

**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  
каркасу LED екрану

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

**Іван КОНДРАТ**

Керівник

**Микола ПІДГУРСЬКИЙ**

Рецензент

м. Тернопіль – 2024

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

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

ЗАТВЕРДЖУЮ  
Голова циклової комісії  
\_\_\_\_\_ Марія ДРАНІВСЬКА

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2024 року

З А В Д А Н Н Я

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

**КОНДРАТУ Івану Михайловичу**

**Тема роботи** \_\_\_\_\_ Проект \_\_\_\_\_ вдосконалення \_\_\_\_\_ технологічного \_\_\_\_\_ процесу  
виготовлення каркасу LED екрану \_\_\_\_\_

**Керівник роботи** \_\_\_\_\_ ПІДГУРСЬКИЙ Микола Іванович  
(прізвище, ім'я, по батькові)

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

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

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

**Зміст розрахунково-пояснювальної записки**

**1 АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ** \_\_\_\_\_

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

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

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

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

**2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ** \_\_\_\_\_

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

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

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

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

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

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



## 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 )

**Іван КОНДРАТ**

\_\_\_\_\_

(ім'я, прізвище)

Керівник роботи

\_\_\_\_\_

( підпис )

**Микола ПІДГУРСЬКИЙ**

\_\_\_\_\_

(ім'я, прізвище)

## **АНОТАЦІЯ**

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

## ЗМІСТ

	с.
ВСТУП . . . . .	6
1 АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ . . . . .	7
1.1 Опис конструкції зварного виробу . . . . .	7
1.1.1 Технічні вимоги до зварного виробу . . . . .	8
1.2 Характеристика матеріалу зварного виробу . . . . .	9
1.3 Технічні умови на виготовлення зварної конструкції . . . . .	10
1.3.1 Вимоги до матеріалів і напівфабрикатів . . . . .	10
1.3.2 Вимоги до шорсткості, геометричності форми та розмірів	11
1.3.3 Вимоги до зварних з'єднань виробу . . . . .	12
1.3.4 Вимоги до складання . . . . .	13
1.3.5 Вимоги до якості зварної конструкції . . . . .	13
1.4 Аналіз базового технологічного процесу виготовлення зварної конструкції та постановка задач на виконання кваліфікаційної роботи . . . . .	14
2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ . . . . .	15
2.1 Технічне обґрунтування вибраного способу зварювання . . . . .	15
2.2 Вибір зварювальних матеріалів . . . . .	16
2.3 Вибір та розрахунок параметрів режиму зварювання . . . . .	17
2.4 Вибір і обґрунтування зварювального устаткування . . . . .	22
2.5 Вибір методу контролю якості виробу . . . . .	26
2.6 Опис вибраного технологічного процесу виготовлення зварної конструкції . . . . .	28
2.6.1 Заготівельні операції . . . . .	28
2.6.2 Складальні операції . . . . .	30
2.6.3 Складально-зварювальні операції . . . . .	30

					<i>КР.422.08.00.00.000.ПЗ</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>Проект вдосконалення технологічного процесу виготовлення каркасу LED екрану Пояснювальна записка</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Розроб.</i>		<i>Кондрат</i>						
<i>Перевір.</i>		<i>Підгурський</i>					4	74
<i>Реценз.</i>						<i>ВСП «ТФК ТНТУ», гр. ПМ-422ск</i>		
<i>Н. Контр.</i>		<i>Залуцька</i>						
<i>Затв.</i>		<i>Дранівська</i>						

2.6.4	Опоряджувальні операції	. . . . .	31
2.6.5	Допоміжні операції	. . . . .	32
2.6.6	Контроль якості	. . . . .	32
2.7	Нормування технологічного процесу виготовлення зварної конструкції і витрат матеріалів та електроенергії	. . . . .	33
3	КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ	. . . . .	36
3.1	Обґрунтування вибору типу пристосувань, які застосовуються при виготовленні конструкції.	. . . . .	36
3.2	Опис роботи зварювального пристосування	. . . . .	38
4	ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ	. . . . .	40
4.1	Розрахунок кількості обладнання	. . . . .	40
4.2	Розрахунок кількості працівників	. . . . .	46
4.3	Визначення витрат і вартості основних матеріалів	. . . . .	49
4.4	Розрахунок фонду оплати праці	. . . . .	50
4.5	Калькуляція собівартості виробу	. . . . .	56
4.6	Розрахунок суми капіталовкладень для розробленого технологічного процесу та його економічної ефективності	. . . . .	57
4.7	Основні техніко-економічні показники розробленого технологічного процесу	. . . . .	58
5	ОХОРОНА ПРАЦІ	. . . . .	61
5.1	Порядок проведення медичних оглядів працівників певних категорій	. . . . .	61
5.2	Розрахунок кількості вогнегасників для виробничого приміщення		64
5.3	Безпека праці під час виготовлення каркасу LED екрану	. . . . .	68
	ВИСНОВКИ	. . . . .	70
	ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	. . . . .	71
	ДОДАТКИ	. . . . .	74

## ВСТУП

Основним способом зварювання плавленням є електродугове зварювання, яке має багато різновидів, пов'язаних зі степенню механізації – ручне, напівавтоматичне, автоматичне, з використанням різних захисних середовищ – покриття на електродах (при ручному зварюванні), флюсів, захисних газів або порошкового дроту при механізованому зварюванні, контрольованої атмосфери (захисних газів або вакууму) при деяких способах дугового і електронно-променевого зварювання. Зварювання плавленням використовується для широкого кола кольорових металів і їх сплавів, а також неметалів – скла, кераміки, графіту.

Всі вказані особливості значно ускладнюють задачі, які стоять перед інженерами-технологами, що розроблятимуть технологічний процес зварювання плавленням.

Розроблений технологічний процес зварювання не тільки повинен забезпечувати отримання надійних зварних з'єднань конструкції, які відповідають всім експлуатаційним вимогам, але повинен також допускати максимальну ступінь комплексної механізації і автоматизації всього виробничого процесу виготовлення виробу, повинен також бути економічно вигідним по витратах енергії, зварювальних матеріалів, витрат людської праці.

Такі оптимізаційні технологічні задачі вирішуються на основі використання розрахункових, аналітичних методів проектування технологічного процесу зварювання. При розробленні технологічного процесу виготовлення складної зварної конструкції потрібний розрахунок деяких варіантів технології на ПК з наступним відбором оптимального варіанту технологом-зварювальником.

					КР.422.08.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6



# 1 АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ

## 1.1 Опис конструкції зварного виробу

Каркас є металевою конструкцією, яка є основою і використовується для монтування на ній LED модулів та всієї апаратури, що необхідна для якісного його функціонування. Конструкція каркасу зображена на рисунку 1.1.

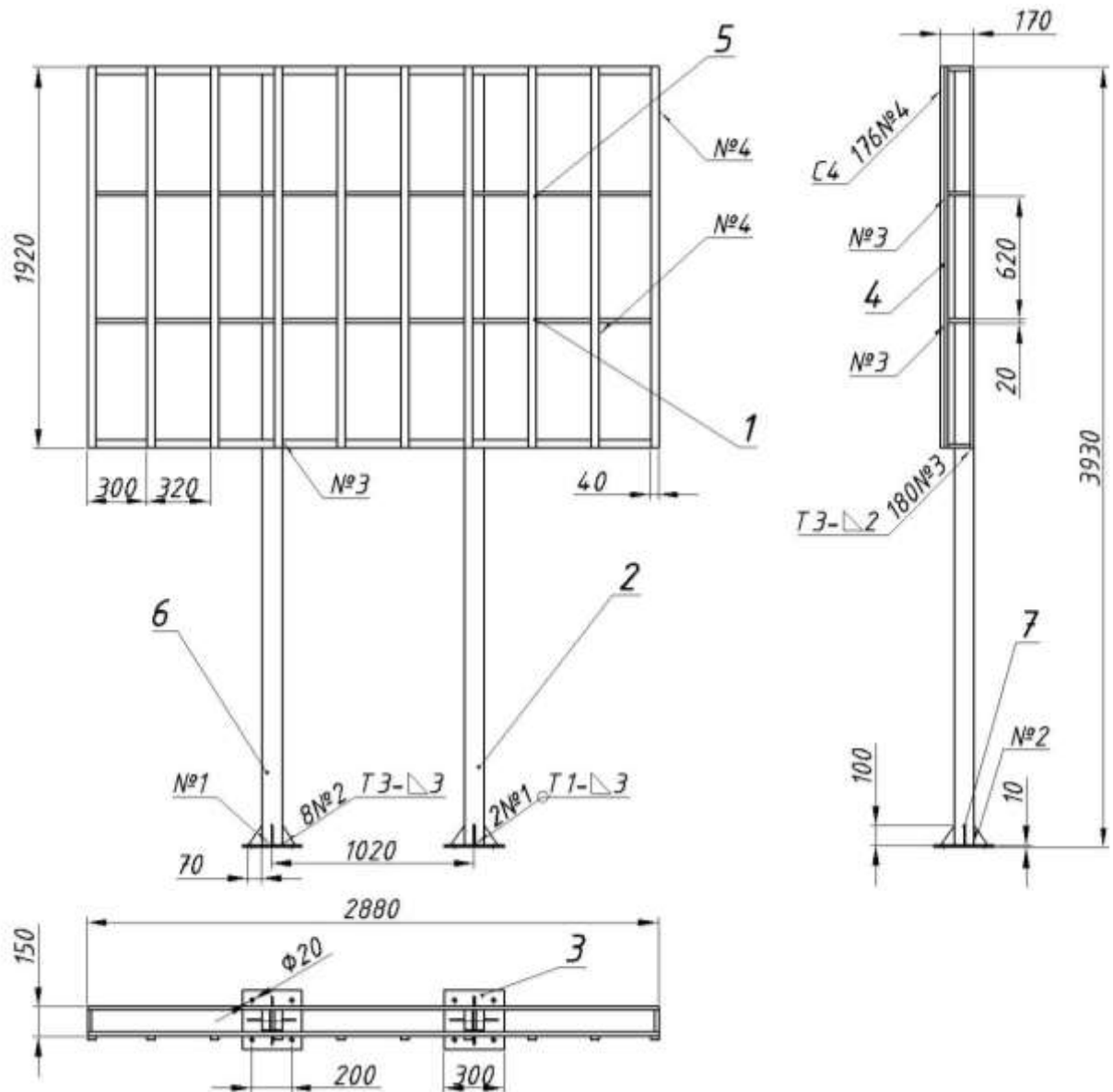


Рисунок 1.1 – Каркас LED екрану

					КР.422.08.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

Каркас LED екрану (див. рис. 1.1) складається з двох основних складальних одиниць – рами 1 та опор 2. Крім того дані складальні одиниці складаються із наступних деталей:

- 3 закладна 2 шт. (лист s 10);
- 4 накладка - 10 шт. (профіль 40x20x2);
- 5 перемичка - 10 шт. (профіль 20x20x1,5);
- 6 стійка - 2 (профіль 100x100x3);
- 7 ребро - 8 шт. (лист s 5).

Загальна висота каркасу становить 3930 мм, при ширині 2880 мм та глибині 150 мм.

В період експлуатації конструкції найбільше навантаження припадає на опори, які складаються зі стійок, ребер та закладних, тому потрібне якісне виконання процесу зварювання (без дефектів зварних швів) при з'єднанні цих деталей одна з одною.

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

Вимоги, які пред'являються до виробу, при його виготовленні називаються технічними.

Забезпечення надійної роботи зварної конструкції протягом певного терміну експлуатації є основною вимогою, яка забезпечує її надійність.

Основні технічні вимоги, яких потрібно дотримуватись при виготовленні каркасу LED екрану:

- правильність вибору матеріалу конструкції;
- послідовність операцій металообробки (якщо це потрібно);
- правильність складання деталей під зварювання;
- налаштування правильних параметрів режиму зварювання;
- правильна організація виконання контролю якості;

					<i>КР.422.08.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

- забезпечення допустимих допусків на геометричні розміри і форму виробу;

- забезпечення необхідних вимог, що стосуються приймання зварного виробу або окремого вузла.

