

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
стійки для переміщення балонів

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

Дмитро КУЧЕР

Керівник

Володимир ГАВРИЛЮК

Рецензент

м. Тернопіль – 2024

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

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

ЗАТВЕРДЖУЮ
Голова циклової комісії
_____ Марія ДРАНІВСЬКА

«__» _____ 2024 року

З А В Д А Н Н Я

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

КУЧЕРУ Дмитру Богдановичу

Тема роботи _____ Проект _____ вдосконалення _____ технологічного _____ процесу
_____ виготовлення стійки для переміщення балонів _____

Керівник роботи _____ ГАВРИЛЮК Володимир Ярославович _____
(прізвище, ім'я, по батькові)

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

Термін подання студентом роботи _____ 20.06.2024р. _____

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

Зміст розрахунково-пояснювальної записки

1 АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ _____

1.1 Опис конструкції зварного виробу _____

1.2 Характеристика матеріалу зварного виробу _____

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

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

2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ _____

2.1 Технічне обґрунтування вибраного способу зварювання _____

2.2 Вибір зварювальних матеріалів _____

2.3 Вибір та розрахунок параметрів режиму зварювання _____

2.4 Вибір і обґрунтування зварювального устаткування _____

2.5 Вибір методу контролю якості виробу _____

2.6 Опис вибраного технологічного процесу виготовлення зварного _____

виробу (конструкції)

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 Природне освітлення, його нормування та розрахунок для зварювальної дільниці

5.2 Гігієнічна характеристика механізованих способів зварювання

5.3 Правила охорони праці та пожежної безпеки під час виготовлення стійки для переміщення балонів

Перелік графічного матеріалу

1. Технологічний процес виготовлення стійки для переміщення балонів – 1.0 (форм. А1)

2. Складальне креслення стійки для переміщення балонів – 1.0 (форм. А3)

3. Складальне креслення стола складального регульованого – 1.0 (форм. А1)

4. Складальне креслення притискача перекидного GN-820-130-МС – 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)

Дмитро КУЧЕР

(ім'я, прізвище)

Керівник роботи

(підпис)

Володимир ГАВРИЛЮК

(ім'я, прізвище)

АНОТАЦІЯ

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

ЗМІСТ

		с.
	ВСТУП	6
1	АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ	8
1.1	Опис конструкції зварного виробу	8
1.1.1	Технічні вимоги до зварного виробу	9
1.2	Характеристика матеріалу зварного виробу	10
1.3	Технічні умови на виготовлення зварної конструкції	11
1.3.1	Вимоги до матеріалів і напівфабрикатів	11
1.3.2	Вимоги до шорсткості, геометричності форми та розмірів	12
1.3.3	Вимоги до зварних з'єднань виробу	13
1.3.4	Вимоги до складання	13
1.3.5	Вимоги до якості зварної конструкції	14
1.4	Аналіз базового технологічного процесу виготовлення зварної конструкції та постановка задач на виконання кваліфікаційної роботи	15
2	ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ	17
2.1	Технічне обґрунтування вибраного способу зварювання	17
2.2	Вибір зварювальних матеріалів	19
2.3	Вибір та розрахунок параметрів режиму зварювання	20
2.4	Вибір і обґрунтування зварювального устаткування	25
2.5	Вибір методу контролю якості виробу	27
2.6	Опис вибраного технологічного процесу виготовлення зварної конструкції	28
2.6.1	Заготівельні операції	29
2.6.2	Складальні операції	30
2.6.3	Складально-зварювальні операції	30

					<i>КР.422.09.00.00.000.ПЗ</i>				
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Проект вдосконалення технологічного процесу виготовлення стійки для переміщення балонів Пояснювальна записка	Літ.	Арк.	Аркушів	
Розроб.		Кучер						4	68
Перевір.		Гаврилюк				ВСП «ТФК ТНТУ», гр. ПМ-422ск			
Реценз.									
Н. Контр.		Залуцька							
Затв.		Дранівська							

2.6.4	Опоряджувальні операції	31
2.6.5	Допоміжні операції	31
2.6.6	Контроль якості	32
2.7	Нормування технологічного процесу виготовлення зварної конструкції і витрат матеріалів та електроенергії	33
3	КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ	36
3.1	Обґрунтування вибору типу пристосувань, які застосовуються при виготовленні конструкції	36
3.2	Опис роботи зварювального пристосування	38
4	ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ	41
4.1	Розрахунок кількості обладнання	41
4.2	Розрахунок кількості працівників	46
4.3	Визначення витрат і вартості основних матеріалів	48
4.4	Розрахунок фонду оплати праці	49
4.5	Калькуляція собівартості виробу	54
4.6	Розрахунок суми капіталовкладень для розробленого технологічного процесу та його економічної ефективності	55
4.7	Основні техніко-економічні показники розробленого технологічного процесу	56
5	ОХОРОНА ПРАЦІ	59
5.1	Природне освітлення, його нормування та розрахунок для зварювальної ділянки	59
5.2	Гігієнічна характеристика механізованих способів зварювання	60
5.3	Правила охорони праці та пожежної безпеки під час виготовлення стійки для переміщення балонів	63
	ВИСНОВКИ	65
	ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	66
	ДОДАТКИ	68

ВСТУП

Для виконання процесу зварювання потрібно зблизити кромки з'єднаних частин і створити умови, необхідні для того, щоб між ними почали діяти міжатомні зв'язки.

Існує більше 60 видів зварювання, які класифікуються за основними фізичними, технічними та технологічними ознаками. За фізичними ознаками в залежності від форми використовуваної енергії існує три класи зварювання: термічний, термомеханічний та механічний. Термічний клас включає види зварювання з використанням теплової енергії (дугової, електрошлакової, електронно-променевої, плазмової, газової та ін.). Термомеханічний клас об'єднує види зварювання, при яких використовується тиск і тепла енергія (контактні, дифузійні та інші пресові види). Механічний клас включає види зварювання з використанням механічної енергії і тиску (холодне зварювання, вибухом, ультразвукове, тертям та ін.).

Технічні ознаки різних видів зварювання наступні: за способом захисту металу в зоні зварювання (в повітрі, у вакуумі, в захисних газах, під флюсом, з комбінованим захистом); за неперервністю процесу (неперервний, переривчастий); за степенню механізації (ручні, механізовані, автоматизовані, автоматичні); за типом захисного газу (в активних газах, в інертних та їх сумішах) та за характером захисту металу в зоні зварювання (зі струменевим захистом, в контрольованій атмосфері).

Технологічні ознаки встановлюються для кожного способу зварювання окремо, для дугового, електрошлакового, газового, контактного та ін.

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.422.09.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

Дуже важливий внесок у розвиток зварювальних технологій внесли наші співвітчизники, які працювали на різних підприємствах даної галузі. А особливо великий вклад зробив Інститут електрозварювання на чолі з Борисом Євгенійовичем Патоном.

Постійний науково-технічний розвиток вимагає удосконалень і у зварювальній галузі, це пояснюється створенням нових зразків зварювального обладнання та більш раціонального підходу до проектування зварних конструкцій.

					КР.422.09.00.00.000.ПЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1 АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Опис конструкції зварного виробу

Стійка використовується для переміщення газових балонів об'ємом 40 л. Модифікація стійки дозволяє одразу на себе помістити три таких балони і транспортувати їх в потрібне місце. Вигляд стійки показаний на рисунку 1.1.

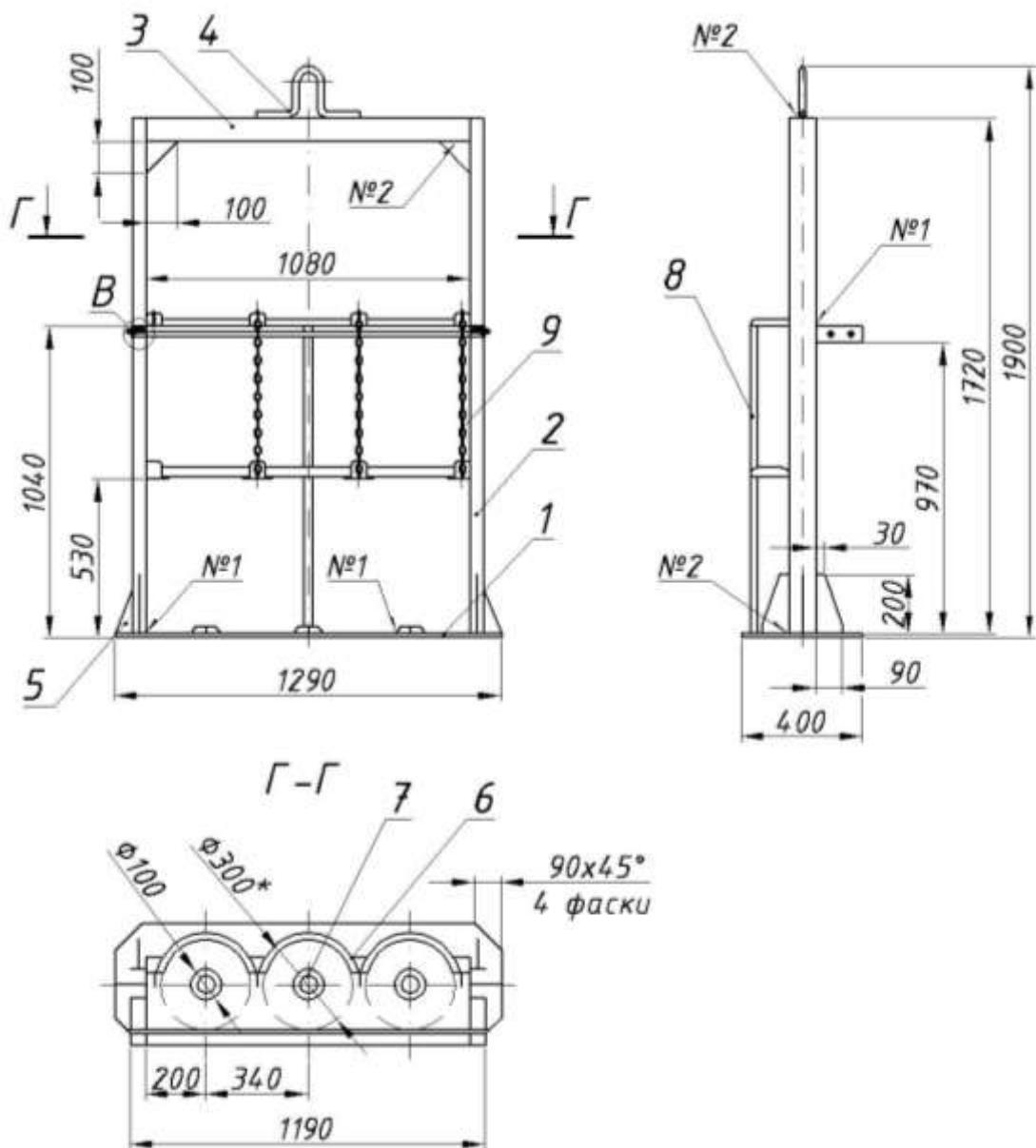


Рисунок 1.1 – Стійка для переміщення балонів

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КР.422.09.00.00.000.ПЗ

Арк.

8

Основне завдання стійки, як було сказано раніше є транспортування балонів методами підйому та опускання крановими засобами. Зварна конструкція відноситься до відповідальних, оскільки деякі гази, що знаходяться в балонах можуть бути вибухонебезпечними, тому при їх падінні з висоти може бути спричинена аварійна ситуація. Отже стійка повинна бути надійною з якісними механізмами фіксації, щоб унеможливити зміщення, а в гіршому випадку і падіння балонів.

