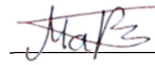


**Національний університет кораблебудування
імені адмірала Макарова**

Херсонський навчально-науковий інститут

«Допущений до захисту»

В.о. завідувача кафедри



к.т.н., доц. М.В. Матвієнко

«___» _____ 2025 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття ступеня вищої освіти **«бакалавр»**

на тему: **Розробка технології виготовлення барабану горизонтальної
зерносушильної машини**

Виконав: студент IV курсу, групи 4121
спеціальності 131 Прикладна механіка за
освітньо-професійною програмою Інжиніринг
зварювання та споріднених процесів

(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)



Урбан Ян Ігорович

(прізвище та ініціали)



Керівник Лабарткава Андрій Володимирович

(прізвище та ініціали)



Рецензент Матвієнко Максим Валентинович

(прізвище та ініціали)

Миколаїв - 2025 р.

Національний університет кораблебудування
імені адмірала Макарова
Херсонський навчально-науковий інститут

Факультет суднобудівний
Кафедра зварювання
Освітньо-кваліфікаційний рівень бакалавр
Спеціальність 131 Прикладна механіка
(шифр і назва)
Освітньо-професійна програма Інжиніринг зварювання та споріднених процесів
(шифр і назва)

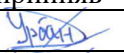
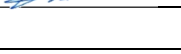
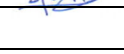
ЗАТВЕРДЖУЮ


Гарант освітньої програми
доц. В.В. Співтаренко
“ ” 20__ року

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ
на здобуття ступеня вищої освіти «бакалавр»

- студенту Урбан Яну Ігоровичу
(прізвище, ім'я, по батькові)
- Тема роботи Розробка технології виготовлення барабану горизонтальної зерносушильної машини
керівник проекту Лабарткава Андрій Володимирович, к.т.н., професор НУК
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
затверджені розпорядженням ХННІ НУК від “12” 03 2025 року № 07
 - Строк подання студентом проекту 12 червня 2025р.
 - Вихідні дані до проекту Креслення виробу, матеріал 12X18H10T, Річна програма 100 шт.
 - Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) загальна характеристика конструкції, опис матеріалу і його зварюваності, типові технології складання й зварювання; раціональні режими зварювання, зварювальні матеріали й устаткування, розрахунок собівартості виконання зварювальних робіт.
 - Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) креслення виробу, розрахунок режимів зварювання, розрахунок структури металу шва при зварюванні, розрахунок зварювальних деформацій, структура технологічного процесу, техніко-економічні показники

6. Консультанти розділів проекту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1	Лабарткава А.В., професор НУК		
2	Лабарткава А.В., професор НУК		
3	Лабарткава А.В., професор НУК		
4	Лабарткава А.В., професор НУК		
5	Лабарткава А.В., професор НУК		

7. Дата видачі завдання 14.03.2025р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

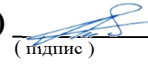
№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1.	Вступ	30.04.25р.	
2.	Аналіз конструкцій та технологій виготовлення барабану зерносушарки	30.04.25р.	
3.	Дослідження структури та властивостей зварних з'єднань	07.05.25р.	
4.	Розробка технологічного процесу складання та зварювання барабану зерносушарки	21.05.25р.	
5.	Охорона праці	28.05.25р.	
6.	Розрахунок техніко-економічних показників зварювання барабану зерносушарки	04.06.25р.	
7.	Оформлення графічної частини	09.06.25р.	

Студент


(підпис)

Урбан Я.І.
(прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи)


(підпис)

Лабарткава А.В.
(прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

Анотація.....	6
Вступ.....	7
Розділ 1 Аналіз конструкцій та технологій виготовлення барабану зерносушарки.....	8
1.1 Загальна характеристика виробу.....	9
1.2. Характеристика основного металу.....	10
1.3 Типові технології складання та зварювання конструкції.....	11
Розділ 2 Дослідження структури та властивостей зварних з'єднань.....	7
2.1 Обґрунтування вибору способів зварювання.....	16
2.2 Розрахунок режимів зварювання.....	19
2.2.1 Розрахунок режимів автоматичного зварювання полотнища обичайки.....	19
2.2.2 Розрахунок режимів автоматичного зварювання кільцевих швів.....	21
2.2.3 Розрахунок режимів механізованого зварювання в середовищі захисних газів.....	23
2.2.4 Розрахунок режимів ручного зварювання сталі 12X18H10T.....	25
2.3 Розрахунок отриманої структури шва при зварюванні сталі 12X18H10T.....	26
2.4 Деформації тонкостінних оболонок.....	28
Висновки.....	30
Розділ 3 Розробка технологічного процесу складання та зварювання барабану зерносушарки.....	18
3.1 Принципова послідовність складання та зварювання.....	32
3.2 Обґрунтування вибору зварювальних матеріалів.....	34
3.3 Обґрунтування вибору зварювального устаткування.....	37
3.4 Методи контролю та випробувань.....	44
Висновки.....	47
Розділ 4 Охорона праці.....	57

4.1 Аналіз потенційно шкідливих і небезпечних факторів при проведенні складально - зварювальних робіт.....	50
4.2 Розрахунок захисного заземлення	51
Висновки.....	53
Розділ 5 Розрахунок техніко-економічних показників зварювання барабану зерносушарки.....	89
5.1 Розрахунок технологічної собівартості виготовлення	55
5.2 Розрахунок технологічної собівартості зварювання 1 пог. м. кільцевого шву	56
5.3 Визначення трудомісткості зварювання кільцевого шва	59
5.4 Розрахунок економічної ефективності виготовлення барабану за проектним варіантом	60
Висновки.....	62
Загальні висновки	63
Список літератури та використаних джерел	65

Анотація

Кваліфікаційна робота присвячена розробці технології виготовлення барабану горизонтальної зерносушильної машини. У роботі проведено аналіз конструкції барабану та умов його експлуатації, досліджено властивості основного матеріалу — корозійностійкої сталі 12Х18Н10Т, а також розглянуто її зварюваність.

Обґрунтовано вибір способів зварювання для виготовлення барабану, зокрема автоматичного зварювання під флюсом, механізованого зварювання в середовищі аргону та ручного дугового зварювання для виконання прихоплювань. Виконано розрахунок режимів зварювання для поздовжніх і кільцевих швів обичайки, а також для приварювання елементів жорсткості. Проведено розрахунок структури металу шва та оцінку можливих зварювальних деформацій тонкостінної оболонки.

У роботі розроблено технологічний процес складання та зварювання барабану зерносушарки, обґрунтовано вибір зварювальних матеріалів і обладнання. Також розглянуто питання охорони праці при виконанні складально-зварювальних робіт і виконано розрахунок техніко-економічних показників запропонованої технології.

Результати роботи дозволяють підвищити продуктивність зварювальних робіт, зменшити трудомісткість виготовлення конструкції та забезпечити високу якість зварних з'єднань.

Ключові слова: зварювання, зерносушарка, барабан сушильної машини, технологія зварювання, автоматичне зварювання під флюсом, механізоване зварювання, сталь 12Х18Н10Т, зварні з'єднання, режими зварювання, технологічний процес.

Abstract

The qualification work is devoted to the development of a manufacturing technology for the drum of a horizontal grain drying machine. The paper analyzes the design of the drum and its operating conditions, investigates the properties of the base material — corrosion-resistant steel 12Cr18Ni10Ti, and studies its weldability.

The choice of welding methods for drum manufacturing is substantiated, including submerged arc welding, gas-shielded mechanized welding in an argon environment, and manual arc welding for tack welds. The welding parameters for longitudinal and circumferential welds of the shell, as well as for welding stiffening elements, were calculated. The structure of the weld metal was analyzed and the possible welding deformations of the thin-walled shell were evaluated.

A technological process for assembling and welding the grain dryer drum was developed, and the selection of welding materials and equipment was justified. Issues of occupational safety during assembly and welding operations were also considered, and technical and economic indicators of the proposed technology were calculated.

The results of the work make it possible to increase the productivity of welding operations, reduce manufacturing labor intensity, and ensure high quality of welded joints.

Keywords: welding, grain dryer, drying machine drum, welding technology, submerged arc welding, mechanized welding, 12Cr18Ni10Ti steel, welded joints, welding parameters, technological process.

					КР 131.4121.01.05 ПЗ	Арк.
						6
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вступ

Зварювання – один із найбільш поширених технологічних процесів. За допомогою зварювання з'єднують між собою різноманітні метали, їх сплави, деякі керамічні матеріали, пластмаси, різноманітні матеріали. Основне застосування знаходить зварювання металів та їх сплавів при побудові нових конструкцій, ремонті різноманітних виробів, машин, механізмів. Зварювати можна метали будь-якої товщини. Міцність зварного з'єднання в більшості випадків не поступаються міцності цілого металу. Таким чином, зварювання має значний вплив на рівень загальної технології та організації виготовлення цистерн, а також на забезпечення їх експлуатаційної надійності.

Дякуючи повному використанню робочих перерізів елементи конструкцій, меншій вазі з'єднувальних елементів та раціональної формі на зварних конструкціях значно економиться метал. Міцність та щільність зварних конструкцій значно достатньо велика.

Застосування зварювання в машинобудуванні дозволило механізувати та автоматизувати виробничі процеси, значно модернізувати технологію та організацію побудови всяких цистерн.

в даній кваліфікаційній роботі розроблена технологія складання та зварювання барабана сушильної машини зі сталі 12X18H10T, обґрунтований вибір способів зварювання, зварних матеріалів та устаткування для здійснення складання та зварювання основної конструкції. Значна увага приділена розробці конструкції та послідовності технологічного процесу, розрахунку його економічної ефективності та вибору методів зменшення шкідливості зварювального процесу для здоров'я людини та навколишнього середовища.

Підтвердженням наведених даних та розрахунків вступають креслення, здійсненні з урахуванням даних, розроблених у дипломному проєкті.

					КР 131.4121.01.05 ПЗ	Арк.
						7
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

					КР 131.4121.01.05.01 ПЗ						
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Аналіз конструкцій та технологій виготовлення барабану зерносушарки			Літ.	Арк.	Аркушів	
Розробив	Урбан Я.І.										
Перевірів	Лабарткава А.В.									8	
Рецензент								ХННІ НУК			
Н. Контр.											
Зав. каф.	Матвієнко М.В..										

1.1 Загальна характеристика виробу

Зерносушарка СЗШ-16А призначена для м'якого сушіння з одночасним перемішуванням продовольчого, насіннєвого і фуражного зерна зернових і круп'яних культур. Сушка відбувається під вакуумом при одночасному обертанні сушарки (матеріал всередині пересипається).

Одним з найбільш відповідальних складових сушарки є барабан. Барабан являє собою обичайку з опуклими днищами по краях, одна з яких має отвір під фланець.

Барабан має наступні габаритні й розміри:

- Загальна довжина резервуару 5200 мм;
- Діаметр обичайки 1500 мм;
- Висота опуклості днища 800 мм;
- Довжина обичайки 3600 мм;
- Діаметр фланця (зовнішній) 650 мм;
- Діаметр горловини 600 мм;

Перераховані вище розміри посудини визначенні на рисунку 1.1, де показаний зовнішній вигляд барабану.

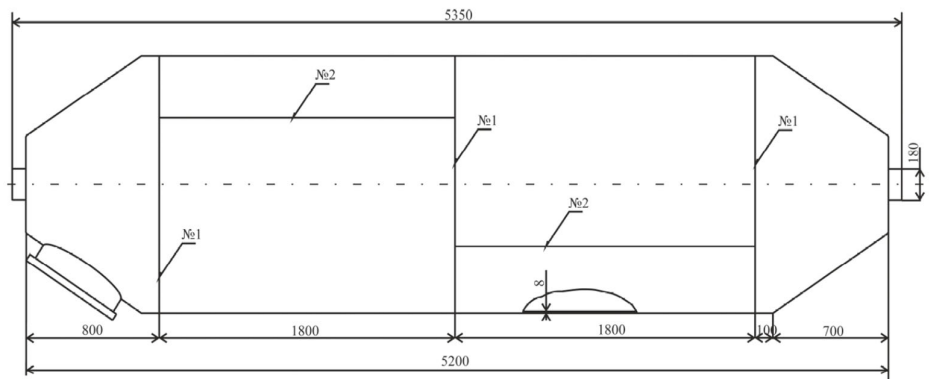


Рисунок 1.1 Зовнішній вигляд барабану

Всі зварні шви корпусу барабану виконуються за допомогою автоматичного зварювання під флюсом. Зварні шви елементів жорсткості виробляється механізованим способом зварювання в середовищі Ar.

					КР 131.4121.01.05.01 ПЗ	Арк.
Зм.				Дата		9
	Арк	№ докум	Підпис			

До числа особливостей виготовлення барабану є те, що при заготівлі для нього деталей, застосовуються такі операції, як вальцювання, штампування, холодне гнуття, які викликають значні пластичні деформації матеріалу, і значним використанням запасу його деформаційної здатності. Це приводить до того, що до матеріалу барабану пред'являються підвищені вимоги по характеристиках пластичності в порівнянні з матеріалами інших конструкцій.

1.2. Характеристика основного металу

Як матеріал для виготовлення барабану застосовується найчастіше високолеговані сталі з високою корозійною стійкістю, наприклад 12X18H10T. Матеріалом для виготовлення барабану є сталь марки 12X18H10T товщиною 8 мм.

Хімічний склад високолегованої сталі марки 12X18H10T по ГОСТу 5632-72 представлено у таблиці 1.1.

Таблица 1.1. Хімічний склад високолегованої сталі марки 12X18H10T

Зміст хімічних елементів, %							
C	Mn	Si	Cr	Ni	Ti	S	P
≤0,12	≤2,00	≤0,80	17-19	9-11	0,6-0,8	0,020	0,035

Для визначення стійкості сталі 12X18H10T проти утворення горячих тріщин користуємося відношенням еквівалентних концентрації хрому та нікелю використовуючи формулу 1.1:

$$\frac{Cr_{екв}}{Ni_{екв}} = \frac{Cr + 1,37 \cdot Mo + 1,5 \cdot Si + 2 \cdot Nb + 3 \cdot Ti}{Ni + 0,31 \cdot Mn + 12 \cdot C + 14,2 \cdot N + Cu} \quad (1.1)$$

$$\frac{Cr_{екв}}{Ni_{екв}} = \frac{18 + 1,5 \cdot 0,7 + 3 \cdot 0,8}{10 + 0,31 \cdot 2 + 12 \cdot 0,12} = 2,5\%$$

За отриманий результат $\frac{Cr_{скв}}{Ni_{скв}} = 2,5\% > 1,5\%$, і сталь 12X18H10T не

схильна до утворення гарячих тріщин.