## 1.2 Характеристика матеріалу зварного виробу

Враховавши експлуатаційні показники, які діятимуть на каркас LED екрану, для його виготовлення використовуватиметься конструкційна низьколегована сталь звичайної якості марки СтЗсп. Дані по її механічних властивостях та хімічному складі приведено в таблицях 1.1 та 1.2 відповідно.

Таблиця 1.1 – Механічні властивості сталі СтЗсп [1]

Стан постачання	$\sigma_{0,2}$	$\sigma_B$	$\delta_5$
	МПа		%
	не менше		
Прокат гарячекатаний	225	370-480	23

Таблиця 1.2 – Хімічний склад сталі СтЗсп, % [1]

C	Mn	Si	P	S	Cr	Ni	Cu	As
			не більше					
0,14-0,22	0,40-0,65	0,12-0,30	0,04	0,05	0,30	0,30	0,30	0,08

Важливим чинником, який також має неабиякий вплив на вибір основного матеріалу конструкції є його зварюваність, яка визначає здатність матеріалу піддаватися зварюванню відповідно до вибраних умов виконання процесу.

Тому для визначення зварюваності використовується формула еквівалентного вмісту вуглецю  $C_e$  [2, с.127]:

					<i>КР.422.08.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

де С, Мn, Ni, Cr, Мо, Cu, V, В – вміст хімічного елемента в сталі, %.

Підставивши табличні значення отримаємо:

$$C_e = 0,22 + \frac{0,65}{6} + \frac{0,30}{10} + \frac{0,30}{5} + \frac{0,30}{15} = 0,44 \quad \%$$

По виконаних розрахунках для сталі СтЗсп еквівалентний вміст вуглецю менший 0,45%, це вказує на добру зварюваність цієї сталі і на здатність утворювати якісні зварні шви при використанні будь-якого способу зварювання.

### 1.3 Технічні умови на виготовлення зварної конструкції

#### 1.3.1 Вимоги до матеріалів і напівфабрикатів

Метал з якого виготовляється конструкція повинен мати всі сертифікати відповідності, які затверджують його якість і надійність. При цьому в даному сертифікаті повинна бути інформація про: марку, тип прокату, хімічний склад, механічні властивості, кількість, розміри та ін. Коли такі сертифікати відсутні, то додатково проводяться його випробування, задля отримання необхідних даних і висновків, щодо можливості подальшого застосування металу для виготовлення конструкції.

Всі деталі, що застосовуються для виготовлення конструкції повинні бути виправленими, очищеними від продуктів корозії, окалини та інших забруднень, сухими – без надмірної вологості, що призводить до появи майбутніх зварних дефектів. Торці деталей, які підлягають зварюванню

					<i>КР.422.08.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

повинні очищатись до металевого блиску на відстані 10 – 20 мм, щоб створити стабільне формування швів без дефектів.

Основним матеріалом є зварювальний дріт, тому при його виборі потрібно врахувати наступні вимоги:

- марка дроту;
- повинна міститись інформація про виробника;
- відповідне непошкоджене упакування;
- рекомендації, щодо умов його зберігання;
- сертифікат відповідності якості продукції із зазначенням хімічного складу та механічних властивостей;
- чиста поверхня дроту без різного роду забруднень, що досягається обмідненням його поверхні та герметичністю упакування.

Застосовуючи певну марку зварювального дроту в технологічний процес виготовлення зварної конструкції, повинні попередньо бути ним зварені дослідні зразки, які будуть об'єктом дослідження для визначення механічних властивостей, таких як міцності пластичності та ін.

Останнім часом все більше застосування отримало зварювання в захисних газах, завдяки своїй ефективності та високо-продуктивності, тому до захисних газів також висувуються певні вимоги, а саме:

- відповідність складу стандартам;
- відсутність вологи, відсутність водню у складі;
- надійний захист від навколишнього середовища зони зварювання;
- стабільне безперешкодне формування зварного шва.

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

Виготовлення каркасу LED екрану повинно відбуватись із врахуванням таких рекомендацій:

					<i>КР.422.08.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

- поверхні деталей, які згідно технологічного процесу не піддаються наступній механічній обробці, повинні бути без механічних пошкоджень та достатньої чистоти;

- відповідна шорсткість поверхонь в залежності від умов роботи деталей;
- відсутність гострих країв та задирань чи заусенців;
- відхилення прямолінійності кромки торців  $\pm 1$  мм;
- радіуси округлення кутів кромки не повинні перевищувати 5 мм;
- відсутність кривизни на лінії стикування торців деталей.

В ході виконання складання ставляться такі спеціальні вимоги:

- основа повинна бути жорсткою, щоб не з'являлися порушення розмірів при встановленні на неї інших деталей конструкції;
- прихоплення розташовувати в місцях накладання швів. Щоб між елементами конструкції не утворювалися проміжки, несущільності, вузли і конструкцію прихоплювати з двох сторін.

Переріз (катет) прихоплювань, якщо вони не вказані в технологічному процесі повинні складати не більше 2/3 майбутніх швів, з тим, щоб при подальшому зварюванні прихоплення були покриті швами.

### **1.3.3 Вимоги до зварних з'єднань виробу**

Зварні з'єднання повинні бути якісним, без присутності незаварених кратерів, тому повинна бути підібрана така технологія зварювання, яка б дозволяла виводити закінчення шва на допоміжному металі вивідних планок. Зварювання необхідно виконувати по наперед зачищених кромках до металевого блиску.

Зовнішня поверхня зварних швів не повинна містити:

- подрізи, напливи, тріщини, незаварені кратери та інші зовнішні дефекти, що погано впливають їх властивості;
- поверхня шва повинна бути рівномірно лускуватою, величиною проміжків не більше 2 – 3 мм, в залежності від положення.

					<i>КР.422.08.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

Зазори стиків кромок повинні бути рівномірними, оскільки це є однією з основних вимог забезпечення експлуатаційної надійності. Для контролю якості зварних з'єднань використовується зовнішній огляд та ультразвуковий контроль.

### **1.3.4 Вимоги до складання**

Прилягаючі торці поверхонь по яких буде накладатися зварний шов, мають бути зачищені до металевого блиску, оскільки присутня окалина, а також іржа будуть слугувати джерелами утворення дефектів.

В процесі виконання складання накладаються технологічні прихоплення, які потрібні для формування правильної геометрії зварної конструкції та надання їй необхідної жорсткості при виконанні перевантажувальних робіт. Однак потрібно врахувати можливість повного проплавлення попередньо виконаних прихоплень при наступному зварюванні швів. Якщо місця виконання прихоплень не передбачені технологією накладання по них зварних швів, то після закінчення процесу зварювання, вони повинні бути зачищені до рівня основного металу. Для виконання прихоплень використовуються такі ж матеріали і обладнання, як і для зварювання основного металу, забезпечуючи їх рівномірність основному металу.

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

Необхідна якість зварної конструкції забезпечується при врахуванні наступних чинників:

- у зварних з'єднаннях не повинно бути дефектів;
- зварна конструкція повинна бути високотехнологічною;
- процес зварювання повинен виконуватися тільки якісними матеріалами із використанням необхідного устаткування;

					<i>КР.422.08.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

- зварювання виконувати згідно технології із дотриманням потрібного режиму;
- висока точність при здійсненні складальних операцій;
- контроль якості на всіх стадіях технологічного процесу виготовлення конструкції.

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

Процес складання каркасу LED екрану на підприємстві виконується без застосування будь-яких пристосувань. Процес зварювання так само не механізований. Зварювання напівавтоматичне в середовищі вуглекислого газу, зварювальний дріт Св-08А.

Основним видом транспорту в цеху є мостовий кран, що значно затягує виробничий цикл, порушує ритмічність виробництва, збільшує собівартість продукції. У цьому проекті з метою вирішення цієї задачі пропонується використання декількох спеціальних поворотних пристосувань.

Для виготовлення каркасу LED екрану використовується металопрокат, що забезпечує застосування високопродуктивного, прогресивного способу отримання заготовок.

Конструктивно каркас легко розчленовується на технологічні вузли, для складання яких має бути розроблене технологічне оснащення з відносно простими способами фіксації. Це зумовлює можливість механізації складальних операцій.

Зварні шви виконуються в нижньому положенні, що дозволяє застосувати різного роду кантувальні пристрої. Виконаний аналіз дозволяє віднести каркас LED екрану до технологічних зварних конструкцій.

На базовому підприємстві складання і зварювання каркасу LED екрану виконується в ручну, а в даному випадку розроблено пристосування.

					<i>КР.422.08.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14



## 2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

### 2.1 Технічне обґрунтування вибраного способу зварювання

Зварювання є основною операцією технологічного процесу виготовлення зварних конструкцій.

При виборі способу зварювання робиться облік наступних чинників: хімічний склад і фізико-механічні властивості; товщина металу; протяжність швів в конструкції; продуктивність способу; характер виробництва.

Найбільш прийнятними способами зварювання каркасу LED екрану являється механізоване зварювання в захисних газах.

Переваги механізованого зварювання в середовищі CO<sub>2</sub>:

- підвищення продуктивності праці в 1,5 разу в порівнянні з РДЗ;
- забезпечує високу стабільність горіння дуги при зварюванні;
- помітне зниження рівня розбрикування і налипання електродного металу внаслідок його струменевого перенесення;
- хороше формування і зовнішній вигляд шва;
- можливість зварювання у важко доступних місцях у будь-якому просторовому положенні;
- в порівнянні з автоматичним зварюванням має високу маневреність і мобільність;
- високі показники механічних характеристик зварних з'єднань.
- заощадження часу на очищення біляшовних зон від бризок електродного металу.

Недоліки:

- утруднення зварювання на відкритому повітрі із-за здування захисного газу;
- при зварюванні стельових швів - збільшені витрати захисного газу.

Для виготовлення каркасу LED екрану застосовується механізоване зварювання в середовищі CO<sub>2</sub>, схема якого показана на рисунку 2.1.

					<i>КР.422.08.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

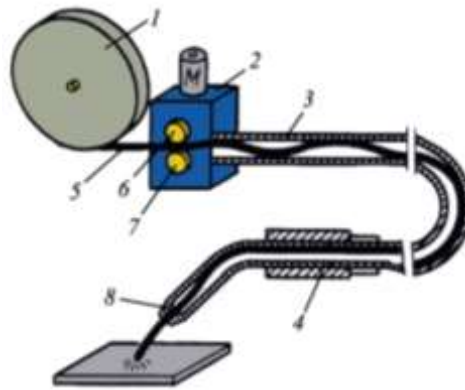


Рисунок 2.1 - Схема напівавтоматичного зварювання у вуглекислому газі [3, с.163]

1 - котушка; 2 - механізм для подавання дроту; 3 - рукав; 4 -тримач; 5 - зварювальний дріт; 6 - коробка швидкостей ведучого та притискувального ролика; 7 –притискувальний ролик; 8 - наконечник; М - електродвигун

## 2.2 Вибір зварювальних матеріалів

В процесі виробництва каркасу LED екрану використовується сталь СтЗсп.

Вибір зварювальних матеріалів залежить від способу зварювання, матеріалу конструкції, технологічних особливостей і ряду інших чинників. Для виконання прихоплень і зварювання складальної одиниці каркасу застосовується механізоване зварювання в середовищі CO<sub>2</sub>.

В якості захисного газу використовується вуглекислий газ, який в порівнянні з іншими захисними газами є найдешевшим. При напівавтоматичному зварюванні в середовищі захисного газу CO<sub>2</sub> зварювальний дріт є основним матеріалом, тому захисний газ буде допоміжним.

					КР.422.08.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

Вуглекислота, яка призначена для зварювання має відповідати відповідному стандарту, згідно якого регламентується допустима кількість домішок в захисному газі.

Зварювання каркасу LED екрану здійснюється у вуглекислому газі вищого сорту із допустимим вмістом домішок 0,2%.

Оскільки деталі виготовлені із конструкційної сталі звичайної якості, то для їх зварювання в середовищі CO<sub>2</sub> доцільно застосувати зварювальний дріт Св-08Г2С, який забезпечить необхідні фізико-механічні властивості шва, близькі до фізико-механічних властивостей основного металу.

Хімічний склад зварювального дроту приведений в таблиці 2.1.