Стійка для переміщення балонів складається із таких деталей (див. рис. 1.1):

- 1) опора (1 шт.);
- 2) стояк (2 шт.);
- 3) балка (1 шт.);
- 4) петля (1 шт.);
- 5) кутник (8 шт.);
- 6) замок (2 шт.);
- 7) упор (3 шт.);
- 8) стержень (1 шт.);
- 9) ланцюг (4 шт.).

Стійка для переміщення балонів має такі основні розміри: висота – 1900 мм, довжина – 1290 мм, ширина – 400 мм.

1.1.1 Технічні вимоги до зварного виробу

Оскільки призначенням стійки є закріплення і подальше переміщення в ній балонів, тому вона повинна бути високо надійною. Це в першу чергу стосується механізмів фіксації і закріплення балонів, також конструкція повинна мати відповідну міцність та жорсткість. Остання властивість забезпечується ребрами жорсткості у вигляді кутників, які з'єднують стійку разом із опорою.

					<i>КР.422.09.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

Важливою деталлю конструкції також виступає петля, яка безпосередньо зачіпляється за гак підйимального засобу для подальшого переміщення. Тому до неї ставляться відповідні вимоги, а особливо до зварного з'єднання, що з'єднує її з балкою конструкції.

Таким чином, враховуючи особливості роботи стійки для переміщення балонів стає зрозумілим, що в процесі своєї експлуатації вона піддається впливу статичних навантажень, при цьому динамічні навантаження мають дещо менший вплив на неї, що вказує на відповідальність конструкції.

1.2 Характеристика матеріалу зварного виробу

Для того, щоб виготовити стійку для переміщення балонів застосовується конструкційна легована сталь марки 15ХСНД. Тому враховуючи умови експлуатації зварної конструкції ця марка сталі є найбільш придатною, оскільки володіє всіма необхідними характеристиками.

Хімічний склад сталі 15ХСНД представлений в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Хімічний склад сталі 15ХСНД, % [2]

Вміст елементів, %								
C	Si	Mn	Cr	Ni	Ti	S	P	Cu
						не більше		
0,12-0,18	0,4-0,7	0,4-0,7	0,6-0,9	0,3-0,6	0,5	0,040	0,035	0,2-0,4

Механічні властивості сталі описані в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 – Механічні властивості сталі 15ХСНД [2]

σ_T , МПа	σ_B , МПа	δ_5 , %
не менше		
345	490	21

Для оцінювання зварюваності матеріалу використовується формула, де розраховується еквівалент вуглецю. Зварюваність характеризує поведінку металу при дії фізико-хімічних процесів, які виникають при зварюванні та формування зварного шва з властивостями, які будуть задовольняти вимоги експлуатації.

Зварюваність сталі 15ХСНД розраховується за формулою [3, с.127]:

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

де С, Мп, Si, Ni, Cr, Мо, Cu, V, В – відсотковий вміст відповідних елементів у сталі.

$$C_{\text{екв}} = 0,18 + \frac{0,7}{6} + \frac{0,7}{24} + \frac{0,6}{10} + \frac{0,9}{5} + \frac{0,4}{15} = 0,6\%.$$

В результаті даних розрахунків еквівалентний вміст вуглецю становить 0,6%, що значно перевищує допустимі норми, отже при зварюванні сталі 15ХСНД необхідно дотримуватись певних вимог, що унеможливають утворення гартівних структур при її зварюванні.

Таким чином, для покращення структури з'єднання, після зварювання потрібна термічна обробка, а саме нормалізація при температурі та відпуск 600-650 °С.

1.3 Технічні умови на виготовлення зварної конструкції

1.3.1 Вимоги до матеріалів і напівфабрикатів

Від якості використовуваних матеріалів і напівфабрикатів залежить якість майбутніх зварних з'єднань. Тому вони повинні мати відповідні сертифікати, що гарантують якість. Якщо такі сертифікати відсутні, то їх

					КР.422.09.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

використовувати неможна, якщо попередньо в заводській лабораторії не виконати відповідні механічні випробування та хімічний аналіз.

Зварювальні матеріали повинні зберігатися в сухості і чистоті у складських приміщеннях підприємства. Оскільки вологість і присутність забрудненості на їх поверхнях істотно погіршують якість. Також чистота зварюваних поверхонь і наявність дефектних зварювальних матеріалів мають великий вплив на корозійну стійкість, як з'єднань, так і виробу в цілому.

Якщо зварювання відбувається в захисному середовищі, то газу або їх суміші перевіряють на відсутність сторонніх домішок і вологи.

Використовуваний зварювальний дріт також повинен мати чисту поверхню та зберігатися в правильних умовах, де він не окислюватиметься і не матиме сторонніх включень.

1.3.2 Вимоги до шорсткості, геометричності форми та розмірів

Якість складання, точність підготовки деталей під зварювання і їх бездефектність мають важливий вплив на експлуатаційні властивості конструкції та на економічність її виготовлення. Розроблення кромки на з'єднувальних деталях виконується механічною обробкою, а також можна використовувати способи газового та плазмо-дугового різання. Вибір способу залежить від отриманої чистоти різки, яка повинна бути високою, а можливі нерівності допускають при величині не більше 0,5 мм.

Важливу умову, яку потрібно виконати ще на стадії проектування – це забезпечення достатньої жорсткості конструкції в умовах дії експлуатаційних навантажень.

Можливі відхилення геометричних розмірів, зміщення стикуємих торців одного елемента відносно іншого при виготовленні стійки для переміщення балонів, що виникають при виконанні заготівельних,

					<i>КР.422.09.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

складальних і зварювальних операцій, повинні регламентуватися технічними умовами на виготовлення даного роду конструкцій.

1.3.3 Вимоги до зварних з'єднань виробу

Виготовлення стійки для переміщення балонів супроводжується з'єднанням між собою комплектуючих деталей за допомогою зварювання, відповідно до стандартних типів зварних швів. Тому розрахунок кутових, таврових чи напусккових з'єднань регламентується катетом, а стикових – шириною шва.

Під час виконання зварювання дуговим способом потрібно забезпечувати потрібну величину проплавлення, яка залежить від зазору між з'єднувальними поверхнями та правильним настроюванням обладнання на задані режими зварювання. Врахувавши специфіку кожного способу зварювання та товщину зварюваного металу вибираються конструктивні розміри елементів з'єднань по відповідних стандартах.

1.3.4 Вимоги до складання

Складання є найбільш трудомістким процесом серед виконуваних операцій технологічного процесу виготовлення стійки для переміщення балонів, тому для його здійснення повинні використовуватись спеціальне складально-зварювальне обладнання, в якості стендів чи установок, які полегшують і прискорюють виробництво окремих зварних вузлів або конструкції в цілому.

При проектуванні конструкції потрібно врахувати процес осадження металу в процесі виконання зварювання, перед виготовленням заготовок, забезпечивши потрібний припуск за розмірами.

					<i>КР.422.09.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

Проектуючи складально-зварювальні пристосування необхідно враховувати їх технічні характеристики, які мають протидіяти деформаціям, що викликаються зварювальним процесом.

Процес складання тісно пов'язаний із прихоплюванням з'єднувальних елементів, для правильного формування геометрії виробу. Їх потрібно виконувати в потрібній кількості і послідовності передбаченій технологічним процесом. До виконання операції зварювання і попереднього прихоплювання, метал повинен бути підготовленим не має бути помітних пошкоджень його поверхні, зачищеним від окалини, іржі та інших забруднень, які викличуть утворення дефектів у зварних з'єднаннях.

1.3.5 Вимоги до якості зварної конструкції

Якість зварної конструкції напряму залежить від дотримання таких вимог:

- виконання перевірки конструкції на технологічність ще на початковому етапі проектування;
- забезпечення плавного регулювання зварювального режиму, без значних скоків;
- складання конструкції з необхідною точністю, яка встановлюється технічними умовами;
- використання відповідних марок і сертифікованих зварювальних матеріалів;
- контролювати якість зварних з'єднань найбільш придатним методом враховуючи властивості і умови роботи конструкції;
- забезпечення бездефектного виробництва.

					<i>КР.422.09.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

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

Технологією виробництва стійки для переміщення балонів передбачено процеси попереднього правлення металопрокату, розмічування і розкрій листового металу на заготовки потрібних розмірів.

Важливою частиною стійки є замок, що представляє собою конструкцію у вигляді дуги, що виготовляється з листового матеріалу, тому для її формування використовуються валкоформувальні машини. Всі інші складові деталі стійки виготовляються зі стандартного профільного прокату.

Виконання прихоплень в процесі складання та загального зварювання здійснюється методом напівавтоматичного зварювання під шаром флюсу.

Вивчаючи дану заводську технологію виготовлення стійки для переміщення балонів можна побачити такі недоліки:

- зварювання під шаром флюсу не дозволяє спостерігати за формування з'єднання, а відповідно і за наступною його кристалізацією;
- неможливість виконання вертикальних швів за допомогою даного способу зварювання;
- від шкідливої дії повітря метал захищає флюс, при плавленні якого формується захисне середовище з подальшим переходом флюсу у шлак, залишки якого після зварювання обов'язкового потрібно видаляти;
- в процесі виконання складальних операцій застосовується обладнання із надмірним спрацюванням механічних затискачів, що не здатні забезпечити точну фіксацію деталей конструкції.

Особливістю даного технологічного процесу виготовлення конструкції є застосування легованої марки сталі, що в деякій степені утруднює виконання процесу зварювання. Збільшення програми випуску продукції за рахунок певного рівня попиту також потребує удосконалень відносно необхідної продуктивності застосовуваного обладнання та пристосувань.

					<i>КР.422.09.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

Основним вдосконаленням заводського технологічного процесу виготовлення конструкції є заміна способу зварювання – з напівавтоматичного під шаром флюсу до механізованого в захисному газі – аргоні, оскільки буде зварюватися легований матеріал, якому необхідна інертна захисна атмосфера.

Впровадження даних змін у технологічний процес виготовлення стійки для переміщення балонів дозволять покращити показники механізації та автоматизації процесу, що в свою чергу збільшить продуктивність виконуваних робіт. Такі удосконалення здатні позитивно вплинути на хід виробничого процесу по виготовленні конструкції, а відповідно це в подальшому позначиться на її собівартості.

					КР.422.09.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Технічне обґрунтування вибраного способу зварювання

Зварювання металоконструкцій можливе при використанні наступних способів зварювання:

- 1) ручне дугове покритими електродами – Е;
- 2) механізоване та автоматизоване в захисних газах – УП;
- 3) неплавким електродом в інертних газах – ПІ;
- 4) автоматичне під шаром флюсу – Ф;
- 5) електрошлакове – Ш;
- 6) газове – Г;
- 7) плазмове – П.

При виборі способу зварювання треба враховувати фактори, які на нього впливають, а саме: склад металу, його товщина, розміщення в просторі, тип з'єднань і їх довжина, програма випуску продукції та ін.

Використання в якості основного матеріалу сталі 15ХСНД дозволяє використовувати всі доступні способи.

Ручне дугове зварювання може використовуватись для виготовлення стійки. Перевагами його є відносна простота та доступність устаткування. Проте даний спосіб має і недоліки, які характеризуються низькою продуктивністю процесу, шкідливими умовами праці та виконанням додаткових робіт по видаленню шлаку з наплавленої поверхні.

Використання автоматичного зварювання під флюсом доцільне при виготовленні конструкцій з довгими швами, які знаходяться в нижньому положенні. Даний спосіб характеризується високою якістю зварних швів за рахунок надійного захисту зони зварювання. Зварювання під флюсом має високу продуктивність процесу, але спосіб малоприматний для виконання коротких швів. Також використання обмежується положенням зварного

					<i>КР.422.09.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

з'єднання, шви, які знаходяться в горизонтальному, вертикальному або стельовому положеннях не можуть бути виконані цим способом.

