

**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**  
**контейнера сміттевого**

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

**Олександр МЕЛЬНИК**

Керівник

**Марія ДРАНІВСЬКА**

Рецензент

м. Тернопіль – 2024

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

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

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

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2024 року

З А В Д А Н Н Я

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

**МЕЛЬНИКУ Олександр Дмитровичу**

**Тема роботи** \_\_\_\_\_ Проект \_\_\_\_\_ вдосконалення \_\_\_\_\_ технологічного \_\_\_\_\_ процесу  
виготовлення контейнера сміттевого \_\_\_\_\_

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

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

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

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

**Зміст розрахунково-пояснювальної записки**

**1 АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ** \_\_\_\_\_

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

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

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

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

**2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ** \_\_\_\_\_

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

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

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

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

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

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

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

### 3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

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

3.2 Опис роботи зварювального пристосування

### 4 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ

4.1 Розрахунок кількості обладнання

4.2 Розрахунок кількості працівників

4.3 Визначення витрат і вартості основних матеріалів

4.4 Розрахунок фонду оплати праці

4.5 Калькуляція собівартості деталі

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

4.7 Основні техніко-економічні показники розробленого технологічного процесу

### 5 ОХОРОНА ПРАЦІ

5.1 Засоби захисту при виконанні зварювальних робіт

5.2 Організація протипожежного водопостачання на підприємстві

5.3 Безпека праці під час виконання зварювальних робіт виготовлення контейнера сміттевого

### Перелік графічного матеріалу

1. Технологічний процес виготовлення контейнера сміттевого – 1.0 (форм. А1)

2. Складальне креслення контейнера сміттевого – 1.0 (форм. А3)

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

4. Складальне креслення стільниці – 1.0 (форм. А1)

### **Консультанти розділів роботи**

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

Дата видачі завдання 20.05.2024р.

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

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

Студент

\_\_\_\_\_

( підпис )

Олександр МЕЛЬНИК

(ім'я, прізвище)

Керівник роботи

\_\_\_\_\_

( підпис )

Марія ДРАНІВСЬКА

(ім'я, прізвище)

## **АНОТАЦІЯ**

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

## ЗМІСТ

	с.
ВСТУП . . . . .	6
1 АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ . . . . .	8
1.1 Опис конструкції зварного виробу . . . . .	8
1.1.1 Технічні вимоги до зварного виробу . . . . .	9
1.2 Характеристика матеріалу зварного виробу . . . . .	10
1.3 Технічні умови на виготовлення зварної конструкції . . . . .	11
1.3.1 Вимоги до матеріалів і напівфабрикатів . . . . .	11
1.3.2 Вимоги до шорсткості, геометричності форми та розмірів	12
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 . . . . .	14
1.4 Аналіз базового технологічного процесу виготовлення зварної конструкції та постановка задач на виконання кваліфікаційної роботи . . . . .	14
2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ . . . . .	17
2.1 Технічне обґрунтування вибраного способу зварювання . . . . .	17
2.2 Вибір зварювальних матеріалів . . . . .	18
2.3 Вибір та розрахунок параметрів режиму зварювання . . . . .	20
2.4 Вибір і обґрунтування зварювального устаткування . . . . .	24
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

					<b>КР.422.13.00.00.000.ПЗ</b>			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Проект вдосконалення технологічного процесу виготовлення контейнера сміттєвого Пояснювальна записка	Літ.	Арк.	Аркушів
Розроб.		Мельник			Літ.	Арк.	Аркушів	
Перевір.		Дранівська			4	75		
Реценз.					<b>ВСП «ТФК ТНТУ», гр. ПМ-422ск</b>			
Н. Контр.		Залуцька						
Затв.		Дранівська						

2.6.4	Опоряджувальні операції	. . . . .	31
2.6.5	Допоміжні операції	. . . . .	31
2.6.6	Контроль якості	. . . . .	32
2.7	Нормування технологічного процесу виготовлення зварної конструкції і витрат матеріалів та електроенергії	. . . . .	33
3	КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ	. . . . .	36
3.1	Обґрунтування вибору типу пристосувань, які застосовуються при виготовленні конструкції.	. . . . .	36
3.2	Опис роботи зварювального пристосування	. . . . .	38
4	ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ	. . . . .	42
4.1	Розрахунок кількості обладнання	. . . . .	42
4.2	Розрахунок кількості працівників	. . . . .	48
4.3	Визначення витрат і вартості основних матеріалів	. . . . .	51
4.4	Розрахунок фонду оплати праці	. . . . .	52
4.5	Калькуляція собівартості виробу	. . . . .	58
4.6	Розрахунок суми капіталовкладень для розробленого технологічного процесу та його економічної ефективності	. . . . .	58
4.7	Основні техніко-економічні показники розробленого технологічного процесу	. . . . .	60
5	ОХОРОНА ПРАЦІ	. . . . .	63
5.1	Засоби захисту при виконанні зварювальних робіт	. . . . .	63
5.2	Організація протипожежного водопостачання на підприємстві	. . . . .	66
5.3	Безпека праці під час виконання зварювальних робіт виготовлення контейнера смітцевого	. . . . .	68
	ВИСНОВКИ	. . . . .	71
	ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	. . . . .	72
	ДОДАТКИ	. . . . .	75

## ВСТУП

Зварювальне виробництво є головним сегментом розвитку промисловості будь-якої країни. Тому завдяки йому стало можливим виготовлення металевих конструкцій складних форм і перерізів, які неможливо було б виготовити будь-яким іншим способом або це викличе надмірні втрати ресурсів, що є недоцільним з економічної точки зору. Нероз'ємні з'єднання утворюються за допомогою зварювання або клепаання, але зварні мають беззаперечну перевагу, тому що вони є більш технологічними, економічно вигідними, а найголовніше це те, що можливо формувати герметичні шви, які неможливо було створити існуючими методами з'єднань металів. Крім паяння, однак цей процес є також спорідненим зі зварюванням.

Формування зварного з'єднання відбувається за умови незворотного термодинамічного процесу, результатом чого є створення нових атомно-молекулярних зв'язків під дією теплової енергії або енергії тиску та утворення нового монолітного прошарку матеріалу. Характерною особливістю протікання зварювального процесу є імовірність утворення дефектів, таких як шлакових включень, пор, напливів, підрізів, незаварених кратерів і тріщин, які суттєво погіршують властивості зварного з'єднання чи взагалі роблять його непридатним для експлуатації. Визначення дефектів зварних швів можливе із застосуванням руйнівних або неруйнівних методів контролю якості.

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

					<i>КР.422.13.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6



Можливості процесів зварювання враховуючи стан сучасного науково-технічного рівня практично є необмеженими. Тому що вони застосовуються майже у всіх галузях промисловості та народного господарства. Даному процесу піддаються не тільки метали, але і пластмаси, а в останні десятиліття зварювальні технології застосовуються і в медицині – для розрізання та з'єднання живих тканин. Зварювальні роботи зараз виконуються як у звичайних умовах, так і під землею, під водою, на значних висотах, а також і в космосі завдячуючи нашим вченим Інституту електрозварювання імені Є.О. Патона, як основному науковому центрі, де здійснювалися основні розробки та відкриття зварювальної науки.

					<i>КР.422.13.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		7

# 1 АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ

## 1.1 Опис конструкції зварного виробу

Контейнер об'ємом 0,75 м<sup>3</sup> є металевою конструкцією, яка використовується для збору сміття. Його будова є квадратної форми, яка з боків сходиться на конус. Контейнер виготовляється із листового 2 мм і профільного металу, в основному з кутників 40х40х5,0, а також прутків діаметром 10 мм, це потрібно, щоб створити необхідну жорсткість конструкції. Оскільки вона постійно захоплюється сміттєвозом для вивантаження накопиченого, а це в свою чергу значні динамічні навантаження. Тому необхідна міцність і жорсткість конструкції повинна бути передбачена ще на етапі її проектування. Вигляд конструкції показаний на рисунку 1.1.

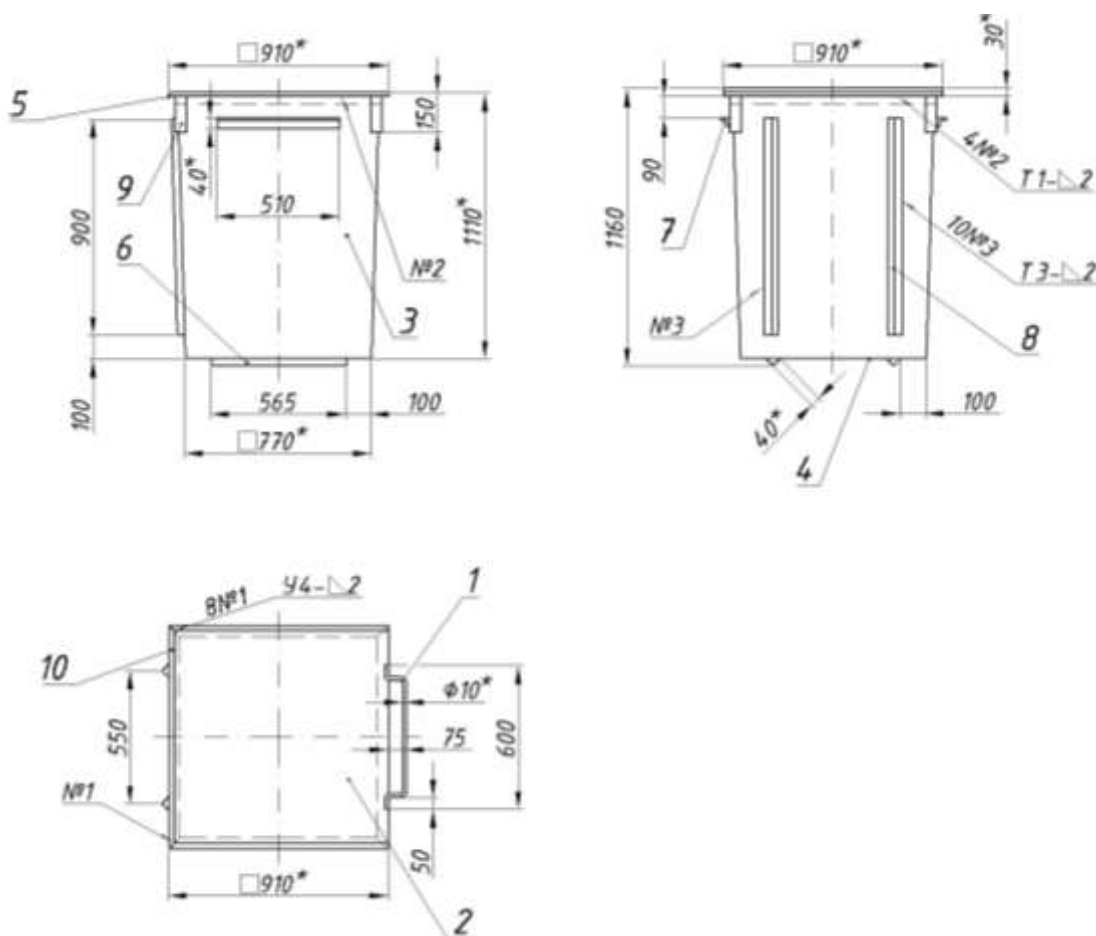


Рисунок 1.1 – Вигляд сміттевого контейнера 0,75 м<sup>3</sup>

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КР.422.13.00.00.000.ПЗ

Арк.

8

Будова сміттевого контейнера складається з наступних деталей (див. рис. 1.1): 1 ручка, 2 кришки, 3 боковини, 4 днище, 5 рамки, 6 ніжки, 7 упори, 8 ребра, 9 кутники, 10 полози.

Конструкція контейнера має такі габаритні розміри:

- висота 1160 мм;
- довжина 910 мм;
- ширина 910 мм.

### 1.1.1 Технічні вимоги до зварного виробу

Контейнер сміттєвий є мало-відповідальною конструкцією, оскільки він більшість експлуатаційного часу постійно знаходиться в ненавантаженому стані. Його властивості мають задовольняти умови міцності, які гарантуються робочими інструкціями. Експлуатаційні навантаження конструкції є двох типів – статичні і динамічні.

Основні технічні умови на виготовлення контейнера є такими:

- правильні зазори деталей та геометричні розміри конструкції;
- правильність виконання всіх операцій технологічного процесу, особливо зварювання, так як даний спосіб характеризується несприятливими зовнішніми факторами, які погіршують виробництво конструкцій;
- контрольні операції даної технології, починаючи від формування заготовок та закінчуючи завершальним етапом виготовлення конструкції;
- найкращий процес зварювання, який задовольняє повністю технологію;
- високопродуктивне зварювальне устаткування, яке забезпечує найкращі режими процесу.