Механічні властивості сталі марки 12X18H10T розглянуті в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 Механічні властивості високолегованої сталі марки 12X18H10T [1]

Тимчасовий опір при розтягуванні, МПа	Мінімальні значення границі плинності, МПа	Відносне подовження в %
560-650	225-315	46-74

Застосування високолегованої сталі марки 12X18H10T пояснюється її гарною технологічністю, зварюваністю й корозійною стійкістю. Легування цієї сталі побудовано таким чином, що аустенітна структура зберігається незмінної в широкому інтервалі температур - від плавлення до глибокого холоду, що дозволяє обходитися без термічної обробки для зняття залишкових деформацій, що утворюються після процесу зварювання.

Разом з тим, аустенітна структура викликає й ряд технологічних труднощів, головною з яких полягає в забезпеченні стійкості швів проти гарячих тріщин. Також технологічні труднощі викликаються утворенням карбїду хрому по краях зерен при зварюванні на звичайних режимах зварювання. Саме через те, що відбувається утворення карбїду хрому, метал має більшу схильність до утворення гарячих тріщин, чим інші аналогічні метали з більш низьким змістом легуючого хрому. Гарячі тріщини виникають в результаті утворення напіврідких шаруватих включень за рахунок нерівномірного остигання металу шва.

Для підвищення опору гарячим тріщинам існують наступні методи :

- Створення двофазної структури металу шва (аустенітно-ферритної);
- Зниження вмісту шкідливих, у тому числі легуючих, домішок за рахунок використання чистих від цих домішок зварювальних дротів.

1.3 Типові технології складання та зварювання конструкції

Циліндричні судини зазвичай збирають з декількох обичайок і двох напівсферичних або еліптичних днищ. Обичайки вальцюють з одиночного листа або з зварної карти при розташуванні швів уздовж утворюючої. Днища або зварюють з окремих штампованих пелюсток, або штампують цілком з листа або з зварної заготовки. Складання та зварювання циліндричної частини посудини здійснюють на роликовому стенді. Поздовжній стик обичайки збирають на прихоплюваннях за допомогою найпростіших стяжних пристосувань. Складання кільцевого стику між обичайками є найбільш трудомісткою операцією. Для її механізації роликовий стенд можна обладнати встановленою на візку 5 скобою 1 (рис. 1.2).

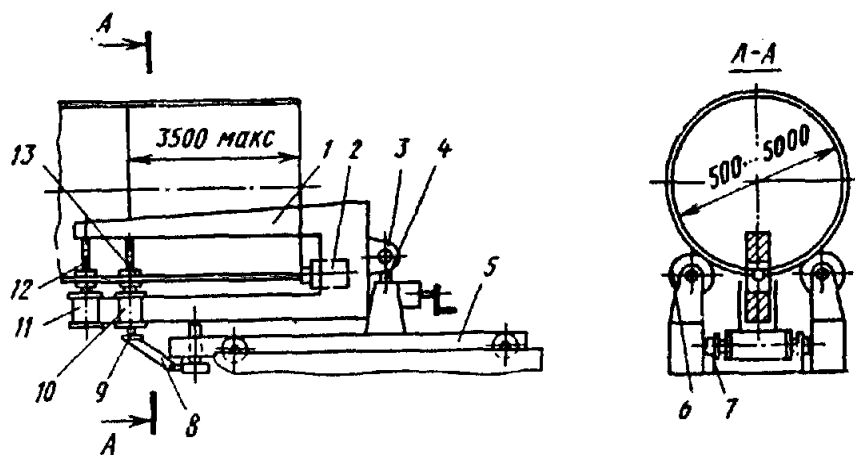


Рисунок 1.2 Установка для механізованого складання кільцевих стиків циліндричних судин

Візок пересувається уздовж стенда по рейковому шляху 7. Налаштування скоби у вертикальній площині здійснюється тягою 4. Послідовність операцій при складанні в цьому випадку така. На роликовий стенд 6 краном подають дві обичайки. Скобу просувають так, щоб опора 13 гідроциліндра 10 виявилася в площині зібраного стику, і закріплюють на першій обичайки включенням гідроциліндра 11. Після того як торцевий гідроциліндр 2, підсовуючи другу обичайку до першої, встановить необхідний зазор в стику, гідроциліндром 10 вирівнюють кромки і ставлять прихоплювані. Поворот збираних обичайок на деякий кут для постановки інших прихоплювань вимагає не тільки відведення притисків гідроциліндром 10 і 11, але також і опор 12 і 13. Останнє здійснюється

шляхом невеликого повороту скоби 1 навколо осі 3 під дією штока 9 гідроциліндра 10. Шток 9 при русі вниз, зустрівши нерухому ніжку 8, піднімає циліндр, повертаючи скобу 1.

Базовий технологічний процес виготовлення барабану припускає виконання зварних з'єднань ручним електродуговим зварюванням по V-образному обробленню. При цьому застосовуються різні марки електродів для зварювання кореня шва та наступних шарів металу.

При зварюванні по базовому технологічному процесу в першу чергу виконується зварювання кореня шва електродами, що забезпечують аустенітну або аустенітно-феритну структуру шва, наприклад електродами Л-40М. Другий і наступні шви виконується спеціальним електродом ЭА-395/9. Цей порядок обумовлений вимогою забезпечити його корозійну стійкість шву.

Зварювання проводиться на постійному струмі зворотної полярності, як джерело живлення використовується випрямляч ВД-306М1.

Недоліком цієї технології є велика трудомісткість, низька швидкість зварювання, мала механізація, автоматизація, економічно не вигідно.

Висновки, мета та завдання дипломного проекту

В базовому технологічному процесі виготовлення барабану є суттєві недоліки такі як велика трудомісткість, низька швидкість зварювання, мала механізація, автоматизація, економічно не вигідно. Також використання аустенітної сталі викликає ряд технологічних труднощів, головною з яких полягає в забезпеченні стійкості швів проти гарячих тріщин.

Виходячи з вище описаного, метою даного дипломного проекту є розробка технології зварювання барабана сушильної машини зі сталі 12Х18Н10Т, яка забезпечить підвищення продуктивності праці та зниження трудомісткості робіт.

Для досягнення поставленої мети необхідно виконати наступні завдання :

- проаналізувати базовий технологічний процес складання й зварювання барабана;

					КР 131.4121.01.05.01 ПЗ	Арк. 13
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- підвищити рівень механізації складальних операцій при складанні кільцевого й поздовжнього стику за рахунок впровадження механізованих установок і притискних пристосувань;

- підвищити рівень механізації зварювальних операцій за рахунок впровадження замість ручного - автоматичного зварювання під флюсом кільцевих і поздовжніх швів.

- для забезпечення високої якості зварних з'єднань із сталі 12Х18Н10Т ставиться також завдання вибрати раціональні режими й підібрати зварювальні матеріали й устаткування.

- зроблений комплексний аналіз недоліків базового технологічного процесу складання й зварювання барабану вимагає також проектування механізованої ділянки з розміщенням устаткування відповідно з технологічною послідовністю.

Рішення цих завдань дозволить забезпечити підвищення продуктивності праці, знизити трудомісткість робіт і забезпечити одержання технологічних конструкцій.

					КР 131.4121.01.05.01 ПЗ	Арк. 14
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

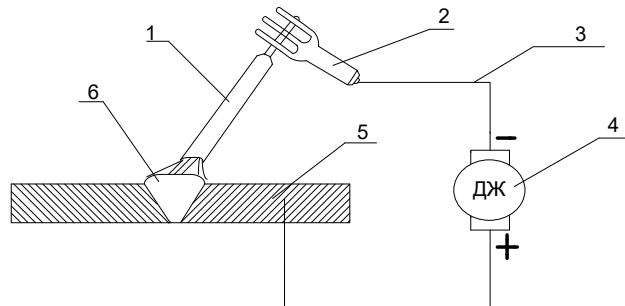
					КР 131.4121.01.05.02 ПЗ			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	Дослідження структури та властивостей зварних з'єднань	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушіє</i>
<i>Розробив</i>		Урбан Я.І.						
<i>Перевірів</i>		Лабарткава А.В.					15	
<i>Рецензент</i>						ХННІ НУК		
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Зав. каф.</i>		Матвієнко М.В.						

2.1 Обґрунтування вибору способів зварювання

Вибір способів зварювання проводимо з умов завдань, поставлених у дипломному проєкті.

Для зварювання барабану застосовуються наступні способи зварювання:

Ручне електродугове зварювання покритим електродом. Процес зварювання здійснюється шляхом розплавлювання крайок основного металу й електродного металу, що вноситься у зварювальну ванну за рахунок емісії електронів, які випускає металевий стрижень, що перебуває під шаром обмазки електрода. Захист зони зварювальної ванни здійснюється шляхом розпаду речовин вхідних в обмазку електродів, які створюють повітронепроникне середовище. Після кристалізації розплавленого металу утвориться шов. Схема ручного зварювання електродом, що плавиться, наведена на рисунку 2.1.



- 1- електрод; 2- електродотримач; 3- зварювальний кабель; 4-джерело живлення;
5 - виріб; 6 - зварювальний валик

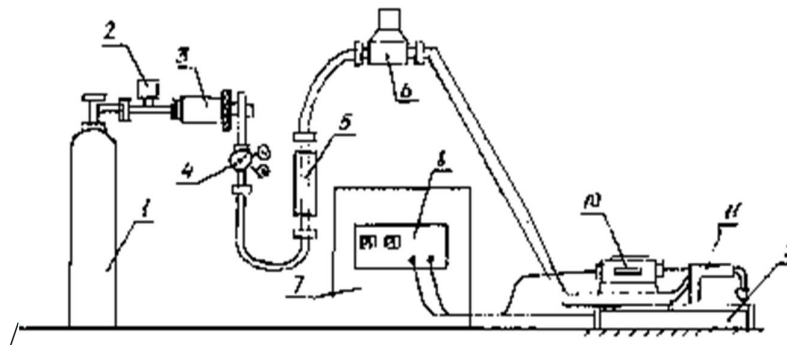
Рисунок 2.1 Схема ручного зварювання плавильним електродом

Механізоване зварювання у газовому середовищі. Механізований спосіб зварювання, у ролі якого виступає напіваавтомат з газовим захистом у середовищі Ar, виконується для приварювання горловини до днища, а також приварювання жорстких елементів барабану.

При механізованому зварюванні електродом, що плавиться, механізуються операції по подачі електродного дроту у зварювальну зону, а інші операції процесу зварювання здійснюється зварником вручну.

При механізованому зварюванні захисним середовищем служить аргон, що призначений для того, щоб відтіснити кисень і азот повітря від розплавленого металу.

Технологічні перевагами є відносна простота процесу зварювання, можливість зварювання швів, що перебувають у різних просторових положеннях.



- 1 - балон з газом; 2 - підігрівник; 3 - осушувач; 4 - редуктор; 5 - манометр;
6 - газоелектричний клапан; 7 - джерело живлення; 8 - пульт керування; 9 - робочий стіл; 10 - механізм подачі зварювального дроту; 11 - газоелектричний пальник.

Рисунок 2.2 Пост для зварювання в середовищі аргону

Автоматичне зварювання під флюсом. Для виготовлення корпуса барабану застосовується автоматичне зварювання під флюсом, яким виконуються зварені шви як поздовжні, так і поперечні, полотнища обичайки а також кільцеві стики при складанні.

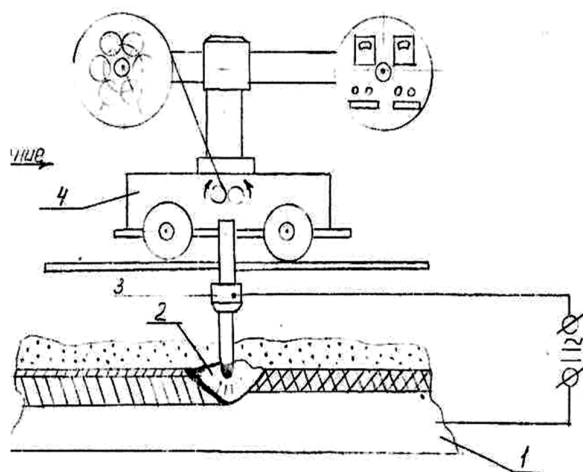
Даний вид зварювання дозволяє значно знизити трудомісткість робіт, підвищити продуктивність, обмежити присутність обслуговуючого персоналу, присутності якого необхідно лише для перенастроювання параметрів зварювання, а також для запалювання й обриву дуги.

Автоматичне зварюванням називають процес механізованого дугового зварювання при якому праця зварника - оператора зведена до мінімуму, а всі основні операції виконує агрегат для зварювання.

Схема автоматичного зварювання під флюсом електродом, що плавиться, розглянута на рисунку 2.3. Зварювання ведеться зварювальним дротом

діаметром 1-6 мм, при цьому режим зварювання стабільний, що забезпечує однорідність якості по його довжині.

При зварюванні під флюсом зварювальний дріт і гранульований флюс подаються в зону дуги, що горить у порожнині, заповненої парами металу й матеріалів флюсу.



1 - виріб; 2 – зварювальна ванна; 3 - зварювальна головка; 4-візок; 5 -пульт; 6-флюс

Рисунок 2.3 Схема автоматичного дугового зварювання під флюсом

Під впливом теплоти зварювальної дуги плавляться крайки основного металу, електродний дріт і частина флюсу. У міру переміщення дуги розплавлений флюс спливає на поверхню зварювальної ванни, остигає, створює легковідділяєму від шва шлакову кірку, а метал зварювальної ванни кристалізується у формі зварного шва. Шлак захищає розплавлений метал від впливу кисню й азоту повітря, легує й сповільнює охолодження металу шва, що сприяє одержанню якісного наплавленого металу при високій продуктивності.

Автоматичне й механізоване зварювання дозволяє механізувати такі параметри як швидкість подачі дроту, подача захисного середовища, а у випадку автоматичного зварювання ще й швидкість зварювання.

Для виготовлення барабану застосовуємо:

- Автоматичне зварювання під флюсом - для зварювання повздовжніх і кільцевих швів обичайки при виготовленні полотнища та замикаючого стика обичайки.

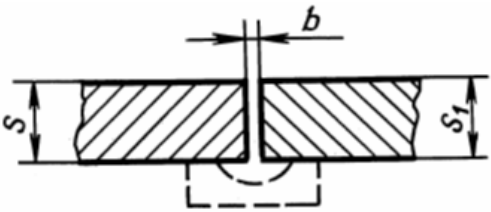
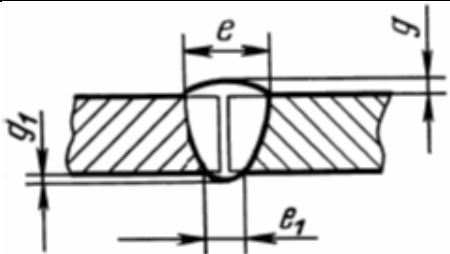
- Механізоване зварювання в середовище аргону - для приварювання жорстких елементів барабану.
- Ручне дугове зварювання – для прихоплювань.

