

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
вішака-гондоли регульованого

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

Анатолій СТАСЮК

Керівник

Микола ПІДГУРСЬКИЙ

Рецензент

м. Тернопіль – 2024

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

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

ЗАТВЕРДЖУЮ
Голова циклової комісії
_____ Марія ДРАНІВСЬКА

«__» _____ 2024 року

З А В Д А Н Н Я

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

СТАСЮКУ Анатолію Степановичу

Тема роботи _____ Проект _____ вдосконалення _____ технологічного _____ процесу
_____ виготовлення вішака-гондоли регульованого _____

Керівник роботи _____ ПІДГУРСЬКИЙ Микола Іванович _____
(прізвище, ім'я, по батькові)

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

Термін подання студентом роботи _____ 20.06.2024р. _____

Вихідні дані до роботи _____ креслення виробу, базовий технологічний процес
_____ виготовлення виробу _____

Зміст розрахунково-пояснювальної записки

1 АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ _____

1.1 Опис конструкції зварного виробу _____

1.2 Характеристика матеріалу зварного виробу _____

1.3 Технічні умови на виготовлення зварного виробу (зварної конструкції) _____

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

2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ _____

2.1 Технічне обґрунтування вибраного способу зварювання _____

2.2 Вибір зварювальних матеріалів _____

2.3 Вибір та розрахунок параметрів режиму зварювання _____

2.4 Вибір і обґрунтування зварювального устаткування _____

2.5 Вибір методу контролю якості виробу _____

2.6 Опис вибраного технологічного процесу виготовлення зварного
виробу (конструкції) _____

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

3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

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

3.2 Опис роботи зварювального пристосування

4 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ

4.1 Розрахунок кількості обладнання

4.2 Розрахунок кількості працівників

4.3 Визначення витрат і вартості основних матеріалів

4.4 Розрахунок фонду оплати праці

4.5 Калькуляція собівартості деталі

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

4.7 Основні техніко-економічні показники розробленого технологічного процесу

5 ОХОРОНА ПРАЦІ

5.1 Сучасні заходи та засоби колективного та індивідуального захисту від дії характерних шкідливих і небезпечних факторів

5.2 Вимоги техніки безпеки щодо розташування виробничого обладнання

5.3 Безпека праці під час виготовлення вішака-гондоли регульованого

Перелік графічного матеріалу

1. Технологічний процес виготовлення вішака-гондоли регульованого – 1.0 (форм. А1)

2. Складальне креслення вішака-гондоли регульованого – 1.0 (форм. А3)

3. Складальне креслення стола зварювального 1270x750 – 1.0 (форм. А1)

4. Складальне креслення притискача пневматичного GH-101-A – 1.0 (форм. А1)

Консультанти розділів роботи

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

Дата видачі завдання 20.05.2024р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

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

Студент

(підпис)

Анатолій СТАСЮК

(ім'я, прізвище)

Керівник роботи

(підпис)

Микола ПІДГУРСЬКИЙ

(ім'я, прізвище)

АНОТАЦІЯ

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

ЗМІСТ

	с.
ВСТУП	6
1 АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ	7
1.1 Опис конструкції зварного виробу	7
1.1.1 Технічні вимоги до зварного виробу	8
1.2 Характеристика матеріалу зварного виробу	8
1.3 Технічні умови на виготовлення зварної конструкції	10
1.3.1 Вимоги до матеріалів і напівфабрикатів	10
1.3.2 Вимоги до шорсткості, геометричності форми та розмірів	11
1.3.3 Вимоги до зварних з'єднань виробу	12
1.3.4 Вимоги до складання	12
1.3.5 Вимоги до якості зварної конструкції	13
1.4 Аналіз базового технологічного процесу виготовлення зварної конструкції та постановка задач на виконання кваліфікаційної роботи	14
2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ	16
2.1 Технічне обґрунтування вибраного способу зварювання	16
2.2 Вибір зварювальних матеріалів	17
2.3 Вибір та розрахунок параметрів режиму зварювання	19
2.4 Вибір і обґрунтування зварювального устаткування	23
2.5 Вибір методу контролю якості виробу	25
2.6 Опис вибраного технологічного процесу виготовлення зварної конструкції	27
2.6.1 Заготівельні операції	28
2.6.2 Складальні операції	29
2.6.3 Складально-зварювальні операції	30

					<i>КР.422.20.00.00.000.ПЗ</i>					
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>Проект вдосконалення техно- логічного процесу виготовлення вішака-гондולי регульованого Пояснювальна записка</i>					
<i>Розроб.</i>		<i>Стасюк</i>						<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Підгурський</i>							4	70
<i>Реценз.</i>								<i>ВСП «ТФК ТНТУ», гр. ПМ-422ск</i>		
<i>Н. Контр.</i>		<i>Залуцька</i>								
<i>Затв.</i>		<i>Дранівська</i>								

2.6.4	Опоряджувальні операції	. . . . .	30
2.6.5	Допоміжні операції	. . . . .	31
2.6.6	Контроль якості	. . . . .	32
2.7	Нормування технологічного процесу виготовлення зварної конструкції і витрат матеріалів та електроенергії	. . . . .	32
3	КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ	. . . . .	35
3.1	Обґрунтування вибору типу пристосувань, які застосовуються при виготовленні конструкції.	. . . . .	35
3.2	Опис роботи зварювального пристосування	. . . . .	37
4	ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ	. . . . .	40
4.1	Розрахунок кількості обладнання	. . . . .	40
4.2	Розрахунок кількості працівників	. . . . .	45
4.3	Визначення витрат і вартості основних матеріалів	. . . . .	49
4.4	Розрахунок фонду оплати праці	. . . . .	49
4.5	Калькуляція собівартості виробу	. . . . .	55
4.6	Розрахунок суми капіталовкладень для розробленого технологічного процесу та його економічної ефективності	. . . . .	56
4.7	Основні техніко-економічні показники розробленого технологічного процесу	. . . . .	58
5	ОХОРОНА ПРАЦІ	. . . . .	60
5.1	Сучасні заходи та засоби колективного та індивідуального захисту від дії характерних шкідливих і небезпечних факторів	. . . . .	60
5.2	Вимоги техніки безпеки щодо розташування виробничого обладнання	. . . . .	63
5.3	Безпека праці під час виготовлення вішака-гондоли регульованого	. . . . .	64
	ВИСНОВКИ	. . . . .	67
	ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	. . . . .	68
	ДОДАТКИ	. . . . .	70

ВСТУП

На сьогоднішній день можливості зварювання практично необмежені, Виконання планів великого будівництва потребує виготовлення багато тон металоконструкцій будівель, промислових об'єктів, різного роду обробних машин, механізмів, інструментів та інших пристосувань. Ці завдання можуть бути вирішені тільки при максимальному використанні новітніх досягнень науки і техніки, при широкому впровадженні найбільш прогресивних технологічних процесів, до яких безпосередньо відноситься і зварювання.

Інтенсифікація технологічних виробничих процесів, збільшення швидкостей обробки, неперервне підвищення температури і тиску призводять до того, що багато відомих і широко використовуваних матеріалів не відповідають новітнім вимогам. На зміну їм приходять нові матеріали, для зварювання яких необхідні принципово нові схеми процесів. Наприклад, розвиток реактивної техніки і дослідження космічного простору вимагають розроблення високоміцних і жаростійких сплавів. Зварювати ці матеріали потрібно так, щоб забезпечувалась висока якість металу шва, а також рівномірність властивостей зварного з'єднання і основного металу, що далеко не завжди можна отримати при використанні сучасних методів і прийомів.

Розвиток зварювання дозволяє з'єднувати між собою метали різнорідні за хімічним складом і з різними властивостями. Також висока якість зварних швів визначає високе місце зварювання у промисловості будь-якої країни, оскільки більша частка виплавленого металу використовується для виготовлення зварних виробів і конструкцій.

					КР.422.20.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

1 АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Опис конструкції зварного виробу

Вішак-гондола регульований представляє собою металеву конструкцію і використовується з метою розміщення на ньому одягу в показових цілях чи для майбутнього продажу. Тому такі вішаки в основному встановлюються в магазинах та інших приміщеннях, які займаються продажем чи показом верхнього одягу. Вигляд конструкції вішака показано на рисунку 1.1.

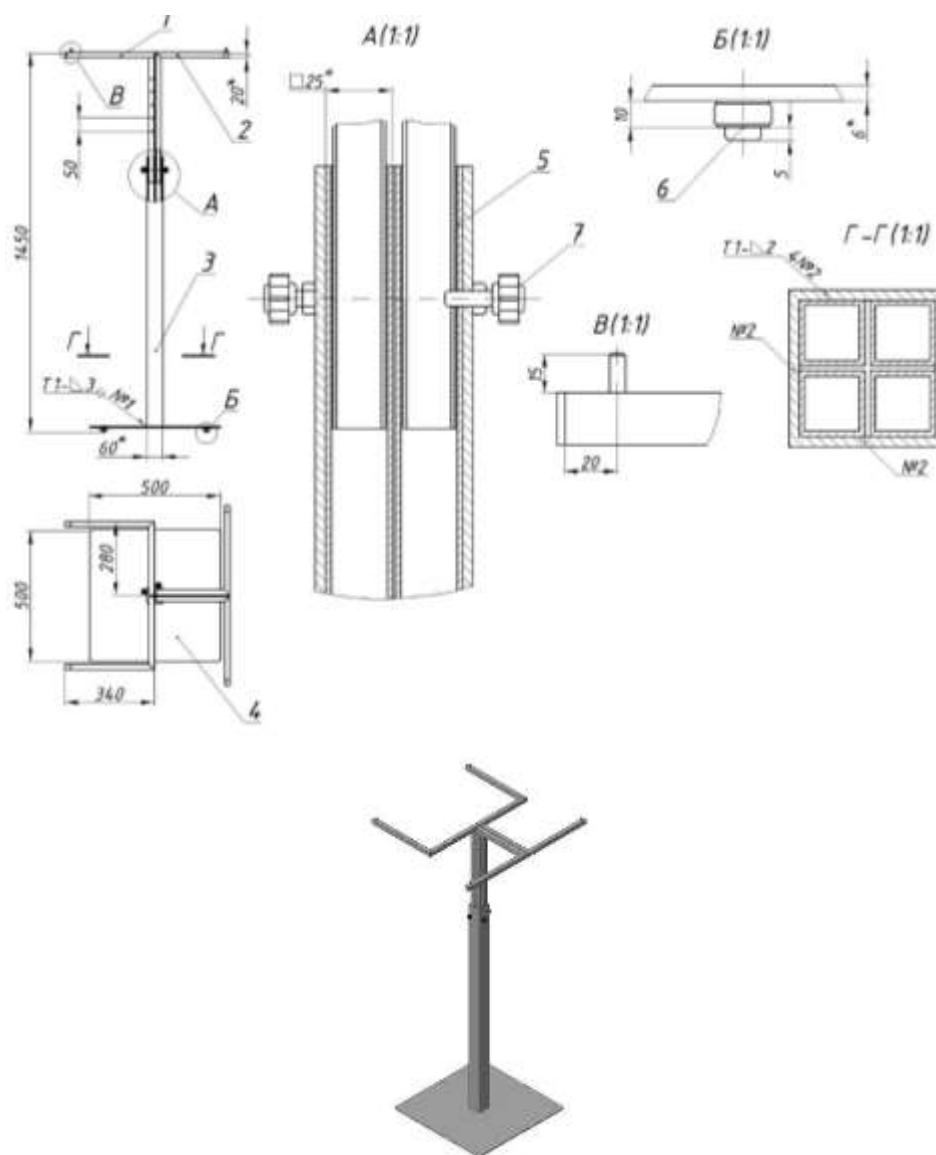


Рисунок 1.1 – Вішак-гондола регульований

1 – елемент п-подібний, 2 – елемент т-подібний, 3 – стояк, 4 – опора, 5 – рамка, 6 – ніжка, 7 – фіксатор

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КР.422.20.00.00.000.ПЗ

Арк.

7

Вішак-гондола регульований складається із n-подібних елементів (2 шт.), m-подібних елементів (2 шт.), стояка (1 шт.), опори (1 шт.), рамки (1 шт.), ніжок (4 шт.) та фіксаторів (4 шт.). Для його виготовлення використовується профільні труби 20x20x1,5, 25x25x2,0, 60x60x3,0, а також листовий метал товщиною 6 мм. Маса металевої конструкція в складеному вигляді становить 29 кг.

