

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
стелажа промислового

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

Анатолій ГУМЕНЮК

Керівник

Богдан БЕРЕЖЕНКО

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

ГУМЕНЮКУ Анатолію Васильовичу

Тема роботи _____ Проект _____ вдосконалення _____ технологічного _____ процесу
виготовлення стелажа промислового _____

Керівник роботи _____ БЕРЕЖЕНКО Богдан Миколайович
(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 Умови праці на підприємстві та шляхи їх поліпшення
5.2 Пожежна безпека на зварювальній дільниці
5.3 Безпека праці під час зварювальних робіт стелажа промислового
Перелік графічного матеріалу
1. Технологічний процес виготовлення стелажа промислового – 1.0 (форм. А1)
2. Складальне креслення стелажа промислового – 1.0 (форм. А3)
3. Складальне креслення стола зварювального пересувного – 1.0 (форм. А1)
4. Складальне креслення струбцини кутової – 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 ГУМЕНЮК

(ім'я, прізвище)

Керівник роботи

(підпис)

Богдан БЕРЕЖЕНКО

(ім'я, прізвище)

АНОТАЦІЯ

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

ЗМІСТ

	с.
ВСТУП	6
1 АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ	8
1.1 Опис конструкції зварного виробу	8
1.1.1 Технічні вимоги до зварного виробу	9
1.2 Характеристика матеріалу зварного виробу	10
1.3 Технічні умови на виготовлення зварної конструкції	12
1.3.1 Вимоги до матеріалів і напівфабрикатів	12
1.3.2 Вимоги до шорсткості, геометричності форми та розмірів	13
1.3.3 Вимоги до зварних з'єднань виробу	13
1.3.4 Вимоги до складання	14
1.3.5 Вимоги до якості зварної конструкції	14
1.4 Аналіз базового технологічного процесу виготовлення зварної конструкції та постановка задач на виконання кваліфікаційної роботи	14
2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ	17
2.1 Технічне обґрунтування вибраного способу зварювання	17
2.2 Вибір зварювальних матеріалів	21
2.3 Вибір та розрахунок параметрів режиму зварювання	22
2.4 Вибір і обґрунтування зварювального устаткування	25
2.5 Вибір методу контролю якості виробу	27
2.6 Опис вибраного технологічного процесу виготовлення зварної конструкції	29
2.6.1 Заготівельні операції	29
2.6.2 Складальні операції	30
2.6.3 Складально-зварювальні операції	31

					<i>КР.422.04.00.00.000.ПЗ</i>						
					<i>Проект вдосконалення технологічного процесу виготовлення стелажів промислового Пояснювальна записка</i>						
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>					<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Розроб.</i>		<i>Гуменюк</i>									
<i>Перевір.</i>		<i>Береженко</i>								4	75
<i>Реценз.</i>									<i>ВСП «ТФК ТНТУ», гр. ПМ-422ск</i>		
<i>Н. Контр.</i>		<i>Залуцька</i>									
<i>Затв.</i>		<i>Дранівська</i>									

2.6.4	Опоряджувальні операції	. . . . .	31
2.6.5	Допоміжні операції	. . . . .	31
2.6.6	Контроль якості	. . . . .	32
2.7	Нормування технологічного процесу виготовлення зварної конструкції і витрат матеріалів та електроенергії	. . . . .	32
3	КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ	. . . . .	37
3.1	Обґрунтування вибору типу пристосувань, які застосовуються при виготовленні конструкції.	. . . . .	37
3.2	Опис роботи зварювального пристосування	. . . . .	38
4	ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ	. . . . .	42
4.1	Розрахунок кількості обладнання	. . . . .	42
4.2	Розрахунок кількості працівників	. . . . .	47
4.3	Визначення витрат і вартості основних матеріалів	. . . . .	50
4.4	Розрахунок фонду оплати праці	. . . . .	51
4.5	Калькуляція собівартості виробу	. . . . .	56
4.6	Розрахунок суми капіталовкладень для розробленого технологічного процесу та його економічної ефективності	. . . . .	58
4.7	Основні техніко-економічні показники розробленого технологічного процесу	. . . . .	59
5	ОХОРОНА ПРАЦІ	. . . . .	62
5.1	Умови праці на підприємстві та шляхи їх поліпшення	. . . . .	62
5.2	Пожежна безпека на зварювальній дільниці	. . . . .	66
5.3	Безпека праці під час зварювальних робіт стелажа промислового	. . . . .	69
	ВИСНОВКИ	. . . . .	72
	ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	. . . . .	73
	ДОДАТКИ	. . . . .	75

ВСТУП

Об'єми зварювання при виготовленні і монтажі металевих конструкцій, трубопроводів і технологічного обладнання неперервно ростуть, що на сьогоднішній день перевищило 25% загального об'єму робіт. Довговічність і надійність споруд в значній мірі залежить від якості зварних швів.

Підвищення технічного рівня зварювання в будівництві досягається за рахунок росту рівня заводського виробництва конструкцій з максимально можливим укрупненням їх в блоки і широким використанням механізованого зварювання, подальше укрупнення конструкцій на складальних майданчиках, в зоні дії підйомно-транспортного обладнання. Продуктивність праці зварників відповідних заготівельних підприємств в 5-7 разів вища, ніж зайнятих в підрядних організаціях. Однак великий об'єм зварювальних робіт також виконується безпосередньо на будівельно-монтажних майданчиках, в більш складних порівняно з заводами умовами, які характеризуються територіальною розкиданістю об'єктів та відсутністю у зварювальників постійних робочих місць; багатоваріантністю конструктивних рішень поряд з індивідуальним характером виробництва; необхідністю виконання зварювання на відкритих майданчиках при несприятливих кліматичних умовах, у важкодоступних місцях, на висоті або в траншеях, у всіх просторових положеннях; наявністю великих об'ємів дрібних, тісно переплетених з монтажними, зварювальних робіт; обмежена можливість механізації зварювальних і допоміжних процесів.

На монтажних майданчиках переважає ручне дугове зварювання покритими електродами. Тонкостінні трубопроводи малого діаметру зварюються газовим зварюванням. З метою підвищення продуктивності і покращення умов праці зварювальників створені і серійно виготовляються високопродуктивні і низькотоксичні електроди для виконання зварювання в різних просторових положеннях. Вдосконалюється також і зварювальне обладнання. Зростання рівня механізації зварювальних робіт досягається

					КР.422.04.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

шляхом впровадження технології зварювання плавким суцільним електродом в середовищі CO₂ та інших газових сумішах. Також значний розвиток отримав спосіб механізованого дугового зварювання порошковим дротом. Вже освоєна техніка зварювання неповоротних стиків труб великого діаметру, сферичних резервуарів з примусовим формуванням зварного шва. Вдосконалюється техніка зварювання швів з вільним формуванням завдяки розробленні способів керування перенесенням металу, періодично змінюючи струми і переміщення електрода за допомогою складних програм.

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

					КР.422.04.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

1 АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Опис конструкції зварного виробу

Виріб являє собою промисловий стелаж. Для того щоб забезпечити високу міцність конструкції, вона виготовляється зі сталі СтЗсп. Стелаж призначений для зберігання на ньому різних матеріалів, інструментів та інших запасних частин, розмір яких дозволяє їх поставити на будь-яку полицю конструкції. Конструкція стелажа показана на рисунку 1.1.

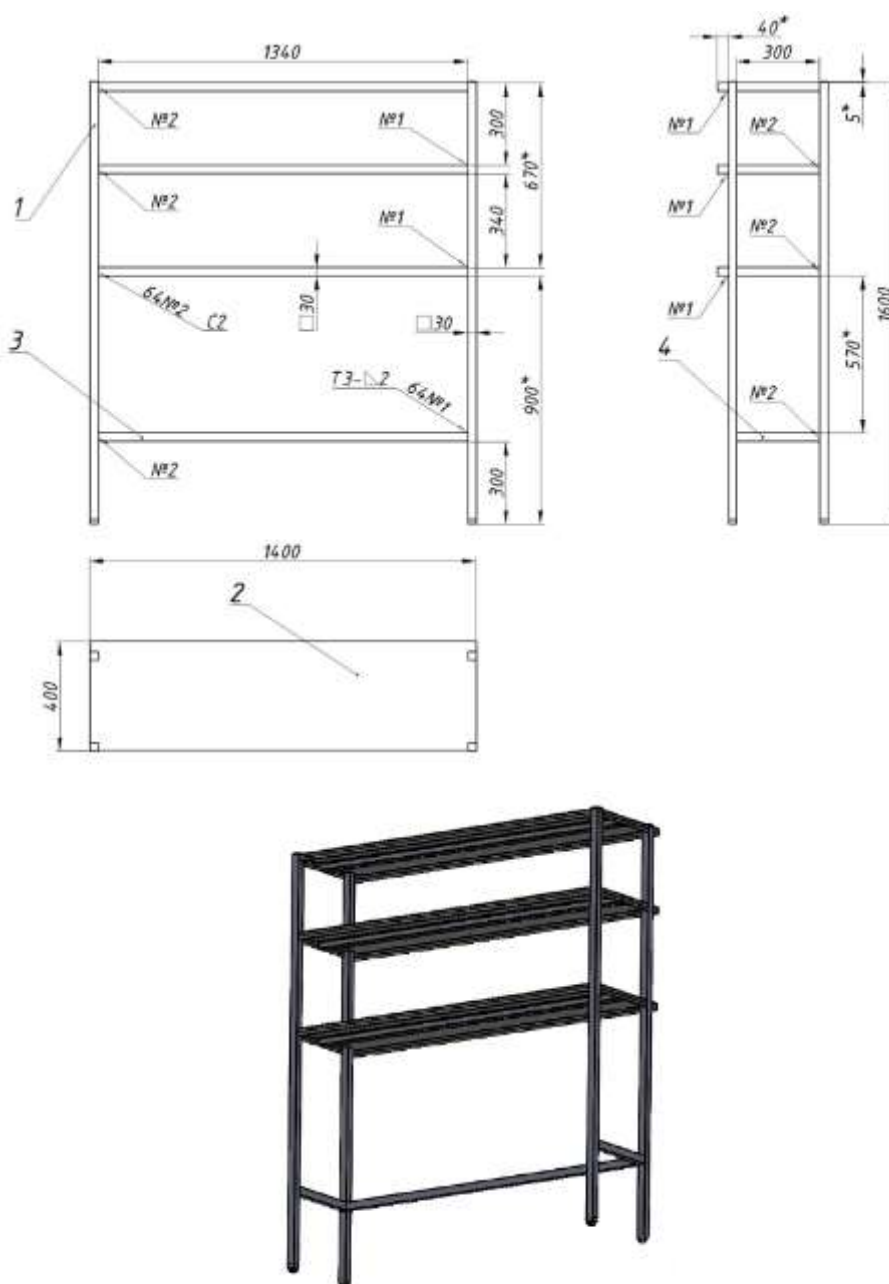


Рисунок 1.1 - Загальний вигляд стелажа промислового

					КР.422.04.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

Стелаж (див. рис. 1.1) складається із чотирьох стійок – 1, виготовлених із профільного прокату 30х30х2,0 довжиною 1600 мм, трьох полиць – 2 з листового металу, восьми напрямних – 3 та восьми вставок, які також виготовляється із профільного прокату 30х30х2,0.

1.1.1 Технічні вимоги до зварного виробу

Так як основне призначення промислових стелажів є зберігання на них різного роду вантажів, тому конструкція їх повинна бути міцною та відповідати масовому рівню згідно певного нормативного типу. Оскільки стелаж виготовляється з металу, то він і всі його складові деталі повинні відповідати якості 14 квалітету. Конструкція не повинна містити будь-яких дефектів, при цьому повинна зберігатися площинність деталей та його геометричні розміри відповідно до креслення. Мінімальне значення кривизни деталей, яке допускається становить до 3 мм на 1 метр або 0,1%.

Отже, основними вимогами, які пред'являються до промислових стелажів є наступні:

- періодичний огляд стелажів згідно графіку, який повинен складатися уповноваженою особою на підприємстві;
- відповідні таблички на полицях стелажа, які описують його вантажопідйомність;
- номерні відомості стосовно можливості чи неможливості зберігання тих або інших матеріалів;
- так як в основному стелажі встановлюються у складських приміщеннях, то повинна бути передбачена певна відстань для проходу або проїзду між ними і вона складає від 0,8 до 1,2 м;
- зовнішні поверхні стелажа повинні бути оброблені спеціальним покриттям, який дозволить їх захистити від передчасного ржавіння в разі несприятливих зовнішніх чинників;

					<i>КР.422.04.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

- завантаження стелажів повинно бути в межах норми, також забороняється їх надмірно завантажувати вище рівня обмежувачів чи упорів, що може призвести до падіння вантажів з полиць, а це в свою чергу спричинить аварійну ситуацію;

- якщо стелаж призначений для зберігання на ньому пожежо-небезпечних речовин, то ділянка приміщення навколо нього повинна бути обладнана засобами пожежогасіння або автоматичною сигналізацією.

1.2 Характеристика матеріалу зварного виробу

В якості основного матеріалу для промислового стелажа використовується низьковуглецева, конструкційна сталь марки СтЗсп. Її механічні властивості представлені в таблиці 1.1, а хімічний склад відповідно в таблиці 1.2.