2.2 Розрахунок режимів зварювання

2.2.1 Розрахунок режимів автоматичного зварювання полотнища обичайки

Згідно з ГОСТ 8713-79 для зварювання швів при виготовленні полотнища 2 -10 мм з вимогами до стійкості проти МКК допускаються зварні з'єднання типу С4. Форма, конструктивні елементи оброблення крайок під зварювання і розміри виконуваних швів зварних з'єднань типу С4 наведені в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1. Конструктивні елементи підготовлених крайок і шва зварного з'єднання типу С4 (ГОСТ 8713-79)

Умовне позначення	конструктивні елементи			
	підготовлених крайок	шва зварного з'єднання		
C4				
Розміри, мм				
S=S ₁	<i>b</i>	<i>e</i>	<i>g</i>	<i>g</i> ₁
8	2	26	2	2

Розрахунок режиму зварювання починають з того, що задають необхідну глибину провару при зварюванні, який встановлюється рівним:

Сила зварювального струму визначається за формулою:

$$I = 80 \cdot h, A \quad (2.1)$$

де h – глибина провару $h=s+0,5$ (s – товщина металу)

$$h=8+0,5=8,5 \text{ мм}$$

Зварювальний струм $I_{зв}$ (А):

$$I_{зв}=80 \cdot 8,5 = 680 \text{ А}$$

Приймаємо $I_{зв}=650$ А, (для предупредження перегрева металла и связанного с этим огрубления структуры).

Діаметр зварювального дроту d_d :

$$d_d=2 \cdot \sqrt{\frac{I_{зв}}{\pi \cdot j}} \quad (2.2)$$

де j – щільність току, А/мм²; $j \approx 49$ А/мм²

$$d_d=2 \cdot \sqrt{\frac{650}{3,14 \cdot 49}} = 4,1 \text{ мм}$$

Приймаємо $d_d = 4$ мм.

Напруга на дузі U_d , В:

$$U_d=20 + \left(\frac{50 \cdot 10^{-3}}{\sqrt{d_d}}\right) \cdot I_{зв} \pm 1B \quad (2.3)$$

$$U_d=20 + \left(\frac{50 \cdot 10^{-3}}{\sqrt{4}}\right) \cdot 650 \pm 1 = 31 \pm 1B$$

Приймаємо $U_d=32$ В.

Швидкість зварювання $V_{зв}$:

$$V_{зв} = \frac{A}{I_{зв}}, \text{ м / год} \quad (2.4)$$

де, A – коефіцієнт, який залежить від діаметру електрода (для електродного дроту діаметром 4 мм $A=20 - 25 \cdot 10^3$ м/год); $I_{зв}$ – струм зварювання, А

$$V_{зв} = \frac{25 \cdot 10^3}{650} = 38,5 \text{ м / год} = 1,07 \text{ см / с}$$

Швидкість подачі дроту, м/год:

$$V_{nn} = \frac{4\alpha_p \cdot I_{зв}}{(\pi \cdot d_d^2 \cdot \rho)} \quad (2.5)$$

де α_p – коефіцієнт розплавленого металу, г/А·год,

$$\alpha_p=3+0,08 \cdot 650/4=16 \text{ г/А·год}$$

					КР 131.4121.01.05.02 ПЗ	Арк.
						20
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$V_{\text{пд}}=4\cdot16\cdot650/3,14\cdot16\cdot7,8=106,2\text{м/год}$$

Погонна енергія $q_{\text{п}}$, Дж/см:

$$q_{\text{п}} = \frac{I_{\text{зз}} \cdot U_{\text{д}} \cdot \eta}{V_{\text{зз}}} \quad (2.6)$$

$$q_{\text{п}} = \frac{650 \cdot 32 \cdot 0,85}{1,07} = 16523 \text{ Дж/см}$$

Отримані режими зварного шва приведені в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 Отримані розрахунковим шляхом режими одностороннього зварювання під флюсу стикового з'єднання типу С4

Тип шва	Спосіб зварювання	Товщина металу S, мм	Режими зварювання				
			d _с , мм	I _{зв} , А	U _д , В	V _{зв} , м/год	V _{пд} , м/год
С4	АФ	8	4	650	32	38,5	106,2

2.2.2 Розрахунок режимів автоматичного зварювання кільцевих швів

Згідно з ГОСТ 8713-79 для зварювання повздовжніх і кільцевих швів обичайки при виготовленні полотнища товщиною 2 -12 мм з вимогами до стійкості проти МКК допускаються зварні з'єднання типу С5. Форма, конструктивні елементи оброблення крайок під зварювання і розміри виконуваних швів зварних з'єднань типу С5 наведені в таблиці 2.3.

Розрахунок режиму зварювання починають з того, що задають необхідну глибину провару при зварюванні, який встановлюється рівним:

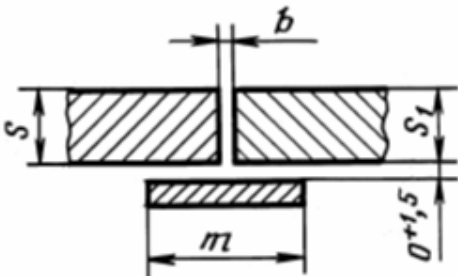
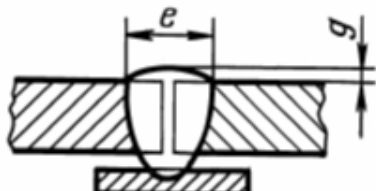
Сила зварювального струму визначається за формулою (2.1):

$$h = 8 + 0,5 = 8,5 \text{ мм}$$

$$I_{\text{зв}} = 80 \cdot 8,5 = 680 \text{ А}$$

Приймаємо $I_{\text{зв}} = 650 \text{ А}$, (для попередження перегріву металу і пов'язаного з цим огрубіння структури).

Таблиця 2.3. Конструктивні елементи підготовлених крайок і шва зварного з'єднання типу С5 (ГОСТ 8713-79)

Умовне позначення	конструктивні елементи			
	підготовлених крайок	шва зварного з'єднання		
C5				
Розміри, мм				
S=S ₁	<i>b</i>	<i>m</i>	<i>e</i>	<i>g</i>
8	3	25	26	2

Діаметр зварювального дроту d_d (2.2)

$$d_d = 2 \cdot \sqrt{\frac{650}{3,14 \cdot 49}} = 4,1 \text{ мм}$$

Приймаємо $d_d = 4 \text{ мм}$.

Напруга на дузі (2.3):

$$U_d = 20 + \left(\frac{50 \cdot 10^{-3}}{\sqrt{4}} \right) \cdot 650 \pm 1 = 31 \pm 1 \text{ В}$$

Приймаємо $U_d = 32 \text{ В}$.

Швидкість зварювання $V_{зв}$ (2.4):

$$V_{зз} = \frac{25 \cdot 10^3}{650} = 38,5 \text{ м / год} = 1,07 \text{ см / с}$$

Швидкість подачі дроту (2.5):

$$V_{пд} = 4 \cdot 16 \cdot 650 / 3,14 \cdot 16 \cdot 7,8 = 106,2 \text{ м / год}$$

Погонна енергія $q_{п}$ (2.6):

$$q_{п} = \frac{650 \cdot 32 \cdot 0,85}{1,07} = 16523 \text{ Дж / см}$$

Отримані режими зварного шва приведені в таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 Отримані розрахунковим шляхом режими одностороннього зварювання під флюсом стикового з'єднання типу С5

Тип шва	Спосіб зварювання	Товщина металу S , мм	Режими зварювання				
			d_e , мм	$I_{зв}$, А	U_d , В	$V_{зв}$, м/год	$V_{пд}$, м/год
С5	АФo	8	4	650	32	38,5	106,2

2.2.3 Розрахунок режимів механізованого зварювання в середовищі захисних газів

Зварювання виконується у нижньому положенні нахиленим електродом приймаємо катет шву 5 мм. Шви катетом 5 мм отримують при використуванні електродного дроту діаметром 1,2 мм. Величину зварювального струму при виконанні швів таврових з'єднань визначають з необхідності одержання задовільного формування. При механізованому зварюванні припустима щільність струму у електродному дроті сягає $j = 180 \text{ А/мм}^2$

Сила зварювального струму визначається за формулою:

$$I = \frac{\pi \cdot d_e^2 \cdot i}{4}, \text{ А} \quad (2.7)$$

$$I = \frac{3,14 \cdot 1,2^2 \cdot 180}{4} = 203,4 \text{ А}$$

Приймаємо 205 А.

Напруга на дузі розраховуємо за формулою 2.3:

$$U_d = 20 + \frac{0,05 \cdot 205}{\sqrt{1,2}} \pm 1 = 28 \text{ В}$$

Швидкість зварювання $V_{зв}$ знаходять з умови забезпечення при даному струмі $I_{зв}$ необхідної площі наплавленого металу $F_{н.тр}$:

$$F_{н.тр} = k_y \frac{k^2}{2}, \text{ мм}^2 \quad (2.8)$$

де k_y – коефіцієнт враховуючий збільшення F_n за рахунок опуклості шва та зазору ($k_y = 1,35$ для заданого по кресленню катета 5 мм).

$$F_{н.тр} = 1,35 \frac{5^2}{2} = 16,88 \text{ мм}^2$$

$$V_{зв} = \frac{\alpha_n \cdot I_{зв}}{3600 \cdot F_{н.тр} \cdot \gamma}, \quad (2.9)$$

де α_n – коефіцієнт наплавлення, $\text{г}/(\text{А} \cdot \text{год})$, який знаходиться за формулою:

$$\alpha_n = \alpha_p \cdot (1 - \varphi) \quad (2.10)$$

де φ – коефіцієнт втрат металу на розбризкування та чад ($\varphi = 0,1 \div 0,15$); α_p – коефіцієнт розплавлення дроту, $\text{г}/(\text{А} \cdot \text{год})$, який розраховується за формулою:

$$\alpha_p = 3,0 + 0,08 \frac{I_{зв}}{d_e}$$

$$\alpha_p = 3,0 + 0,08 \frac{205}{1,2} = 16,6 \text{ г} / \text{А} \cdot \text{год}$$

$$\alpha_n = 16,6 \cdot (1 - 0,1) = 14,9 \text{ г} / \text{А} \cdot \text{год}$$

Таким чином швидкість зварювання дорівнює:

$$V_{зв} = \frac{14,9 \cdot 205}{3600 \cdot 7,8 \cdot 0,1688} = 0,64 \text{ см} / \text{с}$$

Швидкість подачі зварювального дроту:

$$V_{пд} = \frac{4 \cdot 16,6 \cdot 205}{3,14 \cdot 1,2^2 \cdot 7,8} = 386 \text{ м} / \text{год}$$

Ефективна теплова потужність:

$$q_e = 205 \cdot 28 \cdot 0,6 = 3444 \text{ Вт}$$

$$\eta = 0,75$$

Отримані режими зварного шва приведені в таблиці 2.5.

Таблиця 2.5 Отримані розрахунковим шляхом режими механізованого зварювання в середовищі захисних газів таврового з'єднання типу ТЗ

Тип шва	Спосіб зварювання	Товщина металу S, мм	Режими зварювання				
			d _д , мм	I _{зв} , А	U _д , В	V _{зв} , м/год	V _{пд} , м/год
ТЗ	ИП	5	1,2	200	28	36	77,5

2.2.4 Розрахунок режимів ручного зварювання сталі 12Х18Н10Т

Стикові з'єднання в залежності від товщини металу можуть виконуватись без обробки і з обробленням крайок, односторонніми і двосторонніми швами, однопрохідним і багатопрохідним зварюванням.

Для виконання стикового з'єднань товщиною 2,5 мм у нижнім положенні застосуємо одnobічне зварювання без оброблення крайок типу С19.

Потрібну глибину провару h приймаємо $h=2,5$ мм, $d_e=3$ мм.

Зварювальний струм $I_{зв}(A)$:

$$I_{зв}=K \cdot d_d \quad (2.11)$$

де K – коефіцієнт, рівний 25...60 А/мм (для $d_e=3$ мм $K=35$)

$$I_{зв}=35 \cdot 3 = 105 \text{ А}$$

Приймаємо $I_{зв} = 100 \text{ А}$;

Напругу на дузі приймаємо $U_d=26 \text{ В}$.

Швидкість зварювання $V_{зв} (2.5)$:

$$V_{зз} = \frac{11 \cdot 100}{3600 \cdot 7,9 \cdot 0,37} = 0,189 \text{ см/сек} = 6,8 \text{ м/год}$$

Продуктивність наплавлення G_H , кг/год:

$$G_H = \alpha_H \cdot I_{зв} \cdot 10^{-3}$$

$$G_H = 11,0 \cdot 100 \cdot 10^{-3} = 1,1 \text{ кг/год}$$

Погонна енергія q_n , Дж/см:

$$q_n = \frac{I_{зз} \cdot U_d \cdot \eta}{V_{зз}}$$

$$q_n = \frac{100 \cdot 26 \cdot 0,75}{0,189} = 10317 \text{ Дж/см.}$$

Таблиця 2.5 Отримані розрахунковим шляхом режими ручного дугового зварювання сталі 12Х18Н10Т стикового з'єднання типу Н1

Тип шва	Товщина металу S , мм	Режими зварювання			
		d_e , мм	$I_{зв}$, А	U_d , В	$V_{зв}$, м/год
Н1	2,5	3	100	26	6,8

2.3 Розрахунок отриманої структури шва при зварюванні сталі 12X18H10T

Розраховуємо склад металу шва після зварювання плакуючого шару:

$$C_{ш} = \mu_{др} \cdot m \cdot C_{др} + \mu_o \cdot n \cdot C_{ом} \quad (2.12)$$

де $\mu_{др}$, μ_o —коефіцієнти засвоєння елементів відповідно з електродного дроту й основного металу (табл. 2.6.); $C_{др}$, $C_{ом}$ – вміст елемента відповідно в електродному дроті й основному металі, %; m , n - відповідно долі електродного й основного металів у металі шва (коефіцієнти змішання). $m = 0,53$; $n = 0,47$ (табл. 2.1.). Хімічний склад марки дроту Св-04Х19Н11М3 у таблиці 2.7.