Габаритні розміри регульованого вішака є такими:

- висота – 1450 мм;
- ширина – 500 мм.

1.1.1 Технічні вимоги до зварного виробу

Так як конструкція є зварною, то основні технічні вимоги, що пред'являються до неї пов'язані із якістю виконання зварних з'єднань. Виконувати процес зварювання на відповідних режимах, які дозволяють плавити основний метал та забезпечувати найкращі умови формування наплавлених валиків. Також повинні враховуватись ще на стадії проектування властивості конструкції, які визначають її технологічність – раціональність форм та перерізів.

Після зварювання потрібно виконати додаткову обробку виробу, для того щоб конструкція мала гарний зовнішній вигляд, треба зачистити зварні шви, а також прилягаючі поверхні від залишків шлаку, бризок та інших включень. Після того як вішак пройшов контроль якості, здійснюється підготовка для нанесення захисного шару покриття на її поверхні з метою надання їй антикорозійного захисту.

1.2 Характеристика матеріалу зварного виробу

Враховуючи умови експлуатації конструкції і значення зусиль, які діятимуть на неї, для виготовлення вішака регульованого буде використовуватись конструкційна низьковуглецева сталь звичайної якості

					<i>КР.422.20.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

марки СтЗсп. У якій відсотковий вміст вуглецю не більше 0,25%. Механічні властивості сталі СтЗсп приведені в таблиці 1.1, хімічний склад відповідно в таблиці 1.2.

Таблиця 1.1 – Механічні властивості сталі СтЗсп [1]

Стан постачання	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5 , %
	МПа		
	не менше		
Прокат гарячекатаний	225	370-480	23

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

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

Важливе значення на вибір металу для зварної конструкції має зварюваність, яка характеризує можливість отримання якісних зварних з'єднань, які задовольняють умови експлуатації при відповідній технології їх виконання. Найкраща зварюваність досягається тоді, коли механічні властивості зварного з'єднання відповідають однойменним властивостям основного металу.

Показник зварюваності розраховується за вмістом еквівалентного вуглецю C_e [2, с.127]:

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

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

Підставивши значення:

$$C_{\text{екв}} = 0,22 + \frac{0,65}{6} + \frac{0,30}{24} + \frac{0,30}{10} + \frac{0,30}{5} + \frac{0,30}{15} = 0,44 \text{ \%}.$$

					<i>КР.422.20.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

Для доброї зварюваності матеріалу потрібно, щоб $C_{\text{екв}} \leq 0,45\%$, якщо показник перевищує це значення, то зварюваність буде задовільною, а може і поганою. За нашими розрахунками $C_{\text{екв}} = 0,44\%$, тому сталь СтЗсп буде зварюватись добре.

1.3 Технічні умови на виготовлення зварної конструкції

1.3.1 Вимоги до матеріалів і напівфабрикатів

Виготовлення вішака регульованого повинно відбуватись згідно нормативно-технічних документів, стандартних, а також галузевих документів.

Матеріали з яких виготовляється вішак-гондола, а це основний метал та зварювальний дріт мають використовуватись згідно вимог, що містяться в технологічних картах на виготовлення конструкції.

На вибір марки сталі впливають її зварюваність та клас міцності конструкції. Але крім цього основний матеріал повинен забезпечувати отримання високих механічних властивостей, які б задовольняли умови експлуатації конструкції, високу її технологічність, безпечність та доступність.

Матеріали, які використовуються для виконання зварювання повинні забезпечувати:

- відповідні конструктивні розміри та властивості зварного шва;
- комфортні умови виконання процесу зварювання;
- високу якість і продуктивність процесу;
- безпечні санітарно-гігієнічні умови праці в процесі виробництва.

Всі матеріали та напівфабрикати повинні поставлятися з комплектом відповідних документів, що підтверджують їх якість. Якщо є якісь недоліки при виконанні технологічного процесу пов'язані із якістю матеріалів, то відділ

					<i>КР.422.20.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

технічного контролю здійснює додаткові дослідження з метою підтвердження їх властивостей паспортним даним.

1.3.2 Вимоги до шорсткості, геометричності форми та розмірів

Виготовлення вішака регульованого повинно виконуватись із дотриманням допусків вказаних на кресленнях, так як це основна вимога забезпечення правильної геометричної форми конструкції.

Ще в процесі проектування конструкції потрібно велике значення приділити її технологічності форми та перерізів. Неправильне компонування конструкції призводить до виникнення внутрішніх напружень, нерівномірного розповсюдження тепла при зварюванні, що може викликати появу нещільностей у зварних швах. Також ці несприятливі фактори обумовлюють зародження джерел корозії та її подальшого росту, тому ще під час проектування потрібно приймати відповідні заходи, які б зменшували негативний вплив перерахованих факторів.

Конструкції, як правило виготовляються із замкнутих профілів та різних коробчастих елементів. Зварювання відкритих та замкнутих профілів повинно виконуватись згідно діючої галузевої нормативно-технічної документації.

Зварні з'єднання не мають складатися з гострих кутів та не повинно бути різких змін перерізу елементів, все це викликає появу небажаних напружень та нерівномірність сприйняття силової дії.

Суміщення елементів повинно виконуватись в межах допустимих значень, що забезпечують складання елементів конструкції без лишніх оброблень кромek відповідно до складального креслення, також повинні бути враховані деформації, які виникають при зварюванні, що мають суттєвий вплив на кінцеві геометричні розміри зварної конструкції.

					<i>КР.422.20.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

1.3.3 Вимоги до зварних з'єднань виробу

Зварні з'єднання обумовлюються властивостями безпосередньо металу зварного шва, прилягаючої ділянки основного металу та зони термічного впливу, яка має дещо іншу структуру, що змінилась під дією зварювання.

Великий вплив на процес формування зварних швів має чистота контактуючих поверхонь деталей, а також форма і правильність розроблення кромки, так як це впливає на рівномірність заповнення стика. Кромки повинні розроблятися відповідно до стандартів на певний тип з'єднання, який характеризує утворення відповідного шва з повним проплавленням основного металу.

Якщо конструкція виконана нестандартними швами, то їх конструктивні елементи мають бути вказані в технологічній документації та показані на кресленні.

Зварювання конструкції напускними з'єднаннями повинно відбуватися з комбінуванням флангових та лобових швів. Виконання флангових бажане тільки в тих місцях, де мінімальні внутрішні напруження на відміну від лобових швів. Якщо йде зварювання конструкції двостороннім тавровим з'єднанням, то деталі мажуть знаходитися під кутом, який не перевищує 70°. Основною вимогою, яка ставиться до зварних з'єднань – це відсутність дефектів, що перевищують встановлені норми для того чи іншого виду зварних конструкцій.

1.3.4 Вимоги до складання

Деталі з яких виготовляється конструкція попередньо повинні бути відрихтованими для забезпечення потрібної площинності та прямолінійності між стиковальними кромками. Зазори повинні відповідати величинам, що вказані на кресленні конструкції.

					<i>КР.422.20.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

В стиках між кромками, а також на поверхні деталей не повинно бути забруднень, так як це погіршує якість зварних з'єднань. Тому перед зварюванням ці поверхні потрібно попередньо механічно зачищати.

Для забезпечення високої точності виготовлення конструкцій потрібно використовувати спеціальні складально-зварювальні пристосування, завдяки яким можливо встановити деталі в проектному положенні із забезпеченням необхідних зазорів згідно технічних умов на виготовлення.

Виконання попередніх прихоплень задля додаткової фіксації та надання конструкції певної жорсткості, повинно здійснюватися на відповідних режимах та в послідовності передбаченій технологічним процесом. Але перед виконанням зварювання поверхневий шар прихоплень потрібно зняти, для того щоб забезпечити повне сплавлення металу.

Використовуване складальне обладнання повинно мати високу точність базових поверхонь, яка звичайно погіршується при тривалій його експлуатації, тому за цим потрібно слідкувати, так як від цього залежить точність складання, а відповідно якість зварених конструкцій.

1.3.5 Вимоги до якості зварної конструкції

Конструкція повинна виготовлятися із забезпеченням високої якості, тому якщо деякі незначні дефекти є присутніми у зварних швах, то вони не мають перевищувати встановлених норм. Якщо в зварних з'єднаннях є недопустимі нормами дефекти, то їх потрібно видалити механічними методами та заварити знову. Не допускається виправлення дефектів більше двох разів в одному і тому ж самому місці.

Ще на стадії проектування конструкції потрібно приймати заходи по скороченню кількості зварних з'єднань, застосовуючи штамповані заготовки або гнуті профілі. Якщо виріб складної конструкції, то він повинен бути розбитий на складальні одиниці в процесі виготовлення. Проектуючи конструкцію потрібно перевіряти її технологічність, що виконується

					<i>КР.422.20.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

розробниками конструкторської документації та службою технічного контролю.

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

Вішак виготовляється із профільних труб та листового металу.

Розмічування деталей виконується ручним способом із використанням вимірювальних інструментів. Вирізання заготовок, а також механічне очищення та зачищення здійснюється кутовими шліфувальними машинками, а також ручними щітками.

Виготовлені заготовки повинні відповідати таким правилам:

- можливість їх легкого встановлення у складально-зварювальні пристосування;
- легкий доступ до місць виконання прихоплень та подальшого зварювання;
- можливість виконання зварювання в нижньому положенні;
- виконання зварних швів на ділянках без значних внутрішніх напружень;
- забезпечення розмірів відповідно до креслення з можливістю подальшого контролю якості.

В існуючому технологічному процесі виготовлення вішака-гондоли регульованого застосовується спосіб ручного дугового зварювання покритими електродами.

Зварювання виконується інверторними зварювальними апаратами марки Dnipro-M SAB-255, з номінальним зварювальним струмом 250 А.

Процес здійснюється постійним струмом прямої полярності, для кращого горіння дуги потрібно підтримувати сталу відстань між торцем електроду та зварювальною поверхнею в межах 1 – 3 мм, при куті його нахилу – 75°. Завдяки цьому процес зварювання протікає більш стабільно, що дозволяє отримувати шви доброї якості. Зварювання виконується кутом назад, електродом класу E46, марки АНО-21, з рутіловим покриттям Р11, ø 3 мм.

Параметри режиму зварювання представлені в таблиці 1.3.

					<i>КР.422.20.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

Таблиця 1.3 - Параметри режиму ручного дугового зварювання вішака

Катет шва, мм	3
Діаметр електроду, мм	3
Зварювальний струм, А	120

Контроль якості конструкції виконується найбільш простим та дешевим методом зовнішнього огляду. Ним перевіряється якість виготовлення заготовок та подальше їх складання під зварювання, безпосередньо виконання процесу зварювання, якість отриманих зварних з'єднань та загальну якість конструкції. Тільки після проведення контролю якості та виправлення присутніх дефектів конструкція може переміщатись для виконання наступних операцій технологічного процесу.

Використовуючи ручне зварювання, формування швів відбувається під шаром покриття, тому потім потрібно знімати цей шлак з поверхні зварних швів, це призводить до додаткового використання слюсарних робіт, також не забезпечується необхідна продуктивність виконання процесу, за рахунок частой зміни використаних покритих електродів.

Зварювання конструкції без використання будь-яких складально-зварювальних пристосувань є також одним із недоліків існуючого технологічного процесу.

Проаналізувавши присутні недоліки технологічного процесу виготовлення вішака регульованого потрібно прийняти певні міри по покращенню технології виготовлення конструкції, а саме:

- вдосконалити операції різання, для забезпечення кращої якості отримуваних заготовок;
- розробити і впровадити таку технологію зварювання, яка б дозволила підвищити продуктивність процесу;
- використовувати відповідне складально-зварювальне обладнання, для забезпечення комплексної механізації.