					КР.422.13.00.00.000.ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 1.2 Характеристика матеріалу зварного виробу

Найкращими умовами для виготовлення сміттевого контейнера є забезпечення механічних властивостей, які супроводжуються відповідними експлуатаційними роботами. Для даної конструкції найкращими показниками володіє конструкційна, низьковуглецева сталь звичайної якості марки Ст4сп. Її хімічний склад описується в таблиці 1.1 [2].

Таблиця 1.1 – Хімічний склад сталі Ст4сп,% [2]

C	Mn	Si	S	P
			не більше	
0,18-0,27	0,40-0,70	0,15-0,30	0,050	0,040

Низьковуглецева сталь поставляється з гарантованим хімічним складом та механічними властивостями, які записані в таблиці 1.2 [2].

Таблиця 1.2 - Механічні властивості сталі Ст4сп [2]

Стандарт	Межа плинності, Н/мм <sup>2</sup>	Тимчасовий опір, Н/мм <sup>2</sup>	Відносне видовження, %
ДСТУ 8803	265	410-530	24

Склад сталі Ст4сп відповідає вимогам стандарту ДСТУ 2651. Дана марка сталі використовується для виробництва конструкцій будівельного призначення, а також машинобудівних середньої міцності.

Надійність забезпечувати формування добрих швів в процесі зварювання відбувається еквівалентним вмістом вуглецю  $C_{екв}$  [3, с.127]:

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

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

Отже:

$$C_{\text{екв}} = 0,27 + \frac{0,70}{6} + \frac{0,30}{24} = 0,52\%.$$

Із розрахованого еквівалентного вмісту вуглецю випливає, що для забезпечення доброго зварювання необхідне виконання попереднього підігріву. Тому треба вибирати раціональний спосіб зварювання та ретельно зачищати кромки до металевого блиску. Щоб не утворювалися гартівні структури, то після зварювального процесу потрібно з'єднання термічно обробляти – нормалізацією та відпуском.

### **1.3 Технічні умови на виготовлення зварної конструкції**

#### **1.3.1 Вимоги до матеріалів і напівфабрикатів**

Застосовані матеріали та напівфабрикати в процесі виготовлення сміттевого контейнера обов'язково на початковому етапі проходять вхідний контроль для забезпечення якісних характеристик, які зберігаються впродовж аж до технологічного використання. Їх потрібно застосовувати в складських приміщеннях, для того щоб не було надмірної вологості на поверхнях та небажаних забруднень. Всі матеріали, а також напівфабрикати мають мати маркувальні упакування, щоб зазначались на них відповідні технологічні властивості.

Технологія повинна використовувати матеріали без будь-яких дефектів якості, що значно погіршують механічні властивості зварних конструкцій для подальшого їх застосування.

Профільний прокат та допоміжні матеріали для виробництва сміттевого контейнера повинні задовольняти всім вимогам технології, що супроводжуються сертифікатами якості згідно нормативних стандартів.

					<i>КР.422.13.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

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

Шорсткість характеризується мікроскопічними потовщеннями та поглибленнями на поверхнях загальної довжини. Регламентована шорсткість контейнера забезпечується одразу після виконання заготівельних операцій деталей та зварювання і рихтування завершальної конструкції. Основні механічні процеси для створення високої шорсткості поверхонь контейнера не застосовуються.

Що стосується геометричної форми та розмірів конструкції, то важливим етапом є правильне виконання заготівельних робіт, що формують правильні деталі. Отримані заготовки повинні задовольняти легку зручність для встановлення у складально-зварювальне пристосування, відповідність технологічних зазорів і вимоги креслень.

Технологічний процес виготовлення контейнера може супроводжуватися незначними дефектами зварювання, які треба видаляти механічною обробкою та заново зварювати. Якщо на з'єднанні утворюється пропал, то цей дефект вже не видаляють механічно, а конструкція переводиться в роль бракованих.

### 1.3.3 Вимоги до зварних з'єднань виробу

Особливості зварних з'єднань контейнера смітєвого 0,75 м<sup>3</sup> є такими:

- з'єднання конструкції відбуваються у наступних конструктивних виконаннях – таврових Т1, Т3, кутових У4; катети швів становлять 2 мм;
- ділянки зварних швів не повинні обмежувати доступність та технологічність цілого виробу;
- правильні значення та послідовність накладання швів згідно із заявленою технологією;

					<i>КР.422.13.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

- виконання з'єднань у нижньому положенні покращує стабільність зварювання;
- правильна поверхня з'єднань гладкої форми;
- надійна експлуатація зварної конструкції без неякісних дефектів протягом всього терміну.

### 1.3.4 Вимоги до складання

Контейнер виготовляється великою кількістю складальних операцій стосовно яких регламентуються певні вимоги. Важливою особливістю складання є встановлення відформованих деталей на плиту складального обладнання із забезпеченням проектної форми, розмірів, величини зазорів між стиками та можливе осаджування металу, що супроводжує процес зварювання.

Операції складання контейнера проходять в такій послідовності:

- розміщення деталей листової форми – боковин, кришки і днища у складальному пристосуванні;
- постановка прихоплень та зварювання;
- встановлення на дану одиницю рамок і ніжок, виконання прихоплень, а також зварювання;
- до цієї конструкції встановити ребра, кутники і полози, закріпити їх та зварити;
- завершальним етапом зварювання, потрібно закріпити ручку до боковини контейнера зі сторони протилежної до ребр.

Використання всіх технологічних операцій виготовлення контейнера відбувається на спеціалізованому обладнанні, що гарантує достатні показники надійності.

					<i>КР.422.13.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

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

Якість є основною умовою технологічного процесу виготовлення сміттевого контейнера, що характеризується певним типом властивостей протягом служби та безпосередньо пов'язана з технологічністю конструкції.

Основні властивості якості бувають такими:

- використання відповідної сировини, матеріалів та напівфабрикатів в процесі виготовлення продукції;
- доцільність застосування механізованих ліній, обладнань, пристосувань та інструментів;
- правильність узгодження всіх технологічних операцій у виробничому циклі від початку до закінчення;
- найбільш придатний метод контролю якості, що узгоджує весь процес – матеріали, технологічні роботи, готові вироби.

Конструкція контейнера повинна забезпечувати якість, яка відповідає певним геометричним формам та розмірам, а також зварні з'єднання не мають мати структурних дефектів чи інорідних включень.

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

Базовий технологічний процес виготовлення сміттевого контейнера використовує напівавтоматичний спосіб зварювання металевим дротом у середовищі вуглекислого газу. В якості обладнання застосовується напівавтомат марки PDGU-500.

Параметри режиму механізованого зварювання конструкції представлені в таблиці 1.3.

					<i>КР.422.13.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14



Таблиця 1.3 – Параметри режиму зварювання сміттєвого контейнера  
0,75 м<sup>3</sup>

Параметри	Значення
Струм зварювання, А	140
Напруга на дузі, В	25
Діаметр електродного дроту, мм	1,0
Швидкість зварювання, м/год	16
Марка електродного дроту	СВ-08Г2С
Захисний газ	СО <sub>2</sub>
Товщина зварюваного металу, мм	5

Загальна технологія виготовлення контейнера складається з таких робіт: правлення та очищення листового прокату, різання механічними ножицями суцільного металу і дисковим верстатом профільних труб, згинання прутків та формування із них ручок. Після даних заготівель використовуються складально-зварювальні операції, які стосуються базування виготовлених деталей на технологічні опори відповідного устаткування. Наступним процесом буде зварювання всіх закріплених одиниць, що обумовлюють конструктивні елементи з'єднань.

Для наявного технологічного процесу притаманні незрозумілі рішення, такі як:

- 1) спосіб зварювання у захисному вуглекислому газі супроводжується інтенсивним виконанням робіт, що передує додатковому застосуванню підігрівача; також дане середовище характеризується інтенсивним розбризкуванням металевих капель, які осідають на поверхнях конструкції чи устаткуванні;
- 2) складальні роботи виконуються на недостатньо ефективному устаткуванні, що недобре впливає на продуктивність процесу, а також погіршуються значення точності складальних деталей;

					КР.422.13.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

3) недостатньо ефективна марка зварювального напівавтомату для виконання з'єднань цієї конструкції.

Отже, сміттєвий контейнер повинен задовольняти такі вимоги вдосконаленої технології:

- 1) застосування автоматичного зварювання в захисній суміші МІХ-1, в склад якої входить 82% аргону та 18% вуглекислого газу; даний спосіб покращить продуктивність процесу, зона зварювання буде мати кращий захист, також зменшиться розбризкування металу;
- 2) впровадження ефективних зразків складально-зварювального обладнання, що покращують якість складальних робіт та зменшують негативні процеси зварювання за рахунок ведення металу;
- 3) високоефективне зварювальне обладнання, яке повністю задовольняє вимоги технологічного процесу.

					<i>КР.422.13.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		16

## 2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

### 2.1 Технічне обґрунтування вибраного способу зварювання

Важливість виконання зварювального процесу характеризується від якості всієї конструкції та зварних з'єднань. Для вибору способу зварювання сміттевого контейнера потрібно враховувати конфігурації деталей, методи їх обробки, положення виконання з'єднань та можливість розроблення крайок із наступними стикувальними зазорами.

Зварні з'єднання в основному зварюються переривчастими та суцільними лініями, без присутності кільцевих швів.

Проаналізувавши даний тип конструкції, її зварювання може відбуватися наступними способами:

- ручним покритими електродами;
- напівавтоматичним в захисній атмосфері;
- автоматизованим в захисній атмосфері;
- під шаром флюсу на автоматичних установках.

Ручний спосіб зварювання є прийнятним та простим для виготовлення контейнера, так як має високу маневреність, але враховуючи особливості серійного виробництва, то даний метод застосовувати не надто доцільно.

Напівавтоматичне зварювання в захисних газах має більшу продуктивність порівняно з ручним, але для даного способу характерне надмірне розбризкування електродних крапель. Також даний метод характеризується істотним впливом людського фактору, що не дуже добре впливає на загальну якість виготовлених виробів.

Зменшений людський фактор впливу мають автоматизовані способи зварювання, оскільки обладнанням коригують оператори, а всі особливості проведення процесу виконує автоматика. До даних способів зварювання відноситься і під флюсом, яке забезпечує високу якість з'єднань за рахунок дієвого захисту зварювальної зони, також продуктивність процесу на досить

					КР.422.13.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

високому рівні. Відносно недоліків, то даним методом можливе виконання швів тільки у нижньому положенні, а також велика їх протяжність з стикуванням деталей відповідної товщини.

Тому проаналізувавши конфігурацію і габаритні розміри контейнера, зупинимося на напівавтоматичному способі зварювання в захисних газах. Даний метод виконується із застосуванням інверторних апаратів, володіє високою якістю утворення з'єднань при будь-якому доступному положенні. З можливістю застосування захисної суміші МІХ-1, з кількістю Ar 82% та CO<sub>2</sub> 18%, це забезпечує кращий захист та провар металу з додатковим струминним перенесенням електродного дроту, без нагромадження поверхонь розбризкувальними краплями.

Можлива схема зварювання в захисних газах є представлена на рисунку 2.1.

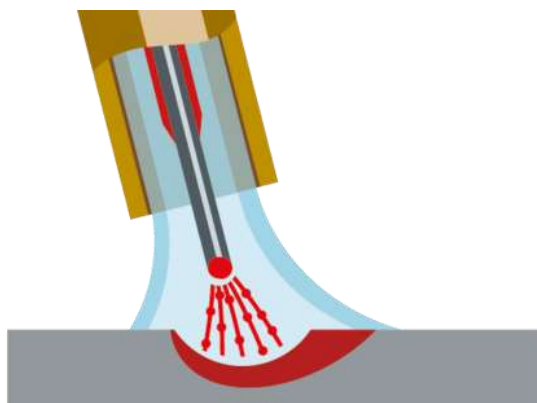


Рисунок 2.1 – Схема напівавтоматичного зварювання у суміші захисних газів

## 2.2 Вибір зварювальних матеріалів

Способом зварювання контейнера є напівавтоматичне в захисних газах, тому основними матеріалами в його виконанні є захисний газ та зварювальний дріт. Враховуючи марку основного металу, яка є конструкційною, низьковуглецевою, звичайної якості, то гарним варіантом є зварювальний дріт

					КР.422.13.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

Св-08Г2С. Склад цього дроту містить легуючі компоненти марганцю і кремнію, які дозволяють виконувати легування зварювального металу з добрими механічними властивостями ударної в'язкості – пластичності. Марка дроту Св-08Г2С володіє хімічним складом, який показаний в таблиці 2.1 [3, с.177].