Таблиця 2.6 Значення коефіцієнтів засвоєння елементів при зварюванні під флюсом

	C	Mn	Si	Cr	Ni	Ti	Mo
Осн. метал (12X18H10T)	1,0	1,0	0,81	0,98	1,0	0,78	0,97
Дріт (Св-04Х19Н11М3)	0,92	0,6	0,73	0,89	0,95	0,20	0,88

Таблиця 2.7 Хімічний склад зварювального дроту (ГОСТ 2246-70)

Марка дроту	Вміст хімічних елементів, %							
	C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	S	P
Св-04Х19Н11М3	≤0,06	≤0,60	1,00-2,00	18,0-20,0	10,0-11,0	2,0-3,0	0,018	0,25

$$C_{ш}(C) = 0,92 \cdot 0,53 \cdot 0,055 + 1,0 \cdot 0,47 \cdot 0,12 = 0,085\%$$

$$C_{ш}(Mn_{min}) = 0,6 \cdot 0,53 \cdot 0,6 + 1,0 \cdot 0,47 \cdot 1,0 = 0,79\%$$

$$C_{ш}(Mn_{max}) = 0,6 \cdot 0,53 \cdot 1,2 + 1,0 \cdot 0,47 \cdot 2 = 1,57\%$$

$$C_{ш}(Si_{min}) = 0,73 \cdot 0,53 \cdot 0,44 + 0,81 \cdot 0,47 \cdot 0,6 = 0,52\%$$

$$C_{ш}(Si_{max}) = 0,73 \cdot 0,53 \cdot 0,44 + 0,81 \cdot 0,47 \cdot 0,8 = 0,6\%$$

$$C_{ш}(Cr_{min}) = 0,89 \cdot 0,53 \cdot 16 + 0,98 \cdot 0,47 \cdot 17 = 16,5\%$$

$$C_{ш}(Cr_{max}) = 0,89 \cdot 0,53 \cdot 17,8 + 0,98 \cdot 0,47 \cdot 19 = 18,4\%$$

$$C_{ш}(Ni_{min}) = 0,95 \cdot 0,53 \cdot 9,5 + 1,0 \cdot 0,47 \cdot 8 = 8,8\%$$

$$C_{ш}(Ni_{max}) = 0,95 \cdot 0,53 \cdot 10,5 + 1,0 \cdot 0,47 \cdot 9,5 = 10\%$$

$$C_{ш}(Ti) = 0,78 \cdot 0,47 \cdot 0,8 = 0,29\%$$

$$C_{ш}(Mo_{min})=0,88 \cdot 0,53 \cdot 1,8=0,95\%$$

$$C_{ш}(Mo_{max})=0,88 \cdot 0,53 \cdot 2,6=1,38\%$$

Таблиця 2.8 Хімічний склад основного металу, дроту і металу шва, %

	C	Mn	Si	Cr	Ni	Ti	Mo
Осн. металу (12X18H10T)	0,12	1,0-2,0	0,6-0,8	17,0-19,0	8,0-9,5	0,8	-
Дроту (Св-04X19H11M3)	0,055	0,6-1,2	0,44	16,0-17,8	9,5-10,5	-	1,8-2,6
Металу шва (розрахунок)	0,085	0,79-1,57	0,52-0,6	16,5-18,4	8,8-10,0	0,38	0,95-1,38

Еквівалент нікелю розраховуємо за формулою:

$$Ni_{екв} = \%Ni + 30\%C + 0,5\%Mn \quad (2.13)$$

$$Ni_{екв(max)} = 10 + 30 \cdot 0,085 + 0,5 \cdot 1,57 = 13,3 \%$$

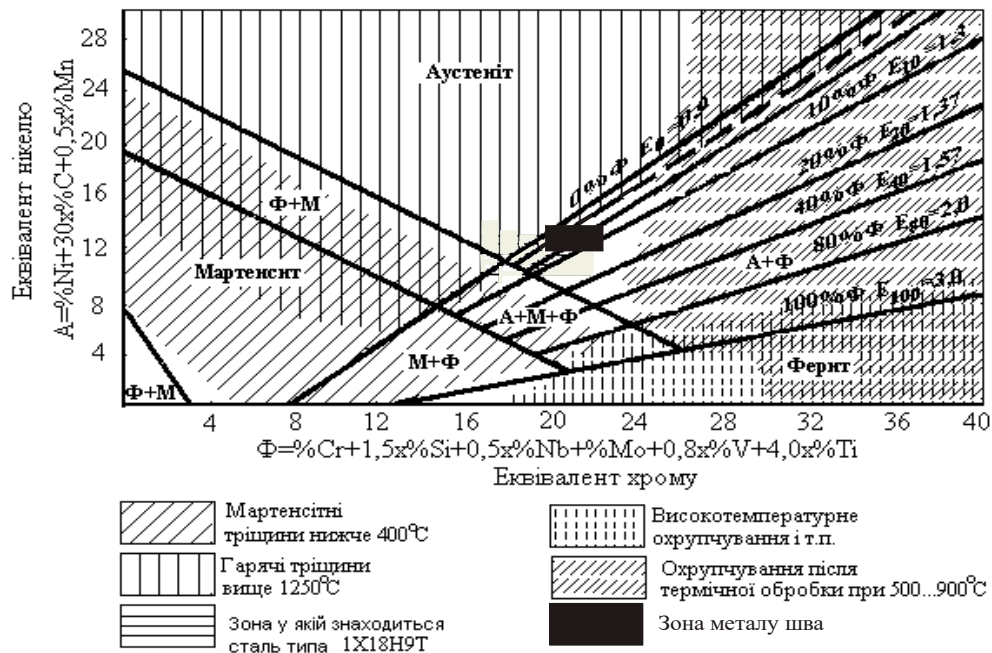
$$Ni_{екв(min)} = 8,8 + 30 \cdot 0,085 + 0,5 \cdot 0,79 = 11,75 \%$$

Еквівалент хрому розраховуємо за формулою:

$$Cr_{екв} = \%Cr + 1,5\%Si + 0,5\%Nb + \%Mo + 0,8\%V + 4\%Ti \quad (2.14)$$

$$Cr_{екв(min)} = 16,5 + 1,5 \cdot 0,52 + 0,95 + 4 \cdot 0,38 = 19,75 \%$$

$$Cr_{екв(max)} = 18,4 + 1,5 \cdot 0,6 + 1,38 + 4 \cdot 0,38 = 22,2 \%$$



$$Ni_{екв(min)} = 11,75\%$$

$$Cr_{екв(min)} = 19,75\%$$

$$Ni_{екв(max)} = 13,3\%$$

$$Cr_{екв(max)} = 22,2\%$$

Рисунок 2.8 Діаграма Шефлера

2.4 Деформації тонкостінних оболонок

Подовжні шви в циліндрових оболонках за рахунок подовжньої усадкової сили можуть спричиняти спотворення форми поперечного перерізу, пов'язане з викривленням спочатку прямолінійної утворюючої в зоні зварювання внаслідок втрати стійкості (рисунк. 2.8). Найпомітніше це спотворення виявляється в коротких оболонках великого діаметру ($L < 2R$), які не мають жорстких поперечних зв'язків (шпангоутів). Величина стрілки прогину для такої оболонки вздовж з'єднання може бути розрахована за формулою

$$f = \frac{14\nu R}{sL}, \quad (2.15)$$

$$\nu = -1 \cdot 10^{-6} q_n \text{ см}^2 \quad (2.16)$$

де ν – відносний об'єм подовжнього укорочення шва; R – радіус оболонки; s – товщина оболонки.

$$\nu = -1 \cdot 10^{-6} \cdot 16523 = 16,52 \cdot 10^{-3}$$

$$f = \frac{14 \cdot 16,52 \cdot 10^{-3} \cdot 75}{0,8 \cdot 360} = 0,06 \text{ см} = 0,6 \text{ мм}$$

Відносний об'єм подовжнього укорочення шва при зварюванні низьковуглецевої сталі дорівнює

Основний метод боротьби з цим видом деформацій, крім загальних методів зменшення подовжньої усадкової сили (об'єму подовжнього укорочення), є підкріплення жорсткими поперечними ребрами жорсткості (шпангоутами) в середній частині та фланцями на торцях.

Кільцеві (поперечні) шви викликають викривлення прямолінійних утворюючих циліндрової оболонки за рахунок зменшення її периметра в зоні зварювання, пов'язаного з подовжнім укороченням. Подовжня усадкова сила в цьому випадку спрямована по радіусу всередину оболонки штовхає поверхню біля шва всередину (рисунк. 2.9). Такий вид деформацій іноді називають «корсетністю».

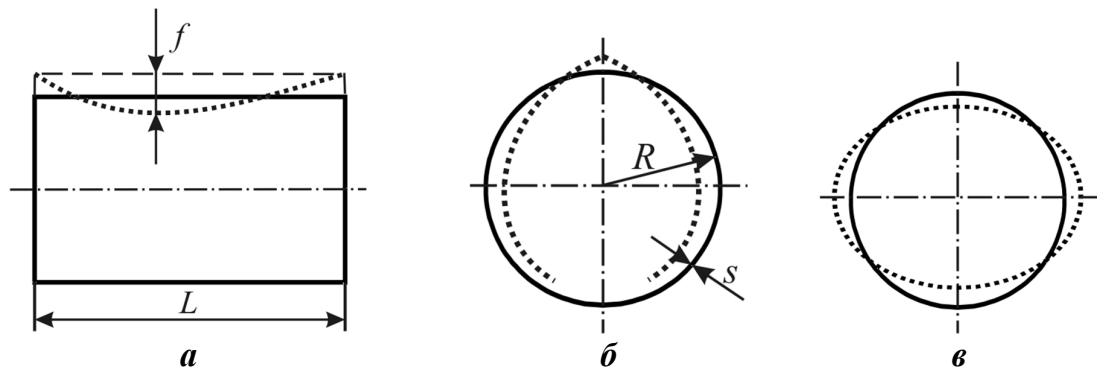


Рисунок 2.8 Вигин утворюючої (а) та спотворення форми торцевого (б) і середнього (в) поперечних перерізів тонкостінної короткої циліндрової оболонки

Величину зменшення радіусу оболонки в зоні шва можна розрахувати за формулою:

$$\Delta R_p = -0.64 \frac{v}{s} \sqrt{\frac{R}{s}} \quad (2.17)$$

$$\Delta R_p = -0.64 \cdot \frac{16,52 \cdot 10^{-3}}{0.8} \sqrt{\frac{75}{0.8}} = -0,128 \text{ см}$$

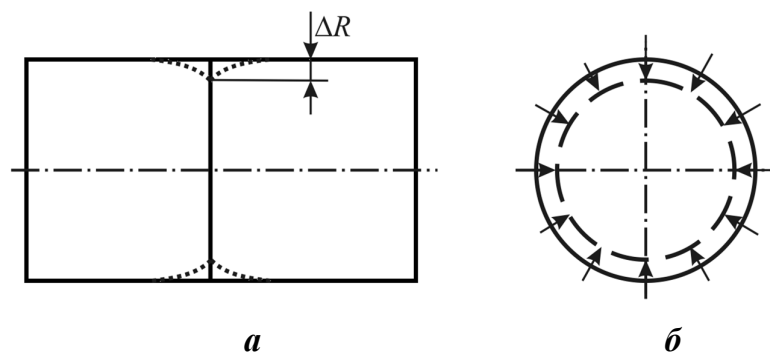


Рисунок.2.9 Викривлення утворюючої (а) за рахунок зменшення периметра кільцевого шва (б)

Основні методи боротьби з цим видом деформацій, крім зменшення подовжньої усадкової сили, – пружне або пластичне «виштовхування» зварюваних кромок назовні до початку зварювання.

Висновки

Обрано способи зварювання: автоматичне зварювання під флюсом - для зварювання повздовжніх і кільцевих швів обичайки при виготовленні полотнища та замикаючого стика обичайки. Механізоване зварювання в середовищі Ag - для приварювання ребер жорсткості. Ручне дугове зварювання – для прихоплювань.

Розраховували режими зварювання легованої сталі 12X18H10T:

Тип шва	Товщина металу s / катет шва, мм	Режими зварювання			
		d_e , мм	$I_{зв}$, А	U_d , В	$V_{зв}$, м/год
C4	8	4	650	32	38,5
C5	8	4	650	32	38,5
T3	5	1,2	200	28	36
H1	2,5	3	100	26	6,8

Встановлено, що при автоматичному зварюванні під флюсом сталі 12X18H10T дротом Св-04X19H11M3 утворюється метал шва з аустенітною структурою з невеликим вмістом (до 5 %) фериту, що підвищує опір гарячим тріщинам.

Розглянуто можливі зварні деформації та зроблено розрахунок деформацій тонкостінних оболонок аналітичними методами та встановлено, величину стрілки прогину, яка дорівнює $f=0,06$ см, та величину зменшення радіусу оболонки в зоні шва $\Delta R_p = -0,128$ см, що не перевищує встановлені норми.

					КР 131.4121.01.05.03 ПЗ			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	Розробка технологічного процесу складання та зварювання барабану зерносушарки	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Розробив</i>	Урбан Я.І.						31	
<i>Перевірів</i>	Лабарткава А.В.					ХННІ НУК		
<i>Рецензент</i>								
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Зав. каф.</i>	Матвієнко М.В..							

3.1 Принципова послідовність складання та зварювання

Пропонований технологічний процес складання й зварювання барабану складений у табличній формі із вказівкою номеру операції, їх найменувань, змісту операцій, застосованого устаткування й оснащення.