2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Технічне обґрунтування вибраного способу зварювання

Вішак-гондола регульований є зварною конструкцією, тому його виготовлення можливе із застосуванням таких способів зварювання:

1) ручне зварювання – цим способом отримуються якісні зварні шви, але при його виконанні потрібно додаткове виконання слюсарних робіт, так як поверхня шва покрита шлаком і його потрібно знімати після зварювання;

2) зварювання під флюсом також дозволяє одержувати шви високої якості, але цей спосіб використовується для зварювання швів середньої та великої довжини, а вішак регульований зварюється короткими швами, тому цей спосіб зварювання в даному випадку застосовувати недоцільно;

3) напівавтоматичне зварювання в захисних газах є найбільш універсальним порівняно з іншими способами, а також непотрібно додаткових робіт по зніманню шлаку, за рахунок чого зменшується використання ручної праці слюсарів та інших робітників;

4) газове зварювання – цей спосіб недоцільно використовувати через невисоку якість зварних з'єднань, так як площа зони термічного впливу найбільша серед усіх способів зварювання. Використання горючих газів та спеціальної газової апаратури вимагає суворого дотримання правил техніки безпеки при виконанні газозварювальних робіт. Іншим недоліком газового зварювання є низька продуктивність процесу, що пояснюється невисокою швидкістю виконання зварювання.

Порівнявши запропоновані способи зварювання враховуючи типи та конструктивні елементи зварних швів вішака регульованого найбільш доцільним буде застосування напівавтоматичного способу зварювання, який є найбільш універсальним та дозволяє отримувати з'єднання високої якості.

Технічними перевагами зварювання в середовищі захисного газу є відносна простота та висока продуктивність процесу, можливість вести процес

					<i>КР.422.20.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

у напівавтоматичному й автоматичному виконанні, мала зона термічного впливу, а відповідно і деформації, зварювання швів у різних просторових положеннях, що дає можливість його швидкого і якісного виконання, висока якість захисту зварювальної дуги [3, с.147].

Виготовлення вішака регульованого виконується із застосування способу напівавтоматичного зварювання у вуглекислому газі – CO₂, схема якого показана на рисунку 2.1.

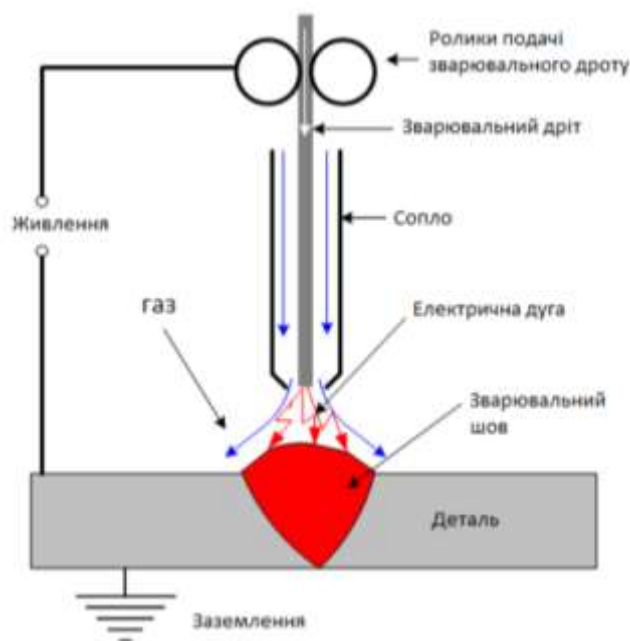


Рисунок 2.1 - Схема напівавтоматичного зварювання у вуглекислому газі

2.2 Вибір зварювальних матеріалів

Вибір зварювальних матеріалів повинен відповідати умові одержання бездефектних зварних з'єднань, властивості яких відповідають умовам експлуатації конструкції.

Зварювання низьковуглецевих сталей в основному виконується зварювальними дротами, які в своєму складі містять кремній та марганець, найбільш використовувані марки Св-08ГС та Св-08Г2С, що найменше

					КР.422.20.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

забруднюють наплавлений метал оксидними включеннями. Якщо виконувати зварювання цими дротами, то метал шва буде містити до 0,12...0,14% С, не нижче 0,17...0,20% Si, не менше 0,5...0,8% Mn і в його структурі не будуть утворюватися гарячі тріщини зі збереженням високих механічних властивостей.

Якщо зварювати низьковуглецеві сталі дротом Св-08Г2С, то вміст оксидних включень складає 0,009%, а коли використовувати дріт Св-08ГС – 0,014%. Дріт марки Св-08Г2С дає меншу забрудненість – це пояснюється тим, що він містить більш раціональний склад кремній та марганцю, які дозволяють з продуктів окислення, що виникають при зварюванні формувати рідкі силікати.

Хімічний склад зварювального дроту Св-08Г2С наведений в таблиці 2.1.

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

Марка дроту	Вміст, %						
	С	Mn	Si	Cr	Ni	S	P
						не більше	
Св-08Г2С	0,5-0,11	1,8-2,1	0,70-0,95	0,20	≤0,25	0,025	0,030

Основним зварювальним матеріалом є дріт, а допоміжним – захисний газ. Без використання газу при зварюванні суцільним металевим дротом неможливо забезпечити захист розплавленого металу зварювальної ванни від шкідливої дії повітря.

Оскільки для виготовлення вішака регульованого використовується напівавтоматичне зварювання, то захисною атмосферою для нього буде вуглекислий газ, який відповідає ДСТУ 4817:2007 та вміст CO₂ не повинен бути менше 99,8%.

2.3 Вибір та розрахунок параметрів режиму зварювання

Для якісного зварювання швів, потрібно правильно налаштувати на обладнанні параметри режиму зварювання, а саме: діаметр і марку електродного дроту d_e , мм; зварювальний струм $I_{зв}$, А; напругу на дюзі U_d , В; швидкість подачі електродного дроту $V_{п.д.}$, м/год; швидкість зварювання $V_{зв.}$, м/год; виліт електродного дроту l_d , мм; витрати захисного газу Q_g , л/хв.

Оскільки вішак регульований зварюється тавровими з'єднаннями типу Т1, то розрахунок будемо виконувати саме для них, при цьому потрібно забезпечити формування шва із катетом величиною 3 мм для шва, який з'єднує стояк з опорою. Схема цього типу з'єднання показана на рисунку 2.2.

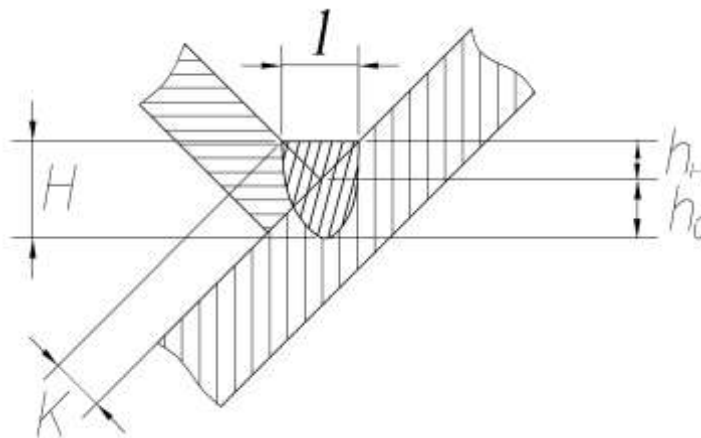


Рисунок 2.2 - Схема таврового з'єднання Т1

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

Згідно вказаних типів з'єднань зварювання виконується без розроблення кромки, але із встановленням мінімального зазору.

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

					КР.422.20.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

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

де K – катет шва, $K=3$ мм,

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

Висота наплавленого металу h_n визначається за формулою [4, с.197]:

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

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

Ширина шва l визначається за формулою [4, с.197]:

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

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

Загальну висота шва H визначається за формулою [4, с.196]:

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

Виконавши перестановки:

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

значення ψ_M становить $0,8 - 2,0$ мм [4,с.196], вибираємо $\psi_M=1,2$.

Потім:

$$H = \frac{4,24}{1,2} = 3,54 \text{ мм.}$$

					<i>КР.422.20.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

Глибина проплавлення h_0 визначається за формулою [4, с.197]:

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

$$h_0 = 3,54 - 2,12 = 1,41 \text{ мм.}$$

Зварювання таврового шва з катетом 3 мм повинно виконуватись електродним дротом діаметром 0,8 мм.

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

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

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

$$I_{зв} = \frac{1,41}{1,45} \cdot 100 = 97,5 \text{ А.}$$

Виконавши розрахунок сила зварювального струму складатиме 100 А.

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

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

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

ρ – густина електродного дроту, для сталі $\rho=7,8 \times 10^3$ кг/м³;

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

					<i>КР.422.20.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

$$V_{п.д.} = \frac{12 \cdot 10^{-3} \cdot 100}{0,5 \cdot 10^{-6} \cdot 7800} = 306,22 \text{ м/год.}$$

Швидкість подачі електродного дроту $V_{п.д.} = 306 \text{ м/год.}$

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

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

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

Напруга становить $U_d = 24 \text{ В.}$

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

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

де A – коефіцієнт, який залежить від діаметра електродного дроту, Якщо $d_e = 0,8 \text{ мм}$ – $A = 2 \cdot 5 \cdot 10^3 \text{ А} \cdot \text{м/год}$ [4, с.194]:

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

Швидкість буде рівною $V_{зв} = 20 \text{ м/год.}$

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

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

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

					<i>КР.422.20.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

$$d_e = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{100}{210}} = 0,8 \text{ мм},$$

що задовольняє відповідну умову.

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

Витрати захисного газу – $Q_g = 7$ л/хв [6, с.105].

Параметри режиму зварювання вішака регульованого приведені в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Параметри режиму зварювання вішака-гондоли регульованого

ПАРАМЕТР			значення
назва	СИМВОЛ	одиниці вимірювання	
Сила зварювального струму	$I_{зв}$	А	100
Напруга на дузі	U_d	В	24
Діаметр електродного дроту	d_e	мм	0,8
Виліт електрода	l_d	мм	10
Швидкість зварювання	$V_{зв}$	м/год	20
Швидкість подачі електродного дроту	$V_{п.д.}$	м/год	306
Витрати захисного газу	Q_g	л/хв	7

2.4 Вибір і обґрунтування зварювального устаткування

Зварювання вішака регульованого буде виконуватись напівавтоматом ПДГ-351 SELMA, що призначений для механізованого зварювання.

Переваги зварювального напівавтомату ПДГ-351 SELMA [7]:

- незалежне плавне регулювання швидкості подачі дроту;

- ступеневе регулювання напруги на дузі;
- зубчате зчеплення притискного і подавального роликів;
- два режими роботи: зварювання коротких швів і зварювання електродуговими заклепками;
- режим заправлення дроту і налаштування витрати газу;
- наявність термозахисту від перенавантаження;
- наявність індикації перегріву;
- можливість роботи з єврокатушкою діаметром 300 мм;
- наявність площадки для встановлення балону з захисним газом;
- конструкція візка на поворотних колесах;
- два ступені індуктивності.

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

Таблиця 2.3 – Технічні характеристики напівавтомата ПДГ-351 SELMA [7]

Напруга мережі, В	380	Періодичність вмикання ПВ, %	70
Споживана потужність, кВА	17	Номінальна напруга на дузі, В	30
Номінальний зварювальний струм, А	315	Напруга холостого ходу, В	42
Число ступенів регулювання струму	20	Тип роз'єму пальника	євророз'єм
Межі регулювання зварювального струму, А	40-380	Клас захисту	Н
Діаметр електродного дроту, мм	0,8-1,6	Маса, кг	114
Швидкість подачі електродного дроту, м/год	70-960	Габаритні розміри, мм	830x450x905



Рисунок 2.3 – Загальний вигляд напівавтомата ПДГ-351 SELMA [7]

Зварювальний пальник є важливим вузлом устаткування за допомогою якого відбувається формування зварного шва, що безпосередньо впливає на його якість. Для комплектації напівавтомата ПДГ-351 SELMA використовується пальник Binzel Abimig 305 AT.

2.5 Вибір методу контролю якості виробу

Контроль якості використовується з метою перевірки продукції встановленим вимогам, що регламентуються стандартами, технічними умовами та іншими нормативними документами.

Контроль якості буває наступних видів:

1) Вхідний контроль. Ним визначається якість основних та зварювальних матеріалів, деталей і вузлів конструкції. Саме за допомогою цього контролю стає можливим попередження дефектів через неякісну речовину, отримання важливої інформації про доставлені матеріали з можливістю висунення додаткових вимог для забезпечення високої їх якості.

2) Приймальний контроль. Ним контролюється якість виконання зварювання при закінченні виконання всіх інших операцій технологічного

					КР.422.20.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

процесу. За результатами цього контролю визначається придатність чи непридатність конструкції до експлуатації, саме цей вид контролю є найголовнішою операцією виготовлення зварних конструкцій.