Таблиця 2.1 - Хімічний склад зварювального дроту Св-08Г2С [3, с.177]

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

Так як захисним середовищем в даному випадку застосовується захисна суміш, то вона має окремі переваги відносно звичайного вуглекислого газу:

- розплавлений метал інтенсивніше нагнітається в зварювальний проміжок ванни та має струминний перехід;
- високі режими процесу зварювання сприяють підвищенню продуктивності праці;
- вже непотрібна технологічна підігрівальна апаратура, яка необхідна при вуглекислому захисному газі;
- висока чистота поверхонь деталей без непотрібного налипання крапель, що потребують наступного зачищення.

Захисна суміш МІХ-1 (Ar 82% + CO<sub>2</sub> 18%), що застосовується при зварюванні сміттевого контейнера містить такий склад:

- аргон з високою частотою 99,998%, що відповідає ТУ 2114-001-76237928-2013;
- вуглекислий газ, який відповідає ДСТУ 4817:2007 з високим сортом у якому вміст домішок не повинен бути нижче 99,8%.

### 2.3 Вибір та розрахунок параметрів режиму зварювання

Зварні з'єднання, які накладаються на металевій конструкції, повинні мати відповідні розміри та експлуатаційні характеристики. Важливою вимогою є їх розрахунок на міцність, що дозволяє витримувати певні навантаження в процесі роботи не руйнуючись. Контейнер складається із двох основних з'єднань – таврових (Т1, Т3) та кутових (У4). Дані шви відносяться до кутових, тому їхній катет повинен становити 2 мм, що відповідає вибраній умові міцності. Розрахунок параметрів режиму буде виконуватись для з'єднання вигляд якого зображений на рисунку 2.2.

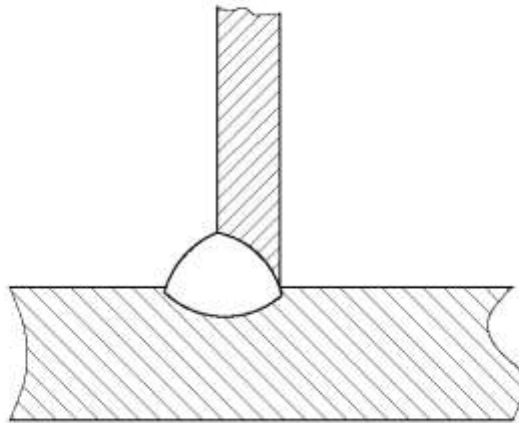


Рисунок 2.2 – Загальний вигляд таврового зварного шва

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

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

де  $K$  – катет шва,  $K=6$  мм,

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

					КР.422.13.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

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

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

$$h_H = \sqrt{2} = 1,41 \text{ мм.}$$

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

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

$$l = \sqrt{2 \cdot 4} = 2,83 \text{ мм.}$$

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

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

Згрупувавши:

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

величина  $\psi_M$  перебуває в інтервалі значень 0,8 – 2,0 мм [4,с.196], вибираємо  $\psi_M=1,2$ .

Тоді:

$$H = \frac{2,83}{1,2} = 2,36 \text{ мм.}$$

Якщо величина  $\psi_M$  невелика, то це відповідає більшим струмам, а відповідно більшій продуктивності зварювання.

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

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

$$h_0 = 2,36 - 1,41 = 0,94 \text{ мм.}$$

					КР.422.13.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

Для зварювання конструкції контейнера з катетом 2 мм, використовуємо зварювальний дріт діаметром 0,8 мм.

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

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

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

$$I_{зв} = \frac{0,94}{1,45} \cdot 100 = 65,02 \text{ А.}$$

Тому сила струму буде рівною 65 А.

Розраховуємо швидкість подачі зварювального дроту за формулою [4,с.194]:

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

де  $\alpha_p$  – коефіцієнт розплавлення,  $\alpha_p=13$  Г/А·год [4, с.189];

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

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

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

Тоді:

$$V_{п.д.} = \frac{13 \cdot 10^{-3} \cdot 65}{0,5 \cdot 10^{-6} \cdot 7800} = 215,63 \text{ м/год.}$$

Швидкість подачі зварювального дроту  $V_{п.д.} = 216$  м/год.

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

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

					<i>КР.422.13.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22



$$U_d = 20 + \frac{50 \cdot 65}{1000 \cdot \sqrt{0,8}} = 22,9 \pm 1 \text{ В.}$$

Напруга на дузі буде рівною  $U_d=23 \text{ В}$ .

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

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

де  $A$  – коефіцієнт, який залежить від діаметра зварювального дроту, тому для  $d_e = 0,8 \text{ мм}$  –  $A = 1-5 \cdot 10^3 \text{ А} \cdot \text{м}/\text{год}$  [4, с.194]:

$$V_{зв} = \frac{1,2 \cdot 10^3}{65} = 18,5 \text{ м/год.}$$

Швидкість становитиме  $V_{зв}=19 \text{ м/год}$ .

Перевіряємо правильність підбраного діаметра зварювального дроту за формулою [4, с.193]:

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

де  $\gamma$  – допустима густина електричного струму, для дроту діаметром  $0,8 \text{ мм}$   $\gamma=75\dots300 \text{ А/мм}^2$  [4, с.193],

$$d_e = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{65}{130}} = 0,8 \text{ мм,}$$

що є в межах допустимого.

Виліт зварювального дроту складає  $l_d = 8 \text{ мм}$  [5, с.103].

Витрати захисного газу –  $Q_r = 7 \text{ л/хв}$  [5, с.105].

Параметри режиму зварювання смітєвого контейнера  $0,75 \text{ м}^3$  представлені в таблиці 2.2.

					<i>КР.422.13.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

Таблиця 2.2 – Параметри режиму сміттевого контейнера 0,75 м<sup>3</sup>

ПАРАМЕТР			Значення
Назва	Символ	Одиниці вимірювання	
Сила зварювального струму	$I_{зв}$	А	65
Напруга на дузі	$U_{д}$	В	23
Діаметр зварювальн. дроту	$d_{с}$	мм	0,8
Виліт дроту	$l_{д}$	мм	8
Швидкість зварювання	$V_{зв}$	м/год	19
Швидкість подачі зварювального дроту	$V_{п.д.}$	м/год	216
Витрати захисного газу	$Q_{г}$	л/хв	7

#### 2.4 Вибір і обґрунтування зварювального устаткування

Для способу напівавтоматичного зварювання в захисній суміші сміттевого контейнера буде застосовуватись випрямляч інверторного типу Origo Mig C340 PRO (Esab).

Origo Mig C340 PRO використовується для зварювальних процесів MIG/MAG і представляє собою компактний випрямляч із ступеневим регулюванням зварювальної напруги та швидкості подачі дроту. Його основне застосування – це роботи легкого і середнього типу. Також додатковими його функціями є режим точкового зварювання та керування часом запалювання дуги. ESAB Mig C340 забезпечує плавне налаштування параметрів режиму, зокрема напруги (40 ступенів перемикачання). Крім того апаратура обладнана пальником, який дозволяє виконувати зварювання у 2/4-тактному режимі із забезпеченням плавного старту. Також джерело живлення обладнане цифровим вольт-метром та дозволяє змінювати полярність струму залежно від обставин виконання зварювального процесу. Origo Mig C340 PRO обладнаний

					КР.422.13.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

вбудованим механізмом подачі дроту, який може бути 2-х або 4-х роликівим залежно від додаткової модифікації обладнання. Корпус обладнання забезпечує високу надійність і довговічність його роботи в самих важких умовах, тому що він виготовляється із гальванічної сталі, клас захисту IP 23. Також обладнання може додатково містити насос із водяним охолодженням ELP «ESAB Logic Pump», який підключається до водоохолоджувального пальника, коли встановлений пальник із повітряним охолодженням, то насос не підключається, а відповідно і додатково сам не перегрівається.

Можливі комплектації Origo Mig C340 PRO (Esab):

- пальник PSF 305 3 м (C340 PRO);
- пальник PSF 305 4,5 м (C340 PRO 4WD);
- кабель мережевий 5 м;
- зворотній кабель 3,5 м (5 м для 4WD) із відділенням для газового балона та затискачем.

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

Таблиця 2.3 – Технічні характеристики напівавтомата Origo Mig C340 PRO (Esab) [6]

Характеристика	Значення
Максимальний зварювальний струм при ПВ 30%, А	340
Максимальний зварювальний струм при ПВ 60%, А	250
Максимальний зварювальний струм при ПВ 100%, А	195
Споживча потужність на холостому ході, Вт	240
Напруга холостого ходу, В	16 – 40
Межі регулювання зварювального струму, А	40 – 340
Діапазон швидкостей подачі дроту, м/хв	1,9 – 20
Клас захисту	IP23
Маса, кг	120



Рисунок 2.3 – Загальний вигляд напівавтомата Origo Mig C340 PRO (Esab) і пальника PSF 305 [6]

Оскільки в даному випадку модель Origo Mig C340 PRO, яка обладнана двох-роликівим механізмом подачі дроту, то і комплектується вона пальником PSF 305 довжиною 3 м (див. рис. 2.3). Основними функціями пальника є подача дроту, а також надійний захист зварювальної зони захисним газом, тобто від правильності його роботи залежить кінцева якість зварних швів.

## 2.5 Вибір методу контролю якості виробу

Виготовлення сміттового контейнера повинно відбуватись згідно схем ефективного управління якістю, тому контроль проводиться на всіх стадіях технологічного процесу виготовлення конструкції. Контроль проектної документації і самих проектів повинен бути передбачений у відповідних організаціях. При цьому важливо брати до уваги, що помилки на стадії проектування обходяться в сотні, тисячі разів дорожче порівняно з виробничими дефектами. Має важливе місце додаткове вкладання засобів для

					КР.422.13.00.00.000.ПЗ	Арк.
						26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

виконання високоякісного проекту, чим виправляти наслідки цих недоробок. Тому ці фактори повинні бути враховані проєктантами та ретельно контролюватись в процесі виробництва [7, с. 14].

Контроль вхідних матеріалів (основного металу, зварювального дроту, захисних газів і т. п.) повинен задовольняти вимоги нормативно-технічної документації і сертифікатів. Якщо немає гарантії виробників або якість вхідних матеріалів викликає підозру, то їх додатково перевіряють на відповідність нормативно-технічній документації і стандартам. Якість і зварюваність матеріалів перевіряють в двох випадках [7, с. 14]:

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

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

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

Якість підготовки і складання заготовок під зварювання перевіряють зовнішнім оглядом та обмірюванням. Технічно це відносно прості контрольні операції. Однак їх недооцінка може призвести до появи небезпечних зварювальних дефектів. Недопустимі великі або нерівномірні зазори, випуклість, вм'ятини, неправильні кути розроблення кромки, їх окисленість,

					<i>КР.422.13.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		27

забрудненість і т. п. Для вимірювання зазорів, кутів розроблення кромки використовують лінійки, а також спеціальні та універсальні шаблони [7, с. 15].

Згідно розробленого технологічного процесу виготовлення сміттового контейнера для проведення контролю якості буде використовуватись метод зовнішнього контролю, який широко застосовується завдяки своїй простоті та раціональності.

Зварні з'єднання мають різні дефекти. Тому для їх виявлення використовується відповідно зовнішній огляд із додатковим застосуванням оптичних засобів.

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

Вибрана технологія виготовлення контейнера вміщає ряд послідовних операцій, які стосуються виготовлення заготовок конструкції, подальшого їх складання, а потім і зварювання із застосуванням різних додаткових рихтувальних та допоміжних робіт. Виконання всіх операцій здійснюється у певній технологічній послідовності, що затверджується документально.

### **2.6.1 Заготівельні операції**

Заготівельні операції стосуються виготовлення деталей складальної конструкції і посідають перше місце в технологічному процесі. Так в процесі виготовлення сміттового контейнера заготівельними операціями є: розмічування, різання і згинання.

Першою операцією є розмічування, яке виконується за допомогою спеціальних шаблонів, що підвищують продуктивність даних робіт. Крім того в розмічувальних операціях застосовуються вимірювальні лінійки, рулетки, а також кернери і маркери.

Операції різання виконуються для відділення деталей по раніше нанесеній розмітці. Так листовий метал ріжеться із використанням плазморізу

					<i>КР.422.13.00.00.000.ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		<i>28</i>

Procraft industrial CUT100 [8], що показаний на рисунку 2.4. Однак різання фасонного прокату відбувається механічно із застосуванням стрічкопильного верстата FBD Mashinen SG-380 [9] рисунок 2.5.



