

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова
Навчально науковий інститут (факультет) суднобудівний

Кафедра Зварювального виробництва

«Допущений до захисту»
Завідувач кафедри
проф. Квасницький В.Ф.

« ____ » _____ 2021 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття ступеня вищої освіти «бакалавр»
(потрібне залишити)

на тему: ____ Розробка технології складання і зварювання стійки
конвеєра зі сталі 09Г2С

Виконав: студент_2127____ групи
_____ Дробатій Н.О.
(підпис)

Керівник роботи:
К.Т.Н., доцент
(посада, науковий ступень вчене звання)
_____ Мартиненко В.О.
(підпис)

Миколаїв – 2021 р.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова

Навчально науковий інститут (факультет) суднобудівний
Кафедра Зварювального виробництва
Спеціальність 131 «Прикладна механіка»
Освітня програма 131. бакалавр зі зварювання

«ЗАТВЕРДЖУЮ»
Гарант освітньої програми

(підпис)
«__» _____ 2021 р.

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

Дробатій Наталя Олександрівна
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Розробка технології складання і зварювання стійки конвеєра зі сталі 09Г2С

керівник проекту (роботи) к.т.н., доцент Мартиненко Володимир Олександрович
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від “__” _____ 2021 року
№ _____

2. _____ Строк подання студентом проекту (роботи) _____

3. Вихідні дані до проекту (роботи) 1. Робоче креслення стійки конвеєра зі сталі 09Г2С;

4. Перелік питань, що належать до розробки (найменування розділів) аналіз особливостей конструкції, характеристика основного металу, аналіз очікуваної структури зварних з'єднань, розрахунок режимів зварювання та термічних циклів. Технологічний процес виготовлення стійки, вибір зварювальних матеріалів, зварювального устаткування; охорона праці.

5. Перелік презентаційних матеріалів (з точним зазначенням обов'язкових креслень) Креслення стійки, розрахунок режимів зварювання, аналіз очікуваної структури, розрахунок термічних циклів зварювання, розрахунок собівартості виготовлення стійки.

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1	к.т.н.,доцент Мартиненко Володимир Олександрович		
2	к.т.н.,доцент Мартиненко Володимир Олександрович		
3	к.т.н.,доцент Мартиненко Володимир Олександрович		
4	к.т.н.,доцент Мартиненко Володимир Олександрович		
5	к.т.н.,доцент Мартиненко Володимир Олександрович		

7. Дата видачі завдання

Стаття І. КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	
1.	Аналіз особливостей конструкції, матеріалу		
2.	Аналіз структури і властивостей зварних з'єднань		
3.	Технологічний процес складання та зварювання конструкції		
4.	Охорона праці		
5.	Економічний розділ		

Студент

_____ Н.О.Дробатій
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи)

_____ В.О.Мартиненко
(підпис) (прізвище та ініціали)

Зміст

Вступ.....	8
1. Аналіз особливостей конструкції і можливих варіантів її виготовлення.....	9
1.1. Загальна характеристика стійки.....	10
1.2. Характеристика основного металу, можливі способи зварювання та його поведінка під час зварювання.....	11
1.3. Аналіз технологій складання і зварювання аналогічних конструкцій.....	14
Висновки проведеного аналізу конструкції. Мета і завдання дипломного проекту.....	15
2. Зварні з'єднання конструкції. Аналіз структури і особливостей зварних з'єднань.....	17
2.1. Характеристика зварних з'єднань; типи та розміри зварних з'єднань.....	18
2.2. Обґрунтування вибору способів зварювання стійки.....	20
2.3. Розрахунок режимів зварювання.....	22
2.4. Розрахунок термічного циклу зварювання та визначення очікуваної структури зварних з'єднань.....	29
Висновки.....	38
3. Технологічний процес складання та зварювання конструкції.....	39
3.1. Принципова послідовність складання та зварювання конструкції.....	40
3.2. Обґрунтування вибору зварювальних матеріалів.....	44
3.3. Обґрунтування вибору зварювального устаткування, складально-зварювальних пристроїв.....	48
3.4. Можливі дефекти зварних з'єднань, причини їх утворень, методи запобігання. Методи контролю якості зварних з'єднань та виправлення дефектів.....	51
Висновки.....	56
4. Охорона праці під час проведення зварювальних робіт конструкції.....	57

					ДП.6.131.2127СТ.09.05.ПЗ.	Аркуш
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис.	Дата		

Висновки.....	63
5.Розрахунок собівартості виконання складальних і зварювальних робіт під час виготовлення зварної конструкції.....	64
Висновки.....	70
Загальні висновки проекту.....	71
Список літературних джерел.....	72
Додатки.....	73
Специфікація креслень.....	75
Відомість графічної частини.....	77

Анотація

Даний дипломний проект висвітлює проблему розробки технології складання та зварювання стійки конвеєра .

Метою дослідження є розробка технології складання і зварювання, яка передбачає підвищення продуктивності праці, скорочення собівартості і підвищення якості продукції.

Дипломний проект складається з вступу, 5-ти розділів основної частини, висновків та списку використаної літератури.

Розрахунково-пояснювальна записка містить _____ аркушів, графічна частина – 5 аркушів.

Результатами виконаної роботи є:

- здійснення аналізу технології виготовлення конструкції та способів її зварювання;
- визначення очікуваної структури зварного з'єднання та його механічних властивостей;
- розрахунок собівартості складально-зварювальних робіт при виконанні виготовлення стійки конвеєра в кількості 200 шт;
- вирішення питань охорони праці та техніки безпеки.

					ДП.6.131.2127СТ.09.05.ПЗ.	Аркуш
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис.	Дата		

Annotation

This diploma project covers the problem of developing technology for assembling and welding a conveyor rack .

The aim of the study is to develop Assembly and welding technologies that provide for increasing labor productivity, reducing production costs and improving product quality.

The diploma project consists of an introduction, 5 sections of the main part, conclusions and a list of references.

The calculation and explanatory note contains ____ sheets, the graphic Part – 5 sheets.

The results of the work performed are:

- analysis of the manufacturing technology of the structure and methods of its welding;

- determination of the expected structure of the welded joint and its mechanical properties;

- calculation of the cost of Assembly and welding operations when manufacturing a conveyor rack in the amount of 200 PCs;

- solving Occupational Health and safety issues.

					ДП.6.131.2127СТ.09.05.ПЗ.	Аркуш
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис.	Дата		

Вступ

Сучасний технічно прогрес в промисловості нерозривно пов'язаний з вдосконаленням зварювального виробництва.

Зварювання - такий же необхідний технологічний процес, як і обробка металів, литво, кування, штампування. Великі технологічні можливості зварювання забезпечили її широке застосування при виготовленні і ремонті суден, автомобілів, літаків, турбін, котлів, реакторів, мостів та інших конструкцій. Її застосування сприяє вдосконаленню машинобудування і розвинення ракетобудування, атомній енергетиці, радіоелектроніки.

Сварка високопродуктивний процес виготовлення нероз'ємних з'єднань знаходить широке застосування при виготовленні металургійного, хімічного та енергетичного обладнання, різних трубопроводах, в машинобудуванні, у виробництві будівельних і інших конструкцій. В число конструкцій входить група об'ємних вузлов, різноманітних за своїм призначенням, розмірам та формі. Наприклад: невеликі циліндричні конструкції, судові фундаменти, підкріплення під механізми, пристрої та обладнання та інші.

Характерними ознаками цієї групи вузлов є мала протяжність, співмірна у всіх трьох напрямках, а також наявність великого числа пересічних коротких зварювальних швів.

Виріб, що зварюється – стійка конвеєра входить до складу стенду по збірці і зварюванні зварних конструкцій -фундаменту. Стійка є складовою частиною відповідальної конструкції. З урахуванням того, що в процесі експлуатації виріб підпадає під вплив статичних і динамічних навантажень, зварні шви повинні бути бездефектними, виріб повинен відповідати відповідним вимогам міцності.

Таким чином, метою дипломного проекту є розробка технології виготовлення стійки, включаючи підбір зварювальних матеріалів, зварювального обладнання, у виборі режимів зварювання і контролю якості виконаних робіт.[]

					ДП.6.131.2127СТ.09.05.ПЗ.	Аркуш
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис.	Дата		

					ДП.6.131. 2127ст. 09.05.01.ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Дробатій Н.О..			Аналіз конструкції та можливі варіанти її виготовлення	Літ.	Арк.	Акрушів
Керівник		Мартиненко В.О.						
Реценз.						НУК ім. адм. Макарова		
Н. Контр.								
Зав.кафед		Квасницький В.Ф						

1.Аналіз особливостей конструкції і можливих варіантів її виготовлення

1.1.Загальна характеристика зварної стійки конвеєра

До стійки відносяться колони металевих каркасів будівель, деякі елементи рам і станин, хребтові балки вагонів, конструктивні вузли транспортних механізмів, опори ліній електропередач. Часто вони являють собою решітчасті конструкції , що складаються з вертикальних поясів з'єднаних між собою. Стійками називають елементи, що працюють переважно на стискання. Стиснуті елементи повинні бути не лише міцними, а й стійкими. Характерною і дуже важливою умовою щодо виготовлення стійок являється дотримання точних розмірів, що забезпечується головним чином механічною обробкою заготовок чи готових деталей.Место для формулы.

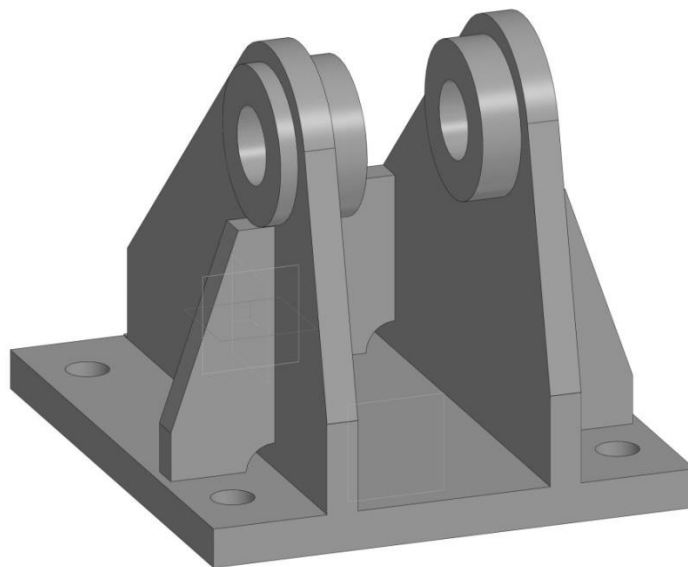


рис1.1 Стійка

Стійка має наступні характеристики:

- довжина-280мм;
- висота- 214мм;
- ширина-250мм;
- матеріал стійки-09Г2С

До складу стійки входять:

					ДП.6.131.2127СТ.09.05.01.ПЗ.	Аркуш
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис.	Дата		

- плита-(позиція 4)--лист товщиною-20мм;
- діафрагма-(позиція 5)-лист товщиною-16мм;
- дві стінки-(позиція1)- лист товщиною -16мм;
- два диска (позиція 3)- діаметром 80мм, лист товщиною 20мм;
- один диск (позиція 2)- діаметром 80мм, лист товщиною 9мм ;
- два ребра жорсткості(позиція 6)-лист товщиною-16мм;

Плита,має 4 отвори діаметром 22мм.

Стійка має невеликі розміри, малу протяжність зварних швів, що дає можливість використовувати механізоване зварювання в захисних газах використовуються лише таврові, напусткові з'єднання. Відповідно до форми, розміру конструктивних елементів та матеріалу стійки для її виготовлення доцільно використовувати механізоване зварювання в захисних газах.

1.2. Характеристика основного металу, можливі способи зварювання та його поведінка під час зварювання.

Сталь 09Г2С-це низьколегована конструкційна сталь, використовується при виробництві сортового та листового прокату та фасонних профілів підвищеної міцності . Виготовляється відповідно до вимог, закріплених у стандартах, ДСТУ 8541, ГОСТ19281, ДСТУ 8804, ГОСТ 5520.

Класифікація: сталь конструкційна для зварних конструкцій.

Продукція: товстолистовий,рулонний ,сортовий та фасонний прокат,електрозварні труби та профілі, гнуті профілі.

Застосування: прокат із такої сталі застосовується при виробництві машинобудівних, будівельних конструкцій різної форми й розміру. При цьому висока механічна цієї сталі дає можливість зниження товщини складових порівняно з низковуглицевою сталлю. Також зі сталі 09Г2С виготовляють парові котли, різноманітні труби для транспортування газів і рідин (нафта, вода, природній газ), нафтогазове обладнання, компоненти сільськогосподарських машин. Висока термостійкість дозволяє використовувати даний тип сталі за широкого спектру температур, від -70°C до +450°C.Хімічний склад , фізичні та механічні властивості сталі наведені нижче(табл.1.1; 1.2 ; 1.3)

					ДП.6.131.2127СТ.09.05.01.ПЗ.	Аркуш
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис.	Дата		

Таблиця 1. 1 Хімічний склад сталі 09Г2С, % мас.