Таблиця 1.1 – Механічні властивості сталі СтЗсп [2]

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, % [2]

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

Посилаючись на відповідний стандарт, зварюваність металів характеризує їх властивість формувати зварні з'єднання відповідної якості при встановленій технології, які б відповідали призначенню експлуатації. Тому

поняття зварюваності стосується відповідності властивостей зварних з'єднань основному зварюваному металу.

До основних критеріїв зварюваності відносяться такі:

- окислюваність металу при зварюванні, яка залежить від його хімічної активності;
- перешкоджання виникненню гарячих тріщин, а також наступних тріщин при повторних нагріваннях;
- перешкоджання виникненню холодних тріщин;
- реакція зварюваного матеріалу на термічний цикл процесу;
- придатність зварних з'єднань експлуатаційному призначенню, до таких властивостей відносяться: міцність, пластичність, в'язкість, жорсткість та інші.

Властивості зварних з'єднань безпосередньо залежать від структури самого металу, яка вже в свою чергу характеризується хімічним складом, параметрами режиму зварювання та ін.

Оскільки вміст вуглецю в сталі Ст3сп становить до 0,25%, то дана сталь відноситься до групи сталей, які добре зварюються. Марганець покращую властивості загартування, а його вміст до 0,65% не має істотного впливу на зварюваність. Присутній кремній 0,3% також не впливає на зварюваність сталі. Наявність хрому приводить до збільшення твердості і міцності, а нікель навпаки, покращує пластичність сталі не впливаючи на її зварюваність. Вміст міді близько 0,3% дозволяє покращити антикорозійні властивості також не погіршуючи зварюваності матеріалу.

Для визначення зварюваності використовується формула для визначення еквівалентного вмісту вуглецю $C_{екв}$ [3, с.127]:

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

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

					<i>КР.422.04.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

Підставивши значення будемо мати:

$$C_{екв} = 0.22 + \frac{0.65}{6} + \frac{0.30}{24} + \frac{0.30}{10} + \frac{0.30}{5} + \frac{0.30}{15} = 0.44 \quad \%$$

За результатами розрахунку впливає, що зварюваність цієї марки сталі добра, оскільки еквівалентний вуглець не перевищує значення 0,45%, а відповідно її можна зварювати безперешкодно відомими методами.

1.3 Технічні умови на виготовлення зварної конструкції

1.3.1 Вимоги до матеріалів і напівфабрикатів

Матеріали та напівфабрикати, які необхідні для виготовлення стелажу повинні мати гарантовану якість, що підтверджується сертифікатами відповідності або іншими супроводжувальними документами, якщо вони відсутні, то потрібно додатково провести лабораторні випробування, задля підтвердження їх властивостей та складу.

Заготовки основних деталей повинні мати маркування, яке вказує марку матеріалу, номер деталі і номер партії. Маркування на основних деталях повинне залишатися до повного виготовлення виробу. Місце маркування зазначається в конструкторській документації. Деталі основного кріплення повинні відповідати вимогам стандарту. Деталі та вузли, що надходять повинні бути очищені від окалини, іржі, забруднень, мастил. Наявність задирань і забоїн не допускається. Також додаткові випробування матеріалів можуть проводитися, якщо відділ технічного контролю має сумнів у їх якості, тобто невідповідності властивостей або складу сертифікаційним даним.

Якість матеріалів і напівфабрикатів є важливим показником, який напряму впливає на виготовлювану продукцію, її властивості задовольняти експлуатаційні вимоги за призначенням, що підтверджують її сертифікати відповідності.

					КР.422.04.00.00.000.ПЗ	Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Зварювальний дріт повинен бути відповідної марки, яка буде найбільш придатною до основного матеріалу повинен бути чистим, без забруднень, іржі та окалини, а також сухим – без надмірної вологості.

Захисна суміш чи газ повинен відповідати стандарту і не містити сторонніх домішок.

1.3.2 Вимоги до шорсткості, геометричності форми та розмірів

Виготовлення промислового стелажу виконується із забезпеченням його правильної геометричної форми, відповідних розмірів та шорсткості поверхонь. Тому в технологічному процесі повинні враховуватись:

- технологічність конструкції відповідно до можливостей виробництва з врахуванням його слабких сторін;
- форма і розміри зварних з'єднань, які здатні будуть витримувати робочі навантаження, які діятимуть на них;
- використання відповідних прийомів і заходів, що дозволять зменшити значення залишкових напружень і деформацій конструкції.

1.3.3 Вимоги до зварних з'єднань виробу

Зварні з'єднання стелажу промислового повинні задовольняти:

- безперешкодне зварювання відповідно до технології;
- легкість виконання його контролю якості, задля визначення придатності чи непридатності при можливому застосуванні;
- можливість ремонтних робіт при тривалій його експлуатації.

Зварні з'єднання повинні відповідати основному металу, по таких показниках, як міцність та ударна в'язкість. Тому технологічний процес повинен враховувати правильність вибору технології зварювання, обладнання та матеріалів, які необхідні для здійснення процесу.

					КР.422.04.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

1.3.4 Вимоги до складання

Для отримання необхідної точності складання виконується із застосуванням спеціального устаткування, яке дозволяє складати та зварювати різної форми та розмірів конструкції. Також потрібно врахувати осаджувальну дію металу за рахунок зварювання, тому складання деталей потрібно виконувати з відповідним припуском.

Також потрібно забезпечити при складанні необхідні затискні зусилля, щоб унеможливити деформівну дію металу від зварювального процесу та можливі зміщення їх відносно проектного положення.

Прихоплення деталей зварної конструкції повинні виконуватися згідно вибраної технології, у відповідних місцях визначеної величини.

Процес складання полягає у проектному встановленні деталей, які попередньо повинні бути очищені від забруднень, продуктів корозії та окалини, наявність яких може викликати появу дефектів у зварних з'єднаннях.

1.3.5 Вимоги до якості зварної конструкції

Якість є основною вимогою при виготовленні будь-яких виробів чи конструкцій, тому вона одержується із врахуванням наступного:

- відповідність виробничого циклу технології;
- використання якісних, сертифікованих основних і допоміжних матеріалів;
- застосування обладнання, яке відповідає необхідним вимогам;
- забезпечення точності при виконанні складальних робіт.

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

На стадії заготівельних операцій здійснюють правлення прямокутного прокату в спеціальних правильних машинах. Правлення відбувається у

					<i>КР.422.04.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

холодному стані. Після цього відбувається розмічування та різання прокату на заготовки відповідно до креслення. Порізані заготовки зачищають від бруду, іржі та окалини, яка утворилась після термічного та хімічних способів оброблення. Після виконання всіх заготівельних операцій заготовки поступають на складально-зварювальні операції.

Складання стелажа відбувається в спеціальному складально-зварювальному пристосуванні з гвинтовими та ексцентриковими притискачами. На пристосуванні деталі стелажа розміщують згідно з кресленням та притискають. Після цього виконують прихоплення у відповідних місцях за допомогою напівавтоматичного зварювального апарата. Прихоплення виконують відповідно до вимог та креслення. Коли всі елементи стелажа складені, виконують зварювання за допомогою того ж обладнання, що і прихоплення. Параметри режиму зварювання приведені в таблиці 1.3.

Таблиця 1.3 - Параметри режиму зварювання у вуглекислому газі

Катет шва, мм	2
Діаметр електродного дроту, мм	0,8
Струм зварювання, А	80
Напруга на дузі, В	20
Швидкість зварювання, м/год	16
Швидкість подачі електродного дроту, м/год	165
Витрати вуглекислого газу, л/хв	9
Виліт електродного дроту, мм	12

Існуючий технологічний процес виготовлення стелажа характеризується недоліками, які пов'язані із застосуванням ручних затискних пристроїв. Це збільшує час і трудомісткість виконуваних на ньому робіт, тому що для приведення їх в дію потрібна додаткова людська сила.

Виконавши складання і зварювання конструкції, потім проводяться різні опоряджувальні і допоміжні роботи, які пов'язані із зачищенням зварних з'єднань та контактуючих з ними поверхонь деталей.

Контроль зварних швів виконують візуально-оптичним методом і вибірково ехо-імпульсним методом ультразвукової дефектоскопії на наявність внутрішніх дефектів.

Після проходження зварною конструкцією контрольних операцій, вона поступає на фарбування і після того на склад готової продукції. Недоліками існуючого процесу виготовлення стелажа є:

- значні затрати часу на складання конструкції, що зумовлене використанням ручних затискачів та притискачів;
- зварювання CO_2 приводить до значного розбризкування електродного металу, що збільшує час на зачищення виробу;
- використовується зношене зварювальне устаткування.

Для виправлення цих недоліків існуючого технологічного процесу потрібно:

- замінити захисний газ CO_2 на суміш газів Ar (75%) + CO_2 (25%);
- замінити гвинтові та ексцентрикові притискачі на швидкодіючі;
- підібрати та впровадити нове зварювальне обладнання.

					<i>КР.422.04.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Технічне обґрунтування вибраного способу зварювання

При виборі способу зварювання для виготовлення промислового стелажа необхідно враховувати наступне: матеріал виробу, товщина зварних деталей, відповідальність конструкції, масштаб виробництва, а також вимоги до якості зварних з'єднань. Найпоширеніші способи зварювання: ручне дугове зварювання (РДЗ), газове зварювання і напівавтоматичне зварювання.

Ручне дугове зварювання - це технологічний процес отримання нероз'ємного з'єднання, при якому довжина дуги, подача електрода із наступним його переміщенням по зазору між кромками здійснюється вручну.

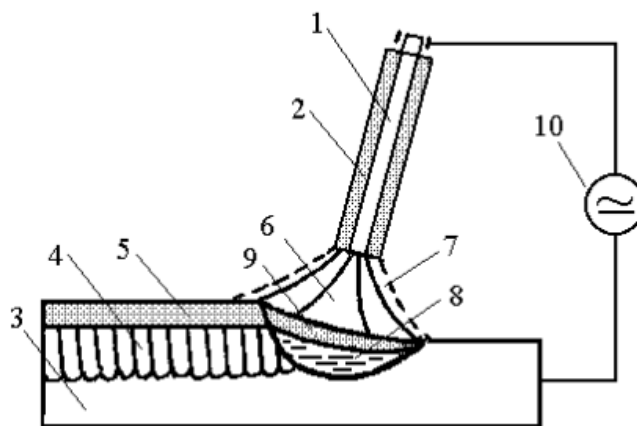


Рисунок 2.1 – Схема ручного дугового зварювання покритим електродом

1- стержень електрода; 2 - покриття електрода; 3 - основний метал; 4 - зварний шов; 5 - шлакова плівка; 6 - електрична дуга; 7 - газова захисна зона; 8 - рідка металева ванна; 9 - рідка шлакова ванна; 10 - джерело живлення

Перевагами ручного дугового зварювання є його відносна простота та можливість виконувати процес у всіх просторових положеннях розміщення швів.

					КР.422.04.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

До недоліків даного процесу слід віднести нестабільність якості зварних швів, яка безпосередньо залежить від кваліфікації зварювальника. Також продуктивність процесу не надто висока, вона залежить від величини сили струму. Але якщо струм буде занадто високим, то це призведе до надмірного перегрівання та вигорання електродів, що в подальшому позначиться на якості зварних швів.

Газове зварювання - це один із способів зварювання плавленням, в процесі виконання якого, нагрівання кромки з'єднуваних деталей та присадкового матеріалу відбувається за рахунок утворюваного тепла горючих газів та кисню. Температура для розплавлення металу одержується згорянням використовуваних горючих газів у потоці кисню. В якості горючого газу найчастіше використовується ацетилен C_2H_2 , оскільки при його згорянні в кисні O_2 досягається температура більше $3000\text{ }^\circ\text{C}$, яка є найвищою порівняно з іншими горючими газами. Газ ацетилен отримується із карбиду кальцію CaC_2 , який при взаємодії з водою утворює реакцію вихідним продуктом якої і є горючий газ – ацетилен. Для цього процесу використовується спеціальне обладнання – ацетиленові генератори. Для спрямованого направлення потоку горючого полум'я використовуються газові пальники.

Ацетилен і кисень поступають через рукави до пальника, потім змішуються утворюючи горючу суміш у необхідних пропорціях. Для розплавлення кромки основного металу, полум'я направляється на зазор між ними та виконується подальше їх нагрівання та плавлення. Для заповнення зазорів у стиках додатково вводиться присадний матеріал у вигляді прутків, дроту та ін. Основним місцем застосування газового зварювання є з'єднання тонколистового матеріалу, кольорових металів, а також наплавлення робочих поверхонь деталей машин спеціальними сплавами.