Рисунок 2.4 – Плазморіз Procraft industrial CUT100 [8]



Рисунок 2.5 – Стрічкопильний верстат FBD Mashinen SG-380 [9]

Згинальні операції виконуються для деформування круглих прутків, щоб сформувати деталі типу ручки із відповідним заокругленням. Тому потрібно використовувати гідравлічний згинальний верстат RBM 16 Holzmann [10], який представлений на рисунку 2.6.

					КР.422.13.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29



Рисунок 2.6 – Гідравлічний згинальний верстат RBM 16 Holzmann [10]

### 2.6.2 Складальні операції

Основний принцип складальних операцій – це точність і правильність встановлення деталей при надійному їх закріпленні в проектному положенні, яке відповідає геометричним розмірам конструкції вказаних на кресленні. Виставлення та стикування суміжних деталей повинні відбуватися по певних зазорах, що дозволять повністю проплавити метал в ході проведення зварювальних робіт та компенсувати присутність напружень і деформацій, що при цьому виникатимуть.

Правильність виконання складальних операцій можлива при застосуванні відповідних пристосувань, які дозволяють надійно закріплювати деталі за рахунок наявних механізмів та при цьому не перешкоджати виконанню прихоплень і наступному зварюванню.

### 2.6.3 Складально-зварювальні операції

Технологія виготовлення сміттового контейнера 0,75 м<sup>3</sup> включає в себе виконання наступних складально-зварювальних операцій:

- з'єднання боковин, кришки і днища у відповідній послідовності для формування листової складальної одиниці;

					КР.422.13.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30



- у відповідності проектної орієнтації до сформованої одиниці приставляють ручку, рамку, ніжки, ребра, кутники та полози, виконують їх прихоплення і подальше зварювання.

- фіксація і закріплення деталей чи складальних елементів повинні бути забезпечені максимально без помітних похибок і зміщень.

Виконання складально-зварювальних операцій відбувається на відповідних столах, які є достатньо універсальними та забезпечують необхідну точність при виконанні даних робіт.

#### **2.6.4 Опоряджувальні операції**

Присутність опоряджувальних операцій в технологічному процесі виготовлення сміттового контейнера дозволяє в деякій степені вплинути на хід виконання всіх інших робіт. Дані операції використовують кутові шліфмашинки «Болгарки» EINHELL TE-AG 125 CE, які в залежності від виконуваних робіт обладнуються зачисними кругами Bosch Standard для металу 125x6 мм або дисковими щітками Vitals 125x22,2 мм. Крім того можливе рихтування конструкції з використанням молотків Stark 500 г, а захист робітників відбувається при застосуванні окулярів захисних прозорих Werk.

#### **2.6.5 Допоміжні операції**

Важливе місце в технологічному процесі виготовлення контейнера посідають дані операції, хоча і називаються допоміжними. До їх складу входять різноманітні навантажо-розвантажувальні роботи чи загальне транспортування матеріалів, обладнання, деталей, готових виробів та ін. Без цих операцій було б неможливим обслуговувати складально-зварювальні місця, оскільки на них відбувається переміщення деталей після заготівель та вже готових конструкцій, що пройшли процедуру зварювання. Налаштування

					<i>КР.422.13.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		31

потрібних режимів технологічного устаткування – зварювального, складального, механічного, також було б неможливим без їх участі.

### 2.6.6 Контроль якості

Контрольні операції займають весь цикл виконання технологічних робіт процесу виготовлення сміттевого контейнера та слідкують за їх правильним дотриманням без присутності небажаних дефектів чи робочих прорахувань.

Відповідно до цих операцій існує контроль якості:

- 1) вхідних матеріалів;
- 2) технологічного устаткування, оснастки, засобів та інструментів;
- 3) основних виробничих операцій – слюсарних, складальних, зварювальних;
- 4) кінцевий контроль вже готових виробів або конструкцій.

Контроль сміттевого контейнера 0,75 м<sup>3</sup> відбувається способом зовнішнього візуального огляду. Оскільки «неозброєне» око контролера не завжди спроможне виявити присутність всіх наявних дефектів. Тому для покращення ефективності перевірки якості застосовуються спеціальні набори інструментів візуально-вимірювального контролю типу ВІК-1, що зображений на рисунку 2.7 [11].



Рисунок 2.7 – Набір інструментів візуально-вимірювального контролю ВІК-1 [11]

					<i>КР.422.13.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

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

Формули виконання обчислень смітцевого контейнера описуються відповідно до ДСТУ 3159-95 «Ресурсозбереження. Нормування витрат зварювальних матеріалів. Загальні вимоги, методи визначення нормативів ручного і механізованого електрозварювання».

Відповідно до обраної технології конструкція зварюється механізовано в захисній суміші, отже основними нормувальними показниками буде власне електроенергія, зварювальний дріт і захисна суміш.

Розраховуємо масу наплавленого металу 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,  $\alpha_H=11,6$  г/А·год;

$I_{ЗВ}$  – сила зварювального струму,  $I_{ЗВ}=65$  А;

$l_{Ш}$  – загальна довжина зварних швів,  $l_{Ш}=11,9$  м.

Одержимо:

$$Q_H = 11,6 \cdot 10^{-3} \cdot 65 \cdot 11,9 = 8,97 \text{ кг.}$$

Розраховуємо витрати присаджувального матеріалу за формулою [12,с.7]:

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

де  $Q_p$  – маса розплавленого електродного матеріалу,

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

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

					<i>КР.422.13.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$Q_p = 8,97 \cdot 0,7 = 6,28 \text{ кг},$$

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

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

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

$$Q_{\text{нп}} = 8,97 \cdot 0,5 = 4,49 \text{ кг}.$$

Тоді:

$$H_{\text{ел}} = 6,28 + 4,49 = 10,77 \text{ кг}.$$

Розраховуємо норми витрат захисного газу за формулою [12, с.10]:

$$H_{\Gamma} = Q_p \cdot K_{\Gamma}, \quad (2.16)$$

де  $K_{\Gamma}$  – коефіцієнт, що виражає відношення маси витраченого газу до маси розплавленого зварювального дроту,  $K_{\Gamma}=0,85\dots 0,9$ ;

$$H_{\Gamma} = 6,28 \cdot 0,87 = 5,46 \text{ кг}.$$

Визначаємо витрати електроенергії на 1 кг наплавленого металу за формулою:

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

де  $U_d$  напруга на дузі, В;

$\eta_n$  – коефіцієнт корисної дії, %;

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

$$E = \frac{23}{11,6 \cdot 0,9 \cdot 0,75} = 2,94 \text{ кВт}.$$

Визначаємо витрати електроенергії на 1 м шва за формулою:

					<i>КР.422.13.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

де  $t_0$  – час зварювання одного метра шва,  $t_0=0,053$  год;

$$E = \frac{0,01 \cdot 23 \cdot 65 \cdot 0,053}{0,9 \cdot 0,75} = 1,17 \text{ кВт} \cdot \text{год.}$$

Розраховуємо витрати електроенергії на зварювання цілого виробу:

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

$$E_{\Sigma} = 1,17 \cdot 11,9 = 13,97 \text{ кВт.}$$

					<i>КР.422.13.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		35

## 3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

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

Вибір складальних, а також зварювальних пристосувань визначається формою і розмірами конструкції, яка виготовляється на даному обладнанні, що в свою чергу залежить від таких основних факторів:

1. Технологічність зварної конструкції. Це є однією з основних властивостей конструкції будь-якого призначення, яка опрацьовується ще на початковому етапі її проектування, що включає її геометричну форму, розміри, а також раціональність перерізів. Показник високої технологічності дозволяє створювати конструкції, що будуть користуватися більшим попитом порівняно із недостатньо технологічними. Крім того для виготовлення конструкції потрібно використовувати різні заготовки, що виділяються певною складністю форми, необхідною точністю та чистотою поверхонь. За рахунок цього можливе швидке їх встановлення у пристосуванні та знімання вже готових конструкцій після виконання зварювання.

2. Складально-зварювальні операції. Відповідно до обраного технологічного процесу використовуване обладнання може бути чисто складального та складально-зварювального типу. Складальне обладнання використовується суто для здійснення складальних операцій, а на складально-зварювальному здійснюються процеси як складання, так і зварювання одночасно. Крім того останній тип обладнання призначений також для витримки конструкції після зварювання, це виконується для того, щоб зняти зосередження напружень і деформацій у зварних з'єднаннях. Також потрібно враховувати додаткові переміщення конструкції зі складального обладнання на зварювальне – це погіршує високу точність та веде до розхитування окремих елементів виробу.

					КР.422.13.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

3. Програма випуску. Цей фактор є вирішальним в технологічному процесі при виборі складально-зварювальних пристосувань. Якщо йде виготовлення конструкцій різних типів і в невеликих кількостях, то є необхідність у використанні універсального устаткування. А коли відбувається серійне виробництво зварних виробів чи конструкцій, то є доцільність застосування спеціалізованого та спеціального устаткування, яке є дорого-вартісним, але воно забезпечує високу продуктивність процесу в умовах масового виробництва.

4. Економічна ефективність. Даний фактор враховує витрати та окупність використовуваного технологічного устаткування. Перш ніж впроваджувати у виробництво високоефективне дороговартісне обладнання потрібно звернути увагу на можливий термін його окупності та амортизаційні відрахування. Якщо програма випуску продукції є не надто великою, то немає доцільності використовувати даний тип обладнання, оскільки окупність його буде дуже тривалою, що є не дуже доцільним в теперішніх умовах наукового розвитку і прогресу.

Складально-зварювальне устаткування, як було попередньо згадано, буває трьох типів:

- універсальне, використовується для різнотипних конструкцій форма і розміри яких постійно змінюються;
- спеціалізоване, застосовується для конкретного типу конструкцій геометричні розміри і форма яких може змінюватися в незначних межах;
- спеціальне, призначене суто для однієї форми і розмірів конструкції без будь-яких відхилень за межу допусків.

В залежності від типу призначення до складально-зварювального устаткування відносяться: легкі переносні пристрої, плити, стелажі, стапелі, кондуктори, а також спеціалізовані установки, стенди та комбайни.

Висока якість виконання складально-зварювальних робіт відбувається за правилами описаних в технічних умовах та відповідній документації. В них

					<i>КР.422.13.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

повинно чітко вказуватись послідовність виконання даних робіт із необхідними правилами базування складальних деталей конструкції.

Отже в технологічному процесі виготовлення смітєвого контейнера повинні використовуватись обладнання і пристосування, які відповідають певним вимогам:

- надійне базування деталей зі збереженням високої точності наступної зварної конструкції;
- швидкодія в роботі, що позитивно впливає на продуктивність виконання даних робіт;
- зручне складання, зварювання та кантування конструкції, що робить технологію більш ефективною;
- фіксація деталей при необхідних зусиллях затискання чи притискання, що дозволяють забезпечити потрібну складальну точність;
- застосовуване обладнання повинне при можливості включати засоби механізації, що пришвидшить виконання дій на ньому.

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

Першим етапом виконання складальних операцій є подача деталей до місця встановлення, де їх фіксують у проектному положенні та прикладають відповідні зусилля притискання. Склавши відповідну форму конструкції контактуючі деталі прихоплюють між собою, це дозволяє створити певну жорсткість проти викривлень, які будуть утворюватися при виконанні зварювального процесу. Також місця попередніх прихоплень потрібно повністю проварювати, щоб не було відповідних непроварів основного металу. Тому при встановленні деталей потрібно обрати базову поверхню пристосування, яка додатково формується наявністю опор, фіксаторів, упорів та відповідними закріплювальними механізмами чи інструментами.

До складальних операцій ставляться відповідні вимоги і правила, однак основним їх завданням є одержання високої точності та надійності

					<i>КР.422.13.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		38



закріплення деталей, що відповідатимуть заданому проектному положенні, яке вказується на кресленнях та описується в технічних умовах.

Закріплення деталей в пристосуванні в основному виконуються притискачами, до яких в свою чергу ставляться наступні вимоги[13, с.126-127]:

а) забезпечення необхідного напрямку дії сили притиску заготовок, що виключало б зсуви та перекидання заготовок відносно установочних баз;

б) забезпечення розрахункової сили притиску заготовок протягом процесу складання та зварювання виробу;

в) притискачі не повинні спричиняти деформацію деталей та пошкодження їх поверхонь;

г) швидкодія притискних механізмів;

г) зручність та безпека в експлуатації;

д) вільне витягнення складеного виробу з пристрою;

є) зручний доступ до притискачів для приведення їх в дію;

ж) надійне закріплення деталей протягом складання та зварювання;

з) вільний доступ до місць постановки прихоплень та зварювання швів.

