

**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**  
піддашка

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

**Вадим ВДОВИЧЕНКО**

Керівник

**Володимир ГАВРИЛЮК**

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

**ВДОВИЧЕНКУ Вадиму Сергійовичу**

**Тема роботи** \_\_\_\_\_ Проект вдосконалення технологічного процесу  
виготовлення піддашка \_\_\_\_\_

**Керівник роботи** \_\_\_\_\_ ГАВРИЛЮК Володимир Ярославович  
(прізвище, ім'я, по батькові)

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

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

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

**Зміст розрахунково-пояснювальної записки**

**1 АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ** \_\_\_\_\_

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

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

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

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

**2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ** \_\_\_\_\_

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

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

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

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

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

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



## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

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

Студент

\_\_\_\_\_ ( підпис )

Вадим ВДОВИЧЕНКО

(ім'я, прізвище)

Керівник роботи

\_\_\_\_\_ ( підпис )

Володимир ГАВРИЛЮК

(ім'я, прізвище)

## **АНОТАЦІЯ**

Процеси зварювання відіграють важливу роль при виготовленні металевих конструкцій будь-якого рівня складності. Особливістю технологічного процесу виготовлення піддашка є вдосконалення вже наявного заводського варіанту зі зміною способу зварювання, обладнання, матеріалів та інших виробничих операцій. В загальному технологія виготовлення конструкції представлена заготівельними, складальними, зварювальними, опоряджувальними, допоміжними та контрольними операціями. Виконання економічних розрахунків дозволяє оцінити можливість доцільності застосування даного технологічного процесу у виробництві. Дотримання вимог техніки безпеки та охорони праці займають важливе місце у технологічних процесах виготовлення конструкцій, оскільки від цього безпосередньо залежить здоров'я працівників підприємства.

## **ANNOTATION**

Welding processes have an important part in the manufacture technology of metal constructions. Complication of metal constructions can be of different levels. The feature of technological process are the improvement of factory process of the underlay 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 . . . . .	12
1.3.1 Вимоги до матеріалів і напівфабрикатів . . . . .	12
1.3.2 Вимоги до шорсткості, геометричності форми та розмірів	13
1.3.3 Вимоги до зварних з'єднань виробу . . . . .	14
1.3.4 Вимоги до складання . . . . .	14
1.3.5 Вимоги до якості зварної конструкції . . . . .	15
1.4 Аналіз базового технологічного процесу виготовлення зварної конструкції та постановка задач на виконання кваліфікаційної роботи . . . . .	16
2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ . . . . .	18
2.1 Технічне обґрунтування вибраного способу зварювання . . . . .	18
2.2 Вибір зварювальних матеріалів . . . . .	20
2.3 Вибір та розрахунок параметрів режиму зварювання . . . . .	21
2.4 Вибір і обґрунтування зварювального устаткування . . . . .	25
2.5 Вибір методу контролю якості виробу . . . . .	27
2.6 Опис вибраного технологічного процесу виготовлення зварної конструкції . . . . .	28
2.6.1 Заготівельні операції . . . . .	28
2.6.2 Складальні операції . . . . .	30
2.6.3 Складально-зварювальні операції . . . . .	30

					<i>КР.422.03.00.00.000.ПЗ</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>Проект вдосконалення технологічного процесу виготовлення піддашка Пояснювальна записка</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Розроб.</i>		<i>Вдовиченко</i>				4	75	
<i>Перевір.</i>		<i>Гаврилюк</i>						
<i>Реценз.</i>								
<i>Н. Контр.</i>		<i>Залуцька</i>				<i>ВСП «ТФК ТНТУ», гр. ПМ-422ск</i>		
<i>Затв.</i>		<i>Дранівська</i>						

2.6.4	Опоряджувальні операції . . . . .	31
2.6.5	Допоміжні операції . . . . .	31
2.6.6	Контроль якості . . . . .	31
2.7	Нормування технологічного процесу виготовлення зварної конструкції і витрат матеріалів та електроенергії . . . . .	32
3	КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ . . . . .	36
3.1	Обґрунтування вибору типу пристосувань, які застосовуються при виготовленні конструкції . . . . .	36
3.2	Опис роботи зварювального пристосування . . . . .	38
4	ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ . . . . .	41
4.1	Розрахунок кількості обладнання . . . . .	41
4.2	Розрахунок кількості працівників . . . . .	46
4.3	Визначення витрат і вартості основних матеріалів . . . . .	49
4.4	Розрахунок фонду оплати праці . . . . .	50
4.5	Калькуляція собівартості виробу . . . . .	56
4.6	Розрахунок суми капіталовкладень для розробленого технологічного процесу та його економічної ефективності . . . . .	57
4.7	Основні техніко-економічні показники розробленого технологічного процесу . . . . .	58
5	ОХОРОНА ПРАЦІ . . . . .	61
5.1	Планування та розробка заходів з охорони праці . . . . .	61
5.2	Розрахунок захисного заземлення . . . . .	63
5.3	Правила безпеки праці зварювальних робіт під час виготовлення піддашка . . . . .	68
	ВИСНОВКИ . . . . .	72
	ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ . . . . .	73
	ДОДАТКИ . . . . .	75

## ВСТУП

Зварювання – це прогресивний технологічний процес отримання нероз’ємних з’єднань деталей, який дозволяє одержувати конструкції із високими експлуатаційними властивостями. Переваги зварних з’єднань дозволяють їх широко використовувати в різних конструкціях відповідно до призначення. Процес зварювання має багато переваг, серед яких це економія часу, а також матеріалів в процесі виробництва конструкцій. Як наслідок це сприяє значно підвищити рівень механізації та автоматизації виробництва, створюються можливості для підвищення продуктивності, покращуються умови праці робітників.

Новий етап розвитку науково-технічного прогресу дає можливість зварювання деталей різних товщин матеріалів, а в зв’язку із цим і кількість видів та способів зварювання. В даний час зварюють деталі товщиною від декількох мікрометрів (в мікроелектроніці) до десятків сантиметрів і навіть метрів (у важкому машинобудуванні). Поряд з конструкційними вуглецевими і низьколегованими сталями все більше доводиться зварювати спеціальні сталі, легкі сплави і сплави на основі титану, молібдену, цирконію та інших матеріалів, а також різнорідних матеріалів. Від прогресивності використовуваних зварювальних процесів і якості виконання цих робіт безпосередньо залежить якість і надійність готових конструкцій та ефективність виробництва в цілому. Один із найбільш розвинутих напрямків у зварювальному виробництві – широке застосування механізованого та автоматизованого дугового зварювання. Отже дані питання можна вирішити використовуючи механізацією та автоматизацією, як самих зварювальних процесів, так і комплексною механізацією та автоматизацією, що охоплює всі види робіт, які пов’язані із виготовленням зварних конструкцій (заготівельні, складальні і ін.) та створення поточних і автоматизованих виробничих ліній. Важливе значення при цьому займає створення спеціального зварювального обладнання та засобів оснащення технологічних процесів.

					КР.422.03.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6



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].

Виготовлення різного зварювального устаткування відбувається і у нашій країні, що дозволяє якісно комплектувати різні галузі народного господарства та промисловості.

					КР.422.03.00.00.000.ПЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

# 1 АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ

## 1.1 Опис конструкції зварного виробу

Піддашок представляє собою конструкцію, яка монтується на стіні, в основному над входними дверима в приміщення. Основною його функцією є захист дверей чи вікон над якими він встановлений, від небажаної дії атмосферних опадів (дощу, снігу), що може призвести до суттєвого їх пошкодження чи навіть виходу з ладу.

Ескіз піддашка показаний на рисунку 1.1.

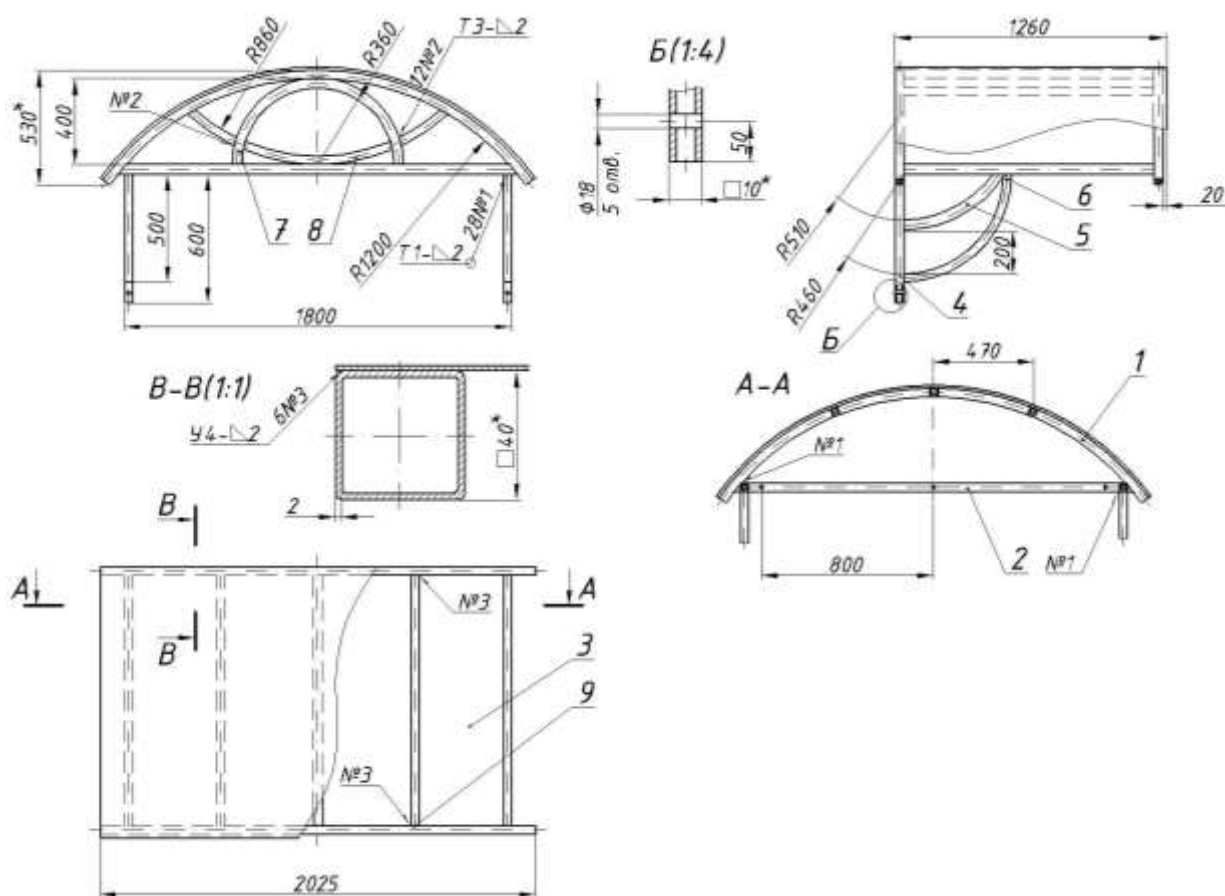


Рисунок 1.1 – Ескіз піддашка

До його складу входять (див. рис. 1.1):

- 1) дуга 2 шт. – профільна труба 40x40x2,0;

					КР.422.03.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

- 2) напрямна 2 шт. – профільна труба 40x40x2,0 мм;
- 3) лист 1 шт. –  $t = 1,5$  мм;
- 4) стійка 2 шт. – профільна труба 40x40x2,0 мм;
- 5) боковина внутрішня 2 шт. – профільна труба 40x40x2,0 мм;
- 6) боковина зовнішня 2 шт. – профільна труба 40x40x2,0 мм;
- 7) декор нижній 2 шт. – профільна труба 40x40x2,0 мм;
- 8) декор верхній 2 шт. – профільна труба 40x40x2,0 мм;
- 9) перемичка 6 шт. – профільна труба 40x40x2,0 мм.

Габаритні розміри конструкції наступні: висота – 1040 мм, ширина – 2025 мм, глибина – 1260 мм.

### 1.1.1 Технічні вимоги до зварного виробу

Виготовлення піддашка повинно виконуватись із дотриманням вимог:

- зменшення габаритних розмірів деталей та складальних одиниць за рахунок правильного компоунування;

- зменшення різноманітності форм деталей та складальних одиниць використовуючи методи уніфікації збільшуючи при цьому їх кількість при можливості масового виробництва, але потрібно вибирати найбільш складну форму заготовки та великих розмірів, цим буде створюватись резерв металу по відношенню до інших заготовок менших розмірів. Між вимогами компоунування та уніфікації потрібно вибрати правильний баланс, оскільки в деяких випадках вони суперечать одна одній. Тому в процесі проектування конструкції потрібно враховувати найбільш важливу вимогу компоунування чи уніфікації, яка буде відповідати максимальній технологічності конструкції;

- легке механічне оброблення використовуваних матеріалів за рахунок простіших форм та уніфікації деталей чи складальних одиниць, з можливістю застосування високопродуктивного обладнання і технологічного устаткування;

					<i>КР.422.03.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

- формування зварних з'єднань з механічними умовами, які задовольняють технічні умови на виготовлення конструкції.

## 1.2 Характеристика матеріалу зварного виробу

Враховуючи умови роботи піддашка, які пов'язані із корозійним впливом середовища та для естетичного зовнішнього вигляду конструкції доцільним буде її виготовлення зі сталі аустенітного класу.

Тому в якості основного матеріалу для виготовлення піддашка буде використовуватись високолегована, нержавіюча, корозійно-стійка, хромонікелева сталь 12X18H10T. Це з однієї сторони призведе до зростання собівартості конструкції, а з іншої, це виправданий варіант, тому що висока корозійностійкість сталі забезпечить довговічність конструкції зі збереженням її високої естетичності.