					КР.422.04.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

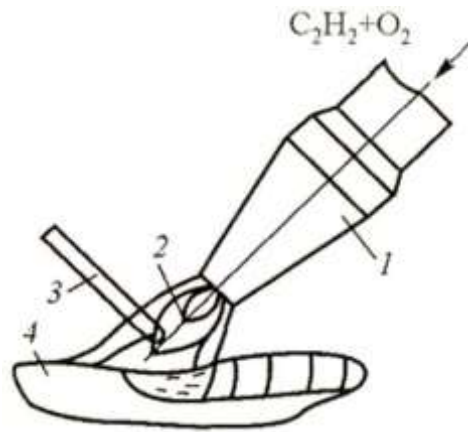


Рисунок 2.2 - Схема процесу газового зварювання

1 - пальник; 2 - газове полум'я; 3 - присадковий метал; 4 - основний метал

Спосіб газового зварювання має свої переваги, які пов'язані із його простотою, недорогим обладнанням, відсутність джерел електричного живлення, широкий діапазон впливу на температуру нагрівання та охолодження зварюваного металу. Також важливою його перевагою є з'єднання матеріалів, які неможливо зварити за допомогою інших дугових та контактних способів зварювання.

Недоліками газового зварювання є: мала швидкість нагрівання металу і велика зона термічного впливу, ніж при дуговому зварюванні; концентрація теплоти менша, а деформації зварювальних деталей більші, ніж при дуговому зварюванні; за рахунок повільного нагрівання металу горючим полум'ям і невисокій концентрації тепла в процесі нагрівання, продуктивність даного процесу помітно знижується із збільшенням товщини металу, що зварюється; вартість горючого газу (ацетилену) та допоміжного кисню більша порівняно із вартістю електроенергії при дуговому і контактному зварюванні. Тому врахувавши вищесказане газове зварювання буде дорожчим в порівнянні з електричними способами зварювання.

					КР.422.04.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

Напівавтоматичним зварюванням називається технологічний процес при якому для формування швів використовується зварювальний дріт та захисний газ, функція якого захистити електричну дугу та розплавлений метал зварного шва від шкідливого впливу атмосферного повітря, та інших небажаних процесів, таких як азотування, окислення та ін.

Напівавтоматичне зварювання в захисних газах виділяється наступними перевагами: високою продуктивністю (в 2-3 рази вища в порівнянні з ручним дуговим зварюванням), можливість виконувати процес у всіх положеннях розташування швів, надійний захист зони зварювання від кисню і азоту атмосфери, непотрібне додаткове очищення зварних з'єднань від шлаку, невелика площа зони термічного впливу та мале деформування зварюваного металу.

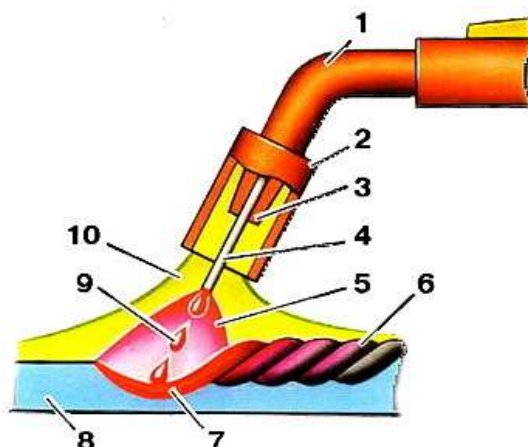


Рисунок 2.3 - Схема процесу напівавтоматичного зварювання

1 - пальник; 2 - сопло; 3 - струмопідвідний наконечник; 4 - електродний дріт; 5 - електрична дуга; 6 - зварний шов; 7 - зварювальна ванна; 8 - основний метал; 9 - капелі електродного металу; 10 - газовий захист зварювальної ванни

Можливі недоліки даного способу пов'язані із деякими дорогими захисними газами та сумішами, додатковими заходами, які б забезпечили надійний захист зони зварювання без здування захисного газу.

Врахувавши всі ці фактори доречно вибрати напівавтоматичний спосіб зварювання у вуглекислому газі.

Зварювання у вуглекислому газі (CO₂) характеризується високою продуктивністю і відносно низькою вартістю. Його виконують плавким електродом на постійному струмі зворотної полярності. Змінний струм не застосовують через низьку стійкості дуги. Для підвищення стійкості процесу необхідна висока щільність струму. В зв'язку з цим використовують електродний дріт невеликого діаметру (0,5 ... 3мм). Напруга на дузі зазвичай складає 20 ... 30 В, швидкість зварювання 20 ... 80 м/год, витрата захисного газу 6 ... 25 л/хв.

Отже, для виготовлення промислового стелажа застосовуємо спосіб напівавтоматичного зварювання у захисному газі.

2.2 Вибір зварювальних матеріалів

Основною умовою виконання зварювання є отримання зварних з'єднань, які за своїми властивостями не поступаються основному металу. Це можливо досягнути за умови правильного вибору основних і допоміжних зварювальних матеріалів від яких залежить подальша якість і надійність зварних з'єднань.

Вибираючи зварювальні матеріали необхідно врахувати наступні вимоги:

- отримання шва без дефектів;
- отримання шва, що володіє необхідною технологічною міцністю.

З метою зменшення розбризкування та покращення структури металу шва, зварювання виконується у суміші аргону (75%) з вуглекислим газом (25%).

Вибір марки зварювального дроту залежить від основного зварюваного металу, оскільки від нього залежать подальші технологічні властивості

					КР.422.04.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

зварних з'єднань. Так як основним матеріалом є низьковуглецева сталь Ст3сп, тому в якості матеріалу буде використовуватись зварювальний дріт марки Св-08Г2С, склад якого представлений в таблиці 2.1.

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

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

2.3 Вибір та розрахунок параметрів режиму зварювання

Основними параметрами напівавтоматичного зварювання в захисній суміші є сила зварювального струму, напруга на дузі, швидкість зварювання, діаметр електродного дроту і швидкість його подачі в зону зварювання.

Розрахунок параметрів режиму зварювання проводимо за типом з'єднання С2, тому що їх є велика кількість в конструкції стелажа, схема його показана на рисунку 2.4.

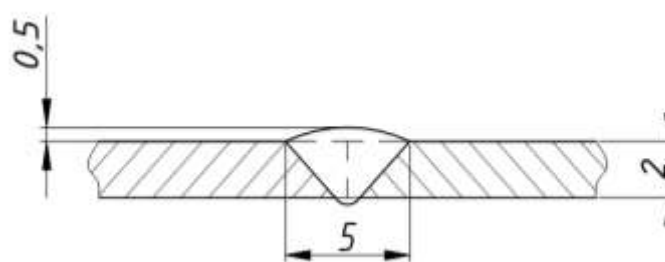


Рисунок 2.4 – Схема стикового з'єднання С2

Виготовлення промислового стелажа здійснюється згідно обраної технології напівавтоматичним зварюванням в захисних газах.

Сила зварювального струму визначається за формулою:

$$I_{зв} = \frac{h}{k} \cdot 100, \quad [5, \text{с.192}] \quad (2.1)$$

де h – глибина проплавлення, мм, виходячи з умови повного проплавлення, приймаємо глибину проплавлення 2 мм;

k – коефіцієнт пропорційності, величина якого залежить від умов проведення зварювання (рід струму, полярність), мм/100А.

Для електродного дроту діаметром 1 мм, $k=1,65$ мм/100А [5, с.193].

$$I_{зв} = \frac{2}{1,65} \cdot 100 = 121,21 \sim 120 \text{ А.}$$

Діаметр електродного дроту визначається за формулою:

$$d_e = 1,13 \sqrt{\frac{I_{зв}}{j}} \quad [5, \text{с.193}] \quad (2.2)$$

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

j – густина струму, А/мм²;

$$d_e = 1,13 \sqrt{\frac{120}{125}} = 1,04 \text{ мм.}$$

Діаметр електродного дроту складає 1 мм.

Напруга на дузі визначається за формулою:

$$U_d = 20 + \frac{50 \cdot 10^{-3}}{d_e^{0,5}} \cdot I_{зв} \pm 1, \quad [5, \text{с.194}] \quad (2.3)$$

де $I_{зв}$ – струм зварювальний, А;

d_e – діаметр електродного дроту, мм;

$$U_d = 20 + \frac{50 \cdot 10^{-3}}{1^{0,5}} \cdot 120 \pm 1 = 26 \text{ В.}$$

					КР.422.04.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

Визначаємо площу наплавленого металу в поперечному перерізі шва, яка рівна сумі площ підсилення і величини зазору в поперечному перерізі шва.

Площа підсилення в поперечному перерізі шва визначається за формулою:

$$F = 0,75 \cdot l \cdot q, \quad (2.4)$$

де l – ширина зазору шва, m ;

q – величина підсилення шва, m ;

$$F = 0,75 \cdot 0,5 \cdot 10^{-3} = 0,38 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2.$$

Коефіцієнт наплавлення визначається за формулою:

$$\alpha_n = A + B \cdot \frac{I_{зв}}{d_{ел}}, \quad [4, \text{с.246}] \quad (2.5)$$

де A – коефіцієнт пропорційності, при постійному струмі, $A=2,3$;

B – коефіцієнт пропорційності при постійному струмі, $B=0,065$;

$I_{зв}$ – сила зварювального струму, A ;

$d_{ел}$ – діаметр зварювального дроту, mm ;

$$\alpha_n = 2,3 + 0,065 \cdot \frac{120}{1} = 17,9 \frac{\text{г} \cdot \text{А}}{\text{год}}.$$

Швидкість подачі електродного дроту в зону зварювання визначається за формулою:

$$V_{н.д.} = \frac{4 \cdot \alpha_n \cdot I_{зв}}{\pi \cdot d_{ел}^2 \cdot \gamma}, \quad [4, \text{с.246}] \quad (2.6)$$

де α_n – коефіцієнт наплавлення, $г \cdot \text{А} / \text{год}$;

$I_{зв}$ – сила зварювального струму, A ;

π – геометрична константа, $\pi=3,14$;

$d_{ел}$ – діаметр електродного дроту, mm ;

					<i>КР.422.04.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

γ – густина наплавленого металу, $кг/м^3$. Густина сталі рівна $7800кг/м^3$;

$$V_{п.д.} = \frac{4 \cdot 17,9 \cdot 120}{3,14 \cdot 1^2 \cdot 7,8} = 69 \text{ м/год.}$$

Швидкість зварювання визначається за формулою:

$$V_{зв} = \frac{\alpha_n \cdot I_{зв}}{F_n \cdot \gamma \cdot 100}, \quad [4, \text{с.250}] \quad (2.7)$$

де α_n – коефіцієнт наплавлення, $г \cdot А/год$;

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

F_n – площа поперечного перерізу наплавленого металу, $м^2$;

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

$$V_{зв} = \frac{17,9 \cdot 10^{-3} \cdot 120}{4,75 \cdot 10^{-6} \cdot 7800 \cdot 100} = 7,16 \approx 7 \text{ м/год.}$$

Результати розрахунків параметрів режиму зварювання заносимо в таблицю 2.2.

Таблиця 2.2 – Параметри режиму напівавтоматичного зварювання в захисній суміші стикового шва стелажа промислового

Діаметр електродного дроту, мм	Сила зварювального струму, А	Напруга на дузі, В	Швидкість зварювання, м/год	Швидкість подачі дроту, м/год
1	120	26	7	69

2.4 Вибір і обґрунтування зварювального устаткування

Стелаж побутовий зварюється інверторним напівавтоматом Kaiser MIG-300 зі зварювальним струмом 10 – 285 А і максимальною потужністю 8 кВт. Це надійний професійний апарат, який використовується для

					КР.422.04.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

напіваавтоматичного зварювання виробів із низьковуглецевих і низьколегованих сталей електродним дротом діаметром 0,6 – 1,2 мм на постійному струмі, як в середовищі захисних газів (аргон, вуглекислий газ), так і порошковим дротом без використання газу [6].

Також, дана модель використовується для ручного дугового зварювання покритими електродами діаметром 1,6 – 4,0 мм в режимі постійного струму (режим ММА). В залежності від типу зварювання, матеріалу, позиції зварювання можна використовувати найбільш придатний для зварювального напіваавтомата інверторного типу зварювальний режим – з використанням зварювального дроту або покритих електродів.

Особливості інверторного напіваавтомата марки Kaiser MIG-300 [6]:

- 1) зварювання постійним струмом;
- 2) однофазне підключення до мережі;
- 3) термозахист від перегрівання;
- 4) відповідність німецьким стандартам;
- 5) відповідність нормам Євросоюзу;
- 6) можливість роботи з використанням газу та без нього.

Технічні характеристики напіваавтомату представлені у таблиці 2.3, а його загальний вигляд на рисунку 2.5.



Рисунок 2.5 – Загальний вигляд напіваавтомата Kaiser MIG-300 [6]

					КР.422.04.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

Таблиця 2.3 –Характеристики напівавтомата Kaiser MIG-300 [6]

Напруга мережі, В	220
Споживана потужність, кВт	8
Напруга холостого ходу, В	42
Мінімальний зварювальний струм, А	10
Максимальний зварювальний струм, А	285
Діаметр електродного дроту, мм	0,6-1,2
Коефіцієнт корисної дії, %	85
Періодичність вмикання ПВ, %	60
Клас захисту	IP21
Тип охолодження	Н
Габаритні розміри, мм	430x280x670
Маса, кг	13

2.5 Вибір методу контролю якості виробу

Контроль якості виробу проводять з метою встановлення наявності або відсутності дефектів в зварних швах та виявлення їх розмірів і характеру. Така інформація дозволяє оцінити зварний дефект, що в подальшому дозволить з'ясувати причини його виникнення та можливі зміни технологічного процесу, які дозволять позбутися появи цих дефектів.