Зовнішній огляд є найпростішим методом приймального контролю, за його допомогою перевіряють якість виготовлення деталей та подальше їх складання під зварювання, а також якість вже готових зварних з'єднань. Цей метод контролю використовується завжди, незалежно від того чи після нього проводиться ще додатковий контроль чи ні. Зовнішній огляд дає багато інформації про наявність дефектів на зварних швах та є дешевим і оперативним, однак він придатний для виявлення зовнішніх дефектів. Внутрішні дефекти визначаються вже із застосуванням інших методів контролю якості.

Для виявлення внутрішніх дефектів широко використовується ультразвуковий контроль якості. В його основу закладені принципи аналізу ультразвукових коливань та хвиль, які проходять через контрольований об'єкт. Для контролю використовуються різні типи акустичних хвиль при широкому робочому діапазоні, він може виконуватись, як в неперервному, так і в імпульсному режимах. Висока універсальність ультразвукових методів контролю забезпечується завдяки різноманітності способів збудження та приймання ультразвукових хвиль, а також великим вибором п'єзоелектричних та магнітострикційних перетворювачів.

Контроль якості таврових та кутових швів виконують по схемі, яка показана на рисунку 2.4, де введення ультразвукових хвиль проходить через горизонтальну приварену деталь, тому що саме ця схема найбільш придатна для виявлення внутрішніх дефектів з мінімальним рівнем фальшивих сигналів. Джерелом фальшивих сигналів є нерівності на поверхні підсилення шва. Щоб відрізнити фальшиві сигнали від правильних використовується їх селектування за часом повернення.

					<i>КР.422.20.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

Для того, щоб метод був чутливим зварне з'єднання повинно задовольняти всі умови необхідні для контролю, такі як: вільний доступ до контрольованого з'єднання, потрібна чистота та якість поверхні, а також відповідна структура наплавленого металу, що не викликати похибок при проходженні ультразвукових коливань.

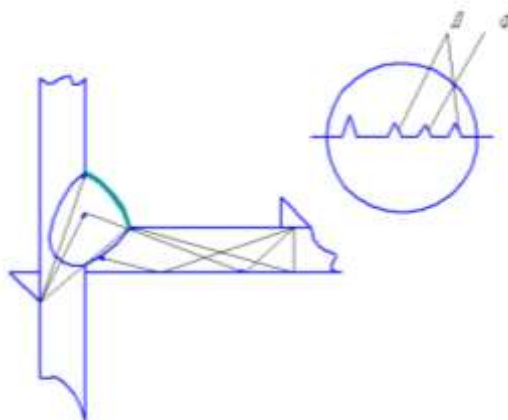


Рисунок 2.4 – Схема ультразвукового контролю таврових з'єднань ехо-методом

Д – ехосигнал від дефекта; Ф – фальшивий ехосигнал

Тому врахувавши умови експлуатації вішака-гондоли регульованого та можливі навантаження, що діятимуть на конструкцію, найбільш придатним буде метод контролю зовнішнім оглядом.

2.6 Опис вибраного технологічного процесу виготовлення зварної конструкції

Технологічний процес виготовлення вішака регульованого містить комплекс операцій, які полягають у виготовленні деталей різними методами, їх складання та подальше зварювання, а також виконання допоміжних робіт та кінцевого контролю якості звареної конструкції.

					КР.422.20.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

2.6.1 Заготівельні операції

Ці операції стосуються виготовлення деталей з яких виготовлятиметься вішак регульований. Покупні комплектуючі конструкції є вже у готовому вигляді, а над профільним металопрокатом виконується комплекс робіт пов'язаних з одержанням потрібних заготовок.

Першою операцією є правлення профільних труб за допомогою гідравлічного профілезгинального верстату ОРК-65 OSTAS, який показаний на рисунку 2.5.

Розмічування виконується ручними інструментами із використанням рулетки, лінійки та маркера.

Різання труб виконується на дисковому відрізнному верстаті МАСС 350, який показаний на рисунку 2.6.

Оскільки вішак є регульованим, що дозволяє змінювати його висоту, то потрібна певна кількість отворів на заготовці – стояк. Для їх одержання буде використовуватись свердлильний верстат марки Титан РDP8013, що є зображеним на рисунку 2.7.



Рисунок 2.5 – Гідравлічний профілезгинальний верстат ОРК-65 OSTAS

[8]

					КР.422.20.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28



Рисунок 2.6 – Дисковий відрізний верстат МАСС 350 [9]



Рисунок 2.7 – Свердлильний верстат Титан PDP8013 [10]

2.6.2 Складальні операції

Складання є основним етапом технологічного процесу виготовлення вішака регульованого, при якому відбувається встановлення деталей в необхідному положенні із забезпеченням потрібних зазорів. Для виконання цього процесу використовуються зварювальні столи.

					КР.422.20.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

Складання вішака-гондоли відбувається наступним чином:

- встановити комплектуючі частини n-подібного елемента на стіл виконати їх прихоплення та зварювання;
- розмістити складові m-подібного елемента на стіл виконати їх фіксацію, прихоплення та подальше зварювання;
- встановити на стіл деталі рамки і стояка згідно креслення, зафіксувати їх та зварити;
- до сформованої складальної одиниці на пристосуванні прикласти опору, зафіксувати дані елементи та виконати процес зварювання;
- зняти зварену конструкцію зі зварювального стола.

При виконанні складання постійно потрібно слідкувати за точністю розмірів, які повинні відповідати кресленню конструкції.

2.6.3 Складально-зварювальні операції

До складально-зварювальних операцій при виготовленні вішака регульованого відноситься виконання прихоплень для фіксації орієнтування деталей одна відносно іншої, щоб надати складальній конструкції потрібної форми та жорсткості, а також виконання безпосередньо процесу зварювання.

Якість виконання цих операцій залежить від правильності вибору способу зварювання, матеріалів та обладнання, а також настроювання правильних режимів виконання процесу, які забезпечать якісне формування зварних швів без дефектів та з відповідними конструктивними розмірами з дотриманням технічних умов на виготовлення конструкції.

2.6.4 Опоряджувальні операції

Спосіб напівавтоматичного зварювання у вуглекислому газі характеризується розбризкуванням електродного металу, що викликає як забруднення основного металу, так і самого обладнання. Тому потрібно

					<i>КР.422.20.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30

виконати деякі роботи для того, щоб видалити залишки цього закристалізованого металу. Опоряджувальні операції виконуються із використанням захисних окулярів Dnipro-M Worker прозорих, слюсарних молотків Stroxx 500 г, зубил Sigma SDS-max 250 мм та кутових шліфувальних машин METABO WEVA 15-125, вигляд якої показаний на рисунку 2.8.



Рисунок 2.8 – Кутова шліфувальна машина METABO WEVA 15-125 [11]

2.6.5 Допоміжні операції

До допоміжних операцій відноситься комплекс робіт пов'язаний з підготовкою технологічного процесу виготовлення та з додатковими переміщеннями деталей і конструкцій по ходу виконання виробничого циклу.

До цих операцій відносяться також роботи по встановленні деталей у складально-зварювальних пристосуваннях та знімання вже готових конструкцій і переміщення їх згідно технологічного процесу. Це відбувається із використанням електричного тельфера ATK-CD1-1-6, який показаний на рис.2.9.



Рисунок 2.9 – Електричний тельфер ATK-CD1-1-6 [12]

					<i>КР.422.20.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

2.6.6 Контроль якості

Контроль якості є найбільш важливою операцією технологічного процесу виготовлення конструкції, тому що дає змогу визначити придатність або непридатність конструкції для подальшої експлуатації.

Технологічний процес виготовлення вішака регульованого містить, як вхідний контроль матеріалів, так і приймальний контроль після виконання процесу зварювання.

Найбільш придатним методом контролю вішака-гондоли є зовнішній огляд, тому що він простий, інформаційний та не вимагає спеціального оснащення, а враховуючи умови в яких експлуатується конструкція, то і немає потреби використовувати дорогий високочутливий контроль якості.

Виконання контролю відбувається із використанням лупи в футлярі марки Magnifier, 3x.

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

Вішак-гондола регульований виготовляється за допомогою напіваавтоматичного зварювання у вуглекислому газі, тому нормуванню підлягають витрати зварювального дроту, захисного газу та спожитої електроенергії.

Всі розрахунки виконуються згідно встановленого стандарту ДСТУ 3159-95 «Ресурсозбереження. Нормування витрат зварювальних матеріалів. Загальні вимоги, методи визначення нормативів ручного і механізованого електрозварювання».

Маса наплавленого металу визначається за формулою [13,с.6]:

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

					<i>КР.422.20.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

де α_H – коефіцієнт наплавлення, він визначає кількість наплавленого металу протягом 1 години горіння дуги, при силі струму 1 А, в нашому випадку $\alpha_H=11$ г/Агод;

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

$l_{ш}$ – загальна довжина зварних швів, $l_{ш}=0,72$ м.

Тому:

$$Q_H = 11 \cdot 10^{-3} \cdot 100 \cdot 0,72 = 0,79 \text{ кг.}$$

Витрати присаджувального матеріалу визначаються за формулою [13,с.7]:

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

де Q_p – маса розплавленого електродного матеріалу,

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

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

$$Q_p = 0,79 \cdot 0,7 = 0,55 \text{ кг,}$$

$Q_{нп}$ – маса наплавленого металу,

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

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

$$Q_{нп} = 0,79 \cdot 0,5 = 0,4 \text{ кг.}$$

Тоді:

$$H_{ел} = 0,55 + 0,4 = 0,95 \text{ кг.}$$

					<i>КР.422.20.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Норми витрат захисного газу визначаються за формулою [13,с.10]:

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

де K_{Γ} – коефіцієнт, що виражає відношення маси витраченого газу до маси розплавленого електродного дроту, $K_{\Gamma}=0,85\dots0,9$;

$$H_{\Gamma} = 0,55 \cdot 0,9 = 0,5 \text{ кг.}$$

Витрати електроенергії на 1 кг наплавленого металу визначаються за формулою:

$$E = \frac{U_d}{\alpha_H \cdot \eta_H \cdot K_H}, \quad (2.17)$$

де U_d напруга на дузі, В;

η_H – коефіцієнт корисної дії, %;

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

$$E = \frac{24}{11 \cdot 0,9 \cdot 0,75} = 3,23 \text{ кВт.}$$

Витрати електроенергії на 1 м шва визначаються за формулою:

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

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

$$E = \frac{0,01 \cdot 24 \cdot 100 \cdot 0,05}{0,9 \cdot 0,75} = 1,78 \text{ кВт} \cdot \text{год.}$$

					<i>КР.422.20.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

3.1 Обґрунтування вибору типу пристосувань, які застосовуються при виготовленні конструкції

Виготовлення зварних конструкцій високої якості забезпечується тоді, коли деталі встановлені в правильне проектне положення та надійно зафіксовані. Тому для виконання цих вимог у зварювальному виробництві використовується складальне та складально-зварювальне обладнання. Якщо використовується в технологічному процесі тільки складальне обладнання, то процес складання закінчується виконанням прихоплень, щоб виконувати подальше зварювання треба вже застосовувати інше обладнання. Якщо використовується складально-зварювальне обладнання, то на ньому можна виконувати безпосередньо складання, повне або часткове зварювання, а також витримка звареної конструкції для того, щоб зменшити внутрішні напруження та деформації. Зварювання може виконуватись по прихопленнях або без них, тому що в цьому виді устаткування використовуються спеціальні інструменти, які фіксують деталі у проектному положенні.

Для визначення найбільш раціонального використання обладнання складального або складально-зварювального для оснащення технологічного процесу виготовлення конструкції потрібно враховувати: її геометричну форму та точність розмірів, програму випуску і тип виробництва, виробничі площі та завантаження робочих місць, використовуваний спосіб зварювання та ін. Якщо конфігурація конструкції не дозволяє виконувати складання та зварювання в різних місцях, тоді використовують складально-зварювальне обладнання. При цьому досягається вища якість конструкції за рахунок відсутності проміжного транспортування. Якщо виконується складання тонкостінних виробів, то використовується тільки складально-зварювальне обладнання, через неможливість виконання прихоплень.

					КР.422.20.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

Якщо виконувати переустановлення складальної конструкції з одного пристосування на інше, то це призводить до збільшення тривалості виробничого циклу, затрат праці за рахунок додаткового транспортування, а також можливе порушення правильності форми та геометричних розмірів конструкції.