Застосування пневмопритискачів скорочує допоміжний час при виготовленні зварних конструкцій завдяки швидкодії та керуванню пристроєм з одного робочого місця. Пневмопритискачі забезпечують достатнє складальне зусилля та швидке закріплення і вивільнення вузлів та виробів, які складаються [13, с.151].

Складально-зварювальні операції технологічного процесу виготовлення сміттевого контейнера виконуються на складально-зварювальних столах, що є достатньо універсальними та комплектуються необхідною кількістю елементів. На рисунку 3.1 показаний стіл, який складається із рами і стільниці в якій виконані отвори  $\varnothing 25$  мм.

					<i>КР.422.13.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

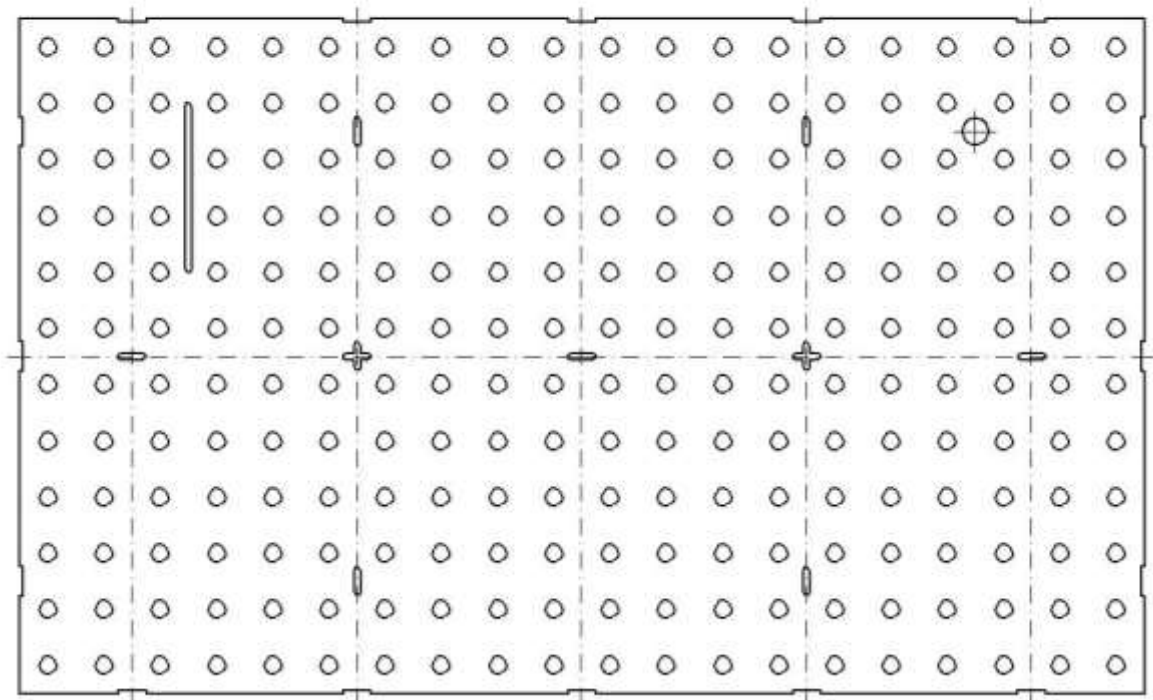
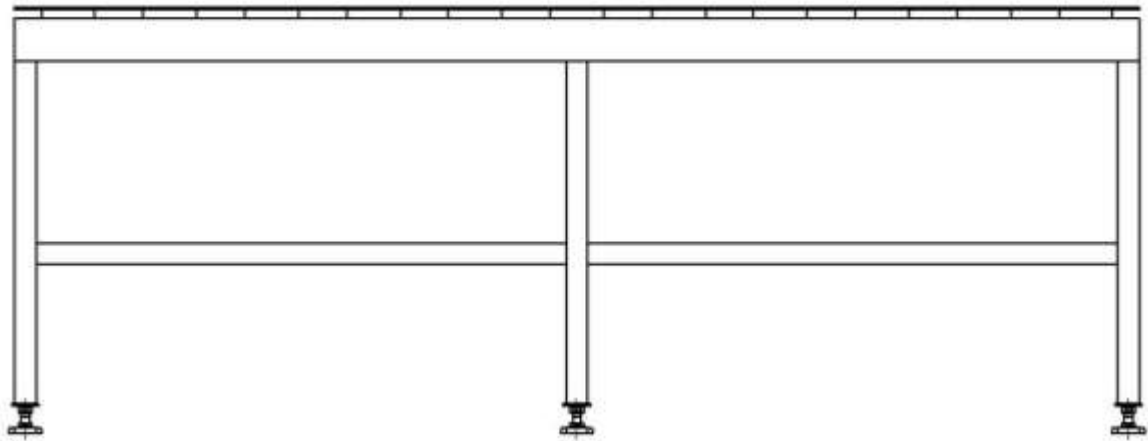


Рисунок 3.1 – Стіл складально-зварювальний

Залежно від маси складальних деталей і конструкції загалом, рама стола повинна бути достатньо міцною та жорсткою, щоб витримувати всі навантаження, які діятимуть на неї. Вигляд рами складально-зварювального стола показано на рисунку 3.2.

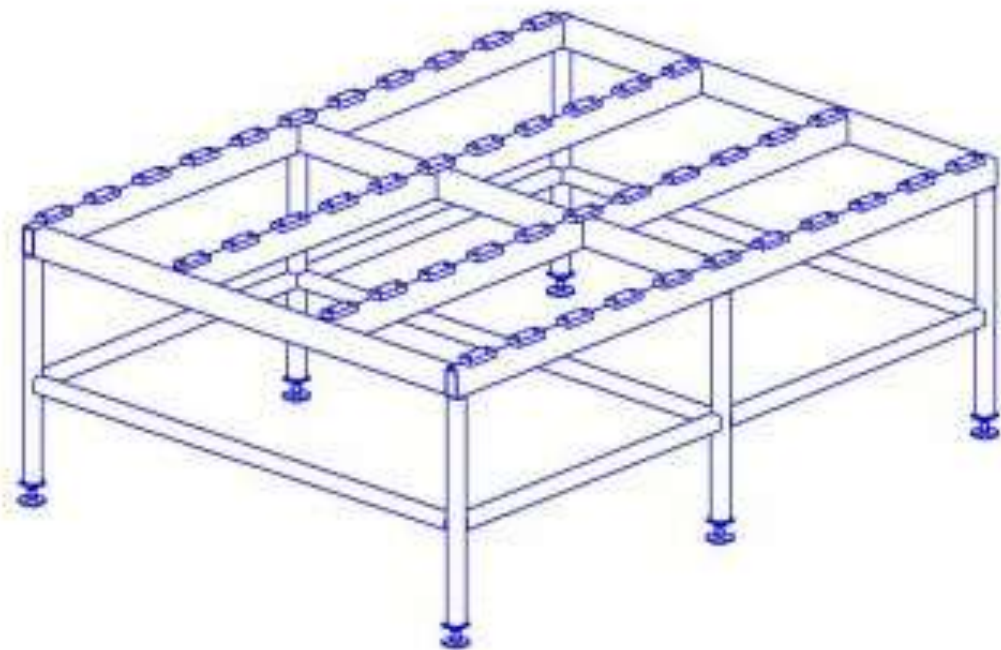


Рисунок 3.2 – Рама складально-зварювального стола

					КР.422.13.00.00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

## 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 контейнера сміттового 0,75 м<sup>3</sup>

Показник	Одиниці виміру	Кількісна чи вартісна оцінка	
		фактичні дані	проектні дані
Габаритні розміри виробу	мм	1160x910x910	
Сума витрат по видах та марках основних матеріалів на виріб:			
профільний прокат Ст4сп	кг	95	
зварювальний дріт Св-08Г2С	кг	2,77	
захисний газ (суміш МІХ-1 – Ar 82% +CO <sub>2</sub> 18%)	л/хв	5,46	
Розміри поворотних відходів на виріб	кг	3	
Ціна придбання матеріалу за кг:			
профільний прокат:			
сталь Ст4сп	грн	53,4	52,8
зварювальний дріт Св-08Г2С	грн	130	129,6
захисний газ (суміш МІХ-1 – Ar 82% +CO <sub>2</sub> 18%)	грн	45	44,4
Ціна реалізації поворотних відходів	грн	15	

Таблиця 4.2 - Характеристика технологічного процесу виготовлення контейнера сміттового 0,75 м<sup>3</sup>

Зміст операції	Варіанти	Устаткування		Інструменти		Розряд роботи	Штучні норми часу
		Назва	Ціна, грн	Назва	Ціна, грн		
1	2	3	4	5	6	7	8
Розмічування	$\frac{3}{II}$			рулетка лінійка кернер маркер	450 120 185 240	III	$\frac{2,6}{2,4}$
Різання	$\frac{3}{II}$	Плазморіз Procraft industrial CUT 100, Стрічкопильний верстат FDB Maschinen SG-380	37800 330000			IV	$\frac{2,7}{2,5}$
Згинання	$\frac{3}{II}$	Гідравл. трубозг. верстат RBM 16 Holzmann	13000	МОЛОТОК	200	IV	$\frac{2,8}{2,6}$
Складання	$\frac{3}{II}$	Стіл складально-зварювальний	134500	МОЛОТОК	200	IV	$\frac{3,3}{2,5}$
Зварювання	$\frac{3}{II}$	Зварювальний напівавтомат Esab Origo Mig C340 PRO	150500			IV	$\frac{3,4}{2,6}$
Зачищення	$\frac{3}{II}$	Кутова шліфувальна машина EINHELL TE-AG 125 CE	2600	щітка Vitals 125x22,2 диск зачисн. Bosch Standart 125x6,0	80 50	III	$\frac{2,9}{2,5}$
Контроль якості	$\frac{3}{II}$	Набір інструментів візуально-вимірального контролю ВІК-1	11000			VI	1,8
Транспортні операції	$\frac{3}{II}$	Кран	400000			IV	$\frac{1,6}{1,4}$

Штучна норма часу:

а) по технологічних операціях: по заводу 19,5;

по проекту 16,9;

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

по проекту 1,4.

Загальна штучна норма часу: по заводу 21,1;

по проекту 18,3.

Для виготовлення смітцевого контейнера  $0,75 \text{ м}^3$  застосовується технологічна форма організації виробництва. Режим роботи на дільниці приймаємо перервний при одній зміні в день. Дійсний фонд часу роботи устаткування визначаємо за формулою [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,  $K_p = 0,03 \dots 0,1$ .

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

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

Розрахунок проводять за формулою [14, с.10]:

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

					КР.422.13.00.00.000.ПЗ	Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

$B_{пр}$  – програма випуску продукції, у нашому випадку  $B_{пр} = 2400 шт.$

Кількість робочих місць для виконання розмічування при виготовленні смітцевого контейнера  $0,75 м^3$ :

- заводський варіант:

$$n = \frac{2,6 \cdot 2400}{1882 \cdot 1,1} = 3,01 \approx 3 \text{ шт.}$$

- проектний варіант:

$$n = \frac{2,4 \cdot 2400}{1882 \cdot 1,1} = 2,78 \approx 3 \text{ шт.}$$

Для вирізання заготовок кількість робочих місць рівна:

- заводський варіант:

$$n = \frac{2,7 \cdot 2400}{1882 \cdot 1,1} = 3,13 \approx 3 \text{ шт.}$$

- проектний варіант:

$$n = \frac{2,5 \cdot 2400}{1882 \cdot 1,1} = 2,9 \approx 3 \text{ шт.}$$

Для виконання згинальних операцій необхідно:

- заводський варіант:

$$n = \frac{2,8 \cdot 2400}{1882 \cdot 1,1} = 3,25 \approx 3 \text{ шт.}$$

					КР.422.13.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

- проектний варіант:

$$n = \frac{2,6 \cdot 2400}{1882 \cdot 1,1} = 3,01 \approx 3 \text{ шт.}$$

Для виконання складання кількість робочих рівна:

- заводський варіант:

$$n = \frac{3,3 \cdot 2400}{1882 \cdot 1,1} = 3,83 \approx 4 \text{ шт,}$$

- проектний варіант:

$$n = \frac{2,5 \cdot 2400}{1882 \cdot 1,1} = 2,9 \approx 3 \text{ шт.}$$

Для виконання процесу зварювання кількість робочих місць становить:

- заводський варіант:

$$n = \frac{3,4 \cdot 2400}{1882 \cdot 1,1} = 3,94 \approx 4 \text{ шт,}$$

- проектний варіант:

$$n = \frac{2,6 \cdot 2400}{1882 \cdot 1,1} = 3,01 \approx 3 \text{ шт.}$$

Кількість робочих місць для зачищення зварних швів:

- заводський варіант:

$$n = \frac{2,9 \cdot 2400}{1882 \cdot 1,1} = 3,36 \approx 3 \text{ шт,}$$

- проектний варіант:

					<i>КР.422.13.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46



$$n = \frac{2,5 \cdot 2400}{1882 \cdot 1,1} = 2,9 \approx 3 \text{ шт.}$$

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

$$n = \frac{1,8 \cdot 2400}{1882 \cdot 1,1} = 2,09 \approx 2 \text{ шт.}$$

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, 2400 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

$K_{кр} = 0,6 \dots 0,7$ .

$$n = \frac{2400 \cdot 2 \cdot 0,6}{2100 \cdot 0,7} = 1,96 \approx 2 \text{ шт.}$$

Приймаємо два настінних крани для між операційного транспортування частин і виробу в цілому.