Таблиця 3.1 Технологічний процес складання й зварювання барабану

№	Операція	Опис операції	Обладнання, режим
1	Транспортна	Доставити деталі на робоче місце зі складу	Навантажувач, кран, стропа.
2	Слюсарна	Очистити поверхню від масла, бруду, іржі й інших забруднень	Щітка з металевим ворсом.
3	Складально-зварювальна	Встановити листи на складальному стенді. Зробити прихватку полотнищу довжиною 50мм через проміжки довжиною 170мм Виконати зварювання деталей одна до одної стиковим швом С4	Складальний стенд, кран-балка, зварювальні автомати: КА 002, ВДУ 1201К
4	Транспортна	Подати зварене полотно на вальці.	Кран-балка
5		Зробити гібку полотнища до потрібного радіусу.	Гібочні вальці. DURMA HRB4
6	Транспортна	Гнуте полотноще подати на складальну позицію.	Кран-балка
7		За допомогою установки для складання поздовжніх стиків зробити вирівнювання торцевих кромок у площині перпендикулярної до поздовжньої осі обичайки	Установка для складання поздовжніх стиків обичайки
8	Зварювальна	Установити по всій довжині стику прихватки ручним електродуговим зварюванням, починаючи із середини до країв довжиною 10-15мм через 400-500мм. Установити обичайку таким чином, щоб поздовжній стик був зверху. Виконати зварювання шва	Автомати А-1416, ВУД 1201К

Продовження таблиці 3.1

9	Складально-зварювальна	Установити чотири ребра жорсткості за кресленням, притиснути й зробити електроприхвачування по периметрі стику L=30мм через відстань 200мм. Виконати зварювання зварного шва ТЗ-Δ5, L=3400мм.	ВД-306-М1. d _e =3мм. ПДГ 516М, d _e =1,2мм.
10	Транспортна	Подати обичайку на складальну позицію. Подати днища на дільницю складання	Кран-балка
11	Транспортна	Встановити обичайку на роликовий стенд і підвести до центраторів.	Кран-балка
12	Складально-зварювальна	Прихопити до днищ підкладку, що залишається. Н1, L=9420 мм. Встановити днища у стик із обичайкою. Включенням пневмоциліндрів центратора посекційно сполучити елементи, до зазору між ними не більше 1мм. Поставити електроприхоплювання по всій довжині кільцевого стику з'єднуючі обичайку з днищем.	Кран-балка, Центратор Електроди ЭА-395/9 ВД-306-М1
13	Транспортна	Подати зібраний вузол на дільницю зварювання	Кран-балка
14	Зварювальна	Виконати зварювання кільцевого шва.	Автомат А-1416.
15	Слюсарна	При необхідності зробити зачищення зварних швів і місць прихвачування до відповідної чистоти.	Пневмотур-бінкою, зубилом, молоток. Кувалда. Клини, Пневмотур-бінкою.
16	Контрольна	Зварювання здати ОТК.	
17	Випробування	Провести зовнішній огляд та вимірювання зварних швів.	
18		Загерметизувати посудину водонепроникними заглушками, встановити манометр.	Заглушки.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КР. 131.4121.01.05.03 ПЗ

Арк

33

Продовження таблиці 3.1

19		Очистити зовнішню поверхню барабану від вологи й інших забруднень обтиранням або обдуванням повітрям.	Дрантя, шланги гумові.
20	Провести випробування на герметичність тиском води.	Заповнити резервуар водою таким чином, щоб не залишилося повітряних подушок. Підвищити внутрішній тиск до 1Мпа на 5-6 хвилин. Знизити тиск до нормального обстукати зварні шви молотком на відстані 12-20мм від осі шву.	Водяний насос. Молоток із круглим бойком
21		При відсутності дефектів, виріб передати на наступні операції.	
23		Виправлення дефектів виробу зробити шляхом стружки з наступним зачищенням і швів під зварювання.	
24	Контрольна	Перевірити якість зварювання, очищення, складання зовнішнім оглядом 100%. Перевірити габаритні розміри виробу. Контроль герметичності виробляється при операції 29. Затаврувати виріб відсутність дефектів. Заповнити паспорт збірника питної води й передати на наступну операцію.	Метр, штангенциркуль, клеймо .
25	Транспортна	Зробити транспортування виробу на місце складування.	Кран-балка, грузоперевозник

3.2 Обґрунтування вибору зварювальних матеріалів

Приклади флюсів та зварювальних дротів приведено в таблиці 3.2. Для зварювання сталі 12X18H10T обираємо зварювальний дріт Св-04Х19Н11МЗ діаметром 4 мм, який відповідає всім вимогам щодо зварювання нержавіючих сталей, володіє корозійностійкими властивостями, призначен в основному для

					КР. 131.4121.01.05.03 ПЗ	Арк
						34
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

зварювання нержавіючих сталей марки типу 08X18H10, 08X18H10T, 12X18H9T. Хімічний склад даної марки дроту наведено у таблиці 3.3.

Таблиця 3.2 Зварювальні матеріали для автоматичного зварювання під флюсом сталі 12X18H10T

Марка сталі плакованого шару	Рекомендовані зварювальні матеріали		Примітка
	Зварювальний дріт	Захисне середовище	
12X18H10T	Св-01Х19Н9 Св-04Х19Н11М3 Св-06Х19Н9Т Св-07Х25Н12Г2Т	Флюс АН-26С, АН-18, 48-ОФ-6	Без потреби Стійкості проти МКК

Таблиця 3.3 Хімічний склад зварювального дроту (ГОСТ 2246-70)

Марка дроту	Вміст хімічних елементів, %							
	C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	S	P
Св-04Х19Н11М3	≤0,06	≤0,60	1,00-2,00	18,0-20,0	10,0-11,0	2,0-3,0	0,018	0,25

При зварюванні високолегованих сталей, необхідно уникати окислювання легуючих домішок, що вводяться в метал шва з основного металу й зварювального дроту. Тому звичайні флюси що застосовуються для зварювання низьколегованих сталей непридатні, тому що окисли, що утримуються в них у великій кількості, марганцю й кремнію при зварюванні окисляють хром, титан і інші корисні домішки. У результаті знижується корозійна стійкість і опір утворенню гарячих тріщин металу шва. Крім того, велика кількість оксидів (FeO, MnO, SiO₂, TiO₂) у рідкому шлаку окисляє тонкий верхній шар затверділого шву, і ця плівка оксидів міцно зчіплюється з оксидами застиглого шву, що затрудняє виділення кірки шлаків з поверхні шву. Тому для зварювання високолегованої сталі марки 12X18H10T застосовується флюс не затримуючий оксиду марганцю, а саме флюс марки 48-ОФ-6, хімічний склад якого наведений у таблиці 3.4.

Таблиця 3.4 Хімічний склад плавленого флюсу для зварювання високолегованої сталі 12X18H10T (за ГОСТ 9087-81)

Марка флюсу	Масовий зміст компонентів, %					
	Si	Mg	Ca	AL ₂ O ₃	S	P
48-ОФ-6	12	14	До 8,0	28, 0-34,0	До 0,05	До 0,04

Крім автоматичного зварювання під флюсом, що застосовується тільки для виготовлення барабану, застосовується ще й механізоване зварювання в середовищі аргону для приварювання ребр жорсткості. Марка дроту Св-08Х19Н10Б, хімічний склад якої наведено у таблиці 3.5.

Тільки при дотриманні перерахованих вище умов і вимог зварні з'єднання будуть виконуються якісно, без дефектів і яких або відхилень. Обрані зварювальні матеріали повністю відповідають умовам, отримання якісних зварних швів і з'єднань.

Таблиця 3.5 Хімічний склад зварювального дроту (ГОСТ 2246-70)

Марка дроту	Вміст хімічних елементів, %							
	C	Si	Mn	Cr	Ni	Nb	S	P
Св-08Х19Н10Б	0,05—0,10	≤ 0,70	1,20-1,70	18,5-20,5	9,0—10,5	1,20—1,50	0,018	0,025

При складанні й зварювання барабана застосовуються також ручне електродугове зварювання. Цим способом зварювання виконуються тільки прихоплювання. Можливо використати електрод ЭА-395/9 - для установки підкладки, що залишається та електроприхоплювань при складанні резервуару.

Хімічний склад і механічні властивості електроду ЭА-395/9 наведено в таблиці 3.6. Ця марка електродів забезпечують стійке горіння дуги, глибини проплавлення. Метал шва виконаний даними електродами не схильний до гарячих тріщин за рахунок наближеного їх складу до складу основного металу обираємо.

Таблиця 3.6. Хімічний склад і механічні властивості електроду ЭА-395/9

Вміст хімічних елементів, %								δ _r , МПа	δ _b , МПа	δ, %	α _н , кГм/див ²
C	Mn	Si	Cr	Ni	Mo	S	P				
						Не більше					
0,08-0,15	1,00-1,43	0,15-0,30	15,0	27,0	7,00	0,020	0,030	390	600	30,0	10,0

3.3 Обґрунтування вибору зварювального устаткування

Вибір оснащення й пристосувань для виготовлення корпусу барабану робимо виходячи з його форм і розмірів обраного способу зварювання, а також з урахуванням річної програми випуску виробу.

Для виконання складальних операцій на механізованій ділянці передбачена установка, що складається з порталної рами 2, двох гідравлічних стяжок; для сполучення й з'єднання поздовжніх крайок і гідравлічної стяжки 5 для вирівнювання торцевих крайок, які дуже часто не збігаються після гнуття полотнища. Стяжки 4 за допомогою пружинних підвісок 6 закріплені на візках 7, які пересуваються по порталній рамі і мають форму двотаврової балки. На цих візках закріплені й панелі керування 3.

Схема пристрою установки для складання поздовжніх стиків корпусу обичайки розглянута на рисунку 3.1.

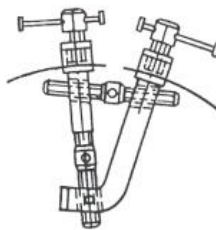


Рисунок 3.1 Пристрій установки для складання поздовжніх стиків корпусу обичайки

Перед складанням обичайку повертають на роликоопорах стиком нагору й стяжкою 5 вирівнюють торцеві крайки в площині перпендикулярної

поздовжньої осі обичайки. Після цього країки обичайки з'єднують стяжками 4 і прихоплюють ручним електродуговим зварюванням, починаючи із середини стику. Зібрана обичайка знімається з роlikоопор краном $Q=5\text{т}$. Циліндри стяжок розвивають зусилля до 12 Кн при тиску мастила до 6 Мпа.

Для складання обичайок із днищами в стик застосовуються установка з радіальними й торцевими притискачами. Установка складається із центратора на якому перебувають 26 радіальних пневмоциліндра. У середину центратора обичайка заводиться рольгангом. Днища надходять на складання після обрізки крайок за допомогою крана. За допомогою спеціального захвату днище у вертикальному положенні краном підводять до обичайки, розташованої в центраторі, і спочатку закріплюють торцевими притискачами. Потім посекційним включенням радіальних пневмоциліндрів роблять вирівнювання кромок кільцевого стику і його прихватчування.

Кожний пневмоциліндр розвиває зусилля до 6 кН при тиску повітря 0,4 МПа й має хід поршня 150мм.

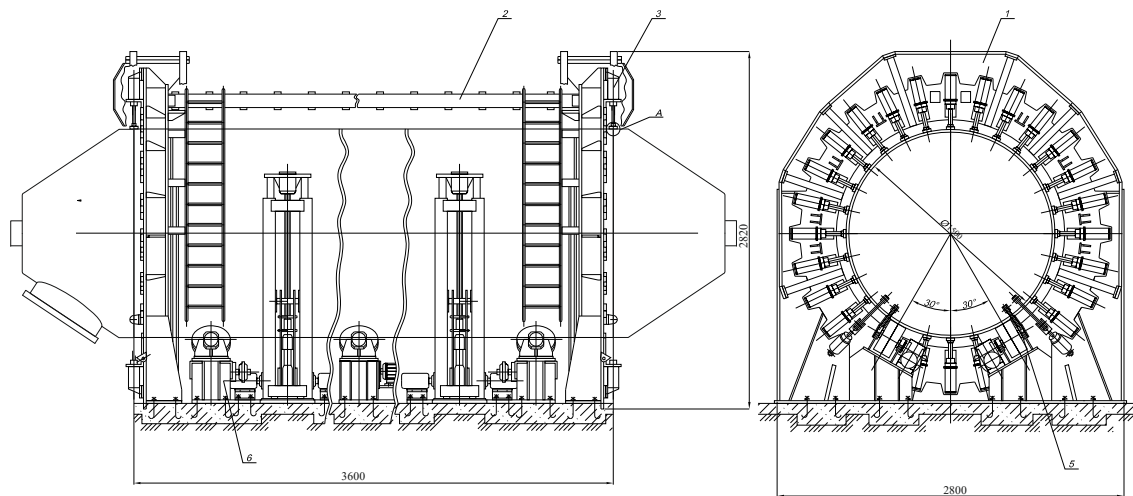


Рисунок 3.2 Центратор для складання днищ із обичайкою

Для зварювання корпусу барабану по кільцевих і поздовжніх стиках обирається установка, що призначена для зварювання обичайок діаметром 800-2900мм і довжиною до 4500мм.

Обичайку за допомогою електричного приводу 8 на роlikоопорах, підводять самохідний велосипедний візок, опускають балкон 9 і зварюють шов

зварювальним апаратом 7, що переміщається по направляючій 10. По закінченні зварювання зовнішнього шва велосипедний візок переміщають на другу роликоопору; Зварену обичайку знімають, а на її місце встановлюють наступну.

Для зварювання замикаючого стику та кільцевих швів можна використовувати автомати А-1416. Підвісний самохідний автомат А-1416 призначений для електродугового зварювання низьковуглецевих і легованих сталей, що плавиться (суцільна дрiт) під флюсом на постійному струмі з незалежними від параметрів дуги швидкостями зварювання і подачі електродного дроту.

Регулювання швидкості подачі електродного дроту і швидкості зварювання, одержуване змінними шестернями, забезпечує широкий діапазон застосування автомата. Загальний вид автомата поданий на рисунку 3.3.



Рисунок 3.3 Автомат А-1416

Цей автомат має такі технічні характеристики:

1.Номінальний струм, А	при ПВ=100% 1000
2.Діапазон регулювання зварювального струму, А	250 - 1250
3.Діаметр електродного дроту, мм	2,0 - 5,0
4.Межі ступінчатого регулювання швидкості подачі електродного дроту, м/год	47 - 509
5.Діапазон ступінчатого регулювання швидкості зварювання, м/год	12 - 120

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КР. 131.4121.01.05.03 ПЗ

Арк.
39

6.Габаритные размеры, мм:

сварочной головки

960×860×1860

источника питания

960×680×890

Джерелом живлення для автомата А-1416 вибираю випрямляч, тому що випрямляч має ряд переваг у порівнянні з генератором і трансформатором.

Переваги зварювального випрямляча в порівнянні з генераторами: простіше по конструкції, більше високий КПД, не має обертових частин за винятком вентилятора, безшумний в роботі, можливість установки дистанційного керування.

Переваги випрямляча в порівнянні зі зварювальним трансформатором є більша стійкість зварювальної дуги на малих силах зварювального струму, придатність для використання різних зварювальних матеріалів, наприклад електродів і флюсів потребуючого постійного струму.

Автомат А -1416 комплектується випрямлячем ВДУ 1201К. Зовнішній вигляд випрямляча показаний на рисунку 3.4



Рисунок 3.4 Випрямляч ВДУ 1201К

Універсальний зварювальний випрямляч призначений для автоматичного і механізованого зварювання в середовищі захисних газів і під флюсом, а також для ручного дугового зварювання штучними електродами всіх типів.

Випрямляч має відмінні зварювальні властивості: стабільне горіння дуги, мале розбризкування металу, висока якість зварного шва. А також додаткові

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КР. 131.4121.01.05.03 ПЗ

Арк

40

віялові характеристики, призначені для розширення технологічних можливостей. Може застосовуватися як багатопостове джерело при комплектації баластними реостатами.

Випрямляч має такі технічні характеристики:

1.Номінальний зварювальний струм при ПВ 100%, А	1250
2.Межі плавного регулювання зварювального струму, А	падаючи жорсткі
	200-1250 250-1250
3.Межі регулювання робочої напруги, В	падаючи жорсткі
	28-56 20-56
4.Активна максимальна еквівалентна споживана потужність (с ПВ), кВт	84
5.Напруга холостого ходу, В	85
6.Діаметр електродів, мм	4-10
7.Вага, кг	550
8.Габаритні розміри, мм	960×680×890

Для зварювання стикових швів на полотнищі можна використовувати автомати КА 002.