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

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

### 2.3 Вибір та розрахунок параметрів режиму зварювання

При виборі параметрів режиму зварювання необхідно врахувати умову формування швів потрібних розмірів, форми та якості. Тому потрібно забезпечити правильний розрахунок цих параметрів, з урахуванням потрібних чинників. Зварювання каркасу LED екрану виконується стиковими і тавровими з'єднаннями, з переважаючою більшістю таврових, отже розрахунок проводиться для з'єднання із катетом 3 мм. Дане з'єднання зображене на рисунку 2.2.

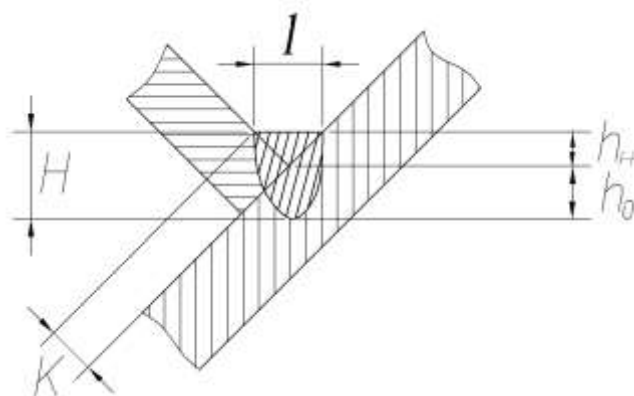


Рисунок 2.2 - Таврове з'єднання

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

Параметрами режиму зварювання у вуглекислому газі, що впливають на геометрію швів, є:

- діаметр і марка електродного дроту  $d_e$ , мм;
- зварювальний струм  $I_{зв}$ , А;
- напруга на дузі  $U_d$ , В;
- швидкість подачі електродного дроту  $V_{п.д.}$ , м/ГОД;
- швидкість зварювання  $V_{зв.}$ , м/ГОД;
- виліт електродного дроту  $l_d$ , мм;
- витрати захисного газу  $Q_g$ , л/хв.

Розрахунок таврового з'єднання проводиться із забезпеченням одержання потрібного катету шва, що визначає властивості з'єднання.

Площа наплавленого металу  $F_n$  визначається за формулою [4, с.196]:

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

де  $K$  – катет шва,  $K=3$  мм,

					КР.422.08.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

$$F_H = \frac{3^2}{2} = \frac{9}{2} = 4,5 \text{ мм}^2.$$

Висоту наплавленого металу  $h_H$  визначається за формулою [4, с.192]:

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

$$h_H = \sqrt{4,5} = 2,12 \text{ мм.}$$

Ширину шва  $l$ , визначається за формулою [4, с.192]:

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

$$l = \sqrt{2 \cdot 9} = 4,24 \text{ мм.}$$

Загальну висоту шва  $H$  становить [4, с.193]:

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

Тоді:

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

значення  $\psi_M$ , перебуває в інтервалі величин 0,8 – 2,0 мм [4,с.196], приймаємо  $\psi_M=1,0$ .

Отже:

$$H = \frac{4,24}{1,0} = 4,24 \text{ мм.}$$

Менше значення  $\psi_M$  відповідає великим струмам, відповідно великій продуктивності зварювання.

					<i>КР.422.08.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

Глибина проплавлення  $h_0$ , розраховується за формулою [4, с.192]:

$$h_0 = H - h_{\text{н}}, \quad (2.6)$$

$$h_0 = 4,24 - 2,12 = 2,12 \text{ мм.}$$

Зварювання виробу з конструкційної сталі із катетом 3 мм, тому беремо зв. дріт діаметром 0,8 мм.

Зварювальний струм  $I_{\text{зв}}$  визначається за формулою [4, с.192]:

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

де  $K_a$  – коефіцієнт пропорційності,  $K_a=2,1$  [4, с.193].

$$I_{\text{зв}} = \frac{2,12}{2,1} \cdot 100 = 101 \text{ А.}$$

Вибираємо силу зв. струму 100 А.

Швидкість подачі зварювального дроту визначається за формулою [5,с.212]:

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

де  $\alpha_p$  – коефіцієнт розплавлення,  $\alpha_p=15$  г/А·год [5, с.212];

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

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

$$F_{\text{ел}} = \frac{\pi \cdot d_e^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 0,8^2}{4} \approx 0,5 \text{ мм}^2.$$

Тому:

					<i>КР.422.08.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$V_{п.д.} = \frac{15 \cdot 10^{-3} \cdot 100}{0,5 \cdot 10^{-6} \cdot 7800} = 382,78 \text{ м/год.}$$

Швидкість подачі електродного дроту  $V_{п.д.}=380$  м/год.

Напруга на дузі визначається за формулою [4, с.194]:

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

$$U_d = 20 + \frac{50 \cdot 100}{1000 \cdot \sqrt{0,8}} = 24,47 \pm 1 \text{ В.}$$

Напруга становить  $U_d=25$  В.

Швидкість зварювання визначається за формулою [4, с.194]:

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

де  $A$  – коефіцієнт, який залежить від діаметра зварювального дроту, для  $d_e = 0,8$  мм –  $A=2,0 \cdot 10^3$  м/год [4, с.194]:

$$V_{зв} = \frac{2,0 \cdot 10^3}{100} = 20 \text{ м/год.}$$

Швидкість зварювання становить  $V_{зв}=20$  м/год.

Діаметр електродного дроту перевіряється 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 0,8 мм  $\gamma=75\dots300$  А/мм<sup>2</sup> [4, с.193],

					<i>КР.422.08.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

$$d_e = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{100}{200}} = 0,8 \text{ мм},$$

це відповідає заданій умові.

Виліт електродного дроту складає  $l_d = 10$  мм [6, с.103].

Витрати захисного газу  $Q_{\Gamma} = 9$  л/хв [6, с.105].

Розраховані параметри режиму зварювання приведено в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Параметри режиму зварювання

Назва параметру	Символ	Одиниці вимірювання	Значення
Сила зварювального струму	$I_{зв}$	А	100
Напруга на дузі	$U_d$	В	25
Діаметр електродного дроту	$d_e$	мм	0,8
Виліт електрода	$l_d$	мм	10
Швидкість зварювання	$V_{зв}$	м/год	20
Швидкість подачі електродного дроту	$V_{п.д.}$	м/год	380
Витрати захисного газу	$Q_{\Gamma}$	л/хв	9

#### 2.4 Вибір і обґрунтування зварювального устаткування

Оскільки для зварювання каркасу LED екрану використовується механізований спосіб у  $CO_2$ , тому в якості обладнання буде застосовуватись подавальний пристрій VR 4000, що укомплектований джерелом живлення VarioSynergic VS 4000. Це зразки промислового обладнання австрійської компанії Fronius.



Подавальний пристрій VR 4000 спроектований таким чином, що може використовувати котушки зварювального дроту максимальним діаметром до 300 мм. Стандартний 4-роликовий механізм подачі дроту забезпечує найкращі властивості. Дані пристрої подачі дроту також підходять і для рукавів великої довжини. Завдяки своїм компактним розмірам механізм подачі дроту може бути використаний при будь-якій складності виконання зварювальних робіт.

VR 4000 спеціально розроблений для високопродуктивних процесів зварювання. Всі важливі функції зварювального процесу безпосередньо налаштовуються на панелі керування пристрою за допомогою інтегрованого способу із трьома параметрами [7].

Подавальний пристрій VR 4000, який показаний на рисунку 2.3, використовується для всіх типів MIG/MAG зварювання. Його технічні характеристики приведені в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 – Технічні характеристики подавального пристрою VR 4000 [7]

Характеристика	Значення
Напруга живлення, В	55
Номінальний струм, А	4
Швидкість подачі дроту, м/хв	0,5 – 22
Діаметр зварювального дроту, мм	0,8 – 1,6
Тип механізму подачі	4-роликовий
Максимальний діаметр котушки з дротом, мм	300
Ступінь захисту	IP 23
Габаритні розміри, мм	650x290x410
Вага, кг	16



Рисунок 2.3 – Загальний вигляд подавального пристрою VR 4000 [7]

Апарати серії VarioSynergic є джерелами живлення MIG/MAG процесів з оптимальними зварювальними властивостями. Дане джерело живлення дозволяє працювати на наступних режимах [8]:

- двох тактному;
- чотирьох тактному;
- інтервальному двох тактному;
- інтервальному чотирьох тактному;
- точковому режимі зварювання.

Дані апарати є надійними та виготовлені таким чином, що можуть надійно працювати навіть у складних експлуатаційних умовах. Джерело живлення VS 4000 характеризується компактним дизайном та інтегральною привідною системою. Конструкція даного апарату має зовнішній пристрій подачі дроту VR 4000, що є портативним і може розміщуватися, як на джерелі живлення, або з метою створення більшого простору може бути встановлений на спеціальному візку або столі.

Джерело живлення VarioSynergic VS 4000 може бути використане для зварювання, як тонкого металу, так і сталей великої товщини. Можливість використання дротів суцільного перерізу, а також порошкового різних

					<i>КР.422.08.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

діаметрів в поєднанні з різними захисними газами, дозволяє розширити діапазон використання даних апаратів при виробництві чи ремонті металевих конструкцій.

Загальний вигляд зварювального джерела живлення VS 4000 показано на рисунку 2.4, а технічні характеристики в таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 – Технічні характеристики джерела живлення VarioSynergic VS 4000 [8]

Характеристика	Значення
Напруга мережі, В	3x230/400
Допуск мережевої напруги, %	±10
Частота мережі живлення, Гц	50/60
Мережевий запобіжник 230/400, В	20 А
Первинна потужність, кВА	7,6
Ступінь ефективності, %	78,6
Діапазон регулювання зварювального струму, А	30 – 400
Напруга холостого ходу, В	51
Робоча напруга, В	15,5 – 34,0
Число ступенів перемикачання	3x7
Відведення дроселя	3
Клас захисту	IP 23
Тип охолодження	AF
Клас ізоляції	F
Знак відповідності	CE
Рівень безпеки	S
Габаритні розміри, мм	890x460x945
Вага, кг	147,5



Рисунок 2.4 – Джерело живлення VarioSynergic VS 4000 [8]

## 2.5 Вибір методу контролю якості виробу

До якості і надійності зварних конструкцій пред'являються високі вимоги.

Якість продукції – характеризує її кількісні властивості, які визначають імовірність застосування за призначенням, зварні конструкції контролюють на усіх етапах виготовлення. Крім того, систематично перевіряють оснащення і устаткування. При перевірці основних і допоміжних матеріалів встановлюють їх відповідність кресленню і технічним вимогам.

Зварну конструкцію – каркасу LED екрану піддають зовнішньому огляду:

- перевіряють зовнішній вигляд деталі;
- якість поверхні;
- наявність задирів, тріщин, вибоїн;
- дефекти вимірюють універсальними інструментами: штангенциркулями, лінійками, шаблонами.

					<i>КР.422.08.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

Особливо ретельно контролюються ділянки, що підлягають зварюванню. Профіль кромки, підготовлених під зварювання перевіряють спеціальними шаблонами.

Під час складання і прихоплювання перевіряють:

- розташування деталей одна відносно іншої;
- величину зазорів між кромками зварюваних деталей.

Відсутність або мала величина зазорів призводить до непроварювання кореня шва, а велика до пропалювань і збільшення трудомісткості процесу зварювання.

Контроль якості складання і виконання прихоплювань виконується зовнішнім оглядом. Цей спосіб найбільш продуктивний, економічний, не вимагає особливих витрат. Зовнішній огляд якості складання і виконання прихоплювань, а також вимірювання виконане за допомогою вимірювальних інструментів: лінійки, штангенциркуля, катетомірів.

Найбільш відповідальним є контроль виконання зварювання. Контролюють безпосередньо процес зварювання, тобто параметри режиму, а також якість зварних швів. Контроль процесу зварювання дозволяє запобігти появі систематичного браку. По ходу виконання процесу робиться періодичний вимір основних параметрів:  $U_d$ ,  $I_{зв}$ ,  $V_{зв}$ ,  $V_{пд}$ .

Якість виконання зварювання на готовому виробі, оцінюємо по наявності зовнішніх дефектів. Вони у свою чергу контролюються зовнішнім оглядом. Не відповідність шва геометричним розмірам контролюється за допомогою вимірювальних інструментів: універсального шаблону Красовського, лінійки, катетомірів.