Тому вибираючи пристосування серед існуючих або розроблення нового є одним із важливих етапів технологічного процесу виготовлення. Розроблення нового або вдосконалення існуючого пристосування повинно відбуватись на основі:

- вивчення складальних креслеників та технічних умов, що пред'являються до зварної конструкції. Тут особлива увага повинна приділятися технологічності конструкції, яка визначає її форму та раціональні перерізи. Тому ще на стадії проектування конструкції треба звернути увагу на точність та конфігурацію деталей і стан їхніх поверхонь;

- технологічного процесу виготовлення конструкції, що характеризує раціональність виконання складання та зварювання, з яким повинен бути ознайомлений конструктор пристосування ще на рівні маршрутної схеми виконання процесу;

- програми випуску продукції. В залежності від типу виробництва – масового чи дрібносерійного, є можливість проаналізувати доцільність використання того чи іншого пристосування з механізмами автоматизації або без них.

Отже, на вибір типу пристосувань впливають наступні чинники: конструкція виробу, матеріал і товщина деталей, спосіб складання та зварювання, а також якість їх виконання, продуктивність процесу і точність розмірів та форми. Також потрібно враховувати тенденцію постійного скорочення трудомісткості робіт при виконанні складаних і допоміжних операцій, стабільність показників якості зварених конструкцій, забезпечення комфортних та безпечних умов праці для робітників.

					<i>КР.422.20.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

Вибір пристосування повинен виконуватись за техніко-економічним принципом. Це означає, що пристосування повинно задовольняти всі технологічні вимоги в процесі виробництва та бути найбільш економічно вигідним.

3.2 Опис роботи зварювального пристосування

Пристосування, яке використовується для виготовлення вішака-гондоли регульованого забезпечує правильну послідовність виконання складально-зварювальних операцій, що полягають у встановленні деталей конструкції в пристосуванні на базовій поверхні по упорах і фіксаторах та закріплення їх притискачами.

Опори, якими комплектуються складально-зварювальні пристосування бувають основними та допоміжними. За допомогою основних опорів надають складальним деталям правильне проектне положення, тому вони змонтовані на опорній поверхні пристосування, а роль допоміжних – це надання додаткової стійкості деталям, що унеможливить їх зміщення. Так при складанні великих деталей з обробленими поверхнями використовуються в якості опорів пластини, коли поверхні необроблені, то в якості опорів використовуються штирі, які заходять в отвори. Можна також використовувати регульовані гвинтові опори, які можуть бути, як основними, так і допоміжними. Допоміжні опори практично не впливають на точність базування деталей.

Якщо потрібне фіксування деталей по бічних поверхнях, то тоді використовуються упори. В залежності від комплектування складального пристосування, упори бувають постійними, відвідними, відкидними або знімними з відповідною конфігурацією поверхонь (плоска, сферична та ін.), яка залежить безпосередньо від форми деталей конструкції, що складається. Поверхні упорів в процесі експлуатації зазнають інтенсивних спрацювань,

					<i>КР.422.20.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

тому їх поверхні повинні бути термічно оброблені або наплавлені зносостійким шаром покриття.

Також потрібно використовувати таке компонування складальних пристосувань в яких застосовувані упори були одночасно і опорною базою. Якщо конфігурація складальної конструкції не дозволяє вільне вивільнення її після зварювання, тоді використовуються відвідні або відкидні упори, які повинні бути товщиною не менше двох товщин деталей, що встановлюються та фіксуються.

Складання вішака регульованого відбувається також із застосуванням пневматичних притискачів, які монтується на пристосуванні, схема якого показана на рисунку 3.1. Особливості даних притискачів є висока їх швидкодія та надійність фіксації з регулюванням величини притискання. Це дозволяє істотно підвищити продуктивність праці при виконанні складальних операцій.

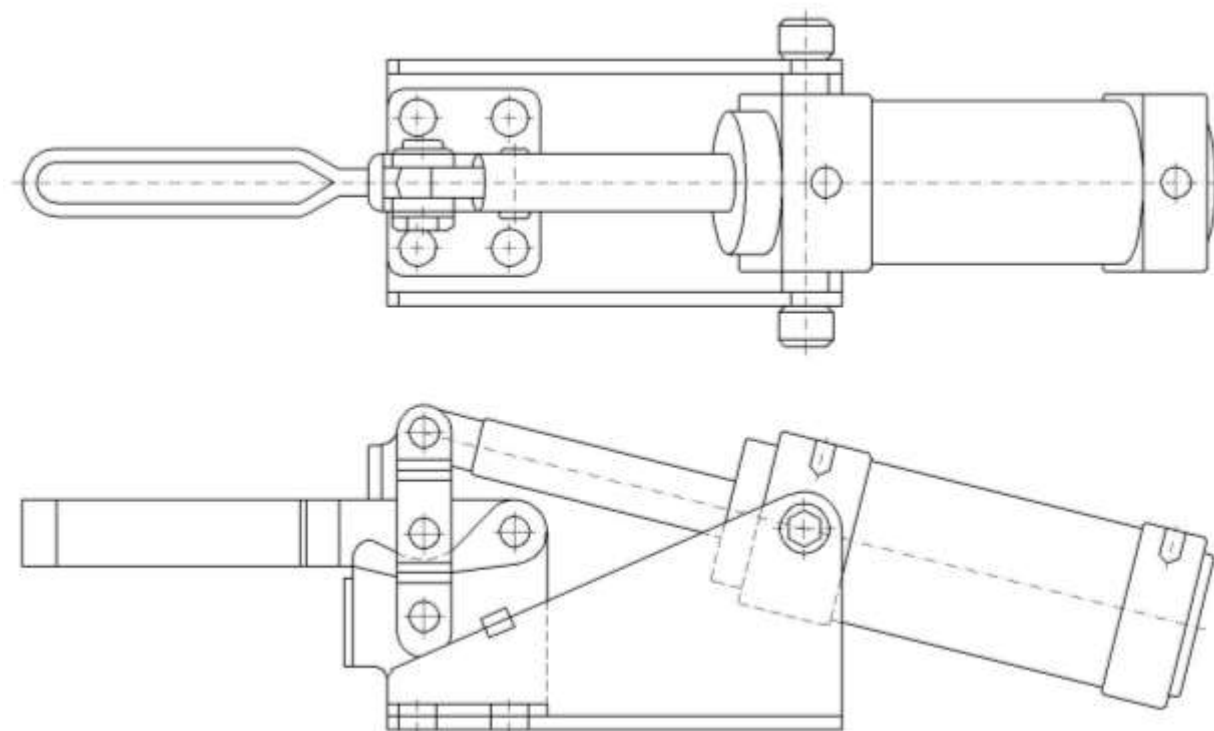


Рисунок 3.1 – Притискач пневматичний GH-101-A

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КР.422.20.00.00.000.ПЗ

Арк.

38

Основним пристосуванням на якому відбувається загальне складання вішака регульованого є зварювальний стіл, загальний вигляд якого показаний на рисунку 3.2.

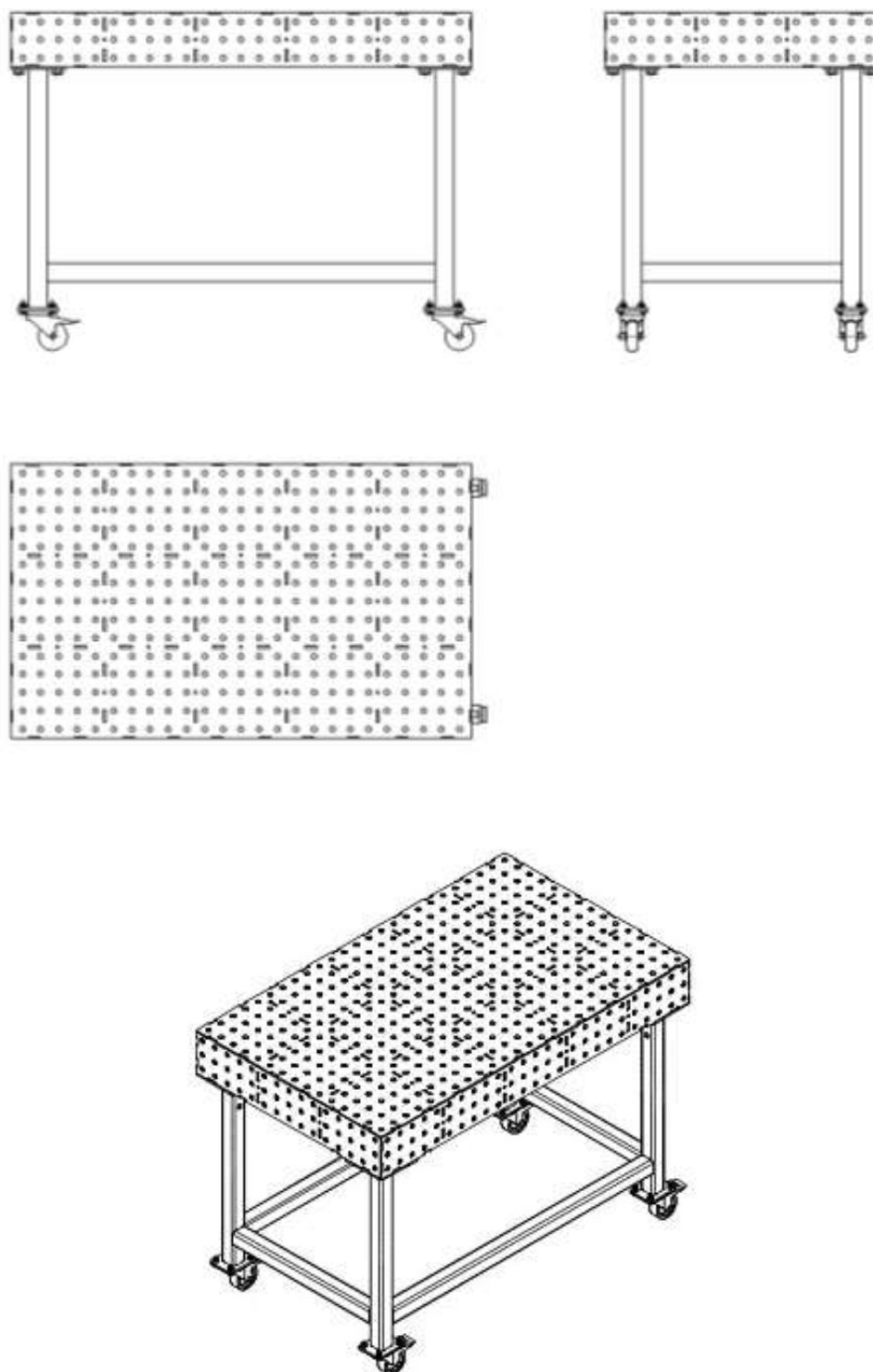


Рисунок 3.2 – Стіл зварювальний 1270x750

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КР.422.20.00.00.000.ПЗ

Арк.

39

4 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ

4.1 Розрахунок кількості обладнання

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

Таблиця 4.1 - Характеристика вішака-гондоли регульованого

Показник	Одиниці виміру	Кількісна чи вартісна оцінка	
		фактичні дані	проектні дані
Габаритні розміри виробу	мм	1450x500	
Сума витрат по видах та марках основних матеріалів на виріб:			
сталь Ст3сп	кг	29	
зварювальний дріт Св-08Г2С	кг	0,95	
Вуглекислий газ (CO ₂)	кг	0,5	
Розміри поворотних відходів на виріб	кг	0,6	
Ціна придбання матеріалу за кг:			
прокат:			
сталь Ст3сп	грн	29,8	29,4
зварювальний дріт Св-08Г2С	грн	147	146,5
Вуглекислий газ (CO ₂)	грн	18	17,75
Ціна реалізації поворотних відходів	грн	3	

					КР.422.20.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

Таблиця 4.2 - Характеристика технологічного процесу виготовлення вішака-гондоли регульованого

Зміст операції	Варіанти	Устаткування		Інструменти		Розряд роботи	Штучні норми часу
		Назва	Ціна, грн	Назва	Ціна, грн		
1	2	3	4	5	6	7	8
Правлення	$\frac{3}{П}$	Профіле-згин. верстат ОРК-65 OSTAS	158500	молоток	302	III	2,1
Розмічування	$\frac{3}{П}$			прилад лінійка маркер	7322 121 55	III	$\frac{2,4}{2,0}$
Різання	$\frac{3}{П}$	Відрізн.верстат МАСС 350, свердлильний верстат ТИТАН PDP8013	128500 7500			III	$\frac{2,6}{2,1}$
Складання	$\frac{3}{П}$	Стіл зварювальний	140000	молоток зубило	302 134	IV	$\frac{2,9}{2,4}$
Зварювання	$\frac{3}{П}$	Напівавтомат ПДГ-351 SELMA	80000			IV	$\frac{3,3}{3,0}$
Зачищування	$\frac{3}{П}$	Кутова шліф. машина МЕТАВО WEVA 15-125	5600	щітка металева диск зач. молоток	45 39 302	III	$\frac{2,7}{2,1}$
Контроль якості	$\frac{3}{П}$	Набір для візуального контролю	9600			VI	1,9
Транспортні операції	$\frac{3}{П}$	Тельфер електричний АТК CD-1-1-6	47000			III	1,1

Штучна норма часу:

а) по технологічних операціях: по заводу 17,9;

по проекту 15,6;

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

по проекту 1,1.