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	N	Cu	As
до 0,12	0,5 – 0,8	1,3 – 1,7	до 0,3	до 0,04	до 0,035	до 0,3	до 0,008	до 0,3	до 0,08

Таблиця 1. 2 Механічні властивості сталі 09Г2С

Сортамент	G _B	G _T	δ	KCU
-	МПа	МПа	%	кДж / м2
Лист, ГОСТ 5520-79	430-490	265-345	21	590-640

Таблиця 1. 3 Фізичні властивості сталі 09Г2С

T °C	20	100	200	300	400	500
$\alpha \cdot 10^6$ 1/Град		11,4	12,2	12,6	13,2	13,8

Експлуатаційні властивості сталей залежить від складу легувальних компонентів. До хімічного складу сталі 09Г2С крім трьох основних легувальних елементів (вуглець, марганець, кремній) можуть входити домішки сірка, нікель, фосфор, азот і ін. При цьому загальний відсоток легувальних елементів не перевищує 1-2%. З огляду на те, що загальне процентний вміст добавок складає близько 2,5%, сталь 09Г2С визначається як низьколегована, а наявність кремнію і марганцю визначає марку 09Г2С, як кремніймарганцевистої сталі. Зварювання цієї сталі може виконуватися і без підігріву, і з попереднім підігріванням до 100-120°C. Так як дана сталь є низьковуглецевою, її зварювання здійснюється без обмежень всіма доступними способами - ручним дуговим зварюванням, механізованими автоматичним дуговим зварюванням під флюсом та газовим захистом тощо.

Сталь 09Г2С відноситься до сталей з задовільною зварюваністю. Але наявність легувальних елементів за несприятливих умов сприяє утворенню гартувальних структур в зоні термічного впливу, що під дією інших факторів може знижувати також опірність швів до утворення холодних тріщин, підвищувати або знижувати дію наслідків GG. Сталь 09Г2С добре зварюється всіма способами без обмежень, але із викладеного видно, що необхідно оцінити її схильність до утворення гарячих та холодних тріщин.

					ДП.6.131.2127СТ.09.05.01.ПЗ.	Аркуш
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис.	Дата		

Схильність до утворення гарячих тріщин залежить від хімічного складу сталі і оцінюються за формулою Уїлкінсона

$$H.C.S. = \frac{C \cdot (S + P + Si/25 + Ni/100)}{3Mn + Cr + Mo + V} \cdot 10^3 \quad (1.1)$$

$$H.C.S. = \frac{0.12 \cdot (0.035 + 0.035 + \frac{0.65}{25} + 0.3/100)}{3 \cdot 1.5 + 0.3 + 0.12} \cdot 10^3 = 2$$

Оскільки HSC = 2, сталь 09Г2С не схильна до утворення гарячих тріщин.

Схильність до утворення холодних тріщин залежить від хімічного складу сталі і оцінюється за еквівалентним вмістом вуглецю за формулою:

$$C_{\text{ЭКВ}} = C + \frac{Si}{30} + \frac{Mn}{20} + \frac{Cu}{20} + \frac{Ni}{60} + \frac{Cr}{20} + \frac{Mo}{15} + \frac{V}{10} + 5B \quad (1.2)$$

$$C_{\text{ЭКВ}} = 0,12 + \frac{0,65}{30} + \frac{1,5}{20} + \frac{0,3}{20} + \frac{0,3}{60} + \frac{0,3}{20} = 0,293$$

Згідно з підрахунками еквівалентний вміст вуглецю сталі 09Г2С дорівнює приблизно 0,293%. Умовою схильності металу до утворення холодних тріщин, є перевищення еквівалентного вмісту вуглецю 0,45%. Значить можна зробити висновок, що сталь, яка використовується для виготовлення стійки, не схильна до холодних тріщин.

Отже переваги сталі 09Г2С:

- добра зварюваність ;
- стійкість проти корозії,окислення ,впливу низьких і високих температур і інших атмосферних умов;
- нормальна пластичність;
- висока міцність;
- нормальна оброблюваність;
- тривалість експлуатації;
- висока площинність;

					ДП.6.131.2127СТ.09.05.01.ПЗ □	Аркуш
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис.	Дата		

1.3.Аналіз технологій складання і зварювання аналогічних конструкцій

Для виготовлення стійки можливе використання декількох типових технологій:

1. Вільна збірка на плиті фундаменту з плоских листів, порівняних в трьох напрямках:

Черговість виконання операцій і переходів

1. Збірка з частин на прихватках верхньої опорної плити
2. Зварювання в стик частин опорної плити апаратом для механізованого зварювання або вручну
3. Складання поздовжніх і поперечних стін
4. Зварювання апаратом для механізованого зварювання поздовжніх і поперечних стінок між собою
5. Збірка опорної плити зі стінками
6. Ручне або механічне зварювання стінок з опорною плитою
7. Перевірка розмірів готового фундаменту і обробка (при необхідності) поверхні опорної плити.

Особливості виконання

Збірка опорної плити по шаблону або по розмітці

При можливості, стінки і окремі частини повинні бути зібрані і зварені в окремі елементи

Залежно від доступності швів, опорна плита може встановлюватися або перед виконанням операції 3 або після операції 4

Зварювання перетинів переважно вести на маніпуляторі або опозиціонері. []

Ця технологія нас не задовільняє, тому що конструкція деталей та швів недостатньо відображає технологічні особливості нашої стійки конвеєра.

2. Вільна збірка на плиті фундаменту з попередньозварених елементів таврового перетину

Черговість виконання операцій і переходів:

					ДП.6.131.2127СТ.09.05.01.ПЗ.	Аркуш
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис.	Дата		

1. Збірка на прихопленнях поздовжніх балок з поперечними при базуванні на опорні смуги
2. Сварка перетинів поздовжніх балок з поперечними
3. Перекантовування і зварювання стиків опорних смуг
4. Перекантовування; підварювання стиків опорних смуг; зварювання поперечних балок до опорних поясів
5. Термічна обробка або пластичне деформування (проковка) швів

Особливості виконання

Елементи таврового перетину попередньо збираються та зварюються у вигляді балок, бракет і книц з пасками і ребрами

При зварюванні ведеться спостереження за прямолінійністю опорних полос

Регулювання деформацій здійснюють зміною напрямку зварювання перетинів поздовжніх балок з поперечними

Операція 5 виконується тільки на фундаментах, які підлягають точної механічній обробці. []

Також ця технологія не підходить через великі розміри конструкції.

Висновки, мета і завдання дипломного проекту

1. Запропоновано для виготовлення стійки використати сталь 09Г2С, яка за підрахунками не схильна до холодних та гарячих тріщин. Яка забезпечить добру зварюваність та довгу експлуатацію стійки. Вивчення конструкції та аналіз можливих варіантів виготовлення стійки показав необхідність розробки сучасної технології складання та зварювання конструкції. Метою даного дипломного проекту є розробка технологічного процесу складання і зварювання стійки, яка забезпечує би підвищення продуктивності праці, зниження собівартості виготовлення конструкції та підвищення якості продукції. Для досягнення цієї мети необхідно вирішити наступні завдання:

1. Вибрати раціональну послідовність і оптимальні способи зварювання, розрахувати режими зварювання.

					ДП.6.131.2127СТ.09.05.01.ПЗ.	Аркуш
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис.	Дата		

2. Визначити очікувані структури зварних з'єднань і оцінити їх властивості..
3. Вибрати зварювальні матеріали та обладнання.
4. Розробити заходи з охорони праці при виконанні зварювальних робіт.
5. Розрахувати собівартість складальних і зварювальних робіт.

					ДП.6.131.2127СТ.09.05.01.ПЗ.	Аркуш
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис.	Дата		

					ДП.6.131. 2127ст. 09.05.02.ПЗ			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	Аналіз структури і особливостей зварних з'єднань.	<i>Лім.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушів</i>
<i>Розроб.</i>		Дробатій Н.О..						
<i>Керівник</i>		Мартиненко В.О.						
<i>Реценз.</i>						НУК ім. адм. Макарова		
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Зав.кафед</i>		Квасницький В.Ф						

2.Зварні з'єднання конструкції. Аналіз структури і особливостей зварних з'єднань.

2.1.Характеристика зварних з'єднань; типи та розміри зварних з'єднань

Зварні з'єднання-основний тип нероз'ємних з'єднань. Це з'єднання деталей шляхом місцевого нагрівання їх матеріалу до розплавленого або пластичного стану без прикладання зовнішньої сили або з прикладанням зовнішньої сили (відповідно електродугове та контактне зварювання)

Зварні з'єднання належать до нерухомих , нероз'ємних, напружених з'єднань . Навантаження між звареними частинами передається безпосередньо через шов, який має приблизно таку саму міцність, як і основний метал конструкції.

Напруження, що утворюються у зварному з'єднанні в процесі зварювання, називають залишковими. У розрахунок такі напруження не враховують.

Зварювання використовують не тільки як спосіб з'єднання деталей ,але й як технологічний спосіб виготовлення самих деталей. Зварні деталі у багатьох випадках замінюють литі та ковані. Використання зварних і штамповарних конструкцій дозволяє у багатьох випадках знизити витрати матеріалу або масу конструкцій на 30-50%,зменшити вартість виробів у 1,5-2 рази.[]

Основна умова при проектуванні зварного з'єднання-це забезпечення рівномірності шва та основного металу.

Переваги та недоліки зварних з'єднань

Переваги:

- 1)економія металу
- 2)зменшення трудомісткості;
- 3)відносно низька вартість устаткування для зварювання ;
- 4)можливість автоматизації процесу;
- 5)герметичність швів;
- 6)можливість отримання рівномічного з'єднання;

Недоліки:

- 1)висока концентрація напружень у зоні шва;

					ДП.6.131.2127СТ.09.05.02.ПЗ.	Аркуш
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис.	Дата		

2)деформації деталей;

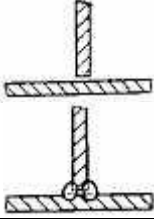
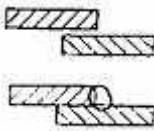
3)низька несівна здатність при вібраційному навантаженні;

4)складність контролю шва;

5)залежність якості шва від кваліфікації зварника(у разі ручного зварювання).

Конструкція стійки має невелику протяжність швів і невеликі габаритні розміри. Основний тип зварних з'єднань – тавровий та внапусток . Параметри зварних з'єднань приведено в таблиці 2.1. Зварні з'єднання призначені конструктором та вибрані згідно до креслення.

Таблиця2.1.Основний тип зварних з'єднань конструкції стійки

Форма виготовлених крайок	Характер зварного шва	Форма поперечного перерізу	Товщина зварюваних деталей,мм	Умовне позначення з'єднання
Таврові з'єднання				
Без скосу крайок	Двосторонній		2-40	T3
Внапусток				
Без скосу крайок	односторонній		2-60	H1

Технологічна послідовність:

1.Зварювання діафрагми с плитою виконується за ДСТУ ISO 9692-1-2.12(ДСТУ 14771-76-T3-Δ8)

2.Зварювання стінок з дісками виконується за ДСТУ ISO 9298-1-3.12 (ДСТУ 14771-76-H1-Δ5)

3.Зварювання стінок з плитою виконується за ДСТУ ISO 9692-1-2.12(ДСТУ 14771-76-T3-Δ8)

4. Зварювання ребер жорсткості з стінками та плитою виконується за ДСТУ ISO 9692-1-2.12(ДСТУ 14771-76-ТЗ-Δ8)

2.2. Обґрунтування вибору способів зварювання конструкції

Вибір способу зварювання проводиться з урахуванням товщини деталей в місці їх з'єднання, типу і конструктивного оформлення, протяжності та конфігурації, доступності та положення шва в просторі, особливостей зварюваності, програми випуску і т. п.

При виготовленні стійки необхідно зварювати деталі товщиною від 9 до 20 мм. З'єднання - таврові та в напусток.

Зварювання деталей з сталі 09Г2С можна здійснювати практично будь-яким з існуючих способів зварювання.

Ручна дугова зварка не застосовуватиметься внаслідок малої продуктивності праці, газове зварювання застосовується в основному для ремонту, і теж застосовуватися не буде.

Сварка під флюсом: для даної конструкції застосовувати цей спосіб є недоцільним, так як конструкція має малі габарити, протяжність зварних швів невелика.

Лазерну і електронно-променеву зварювання теж недоцільно використовувати для зварювання даної конструкції, так як вони мають високу вартість і застосовуються в основному для зварювання кольорових металів і сплавів.

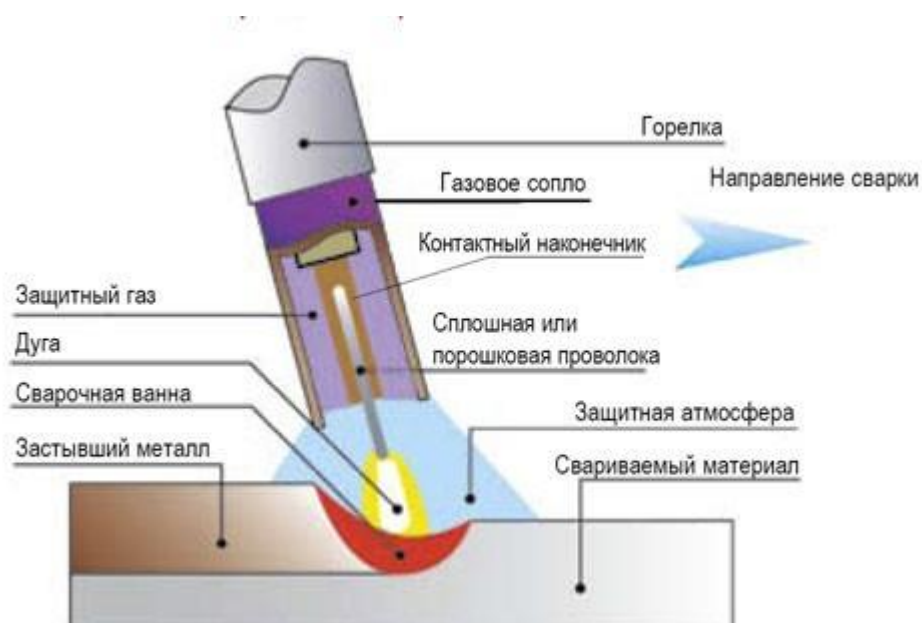
Отже, найбільш раціональним способом зварювання стійки буде механізоване зварювання плавким електродом в середовищі захисного газу (рис2.1).