Хімічний склад сталі 12X18H10T, яка використовується для виготовлення піддашка приведено в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Хімічний склад сталі 12X18H10T, % [2]

Вміст елементів, %								
C	Si	Mn	Cr	Ni	Ti	S	P	Cu
						не більше		
до 0,12	до 0,8	до 2,0	17,0- 19,0	9,0- 11,0	0,8	0,020	0,035	0,30

Механічні властивості сталі приведені в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 – Механічні властивості сталі 12X18H10T [2]

$\sigma_{0,2}$ , МПа	$\sigma_B$ , МПа	$\delta_5$ , %	$\psi$ , %	КСУ, Дж/см <sup>2</sup>
не менше				
315	529	40	80	2,2

Аустенітна структура хромонікелевих сталей зберігається при швидкому охолодженні із підвищених температур. Враховуючи особливості цих сталей, в зварних швах повинна бути присутня феритна фаза біля 2...3%, в іншому випадку не буде досягнута стійкість проти утворення гарячих тріщин.

В своєму складі високолеговані сталі містять елементи, які класифікуються на дві основні групи: аустенітоутворюючі (С, N, Ni, Mn, Cu, Со та ін.) та феритоутворюючі (Cr, Si, Мо, V, Nb, Ti, W, Al та ін). Враховуючи співвідношення аустеніто- та феритоутворюючих елементів в металі шва, його структура може бути однофазною (аустенітна, феритна, мартенситна) або двофазною (аустенітно-феритна, аустенітно-мартенситна, мартен-ситно-феритна та ін.).

Визначення вмісту фериту в зварних швах та в наплавленому металі користуються діаграмою, яку запропонував Шефлер (рис. 1.2) та емпіричними формулами для визначення еквівалентних значень хрому ( $Cr_{екв}$ ) і нікелю ( $Ni_{екв}$ ) [3, с.19]:

$$Cr_{екв} = \%Cr + \%Si \cdot 1,5 + \%Ni \cdot 0,5 + \%Nb \cdot 0,5 + \%Mo + \%V \cdot 0,8 + \%Ti \cdot 4,0; \quad (1.1)$$

$$Ni_{екв} = \%Ni + \%C \cdot 30 + \%Mn \cdot 0,5, \quad (1.2)$$

де С, Mn, Si, Ni, Cr, Мо, Nb, V, Ti – відсотковий вміст відповідних елементів у сталі.

$$Cr_{екв} = 0,12 + 0,8 \cdot 1,5 + 11 \cdot 0,5 + 0,8 \cdot 4,0 = 10,02;$$

					<i>КР.422.03.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

$$Ni_{\text{екв}} = 11 + 0,12 \cdot 30 + 2,0 \cdot 0,5 = 15,6.$$

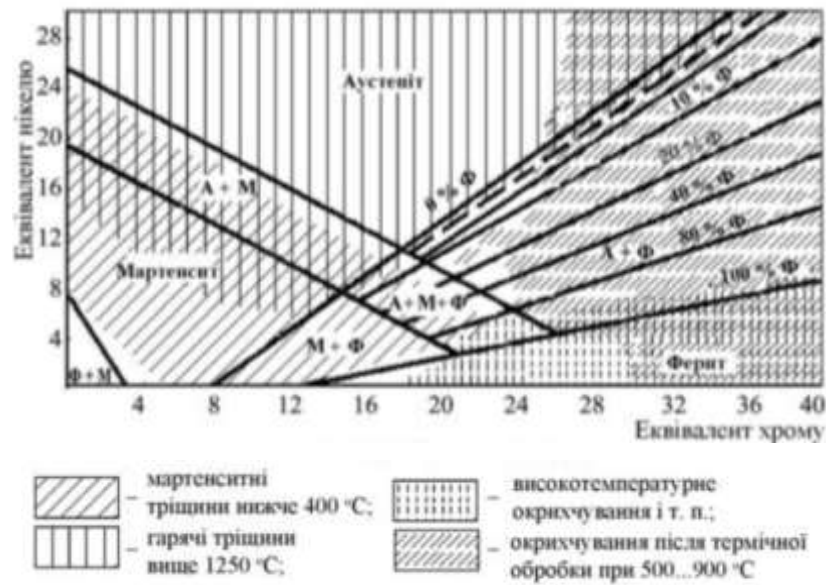


Рисунок 1.2 – Діаграма Шефлера [3, с.20]

При виконанні розрахунків отримали  $Cr_{\text{екв}}=10,2$ ;  $Ni_{\text{екв}}=15,6$ , дивлячись на діаграму Шефлера при зварюванні утворюватиметься структура аустеніт (див. рис. 1.2), який вказує на те, що можливе утворення гарячих тріщин при температурах  $\geq 1250$  °С.

Щоб запобігти цьому небажаному явищу, потрібно забезпечити повільне охолодження та виконати відпуск металу шва і зони термічного впливу після виконання зварювання.

### 1.3 Технічні умови на виготовлення зварної конструкції

#### 1.3.1 Вимоги до матеріалів і напівфабрикатів

Виготовлення піддашка повинно виконуватись тільки якісними матеріалами.

Тому якість та механічні властивості матеріалів і напівфабрикатів мають задовольняти такі вимоги:

					<i>КР.422.03.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

- а) наявність відповідної документації, яка підтверджує якість за рахунок відповідних технологічних властивостей;
- б) додаткові дослідження використовуваних матеріалів у випадку необхідності;
- в) дотримання чистоти поверхонь без наявних дефектів і пошкоджень;
- г) правильне зберігання матеріалів без надмірної вологості повітря;
- д) надійність матеріалів протягом заданого ресурсу роботи;
- е) дефекти матеріалів, які утворилися при їх навантаженню чи транспортуванню, повинні бути видалені методами механічного оброблення;
- є) в технологічному процесі використовуються тільки якісно запаковані матеріали із зазначенням їх марки та механічні властивості сформованого наплавленого металу;
- ж) в залежності від типу і виду використовуваного захисного газу повинні бути забезпечені умови їх додаткового очищення, а також підігрівання по необхідності.

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

Геометрична форма і розміри піддашка повинні відповідати кресленням та технічним умовам на його виготовлення. Правильність форми та розмірів забезпечується використанням спеціальної технологічної оснастки з можливістю встановлення допустимих зазорів. Також повинні бути враховані вимоги технічних особливостей виробництва, форми та конструктивних елементів зварних з'єднань, характеру підготовки кромки, відповідних прийомів, які спрямовані на зменшення напружень та деформацій.

Враховуючи матеріал зварної конструкції та умови її експлуатації, після закінчення технологічного процесу виготовлення її піддають поліруванню для надання піддашку високих показників естетичності. Тому значення шорсткості після виконання полірування становить  $R_a=0,012$  мкм.

					<i>КР.422.03.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

### 1.3.3 Вимоги до зварних з'єднань виробу

Зварне з'єднання – це частина виробу між торцями деталей чи складальних одиниць, які з'єднуються між собою за допомогою зварювання. Зварні з'єднання повинні мати відповідну конструктивну форму згідно стандарту без присутніх критичних дефектів. Зварні з'єднання характеризуються якістю, яка визначає їх пластичність, циклічну міцність та довговічність. Тому в процесі виконання зварювальних робіт необхідно приймати міри по попередженню утворення дефектів, а також причин, що їх викликають, раціонально організований процес є запорукою якісного виготовлення виробів та конструкцій всіх видів.

Основні вимоги, котрим повинні відповідати зварні з'єднання:

- однакова довжина і ширина по всій довжині;
- гладка або рівномірно лускувата поверхня без будь-яких включень;
- застосування технологічних планок для уникнення усадкової раковини при закінченні з'єднання.

### 1.3.4 Вимоги до складання

Суть складання полягає у встановленні та фіксації деталей згідно проектного положення, яке відповідає кресленню.

Складальна конструкція містить деталі та заготовки, в яких перевіряють:

- правильність габаритних розмірів;
- відповідність кресленням;
- присутність різних забруднень;
- конструктивні розміри та кути розроблення кромки.

Процес складання є трудомістким, тому під час його виконання потрібно керуватися наступними умовами:

- 1) проектне встановлення деталей у складальному пристосуванні;

					<i>КР.422.03.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14



- 2) витримувати рівномірність зазорів;
- 3) надійне закріплення деталей зі збереженням форми при додатковому впливі процесу зварювання;
- 4) забезпечення площинності та прямолінійності деталей;
- 5) використання спеціального складального або складально-зварювального устаткування;
- 6) врахування величини деформацій, які викликаються зварюванням;
- 7) правильна послідовність виконання та величина конструктивних прихоплень;
- 8) довжина прихоплень не повинна перевищувати 25 мм, при їх перерізі 0,35 – 0,75 відносно товщини основного металу;
- 9) торці деталей в місцях зварювання повинні бути зачищені до металевого блиску.

### 1.3.5 Вимоги до якості зварної конструкції

Якість зварної конструкції визначається присутністю дефектів, які в основному виникають у зварних з'єднаннях, тому їх величина повинна відповідати технічним умовам на виготовлення продукції.

Для забезпечення потрібної якості зварних швів потрібно врахувати ряд умов, а саме:

- використання найбільш придатних зварювальних матеріалів відповідно до марки основного металу;
- загальна довжина виявлених дефектів не повинна перевищувати 5% від загальної довжини шва;
- відсутність тріщин будь-якої форми та напрямку, як в зварних швах, так і в зоні термічного впливу, тому що це дуже небезпечний вид дефекту;
- виправлення дефектів, якщо це можливо, за допомогою методів механічної обробки металів;

					<i>КР.422.03.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

- використання найбільш придатного методу контролю якості відповідно до умов призначення конструкції та вимог, що до неї пред'являються;

- висока якість зварювання, що є основою при виготовленні зварних конструкцій.

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

Для того, щоб виготовити піддашок потрібно виконати такі основні операції: вирівняти профіль, розмітити, врізати, зігнути заготовки з яких виготовлені дуги, боковини та декори, скласти, прихопити, зварити та проконтролювати якість зварних з'єднань і конструкції загалом.

Піддашок виготовляється із профільних труб різного типорозміру, тільки для кріплення зверху листа використовується листовий метал товщиною 1,5 мм.

Послідовність виготовлення конструкції полягає у встановленні деталей в проектне положення на складальному столі без додаткових засобів їх фіксації, виконання точкових прихоплень та загального ручного дугового зварювання покритими електродами марки ЦЛ-11 «Плазма» діаметром 3мм.

Недоліки базового технологічного процесу виготовлення піддашка пов'язані із використанням способу ручного дугового зварювання, що з одного боку є простим та універсальним, а з іншого відсутня його механізація, що б привело до підвищення продуктивності процесу. Також відсутні засоби механізації виконання складальних операцій без використання додаткових інструментів та пристосувань.

Для виправлення цього потрібно використовувати спосіб дугового напівавтоматичного зварювання в захисному газі, який підвищить продуктивність зварювального процесу, а також виконувати складання на

					<i>КР.422.03.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

спеціалізованому обладнанні з використанням необхідних затискних інструментів. В якості захисного газу використовується аргон, тому що основний матеріал відноситься до аустенітного класу і будь-який інший газ не зможе забезпечити надійний захист зони зварювання без додаткової зміни властивостей основного металу.

					<i>КР.422.03.00.00.000.ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		<i>17</i>

## 2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

### 2.1 Технічне обґрунтування вибраного способу зварювання

Для виготовлення піддашка можливе застосування будь-якого способу дугового зварювання, однак потрібно враховувати марку зварюваного матеріалу, товщину заготовок, довжину та орієнтацію зварних швів.

При способі ручного дугового зварювання переміщення і подача електрода виконується вручну залежно від інтенсивності протікання процесу. Переваги даного способу у його простоті та універсальності, однак його продуктивність не дуже висока, тому він використовується для виконання коротких швів у важкодоступних місцях.

Обсяги напівавтоматичного зварювання під флюсом останнім часом різко скоротилися. Це пов'язано із неможливістю слідкування за переміщенням зварювальної дуги по стику, тому що вона закрита шаром флюсу. Напівавтоматичне зварювання під флюсом в основному застосовується для зварювання коротких криволінійних швів, що знаходяться в нижньому положенні.

Перевагами автоматичного зварювання під шаром флюсу є комплексна автоматизація процесу, що забезпечує високу його продуктивність, високу якість швів, яка досягається надійним захистом розплавленого металу зварювальної ванни та роботою автомата без участі зварювальника. Автоматичне зварювання в основному використовується для довгих швів і процес виконується в нижній площині. Також після використання способів зварювання під флюсом потрібне додаткове виконання робіт для зняття шлаку з поверхні зварних швів.

Напівавтоматичне зварювання в захисних газах останніми роками все ширше застосовується в різних галузях промисловості. Це завдяки його простоті виконання, універсальності, достатній продуктивності, так як зварювальний дріт подається в зону зварювання механізовано. Газ виконує

					<i>КР.422.03.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

захисну функцію, не дозволяючи кисню і азоту, які містяться в повітрі взаємодіяти із розплавленим металом зварного шва. В якості захисних газів може використовуватись вуглекислий газ ( $\text{CO}_2$ ) – MAG зварювання, аргон (Ar) – MIG зварювання та їх суміші в різних пропорціях. Активний вуглекислий газ дешевший порівняно з аргонем та використовується для зварювання сталей феритного класу, а інертний газ аргон відповідно для сталей аустенітного класу.