Напівавтоматичне зварювання в захисних газах має високу маневреність і продуктивність. Дозволяє зварювати шви у різних просторових положеннях без зниження їх якості. Газ або суміші газів слугують надійним захистом розплавленого металу зварювальної ванни, без формування шлакової кірки на поверхні шва. Тому не потребується додаткові шлюсарні роботи для видалення шлаку зі зварних з'єднань. Проте недоліком цього способу є підвищене розбризкування електродного металу, яке також потребує додаткового очищення поверхонь контактуючих деталей, а також обладнання, яке перебуває в зоні розбризкування.

Використання газового зварювання для виготовлення цих конструкцій не бажане, тому цей спосіб є вибухонебезпечним і він не піддається механізації, що в свою чергу не дозволяє підвищити його продуктивність.

Враховавши переваги і недоліки кожного способу, зварювання стійки для переміщення балонів буде виконуватись напівавтоматичним зварюванням в аргоні вищого сорту.

Спосіб напівавтоматичного зварювання в захисних газах показаний на рисунку 2.1.

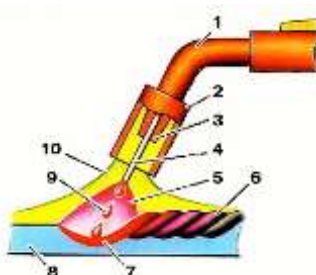


Рисунок 2.1 - Напівавтоматичне зварювання в захисному газі

1 - пальник; 2 - сопло; 3 – струмопровідний мундштук; 4 –електродний дріт; 5 - зварювальна дуга; 6 – зварний шов; 7 –зварювальна ванна; 8 - основний метал; 9 – краплі електродного металу; 10 – газовий захист

					КР.422.09.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

2.2 Вибір зварювальних матеріалів

Основним матеріалом при виготовленні стійки для переміщення балонів є сталь 15ХСНД.

Виконання зварювання конструкційних сталей характеризується одержанням зварних з'єднань, які не схильні до утворення холодних тріщин, тому що мають високу опірність. Але дана сталь вміщає підвищений відсоток легованих елементів, а також вуглець, що все ж таки сприяє їх утворенню у зварних з'єднаннях. Щоб перешкодити появі цих тріщин, то метал потрібно попередньо підігріти, для того щоб зменшити швидкість його охолодження після нагрівання, а це перешкоджає появі даних дефектів.

Вибір зварювальних матеріалів залежить від умов в яких буде експлуатуватися зварна конструкція. Так сформовані зварні з'єднання повинні мати достатню міцність та пластичність, щоб витримувати навантаження, які будуть діяти на них. Крім того поява будь-яких дефектів в їх структурі є небажаною, тому що вони сприяють до зменшення їх експлуатаційних властивостей.

Так як сталь містить у своєму складі відповідну кількість легуючих елементів, тому для якісного її зварювання потрібно правильно підібрати марку зварювального дроту. Отже зварювання стійки для переміщення балонів буде виконуватися дротом Св-08ХНМ в поєднанні із захисним інертним газом аргоном.

Хімічний склад зварювального дроту приведено в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Хімічний склад дроту Св-08ХНМ [4, с.76-77]

С	Si	Mn	Cr	Ni	Mn	S	P
						не більше	
≤0,10	0,12- 0,35	0,30- 0,80	0,70- 0,90	0,80-1,2	0,25- 0,45	0,025	0,03

Для зварювання легованих матеріалів використовуються інертні захисні гази. Зварювання стійки для переміщення балонів буде виконуватися в аргоні, який отримується з повітря методом ректифікації. Аргон може зберігатися в рідкому і газоподібному стані та постачається споживачам в балонах сірого кольору.

Технологічний процес виготовлення стійки для переміщення балонів використовує газоподібний аргон ТУ 2114-001-76237928-2013 високої чистоти 99,998%.

2.3 Вибір та розрахунок параметрів режиму зварювання

Зварювання стійки для переміщення балонів відбувається напівавтоматичним способом у захисному газі, тому основними параметрами режиму будуть:

- сила зварювального струму $I_{зв}$, А;
- напруга на дузі U_d , В;
- діаметр і зварювального дроту d_e , мм;
- швидкість зварювання $V_{зв}$, м/год;
- швидкість подачі зварювального дроту $v_{п.д.}$, м/год;
- виліт дроту l_d , мм;
- витрати захисного газу Q_g , л/хв.

Так як стійка для переміщення балонів зварюється тавровими швами типу Т1 і Т3 без розроблення кромки, то виконуючи розрахунок потрібно враховувати катет шва, що в даному випадку становить 5 мм, величина катета впливає на міцність зварного з'єднання, тому ще на етапі проектування конструкції його значення задається конструктором. Схема таврового з'єднання показана на рисунку 2.2.

					КР.422.09.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

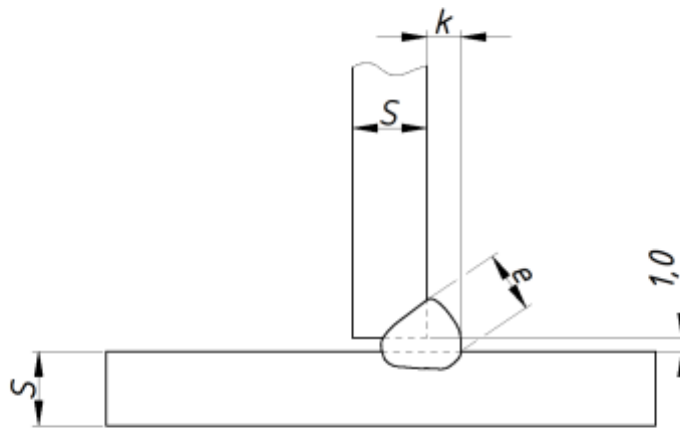


Рисунок 2.2 – Схема таврового з'єднання

Знаходимо площу наплавленого металу F_n за формулою [5, с.196]:

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

де K – катет шва, $K=5$ мм,

$$F_n = \frac{5^2}{2} = \frac{25}{2} = 12,5 \quad \text{мм}^2.$$

Знаходимо висоту наплавленого металу a за формулою [5, с.192]:

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

$$a = \sqrt{12,5} = 3,5355 \quad \text{мм}.$$

Знаходимо ширину шва b , за формулою [5, с.192]:

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

$$b = \sqrt{2 \cdot 25} = 7,071 \quad \text{мм}.$$

Знаходимо загальну висоту шва H за формулою [5, с.193]:

					<i>КР.422.09.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

$$\psi_m = \frac{b}{H}, \quad (2.4)$$

звідси,

$$H = \frac{b}{\psi_m}, \quad (2.5)$$

вибираємо значення ψ_m з рекомендованих меж 0,8-2,0 мм [5,с.196], $\psi_m=1,3$, тоді:

$$H = \frac{7,071}{1,3} = 5,4392 \quad \text{мм.}$$

Чим менше значення ψ_m тим більші зварювальні струми, а відповідно більша продуктивність зварювання.

Знаходимо глибину проплавлення h_0 , за формулою [5, с.192]:

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

$$h_0 = 5,4392 - 3,5355 = 1,9037 \quad \text{мм.}$$

Оскільки стійка зварюється тавровим з'єднанням з катетом 5 мм, то буде застосовуватись електродний дріт діаметром 1,2 мм.

Знаходимо зварювальний струм $I_{зв}$ за формулою [5, с.192]:

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

де K_a – коефіцієнт пропорційності, $K_a=1,45$ [5, с.193],

$$I_{зв} = \frac{1,9037}{1,45} \cdot 100 = 131,2896 \quad I_{зв} \approx 140 \quad \text{А.}$$

Знаходимо швидкість подачі електродного дроту за формулою [5, с.194]:

					КР.422.09.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

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

де α_p – коефіцієнт розплавлення, $\alpha_p=15$ г/А·год [5, с.189],

γ – густина електродного дроту, для сталі $\gamma=7,8 \times 10^3$ кг/м³,

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

$$F_{ел} = \frac{\pi \cdot d_e^2}{4} = \frac{3,14159 \cdot 1,2^2}{4} = 1,13 \quad \text{мм}^2.$$

Тому:

$$V_{n.д.} = \frac{15 \cdot 10^{-3} \cdot 140}{1,13 \cdot 10^{-6} \cdot 7,8 \cdot 10^3} = 131,25 \quad \text{м/год.}$$

Швидкість подачі дроту буде становити $V_{п.д.}=130$ м/год.

Знаходимо напругу на дузі за формулою [5, с.183]:

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

$$U_d = 20 + \frac{50 \cdot 140}{1000 \cdot \sqrt{1,2}} \pm 1 = 26,4 \pm 1 \quad \text{В.}$$

Напруга становить $U_d=26 \pm 1$ В.

Знаходимо швидкість зварювання за формулою [5, с.183]:

$$V_{зв} = \frac{F_{ел} \cdot V_{n.д.}}{F_n}, \quad (2.10)$$

$$V_{зв} = \frac{1,13 \cdot 10^{-6} \cdot 131,25}{12,5 \cdot 10^{-6}} = 11,8 \quad \text{м/год.}$$

Швидкість зварювання становить $V_{зв}=12$ м/год.

Визначаємо правильність вибору діаметра електродного дроту за формулою [5, с.193]:

					КР.422.09.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

$$d_e = 1.13 \cdot \sqrt{\frac{I_{зв}}{\gamma}}, \quad (2.11)$$

де γ – допустима густина електричного струму, для електродного дроту діаметром 1.2 мм $\gamma=75\dots300$ А/мм² [5, с.193],

$$d_e = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{140}{125}} = 1,1958 \quad \text{мм},$$

це задовольняє умову.

Виліт електрода становить $l_d = 12$ мм [6, с.103].

Витрати захисного газу становлять $Q_{г} = 12$ л/хв [6, с.105].

Значення розрахованих параметрів режиму зварювання представлені в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Параметри режиму зварювання стійки для переміщення балонів

Параметри режиму зварювання			Значення
Назва	Символ	Одиниці вимірювання	
Сила зварювального струму	$I_{зв}$	А	140
Напруга на дузі	U_d	В	26±1
Діаметр електродного дроту	d_e	мм	1,2
Виліт електрода	l_d	мм	12
Швидкість зварювання	$V_{зв}$	м/ГОД	12
Швидкість подачі електродного дроту	$V_{п.д.}$	м/ГОД	130
Витрати захисного газу	$Q_{г}$	л/хв	12

2.4 Вибір і обґрунтування зварювального устаткування

Правильний вибір зварювального обладнання відіграє дуже важливу роль при виготовленні стійки для переміщення балонів, оскільки від нього буде залежати якість формування зварних з'єднань. Крім того зварювальне обладнання повинно забезпечувати свою роботу на відповідних параметрах режиму.

Для виготовлення стійки буде використовуватися напівавтомат Fronius TransSteel 5000. При роботі з товстим металом, апарати TransSteel характеризуються високою якістю виконуваних зварних швів. Даний апарат розрахований на струм 500 А, який оптимально підходить для зварювання в газових сумішах, аргоні і вуглекислому газі. Використання тільки високоякісних компонентів гарантує практично необмежений ресурс системи TransSteel [7].