Основними перевагами дугового зварювання в середовищі захисного газу є: висока продуктивність процесу, надійний захист металу шва і зони термічного впливу, високий ступінь концентрації дуги, що забезпечує мінімальну зону термічного впливу і відносно невеликі деформації вироби, можливість

					ДП.6.131.2127СТ.09.05.02.ПЗ.	Аркуш
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис.	Дата		

спостереження за формуванням шва, можливість зварювання в будь-яких просторових положеннях. []

Основне призначення захисного газу – запобігання прямого контакту повітря з металом зварювальної ванни, електродом і дугою. Захисний газ впливає на стабільність горіння дуги, форму зварного шва, глибину проплавлення і міцність зварного шва. У той же час при використанні серійного дроту Св -08Г2С процес зварювання супроводжувався розбризкуванням до 15%, а в суміші Аргон+CO₂ лише до 5%. Дослідженнями учених встановлено, що також втрати на розбризкування істотно залежать від співвідношення між напругою й струмом зварювання, чистоти поверхні дроту, магнітного дуття ї, динамічних властивостей джерела живлення, техніки виконання зварювання й кваліфікації зварника. []



Сутність механізованого зварювання в середовищі захисних газів рис.2.1

Недоліки зварювання в захисних газах:

- відкрита дуга, що підвищує небезпеку ураження зору світловим випромінюванням ;
- потреба захисту зони зварювання від протягу (при струминному захисті), що утруднює зварювання в монтажних умовах на відкритому повітрі;
- втрати металу на розбризкування, наявність газової апаратури, в деяких випадках необхідність водяного охолодження пальників. []

					ДП.6.131.2127СТ.09.05.02.ПЗ.	Аркуш
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис.	Дата		

Основні переваги зварювання в захисних газах:

- висока продуктивність (у 2,5 рази вища порівняно з ручним дуговим зварюванням покритими електродами), низька вартість при використанні активних захисних газів;
- простота механізації та автоматизації;
- мала зона термічного впливу й відносно невеликі деформації виробу внаслідок високого ступеня концентрації дуги;
- висока якість захисту, немає потреби захищати шов при багат шаровому зварюванні; доступність процесу зварювання металу різної товщини (від десятих часток міліметра до десятків міліметрів), можливість спостереження за утворенням шва.
- висока якість зварних металів та їх сплавів різної товщини;
- відсутність операцій з засипання й прибирання флюсу та видалення шлаку. []

Отже, на підставі проведеного аналізу порівнянні усі недоліки та переваги, можна стверджувати, що для конструкції більш доцільне використання механізованого зварювання в середовищі захисного газу Аргон+18%CO₂

2.3. Розрахунок режимів зварювання

Шов №1 ДСТУ ISO 9692-1-2.12(ДСТУ 14771-76-T3-Δ8)

1) Конструктивні елементи підготовки крайок і розміри шва вказані на (Рис2.2)

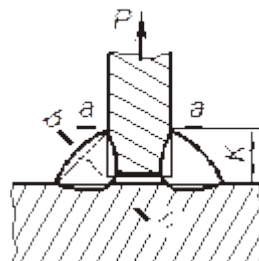


Рис 2.2 Конструктивні елементи шва

До початку розрахунку мають бути визначені такі *вихідні дані*:

тип з'єднання- ISO 9692-1-2.12

					ДП.6.131.2127СТ.09.05.02.ПЗ.	Аркуш
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис.	Дата		

-Просторове положення –нижнє

-товщина з'єднаних елементів-16мм 20 мм

-спосіб зварювання –MAG в суміші захисних газів Ar+18%CO₂

Основні параметри, що розраховуються:

Для зварного шва №1 розрахунок режимів зварювання виконується за площею поперечного перерізу наплавленого металу в наступній послідовності:

$$t_1 \rightarrow d_e \rightarrow I_{зв} \rightarrow U_d \rightarrow F_n \rightarrow V_{зв} \rightarrow V_{др}.$$

Параметри що вибираються:

-діаметр електрода d_e вибирається залежно від товщини зварюваного металу t_1 або катета шва z (рис 2.3). Для зварювання заготовок товщиною $t_1=16\text{мм}, 20\text{мм}$ для шва №1 пропонується зварювальний дріт суцільного перерізу діаметром $d_e=1,2\text{мм}$.

Сила зварювального струму $I_{зв}$ для механічного зварювання:

$$I_{зв} = \frac{\pi \times d_e^2}{4} \times j, \text{А} \quad (2.1)$$

де j - допустима густина зварювального струму електрода А/мм^2 - вибирається в залежності від діаметру електродного дроту d_e -для призначеного зварного з'єднання складає $j=65-200 \text{ А/мм}^2$. Таким чином ,для даних умов призначається $j=160 \text{ А/мм}^2$

$$I_{зв} = \frac{3,14 \times 1,2^2}{4} \times 160 = 180 \text{А}$$

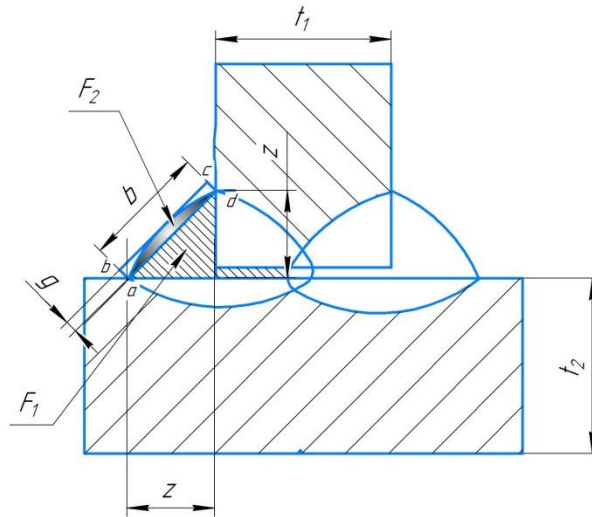
Напруга на дузі для зварювання в вуглекислому газі:

$$U_d = 20 + \left(\frac{50 \times 10^{-3}}{\sqrt{d}} \right) \times I_{св} \mp 1 \quad (2.2)$$
$$U_d = 20 + \left(\frac{50 \times 10^{-3}}{\sqrt{1,2}} \right) \times 180 = 29 \text{В}$$

де d_e підставляється в мм.

Повна площа поперечного перерізу наплавленого металу шва $F_n (\text{мм}^2)$ визначається геометрією зварного з'єднання (рис 2.3).

					ДП.6.131.2127СТ.09.05.02.ПЗ.	Аркуш
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис.	Дата		



Розрахунок площі поперечного перерізу шва

рис.2.3

Для розрахунку площі поперечного перерізу наплавленого металу шва $F_{\text{н}} (\text{мм}^2)$ розділяють шов на прості елементи (рис.2.3)

З рисунка видно, що площа шва визначається за формулою:

$$F_{\text{н}} = F_{\Delta} + F_{\text{п}} \quad (2.3)$$

Де F_{Δ} - це площа трикутника з катетом z , яка дорівнює :

$$F_{\Delta} = z^2 / 2 \quad (2.4)$$

$$F_{\Delta} = 8^2 / 2 = 32 \text{ мм}^2$$

Де $F_{\text{п}}$ - площа підсилення шва, яка дорівнює:

$$F_{\text{п}} = 0,75 b \times g \quad (2.5)$$

Де b - гіпотенуза трикутника, яка дорівнює:

$$b = z \times \sqrt{2} \quad (2.6)$$

$$b = 8 \times \sqrt{2} = 11,3 \text{ мм}$$

Де g – висота посилення, яка залежить від катета шва та його форми. Для катета кутового шва 8мм- $g = 2 \text{ мм}$.

$$F_{\text{п}} = 0,75 \times 11,3 \times 2 = 16,95 \text{ мм}^2$$

$$F_{\text{н}} = 32 + 16,95 = 48,95 \text{ мм}^2$$

					ДП.6.131.2127СТ.09.05.02.ПЗ.	Аркуш
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис.	Дата		

Кілька проходів визначається за формулою:

$$n = \frac{F_H - F_{H1}}{F_{H1}} + 1 \quad (2.7)$$

де F_{H1} - перший прохід

За перший прохід приймаємо :

$$F_{H1} = 17,75 \text{ мм}^2$$
$$n = \frac{48,95 - 17,75}{17,75} + 1 = 2,09$$

Приймаємо зварювання шва №1 за 2 проходи

За другий прохід приймаємо :

$$F_{H2} = F_H - F_{H1} \quad (2.8)$$
$$F_{H2} = 48,95 - 17,75 = 22,7 \text{ мм}^2$$

Розрахуємо параметри зварювання для першого і другого проходів:

Швидкість подачі дроту, м/год:

$$V_{\text{п.др}} = \frac{4 \times \alpha_p \times I_{3B}}{\pi \times d_e^2 \times \gamma}; \quad (2.9)$$

де γ – густина металу електродного дроту , для сталі = 7,8г/см³

Де α_p – коефіцієнт розплавлення електроду , який залежить від способу зварювання електроду , роду та сили струму. г/Ахс

$$\alpha_p = \left(8,3 + \frac{0,22 \times I_{3B}}{d_e} \right) \times 10^{-4} \quad (2.10)$$
$$\alpha_p = \left(8,3 + \frac{0,22 \times 180}{1,2} \right) \times 10^{-4} = 0,004 \text{ г/Ахс} = 16 \text{ г/А} \cdot \text{г}$$
$$V_{\text{п.др}} = \frac{4 \times 0,004 \times 180}{3,14 \times 1,2^2 \times 0,0078} = 82 \text{ мм/с} \times 3,6 = 296 \text{ м/год.}$$

Швидкість зварювання V_{3B} залежить від площі поперечного перерізу наплавленого металла шва F_i (мм²) і коефіцієнта наплавлення α_H , ($\frac{\text{г}}{\text{А}} \times \text{с}$)

					ДП.6.131.2127СТ.09.05.02.ПЗ.	Аркуш
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис.	Дата		

$$V_{зв} = \frac{\alpha_H \times I_{зв}}{\gamma \times F_i} \quad (2.11)$$

$$\text{де } \alpha_H = \alpha_p \times \left(1 - \frac{\psi}{100}\right) \quad (2.12)$$

де ψ – коефіцієнт втрат ; $\psi = (7-15)\%$, приймаємо $\psi = 10\%$

$$\alpha_H = 0,004 \times \left(1 - \frac{10}{100}\right) = (0,0036 \text{ г/А} \times \text{с}) \times 3600 = 13 \text{ г/А} \times \text{год}$$

$$V_{зв \text{ I пр}} = \frac{13 \times 180}{7,8 \times 17,75} = 17 \text{ м/год} = 0,47 \text{ см/с}$$

$$V_{зв \text{ II пр}} = \frac{13 \times 180}{7,8 \times 22,7} = 13 \text{ м/год} = 0,36 \text{ см/с}$$

Продуктивність наплавленого металу розраховується як:

$$G_H = \alpha_H \times I_{зв} \times 10^{-3}; \text{ кг/год}; \quad (2.13)$$

$$G_H = 13 \times 180 \times 10^{-3} = 2,34 \text{ кг/год};$$

Погонна енергія, Дж/см.

$$q_{\Pi} = \frac{I_{зв} \times U_{д} \times \eta}{V_{зв}}; \quad (2.14)$$

Де η – ефективний ККД процесу нагріву (для механізованого зварювання в захисних газах $\eta = 0,7 \dots 0,75$)

$$q_{\Pi \text{ I пр}} = \frac{180 \times 29 \times 0,7}{0,47} = 7774 \text{ Дж/см};$$

$$q_{\Pi \text{ II пр}} = \frac{180 \times 29 \times 0,7}{0,36} = 10150 \text{ Дж/см};$$

Ефективна теплова потужність

$$Q_{эф} = I_{зв} \times U_{д} \times \eta; \quad (2.15)$$

де η – коефіцієнт корисної дії дуги; $\eta = 0,75$;

$$Q_{эф} = 180 \times 29 \times 0,75 = 3915 \text{ ВА};$$

Шов №2 ДСТУ ISO 9298-1-3.12
(ГОСТ 14771-76-Н1-Δ5)

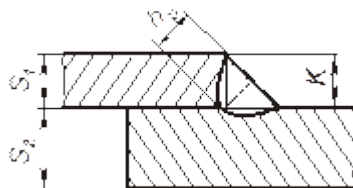


Рис.2.4 Конструктивні елементи шва

					ДП.6.131.2127СТ.09.05.02.ПЗ.	Аркуш
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис.	Дата		

2) Конструктивні елементи підготовки крайок і розміри шва вказані на (Рис2.4)

До початку розрахунку мають бути визначені такі *вихідні дані*:

- тип з'єднання-напусткове
- Просторове положення –нижнє
- Товщина з'єднуваних елементів-стінка t_1 -16 мм;два діски t_2 - 20мм;9мм.
- спосіб зварювання –MAG в суміші захисних газів $Ar+18\%CO_2$

Основні параметри, що розраховуються:

Для зварного шва №2 розрахунок режимів зварювання виконується за площею наплавленого металу в наступній послідовності:

$$t_1 \rightarrow d_e \rightarrow I_{зв} \rightarrow U_d \rightarrow F_n \rightarrow V_{зв} \rightarrow V_{др}.$$

Параметри ,що задаються:

-діаметр електрода d_e вибирається залежно від товщини зварюваного металу t_1 або катета шва z . Для зварювання заготовок товщиною $z=5$ мм для напусткового з'єднання пропонується зварювальний дріт суцільного перерізу діаметром $d_e=1,2$ мм .