					КР.422.20.00.00.000.ПЗ	Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Загальна штучна норма часу: по заводу 19,0;
по проекту 16,7.

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

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

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

S - кількість робочих змін в добу;

g - тривалість зміни, год;

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

$$\Phi_{yc} = 253 \cdot 1 \cdot 8 \cdot (1 - 0,09) \approx 1842 год.$$

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

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

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

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

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

$B_{пр}$ - програма випуску продукції, у нашому випадку $B_{пр} = 2500 шт.$

					<i>КР.422.20.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

Кількість робочих місць для виконання правлення заготовок (за двома варіантами):

$$n = \frac{2,1 \cdot 2500}{1842 \cdot 1,2} = 2,38 \approx 2 \text{шт.}$$

Кількість робочих місць для виконання розмічування при виготовленні регульованого вішака:

- заводський варіант:

$$n = \frac{2,4 \cdot 2500}{1842 \cdot 1,2} = 2,71 \approx 3 \text{шт.},$$

- проектний варіант:

$$n = \frac{2 \cdot 2500}{1842 \cdot 1,2} = 2,26 \approx 2 \text{шт.}$$

Для вирізання заготовок кількість робочих місць рівна:

- заводський варіант:

$$n = \frac{2,6 \cdot 2500}{1842 \cdot 1,2} = 2,94 \approx 3 \text{шт.},$$

- проектний варіант:

$$n = \frac{2,1 \cdot 2500}{1842 \cdot 1,2} = 2,38 \approx 2 \text{шт.}$$

Для виконання складання кількість робочих рівна:

- заводський варіант:

$$n = \frac{2,9 \cdot 2500}{1842 \cdot 1,2} = 3,28 \approx 3 \text{шт.},$$

					КР.422.20.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

- проектний варіант:

$$n = \frac{2,4 \cdot 2500}{1842 \cdot 1,2} = 2,71 \approx 3 \text{шт.}$$

Для виконання процесу зварювання кількість робочих місць становить:

- заводський варіант:

$$n = \frac{3,3 \cdot 2500}{1842 \cdot 1,2} = 3,73 \approx 4 \text{шт.},$$

- проектний варіант:

$$n = \frac{3 \cdot 2500}{1842 \cdot 1,2} = 3,39 \approx 3 \text{шт.}$$

Кількість робочих місць для зачищення зварних швів:

- заводський варіант:

$$n = \frac{2,7 \cdot 2500}{1842 \cdot 1,2} = 3,05 \approx 3 \text{шт.},$$

- проектний варіант:

$$n = \frac{2,1 \cdot 2500}{1842 \cdot 1,2} = 2,37 \approx 2 \text{шт.}$$

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

$$n = \frac{1,9 \cdot 2500}{1842 \cdot 1,2} = 2,15 \approx 2 \text{шт.}$$

					<i>КР.422.20.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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, 2500 шт;

m - кількість різновидів вантажних об'єктів;

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

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

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

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

$K_{кр} = 0,6...0,7$.

$$n = \frac{2500 \cdot 1 \cdot 0,8}{2100 \cdot 0,7} = 1,36 \approx 1шт.$$

Приймаємо один електричний тельфер для між операційного транспортування виробів.

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]:

					КР.422.20.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

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

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 $B_{np} = 2500$ шт;

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

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

Необхідна кількість правильників (за двома варіантами):

$$r_{oi} = \frac{2500 \cdot 2,1}{1850 \cdot 1,2} = 2,36 \approx 2 \text{ чол.}$$

Необхідна кількість розмічувальників:

- за заводським варіантом:

$$r_{oi} = \frac{2500 \cdot 2,4}{1850 \cdot 1,2} = 2,7 \approx 3 \text{ чол.}$$

- за проектним варіантом:

$$r_{oi} = \frac{2500 \cdot 2}{1850 \cdot 1,2} = 2,25 \approx 2 \text{ чол.}$$

Необхідна кількість різальників:

- за заводським варіантом:

					КР.422.20.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

$$r_{oi} = \frac{2500 \cdot 2,6}{1850 \cdot 1,2} = 2,93 \approx 3 \text{чол},$$

- за проектним варіантом:

$$r_{oi} = \frac{2500 \cdot 2,1}{1850 \cdot 1,2} = 2,36 \approx 2 \text{чол}.$$

Необхідна кількість складальників:

- за заводським варіантом:

$$r_{oi} = \frac{2500 \cdot 2,9}{1850 \cdot 1,2} = 3,27 \approx 3 \text{чол},$$

- за проектним варіантом:

$$r_{oi} = \frac{2500 \cdot 2,4}{1850 \cdot 1,2} = 2,7 \approx 3 \text{чол}.$$

Необхідна кількість зварювальників:

- за заводським варіантом:

$$r_{oi} = \frac{2500 \cdot 3,3}{1850 \cdot 1,2} = 3,72 \approx 4 \text{чол},$$

- за проектним варіантом:

$$r_{oi} = \frac{2500 \cdot 3}{1850 \cdot 1,2} = 3,38 \approx 3 \text{чол}.$$

Необхідна кількість зачищувальників:

- за заводським варіантом:

$$r_{oi} = \frac{2500 \cdot 2,7}{1850 \cdot 1,2} = 3,04 \approx 3 \text{чол},$$

					<i>КР.422.20.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

- за проектним варіантом:

$$r_{oi} = \frac{2500 \cdot 2,1}{1850 \cdot 1,2} = 2,36 \approx 2 \text{чол.}$$

Необхідна кількість контролерів (за двома варіантами):

$$r_{oi} = \frac{2500 \cdot 1,9}{1850 \cdot 1,2} = 2,14 \approx 2 \text{чол.}$$

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
Основні робітники:				
правильники	2	2	III	III
розмічувальники	3	2	III	III
різальники	3	2	III	III
складальники	3	3	IV	IV
зварювальники	4	3	IV	IV
зачищувальники	3	2	III	III
контролери	2	2	VI	VI
транспортувальники	1	1	III	III
Допоміжні робітники:				
налагоджувальники	1	1	IV	IV
ремонтники	2	2	IV	IV
електрики	1	1	IV	IV
ІТР:				
майстер дільниці	1	1		
МОП: прибиральники	1	1	—	—
Разом	27	23	—	—

4.3 Визначення витрат і вартості основних матеріалів

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

Результати розрахунків подано у таблиці 4.4.

Таблиця 4.4 - Зведена відомість витрат на матеріальні ресурси

В-нт	Назва матеріалів ресурсів	Од. вим.	Ціна придб. за од. вим., грн/кг		Затрати в натуральних одиницях, грн						
					на один виріб		на програму				
З/П	Сталь СтЗсп	кг	29,8	29,4	864,2	852,6	2160500	2131500			
З/П	Зв. др. Св-08Г2С	кг	147	146,5	139,65	139,18	349125	347937,5			
З/П	Вуглекислий газ (CO ₂)	кг	18,0	17,75	9	8,88	22500	22187,5			
Р-ом					1012,85	1000,65	2532125	2501625			
В-нт	Транспортно-заготівельні витрати			Загальна сума, грн				Вартість поворотних відходів, грн			
	%ц. куп.	в грн. на один кг		на один виріб		на програму		на один виріб		на програму	
З/П	5	1,49	1,47	43,21	42,63	108025	106575	3	3	7500	7500
З/П	5	7,35	7,33	6,98	6,96	17456,25	17396,88				
З/П	5	0,9	0,89	0,45	0,44	1125	1109,38				
Р-ом		9,74	9,68	50,64	50,03	126606,25	125081,25	3	3	7500	7500

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

					КР.422.20.00.00.000.ПЗ				Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					49

об'ємних економічних характеристик). В калькуляцію собівартості виробу безпосередньо включаються затрати по оплаті праці основних (виробничих) робітників.

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

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

де y - кількість технологічних операцій;

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

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

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

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

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):

					КР.422.20.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

$$Z_{oo} = 8,9 \cdot 22,8 \cdot 2,1 = 426,13 \text{ грн};$$

$$Z_{до} = 426,13 \cdot (0,2 + 0,15) = 149,15 \text{ грн};$$

$$Z_{по} = 426,13 \cdot 0,4 = 170,45 \text{ грн};$$

Затрати по оплаті праці розмічувальників:

- заводський варіант:

$$Z_{oo} = 7,5 \cdot 23,5 \cdot 2,4 = 423 \text{ грн};$$

$$Z_{до} = 423 \cdot (0,2 + 0,15) = 148,05 \text{ грн};$$

$$Z_{по} = 423 \cdot 0,4 = 169,2 \text{ грн};$$

- проектний варіант:

$$Z_{oo} = 7,5 \cdot 23,5 \cdot 2 = 352,5 \text{ грн};$$

$$Z_{до} = 352,5 \cdot (0,2 + 0,15) = 123,38 \text{ грн};$$

$$Z_{по} = 352,5 \cdot 0,4 = 141 \text{ грн}.$$

Затрати по оплаті праці різальників:

- заводський варіант:

$$Z_{oo} = 6,8 \cdot 24 \cdot 2,6 = 424,32 \text{ грн};$$

$$Z_{до} = 424,32 \cdot (0,2 + 0,15) = 148,51 \text{ грн};$$

$$Z_{по} = 424,32 \cdot 0,4 = 169,73 \text{ грн};$$

- проектний варіант:

$$Z_{oo} = 6,8 \cdot 24 \cdot 2,1 = 342,72 \text{ грн};$$

$$Z_{до} = 342,72 \cdot (0,2 + 0,15) = 119,95 \text{ грн};$$

$$Z_{по} = 342,72 \cdot 0,4 = 137,09 \text{ грн}.$$

Затрати по оплаті праці складальників:

- заводський варіант:

$$Z_{oo} = 7 \cdot 23,5 \cdot 2,9 = 477,05 \text{ грн};$$

$$Z_{до} = 477,05 \cdot (0,2 + 0,15) = 166,97 \text{ грн};$$

$$Z_{по} = 477,05 \cdot 0,4 = 190,82 \text{ грн};$$

- проектний варіант:

$$Z_{oo} = 7 \cdot 23,5 \cdot 2,4 = 394,8 \text{ грн};$$

$$Z_{до} = 394,8 \cdot (0,2 + 0,15) = 138,18 \text{ грн};$$

					<i>КР.422.20.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

$$Z_{\text{по}} = 394,8 \cdot 0,4 = 157,92 \text{ грн.}$$

Затрати по оплаті праці зварювальників:

- заводський варіант:

$$Z_{\text{оо}} = 6,8 \cdot 22,5 \cdot 3,3 = 504,9 \text{ грн;}$$

$$Z_{\text{до}} = 504,9 \cdot (0,2 + 0,15) = 176,72 \text{ грн;}$$

$$Z_{\text{по}} = 504,9 \cdot 0,4 = 201,96 \text{ грн;}$$

- проектний варіант:

$$Z_{\text{оо}} = 6,8 \cdot 22,5 \cdot 3 = 459 \text{ грн;}$$

$$Z_{\text{до}} = 459 \cdot (0,2 + 0,15) = 160,65 \text{ грн;}$$

$$Z_{\text{по}} = 459 \cdot 0,4 = 183,6 \text{ грн.}$$

Затрати по оплаті праці зачищувальників:

- заводський варіант:

$$Z_{\text{оо}} = 7,1 \cdot 22,5 \cdot 2,7 = 431,33 \text{ грн;}$$

$$Z_{\text{до}} = 431,33 \cdot (0,2 + 0,15) = 150,96 \text{ грн;}$$

$$Z_{\text{по}} = 431,33 \cdot 0,4 = 172,53 \text{ грн;}$$

- проектний варіант:

$$Z_{\text{оо}} = 7,1 \cdot 22,5 \cdot 2,1 = 335,48 \text{ грн;}$$

$$Z_{\text{до}} = 335,48 \cdot (0,2 + 0,15) = 117,42 \text{ грн;}$$

$$Z_{\text{по}} = 335,48 \cdot 0,4 = 134,19 \text{ грн.}$$

Затрати по оплаті праці контролерів:

$$Z_{\text{оо}} = 9 \cdot 28,5 \cdot 1,9 = 487,35 \text{ грн;}$$

$$Z_{\text{до}} = 487,35 \cdot (0,2 + 0,15) = 170,57 \text{ грн;}$$

$$Z_{\text{по}} = 487,35 \cdot 0,4 = 194,94 \text{ грн.}$$

Затрати по оплаті праці транспортувальників:

$$Z_{\text{оо}} = 16 \cdot 27,5 \cdot 1,1 = 484 \text{ грн;}$$

$$Z_{\text{до}} = 484 \cdot (0,2 + 0,15) = 169,4 \text{ грн;}$$

$$Z_{\text{по}} = 484 \cdot 0,4 = 193,6 \text{ грн.}$$

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

					<i>КР.422.20.00.00.000.ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		52

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

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

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

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

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

Затрати по оплаті праці налагоджувальників:

$$Z_{од} = 1 \cdot 37,4 \cdot 1850 = 69190 \text{ грн};$$

$$Z_{дд} = 69190 \cdot 0,35 = 24216,5 \text{ грн};$$

$$Z_{пд} = 69190 \cdot 0,4 = 27676 \text{ грн}.$$

Затрати по оплаті праці ремонтників:

$$Z_{од} = 2 \cdot 37,4 \cdot 1850 = 138380 \text{ грн};$$

$$Z_{дд} = 138380 \cdot 0,35 = 48433 \text{ грн};$$

$$Z_{пд} = 138380 \cdot 0,4 = 55352 \text{ грн}.$$

Затрати по оплаті праці електриків:

$$Z_{од} = 1 \cdot 37,4 \cdot 1850 = 69190 \text{ грн};$$

$$Z_{дд} = 69190 \cdot 0,35 = 24216,5 \text{ грн};$$

$$Z_{пд} = 69190 \cdot 0,4 = 27676 \text{ грн}.$$

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]:

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

					КР.422.20.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

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

r_n - чисельність працівників відповідної категорії;

O_m - місячний посадовий оклад одного працівника, грн;

$I2$ - кількість місяців у році.

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

$$Z_{оп} = 1 \cdot 9850 \cdot 12 = 118200 \text{ грн};$$

$$Z_{до} = 118200 \cdot 0,35 = 41370 \text{ грн};$$

$$Z_{пп} = 118200 \cdot 0,4 = 47280 \text{ грн}.$$

Затрати по оплаті праці МОП:

$$Z_{оп} = 1 \cdot 8513 \cdot 12 = 102156 \text{ грн};$$

$$Z_{до} = 102156 \cdot 0,35 = 35754,6 \text{ грн};$$

$$Z_{по} = 102156 \cdot 0,4 = 40862,4 \text{ грн}.$$

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

Таблиця 4.5 – Зведена відомість річного фонду оплати праці

Категорії робітників	Основна зар. плата, грн		Додаткова зар. плата, грн			
			за шкідливість		інші доплати	
	З	П	З	П	З	П
1	2		3		4	
Основні робітники:						
правильники	215622,79		75467,98		86249,12	
розмічувальники	321057	178365	112369,95	62427,75	128422,8	71346
різальники	322058,88	173416,32	112720,61	60695,71	128823,55	69366,53
складальники	362080,95	299653,2	126728,33	104878,62	144832,38	119861,28
зварювальники	510958,8	348381	178835,58	121933,35	204383,52	139352,4
зачищувальники	327375,68	169750,35	114581,49	59412,62	130950,27	67900,14
контролери	246599,1		86309,69		98639,64	
транспортувальники	122452		42858,2		48980,8	

Продовження таблиці 4.5

Допоміжні робітники:						
налагоджувальники	69190		24216,5		27676	
ремонтники	138380		48433		55352	
електрики	69190		24216,5		27676	
ІТР	118200		41370		47280	
МОП	102156		35754,6		40862,4	
Разом	2925321,2	2251355,76	1023862,42	787974,52	1642388,68	1372802,5

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:	1012,85	1000,65
сталь СтЗсп	864,2	852,6
зварювальний дріт Св-08Г2С	139,65	139,18
вуглекислий газ (СО ₂)	9	8,88
Поворотні відходи	3	
Паливо та енергія на технологічні цілі	43,8	43,62
Основна заробітна плата основних робітників	971,28	701,7
Додаткова заробітна плата основних робітників	339,95	245,59
Премії та надбавки основних робітників	388,51	280,68
Відрахування на соціальне страхування	23,8	17,19
Відрахування на медичне страхування	42,5	30,7
Витрати на утримання та експлуатацію устаткування	298,9	298,9
Цехові (дільничні) витрати	237,98	237,98
Всього цехова собівартість	3356,57	2854,01

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

Визначення проектної суми капітальних витрат подано у таблиці 4.7.

Таблиця 4.7 - Зведена відомість капітальних витрат

Види капітальних затрат	Кількість натуральних одиниць		Вартість одиниці, грн		Затрати на перевезення та монтаж, грн	
	З	П	З	П	З	П
Будівлі та споруди					-	-
Устаткування:						
правильне	2	2	158500	158500	7925	7925
різальне	3	2	136000	136000	6800	6800
складальне	3	3	140000	140000	7000	7000
зварювальне	4	3	80000	80000	4000	4000
зачищувальне	3	2	5600	5600	280	280
контрольне	2	2	9600	9600	480	480
транспортне	1	1	47000	47000	2350	2350
Інструменти:						
молоток	5	5	302	302	15,1	15,1
зубило	6	5	134	134	6,7	6,7
диск зачисний	5	4	39	39	1,95	1,95
щітка	5	4	45	45	2,25	2,25
прилад	3	2	7322	7322	366,1	366,1
маркер	6	5	55	55	2,75	2,75
лінійка	6	5	121	121	6,05	6,05
Разом						

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КР.422.20.00.00.000.ПЗ

Арк.

56

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	5560000	5560000	5	278000	278000
Устаткування:					
правильне	324925	324925	8,5	27618,63	27618,63
різальне	414800	278800	8,5	35258	23698
складальне	427000	427000	7	29890	29890
зварювальне	324000	244000	7,5	24300	18300
зачищувальне	17080	11480	8,5	1451,8	975,8
контрольне	19680	19680	6,5	1279,2	1279,2
транспортне	49350	49350	7,5	3701,25	3701,25
Інструменти:					
молоток	1525,1	1525,1	15	228,77	228,77
зубило	810,7	676,7		121,61	101,51
диск зачисний	196,95	157,95		29,54	23,69
щітка	227,25	182,25		34,09	27,34
прилад	22332,1	15010,1		3349,82	2251,52
маркер	332,75	277,75		49,91	41,66
лінійка	732,05	611,05		109,81	91,66
Разом	7162991,9	6933675,9			405422,41	386229,01

4.7 Основні техніко-економічні показники розробленого технологічного процесу

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

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

де C_{nz} - повна собівартість виробу за заводськими даними, грн ($C_{nz}=8346,87$ грн);

C_{nn} - повна собівартість виробу за проектними даними, грн ($C_{nn}=7287,87$ грн);

Φ_{mz} - фондомісткість продукції за заводськими даними, грн/шт ($\Phi_{mz}=3356,57$ грн/шт);

Φ_{mn} - фондомісткість продукції за проектними даними, грн/шт ($\Phi_{mn}=2854,01$ грн/шт);

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

$$E_{\phi} = ((8346,87 + 0,15 \cdot 3356,57) - (7287,87 + 0,15 \cdot 2854,01)) \cdot 2500 = \\ = 2835960 \text{ грн.}$$

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

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

де Φ_{ocz} - вартість основних виробничих фондів за заводським варіантом, грн ($\Phi_{ocz}= 15149000$ грн);

Φ_{ocn} - вартість основних виробничих фондів за проектним варіантом, грн ($\Phi_{ocn}= 13682475$ грн);

					<i>КР.422.20.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58

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

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

$$E_{ур} = 2500 \cdot (8346,87 - 7287,87) = 2647500 \text{ грн};$$

$$T_{ок} = \frac{15149000 - 13682475}{2647500} = 0,55 \text{ р.}$$

Порівняльний аналіз техніко-економічних показників показано у таблиці 4.8.

Таблиця 4.8 - Основні техніко-економічні показники розробленого технологічного процесу

Показники	Одиниця виміру	Величина	
		З	П
1	2	3	4
Річна програма випуску продукції	шт	2500	2500
Кількість технологічного устаткування	шт	18	15
Собівартість товарної продукції	грн	8346,87	7287,87
Чисельність промислово-виробничого персоналу:			
- всього	чол	27	23
- основних робітників	чол	21	17
Фондомісткість продукції	грн/шт	3356,57	2854,01
Умовна річна економія	грн	-	2647500
Річний економічний ефект	грн	-	2835960
Термін окупності капітальних вкладень	роки	-	0,55
Місячний оклад основних робітників:			
- правильники	грн	15660,35	15660,35
- розмічувальники	грн	15545,25	12954,38
- різальники	грн	15593,76	12594,96
- складальники	грн	17531,59	14508,9
- зварювальники	грн	18555,08	16868,25
- зачищувальники	грн	15851,19	12328,71
- контролери	грн	17910,11	17910,11
- транспортувальники	грн	17787	17787

5 ОХОРОНА ПРАЦІ

5.1 Сучасні заходи та засоби колективного та індивідуального захисту від дії характерних шкідливих і небезпечних факторів

Залежно від характеру застосування засоби захисту працівників поділяють на засоби колективного захисту та засоби індивідуального захисту (далі – ЗІЗ).

Засоби захисту мають бути безпечними для життя та здоров'я працівників за умови їх застосування за призначенням з урахуванням правильного обслуговування й використання [15].

Експлуатація засобів колективного та індивідуального захисту дозволена за умови [15]:

- наявності технічної документації (документів з експлуатації) з позначкою служби (відділу) технічного контролю виробника;
- своєчасного проведення необхідних експлуатаційних випробувань, якщо це вимагається нормативно-технічною документацією виробника;
- проведення щоденного огляду засобів захисту перед початком робіт з перевіркою справності, відсутності пошкоджень та дефектів, які можуть погіршувати їх захисні властивості.

Коли безпеку робіт не можуть забезпечити конструкція і розміщення засобів виробництва, організація виробничих процесів, проектно-технологічні рішення та засоби колективного захисту, необхідно застосовувати засоби індивідуального захисту. Різноманітні ЗІЗ застосовують працівником індивідуально [15].

Вони зменшують вплив на працівників небезпечних і шкідливих чинників, запобігають нещасним випадкам та професійним захворюванням.

ЗІЗ використовують відповідно до Мінімальних вимог безпеки і охорони здоров'я при використанні працівниками засобів індивідуального захисту на

					КР.422.20.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		60

робочому місці, затверджених наказом Мінсоцполітики від 29.11.2018 №1804 (НПАОП 0.00-7.17-18).

Розрізняють такі види засобів індивідуального захисту [15]:

- рукавиці та рукавички (ЗІЗ рук);
- спецвзуття: черевики, чоботи, бахіли та ін.;
- маски, щитки, шоломи, каски, спеціальні шапки тощо (ЗІЗ голови);
- різні види захисних окулярів, маски (ЗІЗ органів зору);
- навушники, спеціальні протишумні вкладиші, шоломи (ЗІЗ органів слуху);
- респіратори, протигази, пневмошоломи та пневмомаски (ЗІЗ дихальних органів);
- захисні маски та щитки (ЗІЗ обличчя);
- спеціальні креми та пасти, гелі, мазі, засоби для вмивання (ЗІЗ шкіри);
- діелектричні килимки, запобіжні пояси та інші засоби індивідуального захисту;
- комбінезони, костюми, штани й куртки, козухи, жилети, фартухи та нарукавники і ін. спецодяг;
- скафандри та пневмокостюми (спеціальні ізоляційні костюми).

