг, миючі засоби, спецхарчування тощо [21, 23, 24].

До розділу колективного договору також вносяться: гарантії постраждалим на виробництві, порядок надання більш легкої роботи як потерпілим; обумовлюється періодичність проведення атестації робочих місць за умовами праці, а після її проведення встановлюється перелік заходів щодо поліпшення умов праці, їх доведення до необхідних нормативів безпеки, гігієни праці, підвищення рівня охорони праці. У колдоговорі можна визначити загальну суму коштів (як в абсолютних, так і у відносних показниках), що виділяється на ці заходи, з урахуванням обмежень, встановлених для віднесення витрат на валові витрати [21].

При розробці розділу колдоговору необхідно врахувати ст. 19 Закону України «Про охорону праці», зокрема, для підприємств, незалежно від форм власності, або фізичних осіб, які відповідно до законодавства використовують найману працю, витрати на охорону праці становлять не менше 0,5 відсотка від фонду оплати праці за попередній рік [16].

У колективному договорі доцільно обумовити умови і порядок заохочення осіб, які працюють над поліпшенням стану безпеки, гігієни праці та виробничого середовища. Тим більше що таку можливість прямо передбачає ст. 25 Закону про охорону праці [16].

Основними нормативними документами на підприємстві є інструкції з охорони праці на підприємстві, які містять загальні положення щодо охорони праці, організаційні та технічні вимоги безпеки, які визначаються на основі [22]:

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

					КР.422.02.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		64

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

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

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

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

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

- аналізу обставин і причин найбільш ймовірних аварійних ситуацій, нещасних випадків і професійних захворювань, характерних для професії зварювальник (різноманітні види зварювання);

- вивчення успішного досвіду організації безпечної праці та виконання відповідних робіт із зварювання, визначення найбезпечніших методів і прийомів їх виконання [22].

Коллективний договір може передбачати положення, зокрема щодо [23]:

- організації виробництва і праці та/або змін в їх організації, підвищення ефективності виробництва та забезпечення продуктивної зайнятості, запобігання масовому вивільненню;

- професійної підготовки, перепідготовки та підвищення кваліфікації працівників, зокрема, професії зварювальник;

					<i>КР.422.02.00.00.000.ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		65

- нормування та оплати праці, встановлення та зміни форм, систем і строків виплати заробітної плати, встановлення міжкваліфікаційних (міжпосадових) співвідношень в оплаті праці, встановлення та зміни норм праці, систем оплати праці, розмірів заробітної плати та інших видів виплат (у тому числі доплат, надбавок, премій, гарантійних та компенсаційних виплат) з урахуванням норм законодавства про оплату праці;
- режиму роботи, тривалості робочого часу і відпочинку;
- умов праці, у тому числі розумного пристосування для працівників, які його потребують, зокрема осіб з інвалідністю;
- безпеки, охорони і гігієни праці;
- умов виробничого побуту;
- страхування працівників;
- медичного обслуговування, оздоровлення і відпочинку працівників, членів їх сімей;
- гарантій діяльності профспілкових організацій;
- гарантій та компенсацій працівникам, які беруть участь у колективних переговорах;
- форм участі у визначенні напрямів соціально-економічної політики розвитку підприємства;
- заходів щодо запобігання та протидії дискримінації у сфері праці;
- запобігання та протидії мобінгу (цькуванню);
- забезпечення рівних прав та можливостей жінок і чоловіків;
- організації культурно-масової, фізкультурної роботи [23,24].

Таким чином, проаналізувавши законодавчі, нормативно-правові документи, що регламентують дотримання охорони праці на підприємстві можна зробити висновок, що вони є обов'язковими для виконання, тому що застосування їх положень регулюється законодавством України. Дотримання вимог положень, інструкцій з безпеки праці на підприємстві дасть змогу

					<i>КР.422.02.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		66

підвищити ефективність роботи працівників і підприємства з охорони праці, зменшити показник травматизму.

## 5.2 Заходи захисту від негативного впливу електромагнітних полів

Частотні та спектральні діапазони електромагнітних випромінювань і електромагнітних полів, які генеруються електрозварювальним обладнанням, силовими ланцюгами, трансформаторами тощо досить широкі. І якщо аналізу складу аерозольного забруднення повітря робочої зони електрозварювальника та захисту електрозварювальників від його негативного впливу у виробничих умовах увага досить часто приділяється, то, зазвичай, вплив на здоров'я працівників електромагнітних випромінювань і полів, а також їх рівень не досліджуються.