Сила зварювального струму $I_{зв}$ для механічного зварювання розраховується за формулою(2.1):

призначається $j=150$ А/мм²

$$I_{зв} = \frac{3,14 \times 1,2^2}{4} \times 150 = 170A$$

Напруга на дузі для зварювання в вуглекислому газі розраховується за формулою(2.2):

$$U_d = 20 + \left(\frac{50 \times 10^{-3}}{\sqrt{1,2}} \right) \times 170 \mp 1 = 28V$$

де d_e підставляється в мм.

Повна площа поперечного перерізу наплавленого металу шва $F_n(\text{мм}^2)$ визначається геометрією зварного з'єднання .Загальна площа поперечного перерізу наплавленого металу кутового шва зварного напусткового з'єднання

					ДП.6.131.2127СТ.09.05.02.ПЗ.	Аркуш
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис.	Дата		

розраховується за формулою :

$$F_H = \frac{z^2}{2} 0,75 \times z\sqrt{2} \times g \quad (2.16)$$

де g — висота посилення, яка дорівнює 1мм

$$F_H = \frac{5}{2} + 0,75 \times 5\sqrt{2} \times 1 = 17,75 \text{ мм}^2.$$

Площа поперечного перерізу шва одного проходу лімітується для механізованого зварювання $F_i = 30 \dots 70 \text{ мм}^2$. Друга умова катет шва не повинен перевищувати 8 мм. Таким чином кутові шви зварного напусткового з'єднання виконуються за один проход .

Швидкість подачі дроту, м/год розраховується за формулою (2.9);

де γ — густина металу електродного дроту , для сталі = $7,8 \text{ г/см}^3$

Де α_p — коефіцієнт розплавлення електроду , який залежить від способу зварювання електроду , роду та сили струму розраховується за формулою(2.10).
г/Ахс

$$\alpha_p = \left(8,3 + \frac{0,22 \times 170}{1,2} \right) \times 10^{-4} = 0,004 \text{ г/Ахс} = 16 \text{ г/А} \cdot \text{год}$$

$$V_{\text{п.др}} = \frac{4 \times 0,004 \times 170}{3,14 \times 1,2^2 \times 0,0078} = 77,7 \text{ мм/с} \times 3,6 = 276 \text{ м/год.}$$

Швидкість зварювання $V_{\text{зв}}$ розраховується за формулою (2.11)

залежить від площі поперечного перерізу наплавленого шару металу шва F_H (мм^2) і коефіцієнту наплавленого металу α_H , розраховується за формулою (2.12)

де ψ — коефіцієнт втрат ; $\psi = (7-15)\%$; приймаємо 10%

$$\alpha_H = 0,004 \times \left(1 - \frac{10}{100} \right) = (0,0036 \text{ г/Ахс}) \times 3600 = 13 \text{ г/А} \times \text{г}$$

$$V_{\text{зв}} = \frac{13 \times 170}{7,8 \times 17,75} = 16 \text{ м/год} = 0,44 \text{ см/с}$$

Продуктивність наплавленого металу розраховується за формулою (2.13):

$$G_H = 13 \times 170 \times 10^{-3} = 2,2 \text{ кг/год} ;$$

					ДП.6.131.2127СТ.09.05.02.ПЗ.	Аркуш
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис.	Дата		

Погонна енергія розраховується за формулою (2.14)

Де η –ефективний ККД процесу нагріву (для механізованого зварювання в захисних газах $\eta=0,7...0,75$)

$$q_{\Pi} = \frac{170 \times 28 \times 0,7}{0,44} = 7572 \text{ Дж/см};$$

Ефективна теплова потужність розраховується за формулою (2.15):

де η – коефіцієнт корисної дії дуги; $\eta=0,75$;

$$Q_{\text{эф}} = 170 \times 28 \times 0,75 = 3570 \text{ ВА};$$

Таблиця 2.2.Режими зварювання шва №1

Шов№1	$d_{\text{др}}, \text{мм}$	$I_{\text{зв}}, \text{А}$	$U_{\text{д}}, \text{В}$	$V_{\text{п.др}}, \text{м/год}$	$F_{\text{н}}, \text{мм}^2$	$V_{\text{зв}}, \text{м/год}$	$Q_{\text{эф}} \text{ ВА}$
Нижнє Іпр	1,2	180	29	296	17,75	17	3915
Нижнє ІІпр	1,2	180	29	296	22,7	13	3915

Таблиця 2.3. Режими зварювання шва №2

Шов№2	$d_{\text{др}}, \text{мм}$	$I_{\text{зв}}, \text{А}$	$U_{\text{д}}, \text{В}$	$V_{\text{п.др}}, \text{м/год}$	$F_{\text{н}}, \text{мм}^2$	$V_{\text{зв}}, \text{м/год}$	$Q_{\text{эф}} \text{ ВА}$
Нижнє	1,2	170	28	276	17,75	16	3570

2.4 Розрахунок термічного циклу зварювання та визначення очікуваної структури зварних з'єднань.

Від температурного стану металу в зварному шві і розподілу температур в зварюваній конструкції в певній мірі залежить якість зварного з'єднання, а саме його властивості: міцність, пластичність, ударна в'язкість металу шва та прилеглих до нього ділянок. Виходячи з цього можна стверджувати, що від правильності вибору режимів зварювання (і як слідує з цього – режимів нагріву і охолодження) залежить якість зварного з'єднання. Необхідність в розрахунку термічного циклу зварювання виникає у разі потреби пересвідчитись у не

					ДП.6.131.2127СТ.09.05.02.ПЗ.	Аркуш
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис.	Дата		

утворенні дефектів металургійного походження, а також з метою визначення рівня зварних напружень і деформацій в металі шва і зоні термічного впливу. Характер появи цих та інших дефектів в значній мірі залежить від структурних перетворень, які проходять під час зварювання і навіть протягом значного часу після зварювання. Внаслідок цих перетворень матеріал змінює свої властивості і хімічний склад, що в свою чергу, у випадках неправильної технології чи невірному виборі зварювальних матеріалів, призводить до появи вищезгаданих дефектів.

Для оцінки впливу термічного циклу зварювання на зварне з'єднання визначають розміри зони, у якій температура перевищує температуру фазових перетворень. Розрахунки, виконані з використанням теорії розповсюдження теплоти при зварюванні, дозволяють встановлювати залежності розмірів такої зони від параметрів процесу зварювання і теплофізичних властивостей основного металу.

Під час процесу просування температурного поля вздовж стику циклічно змінюється температура різних його точок у часі. Термічні цикли точок, розташованих на різних відстанях від осі руху однакові, але зміщені в часі. У більш віддалених точках температура підвищується повільніше і тому пізніше досягає максимальних значень.

Термічний цикл зварювання характеризується наступними параметрами:

- максимальна температура $T_{\max}$;
- швидкість нагрівання і охолодження ω_0

Ці параметри залежать від теплофізичних властивостей металу, що зварюється, способу і режиму зварювання, конфігурації виробу, умов охолодження та інше.

□

Розрахунок термічного циклу зварювання для зварного з'єднання № 1 ДСТУ ISO 9692-1-2.12(ДСТУ 14771-76-T3-Δ8) для механізованого зварювання в захисних газах $Ar + 18\% CO_2$, що нагрівається до температури $T_{\max} = 1350^\circ$, розрахунок виконується за схемою наплавлення на масивний виріб.

					ДП.6.131.2127СТ.09.05.02.ПЗ.	Аркуш
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис.	Дата		

Таблиця 2.4. Вихідні дані для розрахунку

Найменування величини	Значення
Товщина зварюваних листів t_1, t_2 см	0,16 ; 0,2
Зварювальний струм $I_{зв}$, А	180
Напруга дуги U_0 , В	29
швидкість зварювання $V_{зв}$, см/с	0,47; 0,36
Ефективний коефіцієнт нагрівання η	0,85
Температура нагрівання T_m , °С	1350
Початкова температура виробу T_0 , °С	20
Коефіцієнт температуропровідності α , см ² /с	0,08
Коефіцієнт теплопровідності λ , Вт/см К	0,4
Коефіцієнт тепловіддачі α , Дж/см ² с К	0,003
Об'ємна теплоємність $c\gamma$, Дж/см ³ К	5,0

Розрахуємо ефективну теплову потужність нагрівання виробу як

$$q = I_{зв} \cdot U_0 \cdot \eta \quad (2.17)$$

$$q = 180 \cdot 29 \cdot 0,75 = 3915 \text{ Дж}$$

При цьому відстань y_0 за умови, що $T_m = 1350^\circ\text{C}$ визначаємо як

$$y_0 = \frac{0,484 \cdot q}{2 \cdot s \cdot c\gamma \cdot \lambda (T_m - T_0)} \quad (2.18)$$

$$y_0 = \frac{0,484 \cdot 3915}{2 \cdot 0,2 \cdot 5 \cdot 0,4(1350 - 20)} = 2 \text{ см.}$$

Розрахунок термічного циклу у точці на відстані $y_0=2$ см від осі шва виконуємо по формулі:

$$T(r_0, t) = \frac{q}{2\pi\lambda V t} \exp\left(-\frac{r_0^2}{4at}\right) \quad (2.19)$$

За програмою [17], результати розрахунку наведемо у табличній формі (табл. 2.2).

						Аркуш
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис.	Дата		

Таблиця 2.2. Зміна температури в часі в точці $y_0 = 2$ шов №1

$t, \text{с}$	$T, ^\circ\text{C}$
1,00	1349,18
1,50	1265,35
2,00	1125,61
2,50	997,58
3,00	89,04
3,50	801,01
4,00	726,99
4,50	664,86
5,00	612,15
6,00	527,83
7,00	463,59
8,00	413,13
9,00	372,49
10,00	339,07
15,00	233,90
20,00	178,44
25,00	144,22
30,00	121,01
40,00	91,53
50,00	73,60
60,00	61,55
70,00	52,88
80,00	46,36
90,00	41,26
100,00	37,18
150,00	24,87
200,00	18,69

Для того, щоб мати можливість проаналізувати структурні перетворення, які проходять в зоні термічного впливу при зварюванні, необхідно мати дані по кінетичному перетворенню аустеніту. Такі дані можна

отримати за допомогою діаграм термокінетичного перетворення, побудованих для даних умов зварювання. Відлік часу при охолодженні аустеніту починається з моменту, коли температура досягає критичної точки A_{c3} . Вище цієї температури аустеніт знаходиться в термодинамічно стійкому стані, нижче – в нестійкому і в залежності від температурно-часових умов може проходити перлітне, бейнітне або мартенситне перетворення. []

					ДП.6.131.2127СТ.09.05.02.ПЗ.	Аркуш
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис.	Дата		

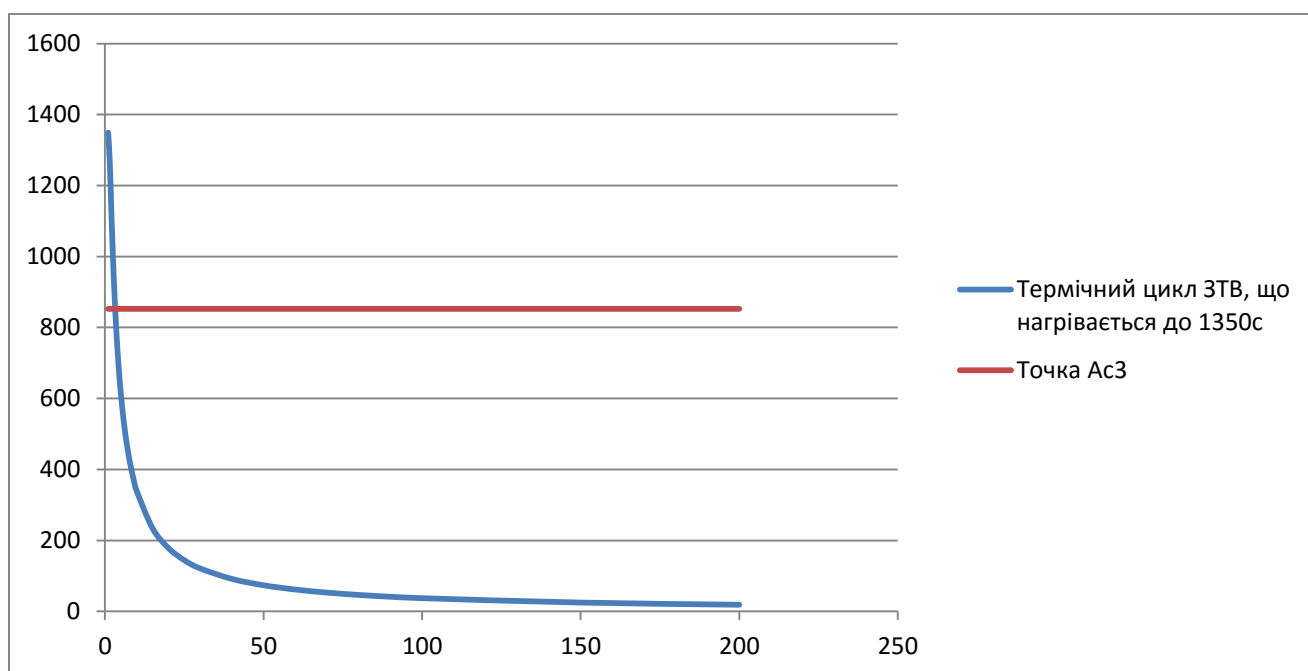
Розрахунок точки A_3 виконується за формулою:

За результатами розрахунку побудуємо графіки термічного циклу

$$A_{c3} = 910 - 229C + 32Si - 25Mn - 8Cr - 18Ns + 2Mo + 117V - 24Cu + 7W - 120B \quad (2.20)$$

$$A_{c3} = 910 - 229 \cdot 0.12 + 32 \cdot 0.65 - 25 \cdot 1.65 - 8 \cdot 0.3 - 24 \cdot 0.3 = 852,47$$

Рисунок 2.5. Термічний цикл механізованого зварювання в середовищі захисного газу для зварного з'єднання № 1



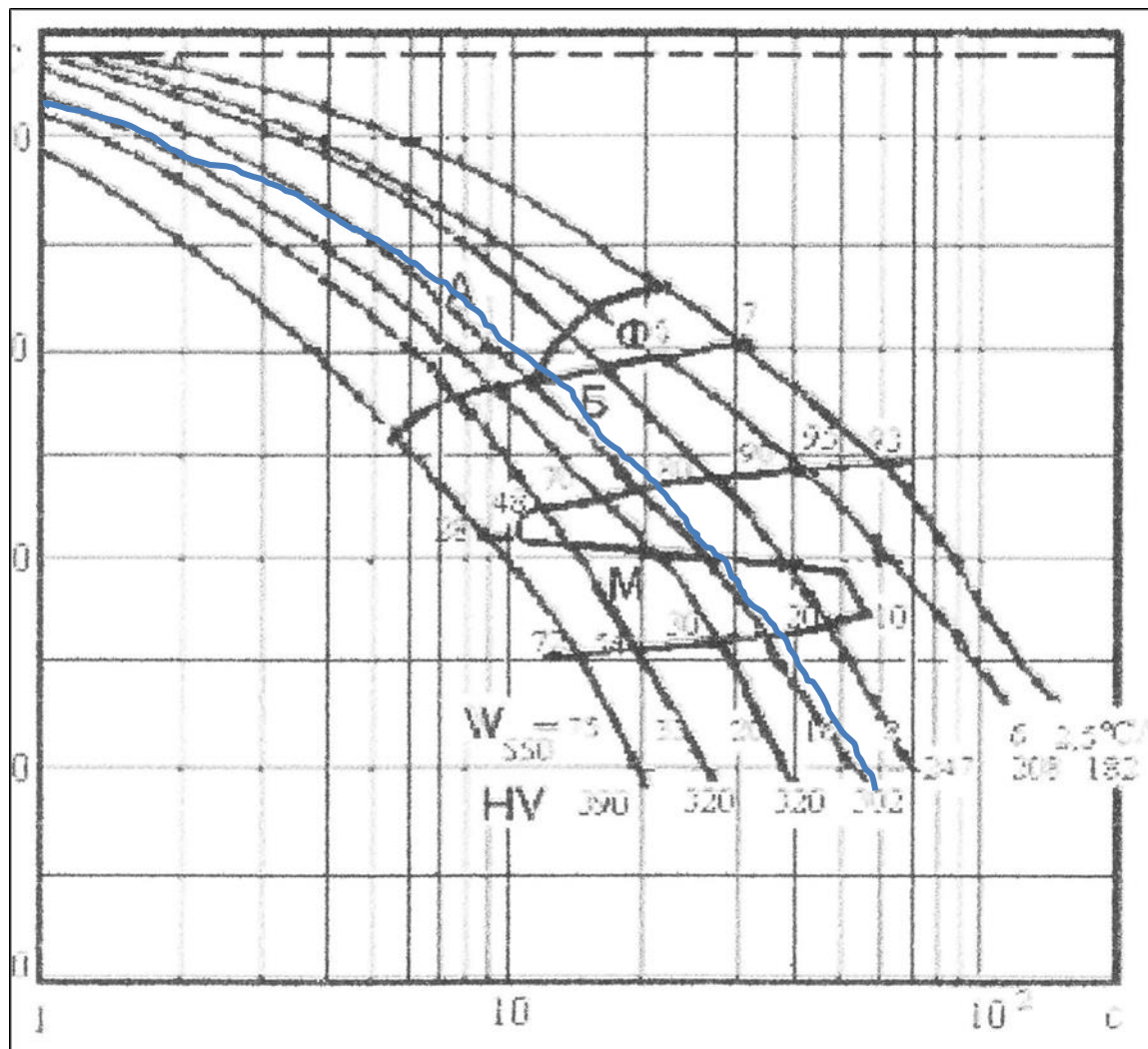


Рис. 2.6 Діаграма термокінетичного перетворення аустеніту сталі 09Г2С
($T_m = 1350\text{ }^{\circ}\text{C}$)

Аналіз отриманої структури

Аналіз проводиться по діаграмі термокінетичного перетворення аустеніту (рис. 2.6), де нанесена крива охолодження термічного циклу зварного з'єднання. При охолодженні по термічному циклу структура зони термічного впливу змішана: феррито-перлитна структура з домішками бейніту з діапазоном твердості по діаграмі термокінетичного перетворення аустеніту сталі 09Г2С $HV \approx 300$ од.

Розрахунок структурних складових для таврового з'єднання.

Відношення структурних складових в ЗТВ у відсотках розраховується за формулою:

$$\Phi_{(\tau)} = \Phi_{max} \times \Phi\left(\frac{\ln \tau - \ln \tau_{\Phi}}{\ln S_{\Phi}}\right); \% \quad (2.21)$$

де $\Phi(x)$ - інтегральна функція

нормального розподілу; $\Phi(x) = 1/1 + e^{-1,8 x}$;

τ -термін охолодження, в інтервалі температур від 850 до 500С;

τ_{Φ} -термін охолодження, яке відповідає утворенню структури металу з 50%-м вмістом фериту; S_{Φ} - константа, яка характеризує нахил спаду кривої вмісту фериту в міру збільшення тривалості

Тривалість охолодження отримують з термічних циклів ЗТВ, розрахованих за формулами теорії поширення тепла при зварюванні. Для наплавлення на масивний виріб:

$$\tau = \frac{q}{2\pi\lambda V} \times \left[\frac{1}{(500-T_0)^2} - \frac{1}{(850-T_0)^2} \right] \quad (2.22)$$

де q -ефективна теплова потужність зварювального джерела нагріву;

λ -коефіцієнт теплопровідності ($\lambda=0,4$ Дж/см х с х К); V – швидкість зварювання см/с; qV – об'ємна теплоємність; δ – товщина листа, см; T_0 - початкова температура виробу; $T_0=20$ С.

$$\tau_1 = \frac{3915}{2 \times 3,14 \times 0,4 \times 0,47} \times \left[\frac{1}{(500-20)} - \frac{1}{(850-20)} \right] = 3,76 \text{ с};$$

$$\ln \tau_1 = \ln 3,76 = 1,32;$$

$$\tau_2 = \frac{3915}{2 \times 3,14 \times 0,4 \times 0,36} \times \left[\frac{1}{(500-20)} - \frac{1}{(850-20)} \right] = 4,93 \text{ с};$$

$$\ln \tau_2 = \ln 4,93 = 1,59;$$

$$M_{(\tau)} = 100 \left[1 - \Phi\left(\frac{\ln \tau - \ln \tau_M}{\ln S_M}\right) \right]; \% \quad (2.23)$$

$$\ln \tau_M = -2,1 + 15,5C + 0,96Mn + 0,84Si + 0,65Cr + 0,74Mo + 0,55Ni + 0,3V + 4,0Al + 0,5W + 0,8Cu - 0,25Nb - 13,5C^2 - 0,8Si^2; \quad (2.24)$$

$$\sqrt{d_0} = 0,07; R = 0,82;$$

					ДП.6.131.2127СТ.09.05.02.ПЗ.	Аркуш
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис.	Дата		

$$\ln \tau_M = -2,1 + 15,5 \times 0,12 + 0,96 \times 1,5 + 0,84 \times 0,65 + 0,65 \times 0,3 + 0,55 \times 0,3 + 0,8 \times 0,3 - 13,5 \times 0,12^2 - 0,8 \times 0,65^2 = 1,78$$

$$\ln(S_M) = 0,56 - 0,41C + 0,1Mn + 0,14Cr; \quad (2.25)$$

$$\ln(S_M) = 0,56 - 0,41 \times 0,12 + 0,1 \times 1,5 + 0,14 \times 0,3 = 0,69$$

$$M_{(\tau_1)} = 100[1 - \Phi(\frac{3,76 - 1,78}{0,69})] = 100(1 - \Phi(2,86)) = 100(1 - 1) = 3,56\%$$

$$M_{(\tau_2)} = 100[1 - \Phi(\frac{4,93 - 1,78}{0,69})] = 100(1 - \Phi(4,56)) = 100(1 - 1) = 1,86\%$$

$$\Phi_{(\tau)} = \Phi_{\max} \times \Phi\left(\frac{\ln \tau - \ln \tau_{\phi}}{\ln S_{\phi}}\right) \quad (2.26)$$

$\Phi_{\max}$ - максимальна кількість фериту, яке може виділитися з аустеніту при дуже повільному охолодженню;

$$\Phi_{\max} = 100[1 - (C - 0,02)/(0,81 - 0,11Mn)]\% \quad (2.27)$$

$$\Phi_{\max} = 100[1 - (0,12 - 0,02)/(0,81 - 0,11 \times 1,5)] = 139\%$$

$$\ln \tau_{\phi} = 0,66 + 10 \times C + 1,3Mn - 0,48Si + 1,3Cr + 0,8Ni + 3,5 \times C \times Mn - 5,9C^2 + 0,8Si^2 \quad (2.28)$$

$$\ln \tau_{\phi} = 0,66 + 10 \times 0,12 + 1,3 \times 1,5 - 0,48 \times 0,65 + 1,3 \times 0,3 + 0,8 \times 0,3 + 3,5 \times 0,12 \times 1,5 - 5,9 \times 0,12^2 + 0,8 \times 0,65^2 = 3,9;$$

$$\sqrt{d_0} = 0,96; R = 0,82;$$

$\sqrt{d_0}$ - середньоквадратичне відхилення; R - додатковий коефіцієнт кореляції;

$$\ln S_{\phi} = 1,23 + 0,17Mn - 0,34Si + 0,3Cr + 0,31Ni; \quad (2.29)$$

$$\ln S_{\phi} = 1,23 + 0,17 \times 1,5 - 0,34 \times 0,65 + 0,3 \times 0,3 + 0,31 \times 0,3 = 2,8$$

$$\Phi(\tau_1) = 139 \times \Phi(\frac{3,76 - 3,9}{2,8}) = 139 \times \Phi(-0,05) = 0,07\%$$

$$\Phi(\tau_2) = 139 \times \Phi(\frac{4,93 - 3,9}{2,8}) = 139 \times \Phi(0,36) = 0,5\%$$

Загальний вміст фериту та перліту:

					ДП.6.131.2127СТ.09.05.02.ПЗ.	Аркуш
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис.	Дата		

$$[\Phi + \Pi]_{(\tau)} = 100 \times \Phi\left(\frac{\ln \tau - \ln \tau_{\Phi+\Pi}}{\ln S_{\Phi+\Pi}}\right) \% \quad (2.30)$$

$$\ln \tau_{\Phi+\Pi} = 0,34 + 5,2C + 1,8Mn + 0,53Si + 0,33Cr + 2,9Mo + 0,86Ni + 1,5W + 1Cu - 60C^*V - 5,1C^2 + 0,7Si^2; \quad (2.31)$$

$$\sqrt{d_0} = 0,96; R = 0,83;$$

$$\ln \tau_{\Phi+\Pi} = 0,34 + 5,2 \times 0,12 + 1,8 \times 1,5 + 0,53 \times 0,65 + 0,33 \times 0,3 + 0,86 \times 0,3 + 1 \times 0,3 - 60 \times 0,12 - 5,1 \times 0,12^2 + 0,7 \times 0,65^2 = 4,6 = \ln = 1,52$$

$$\ln S_{\Phi+\Pi} = 0,91 - 0,9C + 0,09Mn + 0,08Cr + 0,34Mo + 0,15Ni + 0,85V + 2,2Ti + 0,43W; \quad (2.32)$$

$$\sqrt{d_0} = 0,43; R = 0,61;$$

$$\ln S_{\Phi+\Pi} = 0,91 - 0,9 \times 0,12 + 0,09 \times 1,5 + 0,08 \times 0,3 + 0,15 \times 0,3 = 1,006 = \ln = 0,005$$

$$\ln \tau = \ln 3,76 = 1,32$$

$$\ln \tau = \ln 4,93 = 1,59$$

$$[\Phi + \Pi](\tau) = 100 \times \Phi\left(\frac{1,32 - 4,6}{1,006}\right) = 100 \times \Phi(-2,99) = 3\%;$$

$$[\Phi + \Pi](\tau) = 100 \times \Phi\left(\frac{1,59 - 4,6}{1,006}\right) = 100 \times \Phi(-2,99) = 3\%;$$

Кількість перліту:

$$\Pi(\tau_1) = [\Phi + \Pi](\tau) - \Phi(\tau) = 3 - 0,07 = 2,93\%$$

$$\Pi(\tau_2) = [\Phi + \Pi](\tau) - \Phi(\tau) = 3 - 0,5 = 2,5\%$$

Кількість беніту:

$$B(\tau_1) = 100 - M(\tau) - [\Phi + \Pi](\tau) = 100 - 2,93 - 3 = 94,07\%$$

$$B(\tau_2) = 100 - M(\tau) - [\Phi + \Pi](\tau) = 100 - 3,56 - 3 = 93,44\%$$

Проведений аналіз діаграми термо-кінетичного розпаду аустеніту сталі 09Г2С виявили, що при зварюванні таврових з'єднань структура буде ферліто-перлитна з домішками бейніту

					ДП.6.131.2127СТ.09.05.02.ПЗ.	Аркуш
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис.	Дата		

Висновки

На підставі проведеної роботи можна зробити висновки:

1.Запропоновано для виготовлення стійки використати механічне зварювання у суміші захисних газів Аргон +18%CO₂ ,дріт суцільного перерізу СВ-08Г2С діаметром 1,2 мм

2.Проведено розрахунок режимів зварювання і отримано результати :

Для таврового з'єднання з двох проходів:

I пр.-зварювальний струм -180А ,напруга-29В,швидкість зварювання-17м/год

II пр.-зварювальний струм -180А ,напруга-29В,швидкість зварювання-13м/год

Для швів внапусток:

зварювальний струм -170А ,напруга-28В,швидкість зварювання-16м/год

3.Розрахунок термічного циклу зварювання показав, що структура зварного з'єднання феррито-перлитна з домішками бейніту.