Напівавтомат TransSteel 5000 (рис. 2.3) забезпечує 2-х тактний і 4-х тактний режим роботи, можливість виконання точкового та інтервального зварювання. Його технічні характеристики наведені у таблиці 2.3

Таблиця 2.3 – Характеристики апарата Fronius TransSteel 5000 [7]

Напруга мережі, В	380/400/460
Частота мережі, Гц	50/60
Межі регулювання зварювального струму, А	10-500
Періодичність вмикання ПВ при струмі 500 А, %	40
Періодичність вмикання ПВ при струмі 360 А, %	100
Напруга на дузі, В	14,5-40,0
Напруга холостого ходу, В	65
Клас захисту	IP23
Габаритні розміри, мм	747x300x497
Маса, кг	30,15

Особливості напівавтомату TransSteel 500 [7]:

- 1) 2-х роликовий механізм подачі дроту;
- 2) адаптер для каркасної котушки;
- 3) тримач великих газових балонів;
- 4) розетка для підігріву газу;
- 5) заправлення дроту без газу і струму;
- 6) обмежувач імпульсу струму;
- 7) індикатор перегріву;
- 8) захист від перегріву;
- 9) зміна полярності;
- 10) вентилятор охолодження із термостатом.



Рисунок 2.3 – Загальний вигляд напівавтомата Fronius TransSteel 5000 [7]

					<i>КР.422.09.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

Цей напівавтомат комплектується пальником Fronius AW 5000, характеристики якого представлені в таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 – Технічні характеристики зварювального пальника Fronius AW 5000 [8]

Номінальний зварювальний струм, А	500
Спосіб захисту дуги	газовий
Діаметр електродного дроту, мм	до 1,6
Довжина шлангів, м	4,5

Вигляд даного пальника представлено на рисунку 2.4.



Рисунок 2.4 – Загальний вигляд зварювального пальника Fronius AW 5000 [8]

2.5 Вибір методу контролю якості виробу

Так як вже зазначалося раніше, що стійка для переміщення балонів є відповідальною конструкцією і для її контролю якості можна використати практично всі відомі методи. Однак для перевірки даних конструкцій використовується суцільний контроль, тобто контролюється вся виготовлена продукція 100%.

Поява зовнішніх дефектів на зварних з'єднаннях конструкції може бути визначена візуально-оптичними методами, що не потребують надмірних витрат. Контроль одним із цих методів може відбуватися неозброєним оком, коли не використовуються додаткові засоби, а також із застосуванням збільшувальних інструментів чи цілих пристосувань. Даний метод контролю присутній на всіх стадіях виробництва стійки для переміщення балонів.

Виявлення внутрішніх дефектів у зварних швах конструкції можливе за допомогою ультразвукового методу контролю якості. Суть його полягає у спрямуванні ультразвукових хвиль в контрольований об'єкт (зварне з'єднання). У випадку присутності там дефектів, хвилі від них частково відбиваються або послаблюються, залежно від методу контролю. Ця інформація фіксується ультразвуковим приладом, який дає відповідні сигнали сповіщення і при подальших дослідженнях, контролери можуть визначити кількість дефектів, їх розміри, глибину залягання та інші важливі характеристики.

Тому, для визначення присутності внутрішніх і зовнішніх дефектів буде застосовуватись зовнішній огляд, і так, як конструкція використовується для переміщення балонів, а отже є відповідальною, то перевіряємо її ще ультразвуковим методом контролю.

2.6 Опис вибраного технологічного процесу виготовлення зварної конструкції

Виготовлення стійки для переміщення балонів безпосередньо пов'язане з виконанням операцій, які пов'язані з отриманням заготовок, процесами складання і зварювання, контролем якості та різними допоміжними роботами, які так чи інакше пов'язані з технологічним процесом виготовлення.

					<i>КР.422.09.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

2.6.1 Заготівельні операції

Основні способи виготовлення заготовок з яких буде складатися стійка для переміщення балонів:

- а) очищення;
- б) правлення;
- в) розмічування;
- г) різання;
- д) згинання.

Операція очищення призначена для видалення забруднень, а також елементів корозії з поверхонь з'єднувальних деталей. Для її виконання використовується зачисний верстат ЧПУ Urban SV-430.

В процесі транспортування металопрокату можливе його викривлення та деформування. Для усунення цих небажаних дефектів використовується операція правлення, суть якої полягає у наданні викривленому металу прямолінійності. Отже правлять метал на листопрямильній машині V-1321.

Розмічувальні операції призначені для створення на металі відповідних контурних ліній, які слугуватимуть контурами майбутніх деталей. Виконання даного процесу можливе наступними способами: ручним, механізованим та частково механізованим. Важливість даної операції є суттєвою, тому що неправильне її виконання призведе до виготовлення деталей з неправильними геометричними розмірами, а це вже буде вважатися браком.

Різання листового металу виконується на гільйотинних ножицях Н-478 за допомогою подавального пристрою і оператора, а профільний прокат розрізається дисковими відрізними верстатами типу CS250 Bernardo. Для формування півкруглої форми замків конструкції виконується операція згинання із застосуванням вальцювального верстату Zenitech RM 1.020-2.

					<i>КР.422.09.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

2.6.2 Складальні операції

Для виконання операції складання потрібно мати всі сформовані заготовки за допомогою попередніх операцій. Суть складальних операцій полягає у правильному розміщенні та фіксуванні елементів конструкції, які будуть відповідати всім кресленням по відношенню до технології виготовлення стійки для переміщення балонів. Складання виконується на спеціальному обладнанні, де заготовки центруються, затискаються, складаються з окремих частин в цілі вироби. Всі деталі конструкцій стійки є прямими тільки замкам надають напівкруглої форми за допомогою вальцювального верстата марки Zenitech RM 1.020-2. Після одержання всіх заготовок відбувається їх складання і зварювання на пристосуванні, що обладнане всіма необхідними притискними механізмами та упорами. Для забезпечення нижнього положення швів в процесі зварювання конструкції, використовується постійне її кантування, що неодмінно позначається на високій якості виконуваних зварювальних процесів.

2.6.3 Складально-зварювальні операції

В даному випадку операції складання і зварювання виконують в одному технологічному циклі. Важливість і правильність виконання складальних робіт була описана в попередньому пункті, то в цьому більше уваги буде акцентовано на виконанні операції зварювання.

Спосіб зварювання повинен задовольняти технологію виробництва, при цьому забезпечувати формування швів, які за механічними властивостями не поступаються основному металу.

При зварюванні стійки для переміщення балонів, в першу чергу виконуються шви, що з'єднують стояки разом із опорою та балкою з додатковим їх підсиленням кутниками.

					КР.422.09.00.00.000.ПЗ	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.6.4 Опоряджувальні операції

Дані операції виконуються з метою забезпечення потрібної якості виготовлюваної конструкції. До них відносяться виправлення зазорів, якщо вони не відповідають допустимим значенням, монтування і використання нагрівальних джерел для підігріву, якщо це вимагає технологія. Також до даних операцій відносяться методи очищення та зачищення деталей і готового виробу після зварювання.

Процеси очищення можуть виконуватись вручну і механізовано. Якщо вручну, то потрібне використання молотків, зубил і металевих щіток. Коли очищення відбувається механізовано, то використовуються кутові шліфувальні машини із зачисними дисками. Після виконання цих операцій виріб контролюють на наявність внутрішніх і зовнішніх дефектів.

2.6.5 Допоміжні операції

В технологічному процесі виготовлення стійки для переміщення балонів виконуються допоміжні операції, які пов'язані із доставкою матеріалів та обладнання, а в подальшому з транспортуванням деталей і готових виробів. Ці операції мають допоміжне значення, але без них не відбувається жоден технологічний процес виготовлення. Також до них відноситься настроювання та ремонт обладнання і поповнення бази витратних матеріалів та інструментів. Сюди також відносяться роботи, які пов'язані із заміною катушок використаного зварювального дроту та пустих балонів від захисних газів.

					КР.422.09.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

2.6.6 Контроль якості

Контроль якості виконується на всіх етапах виготовлення конструкції, починаючи від заготівельних операцій до транспортування готових конструкцій на склад. Виконання контролю якості відбувається зовнішнім оглядом та наступними контрольними замірюваннями.

Повне визначення можливої придатності конструкції з метою її подальшої експлуатації, потрібно виконати її перевірку на наявність внутрішніх дефектів. З цією метою проводиться ультразвуковий контроль із застосуванням дефектоскопу типу TOPAZ 32, що зображений на рисунку 2.5. Це обладнання є портативним, що в свою чергу забезпечує високу продуктивність роботи та обладнане фазованою антенною решіткою. Особливістю дефектоскопу TOPAZ 32 є підтримка двовимірних матричних зондів без застосування додаткового зовнішнього програмного забезпечення.



Рисунок 2.5 – Ультразвуковий дефектоскоп TOPAZ 32 [9]

					<i>КР.422.09.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

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

Технологія виготовлення стійки для переміщення балонів відбувається за допомогою напівавтоматичного зварювання в захисному середовищі – аргоні. Так як це спосіб механізованого зварювання, то нормуються, як правило витрати електроенергії, яка живить обладнання та додаткові витрати зварювального дроту і захисного газу.

Виконання всіх розрахунків по нормуванню витрат матеріалів відбуваються згідно стандарту ДСТУ 3159-95 [10].

Маса наплавленого металу знаходиться за формулою [10,с.6]:

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

де α_H – коефіцієнт наплавлення, він визначає кількість наплавленого металу протягом 1 години горіння дуги, при силі струму 1 А, він становить $\alpha_H = 13$ г/Агод;

$I_{зв}$ – сила зварювального струму, $I_{зв} = 140$ А;

$l_{ш}$ – загальна довжина зварних швів, $l_{ш} = 4,7$ м.

Одержимо:

$$Q_H = 13 \cdot 10^{-3} \cdot 140 \cdot 4,7 = 8,55 \text{ кг.}$$

Витрати присаджувального матеріалу знаходяться за формулою [10,с.7]:

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

де Q_p – маса розплавленого електродного матеріалу,

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

					<i>КР.422.09.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

$$Q_p = 8,55 \cdot 0,7 = 5,99 \text{ кг,}$$

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

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

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

$$Q_{\text{нп}} = 8,55 \cdot 0,5 = 4,28 \text{ кг.}$$

Підставивши:

$$H_{\text{ел}} = 5,99 + 4,28 = 10,27 \text{ кг.}$$

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

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

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

$$H_{\Gamma} = 5,99 \cdot 0,87 = 5,21 \text{ л/ХВ.}$$

Витрати електроенергії на 1 кг наплавленого металу знаходяться за формулою:

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

де U_d напруга на дузі, В;

η_n – коефіцієнт корисної дії, %;

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

					<i>КР.422.09.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$E = \frac{26}{13 \cdot 0,9 \cdot 0,75} = 2,96 \text{ кВт.}$$

Витрати електроенергії на 1 м шва знаходяться за формулою:

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

де t_0 – час зварювання одного метра шва, $t_0=0,083$ год;

$$E = \frac{0,01 \cdot 26 \cdot 140 \cdot 0,083}{0,9 \cdot 0,75} = 4,48 \text{ кВт} \cdot \text{год.}$$

Витрати електроенергії на зварювання виробу повністю знаходяться:

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

$$E_{\Sigma} = 4,48 \cdot 4,7 = 21,04 \text{ кВт.}$$

					<i>КР.422.09.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

3.1 Обґрунтування вибору типу пристосувань, які застосовуються при виготовленні конструкції

Виготовлення зварних конструкцій повинно виконуватись згідно розробленого технологічного процесу із забезпеченням правильного розташування деталей конструкції та створення сприятливих умов для протікання якісного процесу зварювання. Це можливо досягнути за рахунок використання технологічного устаткування та пристосувань.

Цим устаткуванням можна виконувати технологічні операції, що стосуються встановлення, закріплення та переміщення деталей, обертання їх зі швидкістю зварювання, встановлення і переміщення зварювального обладнання, а також зварювальників, скіс кромки та зачищення торців деталей і зварних швів.