В Україні гранично допустимі рівні електромагнітних випромінювань регламентують «Державні санітарні норми та правила при роботі з джерелами електромагнітних полів» [25]. Нормуванню підлягають електромагнітні випромінювання та поля в діапазоні частот 50 Гц – 300 ГГц. Характерно, що у діапазоні частот 50 Гц – 300 МГц нормуються напруженість електричної складової електромагнітного поля  $E$ , В/м та напруженість магнітної складової електромагнітного поля  $H$ , А/м, а в діапазоні частот 300 МГц – 300 ГГц нормується густина потоку енергії, Вт/м<sup>2</sup>. Нормується також гранично допустиме енергетичне навантаження  $(В/м)^2 \times год$ .

Загалом контролювати рівень електромагнітного випромінювання на робочих місцях зварювальників потрібно не рідше 1 разу на рік. Введення в дію нових моделей електрозварювального обладнання також повинне супроводжуватися вимірюваннями рівнів електромагнітного випромінювання на робочих місцях. Такі ж дії потрібно виконувати при зміні умов праці на робочому місці, які можуть відобразитись на її безпечності,

					КР.422.02.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		67

впливаючи на величину електромагнітного поля або на величину електромагнітних випромінювань.

Захист персоналу від впливу ЕМП досягається шляхом проведення організаційних, інженерно-технічних заходів, а також використанням засобів індивідуального захисту.

До організаційних заходів відносяться: вибір раціональних режимів роботи установок, обмеження місця і часу перебування персоналу в зоні опромінення і т. ін.

Інженерно-технічні заходи включають раціональне розміщення устаткування, використання засобів, що обмежують проникнення електромагнітної енергії на робочі місця персоналу (поглинаючі матеріали, екранування і т. ін) [20, с.136].

До основних заходів щодо захисту від ЕМП відносяться: захист часом, захист відстанню, екранування джерел випромінювання, зменшення потужності випромінювання в самому джерелі випромінювання, виділення зон випромінювання, екранування робочих місць, застосування засобів індивідуального захисту.

Захист часом передбачає обмеження часу перебування людини в робочій зоні і застосовується лише тоді, коли немає можливості знизити інтенсивність випромінювання до допустимих значень [20, с.137].

Захист відстанню застосовується лише в тому випадку, коли немає іншої можливості послабити дію ЕМП іншими заходами, в тому числі і захистом часом. У цьому випадку збільшують відстані між випромінювачем ЕМП і персоналом. Допустима відстань до джерела ЕМП, що забезпечує гранично допустимі значення інтенсивності випромінювання обов'язково перевіряється експериментальними вимірюваннями рівнів ЕМП на робочих місцях [20, с.137].

Зменшення потужності випромінювання в самому джерелі випромінювання повинно, перш за все, бути реалізовано шляхом обмеження

					<i>КР.422.02.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		68

їх потужностей значеннями, необхідними для виконання ними своїх функцій. Для цього також застосовуються спеціальні пристрої: поглиначі потужності, атенюатори, бронзові прокладки між фланцями хвилеводів і т. ін. [20, с.137].

Для кожної установки, що випромінює ЕМП вище гранично допустимих значень, повинні виділятися зони, в яких інтенсивність випромінювання є небезпечною для людини. Границі таких зон, де інтенсивність ЕМП може перевищувати гранично допустимі рівні, визначають експериментально для кожного конкретного випадку розміщення установки чи апаратури під час їх роботи на максимальну потужність випромінювання. Крім того, у відповідності стандарту небезпечні зони випромінювання із інтенсивністю ЕМП більше гранично допустимих рівнів огорожуються і встановлюються попереджуючі знаки з написом: «Не заходити, небезпечно!». Також, у разі необхідності, ці зони можна додатково позначати по границях широкими червоними лініями на підлозі приміщення чи територій, а також застосовувати попереджувальну сигналізацію [20, с.137].

Для зменшення опромінення персоналу ЕМП відповідно до вимог ДСНіП №476-2002 зони випромінювання ЕМП розташованих поруч установок не повинні перекриватися або ці установки повинні працювати на випромінювання в різний час [20, с.137].

Екранування джерел випромінювання застосовують для зниження інтенсивності ЕМП на робочих місцях. Необхідно підкреслити, що захист екрануванням вважається основним та найбільш ефективним методом захисту [20, с.137-138].