					<i>КР.422.13.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

## 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  $B_{np} = 2400$  шт;

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

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

Необхідна кількість розмічувальників:

- за заводським варіантом:

$$r_{oi} = \frac{2400 \cdot 2,6}{1850 \cdot 1,2} = 2,81 \approx 3 \text{ чол,}$$

- за проектним варіантом:

$$r_{oi} = \frac{2400 \cdot 2,4}{1850 \cdot 1,2} = 2,6 \approx 3 \text{ чол.}$$

Необхідна кількість різальників:

- за заводським варіантом:

					КР.422.13.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

$$r_{oi} = \frac{2400 \cdot 2,7}{1850 \cdot 1,2} = 2,92 \approx 3 \text{ чол,}$$

- за проектним варіантом:

$$r_{oi} = \frac{2400 \cdot 2,5}{1850 \cdot 1,2} = 2,7 \approx 3 \text{ чол.}$$

Необхідна кількість робітників для виконання згинання:

- за заводським варіантом:

$$r_{oi} = \frac{2400 \cdot 2,8}{1850 \cdot 1,2} = 3,03 \approx 3 \text{ чол,}$$

- за проектним варіантом:

$$r_{oi} = \frac{2400 \cdot 2,6}{1850 \cdot 1,2} = 2,81 \approx 3 \text{ чол.}$$

Необхідна кількість складальників:

- за заводським варіантом:

$$r_{oi} = \frac{2400 \cdot 3,3}{1850 \cdot 1,2} = 3,57 \approx 4 \text{ чол,}$$

- за проектним варіантом:

$$r_{oi} = \frac{2400 \cdot 2,5}{1850 \cdot 1,2} = 2,7 \approx 3 \text{ чол.}$$

Необхідна кількість зварювальників:

					<i>КР.422.13.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

- за заводським варіантом:

$$r_{oi} = \frac{2400 \cdot 3,4}{1850 \cdot 1,2} = 3,68 \approx 4 \text{ чол.}$$

- за проектним варіантом:

$$r_{oi} = \frac{2400 \cdot 2,6}{1850 \cdot 1,2} = 2,81 \approx 3 \text{ чол.}$$

Необхідна кількість зачищувальників:

- за заводським варіантом:

$$r_{oi} = \frac{2400 \cdot 2,9}{1850 \cdot 1,2} = 3,14 \approx 3 \text{ чол.}$$

- за проектним варіантом:

$$r_{oi} = \frac{2400 \cdot 2,5}{1850 \cdot 1,2} = 2,7 \approx 3 \text{ чол.}$$

Необхідна кількість контролерів (за двома варіантами):

$$r_{oi} = \frac{2400 \cdot 1,8}{1850 \cdot 1,2} = 1,95 \approx 2 \text{ чол.}$$

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

Результати розрахунків приведено у таблиці 4.3

					<i>КР.422.13.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

Таблиця 4.3 - Зведена відомість промислово-виробничого персоналу

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

### 4.3 Визначення витрат і вартості основних матеріалів

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

Результати розрахунків подано у таблиці 4.4.

Таблиця 4.4 - Зведена відомість витрат на матеріальні ресурси

В-нт	Назва матеріалів ресурсів	Од. вим.	Ціна придб. за од. вим., грн/кг		Затрати в натуральних одиницях, грн			
					на один виріб		на програму	
З/П	Сталь Ст4сп	кг	53,4	52,8	5073	5016	12175200	12038400
З/П	Зв. дрiт Св-08Г2С	кг	130	129,6	360,1	358,99	864240	861580,8
З/П	Сумiш МІХ-1	кг	45	44,4	245,7	242,42	589680	581817,6
Р-ом					5678,8	5617,42	13629120	13481798,4

Продовження таблиці 4.4

В- нт	Транспортно-заготівельні витрати			Загальна сума, грн				Вартість поворотних відходів, грн			
	% ц. куп.	в грн. на один кг		на один виріб		на програму		на один виріб		на програму	
З/П	5	2,67	2,64	253,65	250,8	608760	601920	15	15	36000	36000
З/П	5	6,5	6,48	18	17,95	43212	43079,04				
З/П	5	2,25	2,22	12,29	12,12	29484	29090,88				
Р-ом		11,42	11,34	283,94	280,87	681456	674089,92	15	15	36000	36000

#### 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]:

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

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]:

					КР.422.13.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

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

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 розмічувальників:

- заводський варіант:

$$Z_{oo} = 6 \cdot 20,7 \cdot 2,6 = 322,92 \text{ грн};$$

$$Z_{до} = 322,92 \cdot (0,2 + 0,15) = 113,02 \text{ грн};$$

$$Z_{по} = 322,92 \cdot 0,4 = 129,17 \text{ грн};$$

- проектний варіант:

$$Z_{oo} = 6 \cdot 20,7 \cdot 2,4 = 298,08 \text{ грн};$$

$$Z_{до} = 298,08 \cdot (0,2 + 0,15) = 104,33 \text{ грн};$$

$$Z_{по} = 298,08 \cdot 0,4 = 119,23 \text{ грн}.$$

Затрати по оплаті праці різальників:

- заводський варіант:

$$Z_{oo} = 6 \cdot 21,5 \cdot 2,7 = 348,3 \text{ грн};$$

$$Z_{до} = 348,3 \cdot (0,2 + 0,15) = 121,91 \text{ грн};$$

$$Z_{по} = 348,3 \cdot 0,4 = 139,32 \text{ грн};$$

- проектний варіант:

$$Z_{oo} = 6 \cdot 21,5 \cdot 2,5 = 322,5 \text{ грн};$$

$$Z_{до} = 322,5 \cdot (0,2 + 0,15) = 112,88 \text{ грн};$$

$$Z_{по} = 322,5 \cdot 0,4 = 129 \text{ грн}.$$

					<i>КР.422.13.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

Затрати по оплаті праці згинальників:

- заводський варіант:

$$Z_{oo} = 7 \cdot 22 \cdot 2,8 = 431,2 \text{ грн};$$

$$Z_{до} = 431,2 \cdot (0,2 + 0,15) = 150,92 \text{ грн};$$

$$Z_{по} = 431,2 \cdot 0,4 = 172,48 \text{ грн};$$

- проектний варіант:

$$Z_{oo} = 7 \cdot 22 \cdot 2,6 = 400,4 \text{ грн};$$

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

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

Затрати по оплаті праці складальників:

- заводський варіант:

$$Z_{oo} = 6 \cdot 21,7 \cdot 3,1 = 429,66 \text{ грн};$$

$$Z_{до} = 429,66 \cdot (0,2 + 0,15) = 150,38 \text{ грн};$$

$$Z_{по} = 429,66 \cdot 0,4 = 171,86 \text{ грн};$$

- проектний варіант:

$$Z_{oo} = 6 \cdot 21,7 \cdot 2,5 = 325,5 \text{ грн};$$

$$Z_{до} = 325,5 \cdot (0,2 + 0,15) = 113,93 \text{ грн};$$

$$Z_{по} = 325,5 \cdot 0,4 = 130,2 \text{ грн}.$$

Затрати по оплаті праці зварювальників:

- заводський варіант:

$$Z_{oo} = 6 \cdot 21,5 \cdot 3,4 = 438,6 \text{ грн};$$

$$Z_{до} = 438,6 \cdot (0,2 + 0,15) = 153,51 \text{ грн};$$

$$Z_{по} = 438,6 \cdot 0,4 = 175,44 \text{ грн};$$

- проектний варіант:

$$Z_{oo} = 6 \cdot 21,5 \cdot 2,6 = 335,4 \text{ грн};$$

$$Z_{до} = 335,4 \cdot (0,2 + 0,15) = 117,39 \text{ грн};$$

$$Z_{по} = 335,4 \cdot 0,4 = 134,16 \text{ грн}.$$

Затрати по оплаті праці зачищувальників:

- заводський варіант:

					<i>КР.422.13.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54



$$Z_{oo} = 7 \cdot 18,5 \cdot 2,9 = 375,55 \text{ грн};$$

$$Z_{до} = 375,55 \cdot (0,2 + 0,15) = 131,44 \text{ грн};$$

$$Z_{по} = 375,55 \cdot 0,4 = 150,22 \text{ грн};$$

- проектний варіант:

$$Z_{oo} = 7 \cdot 18,5 \cdot 2,5 = 323,75 \text{ грн};$$

$$Z_{до} = 323,75 \cdot (0,2 + 0,15) = 113,31 \text{ грн};$$

$$Z_{по} = 323,75 \cdot 0,4 = 129,5 \text{ грн}.$$

Затрати по оплаті праці контролерів:

$$Z_{oo} = 8 \cdot 32,5 \cdot 1,8 = 468 \text{ грн};$$

$$Z_{до} = 468 \cdot (0,2 + 0,15) = 163,8 \text{ грн};$$

$$Z_{по} = 468 \cdot 0,4 = 187,2 \text{ грн}.$$

Затрати по оплаті праці транспортувальників:

- заводський варіант:

$$Z_{oo} = 11 \cdot 25 \cdot 1,6 = 440 \text{ грн};$$

$$Z_{до} = 440 \cdot (0,2 + 0,15) = 154 \text{ грн};$$

$$Z_{по} = 440 \cdot 0,4 = 176 \text{ грн};$$

- проектний варіант:

$$Z_{oo} = 11 \cdot 25 \cdot 1,4 = 385 \text{ грн};$$

$$Z_{до} = 385 \cdot (0,2 + 0,15) = 134,75 \text{ грн};$$

$$Z_{по} = 385 \cdot 0,4 = 154 \text{ грн}.$$

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

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

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

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

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

					КР.422.13.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

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

Затрати по оплаті праці наладжувальників:

$$Z_{\text{од}} = 2 \cdot 35 \cdot 1850 = 129500 \text{ грн};$$

$$Z_{\text{дд}} = 129500 \cdot 0,35 = 45325 \text{ грн};$$

$$Z_{\text{пд}} = 129500 \cdot 0,4 = 51800 \text{ грн.}$$

Затрати по оплаті праці ремонтників:

$$Z_{\text{од}} = 2 \cdot 35 \cdot 1850 = 129500 \text{ грн};$$

$$Z_{\text{дд}} = 129500 \cdot 0,35 = 45325 \text{ грн};$$

$$Z_{\text{пд}} = 129500 \cdot 0,4 = 51800 \text{ грн.}$$

Затрати по оплаті праці електриків:

$$Z_{\text{од}} = 1 \cdot 35 \cdot 1850 = 64750 \text{ грн};$$

$$Z_{\text{дд}} = 64750 \cdot 0,35 = 22662,5 \text{ грн};$$

$$Z_{\text{пд}} = 64750 \cdot 0,4 = 25900 \text{ грн.}$$

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]:

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

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

$r_n$  - чисельність працівників відповідної категорії;

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

12 - кількість місяців у році.