Враховуючи те, що піддашок виготовляється із високолегованої нержавіючої сталі, то для зварювання буде використовуватись спосіб напівавтоматичного зварювання в аргоні (Ar). Схема виконання даного способу зварювання показана на рисунку 2.1.

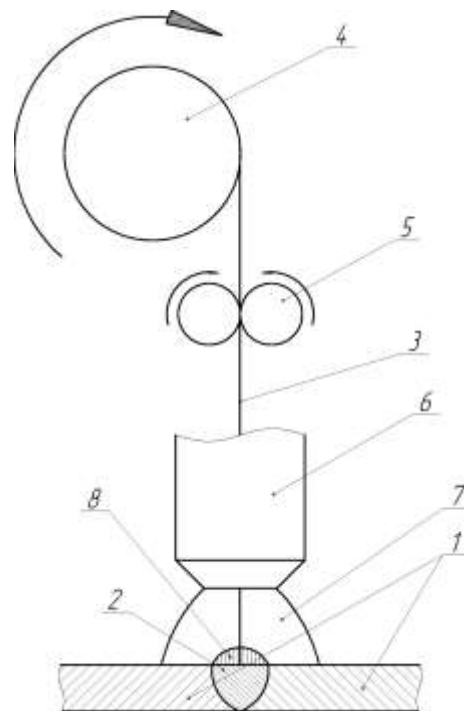


Рисунок 2.1 – Схема напівавтоматичного зварювання в захисному газі

1 - зварювані деталі, 2 - зварний шов, 3 - зварювальний дріт, 4 - котушка з електродним дротом, 5 - подавальні ролики, 6 – пальник, 7 - захисний газ, 8 - зварювальна дуга

					<i>КР.422.03.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

## 2.2 Вибір зварювальних матеріалів

Від правильного вибору зварювальних матеріалів залежить якість виконання процесу зварювання, тому що саме вони визначають технологічні властивості утворених зварних з'єднань, які не повинні бути гіршими за властивості основного металу.

Так як для виготовлення піддашка використовується високолегована сталь і зварювання виконується механізованим способом, то необхідним захисним газом буде аргон. Це є інертний газ, який отримується з повітря методом низькотемпературної ректифікації з наступним добуванням кисню та азоту, що в свою чергу вже використовуються для інших цілей. Відповідно до технічних умов Державного стандарту для зварювання використовуватиметься аргон вищого сорту.

Піддашок виготовлений з марки сталі 12X18H10T тому зварювання буде виконуватись дротом марки Св-01Х19Н9. В складі дроту відсоток хрому більше ніж в основному металі, це пояснюється тим, що в процесі зварювання частина хрому йде на утворення інших сполук, тому доля його в наплавленому металі буде меншою, чого може бути недостатньо для збереження високої загальної корозійної стійкості конструкції, для того і вибирається дріт з більшим відсотком хрому.

Хімічний склад зварювального дроту приведено в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Хімічний склад дроту Св-01Х19Н9 [5, с.76-77]

Вміст елементів, %						
С	Si	Mn	Cr	Ni	S	P
					не більше	
≤0,03	0,5-1,0	1,0-2,0	18,0-20,0	10,0	0,015	0,025

### 2.3 Вибір та розрахунок параметрів режиму зварювання

Оскільки піддашок в основному зварюється тавровими з'єднаннями, а також кутовими, тому всі розрахунки будуть виконуватись для Т1 (див. рис. 2.2) з величиною катета 2 мм. Дана величина катета є оптимальною тому що забезпечує необхідну міцність та надійність з'єднання протягом визначеного експлуатаційного періоду.

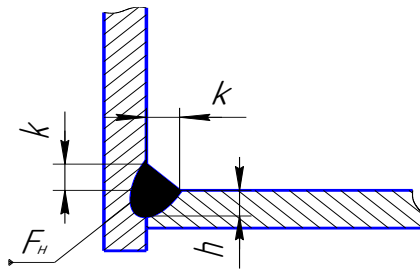


Рисунок 2.2 - Таврове з'єднання типу Т1

$k$  – катет шва;  $F_n$  – площа наплавленого металу;  $h$  – глибина проплавлення основного металу

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

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

де  $K$  – катет шва,  $K=2$  мм,

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

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

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

					<i>КР.422.03.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$h_H = \sqrt{2} = 1,41 \text{ мм.}$$

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]:

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

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

вибираємо значення  $\psi_M$ , яке знаходиться в інтервалі величин 0,8 – 2,0 мм [4,с.196], воно складатиме  $\psi_M=0,95$ .

Отже:

$$H = \frac{2,83}{0,95} = 2,98 \text{ мм.}$$

Мала величина  $\psi_M$  відповідає великим струмам, що дозволяє збільшити продуктивність зварювання.

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

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

$$h_0 = 2,98 - 1,41 = 1,56 \text{ мм.}$$

Врахувавши катет шва 2 мм, вибираємо електродний дріт діаметром 0,8 мм.

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

					<i>КР.422.03.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



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

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

$$I_{зв} = \frac{1,56}{2,1} \cdot 100 = 74,43 \text{ А.}$$

Отже, приймаємо силу зварювального струму 74 А.

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

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

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

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

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

$$V_{п.д.} = \frac{12 \cdot 10^{-3} \cdot 74}{0,5 \cdot 10^{-6} \cdot 7800} = 226,6 \text{ м/год.}$$

Швидкість подачі електродного дроту  $V_{п.д.}=227$  м/год.

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

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

					КР.422.03.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

$$U_d = 20 + \frac{50 \cdot 74}{1000 \cdot \sqrt{0,8}} = 23,3 \pm 1 \text{ В.}$$

Величина напруги на дузі складає  $U_d=23 \text{ В}$ .

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

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

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

$$V_{зв} = \frac{1,25 \cdot 10^3}{74} = 16,89 \text{ м}/\text{год.}$$

Заокруглюємо значення  $V_{зв}=17 \text{ м}/\text{год}$ .

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

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

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

$$d_e = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{74}{150}} = 0,79 \text{ мм.}$$

Виліт електродного дроту приймаємо  $l_d=10 \text{ мм}$  [6, с.103].

Витрати захисного газу  $Q_r = 7 \text{ л}/\text{хв}$  [6, с.105].

Розраховані параметри режиму зварювання записуємо в таблицю 2.2.

					<i>КР.422.03.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.2 – Параметри режиму зварювання

ПАРАМЕТР			значення
назва	СИМВОЛ	одиниці вимірювання	
Сила зварювального струму	$I_{зв}$	А	74
Напруга на дузі	$U_{д}$	В	23
Діаметр електродного дроту	$d_e$	мм	0,8
Виліт електрода	$l_{д}$	мм	10
Швидкість зварювання	$V_{зв}$	м/год	17
Швидкість подачі електродного дроту	$V_{п.д.}$	м/год	227
Витрати захисного газу	$Q_{г}$	л/хв	7

#### 2.4 Вибір і обґрунтування зварювального устаткування

Зварювання піддашка здійснюється із використанням зварювального напівавтомата марки Титан ПІСПА 530М – це професійний зварювальний апарат, який дозволяє виконувати зварювальні роботи в середовищі захисного газу MIG-MAG. Призначений для зварювання нержавіючих і вуглецевих сталей, кольорових металів, алюмінію та ін.

Апарат стійкий до великих падінь напруги в мережі живлення. Сила зварювального струму регулюється ступенево в межах від 50 до 500 А. На панелі керування розміщені вольтметр і амперметр, що дозволяють виконувати точне налаштування необхідних параметрів інвертора для виконання відповідних робіт.

Модель Титан ПІСПА 530М використовується для промислового використання з живленням від мережі 380 В на підприємствах, в цехах, будівельних майданчиках, автомобільних майстернях для зварювання конструкцій із сталей та кольорових металів.

					<i>КР.422.03.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

Особливості моделі Титан ПІСПА 530М [7]:

1. наявність євророз'єму;
2. ступеневе регулювання струму в межах 50 – 500 А;
3. електронне регулювання налаштувань;
4. ручки і коліщатка для зручності транспортування;
5. простота і зручність у використанні.

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

Таблиця 2.3 – Технічні характеристики зварювального напівавтомату Титан ПІСПА 530М [7]

Напруга мережі, В	380
Частота, Гц	50
Межі регулювання зварювального струму, А	50-500
Діаметр електродного дроту, мм	0,8-1,6
Максимальна маса котушки, кг	15
Робочий цикл (ПВ) при струмі 500 А, %	60
Клас захисту	IP21
Габаритні розміри, мм	325x625x495
Маса, кг	50



Рисунок 2.3 –Зварювальний інверторний напівавтомат Титан ПІСПА 530М [7]

					КР.422.03.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

## 2.5 Вибір методу контролю якості виробу

Конструкція піддашка є зварною, тому важливим є контроль якості зварних з'єднань, так як це місця надмірної концентрації напружень, що зумовлює появу багатьох дефектів.

Від якості з'єднань залежить працездатність самих зварних виробів та конструкцій, що супроводжується і їх безпечністю в процесі експлуатації для навколишнього середовища та людей. Відповідна якість зварювання може бути забезпечена заходами, які входять в систему керування якістю. Вимоги до якості з'єднань включають наступні основні показники:

- надійність та міцність;
- макро- і мікрогеометрія з'єднання та шва;
- дефектність з'єднання;
- структура металу і вид його термообробки [8, с. 7].

Перераховані показники описуються в нормативно-технічних документах, вказуючи доступність або недоступність тих чи інших відхилень. Звичайно використовують декілька категорій якості з'єднань, які залежать від виду виробів, їх відповідальності в умовах експлуатації. Для різних категорій якості регламентуються наступні параметри:

- допустимі види, форма, розміри та кількість дефектів;
- види і об'єми контролю – руйнівних та неруйнівних випробувань;
- достовірність виявлення тих чи інших дефектів вибраним методом контролю якості [8, с. 7-8].

Потрібно відмітити, що якість зварних з'єднань безпосередньо залежить від використовуваної технології, яка повинна відповідати сучасному рівню, а також від дотримання технологічної дисципліни.

Для визначення якості зварних з'єднань піддашка потрібно використовувати візуальний огляд, що дозволяє визначити наявність поверхневих дефектів.

					<i>КР.422.03.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						27
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

## 2.6 Опис вибраного технологічного процесу виготовлення зварної конструкції

Технологія виготовлення піддашка включає операції:

- заготівельні;
- складально-зварювальні;
- опоряджувальні;
- допоміжні;
- операція контролю якості.

### 2.6.1 Заготівельні операції

Конструкція піддашка виготовляється із різних профільних труб та листового металу товщиною 1,5 мм.

Правлення труб та подальше згинання виконується в холодному стані із застосуванням згинального верстату Tugra Makina PK-40, який показаний на рисунку 2.4.



Рисунок 2.4 – Згинальний верстат Tugra Makina PK-40 [9]

					КР.422.03.00.00.000.ПЗ	Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розмічування виконується оптичним методом по проектувальній поверхні та за допомогою шаблонів.

Вирізання заготовок деталей проводиться на стрічковій пилі Special 700 МАСС, яка показана на рисунку 2.5.



Рисунок 2.5 – Стрічкова пила моделі Special 700 МАСС [10]

Для правильного стикування і спряження труб потрібне оброблення торців труб на стрічково-шліфувальному верстаті CORMAK SM150, показаний на рисунку 2.6.



Рисунок 2.6 – Стрічково-шліфувальний верстат CORMAK SM150 [11]

					<i>КР.422.03.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

## 2.6.2 Складальні операції

Виконання складання полягає у правильному встановленні деталей зі збереженням потрібних зазорів між стикувальними поверхнями за рахунок використання відповідного устаткування, засобів та інструментів. Складальна конструкція повинна мати розміри, які відповідають кресленню і технічним умовам на її виготовлення. Не допускається порушення геометричних розмірів конструкції вище допустимих значень. У випадку, коли такі порушення є, то конструкція вважається бракованою і відправляється на переробку.

## 2.6.3 Складально-зварювальні операції

Виготовлення піддашка супроводжується виконанням наступних складально-зварювальних робіт:

- 1) встановити стійку, напрямну та внутрішні і зовнішні боковини на складальному столі в проектне положення, зафіксувати та закріпити їх за допомогою притискачів;
- 2) виконати прихоплення і подальше зварювання цієї складальної одиниці в кількості двох штук;
- 3) встановити дугу разом із верхнім і нижнім декором та напрямною у пристосуванні, закріпити їх та виконати прихоплення і подальше зварювання цієї складальної одиниці також в кількості двох штук;
- 4) з'єднати між собою складальні одиниці із дуг за допомогою перемичок, виконати їх фіксацію, прихоплення і подальше зварювання сформувавши накриття конструкції;
- 5) на отримане накриття встановити лист і виконати зварювання переривчастим швом з певним кроком;
- 6) сумістити на столі одержане накриття разом із раніше сформованими боковинами, зафіксувати їх, прихопити та виконати загальне зварювання піддашка на відповідних режимах;

					<i>КР.422.03.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



7) відпустити притискачі та звільнити готову зварену конструкцію із складального стола.

#### **2.6.4 Опоряджувальні операції**

Після завершення зварювання конструкції виконуємо шліфування зварних швів, видалення крапель металу з контактуючих поверхонь та поліруємо конструкцію пастою Volax для надання їй естетичного зовнішнього вигляду. Для виконання цих операцій потрібні окуляри захисні Delta Plus Volcano Clear, молоток Stanley Graphite 300 г, зубило для металу Stanley 25 x 300 мм та кутова шліфувальна машина Дніпро-М МШК 1250р.