Автомат зварювальний КА 002 тракторного типу призначений для електродугового зварювання та наплавлення під флюсом низьковуглецевих і легованих сталей плавким електродом на постійному струмі з незалежними від параметрів дуги швидкостями зварювання і подачі електродного дроту, плавною зміною зварювального напруги. Забезпечує зварювання з'єднань встик з обробленням і без оброблення крайок, кутових і напускових швів.

Автомат в процесі роботи пересувається по виробу або по укладеній на ньому направляючій. Зварювальна головка, що складається з приводу подачі дроту, правильно-притискного механізму і мундштука, регулюється по вертикалі і горизонталі за допомогою супортів. Крім того, зварювальна голівка, касета, пульт управління, флюсобункер, встановлені на стійці допомогою кронштейнів, мають можливість повертатися навколо її осі. Додатково автомат

					КР. 131.4121.01.05.03 ПЗ	Арк
						41
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

укомплектований флюсосборником з флюсоотсосом, копіром для зварювання стикових швів з розробленням кромки. У комплект автомата входять шафа управління, джерело живлення, зварювальні кабелю.

Загальний вигляд автомата поданий на рис.3.5

Цей автомат має такі технічні характеристики:

1.Номінальний зварювальний струм, А	при ПВ=100% 1000
2.Діапазон регулювання зварювально струму, А	250 - 1250
3.Діапазон регулювання напруги, В	20 - 56
4.Діаметр суцільного електроного дроту, мм:	2,0 - 5,0
5.Діапазон плавного регулювання швидкості подачі електродного дроту, м/год:	30 - 300
6.Діапазон плавного регулювання швидкості зварювання, м/год	10 - 100
7.Габаритні розміри, мм:	
зварювального автомата	1225×472×800
джерела живлення	960×680×890



Рисунок 3.5 Автомат КА 002

Для механізованого зварювання вибираємо напівавтомат ПДГ 516М з широким діапазоном регулювання зварювальних параметрів, призначений для зварювання плавким електродом в середовищі захисних газів суцільною або порошковим дротом низьколегованих і легованих сталей, а також корозійностійких (нержавіючих) сталей в середовищі аргону в різних просторових положеннях.

Напівавтомат може комплектуватися будь-якими джерелами живлення.

Активна максимальна еквівалентна споживана потужність із мережі (з

					КР. 131.4121.01.05.03 ПЗ	Арк
						42
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

урахуванням ПВ) залежить від джерела. Загальний вигляд автомату поданий на рис.3.6

Для ручного дугового зварювання, вважаю за доцільне вибрати випрямляч ВД-306-М1 у комплекті з баластовим реостатом РБ-300Б.

Технічні характеристики даного випрямляча наведені в таблиці 3.9.

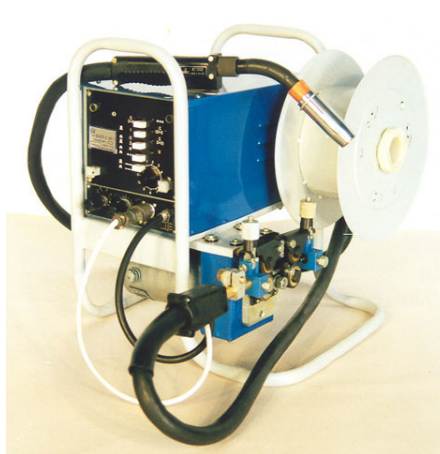


Рисунок 3.6 Напівавтомат ПДГ 516М

Цей напівавтомат має такі технічні характеристики:

1.Номінальний зварювальний струм при ПВ=60%, А	500
2.Межі плавного регулювання зварювального струму, А	60÷500
3.Меді регулювання напруження на дузі, В	18÷50
4.Діаметр електродного дроту, мм:	1,2÷2,0
5.Межі плавного регулювання швидкості подачі електродного дроту, м/ч	120÷1200
6.Джерело живлення	КИУ-501
7.Габаритні розміри, мм.:	
- подаючого	470×365×430
- джерело живлення	805×600×1030

Даний випрямляч застосовується завдяки перевагам, якими він володіє:

- Широкі межі регулювання зварювального струму;
- Високий техніко-економічні показники;

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КР. 131.4121.01.05.03 ПЗ

Арк.
43

- Високий коефіцієнт корисної дії (КПД);
- Надійність в експлуатації й простота в обслуговуванні.

Таблиця 3.9 Технічні характеристики випрямляча ВД-306-М1

Напруга живильної мережі, В	Частота, Гц	Номинальний струм, А	Номинальна робоча напруга, В	Потужність, кВт	Маса, кг	Габаритні розміри, мм
380	50	300	26-32	72	73	360×360××940

Робимо висновок, що для виготовлення барабану необхідно застосувати наступне встаткування:

- Ручне електродугове зварювання плавящимся електродами випрямляч ВД-306-М1;
- Механізоване зварювання - напівавтомат ПДГ 516М в комплекті з джерелом живлення КИУ-501;
- Автоматичне зварювання під флюсом - автомати А-1416, КА 002 в комплекті з випрямлячем ВДУ 1201К.

3.4 Методи контролю та випробувань

Працездатність зварних конструкцій залежить не тільки від раціонального проектування, що враховує умови виготовлення й експлуатації конструкції, але й від дотримання вимог креслення й добре розробленого технологічного процесу. Організація діючого контролю у величезній ступені забезпечує якість зварних конструкцій.

При виготовленні конструкцій, по тим або інших причинах з'являються дефекти, що знижують працездатність готової конструкції.

Зовнішні дефекти зварних з'єднань виявляють зовнішнім оглядом. Зовнішні дефекти приблизно можуть вказати на наявність внутрішніх дефектів, які контролюються різними методами :

- Просвічуванням рентгенівськими та гама променями;

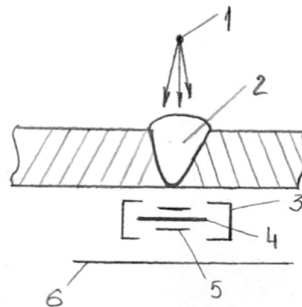
					КР. 131.4121.01.05.03 ПЗ	Арк
						44
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Ультразвуковою й магнітною дефектоскопією;
- Металографічними дослідженнями зразків, вирізаних зі зварного з'єднання.

Відповідно до вимог барабан підлягає ретельному зовнішньому огляду і виміру зварних швів, потім перевіряється рентгенографуванням 10% довжини кільцевих швів і місць перетинання поздовжніх і кільцевих з'єднань, а потім конструкція підлягає перевірці на герметичність.

Зовнішній огляд є першою контрольною операцією по прийманню готового збірника питної води. Йому підлягають всі зварні шви, незалежно від того, як вони будуть випробувані надалі. Зовнішнім оглядом виявляються такі зовнішні дефекти, як не провари, напливи, прожоги, не заварені кратери, підрізи, тріщини, поверхові пори, зсув деталей, що зварюються. Перед оглядом зварний шов і прилягаючу до нього поверхню основного металу на ширині не менш 20мм по обох сторони шва очищають від шлаків, окалини та інших забруднень. Шви оглядаються неозброєним оком або лупою зі збільшенням в 10 разів по всій їхній довжині. Добре виконаний зварний шов має плавний перехід до основного металу, без напливів і підрізів, а також рівномірну ширину й висоту по всій довжині.

Рентгенівському дослідженню підлягає 10% довжини кільцевих швів і їхніх перетинань зі стиком обичайки. Метод заснований на різній інтенсивності впливу рентгенівських променів на рентгенівську плівку.



1 - джерело випромінювання; 2 - зварений шов; 3 - касета; 4 - рентгенівська плівка;
5 - захисний екран; 6 - свинцевий листок

Рисунок 3.4 Схема радіографічний методу контролю

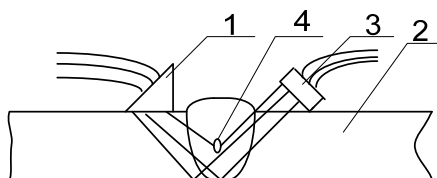
Рентгенографія дозволяє виявити наступні дефекти у зварному шві: газові включення, непровари, шлаки, прожоги, сторонні включення, різниця товщин стінок, зсув крайок, тріщини.

Принцип просвічування при радіографії оснований на різній інтенсивності дії гама променів на рентгенівську плівку.

Гама випромінювання виникає при розпаданні деяких радіоактивних елементів обмежено і на підприємствах поширено використовують у якості постачальників випромінювання – ізотопи, наприклад цезій-137, іридій-192.

Радіографічний метод має високу чуйність, що дозволяє виявити дефекти розміром 3-5% від товщини металу.

Значну частину зварних з'єднань збірника контролюється ультразвуковим методом.



1 - щуп – випромінювач; 2 - зварне з'єднання; 3 - щуп – приймальний; 4 - дефект

Рисунок 3.6 Принципова схема проведення ультразвукової дефектоскопії.

Ультразвукові хвилі здатні проникати скрізь товщину шву і, проломлюючись, відбиваючись від межі двох матеріалів із різною звуковою проникливістю.

Контроль проводиться ультразвуковим дефектоскопом промислових марок УЗД-7Н, ДУК-ІНМ, та іншими.

В якості індикаторів дефектів застосовують електроно - променеві труби, світлові та звукові індикатори.

Метод ультразвукової дефектоскопії дозволяє виявити дефекти площею 1-2мм².

Гідравлічним тиском перевіряють непроникність зварних швів і з'єднань збірника питної води, що працює без тиску.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КР. 131.4121.01.05.03 ПЗ

Арк
46

Перед випробуванням збірник герметизується водонепроникними заглушками, обтирають або обдувають стисненим повітрям зварені шви до одержання сухої поверхні.

Після повного заповнення водою виробу за допомогою насоса створюють надлишковий тиск, значення якого приймають відповідно до інструкції. У процесі випробування тиск визначають по перевіреним і опломбованим манометром.

У найвищій точці посудини встановлюють контрольну заглушку на різьбі для спостереження за заповненням усього об'єму водою й випуском повітря в атмосферу. У протилежному випадку не виключене утворення повітряної подушки, що перебуває під тиском, що може привести до розриву виробу в процесі випробування. Через 5-6 хвилин тиск зменшують до нормального, а околешовну зону обстукують молотком на відстані 15÷20 мм від краю шва. Бойок молотка повинен бути круглим, щоб не ушкодити основний метал виробу.

Проникність зварних швів і місця наскрізних дефектів встановлюють по зниженню іспитового тиску й появи течі або проявів води у вигляді крапель, а також по запотіванню поверхні шва або поблизу його.

Таким чином, корпус барабану як конструкція 1 категорії контролюється зовнішнім оглядом і виміром, проводять радіографічний контроль і випробовують зварні шви на непроникності гідравлічним тиском.

Висновки

Виходячи з технологічного процесу складання та зварювання корпусу барабану ставляться наступні завдання :

- Принципова послідовність складання та зварювання.
- Вибір зварювальних матеріалів.
- Вибір зварювального устаткування.
- Методи випробувань та контролю.

					КР. 131.4121.01.05.03 ПЗ	Арк 47
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Пропонований технологічний процес складання й зварювання корпус барабану у табличній формі із вказівкою номеру операції, їх найменувань, змісту операцій, застосованого устаткування.

Вибір оснащення й пристосувань для виготовлення корпус барабану робимо виходячи з його форм і розмірів обраного способу зварювання, а також з урахуванням річної програми випуску виробу.

Працездатність зварних конструкцій залежить не тільки від раціонального проектування, що враховує умови виготовлення й експлуатації конструкції, але й від дотримання вимог креслення й добре розробленого технологічного процесу. Організація діючого контролю у величезній ступені забезпечує якість зварних конструкцій.

При виготовленні конструкцій, по тим або інших причинах з'являються дефекти, що знижують працездатність готової конструкції.

Зовнішні дефекти зварних з'єднань виявляють зовнішнім оглядом. Зовнішні дефекти приблизно можуть вказати на наявність внутрішніх дефектів, які контролюються різними методами :

- Просвічуванням рентгенівськими та гама променями;
- Ультразвуковою й магнітною дефектоскопією;
- Металографічними дослідженнями зразків, вирізаних зі зварного з'єднання.

Для виготовлення корпус барабану необхідно застосувати наступне встаткування:

- Ручне електродугове зварювання плавящимся електродами випрямляч ВД-306-М1;
- Механізоване зварювання - напівавтомат ПДГ 516М в комплекті з джерелом живлення КИУ-501;
- Автоматичне зварювання під флюсом - автомати А-1416, КА 002 в комплекті з випрямлячем ВДУ 1201К.

					КР 131.4121.01.05.04 ПЗ						
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							
Розробив	Урбан Я.І.				Охорона праці				Літ.	Арк.	Аркушів
Перевірів	Лабарткава А.В.										
Рецензент										49	
Н. Контр.									ХННІ НУК		
Зав. каф.	Матвієнко М.В..										

4.1 Аналіз потенційно шкідливих і небезпечних факторів при проведенні складально - зварювальних робіт

Специфіка робіт при проведенні складально-зварювальних робіт характеризується наступними шкідливостями:

- промисловий пи́л;
- шкідливі речовини;
- неправильна освітленість;
- вібрація;
- ультразвук і шум;
- електромагнітні поля.

Усі зазначені шкідливості впливають на організм людини.

Небезпечними факторами можуть бути:

- не обгороджені частини механізмів лінії, що рухаються;
- гострі елементи і грані виготовлених деталей, що ріжуть, корпусних конструкцій і устаткування;
- незахищені елементи і комунікації, що знаходяться під напругою;
- пара, нагріті гази, рідини або деталі;
- поразка струмом від струмопровідних елементів устаткування лінії;
- тіснота, захаращеність робочого місця, вузькі проходи безпосередньо біля працюючого зварювального і підйомно-транспортного устаткування;
- перебування в безпосередній близькості підйомно-транспортного устаткування при навантаженні і розвантаженні важких корпусних конструкцій;
- падаючі предмети, осколки, зруйновані конструкції із суміжних складальних ліній.

Шкідливі і небезпечні фактори повітряного середовища на виробництві виникають при відхиленні від нормованих параметрів мікроклімату, а також при перевищенні припустимих значень запиленості і загазованості повітря.

					КР. 131.4121.01.05.04 ПЗ	Арк.
						50
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4.2 Розрахунок захисного заземлення

При відсутності заземлення у випадку пробією ізоляції і виникнення на корпусі устаткування напруги, дотик до нього людини буде рівнозначно однофазному включенню.