Також при зовнішнім огляді виявляються:

- напливи;
- подрізи;
- пропалення;
- глибокі кратери;

					<i>КР.422.08.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

- зовнішні тріщини;
- непровари.

Для виявлення внутрішніх дефектів зварних швів, а саме: пор, внутрішніх тріщин та різного роду включень, використовується ультразвуковий метод контролю якості, тому що зовнішнім оглядом їх виявити неможливо.

Якщо при проведенні контролю якості виявляються вищезгадані дефекти, і вони не входять в допуски ТУ на виготовлення виробу, то брак виправляють. Контроль якості робить контролер ВТК. При виявленні відхилень під час виготовлення продукції контролер виписує картку браку.

## **2.6 Опис вибраного технологічного процесу виготовлення зварної конструкції**

Виготовлення каркасу LED екрану здійснюється із використанням для цього всіх необхідних технологічних операцій, загальний опис яких буде розглянутий в нижчеперелічених розділах.

### **2.6.1 Заготівельні операції**

Заготовки каркасу LED екрану отримуються за допомогою:

- правлення;
- розмічування;
- різання;
- свердління (для закладних).

Вирівнювання металопрокату здійснюється на сортоправильній машині марки RC16, потужністю 15 кВт. Дана операція використовується для усунення перегинів і зміщень.

Розмічування виконуємо за допомогою ручних інструментів рулетки, лінійки, шаблонів та маркера.

					<i>КР.422.08.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

Різання деталей із прокату проводиться із використанням стрічкової пили Optisaw SD 280V, яка представлена на рисунку 2.5.



Рисунок 2.5 –Вигляд стрічкової пили [9]

Свердління отворів діаметром 20 мм в деталях закладних, які будуть з'єднуватися анкерними болтами з фундаментом, виконується за допомогою свердлильного верстату Vulkan VLK-20T1, який зображений на рисунку 2.6.



Рисунок 2.6 – Загальний вигляд свердлильного верстату Vulkan VLK-20T1 [10]

					<i>КР.422.08.00.00.000.ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		29

## 2.6.2 Складальні операції

Складальні операції є найтрудомісними у виробничому циклі виготовлення зварних конструкцій порівняно з іншими його операціями. Тому потрібно впроваджувати у виробництво спеціальні засоби та устаткування, які дозволять підвищити продуктивність виконання складання та забезпечують стабільно високу точність цієї технологічної операції.

Складання під зварювання може бути наступних видів:

- загальне складання всіх деталей у одну конструкцію;
- почергове складання, яке полягає у поступовому нарощуванні конструкції по частинах;
- складання конструкції, яке полягає у розбиванні її на вузли, при якому почергово складаються вузли конструкції, які в подальшому стикаються між собою формуючи відповідну геометричну форму та розміри конструкції. Цей вид складання придатний для виготовлення складних, великогабаритних конструкцій.

Тому для виконання складання, а також і зварювання деталей каркасу LED екрану використовуємо спеціальне складально-зварювальне устаткування.

## 2.6.3 Складально-зварювальні операції

При виконанні складально-зварювальних робіт, необхідно забезпечити потрібну точність виконання, оскільки від цього буде залежати геометрична форма і розміри виробу. Якщо під час виконання даних робіт не забезпечується відповідна точність складання, то вироби будуть бракованими.

Складені вузли або деталі з'єднують прихопленнями. Зварювальними прихопленнями є шви невеликої довжини поперечний переріз яких складає до 7% перерізу готового зварного шва. Довжина прихоплень залежить від товщини зварюваних деталей і коливається у встановлених межах, а відстань

					КР.422.08.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30



між прихопленнями безпосередньо залежить від довжини самих швів, чим довший шов, тим більша відстань допускається. Прихоплення виконують тими ж зварювальними матеріалами, що і повне зварювання виробу.

Прихоплення не дозволяють зміщенню деталей, що може призвести до виникнення тріщин при остиганні зварюваних деталей. Чим більша товщина зварювальних деталей, тим більша розтягуюча усадочна сила в прихопленнях і більша імовірність утворення тріщин. Враховуючи вищесказане, якщо складання виконується на прихопленнях, то це застосовується в конструкціях відносно малої товщини. При великій товщині деталей необхідно забезпечувати можливість піддатливості деталей, це унеможливить виникнення тріщин, через значні внутрішні напруження.

#### 2.6.4 Опоряджувальні операції

Опоряджувальні операції виконуються після зварювання і полягають у очищенні зварних швів та прилягаючих поверхонь від можливих присутніх забруднень. Для цього необхідно використати окуляри захисні ЗП-12-72, молоток Сталь 44001 500 г, зубило Bosh S-Plus пікове 250 мм, щітка металева Міол, кутова шліфувальна машина DeWalt DWE 4579, яка зображена на рисунку 2.7.



Рисунок 2.7 – Загальний вигляд кутової шліфувальної машини DeWalt DWE 4579

					КР.422.08.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

### 2.6.5 Допоміжні операції

В якості допоміжних операцій, які виконуються при виготовленні каркасу LED екрану відносяться роботи по налагодженню технологічного устаткування, а також різноманітні операції без яких неможливий нормальний технологічний процес виготовлення виробу. Це встановлення заготовок, деталей на відповідному обладнанні та розвантаження вже готових виробів і їх доставка до певних місць виробничого циклу.

### 2.6.6 Контроль якості

Контроль якості займає особливе місце в технологічному процесі виготовлення зварних конструкцій, тому він включає:

- вхідний контроль, полягає у перевірці відповідності застосовуваних матеріалів;
- операційний контроль, полягає у перевірці всіх операцій, які входять до складу технологічного процесу;
- кінцевий контроль, перевіряється готова продукція.

Контроль якості продукції здійснюється зовнішнім оглядом, який дозволяє виявити присутність зовнішніх дефектів та деформації конструкції. Після чого також проводять вибірковий ультразвуковий контроль ехо-імпульсним методом за допомогою дефектоскопа А1214 Expert (рис. 2.8), який дасть змогу визначити якість виготовлюваної продукції.



Рисунок 2.8 –Ультразвуковий дефектоскоп А1214 Expert [11]

					КР.422.08.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

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

Даний розділ присвячений визначенню кількості необхідних матеріалів і ресурсів, які витратяться при впровадженні технологічного процесу виготовлення каркасу LED екрану. ДСТУ 3159-95 «Ресурсозбереження. Нормування витрат зварювальних матеріалів. Загальні вимоги, методи визначення нормативів ручного і механізованого електрозварювання» [12] регламентує ці витрати у зварювальному виробництві.

В даному випадку нормуванню підлягають витрати зварювального дроту і захисного газу, оскільки використовується спосіб зварювання у вуглекислому газі.

Маса наплавленого металу визначається за формулою [12,с.6]:

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

де  $\alpha_H$  – коефіцієнт наплавлення, він визначає кількість наплавленого металу протягом 1 години горіння дуги, при силі струму 1 А, в нашому випадку  $\alpha_H = 13$  г/Атод;

$I_{зв}$  – сила зварювального струму,  $I_{зв} = 100$  А;

$l_{ш}$  – загальна довжина зварних швів,  $l_{ш} = 4,9$  м.

Отже:

$$Q_H = 13 \cdot 10^{-3} \cdot 100 \cdot 4,9 = 6,37 \text{ кг.}$$

Витрати присаджувального матеріалу визначаються за формулою:

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

де  $Q_p$  – маса розплавленого електродного матеріалу,

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

					<i>КР.422.08.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

$$Q_p = 6,37 \cdot 0,7 = 4,46 \text{ кг},$$

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

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

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

$$Q_{\text{нп}} = 6,37 \cdot 0,5 = 3,19 \text{ кг}.$$

Отже:

$$H_{\text{ел}} = 4,46 + 3,19 = 7,65 \text{ кг}.$$

Норми витрат захисного газу визначаються за формулою:

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

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

$$H_r = 4,46 \cdot 0,85 = 3,79 \text{ л/ХВ}.$$

Витрати електроенергії на 1 кг наплавленого металу визначаються за формулою:

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

де  $U_d$  напруга на дузі, В;

$\eta_n$  – коефіцієнт корисної дії, %;

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

$$E = \frac{25}{13 \cdot 0,9 \cdot 0,75} = 2,85 \text{ кВт}.$$

					<i>КР.422.08.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

Витрати електроенергії на 1 м шва визначаються за формулою:

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

де  $t_0$  – час зварювання одного метра шва,  $t_0=0,05$  год;

$$E = \frac{0,01 \cdot 25 \cdot 100 \cdot 0,05}{0,9 \cdot 0,75} = 1,85 \text{ кВт} \cdot \text{год.}$$

					<i>КР.422.08.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

## 3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

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

Вибір типу пристосувань є одним із найважливіших етапів технологічного процесу виготовлення каркасу LED екрану, тому що складальні операції є найбільш трудомісткими серед всіх операцій технологічного процесу.

Тому вибір складального чи складально-зварювального пристосування повинен здійснюватися виходячи із:

- креслення конструкції та технічних умов, що пред'являються до її виготовлення, із пошуком найкращих технологічних рішень, які мають досить суттєвий вплив на технологічність самої конструкції;

- маршрутної карти технологічного процесу, який повинен бути пропрацьований до найменших нюансів, які впливають також на складальні операції, що особливо є важливим;

- кількість випущеної продукції, яка також має великий вплив на вибір даного роду обладнання і якщо це одиничне виробництво, то доцільно застосувати універсальну оснастку, а якщо масове, то спеціалізовану та спеціальну відповідно.

Тому великий вплив на вибір необхідного пристосування мають спосіб зварювання, габаритність та конфігурація конструкції, матеріал конструкції, задана програма випуску продукції за певний проміжок часу.

Вибираючи пристосування також потрібно враховувати їх техніко-економічне порівняння. Пристосування безпосередньо повинно задовольняти технологію виробництва, однак воно також повинно бути економічно рентабельним, що дозволить окупити себе за відповідний проміжок часу.

Технологічний процес складання та зварювання виробу включає операції складання і зварювання окремих вузлів та виробу в цілому. В

					<i>КР.422.08.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

залежності від складності зварного виробу здійснюють його розчленування на складальні одиниці, що дозволяє застосовувати прогресивну технологію складання та зварювання на основі модернізації існуючої, застосування стандартної та розробки нової технологічної оснастки. По конструктивному оформленню та за характером використання складально-зварювальне обладнання поділяють на універсальне, спеціалізоване та спеціальне [13, с.16].

Універсальне обладнання призначене для широкої номенклатури зварних виробів в одиничному та дрібносерійному виробництві. Така складально-зварювальна оснастка включає безліч взаємозамінних нормалізованих і стандартизованих елементів, що дає широкі можливості забезпечувати переналагодження оснастки при переході підприємства на виготовлення нових типів конструкцій. Таким чином, для одиничного та дрібносерійного виробництва, що характеризується широкою номенклатурою виробів та незначною програмою випуску, доцільно використовувати універсальну обладнання. Комплекти універсальних складально-зварювальних пристроїв замовляються підприємствами через спеціальні прокатні бази [13, с.16-17].

Спеціалізоване складально-зварювальне обладнання застосовується для виробництва групи однотипних виробів в серійному та крупносерійному виробництві зварних конструкцій. В одиничному та дрібносерійному виробництві воно застосовується досить рідко через необхідність великих витрат на його проектування та виготовлення [13, с.17].

Спеціальне складально-зварювальне обладнання використовується для виготовлення одного або декількох конкретних виробів в крупносерійному та масовому виробництві зварних конструкцій. Воно забезпечує більш високу продуктивність праці та найкращу якість зварних конструкцій у порівнянні з універсальним обладнанням [13, с.17].

Для складання і зварювання каркасу LED екрану використовується спеціальна установка, схема якої представлена на рисунку 3.1.