#### **2.6.5 Допоміжні операції**

Допоміжні операції хоча і займають другорядне місце в технологічному процесі виготовлення піддашка, але без них процес би не відбувся. До цих операцій відноситься комплекс робіт, які пов'язані із доставкою матеріалів до місця виконання тих чи інших робіт, з налаштуванням та ремонтом застосовуваного обладнання, а також з переміщенням деталей, складових частин та готових виробів по робочих місцях виробничої дільниці.

#### **2.6.6 Контроль якості**

Контроль якості посідає важливе місце при виготовленні піддашка. Для того, щоб виготовити якісну конструкцію потрібно чітко виконувати всі вказівки технологічного процесу, який повинен розроблятися з врахуванням тенденцій сучасного розвитку, крім того повинна зберігатись технологічна дисципліна протягом всього виробничого циклу.

Якість конструкції контролюють візуальним оглядом, в основному для виявлення зовнішніх дефектів зварних з'єднань.

					<i>КР.422.03.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		31

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

Витрати матеріалів у зварювальному виробництві регламентуються ДСТУ 3159-95 «Ресурсозбереження. Нормування витрат зварювальних матеріалів. Загальні вимоги, методи визначення нормативів ручного і механізованого електрозварювання» [12]. В подальшому всі розрахунки будуть виконуватись за даним посиланням.

Норма витрат зварювального дроту на зварювання піддашка розраховується за формулою:

$$H_{вирп} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m H_{bij} \cdot L_{ij} \cdot K_{1i} \cdot K_{2j} \cdot K_{3i}, \quad (2.12)$$

де  $H_{bij}$  - норматив витрат  $i$ -го матеріалу на один метр  $j$ -го шва при даній товщині, кг;

$L_{ij}$  - довжина  $i$ -го виду матеріалу  $j$ -го типу шва, м;

$K_{1i}$  - поправочний коефіцієнт, що враховує технологічні втрати і відходи  $i$ -го виду матеріалу ( $K_{1i} = 1,1$ );

$K_{2j}$  - поправочний коефіцієнт, що враховує просторове положення  $j$ -го шва ( $K_{2j} = 1,1$ );

$K_{3i}$  - поправочний коефіцієнт, що враховує витрати  $i$ -го матеріалу на прихоплювання ( $K_{3i} = 1$  (згідно технологічного процесу));

$j$  - кількість швів,  $j = 1, 2, 3, \dots, m$ .

Норматив витрат зварювального дроту при дуговому зварюванні розраховується за формулою:

$$H_{bi} = M \cdot K_{bi}, \quad (2.13)$$

де  $M$  - маса наплавленого металу на 1 метр шва, кг;

					КР.422.03.00.00.000.ПЗ	Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$K_{bi}$  - коефіцієнт витрат  $i$ -го матеріалу, що враховує технологічні втрати і відходи зварювальних матеріалів ( $K_{bi} = 1,1$ ).

Маса наплавленого металу на 1 метр шва розраховується за формулою:

$$M = F \cdot \rho \cdot L, \quad (2.14)$$

де  $F$  - площа поперечного перерізу наплавленого металу шва зварного з'єднання, м<sup>2</sup>;

$\rho$  - густина металу шва, для низьколегованої сталі  $\rho = 7800$  кг/м<sup>3</sup>;

$L$  - довжина шва, м.

За формулою (2.13), враховуючи формули (2.14) і (2.15), розраховуємо витрати зварювального дроту:

$$H_{\text{витр}} = (2,0 \cdot 10^{-6} \cdot 7800 \cdot 1 \cdot 1,1 \cdot 0,55 + 2,0 \cdot 10^{-6} \cdot 7800 \cdot 1 \cdot 1,1 \cdot 0,42 + 2,0 \cdot 10^{-6} \cdot 7800 \cdot 1 \cdot 1,1 \cdot 0,31) \cdot 1,1 \cdot 1,1 \cdot 1 = 0,12 \text{ кг.}$$

Норма витрат захисного газу на зварювання піддашка розраховується за формулою:

$$H_{\text{взг}} = \sum H_z + P_{\text{взк}}, \quad (2.15)$$

де  $H_z$  - норматив витрат захисного газу на метр шва, л;

$P_{\text{взк}}$  - технологічні втрати газу на зварну конструкцію, л ( $P_{\text{взк}} = 0,7$  л).

Норматив витрати захисного газу на метр шва розраховується за формулою:

$$H_{\text{взг}} = \sum H_{nz} \cdot T_{0i} + H_{\text{взк}}, \quad (2.16)$$

де  $H_{nz}$  - питома витрата захисного газу, л/хв;

$T_{0i}$  - основний час зварювання одного метра шва, хв;

					<i>КР.422.03.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

$H_{\partial zi}$  - додаткові витрати захисного газу на виконання підготовчо-заключних операцій при зварюванні  $i$ -того проходу  $m^3$ ;

$n$  - кількість проходів,  $i = 1, 2, 3, \dots, n$ .

Основний час зварювання одного метра шва розраховується за формулою:

$$t_0 = \frac{m_H \cdot 60}{\alpha_H \cdot I_{36}}, \quad (2.17)$$

де  $m_H$  - маса наплавленого металу на один метр шва:

$$m_H = \rho \cdot F_M, \quad (2.18)$$

де  $F_M$  - площа поперечного перерізу наплавленого металу шва,  $m^2$ . Додаткові витрати захисного газу розраховуються за формулою:

$$H_{\partial 32} = T_{nz} \cdot H_{32}, \quad (2.19)$$

де  $T_{nz}$  - час на підготовчо-заключні операції, хв. ( $T_{nz} = 0,2$  хв).

Витрати захисного газу визначаємо враховуючи довжину всіх швів, якими зварюється піддашок. Тому формула (2.15) в такому випадку буде мати наступний вигляд:

$$H_{32} = \sum H_z \cdot L + \Pi_{23k}. \quad (2.20)$$

За формулою (2.20), враховуючи формули (2.19), (2.18), (2.17) і (2.16), розраховуємо витрати захисного газу:

					<b>КР.422.03.00.00.000.ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

$$H_{\text{взг}} = \left[ \begin{aligned} & \left( 1 \cdot \frac{7800 \cdot 2,0 \cdot 10^{-6} \cdot 60}{12 \cdot 10^{-3} \cdot 74} + 0,2 \cdot 10 \right) \cdot 0,55 + \\ & + \left( 1 \cdot \frac{7800 \cdot 2,0 \cdot 10^{-6} \cdot 60}{12 \cdot 10^{-3} \cdot 74} + 0,2 \cdot 10 \right) \cdot 0,42 + \\ & + \left( 1 \cdot \frac{7800 \cdot 2,0 \cdot 10^{-6} \cdot 60}{12 \cdot 10^{-3} \cdot 74} + 0,2 \cdot 10 \right) \cdot 0,31 \end{aligned} \right] + 0,7 = 4,38 \frac{\text{Л}}{\text{год}}$$

Витрати електроенергії на один кілограм наплавленого металу розраховуються за формулою:

$$E = \frac{U_{\delta}}{\alpha_n \cdot \eta_e \cdot k_{\delta}}, \quad (2.21)$$

де  $\eta_e$  - ефективний коефіцієнт корисної дії процесу нагрівання ( $\eta_e=0,7...0,99$ ; приймаємо  $\eta_e = 0,8$ );

$k_{\delta}$ - коефіцієнт корисної дії джерела живлення дуги.

Витрати електроенергії визначаємо враховуючи масу наплавленого металу в цілому на зварювання всіх швів конструкції. Тому формула (2.21) в такому випадку буде мати наступний вигляд:

$$E = \sum \frac{U_{\delta} \cdot M}{\alpha_n \cdot \eta_e \cdot k_{\delta}}. \quad (2.22)$$

За формулою (2.22), враховуючи формулу (2.13), розраховуємо витрати електроенергії:

$$E = \left( \frac{23 \cdot 12 \cdot 10^{-6} \cdot 7800 \cdot 0,55}{12 \cdot 10^{-3} \cdot 0,8 \cdot 0,75} + \frac{23 \cdot 10 \cdot 10^{-6} \cdot 7800 \cdot 0,42}{12 \cdot 10^{-3} \cdot 0,8 \cdot 0,75} + \frac{23 \cdot 14,5 \cdot 10^{-6} \cdot 7800 \cdot 0,31}{12 \cdot 10^{-3} \cdot 0,8 \cdot 0,75} \right) = 411,39 \text{ Вт} \cdot \text{год} \\ \approx 0,4 \text{ кВт} \cdot \text{год}.$$

					КР.422.03.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

## 3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

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

Використання складальних та складально-зварювальних пристосувань є невід'ємною частиною технологічного процесу виготовлення зварних конструкцій. Тому що від них залежить якість конструкцій, які на них складаються, продуктивність виконання та можливість механізації процесу

Складальні пристосування складаються в загальному із рами чи корпусу, а також різних фіксаторів, опор, упорів, затискачів і притискачів, які слугують для правильного і надійного орієнтування деталей, що в подальшому сформують загальну конструкцію.

Затискні (закріплюючі) елементи, до яких відносяться затискачі та притискачі, призначені для закріплення деталей зварювального виробу в процесі складання і зварювання після їх встановлення в пристосування.

Притискачі та затискачі повинні забезпечувати:

- правильне прикладання і напрямок притискного зусилля для закріплення деталей без зсувів відносно установчих баз;
- надійне закріплення деталей протягом всього процесу складання і зварювання;
- швидкодію;
- можливість зручного встановлення деталей в пристосуванні, зручність виконання зварювання, а також можливість знімання виробу із пристосування після зварювання;
- зручний підхід до них для легкого приведення їх в дію (для ручних пристосувань);
- безпечність при виконанні робіт [13, с. 59-60].

Притискачі та затискачі бувають клинові, гвинтові, ексцентрикові, важільні, байонетні та пружинні.

					<i>КР.422.03.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

В пристосуваннях, які застосовуються для складання, а також зварювання піддашка використовуються важільні притискачі типу GH-31501, один з яких показаний на рисунку 3.1.

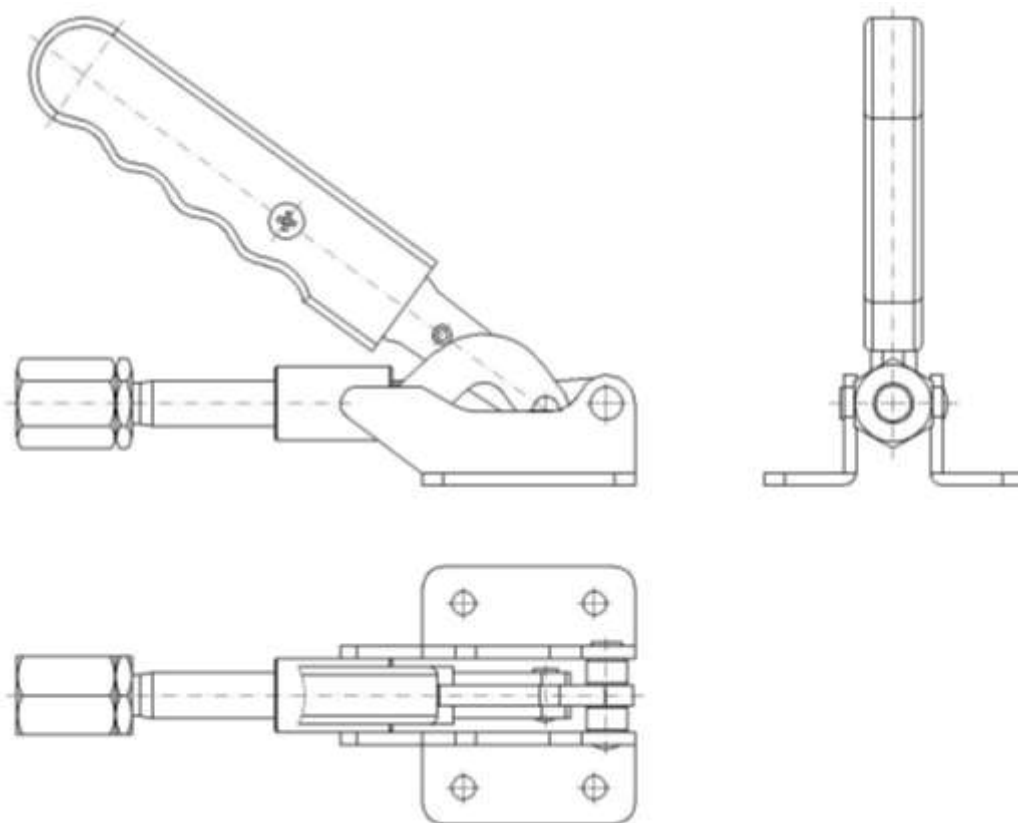


Рисунок 3.1 – Притискач GH-31501

Важільні притискачі бувають різними по конструктивних схемах і широко використовуються в складально-зварювальному виробництві. Для збільшення робочих зусиль в 2-4 рази використовуються прості (одно-важільні) притискачі, а для більшого підвищення – складні багатоланкові механізми, наприклад шарнірно-важільні, які дозволяють збільшити зусилля притискання в 3-7 раз.

Широко використовуються ручні шарнірно-важільні притискачі, які працюють за рахунок переходу важелів через мертву точку. Притискач складається із стійки на якій шарнірно закріплені рукоятка та важіль по відповідних осях. Рукоятка і важіль зв'язані між собою планками з'єднаними

					КР.422.03.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

з певними осями. В кінці важеля закріплений натискний гвинт, довжина якого регулюється за допомогою гайок.

При переміщенні рукоятки вліво планки натискають на важіль і гвинт закріплює деталі. При зворотному переміщенні рукоятки важіль прокручується навколо осі, відводить гвинт та звільняє деталі.