Величину струму, впливові якого може бути піддана людина, можна визначити за формулою [5]:

$$I_m = \frac{1,73 \cdot U_{\text{л}}}{3(R_m + R_n + R_{\text{об}}) + R_{\text{из}}}, \mu A;$$

де: $U_{\text{л}}$ - лінійна напруга, $U_{\text{л}} = 380\text{В}$; $R_m = 1000\text{ Ом}$ – опір тіла людини; $R_n = 0,0\text{ Ом}$ – опір підлоги; $R_{\text{об}} = 0,0\text{ Ом}$ – опір взуття; $R_{\text{из}} = 5000\text{ Ом}$ – опір ізоляції.

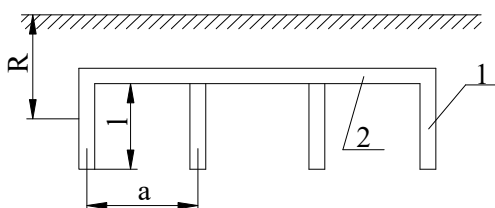
$$I_m = \frac{1,73 \cdot 380}{3(1000 + 0 + 0) + 5000} = 0,082\text{ А} = 82\text{ }\mu\text{А}.$$

Струм такого значення становить серйозну небезпеку для життя людини, тому що перевищує граничне значення струму, що може уражати. За таких умов необхідно застосовувати захисне заземлення.

Визначення опору розтікання струму одиничного вертикального заземлення виконано за формулою:

$$R_m = [(0,0366\rho/150 \cdot \{ \lg((2 \cdot l/d + 1/2 \lg((4 \cdot h + l)/14h - l)) \})], \text{ Ом},$$

де $\rho = 1,5 \cdot 10^3\text{ Ом}\cdot\text{см}^3$ – питомий опір ґрунту; $d = 10\text{ см}$ – діаметр труби; $h = 150\text{ см}$ – глибина закладення заземлення.



1 – вертикальний заземлювач, 2 – смуга заземлення.

Рисунок 4.1 – Схема захисного заземлення.

$$R_m = [(0,0366 \cdot 1,5 \cdot 10^3)/150 \cdot \{ \lg((2 \cdot 150)/10 + 1/2 \lg((4 \cdot 150 + 150)/14 \cdot 150 - 150)) \})] = 58,0\text{ Ом}.$$

Визначення орієнтованої кількості вертикальних заземлювачів:

					КР. 131.4121.01.05.04 ПЗ	Арк.
						51
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$n^1 = \frac{R_m}{R_{\text{дон}}},$$

де: $R_{\text{дон}} = 4$ Ом – припустимий опір пристрою, що заземлює;

$$n^1 = \frac{58}{4} = 14,5.$$

Уточнення числа вертикальних заземлювачів:

$$n = \frac{n^1}{\eta}, \text{ шт.},$$

де: $\eta = 0,7$ – коефіцієнт використання заземлювачів із труб;

$$n = \frac{14,5}{0,7} = 20,7 \text{ шт.}$$

Прийнято 21шт. вертикальних заземлювачів.

Визначення довжини смуги, що з'єднає вертикальні заземлювачі:

$$l = 1,05 \cdot a \cdot n, \text{ см.},$$

де: $a = 150$ см – відстань між електродами; $n = 21$ – число електродів.

$$l = 1,05 \cdot 150 \cdot 21 = 3308 \text{ см.}$$

Визначення опору розтікання струму смугової магістралі, що заземлює:

$$R_n = \frac{0,366 \cdot \zeta}{l \cdot \lg l^{\frac{2}{Bh}}},$$

де: $B = 10$ см – ширина смуги; $h = 150$ см – глибина залягання смуги; $\zeta = 1,5 \cdot 10^3$ Ом·см³ – питомий опір ґрунту.

$$R_n = \frac{0,366 \cdot 1,5 \cdot 10^3}{3308 \cdot \lg 3308^{\frac{2}{150}}} = 6,4 \text{ Ом.}$$

Визначення опору розтікання струму всього пристрою, що заземлює:

$$R_s = \frac{1}{\left(\frac{\eta_{cn}}{R_n} + \frac{n \cdot \eta}{R_n} \right)},$$

де: $\eta_{cn} = 0,29$ – коефіцієнт використання сполучної смуги;

					КР. 131.4121.01.05.04 ПЗ	Арк.
						52
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$R_z = \frac{1}{\left(\frac{0,29}{6,40} + 21 \cdot \frac{0,7}{58,0}\right)} = 2,9 \text{ Ом.}$$

Опір розтікання струму всього заземлення не перевищує припустиме (4,0 Ом). При включенні людини в ланцюг він буде підданий впливові струму наступного значення:

$$I = \frac{(1 \cdot 730 \cdot 380)}{(3 \cdot 1000 \cdot 5000) / (1000 \cdot 5000 / 4)} = 0,5 \mu\text{A.}$$

Такий струм безпечний для людини (згідно ПВЕ-84).

Висновки

1) проаналізовані потенційно небезпечні і шкідливі фактори, при проведенні складально-зварювальних робіт;

2) приведені норми і нормативні документи на небезпечні і шкідливі фактори, розроблені заходи щодо усунення або зниження до відповідних нормативних вимог;

3) у розрахунковій частині розділу зроблений розрахунок захисного заземлення за результатами якого визначено опір та кількість заземлювачів відповідно до вимог ПВЕ.

					КР 131.4121.01.05.05 ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Розрахунок техніко- економічних показників зварювання барабану зерносушарки	Літ.	Арк.	Аркушів
Розробив	Урбан Я.І.							
Перевірів	Лабарткава А.В.						54	5
Рецензент						ХННІ НУК		
Н. Контр.								
Зав. каф.	Матвієнко М.В.							

5.1 Розрахунок технологічної собівартості виготовлення

Економічна ефективність проекту встановлюється шляхом порівняння існуючої технології складання та зварювання з проектною технологією.

Для оцінки ефективності застосування зварювання необхідно визначити собівартість 1 м шва стикових з'єднань та кільцевих швів, виконаних по базовому та проектованому варіанті.

При визначенні собівартості необхідно враховувати найбільш важливі складові:

- вартість зварювальних матеріалів;
- заробітна плата;
- витрати на електроенергію;
- амортизаційні відрахування.

У якості базової технології для стикового з'єднання було прийнято зварювання напівавтоматом в аргоні проволокою суцільного перерізу. У проектованій технології зварювання виконується автоматом під флюсом.

У якості базової технології для кільцевих з'єднань було прийняте механізоване зварювання в аргоні проволокою суцільного перерізу. У проектованій технології зварювання виконується автоматом під флюсом.

Трудомісткість зварювання визначається за формулою (Тш.к., н-год.):

$$T_{ш.к.} = \frac{T_{оп}}{a_0} \quad (5.1)$$

де $T_{оп}$ - час горіння дуги при виконанні зварювання шва, год.; a_0 - коефіцієнт основного часу; $a_0 = 0,3; 0,5; 0,7$

Собівартість зварювання визначається за формулою ($C_{тех.}$, гр.):

$$C_{тех.} = C_m + C_z + C_e + C_a$$

де C_m - вартість зварювальних матеріалів, гр.; C_z - заробітна плата, гр.; C_e - витрати на електроенергію, гр.; C_a - витрати на амортизаційні відрахування, гр.

					КР 131.4121.01.05.05 ПЗ	Лист
						55
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

5.2 Розрахунок технологічної собівартості зварювання 1 пог. м. кільцевого шву

Таблиця 5.1 Вхідна інформація для визначення під локальної функції С_м.

Види зварювання	Товщина металу δ, см	Площа поперечного розрізу шва, S, см ²	Оперативна трудомісткість виконання операцій, Топ, год	Коефіцієнт втрат при зварюванні, К ₂ , %	Сила зварного струму, Ісв., А	Коефіцієнт наплавлення, αн, г/А*год	Витрати захисного газу, N1, м ³ /год.	Вартість зварювальної проволоки, R ₅ , гр./кг	Вартість захисного газу, R ₆ , гр./м ³	Тарифна ставка V1, V2 гр./норм.-год.	Вартість обладнання F2, F3, гр./шт.	Норма річного амортизаційного відрахування, Ао, %
МЗв в в Аг + CO ₂	8	0,502	0,8	1,12	270	13,8	0,9	41	17	14,21	12120	33,3
Авт. під флюсом Св-04Х19Н11М3	8	0,502	0,4	1,0	650	10,8	-	32	-	14,21	20000	33,3

1. Визначення вартості зварювальної проволоки при виконанні шву та заплавленні фаски (С_{пр}, грн):

$$C_{пр} = \frac{S_{ш} \cdot L \cdot \gamma \cdot K_2 \cdot R_5}{1000}; \quad (5.2)$$

$$C_{пр.пр} = \frac{0,502 \cdot 100 \cdot 7,85 \cdot 1,0 \cdot 32}{1000} = 12,61 \text{гр.} - \text{проектний варіант};$$

$$C_{пр.баз.} = \frac{0,502 \cdot 100 \cdot 7,85 \cdot 1,02 \cdot 41}{1000} = 18,09 \text{гр.} - \text{базовий варіант};$$

2. Визначення вартості захисного газу при заправленні фаски (Гш, гр.):

$$Гш = (Топ.ш. + Тп.з. \cdot n) \cdot N1 \cdot R6, \quad (5.3)$$

де Топ.ш. - оперативний час зварювання при заповнюванні фаски, год; n - кількість проходів

$$Гш.пр. = 0 \text{грн.} - \text{проектний варіант};$$

$$Гш.баз. = (0,8 + 0,0033 \cdot 5) \cdot 0,9 \cdot 7 = 5,14 \text{грн.} - \text{базовий варіант};$$

3. Визначення вартості витрачених матеріалів при зачищенні навколо шовної зони від зварних бризг (Сзач.,гр.):

$$C_{зач.} = \frac{R4 \cdot S_{зач.} \cdot n}{m} \quad (5.4)$$

					КР 131.4121.01.05.05 ПЗ	Лист
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		56

де $S_{зач.}$ - площа поверхні, що зачищається; $S_{зач.} = 0,2 \text{ м}^2 + 0,2 \text{ м}^2$; n - кількість сторін зварного шва, що зачищаються; m = кількість площі, що зачищається одним кругом до зносу, $m = 100 \text{ м}$;

$C_{зач.} = 0 \text{ грн.}$ - проектний варіант;

$$C_{зач.} = \frac{19,0 \cdot 0,2 \cdot 1}{100} = 0,038 \text{ грн.} \approx 0,04 \text{ грн.} - \text{базовий варіант};$$

4. Вартість зварних та інших матеріалів при виконанні зварювання (См.,грн.):

$\text{См.пр.} = 12,61 + 0 + 0 = 12,61 \text{ грн.}$ - проектний варіант;

$\text{См.баз.} = 18,09 + 5,14 + 0,04 = 23,27 \text{ грн.}$ - базовий варіант.

5. Визначення витрат на зарплату при виконанні зварювання шву та заправленні фаски ($C_{з.зв.}$, грн): при $a_0 = 0,5$;

$$C_{з.зв.} = \frac{T_{оп.ш.}}{a_0}; \quad (5.5)$$

$$C_{з.зв.пр.} = \frac{0,72}{0,5} \cdot 12,61 = 18,16 \text{ грн.} - \text{проектний варіант};$$

$$C_{з.зв.баз.} = \frac{0,72}{0,5} \cdot 23,27 = 33,5 \text{ грн.} - \text{базовий варіант.}$$

6. Визначення витрат на зарплату при зачищенні навколо шовної зони від бризгів ($C_{з.зач.}$, грн): при $a_0 = 0,5$;

$$C_{з.зач.} = \frac{T_{оп.зач.}}{a_0} \cdot V_2; \quad (5.6)$$

$C_{з.зач.пр.} = 0 \text{ грн.}$ - проектний варіант;

$$C_{з.зач.баз.} = \frac{0,012}{0,5} \cdot 10,6 = 0,25 \text{ грн.} - \text{базовий варіант.}$$

7. Сумарні витрати на заробітну плату при виконанні зварювання:

$$C_{з.} = C_{з.зв.} + C_{з.зач.} \quad (5.7)$$

$C_{з.пр.} = 20 \text{ грн.}$ - проектний варіант;

$C_{з.баз.} = 23,27 + 0,25 = 23,52 \text{ грн.}$ - базовий варіант;

8. Визначення витрат на електроенергію ($C_{е.}$, грн):

$C_{е.} = C_{е.св.}$

					КР 131.4121.01.05.05 ПЗ	Лист
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		57

$$C_{e.св.} = \frac{S_{ш} \cdot L \cdot \gamma \cdot K_8 \cdot \theta_e \cdot C_{e.н.}}{a_0} \quad (5.8)$$

де $S_{ш}$ - площа поперечного розрізу шву, $S_{ш} = 0,502 \text{ см}^2$; θ_e - витрати електроенергії при механізованому зварюванні від виплямлювача, $\theta_e = 6,0 \text{ кВт*год/кг}$; $C_{e.н.}$ - вартість електроенергії, $C_{e.н.} = 6 \text{ гр./кВт*год}$;

$$C_{e.св.пр.} = \frac{0,805 \cdot 100 \cdot 7,85 \cdot 1,0 \cdot 6,0 \cdot 6}{1000} = 0,68 \text{ гр.} - \text{проектний варіант};$$

$$C_{e.св.баз.} = \frac{0,805 \cdot 100 \cdot 7,85 \cdot 1,0 \cdot 6,0 \cdot 6}{1000} = 0,68 \text{ гр.} - \text{базовий варіант.}$$

9. Визначення витрат на амортизаційні відрахування по обладнанню при виконанні зварювання ($C_{a.}$, грн):

$$C_a = C_{a.св.} + C_{a.зач.} \quad (5.9)$$

10. Визначення витрат на амортизаційні відрахування по обладнанню при зварюванні ($C_{a.зв.}$, грн):

$$C_{a.зв.} = \frac{T_{оп.ш.} \cdot F_3 \cdot A_0^1}{100 \cdot \Phi_e \cdot a_0 \cdot K_3} \quad (5.10)$$

де F_3 - вартість автомату А-1698 та джерела живлення ВС-300 Б, $F_3 = 35000 \text{ гр.}$
 $T_{оп.ш.}$ - оперативний час зварювання при виконанні з'єднання; при $a_0 = 0,5$, $K_3 = 0,5$;

$$C_{a.зв.пр.} = \frac{0,72 \cdot 35000 \cdot 33,3}{100 \cdot 1900 \cdot 0,5 \cdot 0,5} = 17,6 \text{ гр.} - \text{проектний варіант};$$

$$C_{a.св.баз.} = \frac{0,72 \cdot 40000 \cdot 33,3}{100 \cdot 1900 \cdot 0,5 \cdot 0,5} = 20,1 \text{ гр.} - \text{базовий варіант.}$$