					<i>КР.422.08.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

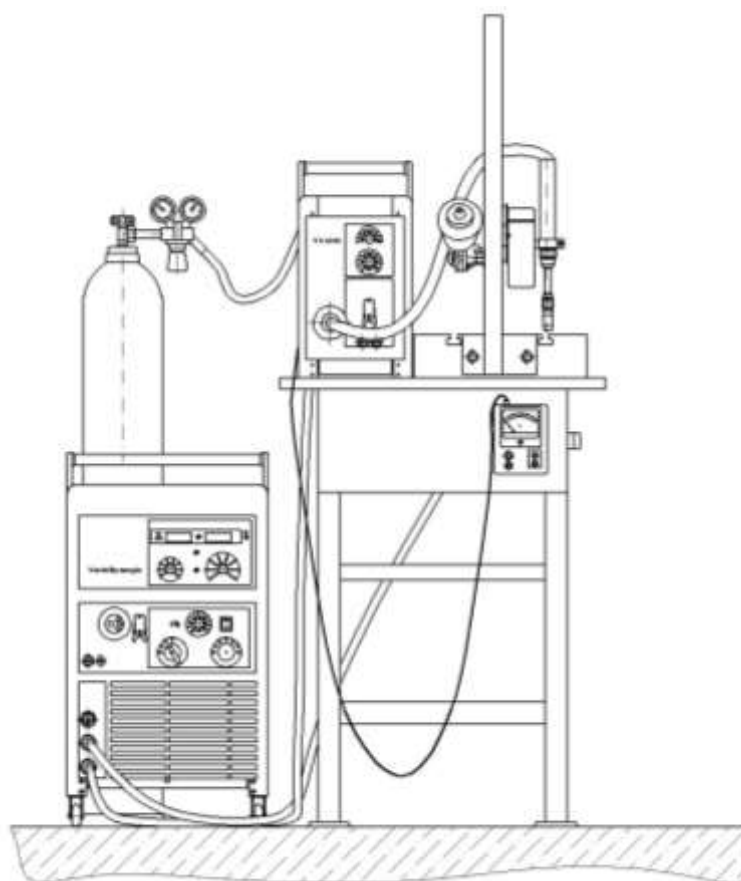


Рисунок 3.1 – Установа зварювальна

### 3.2 Опис роботи зварювального пристосування

Механічне зварювальне устаткування повинне виконувати наступні функції:

- полегшувати трудомісткі операції по установленні і фіксації деталей при складанні;
- виключити розмічування деталей при складанні;
- забезпечувати можливість встановлювати зварюваний виріб в найбільш зручне для зварювання положення;
- дозволяти використовувати менш кваліфіковану працю.

Для реалізації цих вимог конструктивна схема оснащення повинна забезпечувати:

- можливість механізувати транспортні операції;

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КР.422.08.00.00.000.ПЗ

Арк.

38



- точність складання в межах, встановлених на кресленнях;
- доступність до місць виконання прихоплень та зварних швів;
- найбільш раціональний порядок складання і послідовність накладання швів при мінімальній кількості кантувань;
- надійність закріплення зварюваного вузла силовими притисками;
- можливість виконання зварювання в нижньому положенні;
- зберігання усіх базових та установчих поверхонь від пошкоджень;
- вільне знімання звареного вузла;
- безпека експлуатації.

Ці вимоги мають бути враховані при розробці технологічного оснащення для складання і зварювання вузлів та всього виробу.

Затискні механізми повинні задовольняти наступним вимогам: при затиску не повинно порушуватися первинне положення виробу; затискачі не повинні викликати деформації виробу і пошкодження його поверхонь; закріплення і зняття виробів повинні виконуватися з мінімальною витратою сил і часу робітника; при закріпленні недостатньо жорстких виробів зусилля затиску повинні знаходитися над опорами або можливо ближче до них.

Ці вимоги були по можливості враховані при розробленні технологічного оснащення для складання і зварювання каркасу LED екрану.

До складу установки входять наступні складальні одиниці: джерело живлення VarioSynergic VS 4000, подавальний пристрій VR 4000, балон, витратомір, пальник, каретка і стіл.

Робота установки полягає у виготовленні двох опор, окремо одна від одної. Потім відбувається виготовлення решітчастої рами із профільного прокату 40x20x2 та 20x20x1,5. При одержанні даних складальних одиниць відбувається їх загальне стикування на складально-монтажній плиті з виконанням прихоплень та загального зварювання конструкції каркасу у нижньому положенні.

					<i>КР.422.08.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

## 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 каркасу LED екрану

Показник	Одиниці вимірювання	Кількісна чи вартісна оцінка	
		фактичні дані	проектні дані
Габаритні розміри виробу	мм	3930xø2880x150	
Сума витрат по видах та марках основних матеріалів на виріб:			
металопрокат СтЗсп	кг	345	
зварювальний дріт Св-08Г2С	кг	2,65	
захисний газ (СО <sub>2</sub> вищого сорту)	кг	3,79	
Розміри поворотних відходів на виріб	кг	8,0	
Ціна придбання матеріалу за кг:			
профільний прокат:			
сталь СтЗсп	грн	27,56	27,37
зварювальний дріт Св-08Г2С	грн	64,5	64,3
захисний газ (СО <sub>2</sub> вищого сорту)	грн	15,45	15,25
Ціна реалізації поворотних відходів	грн	40	

					КР.422.08.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

Таблиця 4.2 – Характеристика технологічного процесу виготовлення каркасу LED екрану

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	$\frac{3}{П}$	Сортоправ. машина RC16	829500	молоток	194	IV	3,6
Розмічування	$\frac{3}{П}$			рулетка шаблон лінійка маркер	179 905 132 98	IV	$\frac{3,7}{3,5}$
Різання	$\frac{3}{П}$	Стрічк. пила Optisaw SD 280V	115000			IV	$\frac{3,8}{3,4}$
Свердління	$\frac{3}{П}$	Сверд. верстат Vulkan VLK-20T1	18000	молоток	194	IV	2,0
Складання	$\frac{3}{П}$	Установка зварювальна	961500	молоток	194	IV	$\frac{5,8}{5,1}$
Зварювання	$\frac{3}{П}$	Дж. живл. VarioSynergi с VS 4000 Fronius, подав. пристрій VR 4000 Fronius	95000 68000			IV	$\frac{5,7}{5,0}$
Зачищування	$\frac{3}{П}$	Кутова шліф. машина DeWalt DWE 4579	12500	диск зачисний щітка молоток	163 110 194	III	$\frac{3,7}{3,4}$
Контроль якості	$\frac{3}{П}$	Ультразв. деф. A1214 Expert	190000			V	3,1
Транспортні операції	$\frac{3}{П}$	Кран однобалочний 10 т	315000			IV	2,2

Штучна норма часу:

а) по технологічних операціях: по заводу 31,4;

по проекту 29,1;

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

по проекту 2,2.

Загальна штучна норма часу: по заводу 33,6;

по проекту 31,3.

Для виготовлення каркасу LED екрану застосовується технологічна форма організації виробництва. Режим роботи на ділянці приймаємо перервний при одній зміні в день. Дійсний фонд часу роботи устаткування визначаємо за формулою [14, 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,  $K_p = 0,03...0,1$ .

$$\Phi_{yc} = 253 \cdot 1 \cdot 8 \cdot (1 - 0,08) \approx 1862 год.$$

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 [14, с.10]:

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

					КР.422.08.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

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

$K_{вн}$  – коефіцієнт виконання,  $K_{вн}=3,1$ .

$B_{пр}$  – програма випуску продукції, у нашому випадку  $B_{пр} = 3600 шт.$

Для виконання правління (по заводському і проектному варіантах) кількість робочих місць становить:

$$n = \frac{3,6 \cdot 3600}{1862 \cdot 3,1} = 2,25 \approx 2 \text{ шт.}$$

Кількість робочих місць для виконання розмічування при виготовленні каркасу LED екрану становить:

- заводський варіант:

$$n = \frac{3,7 \cdot 3600}{1862 \cdot 3,1} = 2,31 \approx 2 \text{ шт.},$$

- проектний варіант:

$$n = \frac{3,5 \cdot 3600}{1862 \cdot 3,1} = 2,18 \approx 2 \text{ шт.}$$

Для вирізання заготовок кількість робочих місць рівна:

- заводський варіант:

$$n = \frac{3,8 \cdot 3600}{1862 \cdot 3,1} = 2,37 \approx 2 \text{ шт.},$$

- проектний варіант:

$$n = \frac{3,4 \cdot 3600}{1862 \cdot 3,1} = 2,12 \approx 2 \text{ шт.}$$

					<i>КР.422.08.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

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

$$n = \frac{2,0 \cdot 3600}{1862 \cdot 3,1} = 1,25 \approx 1 \text{шт.}$$

Для виконання складання кількість робочих рівна:

- заводський варіант:

$$n = \frac{5,8 \cdot 3600}{1862 \cdot 3,1} = 3,62 \approx 4 \text{шт.},$$

- проектний варіант:

$$n = \frac{5,1 \cdot 3600}{1862 \cdot 3,1} = 3,18 \approx 3 \text{шт.}$$

Для виконання процесу зварювання кількість робочих місць становить:

- заводський варіант:

$$n = \frac{5,7 \cdot 3600}{1862 \cdot 3,1} = 3,56 \approx 4 \text{шт.},$$

- проектний варіант:

$$n = \frac{5,0 \cdot 3600}{1862 \cdot 3,1} = 3,12 \approx 3 \text{шт.}$$

Кількість робочих місць для зачищення зварних швів:

- заводський варіант:

$$n = \frac{3,7 \cdot 3600}{1862 \cdot 3,1} = 2,31 \approx 2 \text{шт.},$$

					<i>КР.422.08.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

- проектний варіант:

$$n = \frac{3,4 \cdot 3600}{1862 \cdot 3,1} = 2,12 \approx 2 \text{шт.}$$

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

$$n = \frac{3,1 \cdot 3600}{1862 \cdot 3,1} = 1,93 \approx 2 \text{шт.}$$

Кількість транспортних засобів, які необхідні для виконання транспортних операцій визначається за формулою [14, 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, 3600 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

$K_{кр} = 0,6 \dots 0,7$ .

$$n = \frac{3600 \cdot 1 \cdot 0,5}{2100 \cdot 0,7} = 1,24 \approx 1 \text{шт.}$$

Приймаємо один мостовий однобалковий кран для між операційного транспортування частин і виробу в цілому.

					<i>КР.422.08.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

## 4.2 Розрахунок кількості працівників

Розрахунок кількості основних працівників проводиться диференційовано для кожної професії. Хід розрахунку залежить від форми організації виробничого процесу. Для технологічної форми організації кількість основних робітників визначається за формулою [14, 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  $B_{np} = 3600$  шт;

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

$K_{вн}$  - коефіцієнт виконання норм часу основними робітниками, приймається  $K_{вн} = 3,1 \dots 3,2$ ;

Необхідна кількість правильників:

$$r_{oi} = \frac{3600 \cdot 3,6}{1850 \cdot 3,1} = 2,26 \approx 2 \text{ чол.}$$

Необхідна кількість розмічувальників:

- за заводським варіантом:

$$r_{oi} = \frac{3600 \cdot 3,7}{1850 \cdot 3,1} = 2,32 \approx 2 \text{ чол,}$$

- за проектним варіантом:

					КР.422.08.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46



$$r_{oi} = \frac{3600 \cdot 3,5}{1850 \cdot 3,1} = 2,2 \approx 2 \text{ чол.}$$

Необхідна кількість різальників:

- за заводським варіантом:

$$r_{oi} = \frac{3600 \cdot 3,8}{1850 \cdot 3,1} = 2,39 \approx 2 \text{ чол,}$$

- за проектним варіантом:

$$r_{oi} = \frac{3600 \cdot 3,4}{1850 \cdot 3,1} = 2,13 \approx 2 \text{ чол.}$$

Кількість робітників для виконання свердління становить (за двома варіантами):

$$r_{oi} = \frac{3600 \cdot 2,0}{1850 \cdot 3,1} = 1,26 \approx 1 \text{ чол.}$$

Необхідна кількість складальників:

- за заводським варіантом:

$$r_{oi} = \frac{3600 \cdot 5,8}{1850 \cdot 3,1} = 3,64 \approx 4 \text{ чол,}$$

- за проектним варіантом:

$$r_{oi} = \frac{3600 \cdot 5,1}{1850 \cdot 3,1} = 3,2 \approx 3 \text{ чол.}$$

					КР.422.08.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

Необхідна кількість зварювальників:

- за заводським варіантом:

$$r_{oi} = \frac{3600 \cdot 5,7}{1850 \cdot 3,1} = 3,58 \approx 4 \text{ чол.}$$

- за проектним варіантом:

$$r_{oi} = \frac{3600 \cdot 5,0}{1850 \cdot 3,1} = 3,14 \approx 3 \text{ чол.}$$

Необхідна кількість зачищувальників:

- за заводським варіантом:

$$r_{oi} = \frac{3600 \cdot 3,7}{1850 \cdot 3,1} = 2,32 \approx 2 \text{ чол.}$$

- за проектним варіантом:

$$r_{oi} = \frac{3600 \cdot 3,4}{1850 \cdot 3,1} = 2,13 \approx 2 \text{ чол.}$$

Необхідна кількість контролерів (за двома варіантами):

$$r_{oi} = \frac{3600 \cdot 3,1}{1850 \cdot 3,1} = 1,95 \approx 2 \text{ чол.}$$

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

Результати розрахунків приведено у таблиці 4.3

					КР.422.08.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

Таблиця 4.3 - Зведена відомість промислово-виробничого персоналу

Категорія працівників	Кількість		Середній розряд	
	З	П	З	П
1	2	3	4	5
<b>Основні робітники:</b>				
правильники	2	2	IV	IV
розмічувальники	2	2	IV	IV
різальники	2	2	IV	IV
свердлильники	1	1	IV	IV
складальники	4	3	IV	IV
зварювальники	4	3	IV	IV
зачищувальники	2	2	III	III
контролери	2	2	V	V
транспортувальники	1	1	III	III
<b>Допоміжні робітники:</b>				
налагоджувальники	1	1	IV	IV
ремонтники	2	2	IV	IV
електрики	1	1	IV	IV
<b>ІТР:</b>				
майстер дільниці	1	1		
<b>МОП: прибиральники</b>	1	1	—	—
<b>Разом</b>	26	24	—	—

### 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.

					КР.422.08.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

Результати розрахунків подано у таблиці 4.4.

Таблиця 4.4 - Зведена відомість витрат на матеріальні ресурси

В-нт	Назва матеріалів ресурсів	Од. вим.	Ціна придб. за од. вим., грн/кг		Затрати в натуральних одиницях, грн							
			на один виріб	на програму	на один виріб		на програму					
З/П	Сталь Ст3сп	кг	27,56	27,37	9508,2	9442,65	34229520	33993540				
З/П	Зварювальний дріт Св-08Г2С	кг	64,5	64,3	170,93	170,4	615330	613422				
З/П	Захисний газ CO <sub>2</sub> – вищий сорт	кг	15,45	15,25	58,56	57,8	210799,8	208071				
Р-ом					9737,68	9670,84	35055649,8	34815033				
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	1,38	1,37	475,41	472,13	1711476	1699677	40	40	144000	144000	
З/П	5	3,23	3,22	8,55	8,52	30766,5	30671,1					
З/П	5	0,77	0,76	2,93	2,89	10540	10403,55					
Р-ом		5,38	5,35	486,88	483,54	1752782,5	1740751,65	40	40	144000	144000	

#### 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 [14, с.18]:

												Арк.
												50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	КР.422.08.00.00.000.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) [14, с.18].

Додаткова заробітна плата основних робітників визначається за формулою [14, 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 [14, 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):

$$Z_{oo} = 5,35 \cdot 22 \cdot 3,6 = 423,72 \text{ грн};$$

$$Z_{до} = 423,72 \cdot (0,2 + 0,15) = 148,3 \text{ грн};$$

$$Z_{по} = 423,72 \cdot 0,4 = 169,49 \text{ грн}.$$

Затрати по оплаті праці розмічувальників:

- заводський варіант:

					КР.422.08.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

$$Z_{oo} = 5,2 \cdot 22 \cdot 3,7 = 423,28 \text{ грн};$$

$$Z_{до} = 423,28 \cdot (0,2 + 0,15) = 148,15 \text{ грн};$$

$$Z_{по} = 423,28 \cdot 0,4 = 169,31 \text{ грн};$$

- проектний варіант:

$$Z_{oo} = 5,2 \cdot 22 \cdot 3,5 = 400,4 \text{ грн};$$

$$Z_{до} = 400,4 \cdot (0,2 + 0,15) = 140,14 \text{ грн};$$

$$Z_{по} = 400,4 \cdot 0,4 = 160,16 \text{ грн}.$$

Затрати по оплаті праці різальників:

- заводський варіант:

$$Z_{oo} = 4,95 \cdot 23 \cdot 3,8 = 432,63 \text{ грн};$$

$$Z_{до} = 432,63 \cdot (0,2 + 0,15) = 151,42 \text{ грн};$$

$$Z_{по} = 432,63 \cdot 0,4 = 173,05 \text{ грн};$$

- проектний варіант:

$$Z_{oo} = 4,95 \cdot 23 \cdot 3,4 = 387,09 \text{ грн};$$

$$Z_{до} = 387,09 \cdot (0,2 + 0,15) = 135,48 \text{ грн};$$

$$Z_{по} = 387,09 \cdot 0,4 = 154,84 \text{ грн}.$$

Затрати по оплаті праці свердлильників (за двома варіантами):

$$Z_{oo} = 9,7 \cdot 22 \cdot 2 = 426,8 \text{ грн};$$

$$Z_{до} = 426,8 \cdot (0,2 + 0,15) = 149,38 \text{ грн};$$

$$Z_{по} = 426,8 \cdot 0,4 = 170,72 \text{ грн}.$$

Затрати по оплаті праці складальників:

- заводський варіант:

$$Z_{oo} = 3,75 \cdot 22 \cdot 5,8 = 478,5 \text{ грн};$$

$$Z_{до} = 478,5 \cdot (0,2 + 0,15) = 167,48 \text{ грн};$$

$$Z_{по} = 478,5 \cdot 0,4 = 191,4 \text{ грн};$$

- проектний варіант:

$$Z_{oo} = 3,75 \cdot 22 \cdot 5,1 = 420,75 \text{ грн};$$

$$Z_{до} = 420,75 \cdot (0,2 + 0,15) = 147,26 \text{ грн};$$

$$Z_{по} = 420,75 \cdot 0,4 = 168,3 \text{ грн}.$$

					<i>КР.422.08.00.00.000.ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		52

Затрати по оплаті праці зварювальників:

- заводський варіант:

$$Z_{oo} = 3,5 \cdot 24 \cdot 5,7 = 478,8 \text{ грн};$$

$$Z_{до} = 478,8 \cdot (0,2 + 0,15) = 167,58 \text{ грн};$$

$$Z_{по} = 478,8 \cdot 0,4 = 191,52 \text{ грн};$$

- проектний варіант:

$$Z_{oo} = 3,5 \cdot 24 \cdot 5,0 = 420 \text{ грн};$$

$$Z_{до} = 420 \cdot (0,2 + 0,15) = 147 \text{ грн};$$

$$Z_{по} = 420 \cdot 0,4 = 168 \text{ грн}.$$

Затрати по оплаті праці зачищувальників:

- заводський варіант:

$$Z_{oo} = 5,3 \cdot 22 \cdot 3,7 = 431,42 \text{ грн};$$

$$Z_{до} = 431,42 \cdot (0,2 + 0,15) = 151 \text{ грн};$$

$$Z_{по} = 431,42 \cdot 0,4 = 172,57 \text{ грн};$$

- проектний варіант:

$$Z_{oo} = 5,3 \cdot 22 \cdot 3,4 = 396,44 \text{ грн};$$

$$Z_{до} = 396,44 \cdot (0,2 + 0,15) = 138,75 \text{ грн};$$

$$Z_{по} = 396,44 \cdot 0,4 = 158,58 \text{ грн}.$$

Затрати по оплаті праці контролерів:

$$Z_{oo} = 5,25 \cdot 30 \cdot 3,1 = 488,25 \text{ грн};$$

$$Z_{до} = 488,25 \cdot (0,2 + 0,15) = 170,89 \text{ грн};$$

$$Z_{по} = 488,25 \cdot 0,4 = 195,3 \text{ грн}.$$

Затрати по оплаті праці транспортувальників:

$$Z_{oo} = 9,9 \cdot 21 \cdot 2,2 = 457,38 \text{ грн};$$

$$Z_{до} = 457,38 \cdot (0,2 + 0,15) = 160,08 \text{ грн};$$

$$Z_{по} = 457,38 \cdot 0,4 = 182,95 \text{ грн}.$$

Для допоміжних робітників розрахунок проводять на річну програму окремо для кожної категорії за формулою [14, с.19]:

					<i>КР.422.08.00.00.000.ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		53

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

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

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

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

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

Затрати по оплаті праці налагоджувальників:

$$Z_{од} = 1 \cdot 33 \cdot 1850 = 61050 \text{ грн};$$

$$Z_{дд} = 61050 \cdot 0,35 = 21367,5 \text{ грн};$$

$$Z_{нд} = 61050 \cdot 0,4 = 24420 \text{ грн}.$$

Затрати по оплаті праці ремонтників:

$$Z_{од} = 2 \cdot 33 \cdot 1850 = 122100 \text{ грн};$$

$$Z_{дд} = 122100 \cdot 0,35 = 42735 \text{ грн};$$

$$Z_{нд} = 122100 \cdot 0,4 = 48840 \text{ грн}.$$

Затрати по оплаті праці електриків:

$$Z_{од} = 1 \cdot 33 \cdot 1850 = 61050 \text{ грн};$$

$$Z_{дд} = 61050 \cdot 0,35 = 21367,5 \text{ грн};$$

$$Z_{нд} = 61050 \cdot 0,4 = 24420 \text{ грн}.$$

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[14, с.19]:

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

					<i>КР.422.08.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54



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

$r_n$  - чисельність працівників відповідної категорії;

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

$I2$  - 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:

$$Z_{оп} = 1 \cdot 9300 \cdot 12 = 111600 \text{ грн};$$

$$Z_{дп} = 111600 \cdot 0,35 = 39060 \text{ грн};$$

$$Z_{пш} = 111600 \cdot 0,4 = 44640 \text{ грн}.$$

Затрати по оплаті праці МОП:

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

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

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

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

Таблиця 4.5 - Зведена відомість річного фонду оплати праці

Категорії робітників	Основна зар. плата, грн		Додаткова зар. плата, грн			
			за шкідливість		інші доплати	
	З	П	З	П	З	П
1	2		3		4	
<b>Осн. робітники:</b>						
правильники	214402,32		75040,81		85760,93	
розмічувальники	214179,68	202602,4	74962,89	70910,84	85671,87	81040,96
різальники	218910,78	195867,54	76618,77	68553,64	87564,31	78347,02
свердлильники	107980,4		37793,14		43192,16	
складальники	484242	319349,25	169484,7	111772,24	193696,8	127739,7
зварювальники	484545,6	318780	169590,96	111573	193818,24	127512
зачищувальники	218298,52	200598,64	76404,48	70209,52	87319,41	80239,46
контролери	247054,5		86469,08		98821,8	
транспортувальники	115717,14		40501		46286,86	

Продовження таблиці 4.5

<b>Доп. робітники:</b>						
налагоджувальники	61050		21367,5		24420	
ремонтники	122100		42735		48840	
електрики	61050		21367,5		24420	
ІТР	111600		39060		44640	
МОП	102000		35700		40800	
Разом	2763130,94	2380152,19	967095,83	833053,27	1540162,38	1386970,88

#### 4.5 Калькуляція собівартості виробу

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

Таблиця 4.6 - Калькуляція собівартості виробу

Статті калькуляції	Сума затрат, грн	
	2	3
1	3	П
Основні матеріали:	9737,68	9670,84
сталь СтЗсп	9508,2	9442,65
зварювальний дріт Св-08Г2С	170,93	170,4
захисний газ – СО <sub>2</sub> вищого сорту	58,56	57,8
Поворотні відходи	40	
Паливо та енергія на технологічні цілі	77,1	76,5
Основна заробітна плата основних робітників	640,37	533,99
Додаткова заробітна плата основних робітників	224,13	186,9
Премії та надбавки основних робітників	256,15	213,6
Відрахування на соціальне страхування	15,69	13,08
Відрахування на медичне страхування	28,02	23,36
Витрати на утримання та експлуатацію устаткування	183,15	183,15
Цехові (дільничні) витрати	160,2	160,2
Всього цехова собівартість	11282,49	11021,62