					ДП.6.131.2127СТ.09.05.02.ПЗ.	Аркуш
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис.	Дата		

					ДП.6.131. 2127ст. 09.05.03.ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Дробатій Н.О.			Технологічний процес складання та зварювання конструкції.	Літ.	Арк.	Акрушіє
Керівник		Мартиненко В.О.						
Реценз.						НУК ім. адм. Макарова		
Н. Контр.								
Зав.кафед		Квасницький В.Ф.						

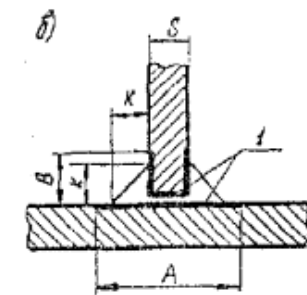
3. Технологічний процес складання та зварювання конструкції

3.1. Принципова послідовність складання та зварювання конструкції виконуються роботи за такою послідовністю:

1. Складання конструкції.

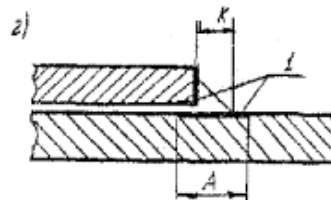
2. Підготовка крайок під зварювання. Крайки зачищуються до металевого блиску механічним способом. Якщо знехтувати цим правилом, тоді в металі шва можуть утворюватися, тріщини, пори і інший брак. В результаті істотно знижується надійність шва.

Схема зачистки деталей перед зварюванням:



$$A = S + 2K + 20$$
$$B = K + 10$$

Тавровий шов рис. б



$$A = K + 20$$

Шов внапусток рис. г

3. Складання заготовок на прихватках, які виконують ручним дуговим зварюванням з довжиною шва 10мм по 3-4 прихоплення на кожен погонний метр. Для даної конструкції використовуються 3 прихоплення. Катет прихоплення повинен бути не менше 5 мм-це необхідна умова для повного переплавлення прихоплення у процесі зварювання.

Послідовність встановлення деталей:

					ДП.6.131.2127СТ.09.05.03.ПЗ.	Аркуш
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис.	Дата		

4.За базу вибирається плита стійки(рис. 3.1)

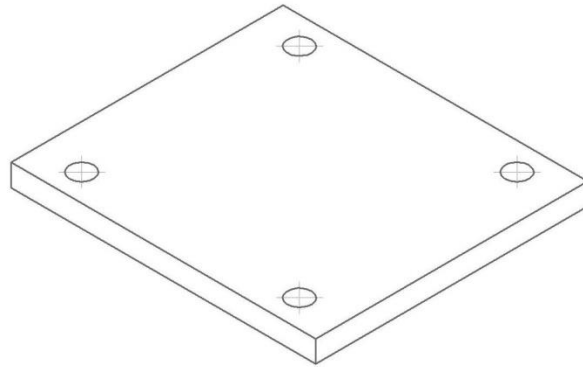


Рис 3.1 Плита

5.Після того як виконали орієнтування плити на складальному стенді, на неї за розміткою встановлюється діафрагма.(рис 3.2)

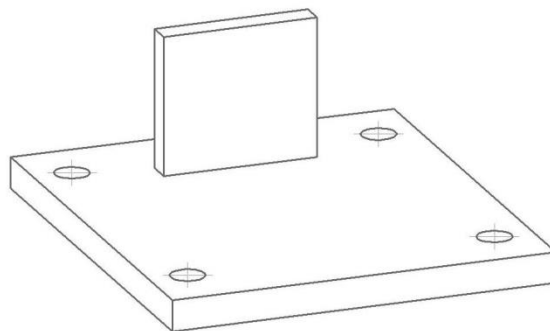


рис 3.2 Складання плити з діафрагмою

6.Діафрагма являється засобом за допомогою якого є можливість відповідним чином виставити стінки. Стінки це пластини які підкріплені в місцях отворів дисками. Для того щоб виконувати зварювання в нижнім положенні, спочатку виготовляються стінки. Для цього за розміткою виставляються диски і закріплюються на прихопленнях. Після перевірки якості складання виконуються зварювання дисків зі стінками. (рис 3.3)

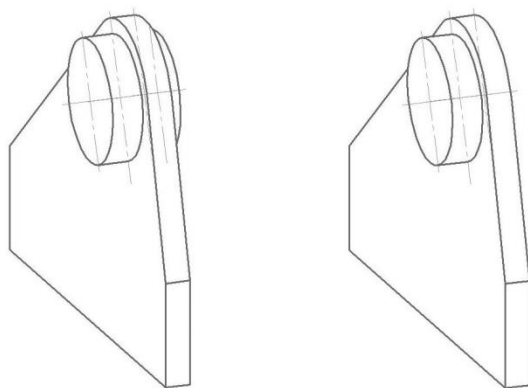


Рис 3.3 Складання та зварювання стінок

Після контролю ВТК стінки виставляються на складену конструкцію плити та діафрагми. Стінки виставляються на складену конструкцію за розміткою і діафрагма являється засобом для того щоб визначити положення стінки по ширині конструкції (рис 3.4)

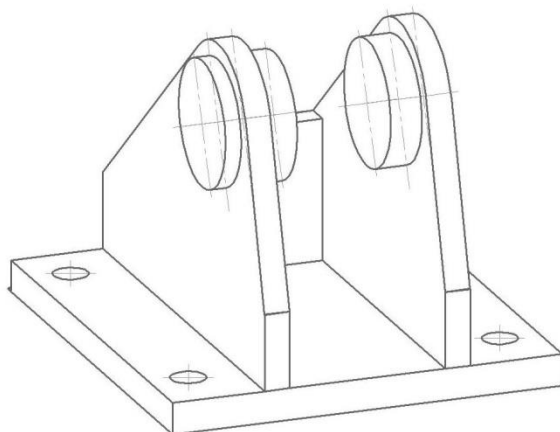


Рис 3.4 Складання плити зі стінками

7.Після того як виконали конструкцію стінок з діафрагмою та плитою, конструкція підкріплюється ребрами жорсткості (рис 3.5)

Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис.	Дата

ДП.6.131.2127СТ.09.05.03.ПЗ.

Аркуш

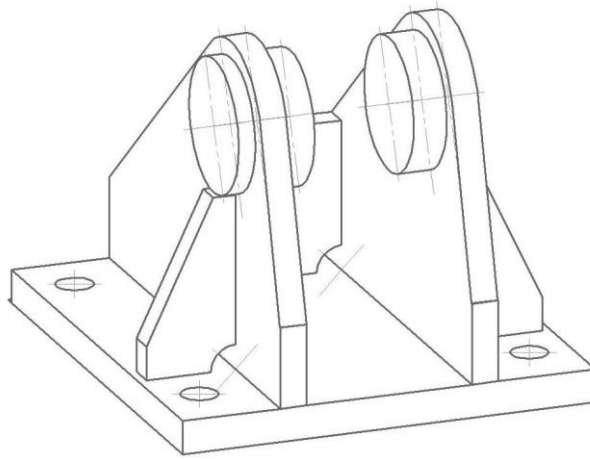


Рис 3.5 Монтаж ребер жорсткості та зварювання стійки

Зварювання виконується на останній стадії, це має ту перевагу що складена конструкція має підвищену жорсткість і тому очікування деформації після зварювання будуть мінімальними. Складену конструкцію пропонується зварювати на позиціонері . За допомогою отворів які є в плиті, конструкція закріплюється на планшайбі позиціонера, з метою щоби зварні з'єднання виконувати в нижньому положенні. В першу чергу зварюються стінки з плитою і в останню чергу зварюється діафрагма з стінками і ребра жорсткості зі стінками та плитою. Після виконання зварювання, конструкція піддається контролю якості зварних з'єднань і передається на дільницю механічної обробки для виготовлення отворів .

8. Після виготовлення отворів отримуємо конструкцію стійки (рис 3.6)

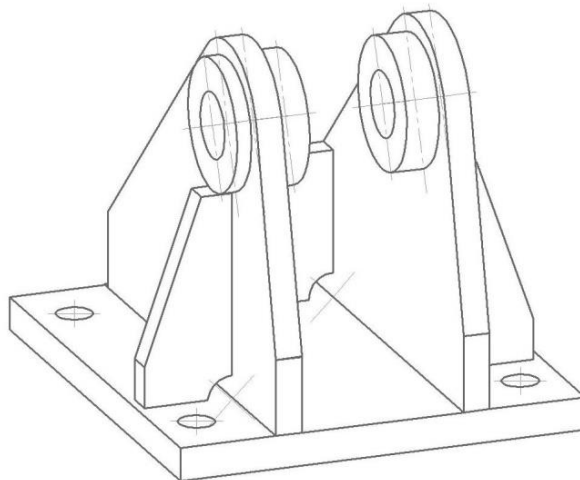


Рис 3.6 Стійка

Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис.	Дата

ДП.6.131.2127СТ.09.05.03.ПЗ.

Аркуш

3.2.Обґрунтування вибору зварювальних матеріалів

На механічні і фізико-хімічні властивості металу шва вагомий вплив має його хімічний склад. Тому для отримання властивостей, які задовольняють вимоги надійності є дуже важливим етапом.

Першою умовою при виборі зварювальних матеріалів для зварювання низьковуглецевих сталей є одержання міцних швів без пор і інших дефектів. Основною умовою виникнення пор є насичення металу шва воднем, азотом і уповільнення реакції окислення вуглецю в період кристалізації зварювальної ванни.

Іншою умовою при виборі зварювальних матеріалів є одержання металу шва з високою технологічною міцністю, тобто стійкістю до утворення гарячих тріщин.

Третьою умовою є отримання металу шва з вимогами щодо експлуатації міцності.

Четверта умова – низька собівартість доступність зварювальних матеріалів. []

Для виготовлення стійки використовується сталь 09Г2С

Для зварювання сталі цієї категорії можуть застосовуватися категорії зварювальних матеріалів наведені у таблиці: 3.1

					ДП.6.131.2127СТ.09.05.03.ПЗ.	Аркуш
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис.	Дата		

Таблиця 3.1 Призначення категорій зварювальних матеріалів для сталей
нормальної та підвищеної міцності

Суднобудівна сталь												
Категорія зварю- вальних матеріалів	Нормальної міцності				Підвищеної міцності							
	A	B	D	E	A32, A36	D32, D36	E32, E36	F32, F36	A40	D40	E40	F40
1, 1S, 1T, 1M, 1TM, 1V	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1YS, 1YT, 1YM, 1YTM, 1YV	+	—	—	—	+ ₁	—	—	—	—	—	—	—
2, 2S, 2T, 2M, 2TM, 2V	+	++	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2Y, 2YS, 2YT, 2YM, 2YTM, 2YV	+	++	—	—	+	+	—	—	—	—	—	—
2Y40, 2Y40S, 2Y40T, 2Y40M, 2Y40TM, 2Y40V	2				+	+	—	—	+	+	—	—
3, 3S, 3T, 3M, 3TM, 3V	+	++	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—
3Y, 3YS, 3YT, 3YM, 3YTM, 3YV	+	++	—	+	+	+	+	—	—	—	—	—
3Y40, 3Y40S, 3Y40T, 3Y40M, 3Y40TM, 3Y40V	2				+	+	+	—	+	+	+	—
4Y, 4YS, 4YT, 4YM, 4YTM, 4YV	+	++	—	+	+	+	+	+	—	—	—	—
4Y40, 4Y40S, 4Y40T, 4Y40M,	2				+	+	+	+	+	+	+	+

Цим категоріям зварювальних матеріалів відповідають вітчизняні та іноземні
марки зварювальних матеріалів наведені у таблиці: 3.2

Таблиця 3.2 Комбінації "зварювальний дріт–захисний газ"

Категорія зварювальних матеріалів	Найменування, марка зварювальних матеріалів		
	СНД	Голандія	Швеція
2YMS	Св-08Г2С+С1 Св-08Г2С-0+С1	-	-

Нижче наведено хімічний склад дротів, які використовуються для зварювання
Таблиця 3.3

Таблиця 3.3 Хімічний склад сталевих зварювальних дротів(ГОСТ 2246-70)

Марка дроту	С	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	S	P
Св-08Г2С	0,05...0,11	0,7...0,95	1.8...2.1	0.2	0,25	-	0,025	0,03

Фізико-хімічні показники 82% Ar і 18%CO₂ вказані в таблицях 3.4; 3.5

Таблиця 3.4 Фізико-хімічні показники 82% Ar і 18%CO₂

Показник	норма	
	Вищий сорт	Перший сорт
Об'ємна частка CO ₂ > 25 не менша	99,8	99,5
Масова частка водяних парів при температурі 20°C і тиску 101,3 кПа, г/см не більша	0,037	0,184

Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис.	Дата

ДП.6.131.2127СТ.09.05.03.ПЗ.