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

					<i>КР.422.13.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

$$З_{оп} = 1 \cdot 9100 \cdot 12 = 109200 \text{ грн};$$

$$З_{до} = 109200 \cdot 0,35 = 38220 \text{ грн};$$

$$З_{по} = 109200 \cdot 0,4 = 43680 \text{ грн}.$$

Затрати по оплаті праці МОП:

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

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

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

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

Таблиця 4.5 - Зведена відомість річного фонду оплати праці

Категорії працівників	Основна зар. плата, грн		Додаткова зар. плата, грн			
			за шкідливість		інші доплати	
	З	П	З	П	З	П
1	2		3		4	
<b>Основні робітники:</b>						
розмічувальники	245096,28	226242,72	85783,7	79184,95	98038,51	90497,09
різальники	264359,7	244777,5	92525,9	85672,13	105743,88	97911
згинальники	327280,8	303903,6	114548,28	106366,26	130912,32	121561,44
складальники	434815,92	247054,5	152185,57	86469,08	173926,37	98821,8
зварювальники	443863,2	254568,6	155352,12	89099,01	177545,28	101827,44
зачищувальники	285042,45	245726,25	99764,86	86004,19	114016,98	98290,5
контролери	236808		82882,8		94723,2	
транспортувальники	222640	194810	77924	68183,5	89056	77924
<b>Допоміжні роб.:</b>						
налагоджувальники	129500		45325		51800	
ремонтники	129500		45325		51800	
електрики	64750		22662,5		29500	
ІТР	109200		38220		43680	
МОП	102000		35700		40800	
Разом	2994856,35	2488841,17	1048199,72	871094,41	1706145,04	1503738,97

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КР.422.13.00.00.000.ПЗ

Арк.

57

#### 4.5 Калькуляція собівартості виробу

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

Таблиця 4.6 - Калькуляція собівартості виробу

Статті калькуляції	Сума затрат, грн	
	З	П
1	2	3
Основні матеріали:	5678,8	5617,42
сталь Ст4сп	5073	5016
зварювальний дріт Св-08Г2С	360,1	358,99
захисний газ (суміш МІХ-1 – Ar 82% +CO <sub>2</sub> 18%)	245,7	242,42
Поворотні відходи	15	
Паливо та енергія на технологічні цілі	98,9	98,6
Основна заробітна плата основних робітників	1024,96	814,12
Додаткова заробітна плата основних робітників	358,74	284,94
Премії та надбавки основних робітників	409,98	352,65
Відрахування на соціальне страхування	25,11	19,95
Відрахування на медичне страхування	44,84	35,62
Витрати на утримання та експлуатацію устаткування	364,22	364,22
Цехові (дільничні) витрати	237,6	237,6
Всього цехова собівартість	8228,15	7810,12

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

Необхідні визначення проектної суми капітальних витрат подано у таблиці 4.7.

					КР.422.13.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58

Таблиця 4.7 - Зведена відомість капітальних витрат

Види капітальних затрат	Кількість натуральних одиницях		Вартість одиниці, грн		Затрати на перевезення та монтаж, грн	
	З	П	З	П	З	П
Будівлі та споруди					-	-
Устаткування:						
різальне	3	3	367800	367800	18390	18390
згинальне	1	1	13000	13000	650	650
складальне	4	3	134500	134500	6725	6725
зварювальне	4	3	150500	150500	7525	7525
зачищувальне	3	3	2600	2600	130	130
контрольне	2	2	11000	11000	550	550
транспортне	2	2	400000	400000	20000	20000
Інструменти:						
молоток	10	8	200	200	10	10
диск зачисний	3	3	50	50	2,5	2,5
щітка	3	3	80	80	4	4
рулетка	9	8	450	450	22,5	22,5
кернер	3	3	185	185	9,25	9,25
лінійка	9	8	120	120	6	6
маркер	9	8	240	240	12	12
Разом						
Види капітальних затрат	Загальна вартість, грн		Норма амортиз. відрах, %	Річна сума амортиз. відрахувань, грн		
	З	П		З	П	
Будівлі та споруди	6990500	6990500	5	349525	349525	
Устаткування:						
різальне	1121790	1121790	8,5	95352,15	95352,15	
згинальне	13650	13650	8,5	1160,25	1160,25	

Продовження таблиці 4.7

складальне	544725	410225	7	38130,75	28715,75
зварювальне	609525	459025	7,5	45714,38	34426,88
зачищувальне	7930	7930	8,5	674,05	674,05
контрольне	22550	22550	6,5	1465,75	1465,75
транспортне	820000	820000	7,5	61500	61500
Інструменти:					
молоток	2010	1610	15	301,5	241,5
диск зачисний	152,5	152,5		22,88	22,88
щітка	244	244		36,6	36,6
рулетка	4072,5	3622,5		610,88	543,38
кернер	564,25	564,25		84,64	84,64
лінійка	1086	966		162,9	144,9
маркер	2172	1932		325,8	289,8
Разом	10140971,25	9854761,25		595067,51	574183,51

**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 ( $C_{nz} = 14885,05$  грн);

$C_{nn}$  - повна собівартість виробу за проектними даними, грн ( $C_{nn} = 13984,43$  грн);

$\Phi_{mz}$  - фондомісткість продукції за заводськими даними, грн/шт ( $\Phi_{mz} = 8228,15$  грн/шт);

$\Phi_{mn}$  - фондомісткість продукції за проектними даними, грн/шт ( $\Phi_{mn} = 7810,12$  грн/шт);

					<i>КР.422.13.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		60

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

$$E_{\Phi} = ((14885,05 + 0,15 \cdot 8228,15) - (13984,43 + 0,15 \cdot 7810,12)) \cdot 2400 = \\ = 2311978,8 \text{ грн.}$$

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 ( $\Phi_{ocz}= 29293464$  грн);

$\Phi_{ocn}$  - вартість основних виробничих фондів за проектним варіантом, грн ( $\Phi_{ocn}= 28024872$  грн);

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

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

$$E_{yp} = 2400 \cdot (14885,05 - 13984,43) = 2161488 \text{ грн;}$$

$$T_{ок} = \frac{29293464 - 28024872}{2161488} = 0,59 \text{ р.}$$

Порівняльний аналіз техніко-економічних показників показано у таблиці 4.8.

					<i>КР.422.13.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		61

Таблиця 4.8 - Основні техніко-економічні показники розробленого технологічного процесу

Показники	Одиниця виміру	Величина	
		З	П
1	2	3	4
Річна програма випуску продукції	шт	2400	2400
Кількість технологічного устаткування	шт	18	17
Собівартість товарної продукції	грн	14885,05	13984,43
Чисельність промислово-виробничого персоналу:			
- всього	чол	31	29
- основних робітників	чол	24	22
Фондомісткість продукції	грн/шт	8228,15	7810,12
Умовна річна економія	грн	-	2161488
Річний економічний ефект	грн	-	2311978,8
Термін окупності капітальних вкладень	роки	-	0,59
Місячний оклад основних робітників:			
- розмічувальники	грн	11867,31	10954,44
- різальники	грн	12800,03	11851,88
- згинальники	грн	15846,6	14714,7
- складальники	грн	15790,01	11962,13
- зварювальники	грн	16118,55	12325,95
- зачищувальники	грн	13801,46	11897,81
- контролери	грн	17199	17199
- транспортувальники	грн	16170	14148,75



## 5 ОХОРОНА ПРАЦІ

### 5.1 Засоби захисту при виконанні зварювальних робіт

У виробничих умовах не завжди можна знизити вміст усіх шкідливих речовин до ГДК за рахунок застосування тільки загально-обмінної (припливно-витяжної) та місцевої вентиляції. Тому в таких випадках необхідно застосовувати засоби індивідуального захисту органів дихання (далі - ЗІЗОД).

До ЗІЗОД належать респіратори, промислові протигази та ізолюючі дихальні апарати, які застосовуються для захисту від шкідливих речовин (аерозолів, газів, пари), що знаходяться в навколишньому повітрі.

За принципом дії (ДСТУ EN. 133) ЗІЗОД поділяються на фільтруючі (застосовуються при наявності у повітрі вільного кисню не менше 18% і обмеженого вмісту шкідливих речовин) та ізолюючі (при недостатньому для дихання вмісту в повітрі кисню та необмеженої кількості шкідливих речовин) [15].

Основні стандарти для ЗІЗОД – ДСТУ EN 133:2005 «Засоби індивідуального захисту органів дихання. Класифікація»; ДСТУ ГОСТ 12.4.041:2006 «Засоби індивідуального захисту органів дихання фільтрувальні. Загальні технічні вимоги» [15, 16] висувають основні вимоги до засобів захисту зварювальника.

Створення металевих конструкцій, будівництво, виготовлення нероз'ємних вузлів здійснюють за допомогою зварювання. Ця технологія застосовується в виробничих процесах, при ремонтах і в побутових умовах. Під час зварювання є небезпека травматизму і виникнення хронічних захворювань працівника. Засіб індивідуального захисту мінімізує ризики і забезпечить комфортні умови праці фахівця.

					КР.422.13.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		63

Спеціальні засоби захисту зварника. Зварювальник буде відчувати себе безпечно в різних умовах, якщо застосує спеціалізоване обладнання та спецодяг. Використання засобів захисту під час зварювальних робіт регламентується відповідними стандартами, що є обов'язковими до використання.

У перелік засобів індивідуального захисту включені [17, с.97]:

- спецодяг - комбінезони, штани, куртки повинні бути промарковані символом «ТР». Вбереже від попадання від крапель і бризок розплавленого металу, іскор і окалини. Робочий одяг виготовляється в літньому і зимовому виконанні (рис. 5.1);



Рисунок 5.1 – Зварювальний костюм

- захист при зварюванні органів дихання забезпечується спеціальними респіраторами, які зупиняють пил, дим і токсичні гази, в особливо складних випадках застосовуються ізолюючі протигази;

- маски і окуляри запобігають опік сітківки, потрапляння розпечених часток в очі (рис. 5.2);

					<i>КР.422.13.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		64



Рисунок 5.2 – Зварювальна маска

- в індивідуальні засоби захисту зварника входять брезентові і шкіряні рукавиці або рукавички, промарковані відповідним чином;

- взуття шкіряне з посиленими носками повинне відповідати вимогам ДСТУ [17, с.95].

Незалежно від призначення і конструкційних особливостей ЗІЗОД повинні відповідати вимогам, що ставляться до показників їх якості, які поділяють на такі основні групи [17, с.81]:

- показники захисної ефективності, що характеризуються коефіцієнтами проникання шкідливих речовин через усю конструкцію (коефіцієнт проникання), а також через окремі його елементи, вузли та деталі (коефіцієнти проникання лицевої частини, фільтруючих елементів, клапанів видихання тощо);

- показники надійності, які характеризують час захисної дії протигазових, комбінованих (газопилозахисних) і автономних ЗІЗОД, пилоємкість фільтруючих елементів протипилових та газопилозахисних респіраторів, стійкість конструкційних і фільтруючих матеріалів до дії хімічних, механічних та термічних факторів навколишнього середовища і при санітарній обробці, а також зберігання захисних властивостей в процесі транспортування та зберігання;

- ергономічні показники, що оцінюють можливий вплив ЗІЗОД на здоров'я, функціональний стан і працездатність людини, тобто які

					<i>КР.422.13.00.00.000.ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		65

характеризують ступінь безпечного використання ЗІЗОД для людини та збільшення робочого напруження в процесі їх експлуатації. До групи цих показників належать опір диханню, що створюється ЗІЗОД і окремими його вузлами — фільтруючими елементами, клапанами; рівні зміни температури, відносної вологості та газового складу повітря, яке вдихається; ступінь обмеження функції зору, мовлення, слуху; вагу ЗІЗОД у комплекті і тих його частин, які чинять навантаження на голову та тіло людини; ступінь обмеження пересування, а також необхідна кількість розмірів лицевих частин ЗІЗОД, що забезпечують охоплення основного контингенту працюючих відповідно до антропометричних даних тощо;

- показники технічної досконалості ЗІЗОД, до яких належать показники естетичного виконання, стандартизації і уніфікації окремих вузлів та деталей; економічності, технологічності виробництва.

Однією з основних характеристик ЗІЗОД є коефіцієнт захисту  $K_3$ . Він позначає кратність зниження концентрації шкідливої речовини, що забезпечується даним засобом індивідуального захисту, і визначає умови, за яких гарантується надійний захист людини від впливу шкідливих речовин, що містяться в повітрі робочої зони [17, с. 80].

Отже, засоби індивідуального захисту є невід'ємною частиною при виконанні зварювання, тому що вони захищають зварника від шкідливих і небезпечних факторів, які існують при різних зварювальних процесах.