В закріпленому стані поздовжня вісь рукоятки повинна перейти у вертикальне положення. Надійне закріплення деталі забезпечується розміщенням рукоятки під невеликим кутом відносно планки. Подальший хід рукоятки обмежується упором. Оскільки невеликі коливання товщини деталі значно змінюють цей кут, то довжина натискного гвинта повинна бути відрегульованою. В гіршому випадку можливе самовільне відкриття притискача, що являється суттєвим недоліком шарнірно-важільних притискачів, яке обмежує їх використання.

Важільні системи широко застосовуються в механізованих (пневматичних і гідравлічних) притискачах, де забезпечується постійне прикладання зусилля і відповідно не може виконуватися самовільне їх відкриття [13, с. 63-64].

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

Процес складання піддашка передбачає виконання переміщення і подачі деталей до місця складання, які в подальшому сформують зварну конструкцію. Потім відбувається їх встановлення у відповідному положенні, яке відповідає кресленню. Далі проходить їх закріплення та виконання зварювання.

Для того, щоб доставити деталі до місця, а також подати їх в пристосування використовується універсальне або спеціальне транспортне обладнання. Для задання деталям правильного проектного положення використовуються установчі елементи пристосувань або суміжні вже

					<i>КР.422.03.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38



закріплені деталі. Для закріплення використовуються різного роду притискачі, типи яких залежать від конфігурації складальної конструкції.

Для виконання операції складання і зварювання, в технологічному процесі виготовлення піддашка, використовуються універсальні складальні столи. Складання полягає у встановленні деталей на опорну площину – плиту з отворами, а в подальшому їх положення та орієнтування фіксується важільними притискачами GH-31501. Вигляд складального стола, який використовується в технологічному процесі виготовлення піддашка показано на рисунку 3.2.

Суть виконання складально-зварювальних операцій, при виготовленні піддашка, полягає в наступному:

- встановити стійку, напрямну та внутрішні і зовнішні боковини на складальному столі в проектне положення, зафіксувати та закріпити їх за допомогою притискачів;

- виконати прихоплення і подальше зварювання цієї складальної одиниці в кількості двох штук;

- встановити дугу разом із верхнім і нижнім декором та напрямною у пристосуванні, закріпити їх та виконати прихоплення і подальше зварювання цієї складальної одиниці також в кількості двох штук;

- з'єднати між собою складальні одиниці із дуг за допомогою перемичок, виконати їх фіксацію, прихоплення і подальше зварювання сформувавши накриття конструкції;

- на отримане накриття встановити лист і виконати зварювання переривчастим швом з певним кроком;

- сумістити на столі одержане накриття разом із раніше сформованими боковинами, зафіксувати їх, прихопити та виконати загальне зварювання піддашка на відповідних режимах;

- відпустити притискачі та звільнити готову зварену конструкцію із складального стола.

					КР.422.03.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

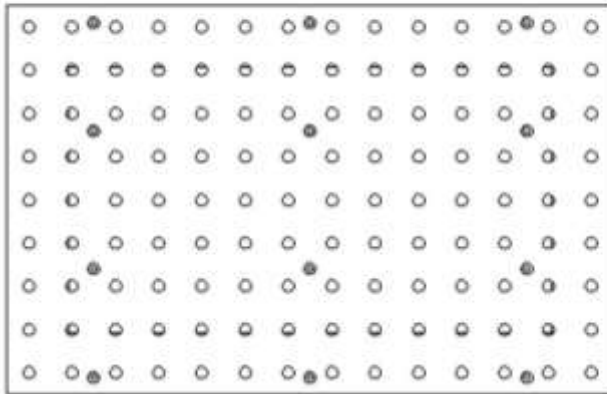
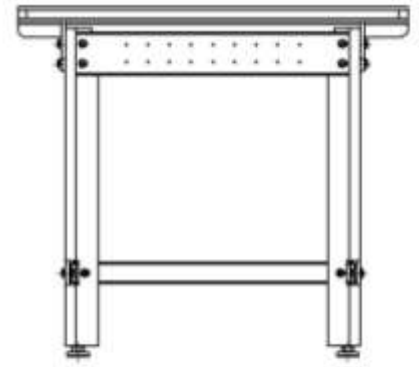
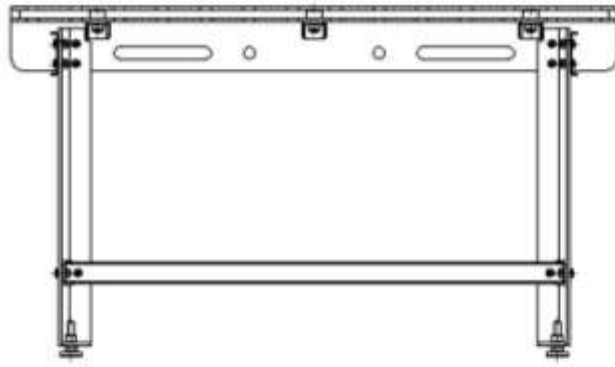


Рисунок 3.2 – Стіл складальний універсальний

					КР.422.03.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

## 4 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ

### 4.1 Розрахунок кількості обладнання

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

Таблиця 4.1 - Характеристика піддашка

Показник	Одиниці вимірювання	Кількісна чи вартісна оцінка	
		фактичні дані	проектні дані
Габарити виробу	мм	2025x1260x1040	
Сума витрат по видах та марках основних матеріалів на виріб:			
прокат 12X18Н10Т	кг	11,5	
зварювальний дріт Св-01Х19Н9	кг	0,12	
захисний газ – аргон (Ar)	кг	4,38	
Розміри поворотних відходів на виріб	кг	1,5	
Ціна придбання матеріалу за кг:			
прокат:			
сталь 12X18Н10Т	грн	290	289,9
зварювальний дріт Св-01Х19Н9	грн	325	324,8
захисний газ – аргон (Ar)	грн	30,25	29,75
Ціна реалізації поворотних відходів	грн	60	

Таблиця 4.2 - Характеристика технологічного процесу виготовлення піддашка

Зміст операції	Варианти	Устаткування		Інструменти		Розряд роботи	Штучні норми часу
		Назва	Ціна, грн	Назва	Ціна, грн		
1	2	3	4	5	6	7	8
Правлення	$\frac{3}{П}$	Згинальний верстат Tugra Makina PK-40	160000	молоток	367	III	5,5
Розмічування	$\frac{3}{П}$			рулетка лінійка оп. прилад маркер	187 308 4268 139	III	$\frac{8,4}{8,2}$
Різання	$\frac{3}{П}$	Стрічкова пила SPECIAL 700 МАСС, шліф. верстат CORMAK SM150	1300000 60000			III	$\frac{9,0}{8,1}$
Складання	$\frac{3}{П}$	Стіл складальний	164000	молоток	367	IV	$\frac{9,2}{8,1}$
Зварювання	$\frac{3}{П}$	Напівавт. Титан ПСПА 530 М	33000			IV	8,0
Зачищування	$\frac{3}{П}$	Кутова шліф. машина Дніпро-М МШК 1250 р	1800	окуляри захисні Delta Plus Volcano Clear, диск ЗАК 125x6,0x22 молоток зубило	250 49 367 750	III	$\frac{9,4}{8,1}$
Контроль якості	$\frac{3}{П}$	Набір неруйнівного контролю	10000	лупа Economі x 50 мм, 3х	75	VI	3,9
Транспортні операції	$\frac{3}{П}$	Кран-балка	310000			IV	3,5

Штучна норма часу:

					КР.422.03.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

а) по технологічних операціях: по заводу 53,4;

по проекту 49,9;

б) по допоміжних і транспортних операціях: по заводу 3,5;

по проекту 3,5.

Загальна штучна норма часу: по заводу 56,9;

по проекту 53,4.

Для виготовлення піддашка застосовується технологічна форма організації виробництва. Режим роботи на ділянці приймаємо перервний при одній зміні в день. Дійсний фонд часу роботи устаткування визначаємо за формулою [14, с.9]:

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

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

$S$  - кількість робочих змін в добу;

$g$  - тривалість зміни, год;

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

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

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]:

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

					КР.422.03.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

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

$K_{вн}$  – коефіцієнт виконання,  $K_{вн}=4,1$ .

$B_{пр}$  – програма випуску продукції, у нашому випадку  $B_{пр} = 3050 шт.$

Для виконання правління кількість робочих місць буде рівною (за двома варіантами):

$$n = \frac{5,5 \cdot 3050}{1882 \cdot 4,1} = 2,17 \approx 2шт.$$

Кількість робочих місць для виконання розмічування при виготовленні піддашка:

- заводський варіант:

$$n = \frac{8,4 \cdot 3050}{1882 \cdot 4,1} = 3,32 \approx 3шт,$$

- проектний варіант:

$$n = \frac{8,2 \cdot 3050}{1882 \cdot 4,1} = 3,24 \approx 3шт.$$

Для вирізання заготовок кількість робочих місць рівна:

- заводський варіант:

$$n = \frac{9,0 \cdot 3050}{1882 \cdot 4,1} = 3,56 \approx 4шт,$$

- проектний варіант:

$$n = \frac{8,1 \cdot 3050}{1882 \cdot 4,1} = 3,2 \approx 3шт.$$

					<i>КР.422.03.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

Для виконання складання кількість робочих рівна:

- заводський варіант:

$$n = \frac{9,2 \cdot 3050}{1882 \cdot 4,1} = 3,64 \approx 4 \text{шт.},$$

- проектний варіант:

$$n = \frac{8,1 \cdot 3050}{1882 \cdot 4,1} = 3,2 \approx 3 \text{шт.}$$

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

$$n = \frac{8,0 \cdot 3050}{1882 \cdot 4,1} = 3,16 \approx 3 \text{шт.}$$

Кількість робочих місць для зачищення зварних швів:

- заводський варіант:

$$n = \frac{9,4 \cdot 3050}{1882 \cdot 4,1} = 3,72 \approx 4 \text{шт.},$$

- проектний варіант:

$$n = \frac{8,1 \cdot 3050}{1882 \cdot 4,1} = 3,2 \approx 3 \text{шт.}$$

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

$$n = \frac{3,9 \cdot 3050}{1882 \cdot 4,1} = 1,54 \approx 2 \text{шт.}$$

					<i>КР.422.03.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

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, 3050 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

$K_{кр} = 0,1...0,7$ .

$$n = \frac{3050 \cdot 1 \cdot 0,6}{2100 \cdot 0,7} = 1,25 \approx 1шт.$$

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

## 4.2 Розрахунок кількості працівників

Розрахунок кількості основних працівників проводиться диференційовано для кожної професії. Хід розрахунку залежить від форми організації виробничого процесу. Для технологічної форми організації кількість основних робітників визначається за формулою [14, с.13]:

					<i>КР.422.03.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46



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

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  $B_{np} = 3050$  шт;

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

$K_{вн}$  - коефіцієнт виконання норм часу основними робітниками, приймається  $K_{вн}=4,1...4,2$ .

Необхідна кількість працівників (за двома варіантами):

$$r_{oi} = \frac{3050 \cdot 5,5}{1850 \cdot 4,2} = 2,16 \approx 2 \text{ чол.}$$

Необхідна кількість розмічувальників:

- за заводським варіантом:

$$r_{oi} = \frac{3050 \cdot 8,4}{1850 \cdot 4,2} = 3,3 \approx 3 \text{ чол,}$$

- за проектним варіантом:

$$r_{oi} = \frac{3050 \cdot 8,2}{1850 \cdot 4,2} = 3,22 \approx 3 \text{ чол.}$$

Необхідна кількість різальників:

- за заводським варіантом:

$$r_{oi} = \frac{3050 \cdot 9,0}{1850 \cdot 4,2} = 3,53 \approx 4 \text{ чол,}$$

					<i>KP.422.03.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

- за проектним варіантом:

$$r_{oi} = \frac{3050 \cdot 8,1}{1850 \cdot 4,2} = 3,18 \approx 3 \text{ чол.}$$

Необхідна кількість складальників:

- за заводським варіантом:

$$r_{oi} = \frac{3050 \cdot 9,2}{1850 \cdot 4,2} = 3,61 \approx 4 \text{ чол.}$$

- за проектним варіантом:

$$r_{oi} = \frac{3050 \cdot 8,1}{1850 \cdot 4,2} = 3,18 \approx 3 \text{ чол.}$$

Необхідна кількість зварювальників (за двома варіантами):

$$r_{oi} = \frac{3050 \cdot 8,0}{1850 \cdot 4,2} = 3,14 \approx 3 \text{ чол.}$$

Необхідна кількість зачищувальників:

- за заводським варіантом:

$$r_{oi} = \frac{3050 \cdot 9,4}{1850 \cdot 4,2} = 3,69 \approx 4 \text{ чол.}$$

- за проектним варіантом:

$$r_{oi} = \frac{3050 \cdot 8,1}{1850 \cdot 4,2} = 3,18 \approx 3 \text{ чол.}$$

Необхідна кількість контролерів (за двома варіантами):

					<i>КР.422.03.00.00.000.ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		48

$$r_{oi} = \frac{3050 \cdot 3,9}{1850 \cdot 4,2} = 1,53 \approx 2 \text{ чол.}$$

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

Результати розрахунків приведено у таблиці 4.3

Таблиця 4.3 - Зведена відомість промислово-виробничого персоналу

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

### 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				
3/П	Ст. 12Х18Н10Т	кг	290	289,9	3335	3333,85	10171750	10168242,5			
3/П	Зварюв. дріт Св-01Х19Н9	кг	325	324,8	39	38,98	118950	118876,8			
3/П	Захисний газ – аргон (Ar)	кг	30,25	29,75	132,5	130,31	404109,75	397430,25			
Р- ом					3506,5	3503,13	10694809,75	10684549,55			
В- нт	Транспортно- заготівельні витрати			Загальна сума, грн				Вартість поворотних відходів, грн			
	% ц. куп.	в грн. на один кг		на один виріб		на програму		на один виріб		на програму	
3/П	5	14,5	14,5	166,75	166,69	508587,5	508412,13	60	60	183000	183000
3/П	5	16,25	16,24	1,95	1,95	5947,5	5943,84				
3/П	5	1,51	1,49	6,63	6,52	20205,49	19871,51				
Р- ом		32,26	32,22	175,33	175,16	534740,49	534227,47	60	60	183000	183000

#### 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]:

					КР.422.03.00.00.000.ПЗ						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							50

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

де  $y$  - кількість технологічних операцій;

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

Приймаємо заводські тарифні ставки для машинобудування (з врахуванням відповідних коефіцієнтів збільшення) [14, с.18].