Поглинання ЕМП в екрані збільшується зі зростанням частоти поля, товщини, магнітної проникності і провідності матеріалу екрану, а відбиття в основному визначається невідповідністю хвильових характеристик повітря і матеріалу екрану. Саме тому відбиваючі екрани, як правило, і виготовляються з металів, оскільки вони мають хвильові опори, що істотно відрізняються від хвильового опору повітря.

					<i>КР.422.02.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		69

Суцільні екрани виготовляються з листів міді, алюмінію та деяких марок сталі. З метою підвищення провідності екрану, а отже, наскрізного згасання, екрани з боку випромінювача покривають шаром срібла. Місце встановлення і форма екрану визначаються взаємним розташуванням випромінюючих елементів (антен) і робочих місць та орієнтацією їх діаграм спрямованості.

Засобами індивідуального захисту (ЗІЗ) слід користуватися у тих випадках, коли застосування інших способів запобігання впливу електромагнітного випромінювання неможливе. В якості ЗІЗ застосовують радіозахисний одяг та окуляри. У якості матеріалу для радіозахисного одягу застосовується спеціальна радіотехнічна тканина, що побудована за принципом сітчастого екрану і представляє собою бавовняну тканину з мікродротом. В структурі такої тканини тонкий мідний дріт скручений з бавовняними нитками, які захищають його від зовнішніх впливів і одночасно є ізоляцією. Послаблення ЕМП поля цією тканиною в діапазоні частот 600-10000 МГц становить від 40 до 20 дБ [20, с.138].

При інтенсивному опроміненні обличчя ЕМП застосовуються радіозахисні окуляри, які використовуються окремо або вшиті в шолом костюма. Це можуть бути сітчасті окуляри, які мають конструкцію напівмасок з мідною або латунною сіткою, або скляні захисні окуляри(наприклад ОРЗ-5), у яких застосовується спеціальне радіозахисне скло, вкрите двооксидом олова. Захисні властивості таких окулярів оцінюються на підставі даних про загальне послаблення застосованого скла, яке, як правило, знаходиться в межах 25-35дБ [20, с.139].

### **5.3 Правила охорони праці та пожежної безпеки під час виготовлення опори естакадної**

Опора естакадна є металевою конструкцією, яка виготовляється

					<i>КР.422.02.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		70



методом зварювання. Тому потрібно взяти до уваги основні правила охорони праці та пожежної безпеки стосовно основних вимог до проведення зварювальних робіт. До зварювальних робіт, відповідно чинного законодавства України, допускаються працівники, не молодше 18 років, визнані придатними для цієї роботи медичною комісією, які пройшли спеціальне навчання за програмою пожежно-технічного мінімуму та щорічну перевірку знань.

Перед початком роботи зварювальник проходить вступний інструктаж з охорони праці, виробничої санітарії та пожежної безпеки, а також безпосередньо на робочому місці первинний інструктаж, який слід проводити при кожному переході на іншу роботу або при зміні умов праці. Технологічне обладнання, на якому передбачається проведення зварювальних робіт, повинне бути приведенне в пожежовибухобезпечний стан до початку цих робіт.

Під час перерв у роботі, а також у кінці робочої зміни зварювальна апаратура повинна відключатися, зокрема, від електромережі, шланги від'єднуватися і звільнятися від горючих рідин та газів, а у паяльних лампах тиск повинен бути повністю знижений. Після закінчення робіт уся апаратура й устаткування мають бути прибрані в спеціально відведені приміщення (місця).

Місце для проведення зварювальних та різальних робіт у будівлях і приміщеннях, у конструкціях яких використані горючі матеріали, має бути обгороджене суцільною перегородкою з негорючого матеріалу.

Під час проведення вогневих робіт у вибухопожежонебезпечних місцях має бути встановлений пильний контроль за станом повітряного середовища шляхом проведення експрес-аналізів із застосуванням газоаналізаторів.

Для проведення зварювальних робіт облаштовують постійні і тимчасові місця. Постійні місця визначаються наказами або інструкціями власника підприємства. Вільна площа постійного місця (без обладнання) повинна бути не менше 3 м<sup>2</sup> для кожного зварювального поста, підлога

					<i>КР.422.02.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		71

щільна, з вогнестійких матеріалів, стіни пофарбовані світлою матовою фарбою, стіл заземлений, стілець на ніжках з регулятором висоти сидіння, під ногами килимок.