## **5.2 Організація протипожежного водопостачання на підприємстві**

Господарський водопровід промислового підприємства може живитися водою від магістрального міського водопроводу або одночасно від підземних джерел – артезіанських свердловин та колодязів. Безпосередня подача води від міської мережі до внутрішньозаводської дозволяється у тому разі, коли міська мережа здатна забезпечити подачу води підприємству протягом доби під

					<i>КР.422.13.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		66

розрахунковим тиском, у відповідності до його графіка водоспоживання. При цьому для забезпечення надійності водоспоживання до підприємства від зовнішньої мережі необхідно мати не менше двох вводів від різних ділянок [18, с. 117].

Якщо вільний тиск у заводській мережі мусить бути більший, ніж у зовнішній міській мережі, влаштовують місцеві підвищуючі насосні станції. Вони можуть забирати воду безпосередньо від магістральної мережі або з резервуарів, що забезпечують збереження протипожежного запасу води та дотримання заданого графіку споживання води.

Заводські мережі водопостачання можуть бути прямоочними, зворотними та з послідовним використанням води [18, с. 117].

При прямому водопостачанні насосна станція, яка розташована біля водозабірної споруди, подає воду на виробничі потреби до цехів по виробничій мережі. При цьому вода проходить спеціальну підготовку на очисних водопровідних спорудах. Після використання у виробничому процесі вода поступає по каналізаційній мережі без очищення до джерела водопостачання або, за необхідності, на очисні споруди для очищення. У разі необхідності подачі води під різним тиском на насосній станції встановлюють декілька груп насосів, що постачають воду до окремих систем. Для господарсько-протипожежних вимог населеного пункту та цехів підприємства, де є потреба у воді питної якості, вода подається по господарсько-протипожежній мережі спеціальними насосами [18, с. 117-118].

При зворотному водопостачанні використана вода не скидається до водоймища, як при прямоочному водопостачанні, а після обробки знов подається до виробничої мережі підприємства.

Насосами вода після охолодження на спорудах подається по трубопроводах до виробничих агрегатів. При використанні у виробничому процесі вода нагрівається. Для подальшого її використання підігріта вода поступає по трубопроводах на охолодження до споруд (градирні, бризкальні

					<i>КР.422.13.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		67

басейни, охолоджуючі ставки). Додаток свіжої води від джерела (поповнення витраченої води) відбувається насосами по водоводах. Об'єм додатка становить 3-5% від кількості загального об'єму води у мережі [18, с. 118].

Послідовне водопостачання займає місце між прямоточним та зворотним. Так кількість води, яка відбирається від джерела при послідовному водопостачанні менше, ніж при прямоточному, але більше, ніж при зворотному.

На одному і тому ж підприємстві можуть бути різні схеми водопостачання, які обслуговують різні виробництва, цехи. Так для деяких цехів може бути влаштоване зворотне водопостачання, а для інших – прямоточне, послідовне. Таким чином, кожна система водопостачання окремого виробництва – комбінована [18, с. 119].

Отже, правильна організація протипожежного водопостачання на підприємстві дозволяє раціонально використовувати водні ресурси не забруднюючи довкілля та швидко знешкоджувати пожежі у разі їх виникнення.

### **5.3 Безпека праці під час виконання зварювальних робіт виготовлення контейнера смітцевого**

У першу чергу при виготовленні смітцевого контейнера, охорона праці виробничого процесу визначається шляхом урахування вимог безпеки до конкретного обладнання на етапі розробки проекту, випуску та випробуваннях дослідного зразка і передачі його в серійне виробництво згідно з ДСТУ 3278-95 «Система розроблення та поставлення продукції на виробництво. Основні терміни та визначення» [19].

Основними вимогами безпеки до технологічних процесів є [20, с. 192-193]:

					<i>КР.422.13.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		68

- усунення безпосереднього контакту працівників з вихідними матеріалами, заготовками, напівфабрикатами, готовою продукцією та відходами виробництва, що можуть бути вірогідними чинниками небезпек;
- заміна технологічних процесів та операцій, пов'язаних з виникненням небезпечних та шкідливих виробничих факторів, процесами і операціями, за яких ці фактори відсутні або характеризуються меншою інтенсивністю;
- комплексна механізація та автоматизація виробництва, застосування дистанційного керування технологічними процесами і операціями за наявності небезпечних та шкідливих виробничих факторів;
- герметизація обладнання;
- застосування засобів колективного захисту працівників;
- раціональна організація праці та відпочинку з метою профілактики монотонності праці, гіподинамії, а також обмеження важкості праці;
- своєчасне отримання інформації про виникнення небезпечних та шкідливих виробничих факторів на окремих технологічних операціях (системи отримання цієї інформації слід виконувати за принципом пристроїв автоматичної дії з виводом на системи попереджувальної сигналізації);
- впровадження систем контролю та керування технологічним процесом, що забезпечують захист працівників й аварійне відключення виробничого обладнання;
- своєчасне видалення і знешкодження відходів виробництва, які є джерелами небезпечних та шкідливих виробничих факторів;
- забезпечення пожежної і вибухової безпеки [20, с.193].

Для визначення необхідних засобів захисту слід керуватися вказівками відповідних нормативно-правових актів за видами виробничих процесів та групами виробничого обладнання, що використовуються в цих процесах. Перелік діючих нормативно-правових актів подається в покажчиках нормативно-правових актів з питань охорони праці [20, с.193].

					<i>КР.422.13.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		69

Виробничі будівлі та споруди, залежно від вибраного архітектурно-будівельного та об'ємно-планувального вирішення, можуть впливати на формування умов праці: освітлення, шум, мікроклімат, загазованість та запиленість повітряного середовища, виробничі випромінювання. Крім того, неправильне кольорове або архітектурне вирішення інтер'єру призводить до несприятливого психологічного впливу на працівників [20, с.193].

У виробничому приміщенні умови праці залежать від таких факторів, як розташування технологічного обладнання, організація робочого місця, сировини, заготовки та готова продукція. В кожному конкретному випадку вимоги безпеки до виробничих приміщень та площадок формуються, виходячи з вимог діючих будівельних норм та правил [20, с.193].

Розташування виробничого обладнання, вихідних матеріалів, заготовок, напівфабрикатів, готової продукції та відходів виробництва у виробничих приміщеннях і на робочих місцях не повинно створювати небезпеку для працівників. Відстані між одиницями обладнання, обладнанням та стінами виробничих приміщень, будівель і споруд мають відповідати вимогам діючих норм технологічного проектування, будівельним нормам та правилам.

Зберігання вихідних матеріалів, заготовок, напівфабрикатів, готової продукції та відходів виробництва потребує системи заходів, що виключають виникнення небезпечних та шкідливих виробничих факторів; використання безпечних пристроїв для зберігання; механізації й автоматизації навантажувально-розвантажувальних робіт тощо [20, с.193-194].

Таким чином, в технологічному процесі виготовлення сміттевого контейнера, використання всіх цих рекомендацій і вимог дозволить створити загальні правила з охорони і безпеки праці, які стосуватимуться спроектованої зварювальної ділянки.

					<i>КР.422.13.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		70



## ВИСНОВКИ

Контейнер об'ємом 0,75 м<sup>3</sup> є металевою конструкцією, яка використовується для збору сміття. Будова сміттевого контейнера складається з наступних деталей: ручка, кришки, боковини, днище, рамки, ніжки, упори, ребра, кутники і полози.

Найкращими умовами для виготовлення сміттевого контейнера є забезпечення механічних властивостей, які супроводжуються відповідними експлуатаційними роботами. Для даної конструкції найкращими показниками володіє конструкційна, низьковуглецева сталь звичайної якості марки Ст4сп.

Сміттевий контейнер 0,75 м<sup>3</sup> повинен задовольняти такі вимоги вдосконаленої технології:

- 4) застосування напівавтоматичного зварювання в захисній суміші МІХ-1, в склад якої входить 82% аргону та 18% вуглекислого газу; даний спосіб покращить продуктивність процесу, зона зварювання буде мати кращий захист, також зменшиться розбризування металу;
- 5) впровадження ефективних зразків складально-зварювального обладнання, що покращують якість складальних робіт та зменшують негативні процеси зварювання за рахунок ведення металу;
- 6) високоефективне зварювальне обладнання, яке повністю задовольняє вимоги технологічного процесу.

Також було проаналізовано організацію протипожежного водопостачання на підприємстві та засоби захисту при виконанні зварювальних робіт у розділі «Охорона праці».

					<i>КР.422.13.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		71

## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Гуменюк І.В., Іваськів О.Ф., Гуменюк О.В. Технологія електродугового зварювання: підручник. Київ: Грамота, 2006. 512 с.
2. Сталь Ст4сп. Метінвест: веб-сайт. URL: <https://metinvestholding.com/ua/products/steel-grades/st4sp> (дата звернення: 23.03.2024).
3. Квасницький В.В. Теорія процесів зварювання. Дослідження фізико-хімічних і металургійних процесів та здатності металів до зварювання: навч. посіб. Миколаїв: УДМТУ, 2002. 181 с.
4. Гаєвський О.А., Гаєвський В.О. Координація зварювальних робіт: навчальний посібник. Київ: Центр учбової літератури, 2017. 368 с.
5. Биковський О.Г., Пінковський І.В. Довідник зварника. Київ: Техніка, 2002. 336 с.
6. Напівавтомат зварювальний Origo Mig C340 PRO (Esab). Характеристики Origo Mig C340 PRO: веб-сайт: URL: <https://kievsvarka.com.ua/p44880001-poluavtomat-svarochnyj-origo.html> (дата звернення: 23.03.2024).
7. Камель Г.І., Гасило Ю.А., Івченко П.С., Романюк Р.Я. Контроль якості зварювання. Том 1. Неруйнівні методи контролю: навчальний посібник. Кам'янкьке: ДДТУ, 2018. 241 с.
8. Плазморіз Procraft industrial CUT100. Плазморізи: веб-сайт. URL: [https://procraft.ua/ua/svarochnoe-oborudovanie/plazmorezy/plazmorez-procraft-industrial-cut100?gclid=CjwKCAiAiP2tBhBXEiwACslfnp4X7Go3x-Tj5dmQtrEtZGGj6rpqEA8XEyrM4dLma\\_2ys3Hc0HeokxoCWOoQAvD\\_BwE](https://procraft.ua/ua/svarochnoe-oborudovanie/plazmorezy/plazmorez-procraft-industrial-cut100?gclid=CjwKCAiAiP2tBhBXEiwACslfnp4X7Go3x-Tj5dmQtrEtZGGj6rpqEA8XEyrM4dLma_2ys3Hc0HeokxoCWOoQAvD_BwE) (дата звернення: 23.03.2024).
9. Стрічкопильний верстат по металу FDB Maschinen SG 380. Металообробка: веб-сайт. URL: <https://fdb-maschinen.com.ua/ua/metallo-obrobka/lentochna-pila-sg-380> (дата звернення: 23.03.2024).

					КР.422.13.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		72

10. Гідравлічний трубозгинальний верстат RBM 16 Holzmann. Згинальні верстати: веб-сайт. URL: <https://stanok.kiev.ua/ua/p921429538-gidravlicheskij-trubogibochnyj-stanok.html> (дата звернення: 23.03.2024).

11. Набір інструментів візуально-вимірювального контролю ВІК-1. Засоби візуального контролю: веб-сайт. URL: <https://diagnostic.mk.ua/catalog/visual-ctl> (дата звернення: 23.03.2024).

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. Київ: Арістей, 2005. 268 с.

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

15. ДСТУ EN 133:2005 «Засоби індивідуального захисту органів дихання. Класифікація».

16. ДСТУ ГОСТ 12.4.041:2006 «Засоби індивідуального захисту органів дихання фільтрувальні. Загальні технічні вимоги».

17. Левченко О.Г. Гігієна праці та виробнича санітарія у зварювальному виробництві. Навчальний посібник для студентів зварювальних спеціальностей. Київ: Основа, 2004. 98 с.

18. Антіпов І.А., Кулешов М.М., Петухова О.А. Протипожежне водопостачання. Підручник. Харків, 2004. 255 с.

19. ДСТУ 3278-95 «Система розроблення та поставлення продукції на виробництво. Основні терміни та визначення». Наказ Держстандарту України від 27.12.1995р. №442.

20. Охорона праці та цивільний захист: підручник для студентів, які навчаються за спеціальностями галузей знань «Автоматизація та

					КР.422.13.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		73

приладобудування» / Левченко О.Г., Полукаров О.І., Зацарний В.В.,  
Полукаров Ю.О., Землянська О.В.; за ред. О.Г. Левченка. Київ: КПІ ім. Ігоря  
Сікорського, 2019. 420 с.

					КР.422.13.00.00.000.ПЗ	Арк.
						74
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

# ДОДАТКИ

					КР.422.13.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		75