11. Визначення витрат на амортизаційні відрахування по обладнанню при виконанні зачищення біля шовної зони ($C_{a.зач.}$, грн):

$$C_{a.зач.} = \frac{T_{оп.зач.} \cdot F_2 \cdot A_0^2}{100 \cdot \Phi_e \cdot a_0 \cdot K_3} \quad (5.11)$$

де F_2 – вартість пневмомашинки, $F_2 = 1560 \text{ грн.}$; при $a_0 = 0,5$, $K_3 = 0,5$;

$$C_{a.зач.пр.} = \frac{0,012 \cdot 1560 \cdot 100}{100 \cdot 1900 \cdot 0,5 \cdot 0,5} = 0,039 \text{ грн.} - \text{проектний варіант};$$

$$C_{a.зач.баз.} = \frac{0,012 \cdot 1560 \cdot 100}{100 \cdot 1900 \cdot 0,5 \cdot 0,5} = 0,039 \text{ грн.} - \text{базовий варіант.}$$

12. Витрати на амортизаційні відрахування по обладнанню при виконанні зварювання:

$$Ca. = Ca.св. + Ca.зач. \quad (5.12)$$

$$Ca.пр. = 17.6 + 0,039 = 17,639 \text{ гр.} - \text{проектний варіант};$$

$$Ca.баз. = 10,7 + 0,039 = 10,74 \text{ гр.} - \text{базовий варіант.}$$

13. Технологічна собівартість виконання операцій при зварюванні проектним та базовим варіантами (Стех.,грн): при $a_0 = 0,5$;

$$Стех. = См. + Сз. + Се. + Са. \quad (5.13)$$

$$Стех.пр. = 17.6 + 20.6 + 3.56 + 9.75 = 51.51 \text{ гр.} - \text{проектний варіант};$$

$$Стех.баз. = 20.1 + 20.6 + 3.56 + 15.5 = 59.76 \text{ гр.} - \text{базовий варіант.}$$

5.3 Визначення трудомісткості зварювання кільцевого шва

1. Визначення трудомісткості зварювання таврового з'єднання (Тшк.ш.,н-год):

$$Тшк.ш. = \frac{Tоп.}{a_0} \quad (5.14)$$

де $Tоп.$ - час горіння дуги при зварюванні шва, год.

$$Tоп. = \frac{Sш. \cdot L \cdot \gamma \cdot K2}{Iсв.ш. \cdot \alpha_n} \quad (5.15)$$

де $K2$ - коефіцієнт втрат металу при зварюванні; $K2 = 1,0$ – проектний варіант; $K2 = 1,02$ – базовий варіант; $Iсв$ – 640А – проектний варіант; $Iсв$ – 200А – базовий варіант;

$$Tоп.ш.пр = \frac{0,502 \cdot 100 \cdot 7,85 \cdot 1,0}{640 \cdot 10,8} = 0,12 \text{ год.} - \text{проектний варіант};$$

$$Tоп.ш.баз = \frac{0,502 \cdot 100 \cdot 7,85 \cdot 1,12}{200 \cdot 10,8} = 0,39 \text{ год.} - \text{базовий варіант};$$

$$Тшк.ш.пр. = \frac{0,12}{0,5} = 0,24 \text{ н-год.} - \text{проектний варіант};$$

$$Тшк.ш.баз. = \frac{0,13}{0,5} = 0,78 \text{ н-год.} - \text{проектний варіант.}$$

					КР 131.4121.01.05.05 ПЗ	Лист
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		59

2.Визначення трудомісткості зачищення навколо шовної зони від зварних розбризкувань механізованим способом (Тзач.заг.,н-год):

$$T_{зач.общ} = T_{шк.ср.} \cdot S_{зач.} \cdot n; \quad (5.16)$$

де S - площа навколо шовної зони, що зачищається; $S = 0,2 \text{ м}^2$; n - кількість сторін зварного шва, що зачищається; при односторонньому зварюванні $n = 1$;

Тзач.заг.пр. = 0 н-год. – проектний варіант;

Тзач.заг.баз. = $0,25 \cdot 0,2 \cdot 4 = 0,2$ н-год. – базовий варіант;

3. Загальна трудомісткість зварювання таврового з'єднання за проектним та базовим варіантами складе:

$$T_{общ.} = T_{шк.ш.} + T_{зач.зач.} \quad (5.17)$$

Тобщ. = 0,24 н-год.- проектний варіант;

Тобщ. = $0,78 + 0,2 = 0,98$ н-год.- базовий варіант

5.4 Розрахунок економічної ефективності виготовлення барабану за проектним варіантом

1.Визначення зниження собівартості виготовлення ($\Delta C_{річ,грн}$) виконуємо за формулою:

$$\Delta C_{річ} = C_{баз.річ} - C_{пр.річ}; \quad (5.18)$$

де $C_{баз.річ}$ – собівартість виготовлення барабану, по базовому варіанту; $C_{баз.річ} = 473059$ грн; $C_{пр.річ}$ - собівартість виготовлення барабану, по проектному варіанту; $C_{пр.річ} = 406174$ грн.

$$\Delta C_{річ} = 473059 - 398174 = 74885 \text{ грн};$$

2.Визначення зниження трудомісткості виготовлення ($\Delta T_{річ,н-год}$) виконуємо за формулою:

$$\Delta T_{річ} = T_{баз.річ} - T_{пр.річ}; \quad (5.19)$$

де $T_{баз.річ}$ – трудомісткість виготовлення цистерни, по базовому варіанту; $T_{баз.річ} = 3120$ н-год; $T_{пр.річ}$ - трудомісткість виготовлення цистерни, по проектному варіанту; $T_{пр.річ} = 2151$ н-год.

					КР 131.4121.01.05.05 ПЗ	Лист
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		60

$$\Delta T_{\text{річ}} = 3120 - 2154 = 966 \text{ н - год}$$

3.Визначення зниження річної кількості основних робітників ($\Delta N_{\text{річ,чол}}$) виконуємо за формулою:

$$\Delta N_{\text{річ}} = N_{\text{осн.баз.}} - N_{\text{осн.пр.}}; \quad (5.20)$$

де $N_{\text{осн.баз.}}$ – кількість основних робітників, по базовому варіанту,чол; $N_{\text{осн.пр.}}$ – кількість основних робітників, по проектному варіанту,чол; Розрахунок основних робітників, по базовому варіанту ($N_{\text{осн.баз.,чол.}}$) виконуємо за формулою:

$$N_{\text{осн.баз.}} = \frac{T_{\text{баз.річ.}}}{T_{\text{роб}}}; \quad (5.21)$$

де $T_{\text{роб}}$ – річний час роботи одного робітника, $T_{\text{роб}}=1808$ год.

$$N_{\text{осн.баз.}} = \frac{3120}{1808} = 1,7 \text{чол};$$

приймаємо $N_{\text{осн.баз.}} = 2$ чол.

Розрахунок основних робітників, по проектному варіанту ($N_{\text{осн.пр.,чол.}}$) виконуємо за формулою:

$$N_{\text{осн.пр.}} = \frac{T_{\text{пр.річ.}}}{T_{\text{роб}}};$$

де $T_{\text{роб}}$ – річний час роботи одного робітника, $T_{\text{роб}}=1808$ год.

$$N_{\text{осн.пр.}} = \frac{2154}{1808} = 1,19 \text{чол};$$

приймаємо $N_{\text{осн.пр.}} = 2$ чол.

Визначаємо зниження річної кількості основних робітників:

$$\Delta N_{\text{річ}} = 2 - 2 = 0 \text{чол.}$$

4.Різницю капітальних витрат (ΔK_0 ,грн.) при базовому та проектованому варіанті визначаємо за формулою:

$$\Delta K_0 = \Delta K_{0,\text{п}} - \Delta K_{0,\text{б}}; \quad (5.22)$$

де $\Delta K_{0,\text{пр}}$ – капітальні витрати за проектним варіантом; $\Delta K_{0,\text{пр}}=574463$ грн; $\Delta K_{0,\text{баз}}$ – капітальні витрати за базовим варіантом; $\Delta K_{0,\text{пр}}=749958$ грн;

$$\Delta K_0 = 574463 - 749958 = 175495 \text{грн.}$$

					КР 131.4121.01.05.05 ПЗ	Лист
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		61

5.Річний економічний ефект від впровадження спроектованого технологічного процесу (E_p ,грн) визначаємо за формулою:

$$E_p = [(C_{баз} - C_{пр}) - E_n (K_{пр} - K_{баз})] \quad (5.23)$$

де E_n – нормативний коефіцієнт амортизаційних відрахувань за базовим та проектним варіантах, $E_n=0,166$;

$$E_p = [(473059 - 406174) - 0,166(1422376 - 1392882)] = 61988,996 \approx 61989 \text{ грн.}$$

6.Термін окупності ($T_{окуп.}$,рік) визначаємо за формулою:

$$T_{окуп.} = \frac{K_{пр} - K_{баз.}}{C_{баз.} - C_{пр.}}; \quad (5.24)$$

$$T_{окуп.} = \frac{1422376 - 1392882}{473059 - 406174} = 0,440 \approx 0,45 \text{ року.}$$

Висновки

Вдосконалена технологія виготовлення барабану є економічною, оскільки призводить до зниження трудомісткості виготовлення на 966 н-год на річну програму, а також до зниження собівартості виготовлення виробу на 74885 грн. на річну програму.

					КР 131.4121.01.05.05 ПЗ	Лист
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		62

Загальні висновки

Зерносушарка СЗШ-16А призначена для м'якого сушіння з одночасним перемішуванням продовольчого, насіннєвого і фуражного зерна зернових і круп'яних культур. Одним з найбільш відповідальних складових сушарки є барабан. Барабан являє собою обичайку з опуклими днищами по краях, одна з яких має отвір під фланець. Загальна довжина резервуару 5200 мм; Діаметр обичайки 1500 мм; Довжина обичайки 3600 мм.

Як матеріал для виготовлення котла цистерни застосовується сталь 12Х18Н10Т.

Базовий технологічний процес виготовлення барабану припускає виконання зварних з'єднань ручним електродуговим зварюванням по V-образному обробленню. При цьому застосовуються різні марки електродів для зварювання кореня шва та наступних шарів металу. Недоліком цієї технології є велика трудомісткість, низька швидкість зварювання, мала механізація та автоматизація.

Обрано способи зварювання: автоматичне зварювання під флюсом - при виготовленні полотнища, за допомогою зварювального трактора КА 002 з джерелом живлення ВДУ 1201К, та кільцевих швів обичайки й замикаючого стика обичайки, за допомогою зварювальної підвісної головки А-1416 з джерелом живлення ВДУ 1201К. Обрано дріт Св-04Х19Н11М3 діаметром 4 мм та флюс 48-ОФ-6. Механізоване зварювання в середовищі Ar дротом Св-08Х19Н10Б діаметром 1,2 мм - для приварювання ребер жорсткості напівавтоматом ПДГ 516М в комплекті з джерелом живлення КИУ-501. Ручне дугове зварювання електродом ЭА-395/9 – для прихоплювань (випрямляч ВД-306-М1).

Розраховано режими зварювання.

Встановлено, що при автоматичному зварюванні під флюсом сталі 12Х18Н10Т дротом Св-04Х19Н11М3 утворюється метал шва з аустенітною структурою з невеликим вмістом (до 5 %) фериту, що підвищує опір гарячим тріщинам.

					КР 131.4121.01.05 ПЗ	Лист
						63
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Розглянуто можливі зварні деформації та зроблено розрахунок деформацій тонкостінних оболонок аналітичними методами та встановлено, величину стрілки прогину, яка дорівнює $f=0,06$ см, та величину зменшення радіусу оболонки в зоні шва $\Delta R_p = -0,128$ см, що не перевищує встановлені норми.

Вибір оснащення й пристосувань для виготовлення барабану робимо виходячи з його форм і розмірів та обраних способів зварювання, а також з урахуванням річної програми випуску виробу.

Для виготовлення барабану необхідно застосувати наступне устаткування:

Стенд для складання та зварювання полотнища; Стенд з DURMA HRB4 для гнбки листа до потрібного радіусу; Стенд складання замикаючого стику; Стенд зварювання замикаючого стику; Стенд приварювання ребер жорсткості; Стенд складання обичайки з днищами; Стенд для зварювання кільцевих швів та ОТК

Вдосконалена технологія виготовлення барабану є економічною, оскільки призводить до зниження трудомісткості виготовлення на 966 н-год на річну програму, а також до зниження собівартості виготовлення виробу на 74885 грн. на річну програму

					КР 131.4121.01.05 ПЗ	Лист
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		64

Список літератури та використаних джерел

1. Голобородько Ж.Г. Основи технології дугового зварювання суднових конструкцій: навч. посібник. / Ж.Г. Голобородько, С.В. Драган, В.В. Квасницький, – Миколаїв: НУК, 2013. – 380 с
2. Єфіменко М.Г. Зварювання спеціальних сталей і сплавів. - Харків: ЗАТ "Харківська друкарня №16". - 2007. - 189 с.
3. Биковський О.Г., Пінковський І.В. Довідник зварника. - Київ: Техніка. - 2002. - 336 с.
4. Гуменюк І. В. Обладнання та технології зварювальних робіт : навч. посіб. / І. В. Гуменюк. — К.: Грамота, 2014. — 120 с.
5. Драган С.В. Джерела живлення для зварювання плавленням: Навчальний посібник. – Миколаїв: УДМТУ, 2002. – 320 с.
6. Костін О.М. Зварювальні матеріали: навч. посібник. – Миколаїв: НУК, 2004. – 225 с.
7. Society, A.W. (1978). Welding Handbook: Welding Processes, arc and gas welding and cutting, brazing and soldering (7th ed.). American Welding Society, 1978. – 592 p.
8. Махненко В.І. Напруження та деформації при зварюванні : навчальний посібник [Текст]/ В.І. Махненко, Г.В. Єрмолаєв, В.В. Квасницький, А.В. Лабарткава.-Миколаїв: Видавництво НУК, 2011.-240с.
9. Жидецький В.Ц. Основи охорони праці. Підручник [Текст]/ В.Ц. Жидецький. – Львів: Афіша, 2002. – 320 с.
10. Щедролоєв О.В. Основи охорони праці. Лабораторний практикум [Текст]/ О.В. Щедролоєв, Л.Л. Моїсеєнко, Ю.К. Яглицький. – Херсон: Айлант, 2005. – 84.
11. Економіка підприємства : підручник / під заг. ред. д.е.н., проф. Ковальської Л.Л. та проф. Кривов'язюка І.В. Київ : Видавничий дім «Кондор», 2020. 700 с.
12. Бойчик І.М Економіка підприємства: підручник. / І.М.Бойчик. – К.: Кондор -Видавництво, 2016. – 378 с

					КР 131.4121.01.05 ПЗ	Лист
						65
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