В даному випадку можливі такі методи контролю:

- візуально-оптичний метод;
- ультразвукова дефектоскопія.

Візуально-оптичний метод відноситься до неруйнівного контролю якості. Інформація про можливі невідповідності або наявні дефекти отримується зовнішнім оглядом неозброєним оком, або за допомогою збільшувальних оптичних приладів, шаблонів та вимірювального інструменту. За допомогою цього методу виявляються зовнішні дефекти,

					<i>КР.422.04.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

невідповідності при проведенні складальних чи зварювальних операцій. Цей метод практично використовується завжди, як самостійно, так і в поєднанні з іншими методами контролю. Цей метод контролю дає багато інформації, щодо присутніх дефектів та є відносно простим та дешевим.

Візуальний метод контролю дозволяє виявляти нещільності, відхилення розміру і форми від заданих більше ніж на 0,1 мм при використанні приладів із збільшенням до 10х. Візуальний контроль, як правило, проводиться неозброєним оком або з використанням збільшувальних луп до 7х. У сумнівних випадках і при технічному діагностуванні допускається застосування луп зі збільшенням до 20х. Перед проведенням візуального контролю поверхня в зоні контролю повинна бути очищена від іржі, окалини, бруду, фарби, масла, бризк металу та інших забруднень, що перешкоджають огляду. При візуальному контролі зварних швів зоною контролю є зварний шов і прилеглі до нього ділянки основного металу на ширині не менше 20 мм в кожену сторону від шва з двох поверхонь, якщо обидві вони доступні для огляду. Візуальний контроль виконується перед проведенням інших методів контролю [7, с.114].

Щоб більш детально виявити дефекти у зварних шва також можна використати ультразвукову дефектоскопію.

Ультразвуковий метод контролю ґрунтується на ультразвукових коливаннях, які вводяться у контрольований виріб та зворотно повертаються назад. Наявність дефектів визначається за рахунок зміни амплітуди, часу проходження та форми коливань. Всі ці зміни фіксуються за допомогою спеціального обладнання – ультразвукових дефектоскопів.

Оскільки ультразвукові коливання проходять через однорідний матеріал, то відповідно існує один опір їх проходженню, а коли на їхньому шляху трапляються нещільності – порушення структури металу, дефекти, тоді буде спостерігатися зміна опору їх проходження, про що і сповістить контрольний прилад – дефектоскоп.

					КР.422.04.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

Ультразвукову дефектоскопію проводимо використовуючи дефектоскоп марки УСД-60 (рис. 2.6).



Рисунок 2.6 – Загальний вигляд ультразвукового дефектоскоп УСД-60 [8]

2.6 Опис вибраного технологічного процесу виготовлення зварної конструкції

Технологічний процес виготовлення стелажа промислового складається із ряду послідовних операцій, починаючи виготовленням заготовок і закінчуючи контролем якості готових конструкцій. Цей процес включає основні технологічні операції, а також допоміжні та опоряджувальні операції, без яких виготовлення зварних конструкцій було б неможливим.

2.6.1 Заготівельні операції

Заготівельні операції проводяться над металопрокатом, для того щоб отримати деталі потрібної конфігурації та розмірів.

Першим виконується розмічування для того щоб визначити розміри і форму майбутніх деталей, а також можливі припуски для додаткового механічного оброблення цих деталей. Цим операціям характерне нанесення певних міток чи ліній на поверхнях заготовок, за допомогою розмічувального інструменту. Для цього місце розмічування комплектується спеціальними підкладками, плитами та ін. необхідними для цього пристроями. В залежності

					КР.422.04.00.00.000.ПЗ	Арк.
						29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

від форми заготовок, розмічування може бути плоским та об'ємним. Похибка, що допускається при виконанні даних операцій не повинна перевищувати 0,5 мм.

Різання заготовок і деталей проводимо кутовою шліфмашинкою, типу «Болгарка» марки Makita GA – 5030. Для різання профільних труб використовуємо відрізну пилку по металу Makita 2414 NB (рис. 2.7).

До заготівельних операцій відноситься також очищення поверхонь деталей від присутніх забруднень із використанням металевих щіток.



Рисунок 2.7 – Загальний вигляд відрізної пилки по металу Makita 2414 NB

2.6.2 Складальні операції

Складання стелажа промислового проводиться наступним чином:

- складання виконується на пересувному зварювальному столі, спочатку відбувається встановлення стійок, напрямних і вставок, їх фіксація за допомогою упорів та притискачів, після цього виконується прихоплення конструкції у відповідних місцях;

- в подальшому прихоплена конструкція переміщується і встановлюється в пристосуванні для зварювання полиць та зручності виконання зварних швів у відповідному положенні, після цього отримуємо готову складену конструкцію, яка в наступному зварюється у визначених місцях.

					КР.422.04.00.00.000.ПЗ	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.6.3 Складально-зварювальні операції

До цих операцій відноситься комплекс робіт, які полягають у одночасному або послідовному виконанні складання і зварювання. Часткове виконання цих операцій здійснюється ще не етапі складання конструкції, тому що для надання жорсткості виконуються прихоплення у місцях передбачених технологією. В процесі виготовлення промислового стелажу до цих операцій більшою мірою відноситься зварювання ніж складання. Тому при їх виконанні потрібно забезпечити правильне налаштування зварювального обладнання, для того щоб установлювальні значення відповідали розрахованим параметрам режиму зварювання для стикового С2 і таврового з'єднання типу Т3 з величиною катета 2 мм.

2.6.4 Опоряджувальні операції

Опоряджувальні операції потрібні для того, щоб полегшити виконання інших основних технологічних операцій, а також для надання зварним конструкціям готового товарного вигляду. При виготовленні стелажа промислового будуть виконуватися процеси очищення заготовок та зачищення готових вузлів і конструкцій, тому є необхідність у використанні захисних окулярів Ozon 7-051 A/F та кутових шліфмашинок типу «Болгарка» марки Makita GA-5030 із шліфувальним кругом. Після виконання зачищувальних робіт, конструкція поступає на дільницю контролю якості для виявлення присутніх дефектів.

2.6.5 Допоміжні операції

При виготовленні стелажа промислового до допоміжних операцій відносяться транспортувальні, налагоджувальні та перевантажувальні роботи.

Налагоджувальні роботи стосуються настроювання технологічного обладнання і апаратури на необхідні параметри режиму роботи. Для прикладу,

					КР.422.04.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

у складальних пристосуваннях встановлюють необхідні зусилля затискання чи притискання, які з одного боку забезпечать надійність закріплення, а з іншого – не спричинять деформування складальних деталей конструкції.

Метою перевантажувальних і транспортних операцій є встановлення заготовок деталей конструкції у пристосування, доставка їх до місця складання, а також знімання звареної конструкції із пристосування та переміщення її на склад або на наступні технологічні операції.

2.6.6 Контроль якості

Контроль якості застосовується на всіх етапах технологічного процесу виготовлення стелажа промислового, що в свою чергу поділяється на наступні види:

- 1) вхідний контроль – перевірка якості застосовуваних матеріалів та обладнання;
- 2) операційний контроль – перевірка правильності виконання технологічних операцій процесу виготовлення;
- 3) кінцевий контроль – перевірка якості готової продукції.

Також для якісного забезпечення технологічного процесу виготовлення зварних конструкцій здійснюється контроль кваліфікації персоналу, для визначення відповідності виконання робіт, які виконуються цими людьми.

Власне для контролю якості промислового стелажа використовуються одночасно два методи: зовнішній огляд та ультразвуковий контроль.

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

ДСТУ 3159-95 «Ресурсозбереження. Нормування витрат зварювальних матеріалів. Загальні вимоги, методи визначення нормативів ручного і механізованого електрозварювання». Відповідно з нормативами цього

					<i>КР.422.04.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

стандарту будуть виконуватися всі подальші розрахунки, так при виконанні напівавтоматичного способу зварювання, нормуванню підлягають витрати зварювального дроту та захисного газу.

Норма витрат зварювального дроту на зварювання стелажа промислового визначається за формулою [9, с.6]:

$$H_{\text{вирп}} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m H_{bij} \cdot L_{ij} \cdot K_{1i} \cdot K_{2j} \cdot K_{3i}, \quad (2.8)$$

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

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

K_{1i} - поправочний коефіцієнт, що враховує технологічні втрати і відходи i -го виду матеріалу ($K_{1i} = 1,1$ [9, с.10]);

K_{2j} - поправочний коефіцієнт, що враховує просторове положення j -го шва ($K_{2j} = 1,1$ [9,с.7]);

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

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

Норматив витрат зварювального дроту при дуговому зварюванні визначається за формулою [9, с.6]:

$$H_{bi} = M \cdot K_{bi}, \quad (2.9)$$

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

K_{bi} - коефіцієнт витрат i -го матеріалу, що враховує технологічні втрати і відходи зварювальних матеріалів ($K_{bi} = 1,1$ [9, с.10]).

Маса наплавленого металу на 1 метр шва визначається за формулою[9, с.6]:

$$M = F \cdot \rho \cdot L, \quad (2.10)$$

					<i>КР.422.04.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

де F - площа поперечного перерізу наплавленого металу шва зварного з'єднання, м²;

ρ - густина металу шва, для маловуглецевої сталі $\rho = 7800$ кг/м³ [9,с.6];

L - довжина шва, м.

За формулою (2.8), враховуючи формули (2.9) і (2.10), визначаємо витрати зварювального дроту:

$$H_{\text{витр}} = (4,5 \cdot 10^{-6} \cdot 7800 \cdot 1 \cdot 1,1 \cdot 5,616) \cdot 1,1 \cdot 1,1 \cdot 1 = 0,261 \text{ кг.}$$

Норма витрат захисного газу на зварювання стелажа визначається за формулою [9, с.10]:

$$H_{\text{взг}} = \sum H_{\text{г}} + P_{\text{взк}}, \quad (2.11)$$

де $H_{\text{г}}$ - норматив витрат захисного газу на метр шва, л;

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

Норматив витрати захисного газу на 1 метр шва визначається за формулою [9,с.11]:

$$H_{\text{взг}} = \sum H_{\text{нг}} \cdot T_{0i} + H_{\text{дгі}} \quad (2.12)$$

де $H_{\text{нг}}$ - питома витрата захисного газу, л/хв;

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

$H_{\text{дгі}}$ - додаткові витрати захисного газу на виконання підготовчо-заключних операцій при зварюванні i -того проходу м³;

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

Основний час зварювання одного метра шва визначається за формулою:

$$t_0 = \frac{m_H \cdot 60}{\alpha_H \cdot I_{36}}, \quad (2.13)$$

					КР.422.04.00.00.000.ПЗ	Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де m_H - маса наплавленого металу на один метр шва:

$$m_H = \rho \cdot F_M, \quad (2.14)$$

де F_M - площа поперечного перерізу наплавленого металу шва, м².

Додаткові витрати захисного газу розраховуються за формулою [9, с.11]:

$$H_{\text{двзг}} = T_{\text{нз}} \cdot H_{\text{взг}}, \quad (2.15)$$

де $T_{\text{нз}}$ - час на підготовчо-заклучні операції, хв. ($T_{\text{нз}} = 0,2$ хв [9, с.11]).

Витрати захисного газу визначаємо враховуючи довжину всіх швів, якими зварюється стелаж. Тому формула (2.11) в такому випадку буде мати наступний вигляд:

$$H_{\text{взг}} = \sum H_{\text{г}} \cdot L + \Pi_{\text{зжк}}. \quad (2.16)$$

За формулою (2.16), враховуючи формули (2.15), (2.14), (2.13) і (2.12), визначаємо витрати захисного газу:

$$H_{\text{взг}} = \left(\left(8 \cdot \frac{7800 \cdot 1,2 \cdot 10^{-6} \cdot 60}{12 \cdot 10^{-3} \cdot 100} + 0,2 \cdot 8 \right) \cdot 2,1213 + \left(8 \cdot \frac{7800 \cdot 8 \cdot 10^{-6} \cdot 60}{12 \cdot 10^{-3} \cdot 110} + 0,2 \cdot 8 \right) \cdot 6,1676 + \left(8 \cdot \frac{7800 \cdot 4,5 \cdot 10^{-6} \cdot 60}{12 \cdot 10^{-3} \cdot 130} + 0,2 \cdot 10 \right) \cdot 3,52 \right) + 0,7 = 230,99 + 0,7 \approx 231,69 \text{ л/год.}$$

Витрати електроенергії на один кілограм наплавленого металу визначаються за формулою:

$$E = \frac{U_{\text{д}}}{\alpha_n \cdot \eta_e \cdot k_{\text{д}}}, \quad (2.17)$$

					КР.422.04.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

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

k_d - коефіцієнт корисної дії джерела живлення дуги.