Робочі місця зварювальників мають бути відокремлені від інших робочих місць та проходів негорючими екранами (ширмами, перегородками) з висотою не менше 1,8 м. Для запобігання розлітання розпечених часток зазор між перегородкою та підлогою повинен бути не більше 50 мм, огорожений сіткою з негорючого матеріалу з розміром отворів не більше 1 мм x 1 мм.

Для виготовлення опори естакадної використовується спосіб зварювання під флюсом. Так як цей спосіб відноситься до електродугового класу зварювання, тому основною небезпекою для зварювальника є ураження електричним струмом. З метою зменшення небезпеки ураження електричним струмом зварювальнику слід дотримуватися таких правил [26]:

1) надійна ізоляція всіх проводів, пов'язаних із живленням джерела струму і зварювальної дуги, пристрій герметично закритих пристроїв увімкнення, заземлення корпусів зварювальних апаратів (заземленню підлягають: корпуси джерел живлення, апаратного ящика, допоміжне електричне обладнання; перетин заземлювальних проводів повинен бути не менше 25 мм<sup>2</sup>);

2) застосування в джерелах живлення автоматичних вимикачів високої напруги, які в момент холостого ходу розривають зварювальний ланцюг і подають на тримач напругу 12 В;

3) надійний пристрій електродотримача з гарною ізоляцією, яка гарантує, що не буде випадкового контакту струмоведучих частин електродотримача зі зварювальним виробом або руками зварювальника;

4) робота у чистому, сухому спецодязі і рукавицях. Під час роботи в тісних відсіках і замкнених просторах обов'язкове використання гумових калош і килимків, джерел освітлення з напругою не більше 6–12 В.

					<i>КР.422.02.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		72

## ВИСНОВКИ

Для покращення технологічного процесу виготовлення опори естакадної потрібно виконати такі рекомендації:

- зміна способу зварювання конструкції, з механізованого в захисних газах на автоматичне під флюсом, це підвищить продуктивність – процес повністю автоматизований та забезпечить повний провар, оскільки йде зварювання великих товщин;

- виконувати кантування конструкції, для забезпечення виконання зварювання в нижньому положенні;

- вдосконалити складальне обладнання, що проявляється в заміні ручних затискних пристосувань на механізовані зразки.

Тому потрібно виконувати процес із використанням кантувача, зварювального автомата А-1406, що живиться від джерела КІУ-501 та електричного тельфера Т 050.

Складально-зварювальні операції здійснюються із застосуванням спеціального кантувача, який дозволяє прискорити процеси виконання складальних та зварювальних робіт відповідно.

Технологічний процес виготовлення опори естакадної є доцільним завдяки своїй економічній ефективності, за рахунок зменшення цехової собівартості виробу, що в свою чергу приведе до скорочення терміну окупності капітальних вкладень до 0,62 року.

					КР.422.02.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		73

## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Гуменюк І.В., Іваськів О.Ф., Гуменюк О.В. Технологія електродугового зварювання: підручник. Київ: Грамота, 2006. 512 с.
2. Характеристика матеріалу 12Х1МФ. Довідник сталей і сплавів: веб-сайт. URL: [http://www.splav-kharkov.com/mat\\_start.php?name\\_id=3](http://www.splav-kharkov.com/mat_start.php?name_id=3) (дата звернення: 02.05.2024).
3. Квасницький В.В. Теорія процесів зварювання. Дослідження фізико-хімічних і металургійних процесів та здатності металів до зварювання: навч. посіб. Миколаїв: УДМТУ, 2002. 181 с.
4. Гаєвський О.А., Гаєвський В.О. Координація зварювальних робіт: навчальний посібник. Київ: Центр учбової літератури, 2017. 368 с.
5. Кривов Г.О., Зворикін К.О. Виробництво зварних конструкцій: підручник. Київ: КВІЦ, 2012. 896 с.
6. Биковський О.Г., Пінковський І.В. Довідник зварника. Київ: Техніка, 2002. 336 с.
7. А-1406. Автомати для дугового зварювання і наплавлення: веб-сайт. URL: <https://kzeso.com/catalog/electric-welding-equipment/machines-for-arc-welding-and-facing/a-1406/> (дата звернення: 26.05.2024).
8. Зварювальний випрямляч ВДУ-506К (КІУ-501). Випрямлячі: веб-сайт. URL: <https://kzeso.com/catalog/electric-welding-equipment/rectifiers/vdu-506k/> (дата звернення: 26.05.2024).
9. Камель Г.І., Гасило Ю.А., Івченко П.С., Романюк Р.Я. Контроль якості зварювання. Том 1. Неруйнівні методи контролю: навчальний посібник. Кам'янське: ДДТУ, 2018. 241 с.
10. СОМ-400Е верстат абразивно-відрізний маятниковий. Абразивно-відрізні верстати: веб-сайт. URL [https://eurostore.su/metallo-obrabatyvayushchee\\_oborudovanie/otreznye\\_stanki/abrazivno-otreznye\\_stanki/som-400e-standok-abrazivno-otreznoj-majatnikovuj](https://eurostore.su/metallo-obrabatyvayushchee_oborudovanie/otreznye_stanki/abrazivno-otreznye_stanki/som-400e-standok-abrazivno-otreznoj-majatnikovuj) (дата звернення: 30.05.2024).