В технологічному процесі виготовлення зварної конструкції використовується як основне обладнання, так і допоміжне, яке сприяє підвищенню продуктивності праці, а також покращує загальну якість конструкцій.

Технологічні пристосування, які використовуються для виготовлення зварних конструкцій бувають:

- складальними, використовуються для складання і фіксації деталей для подальшого зварювання із використанням прихоплювальних операцій, а також притискних механічних пристроїв;

- зварювальними, на цих пристосуваннях виконуються тільки зварювальні операції, тому конструкція повинна бути складена і зафіксована заздалегідь;

- складально-зварювальними, на цих пристосуваннях можна проводити складання і зварювання, як окремих складальних одиниць, так і конструкцій в загальному.

					КР.422.09.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

На вибір типу технологічних пристосувань впливає виробнича програма (одиничне чи серійне виробництво), вид зварної конструкції (балка, рама, кузов, резервуар та ін.), точність проведення заготівельних робіт (обробка механічними або термічними методами різання), технологія виконання складальних і зварювальних робіт (допустимі геометричні та площинні відхилення і ін.)

Технологічний процес складання та зварювання виробу включає операції складання і зварювання окремих вузлів та виробу в цілому. В залежності від складності зварного виробу здійснюють його розчленування на складальні одиниці, що дозволяє застосовувати прогресивну технологію складання та зварювання на основі модернізації існуючої, застосування стандартної та розроблення нової технологічної оснастки. По конструктивному оформленню та за характером використання складально-зварювальну оснастку поділяють на універсальну, спеціалізовану та спеціальну [11, с.16].

Призначення складально-зварювальної оснастки зводиться до наступного:

- 1) збереження з необхідною точністю габаритів, геометричної форми та взаємного розміщення деталей і вузлів виготовлюваних зварних конструкцій;
- 2) зменшення обсягу ручних робіт при складанні та зварюванні виробів;
- 3) підвищення продуктивності праці;
- 4) зменшення трудомісткості робіт;
- 5) скорочення тривалості виробничого циклу;
- 6) полегшення умов праці за рахунок механізації ручних робіт;
- 7) використання менш кваліфікованої робочої сили;
- 8) зменшення вартості виготовлюваних зварних конструкцій;
- 9) розширення технологічних можливостей зварювального устаткування;

					<i>КР.422.09.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

10) підвищення якості зварних виробів та забезпечення їх взаємозамінності;

11) підвищення рівня комплексної механізації та автоматизації виробництва зварних конструкцій [11, с.16].

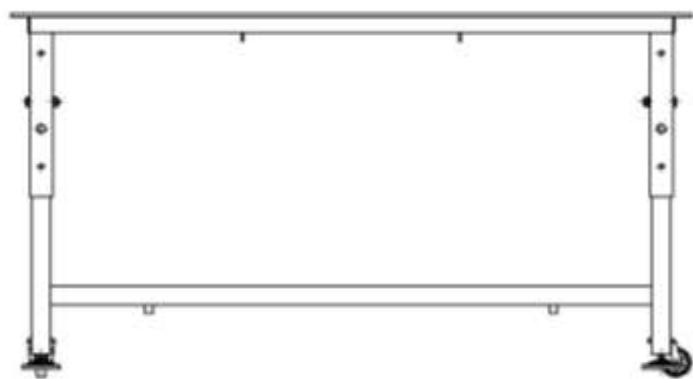
Оскільки стійка для переміщення балонів представляє собою решітчасту конструкцію, то необхідно використовувати технологічне устаткування такого типу, яке дозволить виконувати складання із високою точністю при цьому продуктивність здійснення даного роду робіт також повинна бути на високому рівні.

3.2 Опис роботи зварювального пристосування

В якості технологічного устаткування при виготовленні стійки для переміщення балонів використовується регульований складальний стіл, який показаний на рисунку 3.1.

Складальний стіл обладнаний верхньою стільницею на якій відбувається встановлення і фіксація деталей конструкції. Крім цього стіл обладнаний механізмом переміщення, який обладнаний чотирма колесами, два з яких можуть обертатися навколо своєї вертикальної осі, що полегшує керування столом при його переміщенні. Крім цього стіл обладнаний механізмом підймання-опускання, що дозволяє його експлуатувати в режимі переміщення або стаціонарно, коли колеса підняті. Підймання і опускання коліс відбувається перекидними притискачами типу GN 820-130-МС, що кріпляться до корпусу стола. Кресленик притискача даного типу показаний на рисунку 3.2.

					<i>КР.422.09.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38



A(12,5)

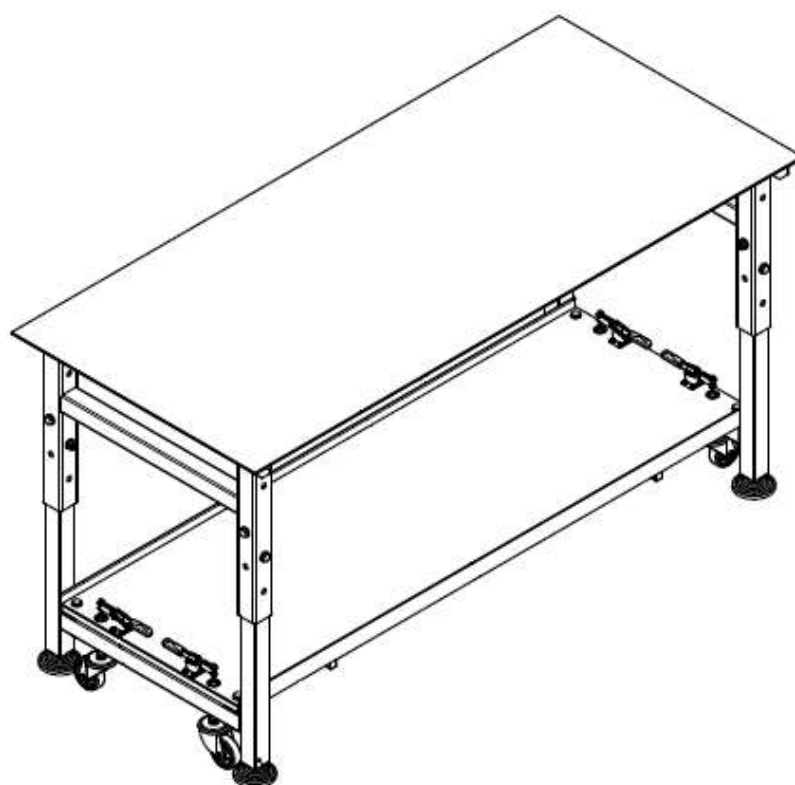
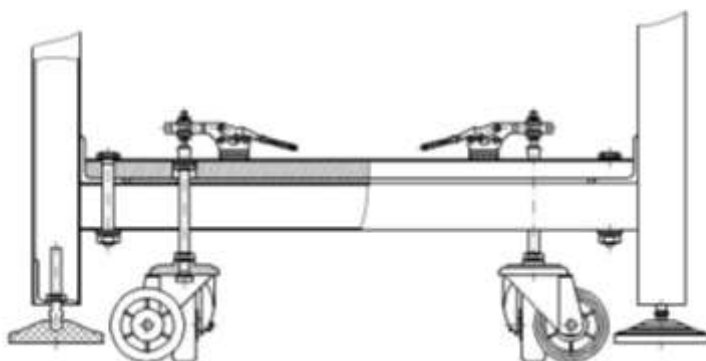
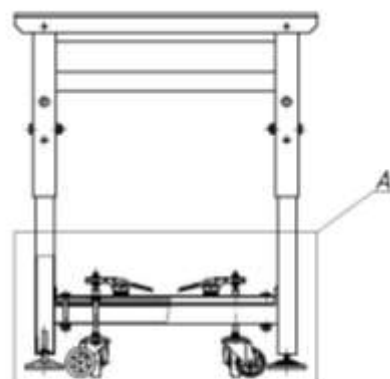


Рисунок 3.1 – Стіл складальний регульований

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КР.422.09.00.00.000.ПЗ

Арк.

39

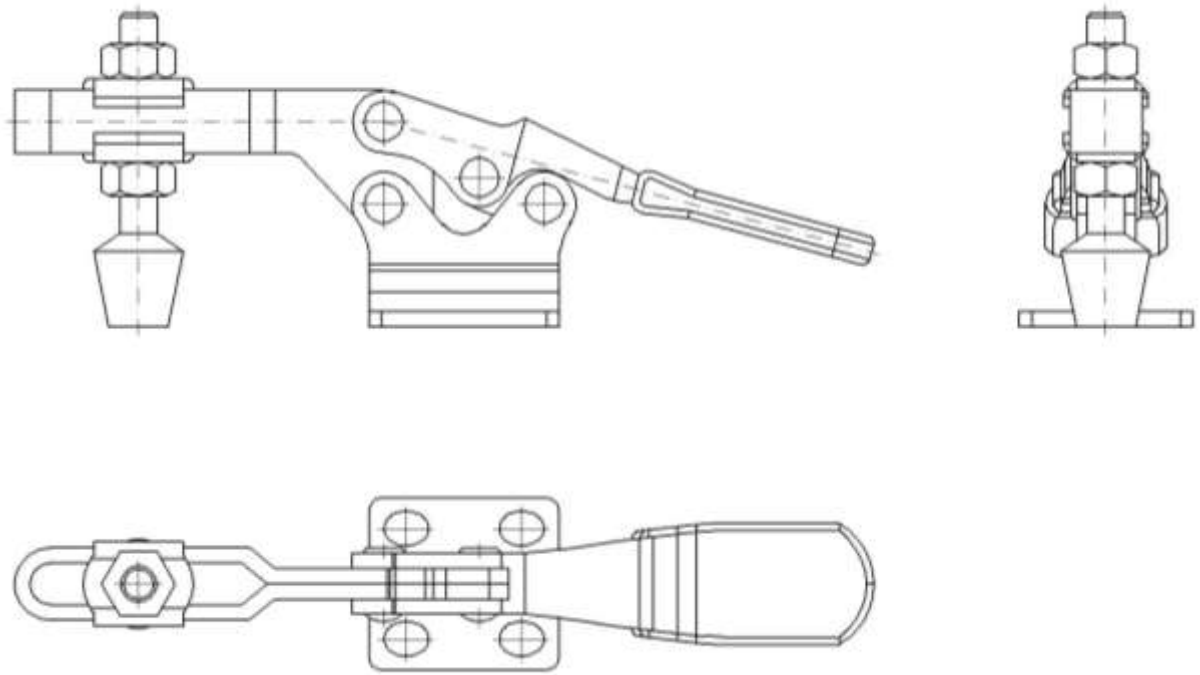


Рисунок 3.2 – Притискач перекидний GN 820-130-МС

					КР.422.09.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

4 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ

4.1 Розрахунок кількості обладнання

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

Таблиця 4.1 - Характеристика стійки для переміщення балонів

Показник	Одиниці виміру	Кількісна чи вартісна оцінка	
		фактичні дані	проектні дані
Габарити виробу	мм	1900x1290x400	
Сума витрат по видах та марках основних матеріалів на виріб:			
прокат 15ХСНД	кг	95	
зварювальний дріт Св-08ХНМ	кг	1,27	
захисний газ – аргон	л	3,2	
Розміри поворотних відходів на виріб	кг	6	
Ціна придбання матеріалу за кг:			
прокат:			
сталь 15ХСНД	грн	55,0	54,8
зварювальний дріт Св-08ХНМ	грн	61,0	60,5
аргон (л)	грн	32,5	32,3
Ціна реалізації поворотних відходів	грн	30	