Витрати електроенергії визначаємо враховуючи масу наплавленого металу в цілому на зварювання всіх швів конструкції. Тому формула (2.17) в такому випадку буде мати наступний вигляд:

$$E = \sum \frac{U_d \cdot M}{\alpha_n \cdot \eta_e \cdot k_d} \quad (2.18)$$

За формулою (2.18), враховуючи формулу (2.10), визначаємо витрати електроенергії:

$$E = \frac{25 \cdot 4,5 \cdot 10^{-6} \cdot 7800 \cdot 5,616}{12 \cdot 10^{-3} \cdot 0,8 \cdot 0,7} = 762 \text{Вт} \cdot \text{год} \approx 0,76 \text{кВт} \cdot \text{год}.$$

					КР.422.04.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

3.1 Обґрунтування вибору типу пристосувань, які застосовуються при виготовленні конструкції

Тип використовуваних складальних пристосувань залежить від програми випуску продукції, тому вони можуть бути універсальними, спеціалізованими та спеціальними.

Універсальне обладнання призначено для широкої номенклатури виготовлюваних виробів, спеціалізоване – для групи однотипних виробів, а спеціальне – для одного-двох конкретних виробів. Тому вибір складального обладнання визначається їх типом, масштабами виробництва, а також конструкцією виготовлюваних виробів. Спеціальне обладнання завжди забезпечує велику продуктивність процесу та кращу якість виготовлюваних виробів порівняно з універсальним. Обґрунтованість використання спеціального обладнання тільки в масовому і велико-серійному виробництві. Спеціалізоване може використовуватись в серійному та велико-серійному виробництві.

При одиничному і дрібносерійному виробництві необхідно використовувати універсальне обладнання, яке після закінчення виготовлення одного виробу може бути повторно використане для іншого.

Складальне пристосування складається із основи, установчих та затискних елементів. Установчі елементи забезпечують правильне встановлення деталей зварюваного виробу, затиску – для затиску і закріплення деталей. Установчі і затискні елементи можуть бути ручними, а також механізованими. Установчі і затискні елементи розміщуються на основі складального пристосування, де також монтуються приводи, площадки обслуговування, елементи керування та інші частини пристосування [10, с. 51].

					КР.422.04.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

Найкращий варіант використання того чи іншого пристосування базується на основі кращого техніко-економічного рішення на основі порівняння між собою різних можливих варіантів. Як правило вибирається варіант найбільш раціональний в технічному виконанні та рентабельний з економічної точки зору.

Технічне обґрунтування правильного вибору полягає в:

- прогресивності пристосування, а саме його продуктивності, можливості механізації, раціональності конструкції, забезпечення високої якості складальних виробів, забезпечення техніки безпеки та екологічність;
- часі виробничого циклу, габаритних розмірах та масі пристосування, масштабності виробництва (використовувані площі); кількості робітників, які задіяні в технологічному процесі; питомій продуктивності; завантаженості обладнання; безвідходності виробництва; економічних витратах на енергоресурси та матеріали.

Економічне обґрунтування використовуваного обладнання та пристосувань полягає у доцільності їх використання врахувавши капітальні витрати на виробництво виробів, їх собівартість та мінімальний термін окупності капіталовкладень для організації відповідного технологічного процесу.

Тому враховуючи вищесказане, для виготовлення стелажа промислового використовуватиметься спеціалізоване обладнання, яке забезпечить відповідну точність складання. Потрібно врахувати, що після операції складання зразу виконується зварювання, це впливає на якість конструкції, тому що вона не зазнає переустановлень і проміжного транспортування.

3.2 Опис роботи зварювального пристосування

Складання стелажа виконується на пересувному зварювальному столі (рис. 3.1), де виконуються операції в наступній послідовності:

					<i>КР.422.04.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

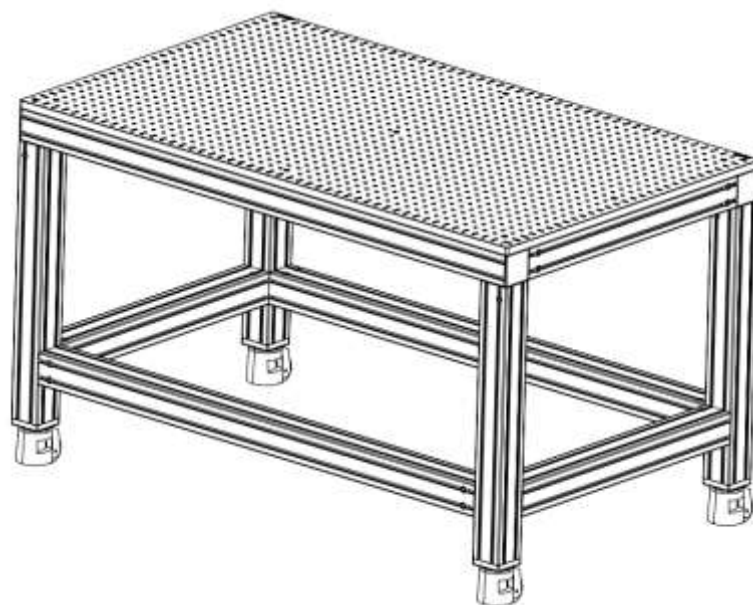
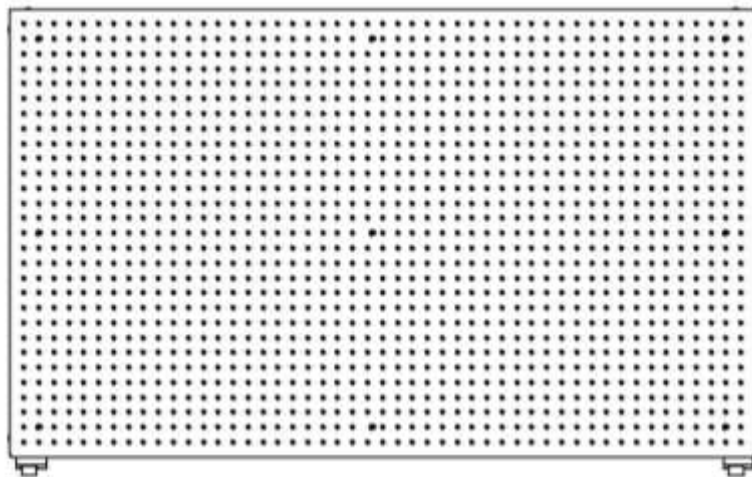


Рисунок 3.1 – Загальний вигляд стола зварювального пересувного

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КР.422.04.00.00.000.ПЗ

Арк.

39

- встановлення двох стійок та чотирьох напрямних на стільниці стола, сформувавши одну складальну одиницю;
- базування цих деталей по технологічній поверхні;
- фіксація та закріплення деталей в пристосуванні;
- виконання прихоплення та подальшого зварювання даної складальної одиниці в кількості двох штук;
- стикування двох складальних одиниць за допомогою вставок;
- виконання прихоплювання та подальшого зварювання цих складальних одиниць;
- встановлення полиць на одержану конструкцію та їх зварювання переривчастими швами;
- загальне зварювання одержаної конструкції стелажа по раніше виконаних прихопленнях.

Для забезпечення кращої якості в процесі складання стелажа промислового потрібно виконати точну фіксацію його складових деталей, тому для цього застосовуються затискні механізми у вигляді кутових струбцин, одна з яких показана на рисунку 3.2.

					<i>КР.422.04.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						40
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

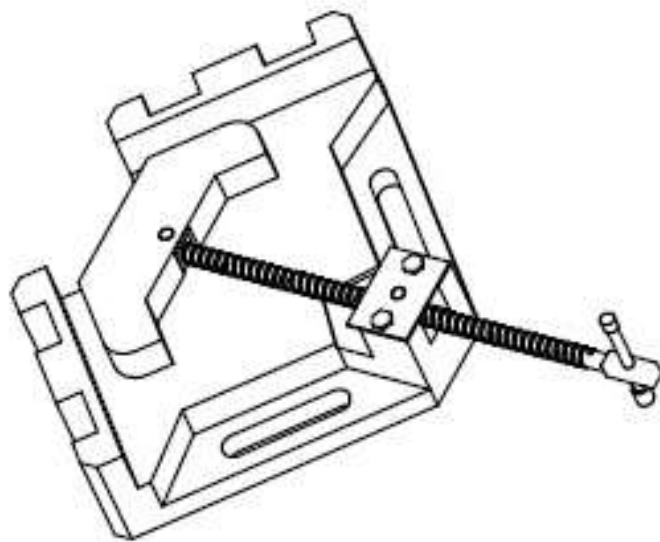
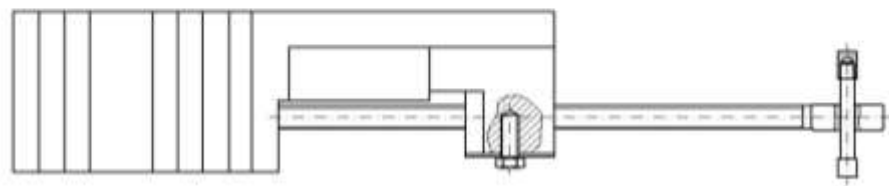
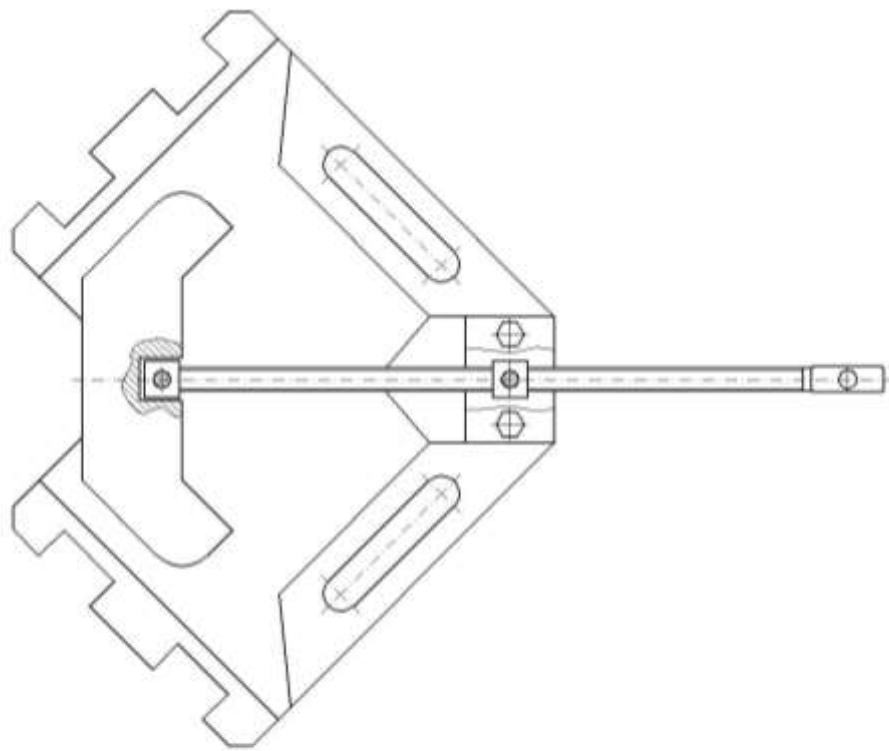


Рисунок 3.2 – Струбцина кутова

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КР.422.04.00.00.000.ПЗ

Арк.

41

4 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ

4.1 Розрахунок кількості обладнання

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

Таблиця 4.1 - Характеристика промислового стелажа

Показник	Одиниці виміру	Кількісна чи вартісна оцінка	
		фактичні дані	проектні дані
Габарити виробу	мм	1600x1400x400	
Сума витрат по видах та марках основних матеріалів на виріб:			
металевий прокат Ст3сп	кг	32	
зварювальний дріт Св-08Г2С	кг	0,26	
захисний газ – суміш Ar (75%) + CO ₂ (25%)	кг	2,3	
Розміри поворотних відходів на виріб	кг	1,2	
Ціна придбання матеріалу за кг:			
металевий прокат:			
сталь Ст3сп	грн	51,12	51
зварювальний дріт Св-08Г2С	грн	115	114,8
захисний газ – суміш Ar (75%) + CO ₂ (25%)	грн	26,3	26
Ціна реалізації поворотних відходів	грн	6	

					КР.422.04.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

Таблиця 4.2 - Характеристика технологічного процесу виготовлення промислового стелажа

Зміст операції	Варіанти	Устаткування		Інструменти		Розряд роботи	Штучні норми часу
		Назва	Ціна, грн	Назва	Ціна, грн		
1	2	3	4	5	6	7	8
Розмічування	$\frac{3}{П}$			шаблон лінійка кернер упор	270 180 160 250	IV	$\frac{2,4}{1,8}$
Різання	$\frac{3}{П}$	Відрізна пилака Makita 2414 NB	9700			IV	$\frac{2,7}{2,5}$
Складання	$\frac{3}{П}$	Стіл зварювальн. пересувний	36450	молоток	150	IV	$\frac{3,1}{2,6}$
Зварювання	$\frac{3}{П}$	Зварювальн. напівавтомат Kaiser MIG-300	12400			IV	2,3
Зачищування	$\frac{3}{П}$	Кутова шліф. машина Makita GA - 5030	3500	щітка молоток	130 150	III	$\frac{2,5}{1,8}$
Контроль якості	$\frac{3}{П}$	Дефектоскоп ультразвук. УСД-60	223000			VI	1,9
Транспортні операції	$\frac{3}{П}$	Електрокара	947000			IV	1,1

Штучна норма часу:

а) по технологічних операціях: по заводу 14,9;

по проекту 12,9;

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

по проекту 1,1.