					<i>КР.422.02.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		74

11. Плазморіз Jasic CUT-100. Плазмове різання: веб-сайт. URL: <https://jasic.ua/ua/product/cut-100-1201-42> (дата звернення: 30.05.2024).

12. 7Д36 верстат поперечно-стругальний з гідравлічним приводом. Відомості про виробника поперечно-стругального верстата 7Д36: веб-сайт. URL: [http://stanki-katalog.ua/sprav\\_7d36.htm](http://stanki-katalog.ua/sprav_7d36.htm) (дата звернення: 30.05.2024).

13. Ультразвуковий дефектоскоп А1212 MASTER. Опис дефектоскопів: веб-сайт. URL: <http://intron-set.com.ua/product/ultrazvukovoj-defektoskop-a1212-master/> (дата звернення: 30.05.2024).

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

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

16. Закон України «Про охорону праці» / Відомості Верховної Ради України. – 1992. - № 49. - ст.668 (із змінами, внесеними згідно із Законом № 2849-IX від 13.12.2022). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2694-12#Text> (дата звернення: 24.05.2024).

17. Кодекс законів про працю України / Затверджено Законом N 322-VIII від 10.12.71 ВВР. - 1971, додаток до N 50, ст. 375 (із змінами, внесеними згідно із Законом № 2839-IX від 13.12.2022). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/322-08#Text> (дата звернення: 24.05.2024).

18. Закон України «Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування» / Відомості Верховної Ради України (ВВР), 1999, N 46-47, ст.403 (із змінами, внесеними згідно із Законом із змінами, внесеними згідно із Законом № 2849-IX від 13.12.2022). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1105-14#Text> (дата звернення: 24.05.2024).

					<i>КР.422.02.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		75

19. Конституція України, прийнята на п'ятій сесії Верховної Ради України 28 червня 1996 р. // Відомості Верховної Ради України. URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/254к/96-вр> (дата звернення: 24.05.2024).

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

21. Охорона праці у колективному договорі. Право і відповідальність: веб-сайт. URL: <http://www.fssu.gov.ua/fse/control/khr/uk/publish/article/97487;jsessionid=0B184971892BFDD99EE0AB38E8BF733C> (дата звернення: 24.05.2024).

22. Закон України «Про затвердження Положення про розробку інструкцій з охорони праці» від 30.03.2017.№ 526. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0226-98#Text> (дата звернення: 24.05.2024).

23. Закон України «Про колективні угоди та договори» від 23.02.2023 р. № 2937-IX. URL: <https://ips.ligazakon.net/document/view/T232937?an=116> (дата звернення: 24.05.2024).

24. Новий Закон «Про колективні угоди та договори»: топ нововведень. URL: [https://biz.ligazakon.net/analytics/219518\\_noviy-zakon-pro-kolektivn-ugodi-ta-dogovori-top-novovveden](https://biz.ligazakon.net/analytics/219518_noviy-zakon-pro-kolektivn-ugodi-ta-dogovori-top-novovveden) (дата звернення: 24.05.2024).

25. Bolte J.F.B., Pruppers M.J.M. Electromagnetic fields in the working environment. Ministry of Social Affairs and Employment (SZW) report (2006). 175 р.

26. Техніка безпеки при виконанні електрозварювальних робіт. Охорона праці: веб-сайт. URL: <https://oppb.com.ua/news/tehnika-bezpeky-pry-vikonanni-elektrozvaryvalnyh-robot> (дата звернення: 07.06.2024).

					КР.422.02.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		76

# ДОДАТКИ

					КР.422.02.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		77