Додаткова заробітна плата основних робітників визначається за формулою [14, с.18]:

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

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

Премії та надбавки основним робітникам визначаються за формулою [14, с.18]:

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

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

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

Затрати по оплаті праці правильників (за двома варіантами):

$$Z_{oo} = 4,3 \cdot 17,5 \cdot 5,5 = 413,88 \text{ грн};$$

$$Z_{до} = 413,88 \cdot (0,2 + 0,15) = 144,86 \text{ грн};$$

$$Z_{по} = 413,88 \cdot 0,4 = 165,55 \text{ грн};$$

Затрати по оплаті праці розмічувальників:

- заводський варіант:

$$Z_{oo} = 2,9 \cdot 17,5 \cdot 8,4 = 426,3 \text{ грн};$$

					КР.422.03.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

$$Z_{до} = 426,3 \cdot (0,2 + 0,15) = 149,21 \text{ грн};$$

$$Z_{по} = 426,3 \cdot 0,4 = 170,52 \text{ грн};$$

- проектний варіант:

$$Z_{оо} = 2,9 \cdot 17,5 \cdot 8,2 = 416,15 \text{ грн};$$

$$Z_{до} = 416,15 \cdot (0,2 + 0,15) = 145,65 \text{ грн};$$

$$Z_{по} = 416,15 \cdot 0,4 = 166,46 \text{ грн}.$$

Затрати по оплаті праці різальників:

- заводський варіант:

$$Z_{оо} = 2,9 \cdot 17,5 \cdot 9,0 = 456,75 \text{ грн};$$

$$Z_{до} = 456,75 \cdot (0,2 + 0,15) = 159,83 \text{ грн};$$

$$Z_{по} = 456,75 \cdot 0,4 = 182,7 \text{ грн};$$

- проектний варіант:

$$Z_{оо} = 2,9 \cdot 17,5 \cdot 8,1 = 411,08 \text{ грн};$$

$$Z_{до} = 411,08 \cdot (0,2 + 0,15) = 143,88 \text{ грн};$$

$$Z_{по} = 411,08 \cdot 0,4 = 164,43 \text{ грн}.$$

Затрати по оплаті праці складальників:

- заводський варіант:

$$Z_{оо} = 3,2 \cdot 17 \cdot 9,2 = 500,48 \text{ грн};$$

$$Z_{до} = 500,48 \cdot (0,2 + 0,15) = 175,17 \text{ грн};$$

$$Z_{по} = 500,48 \cdot 0,4 = 200,19 \text{ грн};$$

- проектний варіант:

$$Z_{оо} = 3,2 \cdot 17 \cdot 8,1 = 440,64 \text{ грн};$$

$$Z_{до} = 440,64 \cdot (0,2 + 0,15) = 154,22 \text{ грн};$$

$$Z_{по} = 440,64 \cdot 0,4 = 176,26 \text{ грн}.$$

Затрати по оплаті праці зварювальників (за двома варіантами):

$$Z_{оо} = 3,5 \cdot 18 \cdot 8,0 = 504 \text{ грн};$$

$$Z_{до} = 504 \cdot (0,2 + 0,15) = 176,4 \text{ грн};$$

$$Z_{по} = 504 \cdot 0,4 = 201,6 \text{ грн}.$$

Затрати по оплаті праці зачищувальників:

					<i>КР.422.03.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

- заводський варіант:

$$Z_{oo} = 3,2 \cdot 16 \cdot 9,4 = 481,28 \text{ грн};$$

$$Z_{до} = 481,28 \cdot (0,2 + 0,15) = 168,45 \text{ грн};$$

$$Z_{по} = 481,28 \cdot 0,4 = 192,51 \text{ грн};$$

- проектний варіант:

$$Z_{oo} = 3,2 \cdot 16 \cdot 8,1 = 414,72 \text{ грн};$$

$$Z_{до} = 414,72 \cdot (0,2 + 0,15) = 145,15 \text{ грн};$$

$$Z_{по} = 414,72 \cdot 0,4 = 165,89 \text{ грн}.$$

Затрати по оплаті праці контролерів:

$$Z_{oo} = 5,9 \cdot 20,5 \cdot 3,9 = 471,71 \text{ грн};$$

$$Z_{до} = 471,71 \cdot (0,2 + 0,15) = 165,1 \text{ грн};$$

$$Z_{по} = 471,71 \cdot 0,4 = 188,68 \text{ грн}.$$

Затрати по оплаті праці транспортувальників:

$$Z_{oo} = 6,8 \cdot 18,5 \cdot 3,5 = 440,3 \text{ грн};$$

$$Z_{до} = 440,3 \cdot (0,2 + 0,15) = 154,11 \text{ грн};$$

$$Z_{по} = 440,3 \cdot 0,4 = 176,12 \text{ грн}.$$

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

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

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

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

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

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

Затрати по оплаті праці налагоджувальників:

					<i>КР.422.03.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

$$Z_{од} = 1 \cdot 31,5 \cdot 1850 = 58275 \text{ грн};$$

$$Z_{дд} = 58275 \cdot 0,35 = 20396,25 \text{ грн};$$

$$Z_{пд} = 58275 \cdot 0,4 = 23310 \text{ грн.}$$

Затрати по оплаті праці ремонтників:

$$Z_{од} = 2 \cdot 31,5 \cdot 1850 = 116550 \text{ грн};$$

$$Z_{дд} = 116550 \cdot 0,35 = 40792,5 \text{ грн};$$

$$Z_{пд} = 116550 \cdot 0,4 = 46620 \text{ грн.}$$

Затрати по оплаті праці електриків:

$$Z_{од} = 1 \cdot 31,5 \cdot 1850 = 58275 \text{ грн};$$

$$Z_{дд} = 58275 \cdot 0,35 = 20396,25 \text{ грн};$$

$$Z_{пд} = 58275 \cdot 0,4 = 23310 \text{ грн.}$$

Для інженерно-технічних робітників, службовців та молодшого обслуговуючого персоналу, розрахунок проводять на річну програму по місячному посадовому окладу одного працівника для кожної категорії працюючих за формулою [14, с.19]:

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

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

$$Z_{оп} = 1 \cdot 8300 \cdot 12 = 99600 \text{ грн};$$

$$Z_{дп} = 99600 \cdot 0,35 = 34860 \text{ грн};$$

$$Z_{пп} = 99600 \cdot 0,4 = 39840 \text{ грн.}$$

					<i>КР.422.03.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54



Затрати по оплаті праці МОП:

$$З_{оп} = 1 \cdot 8150 \cdot 12 = 97800 \text{ грн};$$

$$З_{до} = 97800 \cdot 0,35 = 34230 \text{ грн};$$

$$З_{по} = 97800 \cdot 0,4 = 39120 \text{ грн}.$$

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	323561,7	315857,85	113246,6	110550,25	129424,68	126343,14
різальники	462231	312005,93	161780,85	109202,07	184892,4	124802,37
правильники	209420,75		73297,26		83768,3	
складальники	506485,76	334445,76	177270,02	117056,02	202594,3	133778,3
зварювальники	382536		133887,6		153014,4	
зачищувальники	487055,36	314772,48	170469,38	110170,37	194822,14	125908,99
контролери	238682,73		83538,96		95473,09	
транспортувальники	111395,9		38988,57		44558,36	
<b>Допоміжні робітники:</b>						
налагоджувальники	58275		20396,25		23310	
ремонтники	116550		40792,5		46620	
електрики	58275		20396,25		23310	
ІТР	99600		34860		39840	
МОП	97800		34230		39120	
Разом	3151869,2	2649617,4	1103154,22	927366,09	1669722,68	1468821,96

## 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:	3506,5	3503,13
сталь 12X18H10T	3335	3333,85
зварювальний дріт Св-08Г2С	39	38,98
захисний газ – аргон (Ar)	132,5	130,31
Поворотні відходи	60	
Паливо та енергія на технологічні цілі	68,1	67,95
Основна заробітна плата основних робітників	892,25	727,58
Додаткова заробітна плата основних робітників	312,29	254,65
Премії та надбавки основних робітників	356,9	291,03
Відрахування на соціальне страхування	21,86	17,83
Відрахування на медичне страхування	39,04	31,83
Витрати на утримання та експлуатацію устаткування	206,35	206,35
Цехові (дільничні) витрати	174,75	174,75
Всього цехова собівартість	5518,04	5215,1

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

Необхідні визначення проектної суми капітальних витрат подано у таблиці 4.7.

Таблиця 4.7 - Зведена відомість капітальних витрат

Види капітальних затрат	Кількість натуральних одиниць		Вартість одиниці, грн		Затрати на перевезення та монтаж, грн	
	З	П	З	П	З	П
Будівлі та споруди					-	-
Устаткування:						
різальне	4	3	1360000	1360000	68000	68000
правильне	2	2	160000	160000	8000	8000
складальне	4	3	164000	164000	8200	8200
зварювальне	3	3	33000	33000	1650	1650
зачищувальне	4	3	1800	1800	90	90
контрольне	2	2	10000	10000	500	500
транспортне	1	1	310000	310000	15500	15500
Інструменти:						
молоток	10	8	367	367	18,35	18,35
зубило	4	3	750	750	37,5	37,5
окуляри захисні	8	6	250	250	12,5	12,5
диск зачисний	4	3	49	49	2,45	2,45
рулетка	9	8	187	187	9,35	9,35
оптичний прилад	3	3	4268	4268	213,4	213,4
лінійка	9	8	308	308	15,4	15,4
маркер	9	8	139	139	6,95	6,95
лупа	2	2	75	75	3,75	3,75
Разом						

Продовження таблиці 4.7

Види капітальних затрат	Загальна вартість, грн		Норма амортиз. відрах., %	Річна сума амортиз. відрахувань, грн	
	З	П		З	П
Будівлі та споруди	9500000	9500000	5	475000	475000
Устаткування:					
різальне	5508000	4148000	8	440640	331840
правильне	328000	328000	8	26240	26240
складальне	664200	500200	8	53136	40016
зварювальне	100650	100650	6,5	6542,25	6542,25
зачищувальне	7290	5490	8	583,2	439,2
контрольне	20500	20500	6	1230	1230
транспортне	325500	325500	6	19530	19530
Інструменти:					
молоток	3688,35	2954,35	14	516,37	413,61
зубило	3037,5	2287,5		425,25	320,25
окуляри захисні	2012,5	1512,5		281,75	211,75
диск зачисний	198,45	149,45		27,78	20,92
рулетка	1692,35	1505,35		236,93	210,75
оптичний прилад	13017,4	13017,4		1822,44	1822,44
лінійка	2787,4	2479,4		390,24	347,12
маркер	1257,95	1118,95		176,11	156,65
лупа	153,75	153,75		21,53	21,53
Разом	16481985,65	14953518,65			1026799,84

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

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

					КР.422.03.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58

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

де  $C_{nz}$  - повна собівартість виробу за заводськими даними, грн ( $C_{nz} = 12703,18$  грн);

$C_{nn}$  - повна собівартість виробу за проектними даними, грн ( $C_{nn} = 11650,9$  грн);

$\Phi_{mz}$  - фондомісткість продукції за заводськими даними, грн/шт ( $\Phi_{mz} = 5518,04$  грн/шт);

$\Phi_{mn}$  - фондомісткість продукції за проектними даними, грн/шт ( $\Phi_{mn} = 5215,1$  грн/шт);

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

$$E_{\phi} = ((12703,18 + 0,15 \cdot 5518,04) - (11650,9 + 0,15 \cdot 5215,1)) \cdot 3050 = 3348049,05 \text{ грн.}$$

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 ( $\Phi_{ocz} = 32285195,5$  грн);

$\Phi_{ocn}$  - вартість основних виробничих фондів за проектним варіантом, грн ( $\Phi_{ocn} = 29955209$  грн);

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

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

$$E_{yp} = 3050 \cdot (12703,18 - 11650,9) = 3209454 \text{ грн;}$$

$$T_{ок} = \frac{32285195,5 - 29955209}{3209454} = 0,73 \text{ р.}$$

					<i>КР.422.03.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59

Порівняльний аналіз техніко-економічних показників показано у таблиці 4.8.