Загальна штучна норма часу: по заводу 16;

по проекту 14

					КР.422.04.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

Для виготовлення стелажа застосовується технологічна форма організації виробництва. Режим роботи на дільниці приймаємо перервний при одній зміні в день. Дійсний фонд часу роботи устаткування визначаємо за формулою [11, 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, $K_p = 0,03...0,1$.

$$\Phi_{yc} = 253 \cdot 8 \cdot (1 - 0,04) \approx 1943 \text{ год.}$$

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

Розрахунок проводять за формулою [11, 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, $K_{вн}=2,1$.

$B_{пр}$ – програма випуску продукції, у нашому випадку $B_{пр} = 5000$ шт.

Кількість робочих місць для виконання розмічування при виготовленні стелажа промислового становить:

					КР.422.04.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

- заводський варіант:

$$n = \frac{2,4 \cdot 5000}{1943 \cdot 2,1} = 2,94 \approx 3 \text{ шт.}$$

- проектний варіант:

$$n = \frac{1,8 \cdot 5000}{1943 \cdot 2,1} = 2,21 \approx 2 \text{ шт.}$$

Для вирізання заготовок кількість робочих місць рівна:

- заводський варіант:

$$n = \frac{2,7 \cdot 5000}{1943 \cdot 2,1} = 3,31 \approx 3 \text{ шт.}$$

- проектний варіант:

$$n = \frac{2,5 \cdot 5000}{1943 \cdot 2,1} = 3,06 \approx 3 \text{ шт.}$$

Для виконання складання кількість робочих місць рівна:

- заводський варіант:

$$n = \frac{3,1 \cdot 5000}{1943 \cdot 2,1} = 3,8 \approx 4 \text{ шт.}$$

- проектний варіант:

$$n = \frac{2,6 \cdot 5000}{1943 \cdot 2,1} = 3,19 \approx 3 \text{ шт.}$$

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

					<i>КР.422.04.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

$$n = \frac{2,3 \cdot 5000}{1943 \cdot 2,1} = 2,82 \approx 3 \text{ шт.}$$

Кількість робочих місць для зачищення зварних швів:

- заводський варіант:

$$n = \frac{2,5 \cdot 5000}{1943 \cdot 2,1} = 3,06 \approx 3 \text{ шт.}$$

- проектний варіант:

$$n = \frac{1,8 \cdot 5000}{1943 \cdot 2,1} = 2,21 \approx 2 \text{ шт.}$$

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

$$n = \frac{1,9 \cdot 5000}{1943 \cdot 2,1} = 2,33 \approx 2 \text{ шт.}$$

Кількість транспортних засобів, які необхідні для виконання транспортних операцій визначається за формулою [11, с.12]:

$$n = \frac{\sum_{i=1}^m B_{mp} \cdot N_{кр} \cdot t_{кр}}{\Phi_n \cdot K_{кр}}, \quad (4.3)$$

де B_{mp} - кількість вантажних об'єктів іншого виду, що підлягають транспортуванню протягом року, 5000 шт;

m - кількість різновидів вантажних об'єктів;

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

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

					КР.422.04.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

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

$K_{кр}$ - коефіцієнт використання номінального фонду часу крана, приймається $K_{кр} = 0,6...0,7$.

$$n = \frac{5000 \cdot 1 \cdot 0,4}{2100 \cdot 0,7} = 1,36 \approx 1 \text{ шт.}$$

Використовуємо в якості транспортного засобу – електрокару для обслуговування складального устаткування та для міжопераційного транспортування виробу.

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 [11, с.13]:

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

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

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

B - об'єм випуску продукції на рік, приймаємо $B_{np} = 5000 \text{ шт}$;

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

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

					<i>КР.422.04.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

Необхідна кількість розмічувальників:

- за заводським варіантом:

$$r_{oi} = \frac{5000 \cdot 2,4}{1850 \cdot 2,2} = 2,95 \approx 3 \text{ чол.}$$

- за проектним варіантом:

$$r_{oi} = \frac{5000 \cdot 1,8}{1850 \cdot 2,2} = 2,21 \approx 2 \text{ чол.}$$

Необхідна кількість різальників:

- за заводським варіантом:

$$r_{oi} = \frac{5000 \cdot 2,7}{1850 \cdot 2,2} = 3,32 \approx 3 \text{ чол.}$$

- за проектним варіантом:

$$r_{oi} = \frac{5000 \cdot 2,5}{1850 \cdot 2,2} = 3,07 \approx 3 \text{ чол.}$$

Необхідна кількість складальників:

- за заводським варіантом:

$$r_{oi} = \frac{5000 \cdot 3,1}{1850 \cdot 2,2} = 3,81 \approx 4 \text{ чол.}$$

- за проектним варіантом:

					<i>КР.422.04.00.00.000.ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		48

$$r_{oi} = \frac{5000 \cdot 2,6}{1850 \cdot 2,2} = 3,19 \approx 3 \text{ чол.}$$

Необхідна кількість зварювальників (за двома варіантами):

$$r_{oi} = \frac{5000 \cdot 2,3}{1850 \cdot 2,2} = 2,83 \approx 3 \text{ чол.}$$

Необхідна кількість зачищувальників:

- за заводським варіантом:

$$r_{oi} = \frac{5000 \cdot 2,5}{1850 \cdot 2,2} = 3,07 \approx 3 \text{ чол.}$$

- за проектним варіантом:

$$r_{oi} = \frac{5000 \cdot 1,8}{1850 \cdot 2,2} = 2,21 \approx 2 \text{ чол.}$$

Необхідна кількість контролерів (за двома варіантами):

$$r_{oi} = \frac{5000 \cdot 1,9}{1850 \cdot 2,2} = 2,33 \approx 2 \text{ чол.}$$

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

Результати розрахунків приведено у таблиці 4.3

					<i>КР.422.04.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

Таблиця 4.3 - Зведена відомість промислово-виробничого персоналу

Категорія працівників	Кількість		Середній розряд	
	З	П	З	П
1	2	3	4	5
Основні робітники:				
розмічувальники	3	2	IV	IV
різальники	3	3	IV	IV
складальники	4	3	IV	IV
зварювальники	3	3	IV	IV
зачищувальники	3	2	III	III
контролери	2	2	VI	VI
транспортувальники	1	1	IV	IV
Допоміжні робітники:				
налагоджувальники	1	1	IV	IV
ремонтники	1	1	IV	IV
електрики	1	1	IV	IV
ІТР: майстер дільниці	1	1		
МОП: прибиральники	1	1	—	—
Разом	24	21	—	—

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	51,12	51	1635,84	1632	8179200	8160000
З/П	Зв. дрiт Св-08Г2С	кг	115	114,8	29,9	29,85	149500	149240
З/П	Захисна сумiш	кг	26,3	26	60,49	59,8	302450	299000
Р-ом					1726,23	1721,65	8631150	8608240

					КР.422.04.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

Продовження таблиці 4.4

В- нт	Транспортно-заготівельні витрати			Загальна сума, грн				Вартість поворотних відходів, грн			
	% ц. куп.	в грн. на один кг		на один виріб		на програму		на один виріб		на програму	
З/П	5	2,56	2,55	81,79	81,6	408960	408000	6	6	30000	30000
З/П	5	5,75	5,74	1,5	1,49	7475	7462				
З/П	5	1,32	1,3	3,03	2,99	15122,5	14950				
Р-ом		9,62	9,59	86,31	86,08	431557,5	430412	6	6	30000	30000

4.4 Розрахунок фонду оплати праці

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

Основна заробітна плата основних робітників визначається за формулою [11, 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) [11, с.18].

Додаткова заробітна плата основних робітників визначається за формулою [11, 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 [11, с.18]:

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

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

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

Затрати по оплаті праці розмічувальників:

- заводський варіант:

$$Z_{oo} = 8 \cdot 22,5 \cdot 2,4 = 432 \text{ грн};$$

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

$$Z_{по} = 432 \cdot 0,4 = 172,8 \text{ грн};$$

- проектний варіант:

$$Z_{oo} = 8 \cdot 22,5 \cdot 1,8 = 324 \text{ грн};$$

$$Z_{до} = 324 \cdot (0,2 + 0,15) = 113,4 \text{ грн};$$

$$Z_{по} = 324 \cdot 0,4 = 129,6 \text{ грн}.$$

Затрати по оплаті праці різальників:

- заводський варіант:

$$Z_{oo} = 7,3 \cdot 22 \cdot 2,7 = 433,62 \text{ грн};$$

$$Z_{до} = 433,62 \cdot (0,2 + 0,15) = 151,77 \text{ грн};$$

$$Z_{по} = 433,62 \cdot 0,4 = 173,45 \text{ грн};$$

- проектний варіант:

					КР.422.04.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

$$Z_{oo} = 7,3 \cdot 22 \cdot 2,5 = 401,5 \text{ грн};$$

$$Z_{до} = 401,5 \cdot (0,2 + 0,15) = 140,53 \text{ грн};$$

$$Z_{по} = 401,5 \cdot 0,4 = 160,6 \text{ грн.}$$

Затрати по оплаті праці складальників:

- заводський варіант:

$$Z_{oo} = 6,5 \cdot 22,5 \cdot 3,1 = 453,38 \text{ грн};$$

$$Z_{до} = 453,38 \cdot (0,2 + 0,15) = 158,68 \text{ грн};$$

$$Z_{по} = 453,38 \cdot 0,4 = 181,35 \text{ грн};$$

- проектний варіант:

$$Z_{oo} = 6,5 \cdot 22,5 \cdot 2,6 = 380,25 \text{ грн};$$

$$Z_{до} = 380,25 \cdot (0,2 + 0,15) = 133,09 \text{ грн};$$

$$Z_{по} = 380,25 \cdot 0,4 = 152,1 \text{ грн.}$$

Затрати по оплаті праці зварювальників:

- за двома варіантами:

$$Z_{oo} = 8 \cdot 25 \cdot 2,3 = 460 \text{ грн};$$

$$Z_{до} = 460 \cdot (0,2 + 0,15) = 161 \text{ грн};$$

$$Z_{по} = 460 \cdot 0,4 = 184 \text{ грн.}$$

Затрати по оплаті праці зачищувальників:

- заводський варіант:

$$Z_{oo} = 7,4 \cdot 23,3 \cdot 2,5 = 431,05 \text{ грн};$$

$$Z_{до} = 431,05 \cdot (0,2 + 0,15) = 150,87 \text{ грн};$$

$$Z_{по} = 431,05 \cdot 0,4 = 172,42 \text{ грн};$$

- проектний варіант:

$$Z_{oo} = 7,4 \cdot 23,3 \cdot 1,8 = 310,36 \text{ грн};$$

$$Z_{до} = 310,36 \cdot (0,2 + 0,15) = 108,63 \text{ грн};$$

$$Z_{по} = 310,36 \cdot 0,4 = 124,14 \text{ грн.}$$

Затрати по оплаті праці контролерів:

$$Z_{oo} = 8,8 \cdot 26,5 \cdot 1,9 = 443,08 \text{ грн};$$

$$Z_{до} = 443,08 \cdot (0,2 + 0,15) = 155,08 \text{ грн};$$

					<i>КР.422.04.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

$$Z_{по} = 443,08 \cdot 0,4 = 177,23 \text{ грн.}$$

Затрати по оплаті праці транспортувальників:

$$Z_{оо} = 15,2 \cdot 26 \cdot 1,1 = 434,72 \text{ грн;}$$

$$Z_{до} = 434,72 \cdot (0,2 + 0,15) = 152,15 \text{ грн;}$$

$$Z_{по} = 434,72 \cdot 0,4 = 173,89 \text{ грн.}$$

Для допоміжних робітників розрахунок проводять на річну програму окремо для кожної категорії за формулою [11, с.19]:

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

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

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

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

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

Затрати по оплаті праці налагоджувальників:

$$Z_{од} = 1 \cdot 32,5 \cdot 1850 = 60125 \text{ грн;}$$

$$Z_{дд} = 60125 \cdot 0,35 = 21043,75 \text{ грн;}$$

$$Z_{пд} = 60125 \cdot 0,4 = 24050 \text{ грн.}$$

Затрати по оплаті праці ремонтників:

$$Z_{од} = 1 \cdot 32,5 \cdot 1850 = 60125 \text{ грн;}$$

$$Z_{дд} = 60125 \cdot 0,35 = 21043,75 \text{ грн;}$$

$$Z_{пд} = 60125 \cdot 0,4 = 24050 \text{ грн.}$$

Затрати по оплаті праці електриків:

$$Z_{од} = 1 \cdot 32,5 \cdot 1850 = 60125 \text{ грн;}$$

					<i>КР.422.04.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

$$Z_{\text{дд}} = 60125 \cdot 0,35 = 21043,75 \text{ грн};$$

$$Z_{\text{пд}} = 60125 \cdot 0,4 = 24050 \text{ грн.}$$

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 [11, с.19]:

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

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

r_n - чисельність працівників відповідної категорії;

O_m - місячний посадовий оклад одного працівника, грн;

12 - кількість місяців у році.