Таблиця 4.2 - Характеристика технологічного процесу виготовлення стійки для переміщення балонів

Зміст операції	Варианти	Устаткування		Інструменти		Розряд роботи	Штучні норми часу
		Назва	Ціна	Назва	Ціна		
1	2	3	4	5	6	7	8
Заготівельні операції	$\frac{3}{II}$	Зачисний верстат Urban SV-430,	1150000			III	$\frac{4,4}{3,5}$
		листоправ. машина V-1321,	690000	щітка	65		
		гільйотинні ножиці H-478,	870000	лінійка	80		
		дисковий відрізний верстат CS 250 Bemardo	102000	рулетка	150		
				молоток	230		
				маркер	120		
Згинання	$\frac{3}{II}$	Вальц.верст. Zenitech RM 1.020-2	57620			IV	2,4
Складання і прихоплювання	$\frac{3}{II}$	Стіл складальний регульований	210300			IV	5,2
Зварювання	3	Напівавтомат Fronius TransSteel 5000	228000			IV	4,32
Зачищення швів	$\frac{3}{II}$	Кутова шліфувальна машина Crown CT13508-180DN	3500	зачисн. диск	94	III	3,1
				молоток	230		
				щітка	65		
Контроль якості	$\frac{3}{II}$	Ультразвук. дефектоскоп TOPAZ 32	171000	Збільш. скло	380	VI	2,52
Транспортні операції	$\frac{3}{II}$	Кран-балка	180000			IV	1,43

Штучна норма часу:

					КР.422.09.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

- а) по технологічних операціях: по заводу 21,94;
по проекту 21,04;
- б) по допоміжних і транспортних операціях: по заводу 1,43;
по проекту 1,43.
- Загальна штучна норма часу: по заводу 23,37;
по проекту 22,47.

Для виготовлення стійки для переміщення балонів застосовується технологічна форма організації виробництва. Режим роботи на ділянці приймаємо перервний при одній зміні в день. Дійсний фонд часу роботи устаткування визначаємо за формулою [12, с.9]:

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

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

S - кількість робочих змін в добу;

g - тривалість зміни, год;

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

$$\Phi_{yc} = 253 \cdot 1 \cdot 8 \cdot (1 - 0,05) \approx 1920 год.$$

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 [12, с.10]:

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

					КР.422.09.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

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

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

$V_{пр}$ – програма випуску продукції, у нашому випадку $V_{пр} = 2000 шт.$

Кількість робочих місць для виконання заготівельних операцій при виготовленні стійки для переміщення балонів (заводський варіант):

$$n = \frac{4,4 \cdot 2000}{1920 \cdot 1,1} = 4,17 \approx 4шт.$$

Кількість робочих місць для виконання заготівельних операцій при виготовленні стійки для переміщення балонів (проектний варіант):

$$n = \frac{3,5 \cdot 2000}{1920 \cdot 1,1} = 3,31 \approx 3шт.$$

Для виконання згинання кількість робочих місць рівна:

$$n = \frac{2,4 \cdot 2000}{1920 \cdot 1,1} = 2,27 \approx 2шт.$$

Для складання і прихоплювання необхідно:

$$n = \frac{5,2 \cdot 2000}{1920 \cdot 1,1} = 4,92 \approx 5шт.$$

Для зварювання швів кількість робочих місць рівна:

$$n = \frac{4,32 \cdot 2000}{1920 \cdot 1,1} = 4,09 \approx 4шт.$$

Кількість робочих місць для зачищення зварних швів:

					<i>КР.422.09.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

$$n = \frac{3,1 \cdot 2000}{1920 \cdot 1,1} = 2,94 \approx 3 \text{шт.}$$

Кількість робочих місць для контролю якості виробу:

$$n = \frac{2,52 \cdot 2000}{1920 \cdot 1,1} = 2,4 \approx 2 \text{шт.}$$

Кількість засобів транспортувального типу (мостових, козлових, порталних кранів) визначається за формулою [12, с.12]:

$$n = \frac{\sum_1^m B_{mp} \cdot N_{кр} \cdot t_{кр}}{\Phi_n \cdot K_{кр}}, \quad (4.3)$$

де B_{mp} - кількість вантажних об'єктів іншого виду, що підлягають транспортуванню на протязі року, 2000 шт;

m - кількість різновидів вантажних об'єктів;

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

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

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

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

$K_{кр} = 0,6 \dots 0,7$.

$$n = \frac{2000 \cdot 5 \cdot 0,20}{2100 \cdot 0,65} = 1,4 \approx 1 \text{шт.}$$

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

					КР.422.09.00.00.000.ПЗ	Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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 [12, 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 $B_{пр} = 2000$ шт;

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

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

Необхідна кількість заготівельників:

- за заводським варіантом:

$$r_{oi} = \frac{2000 \cdot 4,4}{1850 \cdot 1,2} = 3,96 \approx 4 \text{ чол.}$$

- за проектним варіантом:

$$r_{oi} = \frac{2000 \cdot 3,5}{1850 \cdot 1,2} = 3,15 \approx 3 \text{ чол.}$$

					КР.422.09.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

Необхідна кількість згинальників (за двома варіантами):

$$r_{oi} = \frac{2000 \cdot 2,4}{1850 \cdot 1,2} = 2,16 \approx 2 \text{чол.}$$

Необхідна кількість складальників (за двома варіантами):

$$r_{oi} = \frac{2000 \cdot 5,2}{1850 \cdot 1,1} = 4,68 \approx 5 \text{чол.}$$

Необхідна кількість зварювальників (за двома варіантами):

$$r_{oi} = \frac{2000 \cdot 4,32}{1850 \cdot 1,2} = 3,89 \approx 4 \text{чол.}$$

Необхідна кількість зачищувальників (за двома варіантами):

$$r_{oi} = \frac{2000 \cdot 3,1}{1850 \cdot 1,2} = 2,79 \approx 3 \text{чол.}$$

Необхідна кількість контролерів (за двома варіантами):

$$r_{oi} = \frac{2000 \cdot 2,52}{1850 \cdot 1,2} = 2,27 \approx 2 \text{чол.}$$

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

Результати розрахунків приведено у таблиці 4.3

					КР.422.09.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

Таблиця 4.3 - Зведена відомість промислово-виробничого персоналу

Категорія працівників	Кількість		Середній розряд	
	З	П	З	П
1	2	3	4	5
Основні робітники:				
заготівельники	4	3	III	III
згинальники	2	2	IV	IV
складальники	5	5	IV	IV
зварювальники	4	4	IV	IV
зачищувальники	3	3	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	2	2	—	—
Разом	27	26	—	—

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.

					КР.422.09.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

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 15ХСНД	кг	55	54,8	5225	5206	10450000	10412000
З/П	Зварювальн. дріт Св-08ХНМ	кг	61	60,5	77,47	76,84	154940	153670
З/П	Аргон	л	32,5	32,3	104	103,36	208000	206720
Р- ом					5406,47	5386,2	10812940	10772390

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	2,75	2,74	261,25	260,3	522500	520600	30	30	60000	60000
З/П	5	3,05	3,03	3,87	3,84	7747	7683,5				
З/П	5	1,63	1,62	5,2	5,17	10400	10336				
Р- ом		7,43	7,38	270,32	269,31	540647	538619,5	30	30	60000	60000

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 [12, с.18]:

											Арк.
											49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	КР.422.09.00.00.000.ПЗ						

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

де y - кількість технологічних операцій;

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

Приймаємо заводські тарифні ставки для машинобудування (з врахуванням відповідних коефіцієнтів збільшення) [12, с.18].

Додаткова заробітна плата основних робітників визначається за формулою [12, 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 [12, 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 заготівельників:

- заводський варіант:

$$Z_{oo} = 5,9 \cdot 16,5 \cdot 4,4 = 428,34 \text{ грн};$$

$$Z_{до} = 428,34 \cdot (0,2 + 0,15) = 149,92 \text{ грн};$$

$$Z_{по} = 428,34 \cdot 0,4 = 171,34 \text{ грн};$$

					<i>КР.422.09.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

- проектний варіант:

$$З_{\text{оо}} = 5,9 \cdot 16,5 \cdot 3,5 = 340,73 \text{ грн};$$

$$З_{\text{до}} = 340,73 \cdot (0,2 + 0,15) = 119,25 \text{ грн};$$

$$З_{\text{по}} = 340,73 \cdot 0,4 = 136,29 \text{ грн.}$$

Затрати по оплаті праці згинальників:

$$З_{\text{оо}} = 8,1 \cdot 21,6 \cdot 2,4 = 419,9 \text{ грн};$$

$$З_{\text{до}} = 419,9 \cdot (0,2 + 0,15) = 146,97 \text{ грн};$$

$$З_{\text{по}} = 419,9 \cdot 0,4 = 167,96 \text{ грн.}$$

Затрати по оплаті праці складальників:

$$З_{\text{оо}} = 4,7 \cdot 20,3 \cdot 5,2 = 496,13 \text{ грн};$$

$$З_{\text{до}} = 496,13 \cdot (0,2 + 0,15) = 173,65 \text{ грн};$$

$$З_{\text{по}} = 496,13 \cdot 0,4 = 198,45 \text{ грн.}$$

Затрати по оплаті праці зварників:

$$З_{\text{оо}} = 5,4 \cdot 21,5 \cdot 4,32 = 501,55 \text{ грн};$$

$$З_{\text{до}} = 501,55 \cdot (0,2 + 0,15) = 175,54 \text{ грн};$$

$$З_{\text{по}} = 501,55 \cdot 0,4 = 200,62 \text{ грн.}$$

Затрати по оплаті праці зачищувальників:

$$З_{\text{оо}} = 7,5 \cdot 18 \cdot 3,1 = 418,5 \text{ грн};$$

$$З_{\text{до}} = 418,5 \cdot (0,2 + 0,15) = 146,48 \text{ грн};$$

$$З_{\text{по}} = 418,5 \cdot 0,4 = 167,4 \text{ грн.}$$

Затрати по оплаті праці контролерів:

$$З_{\text{оо}} = 6,6 \cdot 29,5 \cdot 2,52 = 490,64 \text{ грн};$$

$$З_{\text{до}} = 490,64 \cdot (0,2 + 0,15) = 171,73 \text{ грн};$$

$$З_{\text{по}} = 490,64 \cdot 0,4 = 196,26 \text{ грн.}$$

Затрати по оплаті праці транспортувальників:

$$З_{\text{оо}} = 12,4 \cdot 26,7 \cdot 1,43 = 473,44 \text{ грн};$$

$$З_{\text{до}} = 473,44 \cdot (0,2 + 0,15) = 165,71 \text{ грн};$$

$$З_{\text{по}} = 473,44 \cdot 0,4 = 189,38 \text{ грн.}$$

					<i>КР.422.09.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для допоміжних робітників розрахунок проводять на річну програму окремо для кожної категорії за формулою [12, с.19]:

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

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

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

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

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 наладжувальників:

$$Z_{од} = 1 \cdot 30,5 \cdot 1850 = 56425 \text{ грн};$$

$$Z_{нд} = 56425 \cdot 0,35 = 19748,75 \text{ грн};$$

$$Z_{пд} = 56425 \cdot 0,4 = 22570 \text{ грн}.$$

Затрати по оплаті праці ремонтників:

$$Z_{од} = 1 \cdot 30,5 \cdot 1850 = 56425 \text{ грн};$$

$$Z_{нд} = 56425 \cdot 0,35 = 19748,75 \text{ грн};$$

$$Z_{пд} = 56425 \cdot 0,4 = 22570 \text{ грн}.$$

Затрати по оплаті праці електриків:

$$Z_{од} = 1 \cdot 30,5 \cdot 1850 = 56425 \text{ грн};$$

$$Z_{нд} = 56425 \cdot 0,35 = 19748,75 \text{ грн};$$

$$Z_{пд} = 56425 \cdot 0,4 = 22570 \text{ грн}.$$

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 [12, с.19]:

					<i>КР.422.09.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

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

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

$$Z_{оп} = 1 \cdot 8950 \cdot 12 = 107400 \text{ грн};$$

$$Z_{до} = 107400 \cdot 0,35 = 37590 \text{ грн};$$

$$Z_{пп} = 107400 \cdot 0,4 = 42960 \text{ грн}.$$

Затрати по оплаті праці МОП:

$$Z_{оп} = 2 \cdot 8550 \cdot 12 = 205200 \text{ грн};$$

$$Z_{до} = 205200 \cdot 0,35 = 71820 \text{ грн};$$

$$Z_{по} = 205200 \cdot 0,4 = 82080 \text{ грн}.$$

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

Таблиця 4.5 - Зведена відомість річного фонду оплати праці

Категорії працівників	Основна зар. плата, грн		Додаткова зар. плата, грн			
			за шкідливість		інші доплати	
	З	П	З	П	З	П
1	2		3		4	
Основні робітники:						
заготівельники	433480,08	258610,28	151718,03	90513,6	173392,03	103444,11
згинальники	212471,42		74365		84988,57	
складальники	627606,98		219662,44		251042,79	
зварювальники	507570,62		177649,72		203028,25	

Продовження таблиці 4.5

зачишувальники	317641,5	111174,53	127056,6
контролери	248265,86	86893,05	99306,35
транспортувальники	119781,43	41923,5	47912,57
Допоміжні робітники:			
налагоджувальники	56425	19748,75	22570
ремонтники	56425	19748,75	22570
електрики	56425	19748,75	22570
ІТР	107400	37590	42960
МОП	205200	71820	82080
Разом	2948692,91	2773823,1	1032042,52
		970838,09	1637258,41
			1567310,49

4.5 Калькуляція собівартості виробу

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

Таблиця 4.6 - Калькуляція собівартості виробу

Статті калькуляції	Сума затрат, грн	
	З	П
1	2	3
Основні матеріали:		
сталь 15ХСНД	5225	5206
зварювальний дріт Св-08ХНМ	77,47	76,84
аргон	104	103,36
Поворотні відходи	30	
Паливо та енергія на технологічні цілі	113	112,5
Основна заробітна плата основних робітників	1233,41	1145,97
Додаткова заробітна плата основних робітників	431,69	401,09
Премії та надбавки основних робітників	493,36	458,39
Відрахування на соціальне страхування	30,22	28,08
Відрахування на медичне страхування	53,96	50,14
Витрати на утримання та експлуатацію устаткування	228,52	228,52
Цехові (дільничні) витрати	422,01	422,01
Всього цехова собівартість	8382,64	8105,7

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:						
заготівельне	4	3	2812000	2812000	140600	140600
згинальне	2	2	57620	57620	2881	2881
складальне	5	5	210300	210300	10515	10515
зварювальне	4	4	228000	228000	11400	11400
слюсарне	3	3	3500	3500	175	175
контрольне	2	2	171000	171000	8550	8550
транспортне	1	1	180000	180000	9000	9000
Інструменти:						
молоток	12	11	230	230	11,5	11,5
рулетка	6	5	150	150	7,5	7,5
щітка	7	6	65	65	3,25	3,25
зачисний диск	7	6	94	94	4,7	4,7
лінійка	6	5	80	80	4	4
маркер	9	8	120	120	6	6
збільшувальне скло	2	2	380	380	19	19
Разом						
Види капітальних затрат	Загальна вартість, грн		Норма амортиз. відрах, %		Річна сума амортиз. відрах., грн	
	З	П			З	П
Будівлі та споруди	21000000	20985000	5		1050000	1049250
Устаткування:						
заготівельне	21000000	20985000	8,5		1050000	1049250

Продовження таблиці 4.7

згинальне	118121	118121	8,5	10040,29	10040,29
складальне	1062015	1062015	23,5	249573,53	249573,53
зварювальне	923400	923400	19,5	180063	180063
слюсарне	10675	10675	8,5	907,38	907,38
контрольне	350550	350550	10,5	36807,75	36807,75
транспортне	189000	189000	8,5	16065	16065
Інструменти:					
молоток	2771,5	2541,5	18	498,87	457,47
рулетка	907,5	757,5		163,35	136,35
щітка	458,25	393,25		82,49	70,79
зачисний диск	662,7	568,7		119,29	102,37
лінійка	484	404		87,12	72,72
маркер	1086	966		195,48	173,88
збільшувальне скло	779	779		140,22	140,22
Разом	35049509,95	32221770,95			2512774,75

4.7 Основні техніко-економічні показники розробленого технологічного процесу

Річний економічний ефект визначається за формулою [12, 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 ($C_{nz} = 27730,33$ грн);

C_{nn} - повна собівартість виробу за проектними даними, грн ($C_{nn} = 26005,45$ грн);

Φ_{mz} - фондомісткість продукції за заводськими даними, грн/шт ($\Phi_{mz} = 8382,64$ грн/шт);

Φ_{mn} - фондомісткість продукції за проектними даними, грн/шт ($\Phi_{mn} = 8105,7$ грн/шт);

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

$$E_{\phi} = ((27730,33 + 0,15 \cdot 8382,64) - (26005,45 + 0,15 \cdot 8105,7)) \cdot 2000 = \\ = 3532842 \text{ грн.}$$

Термін окупності капітальних вкладень визначається за формулою [12,с.28]:

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

де $\Phi_{осн}$ - вартість основних виробничих фондів за проектним варіантом, грн
($\Phi_{осн} = 46160300$ грн);

$\Phi_{осз}$ - вартість основних виробничих фондів за заводським варіантом, грн
($\Phi_{осз} = 49302020$ грн);

$E_{ур}$ - умовна річна економія, грн, яка розраховується за формулою [12, с.28]:

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

$$E_{ур} = 2000 \cdot (27730,33 - 26005,45) = 3449760 \text{ грн};$$

$$T_{ок} = \frac{49302020 - 46160300}{3449760} = 0,91 \text{ р.}$$

Порівняльний аналіз техніко-економічних показників показано у таблиці 4.8.

					КР.422.09.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

Таблиця 4.8 - Основні техніко-економічні показники розробленого технологічного процесу

Показники	Одиниці вимірювання	Величина	
		З	П
1	2	3	4
Річна програма випуску продукції	шт	2000	2000
Кількість технологічного устаткування	шт	21	20
Собівартість товарної продукції	грн	27730,33	26005,45
Чисельність промислово-виробничого персоналу:			
- всього	чол	27	26
- основних робітників	чол	21	20
Фондомісткість продукції	грн/шт	8382,64	8105,7
Умовна річна економія	грн	-	3449760
Річний економічний ефект	грн	-	3532842
Термін окупності капітальних вкладень	роки	-	0,91
Місячний оклад основних робітників:			
- заготівельники	грн	15741,5	12521,64
- згинальники	грн	15431,47	15431,47
- складальники	грн	18232,85	18232,85
- зварювальники	грн	18432,04	18432,04
- зачищувальники	грн	15379,88	15379,88
- контролери	грн	18031,17	18031,17
- транспортувальники	грн	17399,08	17399,08
	грн		

5 ОХОРОНА ПРАЦІ

5.1 Природне освітлення, його нормування та розрахунок для зварювальної дільниці

Природне освітлення характеризується тим, що створюючи в приміщенні освітленість її показник змінюється в надзвичайно широких межах. В якості нормованої величини для природного освітлення прийнята відносна величина-коефіцієнт природного освітлення. На рисунку 5.1 приведена схема визначення коефіцієнта природного освітлення.

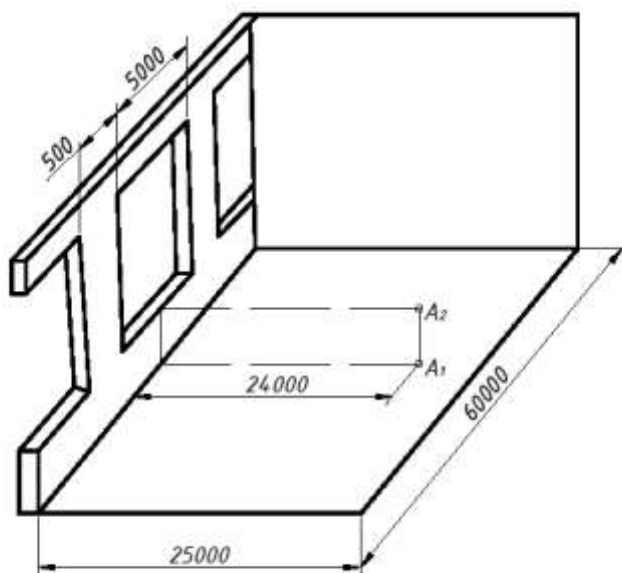


Рисунок 5.1 – Схема визначення коефіцієнта природного освітлення в спроектованому цеху [13, с.308]

Проведемо розрахунок природного освітлення по двох точках A_1 і A_2 .

Визначаємо мінімальне значення коефіцієнта природного освітлення за формулою [13, с.309]:

$$E_{\min} = (E_1 - E_2) \cdot K_{30} \cdot K_3 \cdot K_1 \cdot \tau_0, \quad (5.1)$$

де, E_{\min} – мінімальне значення коефіцієнта природного освітлення;

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

E_1 – коефіцієнт природного освітлення для умовного вікна висотою 7,5 м від підлоги до верхнього краю вікна;

E_2 – коефіцієнт природного освітлення для умовного вікна, яке має висоту 1,5 м (висота від підлоги до підвіконника);

$K_{зд}$ – коефіцієнт, який враховує затемнення вікон від суміжної будівлі, $K_{зд} = 1,0$ [13,с.309];

K_3 – поправочний коефіцієнт, $K_3 = 0,75$ [13, с.310];

K_1 – поправочний коефіцієнт при двох шарах віконного скла по сталевих подвійних прольотах, які відчиняються, $K_1 = 0,9$ [13, с.310];

τ_0 – коефіцієнт світлопроникнення, $\tau_0 = 0,9$.

Визначаємо $E_1 = 0,8$ і $E_2 = 0,3$ за графіком наведеним [13, с.310].

Коефіцієнт K_3 визначаємо з графіка [13, с.311] приймаємо $K_3 = 0,8$.

Отже мінімальне значення коефіцієнта природного освітлення становитиме:

$$E_{\min} = (0,8 - 0,3) \cdot 0,9 \cdot 1,0 \cdot 0,8 \cdot 0,9 = 0,324;$$

$$E_{\min} > E_n = 0,3\%.$$

Отже, це вказує на те, що природне освітлення в розрахованій точці зварювальної ділянки відповідає нормам для даного виробничого процесу.

5.2 Гігієнічна характеристика механізованих способів зварювання

Хімічний склад і рівні виділень зварювальних аерозолів під час механізованого зварювання в захисних газах залежать від складу зварювального дроту, захисного газу та режимів зварювання [14, с.33]. При зварюванні дротом типової марки Св-08Г2С у вуглекислому газі інтенсивність виділення зварювальних аерозолів (далі ЗА) залежно від параметрів режиму зварювання і діаметру дроту коливається від 0,2 до 1,6 г/хв, питомі виділення — від 4,6 до 20,3 г/кг дроту. При цьому, не дивлячись

					<i>КР.422.09.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		60

на незначний вміст марганцю в зварювальному дроті (1,8...2,1%), його вміст в зварювальних аерозолях, що утворюється, досягає 31,1... 13,7%. Концентрація діоксиду кремнію складає 7,6...10%, а заліза — 54...85%. З підвищенням вмісту легуючих елементів (Mn, Si) у зварювальному дроті їх концентрація в зварювальних аерозолях (ЗА) та рівні виділень підвищуються.