Таблиця 4.8 - Основні техніко-економічні показники розробленого технологічного процесу

Показники	Одиниця вимірювання	Величина	
		З	П
1	2	3	4
Річна програма випуску продукції	шт	3050	3050
Кількість технологічного устаткування	шт	20	17
Собівартість товарної продукції	грн	12703,18	11650,9
Чисельність промислово-виробничого персоналу:			
- всього	чол	29	26
- основних робітників	чол	23	20
Фондомісткість продукції	грн/шт	5518,04	5215,1
Умовна річна економія	грн	-	3209454
Річний економічний ефект	грн	-	3348049,05
Термін окупності капітальних вкладень	роки	-	0,73
Місячний оклад основних робітників:			
- розмічувальники	грн	15666,53	15293,51
- різальники	грн	16785,56	15107
- правильники	грн	15209,91	15209,91
- складальники	грн	18392,64	16193,52
- зварювальники	грн	18522	18522
- зачищувальники	грн	17687,04	15240,96
- контролери	грн	17335,16	17335,16
- транспортувальники	грн	16181,03	16181,03

## 5 ОХОРОНА ПРАЦІ

### 5.1 Планування та розробка заходів з охорони праці

Однією з основних функцій управління охороною праці є прогнозування і планування робіт.

В основі цієї функції лежить прогностичний аналіз, що має вирішальне значення в системі управління охороною праці. Планування роботи з охорони праці поділяють на перспективне, поточне та оперативне [15].

Перспективне планування – це найбільш важливі, трудомісткі і довготермінові заходи, виконання яких зазвичай потребує сумісної роботи усіх підрозділів підприємства. Можливість виконання заходів перспективного плану повинна бути підтверджена обґрунтованим розрахунком необхідного матеріально-технічного забезпечення і фінансових витрат з зазначенням джерел фінансування. Основною формою перспективного планування роботи з охорони праці є розроблення комплексного плану підприємства щодо поліпшення стану охорони праці.

Поточне планування здійснюють у межах календарного року через розроблення відповідних заходів у розділі «Охорона праці» колективного договору [15].

Оперативне планування роботи з охорони праці здійснюють за підсумками зовнішнього і внутрішнього контролю стану охорони праці в структурних підрозділах і на підприємстві загалом. Оперативні заходи щодо усунення виявлених недоліків (згідно припису з охорони праці) зазначаються безпосередньо у наказі по підприємству, який видається і затверджується роботодавцем.

Процес планування заходів з охорони праці, як і реалізація будь-якої іншої управлінської функції, повинен здійснюватися в три етапи [15]:

- оцінка ситуації чи стану об'єкта управління (оцінка стану безпеки праці і виробничого середовища на підприємстві);

					<i>КР.422.03.00.00.000.ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		61

- пошук шляхів і способів впливу на ситуацію (визначення варіантів заходів, які можуть вплинути на стан охорони праці);

- вибір і обґрунтування оптимального способу дій для поліпшення ситуації (визначення раціонального переліку заходів з охорони праці для включення їх у план чи колективний договір).

Відповідно до наказу №255 від 15.11.2004 р. про затвердження Типового положення про службу охорони праці НПАОП 0.00-35-04 сформовані основні завдання та розробка заходів з охорони праці [16]:

1. В разі відсутності впровадженої системи якості відповідно до ISO 9001 опрацювання ефективної системи управління охороною праці на підприємстві та сприяння удосконаленню діяльності у цьому напрямку кожного структурного підрозділу і кожного працівника. Забезпечення фахової підтримки рішень роботодавця з цих питань.

2. Організація проведення профілактичних заходів, спрямованих на усунення шкідливих і небезпечних виробничих факторів, запобігання нещасним випадкам на виробництві, професійним захворюванням та іншим випадкам загрози життю або здоров'ю працівників.

3. Вивчення та сприяння впровадженню у виробництво досягнень науки і техніки, прогресивних і безпечних технологій, сучасних засобів колективного та індивідуального захисту працівників.

4. Контроль за дотриманням працівниками вимог законів та інших нормативно-правових актів з охорони праці, положень (у разі наявності) галузевої угоди, розділу «Охорона праці» колективного договору та актів з охорони праці, що діють в межах підприємства.

5. Інформування та надання роз'яснень працівникам підприємства з питань охорони праці.

Тому планування заходів з охорони праці має важливе значення, оскільки від нього залежить безпечна життєдіяльність та функціонування будь-якого підприємства чи організації.

					<i>КР.422.03.00.00.000.ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		62



## 5.2 Розрахунок захисного заземлення

Мета розрахунку заземлення – визначити кількість електродів заземлювача і заземлювальних провідників, їхніх розмірів і схеми розміщення в землі, при яких опір заземлюючого пристрою розтіканню струму або напруга дотику замиканні фази на заземлені частини електроустановок не перевищують допустимих значень [17, с.256].

Вихідні дані:

1. Захищений об'єкт - обладнання ділянки.
2. Захищений об'єкт - стаціонарний.
3. Напруга мережі - 380 В.
4. Виконання мережі - з глухо заземленою нейтраллю.
5. Тип заземлювального пристрою - вертикальний .
6. Розміри вертикальних заземлювачів: довжина  $l_e = 1,5$  м; діаметр  $d = 0,03$  м, кутник 40x40x3. Відношення відстані між трубами до їх довжини  $\frac{L_b}{l_b} = 1$ .
7. Розміри горизонтального заземлювача (з'єднувальної стрічки):  $L_2 = L_{з.с.}$  – згідно з розрахунком, м; ширина стрічки  $b_c = 0,04$  м.
8. Глибина закладання вертикальних заземлювачів  $h_e = 0,5$  м, горизонтальних  $h_2 = 0,5$  м.
9. Грунт – супісок, склад однорідний, вологість мала, агресивність нормальна.
10. Кліматична зона – II.

Визначаємо характеристику навколишнього середовища в механічному цеху: за пожежною небезпекою згідно з правилами улаштування електроустановок (далі ПУЕ) воно відноситься до класу П–II; за вибухонебезпекою згідно з ПУЕ - до класу В–I [17, с.257].

1. Визначаємо  $R_{\partial}$  - допустиме значення опору розтіканню струму в заземлювальному пристрої  $R_{\partial} \leq 4$  Ом.

					КР.422.03.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		63

2. Відповідно до таблиці 7.2 визначаємо  $\rho_{табл}$  – приблизне значення питомого опору ґрунту, що рекомендується приймаємо  $\rho_{табл} = 300 \text{ Ом}\cdot\text{м}$ , [17, с.260].

3. Згідно таблиці 7.4 визначаємо  $K_{с.в}$  - коефіцієнт сезонності для вертикальних заземлювачів, для даної кліматичної зони II, приймаємо  $K_{с.в} = 1,5$  [17, с.261].

4. Визначаємо значення  $K_{с.г}$  – коефіцієнт сезонності для горизонтального заземлювача згідно з кліматичною зоною II (табл. 7.2), приймаємо  $K_{с.г} = 3,5$  [17, с.260].

5. Визначаємо  $\rho_{рознр.в}$  – розрахунковий питомий опір ґрунту для вертикальних заземлювачів

$$\rho_{рознр.в} = \rho_{табл} \cdot K_{с.в}; \quad (5.1)$$

де  $\rho_{табл}$  – приблизне значення питомого опору,

$K_{с.в}$  – коефіцієнт сезонності для вертикальних заземлювачів.

$$\rho_{рознр.в} = 300 \cdot 1,5 = 450 \text{ Ом}.$$

6. Визначаємо  $\rho_{рознр.г}$  – розрахунковий питомий опір ґрунту для горизонтальних заземлювачів.

$$\rho_{рознр.г} = \rho_{рознр.в} \cdot K_{с.г}; \quad (5.2)$$

де  $\rho_{рознр.в}$  – приблизне значення питомого опору;  $K_{с.г}$  – коефіцієнт сезонності для горизонтального заземлювача;

$$\rho_{рознр.г} = 300 \cdot 3,5 = 1050 \text{ Ом}.$$

7. Визначаємо  $t$ :

$$t = h_b + \frac{l_b}{2} = 0,5 + \frac{1,5}{2} = 1,25.$$

8. Визначаємо  $R_г$  – опір розтікання струму в одному вертикальному заземлювачі.

$$R_г = \frac{\rho_{рознр.г}}{2\pi \cdot l_B} \left( \ln \frac{2,1l_B}{b} + \frac{1}{2} \ln \frac{4,2t + l_B}{4,2t - l_B} \right); \quad (5.3)$$

					КР.422.03.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		64

$$R_B = \frac{450}{3,14 \cdot 1,5} \left( \ln \cdot \frac{2,1 \cdot 1,5}{0,04} + \frac{1}{2} \cdot \ln \frac{4,2 \cdot 1,25 + 1,5}{4,2 \cdot 1,25 - 1,5} \right) = 45,22 \text{ Ом.}$$

9. Визначаємо  $n_{т.в.}$  теоретичну кількість вертикальних заземлювачів без врахування коефіцієнта використання, тобто  $\eta_{в.в.}=1$ .

$$n_{т.в.} = \frac{R_B}{R_0 \cdot \eta_{в.в.}}; \quad (5.4)$$

де  $R_B$  – опір розтікання струму в вертикальних заземлювачах;

$R_0$  – допустиме значення опору розтікання струму в заземлювальному пристрої.

$$n_{т.в.} = \frac{45,22}{4 \cdot 3} \approx 4 \text{ шт.}$$

10. Визначаємо  $n_{в.в.}$  – коефіцієнт використання вертикальних заземлювачів при розташуванні їх по контуру при числі заземлювачів  $n_{т.в.}=4$  шт. та при відношенні  $\frac{L_b}{l_b} = 1$ .

За табл. приймаємо  $\eta_{в.в.} = 3$ .

11. Визначаємо  $n_{н.в.}$  – необхідна кількість штук вертикальних однакових заземлювачів з врахуванням коефіцієнта використання

$$n_{н.в.} = \frac{R_B}{R_0 \cdot \eta_{в.в.}} \quad (5.5)$$

$$n_{н.в.} = \frac{45,22}{4 \cdot 3} \approx 4 \text{ шт.}$$

12. Визначаємо  $R_{розр.в.}$  – розрахунковий опір розтікання струму у вертикальних заземлювачах при  $n_{н.в.} = 4$  шт без врахування з'єднувальної стрічки

$$R_{розр.в.} = \frac{R_B}{n_{н.в.} \cdot \eta_{в.в.}}; \quad (5.6)$$

де  $n_{н.в.}$  – коефіцієнт використання вертикальних заземлювачів;

$R_B$  – опір розтікання струму в вертикальних заземлювачах;

					КР.422.03.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		65

$$R_{\text{розр.в.}} = \frac{45,22}{4 \cdot 3} = 3,77 \text{ Ом.}$$

13. Визначаємо  $L_{\text{в}}$  – відстань між вертикальними заземлювачами за відношенням  $L_{\text{в}}/l_{\text{в}} = 1$ , звідси :

$$L_{\text{в}} = l_{\text{в}}; \quad (5.7)$$

де  $l_{\text{в}}$  – довжина вертикального електрода;

$$L_{\text{в}} = 1 \cdot 1,5 = 1,5 \text{ м.}$$

14. Визначаємо  $L_{\text{з.с.}}$  – довжина з'єднувальної стрічки горизонтального заземлення.

$$L_{\text{з.с.}} = 1,05 \cdot L_{\text{в}} \cdot n_{\text{н.в.}} \quad (5.8)$$

де  $n_{\text{н.в.}}$  – необхідна кількість штук вертикальних заземлювачів;  $L_{\text{в}}$  – відстань між вертикальними заземлювачами;

$$L_{\text{з.с.}} = 1,05 \cdot 1,5 \cdot 4 = 9,45 \text{ м.}$$

15. Визначаємо  $R_{\text{г.з.с.}}$  – опір розтікання струму в горизонтальному заземлювачі (з'єднувальній стрічці).

$$R_{\text{г.з.с.}} = \frac{\rho_{\text{розр.г.}}}{2\pi \cdot L_{\text{з.с.}}} \ln \frac{L_{\text{з.с.}}^2}{d \cdot t}; \quad (5.9)$$

$$R_{\text{г.з.с.}} = \frac{1050}{2 \cdot 3,14 \cdot 9,45} \ln \frac{9,45^2}{0,03 \cdot 1,25} = 137,27 \text{ Ом.}$$

16. Визначаємо  $\eta_{\text{в.г.}}$  – коефіцієнт використання горизонтальних заземлювачів при розташуванні вертикальних заземлювачів згідно з вихідними значеннями або за чотирикутним контуром при відношенні  $L_{\text{в}}/l_{\text{в}} = 1$  та необхідної кількості вертикальних заземлювачів  $n_{\text{н.в.}} = 4$  шт приймаємо  $\eta_{\text{в.г.}} = 0,19$  [17, с.263]. При паралельно включених горизонтальних заземлювачах  $\eta_{\text{в.г.}}$  визначають [17, с.263].

17. Визначаємо  $R_{\text{розр.г.}}$  – розрахунковий опір розтікання струму в горизонтальних заземлювачах при числі електродів що дорівнює 1.

$$R_{\text{розр.г.}} = \frac{R_{\text{г.з.с.}}}{n_{\text{г}} \cdot \eta_{\text{в.г.}}}; \quad (5.10)$$

					<i>КР.422.03.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		66

де  $R_{з.з.с.}$  – опір розтікання струму в горизонтальному заземлювачі;

$\eta_{в.з.}$  – коефіцієнт використання горизонтальних заземлювачів;

$$R_{розр.г.} = \frac{137,27}{1 \cdot 0,19} = 722,47 \text{ Ом.}$$

18. Визначаємо  $R_{розр.в.з.}$  – розрахунковий теоретичний опір розтікання струму у вертикальних та горизонтальних заземлювачах

$$R_{розр.в.з.} = \frac{R_{розр.в.} \cdot R_{розр.г.}}{R_{розр.в.} + R_{розр.г.}} ; \quad (5.11)$$

де  $R_{розр.в.}$  – розрахунковий опір розтікання струму у вертикальних заземлювачах;

$$R_{розр.в.г.} = \frac{3,77 \cdot 722,47}{3,77 + 722,47} = 3,75 \text{ Ом.}$$

19. Вибираємо матеріал та поперечний перетин з'єднувальних провідників. За табл.7.8 [17, с.265] вибираємо голі мідні  $S_M=4 \text{ мм}^2$  або алюмінієві провідники  $S_a=6 \text{ мм}^2$

20. Вибираємо матеріал та поперечний перетин магістральної шини.