#### 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	2	2	829500	829500	41475	41475
різальне	2	2	115000	115000	5750	5750
свердлильне	1	1	18000	18000	900	900
складальне	4	3	961500	961500	48075	48075
зварювальне	4	3	163000	163000	8150	8150
зачищувальне	2	2	12500	12500	625	625
контрольне	2	2	190000	190000	9500	9500
транспортне	1	1	315000	315000	15750	15750
Інструменти						
молоток	8	7	194	194	9,7	9,7
диск зачисний	2	2	163	163	8,15	8,15
щітка	2	2	110	110	5,5	5,5
рулетка	4	4	179	179	8,95	8,95
лінійка	4	4	132	132	6,6	6,6
шаблон	2	2	905	905	45,25	45,25
маркер	8	7	98	98	4,9	4,9
Разом						

Продовження таблиці 4.7

Види капітальних затрат	Загальна вартість, грн		Норма амортиз. відрах, %	Річна сума амортизаційних відрахувань, грн	
	З	П		З	П
Будівлі та споруди	4900000	4900000	5	245000	245000
Устаткування:					
правильне	1700475	1700475	8	136038	136038
різальне	235750	235750	8	18860	18860
свердлильне	18900	18900	8	1512	1512
складальне	3894075	2932575	7	272585,25	205280,25
зварювальне	660150	497150	6,5	42909,75	32314,75
зачищувальне	25625	25625	8	2050	2050
контрольне	389500	389500	6	23370	23370
транспортне	330750	330750	7	23152,5	23152,5
Інструменти:					
молоток	1561,7	1367,7	16	249,87	218,83
диск зачисний	334,15	334,15		53,46	53,46
щітка	225,5	225,5		36,08	36,08
рулетка	724,95	724,95		115,99	115,99
лінійка	534,6	534,6		85,54	85,54
шаблон	1855,25	1855,25		296,84	296,84
маркер	788,9	690,9		126,22	110,54
Разом	12161250,05	11036458,05			766441,51

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

Річний економічний ефект визначається за формулою [14, с.27]:

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

де  $C_{nz}$  - повна собівартість виробу за заводськими даними, грн ( $C_{nz}=16398,6$  грн);

$C_{nn}$  - повна собівартість виробу за проектними даними, грн ( $C_{nn}=15657,42$  грн);

$\Phi_{mz}$  - фондомісткість продукції за заводськими даними, грн/шт ( $\Phi_{mz}=11282,49$  грн/шт);

$\Phi_{mn}$  - фондомісткість продукції за проектними даними, грн/шт ( $\Phi_{mn}=11021,62$  грн/шт);

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

$$E_{\phi} = ((16398,6 + 0,15 \cdot 11282,49) - (15657,42 + 0,15 \cdot 11021,62)) \cdot 3600 = 2809117,8 \text{ грн.}$$

Термін окупності капітальних вкладень визначається за формулою [14,с.28]:

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

де  $\Phi_{ocz}$  - вартість основних виробничих фондів за заводським варіантом, грн ( $\Phi_{ocz}= 52011792$  грн);

$\Phi_{ocn}$  - вартість основних виробничих фондів за проектним варіантом, грн ( $\Phi_{ocn}= 50025780$  грн);

$E_{yp}$  - умовна річна економія, грн, яка розраховується за формулою [14, с.28]:

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

$$E_{yp} = 3600 \cdot (16398,6 - 15657,42) = 2668248 \text{ грн;}$$

$$T_{ок} = \frac{52011792 - 50025780}{2668248} = 0,74 \text{ р.}$$

					<i>КР.422.08.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59

Порівняльний аналіз техніко-економічних показників показано у таблиці 4.8.

Таблиця 4.8 - Основні техніко-економічні показники розробленого технологічного процесу

Показники	Одиниця вимірювання	Величина	
		З	П
1	2	3	4
Річна програма випуску продукції	шт	3600	3600
Кількість технологічного устаткування	шт	18	16
Собівартість товарної продукції	грн	16398,6	15657,42
Чисельність промислово-виробничого персоналу:			
- всього	чол	26	24
- основних робітників	чол	20	18
Фондомісткість продукції	грн/шт	11282,49	11021,62
Умовна річна економія	грн	-	2668248
Річний економічний ефект	грн	-	2809117,8
Термін окупності капітальних вкладень	роки	-	0,74
Місячний оклад основних робітників:			
- правильники	грн	15571,71	15571,71
- розмічувальники	грн	15555,54	14714,7
- різальники	грн	15899,15	14225,56
- свердлильники	грн	15684,9	15684,9
- складальники	грн	17584,88	15462,56
- зварювальники	грн	17595,9	15435
- зачищувальники	грн	15854,69	14569,17
- контролери	грн.	17943,19	17943,19
- транспортувальники	грн	16808,72	16808,72

## 5 ОХОРОНА ПРАЦІ

### 5.1 Порядок проведення медичних оглядів працівників певних категорій

Відповідно до чинного законодавства України у сфері охорони здоров'я та трудового права встановлено обов'язок та порядок медичного огляду працівників, метою якого є визначення, оцінювання та фіксування стану здоров'я працівника, з'ясування можливості до виконання певних трудових обов'язків та встановлення медичних протипоказань, своєчасного виявлення гострих та хронічних захворювань, а також превенції виникнення та розповсюдження інфекційних хвороб [15].

Порядком проведення медичних оглядів працівників певних категорій визначено види медичних оглядів працівників [15]. Отже, медичні огляди поділяються на:

- попередні (при прийнятті на роботу);
- періодичні (протягом трудової діяльності);
- позачергові (за ініціативною роботодавця чи працівника);
- щорічні (для осіб до 21 року).

Попередній медичний огляд проводиться під час прийняття працівників на роботу з метою [16]:

- визначення стану здоров'я працівника і реєстрації вихідних об'єктивних показників здоров'я та можливості виконання без погіршення стану здоров'я професійних обов'язків в умовах дії конкретних шкідливих та небезпечних факторів виробничого середовища і трудового процесу;
- виявлення професійних захворювань (отруєнь), що виникли раніше при роботі на попередніх виробництвах, та попередження виробничо зумовлених і професійних захворювань (отруєнь).

Періодичні медичні огляди працівників проводяться з метою [16]:

					<i>КР.422.08.00.00.000.ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		61

- своєчасного виявлення ранніх ознак гострих і хронічних професійних захворювань (отруєнь), загальних та виробничо зумовлених захворювань у працівників;

- забезпечення динамічного спостереження за станом здоров'я працівників в умовах дії шкідливих та небезпечних виробничих факторів і трудового процесу;

- вирішення питання щодо можливості працівника продовжувати роботу в умовах дії конкретних шкідливих та небезпечних виробничих факторів і трудового процесу;

- розробки індивідуальних та групових закладів охорони здоров'я та реабілітаційних заходів працівникам, що віднесені за результатами медичного огляду до групи ризику;

- проведення відповідних оздоровчих заходів.

Позачерговий медичний огляд працівників проводиться [15]:

- за заявою працівника, якщо він вважає, що погіршення стану його здоров'я пов'язане з умовами праці;

- за своєю ініціативою, якщо стан здоров'я працівника не дає змоги йому виконувати свої трудові обов'язки.

Згідно відповідних нормативів щорічний медичний огляд осіб до 21 року є обов'язковим [17].

Перелік шкідливих та небезпечних факторів виробничого середовища і трудового процесу, при роботі з якими обов'язковий попередній (періодичні) медичний огляд працівників – зварників [16]:

1) у медичних оглядах обов'язкова участь терапевта; фахівці іншого медичного профілю залучаються до складу медичних комісій з урахуванням характеру дії шкідливих та небезпечних факторів виробничого середовища і трудового процесу на стан здоров'я працівників;

2) обов'язково враховуються перелік загальних медичних протипоказань до роботи із шкідливими та небезпечними факторами

					<i>КР.422.08.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		62



виробничого середовища і трудового процесу, додаткові протипоказання у відповідності до конкретних виробничих факторів;

3) працівникам (зварникам), які підлягають попередньому чи періодичному медичним оглядам, в обов'язковому порядку проводиться: дослідження крові (Hb, лейкоцити, ШОЕ) та ЕКГ;

4) при попередньому медичному огляді обов'язково проводиться рентгенографія органів грудної клітки у прямій проекції, а при періодичному - флюорографія, за винятком пунктів цього додатка, де вказана обов'язкова рентгенографія органів грудної клітки;

5) речовини, які визначені в переліку значком "А", належать до алергенів, значком "К" - до канцерогенів, значком "П" - до подразнювальних, значком "Ф" - до тих, що володіють фіброгенною дією, значком "Н" - до тих, що мають наркотичний ефект. За необхідності уточнення віднесення конкретної хімічної речовини до класу алергенів та канцерогенів слід керуватися гігієнічними нормативами [16].

В процесі своєї роботи зварювальник піддається впливу таких шкідливих факторів: іонізуючого, лазерного і теплового випромінювання, електромагнітних полів, виробничого шуму та вібрації, а також зазнає фізичних перенавантажень та перенапружень окремих органів і систем організму. Тому під час проходження ним медичного огляду обов'язковим є відвідування лікарів – невропатолога, хірурга, уролога, офтальмолога, дерматолога та отоларинголога [16].

Отже, професія зварника є небезпечною, оскільки піддається впливу багатьох шкідливих факторів. Тому обов'язковим є проходження медичних оглядів, які дозволять виявити певні зміни – відхилення у роботі органів та систем організму людини і вжити певних заходів для їх лікування та відновлення життєвих необхідних функцій.

					<i>КР.422.08.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		63

## 5.2 Розрахунок кількості вогнегасників для виробничого приміщення

Вимоги безпеки під час експлуатації вогнегасників [18]:

1. Під час експлуатації вогнегасників необхідно дотримуватися заходів безпеки, визначених нормативно-правовими актами та нормативними документами з питань охорони праці та експлуатації вогнегасників.

2. Забороняється [18]:

- експлуатувати вогнегасники з наявністю вм'ятин, опуклостей або тріщин на корпусі, запірно-пусковому пристрої, накидній гайці, а також у разі порушення герметичності з'єднань вузлів вогнегасника, несправності індикатора тиску (для закачних вогнегасників) та відсутності або пошкодження пломби;

- допускати механічні ушкодження корпусу та запірної арматури вогнегасника;

- розбирати і перезаряджати вогнегасники особам, які не мають права на проведення таких робіт;

- кидати вогнегасник у полум'я під час використання за призначенням та завдавати механічних пошкоджень для приведення його у дію;

- під час експлуатації вогнегасника спрямовувати його насадку (гнучкий рукав або розтруб) у бік людей, крім випадків використання для гасіння вогню на одязі та носимих речей на людині;

- використовувати вогнегасники для потреб, не пов'язаних з пожежогасінням;

- використовувати вогнегасники за відсутності розтруба або гнучкого рукава (залежно від типу вогнегасника).

3. Гасіння осередків пожежі, які виникли поза межами приміщень, потрібно здійснювати вогнегасником з навітряного боку та з безпечної відстані до осередку пожежі, але не менше ніж 1,5 метра.

					КР.422.08.00.00.000.ПЗ	Арк.
						64
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4. Під час гасіння пожежі одночасно кількома вогнегасниками не дозволяється здійснювати гасіння струменями вогнегасної речовини, спрямованими назустріч один одному.

5. Газові вогнегасники мають застосовуватись у тих випадках, коли для ефективного гасіння пожежі необхідні вогнегасні речовини, що не пошкоджують обладнання та об'єкти (електронна апаратура, музеї, архіви тощо). Застосування порошкових вогнегасників для гасіння таких пожеж дозволяється лише за відсутності газових вогнегасників.

6. Під час застосування вогнегасника, придатного для гасіння пожежі електрообладнання, що перебуває під напругою електричного струму до 1000В, необхідно дотримуватися рекомендацій, зазначених у паспорті на вогнегасник.