ЗІЗ використовують лише за призначенням відповідно до інструкцій з експлуатації. Працівники зобов'язані інформувати роботодавця про недоліки щодо використання ЗІЗ за призначенням.

Засоби колективного захисту – це засоби, що використовуються для запобігання або зменшення впливу на працівників шкідливих і небезпечних виробничих факторів, а також для захисту від забруднення. На відміну від ЗІЗ вони мають захищати двох чи більше осіб за рахунок нормалізації умов їхньої трудової діяльності [15].

Вимоги до засобів колективного захисту наведені у ДСТУ 7238:2011 «Система стандартів безпеки праці. Засоби колективного захисту працюючих. Загальні вимоги і класифікація», затвердженому наказом Державного комітету

					<i>КР.422.20.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		61

України з питань технічного регулювання та споживчої політики №37 від 02.02.2011.

Загальні вимоги, технічні вимоги, вимоги щодо безпеки, методи випробувань, контролювання, вимоги до маркування, відомості, які надає виробник (зокрема, інструкції з експлуатації, тощо визначають у стандартах і технічних умовах на конкретні типи устаткування та засоби колективного захисту [15].

Види засобів колективного захисту залежно від конкретного небезпечного та/чи шкідливого виробничого фактору чи від конструктивних особливостей поділяють на типи [15]:

- ЗЗ від випромінювання (інфрачервоного, іонізуючого, ультрафіолетового, лазерного) та різних видів полів (електромагнітного, магнітного та електричного). До таких ЗЗ належать різні види огорожень, сигналізація, герметизація, автоматичний контроль та знаки безпеки;

- антишумові та протівібраційні ЗЗ, а саме: звуко- та віброізоляція, спецогородження;

- ЗЗ від ураження стумом. Серед таких ЗЗ є захисне заземлення, огороження, дистанційне керування та автоматичне відімкнення;

- ЗЗ від механічних впливів. До цієї групи ЗЗ входять: сигналізація та обгородження, знаки безпеки, автоматичний контроль;

- ЗЗ для покращення і нормалізації освітлення робочих місць, приміщень. Серед таких ЗЗ є освітлювальне устаткування та прилади, різноманітні джерела світла, світлофори та світлозахисне устаткування;

- ЗЗ від хімічних чинників. До цих ЗЗ належать: очищення повітря, його вентиляція, герметизація, дистанційне керування, огороження та знаки безпеки;

- ЗЗ від низьких (високих) температур. Такі ЗЗ – це термоізоляція, дистанційне керування та автоматичний контроль, сигналізація й обгородження;

					<i>КР.422.20.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		62

- ЗЗ для нормалізації повітряного середовища. Серед таких ЗЗ – опалення та кондиціонування повітря, його вентиляція, автоматичний контроль і сигналізація.

Вибирають конкретний тип засобу колективного захисту з урахуванням вимог безпеки для певного процесу або виду робіт [15].

Отже, конструкція засобів колективного захисту повинна забезпечувати можливість контролювати виконання ними свого призначення до початку та/або у процесі функціонування виробничого устаткування. ЗІЗ займають важливе місце при виконанні зварювальних робіт, тому що вони призначені для безпосереднього захисту зварників від контактних шкідливих впливів на них різних факторів.

5.2 Вимоги техніки безпеки щодо розташування виробничого обладнання

Устаткування, яке є джерелом електромагнітних полів (ЕМП), залежно від конструкції, призначення, потужності й умов використання, може розміщуватись як в окремих, спеціально призначених приміщеннях, так і в загальних приміщеннях, включаючи розміщення в поточних лініях, у відповідності з вимогами ДСН 3.3.6.096-2002. При розміщенні устаткування і організації робіт щодо його обслуговування слід, крім цих санітарних норм та правил, також керуватись [16, с.100]: будівельними нормами і правилами; правилами влаштування електроустановок; правилами технічної експлуатації електроустановок споживачів і правилами безпеки експлуатації електроустановок споживачів.

Захисні засоби повинні відповідати вимогам правил використання і випробування захисних засобів, які використовуються в електроустановках.

При розміщенні в одному приміщенні декількох установок треба унеможливити перевищення ГДР у випадку сумарної енергії випромінювання.

					<i>КР.422.20.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		63

У разі можливого проходження електромагнітної енергії через будівельні конструкції в сусідні приміщення повинні вживатись заходи, які унеможливають опромінювання працівників у випадку перевищень ГДР для відповідних категорій опромінювання [16, с.101].

Допускається при погодженні з органами державного санітарно-епідеміологічного нагляду проведення робіт з налагодження і регулювання апаратури, яка є джерелом ЕМП, в екранованих приміщеннях. Робочі площі та об'єми екранованих приміщень повинні встановлюватись, виходячи з габаритів оброблюваних виробів, з урахуванням вимог безпеки при роботі з високою напругою і санітарних норм проектування промислових підприємств. Для унеможливлення перевищення ГДР за рахунок відбитого випромінювання стіни, стелю і підлогу екранованих приміщень необхідно покривати матеріалами, що поглинають ЕМП до допустимих рівнів.

У разі спрямованого випромінювання допускається застосування поглинального покриття тільки на відповідних ділянках стін. В екранованих приміщеннях повинні вживатися заходи з компенсації нестачі природного світла, ультрафіолету, змін газового й аероіонного складу повітря тощо у відповідності з вимогами ДСН 3.3.6.096-2002 [16, с.101].

Розташування виробничого, а також зварювального обладнання має важливе значення при виготовленні металевого вішака, тому що від цього залежить не тільки продуктивність виробничого процесу, але і безпека виконуваних на ньому робіт.

5.3 Безпека праці під час виготовлення вішака-гондоли регульованого

Санітарно-гігієнічні умови і обов'язкові заходи щодо техніки безпеки регламентуються «Системою стандартів безпеки праці», «Будівельними державними нормами» (ДНБ, СНіП) [17], правилами техніки безпеки і виробничої санітарії при виконанні окремих видів робіт, правилами безпечної

					<i>КР.422.20.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		64

експлуатації окремих видів устаткування, єдиним вимогам безпеки до конструкцій устаткування, різними інструкціями, вказівками та іншими документами [17]. Всі особи, що поступають на роботу, пов'язану із зварюванням, повинні проходити попередні і періодичні медичні огляди.

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

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

Швидкість руху повітря біля джерел виділення шкідливих речовин повинна бути в межах норми, яку можна виміряти за допомогою приладів - аналізаторів.

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

Стан ізоляції проводів повинен відповідати правилам пристрою електроустановок (далі – ПЕУ). Опір ізоляції перевіряється не рідше один раз на місяць, а стан рухомих контактів і клем — не рідше один раз на три дні. Напруга холостого ходу на затискачах генератора або трансформатора не повинна перевищувати 110 В для машин постійного струму і 70 В для машин змінного струму [18].

Зварювальні машини повинні знаходитися під спостереженням фахівців. Установлення і ремонт їх повинні проводити тільки електромонтери. Всі установки, призначені для зварювання в особливо небезпечних умовах (всередині металевих ємкостей, при зовнішніх роботах), повинні бути забезпечені пристроями автоматичного відключення напруги холостого ходу або обмеження його до напруги 12 В з витримкою часу не більше 0,5 с [18].

					<i>КР.422.20.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		65

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

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

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

Таким чином, дотримання вимог охорони та безпеки праці на зварювальній дільниці при виготовленні регульованого вішака-гондоли займає важливе місце, тому що від цього залежить організація технологічних процесів і здоров'я робітників, які там працюють.

					<i>КР.422.20.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		66

ВИСНОВКИ

Проаналізувавши присутні недоліки базового технологічного процесу виготовлення вішака-гондоли регульованого потрібно прийняти певні міри по покращенню технології виготовлення конструкції, а саме:

- вдосконалити операції різання, для забезпечення кращої якості отримуваних заготовок;
- розробити і впровадити таку технологію зварювання, яка б дозволила підвищити продуктивність процесу;
- використовувати відповідне складально-зварювальне обладнання, для забезпечення комплексної механізації.

Технологічний процес виготовлення вішака регульованого складається із таких операцій: заготівельних, складальних, зварювальних, допоміжних, контрольних та ін. Найбільш тривалішими та трудомісткими є складальні, тому для підвищення ефективності виробництва використовуються зварювальні столи, які дозволяють підвищити продуктивність процесу та забезпечити стабільну якість виготовленої продукції.

Проведено економічний розрахунок з метою обґрунтування доцільності реалізації розробленого технологічного процесу і вибору устаткування.

Розглянуто питання, що стосуються заходів безпеки щодо розташування виробничого обладнання та огляд заходів і засобів колективного та індивідуального захисту від дії характерних шкідливих і небезпечних факторів.

					КР.422.20.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		67

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Сталь СтЗсп. Довідник. Сталі вуглецеві нелеговані: веб-сайт. URL: <https://metinvest-smc.com/ua/steel/stal-3sp/> (дата звернення: 18.03.2024).
2. Квасницький В.В. Теорія процесів зварювання. Дослідження фізико-хімічних і металургійних процесів та здатності металів до зварювання: навч. посіб. Миколаїв: УДМТУ, 2002. 181 с.
3. Гуменюк І.В., Іваськів О.Ф., Гуменюк О.В. Технологія електродугового зварювання: підручник. Київ: Грамота, 2006. 512 с.
4. Гаєвський О.А., Гаєвський В.О. Координація зварювальних робіт: навчальний посібник. Київ: Центр учбової літератури, 2017. 368 с.
5. Кривов Г.О., Зворикін К.О. Виробництво зварних конструкцій: підручник. Київ: КВІЦ, 2012. 896 с.
6. Биковський О.Г., Пінковський І.В. Довідник зварника. Київ: Техніка, 2002. 336 с.
7. ПДГ-351 Інструкція. Напівавтомат зварювальний ПДГ-351: веб-сайт. URL: <http://skachattoy.zyro.com/pdg-351-instruktsiya.html> (дата звернення: 01.06.2024).
8. Гідравлічний профілезгинальний верстат ОРК-65 OSTAS. Згинальні верстати: веб-сайт. URL: <https://prom.ua/ua/p1110436947-gidravlicheskiy-profilegibochnyj-standok.html?&primelead=Mt44NzU> (дата звернення: 01.06.2024).
9. Дисковий відрізний верстат МАСС 350. Відрізні верстати, пилки: веб-сайт. URL: <https://prom.ua/ua/p1022970497-diskovyj-otreznoj-standok.html?&primelead=Mt44NzU> (дата звернення: 01.06.2024).
10. Свердлильний верстат Титан PDP8013. Електрообладнання: веб-сайт. URL: <https://prom.ua/ua/p2053181110-moschnyj-sverlilnyj-standok.html> (дата звернення: 01.06.2024).

					<i>КР.422.20.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		68

11. Кутова шліфувальна машина METABO WEVA 15-125. Шліфувальні машини: веб-сайт. URL: <https://prom.ua/ua/p1360732152-uglovaya-shlifovalnaya-mashina.html> (дата звернення: 01.06.2024).

12. Тельфер електричний АТК CD1 380 В 1т 6 м. Тельфери електричні: веб-сайт. URL: <https://lebedka.ua/uk/lebedki/telfery-elektrycheskye/telfer-elektricheskij-atk-cd1-380-v-1-t-6-m> (дата звернення: 01.06.2024).

13. 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).

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

15. Засоби колективного захисту працівників. Служба охорони праці: веб-сайт. URL: <https://pro-op.com.ua/article/355-zasobi-kolektivnogo-zakhistu-pratsivnikiv> (дата звернення: 01.06.2024).

16. Левченко О.Г. Охорона праці у зварювальному виробництві: навчальний посібник. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. 181 с.

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

18. Перевірка опору ізоляції проводів і кабелів. Електротехнічна лабораторія: веб-сайт. URL: <https://lab.uis.zp.ua/product/perevirka-oporu-izolyatsiyi-provodiv-kabeliv/> (дата звернення: 01.06.2024).

					<i>КР.422.20.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		69

ДОДАТКИ

					КР.422.20.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		70