Аркуш

Таблиця 3.5 Склад аргону, вищий сорт

Показник	Норма
Вміст Ar, %, не менше	99,99
Вміст O ₂ , %, не більше	0,001
Вміст N ₂ , %, не більше	0,008
Вміст водяних парів, г/см, при нормальних умовах (20°C і 760мм рт.ст.)	0,01
Ar при 760 мм рт. ст. і температурі не вище	-58
Вміст CO ₂ і вуглеводнів в сумі, %, не більше	0,001

Зварювальний дріт Св-08Г2С забезпечує стійке горіння дуги в широкому діапазоні режимів зварювання – від крапельного до струминного перенесення електродного металу в зварювальну ванну.

Таблиця 3.6 Хімічний склад зварювального дроту Св-08Г2С, % мас.

C	S	Mn	Ni	S	P	Cr	N
0.05-0.11	0.7-0.85	1.8-2.2	до 0,25	до 0,025	до 0,03	до 0,2	до 0,01

Наплавлений метал дротом Св-08Г2С має наступні механічні властивості.
Таблиця 3.7 Механічні властивості наплавленого металу дротом Св-08Г2С

G _T , МПа	G _B , МПа	d, %	Ударна в'язкість KCV, Дж/см ²	
			-20°C	+20°C
≥390	≥490	21-23	70	130

В дипломному проекті пропонується використовувати найбільш універсальний зварювальний дріт марки Св-08Г2С з захисним шаром покриття – міддю. Обмінний дріт добре зберігається, мало чутливий до хімічного і механічного впливу оточуючого середовища, що сприяє підвищенню якості зварних з'єднань.

Мідне покриття забезпечує надійний електричний контакт між зварювальним дротом і струмопідвідним мундштуком пальника.

Зварювальний дріт Св-08Г2С випускається багатьма виробниками майже у всіх країнах СНД, Китаї, Індії та ін. []

					ДП.6.131.2127СТ.09.05.03.ПЗ.	Аркуш
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис.	Дата		

На підставі проведеного аналізу можна стверджувати, що зварювальний дріт Св-08Г2С відповідає зазначеним вище умовам, його доцільно використовувати в комбінації із сумішшю захисних газів $Ar+18\% CO_2$ під час зварювання стійки.

3.3. Обґрунтування вибору зварювального устаткування, складально-зварювальних пристроїв

До зварювального обладнання висуваються вимоги до якості та продуктивності технологічного процесу, надійності роботи, ергономічних показників обладнання, раціональної витрати матеріалів і електроенергії, мінімальної ціни обладнання.

Забезпечення високої якості зварних з'єднань вимагає:

- точного складання і фіксації зварюваних з'єднань в робочій зоні з врахуванням особливостей заготовки (відхилень від номінальних розмірів та форми, окалина, бризки металу тощо) і зварних деформацій;
- надійного захисту зварювальної ванни від впливу атмосфери шляхом подачі в зону зварювання захисного газу, флюсу, використання самозахисних зварювальних дротів, вакуумних камер і ін..;
- забезпечення заданого положення і орієнтації джерела нагрівання відносно зварюваного з'єднання з компенсацією випадкових відхилень лінії з'єднання від розрахункового положення;
- підтримування заданих значень параметрів процесу зварювання або їх зміна за заданим законом з врахуванням випадкових відхилень параметрів з'єднання, підготовленого до зварювання, від номінальних значень;
- застосування прогресивних зварювальних технологій (форсовані режими, багато дугове та багатоелектродне зварювання, стрічкові електроди і т. п.)

Висока продуктивність досягається застосуванням механізації, автоматизації і роботизації зварювального виробництва. Автоматизація і роботизація є факторами суттєвого покращення якості і стабільності характеристик з'єднань.

Висока надійність зварювального обладнання, яка є одним з найважливіших факторів забезпечення якості зварного шва і продуктивності, досягається:

- забезпечення стабільної роботи обладнання в умовах (залежно від методу зварювання) високої температури поблизу зони зварювання і зварного шва, потужного нестаціонарного магнітного поля, інтенсивного світлого випромінювання, розбризкування розплавленого металу,

	-				ДП.6.131.2127СТ.09.05.03.ПЗ.	Аркуш
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис.	Дата		

- інтенсивного виділення пилу чи аерозолів;
- підвищенням ресурсу роботи швидкозношуваних елементів;
- використанням сучасних засобів контролю стану і діагностики та усунення несправностей за рахунок швидкозмінних деталей, блоків та пристроїв;
- використанням складових з високими показниками надійності, уніфікація та агрегатування. Забезпечення раціональної витрати матеріалів на виготовлення обладнання, електроенергії, що споживається при зварюванні та зварювальних матеріалів досягається:
- раціональною побудовою типорозмірних рядів і вибором оптимального компонування зварювального обладнання;
- підвищенням ККД джерел енергії, зменшенням їх масогабаритних показників (наприклад використання інвентарних або транзисторних джерел енергії для дугового зварювання);
- зниженням розбрикування металу при зварюванні шляхом вибору його оптимального способу;
- вибором оптимального складу і витрати захисних газів, флюсу та способів їх подачі.

Високі ергономічні показники обладнання є важливим фактором підвищення якості зварних з'єднань, продуктивності і надійності процесу зварювання. Вони досягаються шляхом:

- покращення санітарних умов роботи (відсмоктування аерозолів та пилу, охолодження пальників, захист персоналу від світлого випромінювання) а безпеки праці;
- механізації, автоматизації та роботизації зварювальних та допоміжних робіт;
- врахування інженерної психології при розробці засобів керування та контролю зварювального обладнання;
- застосування раціонального компонування та ергономічних форм обладнання, раціональної організації робочих місць.

Мінімізація вартості обладнання та вартості його технічного обслуговування досягається:

- мінімізацією витрати матеріалів на зварювальне обладнання і трудомісткості його виготовлення;
- вибором або створенням обладнання з оптимальним набором функцій для виконання певних задач (без надлишковості);
- максимальним використанням серійного обладнання;

					ДП.6.131.2127СТ.09.05.03.ПЗ.	Аркуш
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис.	Дата		

- агрегатуванням та уніфікацією зварювального обладнання. []
- Тому у дипломному проєкті для зварювання стійки пропонується зварювальний апарат для механізованого зварювання з джерелом живлення ESAB WARRIOR (MIG) 500i CC/CV (рис 3.7)



Рис 3.7 Зварювальний апарат

ESAB WARRIOR (MIG) 500i CC/CV

WARRIOR 500i CC / CV - потужний інверторний зварювальний апарат для зварки покритими електродами (SMAW / MMA), зварювання, що плавиться в середовищі захисного газу (GMAW / MIG / MAG), зварювання порошковим дротом (FCAW), аргонно-дугового зварювання неплавким електродом (GTAW / TIG) і повітряно-дугового різання / строжки

Основні переваги апарату:

1. Економічність.
2. Простота використання, дисплей, стійкий до сонячного світла, легко читається поза приміщеннями
3. Висока продуктивність.

					ДП.6.131.2127СТ.09.05.03.ПЗ.	Аркуш
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис.	Дата		

4. Автоматичний гарячий старт і плавне регулювання, забезпечує чудову рівну стабільну дугу.
5. Сумісний для роботи з генератором.
6. Для подачі дроту використовується надійний 4-х роликовий механізм.
7. Забезпечує ідеальне напруга дуги при найжорсткіших умовах.
8. Можливість індивідуального підбору зварювального пальника.
9. Підбір довжини з'єднувального кабелю від 1,7 м до 35 м і типу охолодження

Таблиця 3. Технічні характеристики апарату ESAB WARRIOR (MIG) 500i CC/CV

Найменування параметрів	Значення
Напруга живлення, В	380
Діапазон установок зварювального струму, А	500
MIG-MAG	16-500
MMA	16-500
TIG	4-500
Порошковий та суцільний дріт	0,8-1,6 мм
ПВ 100%	при 400 А/36В
ПВ 60%	при 500 А/40В
Напруга холостого ходу, В	54
Потужність холостого ходу, Вт	120
ККД при максимальному струмі, %	88
Коефіцієнт потужності при максимальному струмі	0,92
Клас захисту корпусу	IP23
Розміри ДхШхВ, мм	712x325x470
З блоком охолодження, мм	712x325x700
Вага, кг	52
З блоком охолодження без хладагента, кг	67
Робоча температура	от -10 до +40
Клас застосування	S

На підставі усіх характеристик для зварювання стійки обираємо апарат для механізованого зварювання з джерелом живлення ESAB WARRIOR (MIG) 500i CC/CV.

3.4. Можливі дефекти зварних з'єднань, причини їх утворень, методи запобігання. Методи контролю якості зварних з'єднань та виправлення дефектів

До дефектів зварних з'єднань за ГОСТ 19232-73 відноситься невідповідність характеристик вимогам, що передбачені нормативами.

Дефекти у швах призводять до зменшення міцності і зниження експлуатаційної

					ДП.6.131.2127СТ.09.05.03.ПЗ.	Аркуш
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис.	Дата		

надійності зварних конструкцій. Найпоширеніші дефекти: непровар, неповномірний шов, проплавлення, пропалювання, підрізи, пористість, тріщини.

Непровар –це несплавлення металу шва з основним металом.

Неповномірний шов виходить у випадку, якщо глибина проплавлення менше запланової. Такий дефект легко виправляється додатковим наплавленням або повторним зварюванням.

Проплавлення - повне розплавлення металу при якісному з'єднанні деталей. Причина – надлишок тепла при зварюванні.

Пропалювання-часткове проплавлення основного металу з утворенням пустої порожнини. Найчастіше пропалювання спостерігаються при зварюванні тонкостінних деталей.

Підріз - виплавлення або вигорання металу по границях зварного шва. Підріз зменшує товщину металу і з'єднання і знижує міцність.

Пористість наявність газів у зварному шві.

Тріщини у зварних швах з'являються під впливом високих внутрішніх напружень в основному і наплавленому металах. Наявність тріщин у зварних з'єднаннях – недопустиме.

Причини появи дефектів. Підрізи, напливи, пропалювання з'являються внаслідок надмірної сили струму і напруги на дузі, великого діаметру електроду, неправильного руху електроду в процесі зварювання, неправильного складання перед зварюванням, низької кваліфікації зварювальника.

Газові пори і свищі з'являються внаслідок: 1) брудного або іржавого основного або припадного металу; 2) вологих електроду, флюсу, порошкового дроту; 3) підвищеного вмісту вуглецю в наплавленому металі; 4) довгої дуги при зварюванні; 5) частого відриву полум'я пальника; 6) поганого газового захисту;

7) при швидкого зварювання; 8) швидкого затвердіння наплавленого металу.

Шлакові включення можуть з'явитися внаслідок: 1) недостатнього розкислення металу шва; 2) тугоплавкості шлаків; 3) поганого зачищення поверхні крайок і окремих шарів при багат шаровому зварюванні; 4) затіканні шлаків у зазори між крайками.

					ДП.6.131.2127СТ.09.05.03.ПЗ.	Аркуш
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис.	Дата		

Тріщини у шві і у зоні термічного впливу можуть з'явитися внаслідок: 1)підвищеної кількості наплавленого металу; 2)неправильного вибору зварювальних матеріалів; 3)підвищеного вмісту сірки, фосфору, вуглецю; 4)наявності не проварів; 5)зварювання без попереднього або супутнього підігріву.

Поверхнєве окиснення може з'явитися внаслідок: 1)окиснювального полум'я; 2)тривалого нагрівання зварювальної ванни при температурі, що пеевищує температуру плавлення металу; 3)неправильного вибору режиму зварювання.

Непровари можуть з'явитися внаслідок: 1)неякісного очищення крайок; 2)підвищеної швидкості зварювання; 3)неправильного кута нахилу електрода або пальника; 4)не центрованого напрямку дуги; 5)завеликого розміру діаметра електрода чи пальника.

Методи контролю якості зварних з'єднань та виправлення дефектів

1. Відділ технічного контролю оформлює звіт щодо якості зварних швів, де необхідно визначити причини, через які виникають дефекти швів: розробляють заходи щодо їх запобігання, виправлення цих дефектів.
2. Прийом зварних швів здійснюється відділом технічного контролю (ВТК) заводу на підставі результатів контролю:
 - кваліфікація зварників;
 - якість зварювальних та зварюваних матеріалів;
 - зварювальне обладнання, інструменти, оснастка;
 - окремих операцій складально-зварювальних робіт (якість зварювання, зварювальні технології);
 - якість зварних швів, які контролюються зовнішнім оглядом, гаммаграфуванням, УЗК, випробування на непроникність і герметичність.