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

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

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

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

Затрати по оплаті праці МОП:

$$Z_{\text{оп}} = 1 \cdot 8100 \cdot 12 = 97200 \text{ грн};$$

$$Z_{\text{до}} = 97200 \cdot 0,35 = 34020 \text{ грн};$$

$$Z_{\text{по}} = 97200 \cdot 0,4 = 38880 \text{ грн.}$$

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

					<i>КР.422.04.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

Таблиця 4.5 - Зведена відомість річного фонду оплати праці

Категорії працівників	Основна зар. плата, грн		Додаткова зар. плата, грн			
			за шкідливість		інші доплати	
	З	П	З	П	З	П
1	2		3		4	
Основні робітники:						
розмічувальники	327888	163944	114760,8	57380,4	131155,2	65577,6
різальники	329117,58	304738,5	115191,15	106658,48	131647,03	121895,4
складальники	458815,5	288609,75	160585,43	101013,41	183526,2	115443,9
зварювальники	349140		122199		139656	
зачищувальники	327166,95	157040,14	114508,43	54964,05	130866,78	62816,05
контролери	224198,48		78469,47		89679,39	
транспортувальники	109984,16		38494,46		43993,66	
Допоміжні робітники:						
налагоджувальники	60125		21043,75		24050	
ремонтники	60125		21043,75		24050	
електрики	60125		21043,75		24050	
ІТР	102000		35700		40800	
МОП	97200		34020		38880	
Разом	2505885,67	1977230,03	877059,99	692030,51	1362950,52	1151488,26

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.

										Арк.
										56
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	КР.422.04.00.00.000.ПЗ					

Таблиця 4.6 - Калькуляція собівартості виробу

Статті калькуляції	Сума затрат, грн	
	З	П
1	2	3
Основні матеріали:		
сталь СтЗсп	1635,84	1632
зварювальний дріт Св-08Г2С	29,9	29,85
захисна суміш – Аг 75% +СО ₂ 25%	60,49	59,8
Поворотні відходи	6	
Паливо та енергія на технологічні цілі	69,5	69
Основна заробітна плата основних робітників	425,26	319,53
Додаткова заробітна плата основних робітників	148,84	111,84
Премії та надбавки основних робітників	170,12	127,81
Відрахування на соціальне страхування	10,42	7,83
Відрахування на медичне страхування	18,61	13,98
Витрати на утримання та експлуатацію устаткування	97,4	97,4
Цехові (дільничні) витрати	107,57	107,57
Всього цехова собівартість	2767,95	2570,61

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

Необхідні визначення проектної суми капітальних витрат подано у таблиці 4.7.

Таблиця 4.7 - Зведена відомість капітальних витрат

Види капітальних затрат	Кількість натуральних одиниць		Вартість одиниці, грн		Затрати на перевезення та монтаж, грн	
	З	П	З	П	З	П
Будівлі та споруди					-	-
Устаткування:						
різальне	3	3	9700	9700	485	485
складальне	4	3	36450	36450	1822,5	1822,5
зварювальне	3	3	12400	12400	620	620
зачищувальне	3	2	3500	3500	175	175
контрольне	2	2	223000	223000	11150	11150
транспортне	1	1	947000	947000	47350	47350
Інструменти:						
молоток	7	5	150	150	7,5	7,5
щітка	5	4	130	130	6,5	6,5
шаблон	3	2	270	270	13,5	13,5
лінійка	5	4	180	180	9	9
кернер	3	2	160	160	8	8
упор	3	2	250	250	12,5	12,5
Разом						

Продовження таблиці 4.7

Види капітальних затрат	Загальна вартість, грн		Норма амортиз. відрах., %	Річна сума амортизаційних відрах., грн	
	З	П		З	П
Будівлі та споруди	4955000	4955000	5	247750	247750
Устаткування:					
різальне	29585	29585	8,5	2514,73	2514,73
складальне	147622,5	111172,5	23,5	34691,29	34691,29
зварювальне	37820	37820	19,5	7374,9	7374,9
зачищувальне	10675	7175	8,5	907,38	609,88
контрольне	457150	457150	10,5	48000,75	48000,75
транспортне	994350	994350	8,5	84519,75	84519,75
Інструменти:					
молоток	1057,5	757,5	18	190,35	136,35
щітка	656,5	526,5		118,17	94,77
шаблон	823,5	553,5		148,23	99,63
лінійка	909	729		163,62	131,22
кернер	488	328		87,84	59,04
упор	762,5	512,5		137,25	92,25
Разом	6636899,5	6595659,5			426604,25

4.7 Основні техніко-економічні показники розробленого технологічного процесу

Річний економічний ефект визначається за формулою [11, 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 ($C_{nz}= 5045,5$ грн);

C_{mn} - повна собівартість виробу за проектними даними, грн ($C_{mn}= 4656,47$ грн);

Φ_{mz} - фондомісткість продукції за заводськими даними, грн/шт ($\Phi_{mz}=2767,95$ грн/шт);

Φ_{mn} - фондомісткість продукції за проектними даними, грн/шт ($\Phi_{mn}=2570,61$ грн/шт);

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

$$E_{\phi} = ((5045,5 + 0,15 \cdot 2767,95) - (4656,47 + 0,15 \cdot 2570,61)) \cdot 5000 = 2093155 \text{ грн.}$$

Термін окупності капітальних вкладень визначається за формулою [11, с.28]:

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

де Φ_{ocz} - вартість основних виробничих фондів за заводським варіантом, грн ($\Phi_{ocz}= 20050050$ грн);

Φ_{ocn} - вартість основних виробничих фондів за проектним варіантом, грн ($\Phi_{ocn}= 19031200$ грн);

E_{yp} - умовна річна економія, грн, яка розраховується за формулою [11, с.28]:

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

$$E_{yp} = 5000 \cdot (5045,5 - 4656,47) = 1945150 \text{ грн;}$$

$$T_{ок} = \frac{20050050 - 19031200}{1945150} = 0,52 \text{ р.}$$

					<i>КР.422.04.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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	5000	5000
Кількість технологічного устаткування	шт	16	14
Собівартість товарної продукції	грн	5045,5	4656,47
Чисельність персоналу:			
- всього	чол	24	21
- основних робітників	чол	19	16
Фондомісткість продукції	грн/шт	2767,95	2570,61
Умовна річна економія	грн	-	1945150
Річний економічний ефект	грн	-	2093155
Термін окупності капітальних вкладень	роки	-	0,52
Місячний оклад основних робітників:			
- розмічувальники	грн	15876	11907
- різальники	грн	15935,54	14755,13
- складальники	грн	16661,53	13974,19
- зварювальники	грн	16905	16905
- зачищувальники	грн	15841,09	11405,58
- контролери	грн	16283,19	16283,19
- транспортувальники	грн	15975,96	15975,96

5 ОХОРОНА ПРАЦІ

5.1 Умови праці на підприємстві та шляхи їх поліпшення

При виготовленні промислового стелажа повинні бути забезпечені максимально комфортні умови праці для робітників, які задіяні в даному виробничому технологічному процесі.

Сприятливі умови забезпечують як соціальну гармонію особи людини, так і ставлення її до праці та задоволення працею. Актуальність питання поліпшення умов праці обумовлюється і тим, що рівень освіти працівників висуває на перше місце необхідність задоволення потреб у змістовній праці в небезпечних умовах. Тому створення сприятливих умов праці має бути одним із головних завдань суспільства, невід'ємною частиною державної соціальної і економічної політики, важливою складовою менеджменту персоналу [12].

На державних підприємствах трудовим колективам надані великі повноваження щодо поліпшення умов праці. Вони мають право брати участь в обговоренні та затвердженні комплексних планів інженерно-технічних заходів з досягнення встановлених нормативів безпеки, гігієни праці та виробничого середовища; контролювати використання коштів на виконання планів, ставити питання про притягнення до відповідальності за порушення норм з охорони праці тощо.

В умовах розвитку ринкових відносин поліпшенню умов праці сприяє і необхідність використовувати у конкурентній боротьбі новітні технології, які базуються на досягненнях науково-технічного прогресу, прагнення досягти зниження витрат на виробництво продукції та відповідного зростання прибутку на підприємствах будь-якої форми власності [12].

Умови праці — це обстановка, в якій здійснюється трудова діяльність, тобто характер устаткування та організації робочих місць, рівень дотримання санітарно-гігієнічних і естетичних норм, психологічний клімат, це сукупність

					<i>КР.422.04.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		62

факторів виробничого середовища, що впливають на здоров'я та працездатність людини в процесі праці [12].

Умови праці поділяються на соціально економічні, які розглядаються у широкому контексті і характеризують відношення до них суспільства, та виробничі, тобто умови праці безпосередньо на робочих місцях.

У відповідності з Державними санітарними нормами та правилами «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу», затвердженими наказом Міністерства охорони здоров'я України від 08.04.2014 р. № 248 умови праці визначаються як сукупність факторів виробничого середовища і трудового процесу, які впливають на здоров'я і працездатність людини під час виконання нею трудових обов'язків [12].

На формування умов праці впливають фактори, які поділяються на три групи [12]:

1. Перша група — соціально-економічні фактори, дія яких обумовлює характер умов праці. Серед них виділяються підгрупи:

- нормативно-правові (закони, норми, стандарти а також форми адміністративного та громадського контролю за їх виконанням);
- економічні (матеріальне та економічне стимулювання, моральне заохочення, система пільг та компенсацій за несприятливі умови праці);
- соціально-психологічні (відношення працівників до праці, психологічний клімат);
- суспільно-політичні (форми руху працівників за створення сприятливих умов, винахідництво і раціоналізація).

2. Друга група — техніко-організаційні фактори. Вони впливають на формування умов праці на робочих місцях, дільницях, цехах. Серед них виділяються такі підгрупи:

- предмети праці та їх продукти (сировина, матеріали, готові вироби);
- технологічні процеси;

					<i>КР.422.04.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		63

- засоби праці;
- організаційні форми виробництва, праці та управління.

3. Третя група — природні фактори, дія яких не лише обумовлюється особливостями природного середовища, а й висуває додаткові вимоги до устаткування, технології, організації виробництва та праці. Серед них виділяються такі підгрупи:

- географічні (кліматичні зони);
- біологічні (особливості рослинного та тваринного світу у сільському господарстві);
- геологічні (характер добування корисних копалин).

Усі ці фактори впливають на формування умов праці одночасно і у нерозривній єдності, обумовлюючи поряд з іншими параметрами виробниче середовище. Класифікація факторів допомагає на рівні галузі, об'єднання, окремого виробництва [12]:

- формувати та поліпшувати умови праці, аналізувати їх стан;
- планувати заходи щодо поліпшення умов праці;
- розробляти проекти устаткування, споруджень, технологічних процесів, спрямованих на поліпшення умов праці;
- зосереджувати ресурси (фінансові, матеріальні, трудові) на поліпшення умов праці;
- прогнозувати зміни в умовах праці у зв'язку зі змінами технології, устаткування, впровадження нових матеріалів і технологій.

Свій вплив на людину система факторів спричиняє опосередковано через сукупність системи елементів, які безпосередньо визначають умови праці на робочих місцях [12].

Виділяються такі елементи умов праці [12]:

1. Санітарно-гігієнічні, що характеризують виробниче середовище, на яке впливають предмети та засоби праці, а також технологічні процеси (промисловий шум, вібрація, токсичні речовини, промисловий пил,

					<i>КР.422.04.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		64

температура повітря та інші). Усі вони кількісно оцінюються за допомогою методів санітарно-гігієнічних досліджень і нормуються шляхом установлення стандартів, санітарних норм і вимог.

2. Психофізіологічні елементи обумовлені змістом праці та її організацією (фізичне навантаження, нервово-психологічна напруга, монотонність трудового процесу тощо). Елементи цієї групи, за винятком фізичних зусиль і монотонності, не мають затверджених нормативів.

3. Естетичні елементи сприяють формуванню позитивних емоцій у працівника (художньо-конструктивне рішення робочого місця, освітлення, функціональна музика тощо). Кількісних оцінок елементи цієї групи не мають. Визначення естетичного рівня умов праці здійснюється за допомогою методів експертного оцінювання.

4. Соціально-психологічні елементи характеризують взаємовідносини у трудовому колективі, створюючи відповідний психологічний настрій працюючих (соціальний клімат). Вони не мають одиниць виміру, норм і стандартів. Але соціологічні дослідження у вигляді усного опитування, анкетування сприяють їх об'єктивному оцінюванню.

5. Технічні елементи визначаються рівнем механізації праці. Праця, а відповідно умови й охорона праці, є реаліями різних систем, з одного боку, «людина – машина (технологічний процес)», «людина – виробниче середовище», «людина – машина (технологічний процес) – виробниче середовище», а з іншого «людина – колектив – суспільство», – «людина – суспільство – природа».

Для перших трьох систем умови праці розглядаються у межах робочого місця, дільниці, цеху, виробництва, а для останніх двох – у межах підприємства, галузі, регіону [12].

Забезпечення необхідних умов трудової діяльності здійснюється за трьома напрямками [12]:

					<i>КР.422.04.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		65

- формування сприятливих умов праці, збагачення її змісту;
- поліпшення умов праці у зв'язку з наявністю несприятливих факторів чи зростаючими потребами суспільства, а при неможливості поліпшення умов праці підтримання їх на досягнутому рівні;
- захист працівників від наявних та можливих небезпек та виробничих шкідливостей, тобто охорона праці.