7. Забороняється застосовувати водяні та водопінні вогнегасники для гасіння обладнання, що перебуває під електричною напругою, а також для гасіння речовин, які вступають з водою в хімічну реакцію, що супроводжується інтенсивним виділенням тепла та розбризкуванням речовини, якщо вони не призначені для цього.

8. Під час гасіння пожежі порошковими вогнегасниками необхідно брати до уваги утворення високої запиленості і, як наслідок, зниження видимості в приміщенні.

9. Під час гасіння пожежі газовими вогнегасниками необхідно враховувати можливість зниження концентрації кисню в повітрі приміщення, особливо якщо воно невелике за об'ємом. Забороняється триматися за розтруб вогнегасника.

У приміщеннях, де використання газових вогнегасників може створити небезпечну для життя людини концентрацію газів у повітрі, а також у разі використання пересувних газових вогнегасників необхідно використовувати ізолювальні засоби індивідуального захисту органів дихання [18].

					<i>КР.422.08.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		65

Перед використанням пересувних газових вогнегасників слід обмежити кількість обслуговуючого персоналу, який перебуває в приміщенні.

Критеріями вибору типу і необхідної кількості вогнегасників для захисту об'єкта є [18]:

- категорія за вибухопожежною та пожежною небезпекою виробничих, складських та лабораторних приміщень;
- клас можливої пожежі;
- придатність вогнегасника для гасіння пожежі певного класу та відповідність умовам його експлуатації;
- вогнегасна здатність вогнегасника конкретного типу;
- захищена площа;
- до використання допускаються вогнегасники з конкретним типом (маркою) вогнегасної речовини, з якою вогнегасник має підтвердження відповідності вимогам національних стандартів.

Будинки адміністративного та побутового призначення і громадські будинки, у тому числі підприємства, на кожному поверсі повинні мати не менше двох переносних (порошкових, водопінних або водяних) вогнегасників з масою заряду вогнегасної речовини 5 кг і більше, а в разі площі поверху більше 100 м<sup>2</sup> кількість вогнегасників приймаються з розрахунку 1 кг вогнегасної речовини на кожні 10 м<sup>2</sup> площі підлоги [18].

Крім того, необхідно передбачати по одному газовому вогнегаснику з величиною заряду вогнегасної речовини 3 кг і більше – на 20 м<sup>2</sup> площі підлоги в офісних приміщеннях з оргтехнікою, коморах, електрощитових, вентиляційних камерах та інших технічних приміщеннях.

Приміщення площею менше ніж 20 м<sup>2</sup>, у яких розміщено оргтехніку, слід оснащувати переносним газовим вогнегасником ВВК-2 [18].

В роботі пропонується розрахунок кількості вогнегасників, яка потрібна для зварювальної дільниці площею 300 м<sup>2</sup>.

					<i>КР.422.08.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		66

Згідно основних критеріїв, що ставляться до вогнегасників і описані вище – кількість вогнегасників приймаються з розрахунку 1 кг вогнегасної речовини на кожні 10 м<sup>2</sup> площі підлоги [18]. Так як площа підлоги в нашому випадку становить 300 м<sup>2</sup>, то маса вогнегасної речовини буде визначатися:

$$m = \frac{300}{10} = 30 \text{ кг.}$$

Отже, потрібно 30 кг вогнегасної речовини для облаштування даного виробничого приміщення – зварювальної дільниці.

Для облаштування приміщення будуть використовуватись газові вуглекислотні вогнегасники ВВК-5, що показані на (рис. 5.1), з масою вогнегасної речовини 5 кг.



Рисунок 5.1 – Загальний вигляд вогнегасника ВВК-5

Тому загальна кількість вогнегасників ВВК-5 буде розраховуватись за наступним виразом:

$$n = \frac{30}{5} = 6 \text{ шт.}$$

Таким чином, для площі приміщення 300 м<sup>2</sup> необхідно використати шість газових вогнегасників типу ВВК-5.

					КР.422.08.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		67

### 5.3 Безпека праці під час виготовлення каркасу LED екрану

Технологічний процес виготовлення каркасу LED екрану повинен виконуватися із дотриманням санітарно-гігієнічних умов і обов'язкових заходів щодо техніки безпеки, які регламентуються «Системою стандартів безпеки праці», «Будівельними державними нормами» (ДНБ, СНіП), правилами техніки безпеки і виробничої санітарії при виконанні окремих видів робіт, правилами безпечної експлуатації окремих видів устаткування, єдиним вимогам безпеки до конструкцій устаткування, різними інструкціями, вказівками та іншими документами [19]. Всі особи, що поступають на роботу, пов'язану із зварюванням, повинні проходити попередні і періодичні медичні огляди.

Основними професійними захворюваннями зварників є пневмоконіоз і інтоксикація марганцем, характер розвитку яких і важкість залежать від концентрації і вмісту аерозолію в зоні дихання зварника.

Міністерством охорони здоров'я України встановлені норми допустимих концентрацій (ДК) шкідливих речовин в повітрі робочої зони і кількість повітря, необхідна для розчинення шкідливих аерозолів до ДК.

Швидкість руху повітря біля джерел виділення шкідливих речовин повинна бути в межах норми.

Найбільшу небезпеку для здоров'я зварників представляють з'єднання хрому, марганцю, фтору, а також озон. Незалежно від складу аерозолів їх сумарна концентрація в зоні дихання зварника не повинна перевищувати  $8,0\text{мг/м}^3$ .

Стан ізоляції проводів повинен відповідати правилам пристрою електроустановок (ПЕУ). Опір ізоляції перевіряється не рідше один раз на місяць, а стан рухомих контактів і клем — не рідше один раз на три дні. Напруга холостого ходу на затискачах генератора або трансформатора не повинна перевищувати 110 В для машин постійного струму і 70 В для машин змінного струму [20].

					<i>КР.422.08.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		68

Зварювальні машини повинні знаходитися під спостереженням фахівців. Установлення і ремонт їх повинні проводити тільки електромонтери. Всі установки, призначені для зварювання в особливо небезпечних умовах (всередині металевих ємкостей, при зовнішніх роботах), повинні бути забезпечені пристроями автоматичного відключення напруги холостого ходу або обмеження його до напруги 12 В, з витримкою часу не більше 0,5 с.

Корпуси зварювальної апаратури і джерел живлення необхідно заземляти. Крім того, обов'язково повинен бути заземлений зварюваний виріб. Устаткування електрозварювання пересувного типу, захисне заземлення якого представляє труднощі, повинне бути забезпечене пристроєм захисного відключення.

При появі напруги на частинах апаратури і устаткуванні, що не є струмоведучими, необхідно припинити зварювання, викликати майстра або чергового електрика.

Перед під'єднанням зварювальної установки слід провести зовнішній огляд, звернувши увагу на стан контактів і заземлюючих провідників, наявність і справність захисних засобів. При виявленні несправностей включати установку забороняється. Всі електрозварювальні установки забезпечуються пусковими реостатами і вимірювальними приладами для безперервного контролю за роботою. Пристрої для перемикачів повинні бути захищені кожухами, але мати вільний підхід. Електрозварювальні установки повинні забезпечуватися схемами і інструкціями, що пояснюють призначення кожного приладу і його дію.

Таким чином, в процесі виробництва каркасів LED екранів обов'язковою умовою є дотримання вимог охорони праці на зварювальній дільниці, яке займає важливе місце, тому що від цього залежить організація технологічних процесів і здоров'я робітників, які там знаходяться.

					КР.422.08.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		69

## ВИСНОВКИ

Для виготовлення каркасу LED екрану використовується металопрокат, що забезпечує застосування високопродуктивного, прогресивного способу отримання заготовок.

Конструктивно каркас легко розчленовується на технологічні вузли, для складання яких має бути розроблене технологічне оснащення з відносно простими способами фіксації. Це зумовлює можливість механізації складальних операцій.

Зварні шви виконуються в нижньому положенні, що дозволяє застосувати різного роду кантувальні пристрої. Виконаний аналіз дозволяє віднести каркас LED екрану до технологічних зварних конструкцій.

На базовому підприємстві складання і зварювання каркасу LED екрану виконується в ручну, а в даному випадку розроблено складально-зварювальна установка.

За результатами економічного розрахунку виявлено, що реалізація розробленого технологічного процесу є доцільною, тому що термін окупності рівний 0,74 року.

У розділі «Охорона праці» виконано розрахунок кількості вогнегасників, яка необхідна для виробничого приміщення, розглянуті інші питання безпеки праці стосовно технологічного процесу виготовлення каркасу LED екрану.

					КР.422.08.00.00.000.ПЗ	Арк.
						70
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Сталь Зсп. Довідник. Сталі вуглецеві нелеговані: веб-сайт. URL: <https://metinvest-smc.com/ua/steel/stal-3sp/> (дата звернення: 18.04.2024).
2. Квасницький В.В. Теорія процесів зварювання. Дослідження фізико-хімічних і металургійних процесів та здатності металів до зварювання: навч. посіб. Миколаїв: УДМТУ, 2002. 181 с.
3. Гуменюк І.В., Іваськів О.Ф., Гуменюк О.В. Технологія електродугового зварювання: підручник. Київ: Грамота, 2006. 512 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. Подавальний пристрій VR 4000. Технічні інструкції VR 4000, VR 4000-30, VR 4000-30 TIME: веб-сайт. URL: <https://fronius.com/downloads==fronius+vr+3300> (дата звернення: 25.05.2024).
8. Джерело живлення VarioSynergic VS 4000. Технічні дані. Загальний опис Fronius VarioSynergic: веб-сайт. URL: <https://www.manualslib.com/manual/1281553/Fronius-Variosynergic-3400.html?page=109#manual> (дата звернення: 25.05.2024).
9. Стрічкова пила по металу Оптимум OPTIsaw SD 280V. Стрічкові і дискові пили: веб-сайт. URL: <https://instrumentest.net/ua/p524270959-lentochnaaya-pila-metallu.html> (дата звернення: 25.05.2024).
10. Свердлильний верстат Vulkan VLK-20T1. Свердлильні верстати Vulkan: веб-сайт. URL: [https://rozetka.com.ua/ua/vulkan\\_vlk\\_20t1\\_dp1520b/p124545529/](https://rozetka.com.ua/ua/vulkan_vlk_20t1_dp1520b/p124545529/) (дата звернення: 25.05.2024).

					<i>КР.422.08.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		71

11. Дефектоскоп ультразвуковий А1214 EXPERT. Ультразвуковий контроль: веб-сайт. URL: <https://ukrintech.com.ua/defektoskop-ultrazvukovoj-a1214-expert/> (дата звернення: 25.05.2024).

12. 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).

13. Карпенко А.С. Технологічна оснастка у зварювальному виробництві: навч. посібник. Вид. 2-ге, переробл. і допов. Київ: Арістей, 2006. 272 с.

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

15. Медичні огляди працівників: підстави та порядок проведення. Довідково-інформаційна платформа: веб-сайт. URL: <https://wiki.legalaid.gov.ua/index.php> (дата звернення: 25.05.2024).

16. Наказ Міністерства охорони здоров'я «Про затвердження Порядку проведення медичних оглядів працівників певних категорій» від 21.05.2007р. №246 зі змінами від 14.02.2012р. №107. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0846-07#Text> (дата звернення: 25.05.2024).

17. 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/2694-2#Text> (дата звернення: 25.05.2024).

18. Наказ Міністерства внутрішніх справ України «Про затвердження Правил експлуатації та типових норм належності вогнегасників» від 15.01.2018р. №25 зі змінами від 28.10.2020р. №765, від 23.06.2022р. №387. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0225-18#Text> (дата звернення: 25.05.2024).

					<i>КР.422.08.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		72

19. ДБН А.3.2-2-2009 Охорона праці і промислова безпека у будівництві.  
Основні положення.

20. Перевірка опору ізоляції. Електротехнічна лабораторія: веб-сайт.  
URL: <https://lab.uis.zp.ua/product/perevirka-oporu-izolyatsiyi-provodiv-kabeliv/>  
(дата звернення: 25.05.2024).

					КР.422.08.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		73

# ДОДАТКИ

					КР.422.08.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		74