При застосуванні дротів, мікролегованих рідкоземельними металами (РЗМ), які вміщують незначну кількість церію (0,01...0,03%) і трохи знижену кількість марганцю (1,50...1,80%), рівні виділення ЗА і вміст у ній токсичного марганцю знижується [14, с.34]. Цьому сприяє не тільки знижений вміст марганцю в дроті, але й можливість проводити зварювання струмом прямої полярності, при якій температура дуги нижча, ніж у дузі зворотної полярності. Такі переваги в гігієнічному відношенні забезпечують наявність у дроті РЗМ.

Крім ЗА, під час зварювання в захисних газах в зоні зварювальної дуги утворюються і шкідливі газоподібні речовини, склад яких визначається складом захисного газу. Під час зварювання у вуглекислому газі в повітря робочої зони виділяється монооксид вуглецю (чадний газ) з інтенсивністю 0,100...0,200 г/хв та оксиди азоту - 0,003...0,015 г/хв [14, с.34].

При використанні в ролі захисного газу аргону або його суміші в повітрі робочої зони з'являється озон, який утворюється із кисню повітря та захисного газу під дією ультрафіолетового випромінювання дуги. Концентрація озону в початковий період зварювання висока, але потім він реагує з оксидом азоту з утворенням діоксиду азоту та кисню. Причому озон утворюється не тільки в зоні дуги, а й на деякій відстані від неї. Концентрація озону в повітрі знижується пропорційно відстані віддалення від дуги.

Під час механізованого зварювання порошковими дротами у вуглекислому газі рутилового (ПП-АН8, ПП-АН10), рутил-флюоритного (ПП-АН9, ПП-АН18), а також самозахисними дротами карбонатно-флюоритного типу (ПП-АН7, ПП-АН11) утворюються ЗА і газу, що

					<i>КР.422.09.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		61

вміщують, крім марганцю, кремнію, заліза, оксидів азоту та вуглецю, також фтористий водень, тетрафтористий кремній, розчинні і нерозчинні фториди. Інтенсивність виділення ЗА під час зварювання цими дротами вища, ніж при застосуванні дротів суцільного перерізу, виділення фтористого водню складає 16,6...56,7 мг/хв, тетрафтористого кремнію — 29,3...78,7 мг/хв [14, с.34].

Таким чином, під час зварювання порошковими дротами залежно від їх складу основними шкідливими речовинами, що надходять в повітря робочої зони є фтористі гази, розчинні фториди та сполуки марганцю.

При використанні хромонікелевих зварювальних і наплавних порошкових дротів, а також наплавних порошкових стрічок у складі ЗА, крім фторидів, можуть бути присутні сполуки нікелю, шестивалентного та трьох валентного хрому, які залежно від їх вмісту в ЗА можуть визначати його токсичність.

Під час зварювання активованим дротом інтенсивність утворення ЗА на оптимальних режимах нижча, ніж при використанні порошкових дротів і вища, ніж під час зварювання дротом суцільного перерізу типу Св-08Г2С. Вміст марганцю в ЗА, який утворюється під час зварювання активованим дротом, нижчий, ніж у випадку застосування дроту Св-08Г2С. Проте у складі таких ЗА з'являються легколеткі розчинні та нерозчинні сполуки фтору. При збільшенні діаметру дроту інтенсивність утворення ЗА зростає.

Найбільш токсичними компонентами ЗА під час зварювання активованими дротами є сполуки марганцю та фтору.

Рівень виділень ЗА залежить від параметрів процесу зварювання: величини зварювального струму і напруги дуги, діаметра електродного дроту та складу захисного газу. Виділення ЗА підвищується зі збільшенням окислювальної спроможності захисного газу: введення до його складу інертного газу замість вуглекислого знижує рівень виділень ЗА. Підвищення напруги дуги призводить до підвищення рівня виділення зварювальних аерозолів (ЗА) [14, с.34].

					<i>КР.422.09.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		62

5.3 Правила охорони праці та пожежної безпеки під час виготовлення стійки для переміщення балонів

В процесі виготовлення стійки для переміщення балонів обов'язковою умовою є дотримання правил охорони праці і техніки. У разі їх не дотримання виникає серйозний ризик до виникнення різних аварійних ситуацій на виробництві.

Місця проведення зварювальних та інших вогневих робіт, пов'язаних із нагріванням деталей до температур, здатних викликати займання матеріалів та конструкцій, можуть бути постійними, які організуються у спеціально обладнаних для цього цехах, майстернях чи на відкритих майданчиках, а також тимчасовими, коли вогневі роботи проводяться безпосередньо в будинках, які зводяться або експлуатуються, спорудах та на території об'єктів при проведенні монтажних робіт.

Постійні місця проведення вогневих робіт визначаються наказами, розпорядженнями, інструкціями власника підприємства. Огороджувальні конструкції в цих місцях (перегородки, перекриття, підлоги) повинні бути з негорючих матеріалів.

Керівник підприємства чи структурного підрозділу, де проводяться вогневі роботи на тимчасових місцях (крім будівельних майданчиків та приватних домоволодінь), зобов'язаний оформити наряд-допуск на виконання тимчасових вогневих робіт. За наявності на підприємстві відомчої пожежної охорони наряди-допуски на виконання тимчасових вогневих робіт повинні бути погоджені з нею напередодні виконання робіт з установленням відомчою пожежною охороною відповідного контролю.

Проведення вогневих робіт на постійних та тимчасових місцях дозволяється лише після вжиття заходів, які виключають можливість виникнення пожежі: очищення робочого місця від горючих матеріалів, захисту горючих конструкцій, забезпечення первинними засобами пожежогасіння (вогнегасником, ящиком з піском та лопатою). Вид та

					КР.422.09.00.00.000.ПЗ	Арк.
						63
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

кількість первинних засобів пожежогасіння, якими повинно бути забезпечене місце робіт, визначаються з урахуванням вимог щодо оснащення об'єктів первинними засобами пожежогасіння і вказуються в наряді-допуску на виконання тимчасових вогневих робіт [15].

Після закінчення вогневих робіт виконавець зобов'язаний ретельно оглянути місце їх проведення, за наявності горючих конструкцій полити їх водою, усунути можливі причини виникнення пожежі.

Посадова особа, відповідальна за пожежну безпеку місць, де проводилися вогневі роботи, повинна забезпечити перевірку місця проведення цих робіт упродовж двох годин після їх закінчення. Про приведення місця вогневих робіт у пожежобезпечний стан виконавець та відповідальна за пожежну безпеку посадова особа роблять відповідні позначки у наряді-допуску на виконання тимчасових вогневих робіт [15].

Технологічне обладнання, на якому передбачається проведення вогневих робіт, повинно бути приведенне у вибухопожежобезпечний стан до початку виконання цих робіт. Місце для проведення зварювальних та різальних робіт у будинках і приміщеннях, у конструкціях яких використані горючі матеріали, має бути огорожене суцільною перегородкою з негорючого матеріалу. При цьому висота перегородки повинна бути не менше 1,8 м, а відстань між перегородкою та підлогою — не більше 50 мм. Щоб запобігти розлітання розпечених часток, цей зазор повинен бути огорожений сіткою з негорючого матеріалу з розміром комірок не більше 1 x 1 мм [15].

Таким чином, охорона праці та пожежна безпека має важливе місце під час виконання зварювальних робіт на відповідних ділянках при виготовленні стійки для переміщення балонів, оскільки невиконання певних норм може викликати суттєві негативні наслідки, які призведуть до виникнення аварійних ситуацій на підприємстві.

					КР.422.09.00.00.000.ПЗ	Арк.
						64
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

Особливістю даного технологічного процесу виготовлення конструкції є застосування легованої марки сталі, що в деякій степені утруднює виконання процесу зварювання. Збільшення програми випуску продукції за рахунок певного рівня попиту також потребує удосконалень відносно необхідної продуктивності застосовуваного обладнання та пристосувань.

Основним вдосконаленням заводського технологічного процесу виготовлення конструкції є заміна способу зварювання – з напівавтоматичного під шаром флюсу до механізованого в захисному газі – аргоні, оскільки буде зварюватися легований матеріал, якому необхідна інертна захисна атмосфера.

Впровадження даних змін у технологічний процес виготовлення стійки для переміщення балонів дозволять покращити показники механізації та автоматизації процесу, що в свою чергу збільшить продуктивність виконуваних робіт. Такі удосконалення здатні позитивно вплинути на хід виробничого процесу по виготовленні конструкції, а відповідно це в подальшому позначиться на її собівартості.

В розділі «Охорона праці» здійснено розрахунок природного освітлення ділянки, дана гігієнічна характеристика механізованих способів зварювання, а також розглянуті питання правил охорони праці та пожежної безпеки при виготовленні стійки для переміщення балонів.

					КР.422.09.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		65

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Гуменюк І.В., Іваськів О.Ф., Гуменюк О.В. Технологія електродугового зварювання: підручник. Київ: Грамота, 2006. 512 с.
2. Сталь 15ХСНД. Сталі низьколеговані: веб-сайт. URL: <https://metinvest-smc.com/ua/steel/stal-15khsnd/> (дата звернення: 29.03.2024).
3. Квасницький В.В. Теорія процесів зварювання. Дослідження фізико-хімічних і металургійних процесів та здатності металів до зварювання: навч. посіб. Миколаїв: УДМТУ, 2002. 181 с.
4. 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. Биковський О.Г., Пінковський І.В. Довідник зварника. Київ: Техніка, 2002. 336 с.
7. TransSteel 5000. Технічні дані обладнання: веб-сайт. URL: <https://www.fronius.com/uk-ua/ukraine/zvaryvalni-tekhnohiiyi/produkty/8F/migmag/transsteel/transsteel/transsteel-5000-syn> (дата звернення: 31.05.2024).
8. Пальник Fronius AW 5000, L-4.5м. Зварювальні пальники: веб-сайт. URL: <https://prom.ua/ua/p28901445-gorelka-fronius-5000.html> (дата звернення: 31.05.2024).
9. Дефектоскоп TOPAZ 32. Ультразвуковий контроль методом фазованих решіток. Ручний контроль: веб-сайт. URL: <https://industry.hlr.ua/nodestructtest/ultrasonic-flaw-detection/ultrasonic-phased-array-method/manual-control/topaz32-phased-array-device/> (дата звернення: 02.06.2024).
10. ДСТУ 3159-95. Ресурсозбереження. Нормування витрат зварювальних матеріалів. Загальні вимоги, методи визначення нормативів

					КР.422.09.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		66

ручного і механізованого електрозварювання. [Чинний від 1996-07-01]. Київ, 1995. 36 с. (Держстандарт України).

11. Карпенко А.С. Технологічна оснастка у зварювальному виробництві: навч. посібник. Київ: Арістей, 2005. 268 с.

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

13. Довідник зі світлотехніки / Під ред. Ю.Б. Айзенберга, Т.2. Київ: Вища школа, 1995. 515 с.

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

15. Вимоги під час підготовки до вогневих робіт. Охорона праці і пожежна безпека: веб-сайт. URL: <https://oppb.com.ua/news/vymogy-pozhezhnoyi-bezpeky-pid-chas-provedennya-zvaryvalnyh-ta-inshyh-vognevyyh-robot> (дата звернення: 25.05.2024).

					КР.422.09.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		67

ДОДАТКИ

					КР.422.09.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		68