Найбільш ефективними є заходи, спрямовані на формування сприятливих умов, на нових підприємствах або в порядку реконструкції на діючих.

Для більшості підприємств характерним є планомірне поліпшення умов праці та захист працівників від небезпечних і шкідливих виробничих чинників [12].

Отже, постійне поліпшення умов праці на підприємстві при виготовленні стелажа промислового має важливе значення, як для підвищення виробничого комфорту, так і для збереження здоров'я робітників. Для поліпшення умов праці на підприємстві планують такі заходи та шляхи їх впровадження: встановлення ефективної системи вентиляції, для виведення зварювальних аерозолів; монтування захисних огорожень, для запобігання негативним впливам різних факторів на працівників; якісне освітлення та правильний мікроклімат виробничих приміщень; використання засобів індивідуального та колективного захисту працівників на виробництві.

5.2. Пожежна безпека на зварювальній дільниці

Пожежна безпека підприємств забезпечується шляхом проведення організаційних, технічних та інших заходів, спрямованих на попередження та зменшення негативних наслідків пожеж, створення умов для швидкого виклику пожежних підрозділів та успішного гасіння пожеж.

					<i>КР.422.04.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		66

Відповідальність за протипожежний стан підприємств покладається на їх керівників та відповідальних осіб, уповноважених наказом керівництва та посадовою інструкцією. Керівники підприємств зобов'язані:

- розробляти комплексні заходи щодо забезпечення пожежної безпеки; - розробляти відповідні положення та інструкції;
- організовувати навчання персоналу правилам пожежної безпеки;
- утримувати у справному стані засоби протипожежного захисту і зв'язку;
- створювати службу пожежної безпеки та підрозділи пожежної охорони;
- здійснювати заходи щодо впровадження автоматичних засобів виявлення та гасіння пожеж;
- проводити службове розслідування випадків пожеж.

З метою залучення працівників до проведення заходів щодо запобігання пожежам та організації їх гасіння на підприємствах повинні створювати добровільні пожежні дружини та команди. На підприємствах з кількістю працюючих 50 і більше чоловік за рішенням трудового колективу створюються пожежно-технічні комісії.

На кожному підприємстві повинна бути розроблена загальнооб'єктова інструкція про заходи пожежної безпеки й інструкції для усіх вибухопожежонебезпечних та пожежонебезпечних приміщень.

На кожному підприємстві повинен бути встановлений відповідний протипожежний режим, яким мають бути визначені відповідні положення: - можливість і місця застосування відкритого вогню та паління; - порядок проведення тимчасових пожежонебезпечних робіт, у т.ч. зварювальних; - правила проїзду та стоянки транспортних засобів; - місця для зберігання і допустима кількість сировини; - порядок відключення від мережі електрообладнання в разі пожежі; - дії працівників у разі виявлення пожежі тощо.

					<i>КР.422.04.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		67

Для кожного цеху, дільниці, лабораторії чи територій повинна бути розроблена інструкція про заходи щодо пожежної безпеки. Ці інструкції повинні перероблятися на основі аналізу протипожежного стану об'єкта, відповідних наказів і вказівок міністерства, а також при заміні керівника, але не рідше 1 разу в 3 роки.

Усі працівники повинні проходити спеціальні протипожежні навчання. Протипожежне навчання працівників має такі види: протипожежні інструктажі (вступний, первинний, повторний, позаплановий та цільовий); спеціальне навчання з пожежно-технічного мінімуму; протипожежні тренування.

На кожному підприємстві повинна бути така документація з пожежної безпеки:

- загальнооб'єктова інструкція про заходи ПБ на підприємстві; - інструкції ПБ в цехах, лабораторіях, майстернях та ін.;
- інструкція з обслуговування установок пожежогасіння; - інструкція з обслуговування установок пожежної сигналізації;
- оперативні плани пожежогасіння на підприємстві; - оперативні карти дій на випадок виникнення пожежі;
- плани та графіки проведення навчань і перевірки знань персоналу.

Кількість вогнегасників та інших первинних засобів пожежогасіння для таких виробничих приміщень і дільниць має вибиратися у відповідності з вищезазначеними Типовими правилами [13]. Приміщення, в яких виконується газове зварювання і різання металів, повинні бути збудовані з елементів конструкцій за IV категорією протипожежної безпеки (протипожежна стійкість – не менше 2 годин).

Місця, призначені для проведення зварювальних робіт та встановлення обладнання мають бути очищені від легкозаймистих матеріалів у радіусі не менше 5 м. Зварювальні роботи за межами виробничого приміщення можуть

					<i>КР.422.04.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		68

виконуватися тільки за умови узгодження з заводською протипожежною охороною.

Забороняється виконувати зварювання щойно пофарбованих конструкцій до повного висихання фарби, а також посудин, апаратів, трубопроводів комунікацій, що знаходяться під електричною напругою, підвищеним тиском, заповнених горючими та токсичними матеріалами. Поблизу сховища карбіду кальцію мають бути розташовані засоби пожежогасіння (сухий пісок, вуглекислотні вогнегасники, тетрачлорні або порошкові вогнегасники). В місцях зберігання карбіду кальцію повинні бути добре видимі плакати такого змісту: «Не використовувати воду для гасіння пожежі», «Для відкривання барабанів використовувати неіскровий інструмент».

З метою пожежо- та вибухонебезпеки слід контролювати концентрацію легкозаймистих і горючих речовин, яка не повинна перевищувати 50 % нижньої границі вибуховості.

Отже пожежна безпека на зварювальній ділянці має важливе значення при виготовленні промислового стелажа, тому обов'язково потрібно дотримуватися всіх рекомендацій для запобігання виникненню пожеж.

5.3 Безпека праці під час зварювальних робіт стелажа промислового

Техніка безпеки при зварювальних роботах – це сукупність норм і правил, яких необхідно дотримуватися по відношенню до зберігання матеріалів, користуванню устаткуванням, зварювального процесу і одягу майстра. Зварювання має високий рівень небезпеки з двох причин. По-перше, більшість процесів ведуться відкритим вогнем, по-друге при багатьох видах зварювання застосовуються гази у балонах. Розглянемо базові і додаткові правила і вимоги безпеки при виконанні з'єднання деталей. Охорона праці при використанні зварювальних агрегатів забезпечується підприємством-працедавцем, а вимоги безпеки – при зварювальних роботах [14].

					<i>КР.422.04.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		69

Окрім техніки безпеки при зварювальних роботах, треба дотримуватися правил зберігання і експлуатації матеріалів по зварюванню і устаткуванню. Основні елементарні вимоги до устаткування та його комплектуючих [14]:

1. Генератори при роботі із зварюванням треба встановлювати так, щоб вони не падали, не хиталися і не ударялися про наближенні техніки, що стоїть. Генератори без водяного затвора застосовувати у дії строго заборонено. Він повинен знаходитися строго вертикально і обов'язково в робочому стані. Техніка безпеки зі зварювальним устаткуванням "говорить" про те, що використовуючи його при температурі нижче нуля, важливо проконтролювати стан води. Якщо вона замерзла, спочатку необхідно шланг і водяний затвор відігріти, а потім використовувати.

2. Рукави мають бути не менше 20 метрів довжини. Для монтажу можна використовувати рукави до 40 метрів. Під'єднувати різні пристосування для живлення декількох пальників суворо заборонено. Основні вимоги до рукава – це його цілісність і справність. При газовому зварюванні не можна міняти місцями рукави, призначені для подання кисню і ацетилену. Вони мають бути щільно закріплені на редукторі і пальнику за допомогою хомутів або дроту. Складаючи їх, слід пам'ятати норми для зберігання зварювальних матеріалів, по яких рукави складаються кільцями так, щоб не переламувалися і придавлювалися.

Основні вимоги безпеки при зварювальних роботах [14]:

- в якості основного правила безпеки при з'єднанні металу, між балоном з газом і генератором треба дотриматися відстані не менше п'яти метрів;
- при тривалій обробці металу рукави треба підвішувати, щоб уникнути їх ушкодження;
- при роботі зі зварювальним устаткуванням в приміщеннях, де є інші установки або люди, необхідно захищати зварювальний простір, щоб захистити їх від опіків;

					<i>КР.422.04.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		70

- техніка безпеки при роботі із зварювальним агрегатом з використанням газів: спочатку треба трохи відкрити вентиль з киснем, потім з ацетиленом (щоб продути рукав), а потім вже здійснювати підпал. При забрудненому пальнику можуть виникнути хлопання і розбризкування матеріалів;

- заборонено користуватися газом в масляному середовищі. Також треба уникати зворотного удару, який може виникнути, якщо наконечник пальника замаслений. Якщо полум'я починає рухатися у зворотному напрямі, необхідно відразу перекрити вентилі, щоб уникнути вибуху. При аргонодуговому зварюванні треба дотримуватися чистоти устаткування, щоб в зварювальний процес не потрапило мастило.

Отже, правильна організація і дотримання вимог безпеки праці в процесі виготовлення стелажа промислового є обов'язковою вимогою, якої потрібно дотримуватись на всіх стадіях виробничого циклу конструкції.

					<i>КР.422.04.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		71

ВИСНОВКИ

Стелаж промисловий складається із чотирьох стійок, виготовлених з профільного прокату 30x30x2,0 довжиною 1600 мм, трьох полиць з листового металу, восьми напрямних та вставок, які також виготовляється із профільного прокату 30x30x2,0.

В існуючому технологічному процесі виготовлення промислового стелажа є певні недоліки:

- значні затрати часу на складання конструкції, що зумовлене використанням ручних затискачів та притискачів;
- зварювання CO₂ приводить до значного розбризування електродного металу, що збільшує час на зачищення виробу;
- використовується морально застаріле зварювальне обладнання.

Тому, враховуючи перераховані вище недоліки, необхідно:

- замінити захисний газ CO₂ на суміш газів Ar (75%) + CO₂ (25%);
- замінити гвинтові та ексцентрикові притискачі на швидкодіючі;
- підібрати та впровадити нове зварювальне обладнання.

Зварювання стелажа виконується напівавтоматом Kaiser MIG-300 із застосуванням зварювального дроту Св-08Г2С.

Контроль якості виконується ультразвуковим дефектоскопом УСД-60.

Внаслідок запропонованих інженерних рішень загальний річний економічний ефект складає 2093155 гривень.

В розділі «Охорона праці» розглянуті питання стосовно умов праці на підприємстві та шляхи їх поліпшення, пожежної безпеки та безпеки праці під час зварювальних робіт стелажа промислового.

					КР.422.04.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		72

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Гуменюк І.В., Іваськів О.Ф., Гуменюк О.В. Технологія електродугового зварювання: підручник. Київ: Грамота, 2006. 512 с.
2. Сталь 3сп. Довідник. Сталі вуглецеві нелеговані: веб-сайт. URL: <https://metinvest-smc.com/ua/steel/stal-3sp/> (дата звернення: 25.04.2024).
3. Квасницький В.В. Теорія процесів зварювання. Дослідження фізико-хімічних і металургійних процесів та здатності металів до зварювання: навч. посіб. Миколаїв: УДМТУ, 2002. 181 с.
4. Кривов Г.О., Зворикін К.О. Виробництво зварних конструкцій: підручник. Київ: КВЦ, 2012. 896 с.
5. Гаєвський О.А., Гаєвський В.О. Координація зварювальних робіт: навчальний посібник. Київ: Центр учбової літератури, 2017. 368 с.
6. Зварювальний інвертор напівавтомат Kaiser MIG-300. Технічні характеристики напівавтоматів: веб-сайт. URL: https://rozetka.com.ua/ua/kaiser_46067/p4587278/characteristics/ (дата звернення: 24.05.2024).
7. Камель Г.І., Гасило Ю.А., Івченко П.С., Романюк Р.Я. Контроль якості зварювання. Том 1. Неруйнівні методи контролю: навчальний посібник. Кам'янське: ДДТУ, 2018. 241 с.
8. Ультразвуковий дефектоскоп УСД-60. Ультразвуковий та акустичний контроль: веб-сайт. URL: <http://kropus.com/catalog/ultrazvukovoy-i-akusticheskiy-kontrol/usd-60/> (дата звернення: 24.05.2024).
9. 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).
10. Карпенко А.С. Технологічна оснастка у зварювальному виробництві: навч. посібник. Вид. 2-ге, переробл. і допов. Київ: Арістей, 2006. 272 с.

					КР.422.04.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		73

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

12. Створення сприятливих умов праці на виробництві. Управління Держпраці: веб-сайт. URL: <https://oppb.com.ua/news/stvorennya-spryyatlyvyh-umov-praci-na-vyrobnytvi> (дата звернення: 29.05.2024).

13. Первинні засоби пожежогасіння. Охорона праці і пожежна безпека: веб-сайт. URL: <https://oppb.com.ua/articles/yak-pravylno-rozrahuvaty-kilkist-pervynnyh-zasobiv-pozhezhogasinnya-dlya-zakladiv-osvity> (дата звернення: 29.05.2024).

14. Норми і правила безпеки зварювальника. Довідник зварника: веб-сайт. URL: <https://zvarka.info/normi-i-pravila-bezpeki-zvaryvalnika/> (дата звернення: 29.05.2024).

					КР.422.04.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		74

ДОДАТКИ

					КР.422.04.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		75