За табл. 7.8 [17, с.265] приймаємо сталеву шину товщиною  $\delta_c=4\text{мм}$  і перетином не менше  $\sigma = 100\text{мм}^2$ .

21. Наводиться схема з'єднання обладнання з магістральною шиною та з'єднання магістральної шини з заземлювальним пристроєм (з'єднувальною стрічкою).

					<i>КР.422.03.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		67

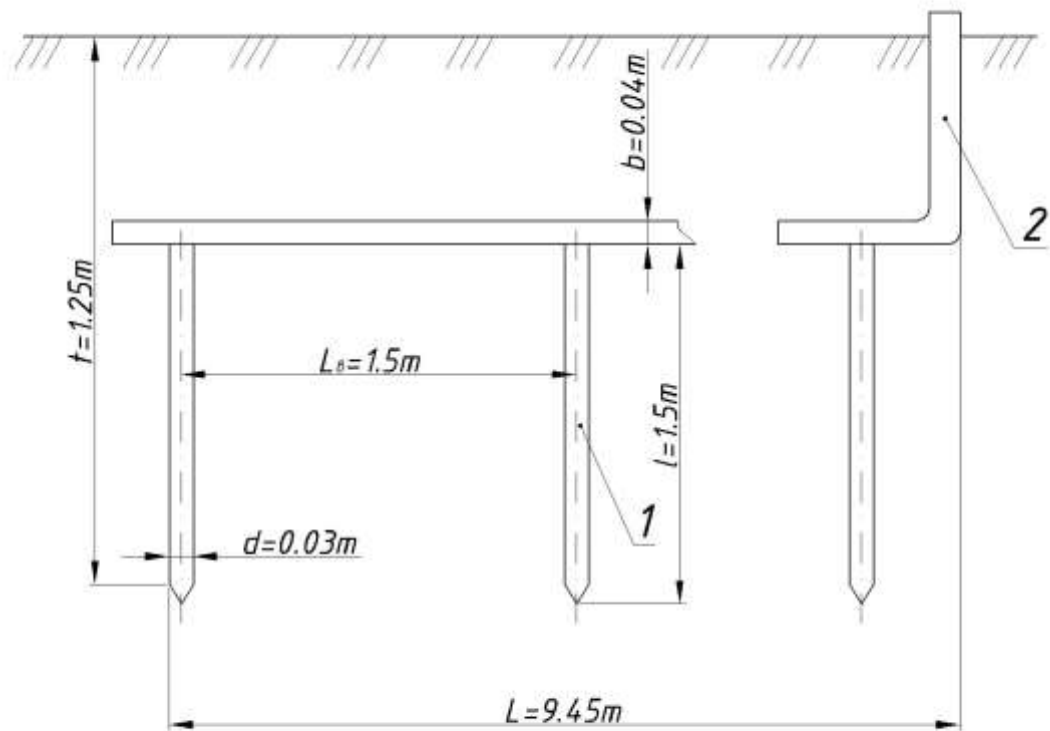


Рисунок 5.1 – Схема з'єднання обладнання з магістральною шиною та з'єднання магістральної шини із заземлювальним пристроєм

Як підсумок, розраховане заземлення складається із 4 вертикальних заземлювачів довжиною 1,5 м, які з'єднані між собою стрічкою загальна довжина якої складає 9,45 м. Крок між вертикальними заземлювачами рівний 1,5 м.

### 5.3 Правила безпеки праці зварювальних робіт під час виготовлення піддашка

Піддашок призначений для захисту дверей чи вікон над якими він встановлений, від небажаної дії атмосферних опадів (дощу, снігу), що може призвести до суттєвого їх пошкодження чи навіть виходу з ладу.

					КР.422.03.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		68

Виготовлення піддашка відбувається за допомогою механізованого зварювання в захисних газах, а це відповідно вид професійної діяльності підвищеної небезпеки. Тому до його виконання надається допуск лише після проведення попереднього інструктажу. Під час виконання зварювальних робіт мають місце не тільки фізичні, але і хімічні процеси, які несуть у собі реальну загрозу здоров'ю і життю людини у разі недотримання правил техніки безпеки. Наприклад, УФ-випромінювання залишає опіки на руках і пальцях, обпікає очі при прямому впливі [18].

У процесі зварювання також виділяються випари, в яких містяться мікрочастинки розплаву металів. При потраплянні в організм, вони уражують органи дихання зварювальника і викликають отруєння. Крім того, висока ймовірність отримати сильний опік від бризок розплавленого металу.

Щоб уникнути опіків, отруєнь та інших травм у процесі виконання зварювальних робіт важливо не тільки дотримуватись елементарних правил техніки безпеки, але і врахувати фактори ризику на підприємстві [18].

Незалежно від місця використання зварювального обладнання (у приміщенні або на вулиці), існує ризик отримати травму або опік. При цьому небезпека виникає як для самого зварювальника, так і людей, що його оточують. Тому користуватися засобами захисту повинен не тільки сам фахівець, але і його помічники.

Оскільки зварювальні роботи відносять до робіт підвищеної небезпеки, існує безліч факторів ризику отримання травми [18]:

- іскри, що утворюються у процесі зварювання, легко пропалюють всі види тканин, окрім спецзахисту. Це призводить до опіків різного ступеню тяжкості;
- бризки розплавленого металу пропалюють взуття зі штучних матеріалів;
- при розплавленні металу утворюються гарячі випари, які призводять до опіків очей або шкіри обличчя;

					<i>КР.422.03.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		69

- під час викидання іскор у процесі зварювання можуть спалахнути горючі матеріали, які знаходяться поблизу;
- ризик ураження електричним струмом у разі поганої ізоляції кабелю;
- шуми високого рівня, які генерує зварювальний апарат під час роботи;
- ультрафіолетове та інфрачервоне випромінювання;
- під час дугового зварювання випромінюється яскраве світло, яке спричиняє осліплення очей;
- під час плавлення металів у повітря виділяються випари з речовинами, які надають шкідливий вплив на органи дихання: свинець, хром, цинк, кадмій та інші;
- висока ймовірність отримання опіку через тепловий вплив пальника або електричної дуги.

З метою уникнення будь-яких ризиків потрібне суворе дотримання стандартів безпеки [18].

Тому при виготовленні піддашка за допомогою зварювання потрібно дотримуватися таких основних правил з техніки безпеки [18]:

- 1) постійно контролювати формування зварювального шва;
- 2) огорожувати робочу зону захистом висотою 1,8 м, щоб зварювальна дуга не нашкодила випадковим перехожим;
- 3) на місці проведення робіт не має бути сміття та легкозаймистих предметів;
- 4) використовувати засоби захисту очей і обличчя;
- 5) під час робіт на висоті використовувати страхувальні пояси;
- 6) пересувати зварювальний апарат тільки після повного припинення подачі електроживлення;
- 7) слідкувати, щоб зварювальні кабелі не скручувалися в процесі роботи;
- 8) обов'язково носити спеціальний одяг: краги з вогнетривких матеріалів, взуття зі шкіри та повсті, захисну маску і, у разі необхідності, респіратори та каску.

					<i>КР.422.03.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		70



Заборонено експлуатувати зварювальний апарат у вологому середовищі, а також під дощем або в снігопад, що є дуже небезпечним.

При виготовленні піддашка не варто забувати, що в процесі плавлення металів утворюється інтенсивне випаровування шкідливих речовин. Тому робота за відсутності витяжної вентиляції є неприпустимою. У виняткових випадках можна використовувати спеціальні засоби захисту органів дихання, але лише нетривалий час [18].

Дотримання вищезазначених вимог правил техніки безпеки, електробезпеки, пожежної безпеки при виготовленні піддашка дозволить забезпечити надійну експлуатацію обладнання та пристосувань зі збереженням здоров'я робітників.

					КР.422.03.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		71

## ВИСНОВКИ

Недоліки базового технологічного процесу виготовлення піддашка пов'язані із використанням способу ручного дугового зварювання, що з одного боку є простим та універсальним, а з іншого відсутня його механізація, що б привело до підвищення продуктивності процесу. Також відсутні засоби механізації виконання складальних операцій без використання додаткових інструментів та пристосувань.

Для виправлення цього потрібно використовувати спосіб дугового напівавтоматичного зварювання в захисному газі, який підвищить продуктивність зварювального процесу, а також виконувати складання на спеціалізованому обладнанні з використанням необхідних затискних інструментів. В якості захисного газу використовується аргон, тому що основний матеріал відноситься до аустенітного класу і будь-який інший газ не зможе забезпечити надійний захист зони зварювання без додаткової зміни властивостей основного металу. Піддашок виготовляється із високолегованої, нержавіючої, корозійно-стійкої, хромонікелевої сталі 12X18H10T, тому найкращим варіантом буде використання зварювального дроту марки Св-01X19H9.

В організаційно-економічному розділі проводились розрахунки по оплаті праці робітників, в результаті чого запропоновано наступні суми: правильники – 15209,9 грн, розмічувальники – 15293,5 грн, різальники – 15107 грн, складальники – 16193,5 грн, зварювальники – 18522 грн, зачищувальники – 15240,96 грн, контролери - 17335,16 грн, транспортувальники – 16181 грн.

					КР.422.03.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		72

## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Гуменюк І.В., Іваськів О.Ф., Гуменюк О.В. Технологія електродугового зварювання: підручник. Київ: Грамота, 2006. 512 с.
2. Сталь 12Х18Н10Т. Сталі леговані й спеціальні сплави: веб-сайт. URL: <https://metinvest-smc.com/ua/steel/stal-12h18n10t/> (дата звернення: 19.03.2024).
3. Костін О.М. Зварювальні матеріали: навч. посібник. Миколаїв: НУК, 2004. 225 с.
4. Гаєвський О.А., Гаєвський В.О. Координація зварювальних робіт: навчальний посібник. Київ: Центр учбової літератури, 2017. 368 с.
5. Кривов Г.О., Зворикін К.О. Виробництво зварних конструкцій: підручник. Київ: КВІЦ, 2012. 896 с.
6. Биковський О.Г., Пінковський І.В. Довідник зварника. Київ: Техніка, 2002. 336 с.
7. Характеристики зварювання Titan ПСПА530М. Зварювальний напівавтомат Titan ПСПА 530М: веб-сайт. URL: [https://www.donmet.com.ua/katalog-produkcii?page=shop.product\\_details&flypage=flypage.tpl&category\\_id=83&product\\_id=721](https://www.donmet.com.ua/katalog-produkcii?page=shop.product_details&flypage=flypage.tpl&category_id=83&product_id=721) (дата звернення: 24.05.2024).
8. Камель Г.І., Гасило Ю.А., Івченко П.С., Романюк Р.Я. Контроль якості зварювання. Том 1. Неруйнівні методи контролю: навчальний посібник. Кам'янське: ДДТУ, 2018. 241 с.
9. Верстат для гнуття труб і профілів Tugra Makina PK-40. Верстати для гнуття труб і профілів: веб-сайт. URL: <https://tovstanki.com.ua/ua/p1519627795-ruchnoj-gibochnyj-stanok.html> (дата звернення: 24.05.2024).
10. Стрічкова пила SPECIAL 700 МАСС. Верстати для різання металу: веб-сайт. URL: <https://www.starki.com.ua/strichkova-pyla-special-700-mass/> (дата звернення: 24.05.2024).
11. Стрічково-шліфувальний верстат CORMAK SM150. Шліфувальні верстати по металу: веб-сайт. URL: [https://kma.ua/uk/shlifivalni-verstati-po-metalu/1774-strichkovo-shlifivalnij-verstat-cormak-sm150.html?utm\\_](https://kma.ua/uk/shlifivalni-verstati-po-metalu/1774-strichkovo-shlifivalnij-verstat-cormak-sm150.html?utm_)

					КР.422.03.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		73

source=google&utm\_medium=cpc&utm\_campaign=MD\_Merchant\_Smart\_Metal\_UA\_2022&gclid=CjwKCAiAo4OQBhBBEiwA5KWu\_7gEY5c1jCmPj0QAm2z\_YqAblUGwq0TIQuZQ3wtprUgoTIJv-d64BBoCх3sQAvD\_BwE (дата звернення: 24.05.2024).

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

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

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

15. Організація охорони праці на підприємстві. Освітній портал: веб-сайт. URL: <https://learn.ztu.edu.ua> > mod > resource > view (дата звернення: 26.05.2024).

16. НПАОП 0.00-35-04 «Типове положення про службу охорони праці».

17. Жидецький В.Ц., Джигерей В.С., Сторожук В.М. Практикум з охорони праці. Навчальний посібник. Львів: Афіша, 2000. 352с.

18. Техніка безпеки під час виконання зварювальних робі. Безпечне зварювання: веб-сайт. URL: <https://dnipro-m.ua/news/tekhnika-bezopasnosti-pri-vypolnenii-svarochnykh-rabot/> (дата звернення: 26.05.2024).

					<i>КР.422.03.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		74

# ДОДАТКИ

					КР.422.03.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		75