3.Контроль кваліфікацій зварників. Зварники сертифіковані відповідно до галузевих нормативних документів допускаються до виконання відповідальних зварювальних робіт. ВТК перевіряє наявність у зварників посвідчень. За відсутності сертифікату у зварника – він до роботи не допускається.

4.Контроль основного і зварювальних матеріалів:

- матеріали, що використовуються при виготовленні зварних конструкцій, до запуску у виробництво повинні перевірятися ВТК на відповідність вимогам технічних умов і стандартів;

					ДП.6.131.2127СТ.09.05.03.ПЗ.	Аркуш
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис.	Дата		

- підготовка зварювальних і зварюваних матеріалів (очищення, знежирення, прожарювання) перевіряються ВТК на відповідність основним положенням щодо зварювання;

5. Контроль якості зварювального устаткування, інструментів, оснастки. Під час контролю стану зварювального устаткування необхідно визначити:

- а) відповідність стану зварювального устаткування вимогам технічної документації з обслуговуванням;
- б) здатність застосованим устаткуванням забезпечити режими зварювання, зазначені в технологічному процесі на виготовлення конструкції;
- в) правильність підключення зварювального устаткування для забезпечення необхідної полярності зварювання;
- г) завчасний метрологічний нагляд вимірювальних приладів;

- контроль стану зварювального устаткування виконується службою технічного контролю періодично, але не менше одного разу на квартал. Контроль комплектності і полярності підключення устаткування на початку робочої зміни виконує виробничий майстер зі зварювання;

- в процесі виконання зварювальних робіт правильність показань вимірювальних приладів зварювального устаткування переносними вимірювальними приладами не менше одного разу на квартал.

6. Контроль стану конструкції перед зварюванням і технології зварювання:

- безпосередньо перед зварюванням виробничий майстер проводить перевірку чистоти зварювальних поверхонь і передати їх майстру ВТК;
- в процесі зварювання конструкції, виробничий майстер зі зварювання і майстер ВТК контролюють:

а) виконання технологічних вказівок стосовно зварювання, дотримання заходів щодо усунення деформацій, а також заходів, передбачених під час зварювання на відкритому повітрі;

б) дотримання послідовності правильності виконання швів, передбачених змінами зварювання і технічною документацією;

в) відповідність якості і стану зварювальних матеріалів стандартам і технічним умовам;

- у разі порушення заданої технології зварювання, невиконання вимог технологічних заходів, використання неперевірених матеріалів або не відповідних вимогам технологічної документації, служба технічного

					ДП.6.131.2127СТ.09.05.03.ПЗ.	Аркуш
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис.	Дата		

контролю або виробничий майстер повинні зупинити зварювальні роботи на конструкції на якій виявлені порушення до їх усунення.

7. Контроль швів зовнішнім оглядом і вимірюваннями:

- зовнішньому огляду підлягають всі зварні шви на всіх їх довжинах з обох боків. Його виконують до контролю другими методами;
- перед контролем зовнішнім оглядом і вимірюваннями зварні шви повинні бути акуратно очищені від шлаку, іншого забруднення;
- контролем вимірюванням визначається відповідність розмірів швів вимогам креслень;
- вимірювання здійснюються через кожний метр шва, але не менше одного вимірювання на кожному шві, а також в місцях, де зовнішнім оглядом установлені відхилення від допустимих розмірів;
- закінчені шви контролюються гаммаграфуванням або ультразвуком і, у разі необхідності, на герметичність та непроникність. []

					ДП.6.131.2127СТ.09.05.03.ПЗ.	Аркуш
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис.	Дата		

Висновки

1. Розроблено технологію складання стійки із застосуванням складального і зварювального обладнання та матеріалів.
2. Обрано зварювальне обладнання, яке забезпечить стійке горіння дуги при різних видах зварювання. Для механізованого зварювання в середовищі захисних газів пропонується використати апарату ESAB WARRIOR (MIG) 500i CC/CV
3. Зварювання виконується механізованим способом у суміші захисних газів (Ar+18% CO₂), у якості зварювальних матеріалів для механізованого способу зварювання використано дріт Св-08Г2С, що дозволить істотно зменшити розбризкування електродного металу.

					ДП.6.131.2127СТ.09.05.03.ПЗ.	Аркуш
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис.	Дата		

					ДП.6.131. 2127ст. 09.05.04.ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Охорона праці під час проведення зварювальних робіт конструкції.	Літ.	Арк.	Акрушіє
Розроб.		Дробатій Н.О..						
Керівник		МартиненкоВ.О.						
Реценз.						НУК ім. адм. Макарова		
Н. Контр.								
Зав.кафед		Квасницький В.Ф						

4.Охорона праці під час проведення зварювальних робіт конструкції

Безпека при проведенні зварювальних робіт - обов'язкова складова заходів, спрямованих на дотримання вимозі з охорони праці та створенню нормальних виробничих умов. Вона передбачає цілий ряд підготовчих заходів, які регламентуються діючою інструкцією і зачіпають ряд важливих питань. Існують галузеві вимоги з безпеки і охорони праці, питання, що стосуються змісту робочого місця і його оточення. На увагу заслуговують правила зберігання легкозаймистих (горючих) рідин, порядок використання засобів особистого захисту та інші питання.

Галузеві правила

Згідно з вимогами по охороні праці, займатися зварюванням самостійно можуть особи, які досягли вісімнадцяти років і які пройшли медичну комісію. Перед цим вони повинні пройти не тільки вступний, але і первинний інструктаж, а також освоїти навчальні методики і стажуватися за своєю спеціальністю з присвоєнням їм групи допуску не нижче другої (група П).

При виконанні своїх професійних завдань працівник повинен:

- виконувати лише ті операції, які пропонуються інструкцією з охорони праці електрозварника ручного зварювання;
- неухильно дотримуватися вимог, що стосуються внутрішнього розпорядку і техніки проведення зварних робіт;
- освоїти на практиці прийоми поводження із засобами особистого захисту;
- постійно вдосконалювати прийоми безпечного проведення зварювальних робіт і оволодіти навичками надання необхідної медичної допомоги.

Крім цього, початківець працівник зобов'язаний володіти основними прийомами поводження з найпростішими засобами пожежогасіння.

Організація робочого місця

Місце постійного перебування оператора в межах ділянки має перебувати в ідеальному порядку і не містити ніяких зайвих деталей, що створюють перешкоду зварюванню. Це ж вимога охорони праці стосується змісту проходів та проїздів, оточуючих робочу зону.

Всі вихідні заготовки і використовувані при зварюванні деталі повинні знаходити-

					ДП.6.131.2127СТ.09.05.04.ПЗ.	Аркуш
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис.	Дата		

тися в стійкому положенні і зберігатися на спеціально призначених для цього стелажах або полицях. При цьому гранична висота штабелів обмежена. Вона не може бути більше ніж півтори ширини його заснування (але в будь-якому випадку вона не повинна перевищувати одного метра).

В процесі інструктування з охорони праці під час зварювання має відзначатися, що в якості робочої зони не допускається використовувати обмежені за обсягом приміщення з наглухо закритими люками (великі ємності або колодязі).

Особистий захист

При електродуги методі сплаву заготовок дугового розряд і частки розплаву є основними джерелами травматизму, ймовірність якого збільшується через підвищеного рівня випромінювань і теплового ефекту. За вимогами охорони праці під час зварювальних робіт з метою захисту відкритих ділянок обличчя зварників та інших частин шкіри використовуються спеціальні щитки, що виготовляються в двох модифікаціях (що одягаються на голову і ручні). Вони також забезпечують частковий захист дихальних шляхів зварника від виділених в процесі робіт металевих парів і присадних аерозолів, зважених в повітрі.

Надягає на голову щиток набагато зручніше, ніж використовувати ручний, так як перший надає зварнику можливість діяти обома руками. Такі щитки виготовляються у формі добре облягають особа масок, ефективно захищають все відкриті його частини. Для тимчасового зняття маски немає необхідності відкидати її на голову - для цього досить підняти вбудовану рамку зі світлофільтром і спостерігати за процесом крізь прозоре скло. У більш безпечних умовах зварювання інструкція з охорони праці дозволяє замість щитків застосовуватися захисні окуляри, також мають комплект світлофільтрів.

У вимогах з охорони праці під час зварювальних робіт також зазначається, що на будівельних майданчиках все зварювальники повинні носити каски, службовці для захисту голови від отримання випадкової травми. Під таку каску обов'язково надаватися легкий головний убір, званий подшлемником.

До категорії особистих захисних засобів відносяться і такі обов'язкові складові як спецодяг та взуття. Спецодяг включає роби і штани з щільного бавовняного матеріалу, добре оберігає тіло зварника від опіків і механічних травм.

Для зварювальних робіт в межах стаціонарних постів за вимогами охорони праці оператору видається захисний фартух, додатково оберігає від металевих бризок, що утворюються при дугового різання. Його взуття при переміщенні в

					ДП.6.131.2127СТ.09.05.04.ПЗ.	Аркуш
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис.	Дата		

межах будівельного майданчика повинна бути оснащена спеціальною стійкою до прослизання і невисокою підметкою.

В якості одного з пунктів реалізації вимог охорони праці можна розглядати заборону на розміщення горючих і вибухонебезпечних речовин і сумішей поблизу від робочого місця (в радіусі 5-ти і 10-ти метрів відповідно). При виробництві зварювальних робіт в обмеженому просторі або в порожнинах металоконструкцій зварювальне обладнання повинно бути винесено за їх межі. У зазначеній ситуації місце зварника обов'язково оснащується витяжною вентиляцією, а освітлення повинно подаватися від джерела зниженої напруги

(не більше 12 Вольт). Все що використовується при зварюванні обладнання повинно відключатися спеціально призначеним для його комутації рубильником.

Безпека при газозварюванні

При газозварюванні важливо дотримувати правильну послідовність перекриття вентилів пальника (на початку зварювання спочатку відкривається вентиль кисню, а потім ацетиленовий, а при її завершенні - навпаки). Згідно з вимогами охорони праці, в перервах між зварювальними «сеансами» вентилі на пальнику слід перекривати, так як будь-які переміщення з працюючим газовим обладнанням за межами робочого місця заборонені.

Щоб уникнути випадкового отруєння парами чадного газу, а також для запобігання утворення горючої суміші не допускається підігрів заготовок одним ацетиленом (без добавки кисню). Під час зварювальних робіт в закритих ємностях або порожнинах металоконструкцій пропонується застосування витяжної вентиляції, а в окремих випадках - і персональних засобів захисту органів дихання (протигазів або марлевих пов'язок). Охорона навколишнього середовища при газових зварювальних роботах має також велике значення, адже газами дихають не тільки зварювальники, а й інші люди.

Обов'язкова також перевірка рівня загазованості в замкнених просторах (в тунелях, підземних колодязях та інших місцях з обмеженим доступом повітря і можливістю скупчення небезпечних сумішей).

Згідно з діючими нормативами не допускається одночасне проведення (у межах однієї ділянки) газосварки і електродугових зварювальних робіт. []

					ДП.6.131.2127СТ.09.05.04.ПЗ.	Аркуш
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис.	Дата		

Розрахунок захисного заземлення

Заземлюючий пристрій – це сукупність заземлювача і заземлюючих провідників, які з'єднують заземлюючі частини електроустановки із заземлювачем.

– *Визначимо припустимий опір заземлюючого пристрою.*

Найбільший припустимий опір заземлюючих пристроїв і електроустановок напругою до 1000 В – $R_{\text{доп.}} = 4 \text{ Ом}$, за умови, що заземлюючі пристрої електроустановок мережі з ізольованої нейтраллю при потужності трансформатора більше 1000 кВ·А.

– *Визначимо питомий опір ґрунту.*

Питомий опір ґрунту є опір куба ґрунту з ребром 1 м.

Ґрунт-супісок. Питомий електричний опір ґрунту – 300 Ом·м.

– *Вибір матеріалу, розмірів заземлювача і розрахунок опору розтікання.*

Заземлювач круглий (суцільного перетину), сталевий.

Зовнішній діаметр стрижня – 12 мм.

– *Визначимо опір розтіканню для одного заземлювача (рис. 4.1):*

$$R_1 = \frac{\rho}{2 \cdot \pi \cdot l} \cdot \left(\ln \frac{2 \cdot l}{d} + \frac{1}{2} \cdot \ln \frac{4 \cdot t + l}{4 \cdot t - l} \right) \quad (4.1)$$

де ρ – питомий опір, Ом·м; l – довжина стрижня, $l = 10 \text{ м}$; d – зовнішній діаметр стрижня, м; t – глибина закладення стрижня, від поверхні землі до середини стрижня, $t = 5,5 \text{ м}$; t_0 – глибина закладення стрижня, від поверхні землі до верхнього торця стрижня, $t_0 = 0,5 \text{ м}$.

$$R_1 = \frac{300}{2 \cdot 3,14 \cdot 10} \cdot \left(\ln \frac{2 \cdot 10}{0,012} + \frac{1}{2} \cdot \ln \frac{4 \cdot 5,5 + 10}{4 \cdot 5,5 - 10} \right) = 37 \text{ Ом.}$$

Умова $R_1 > R_{\text{доп.}}$ не виконується, то необхідно застосувати кілька штучних замінників з'єднаних паралельно.

					ДП.6.131.2127СТ.09.05.04.ПЗ.	Аркуш
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис.	Дата		

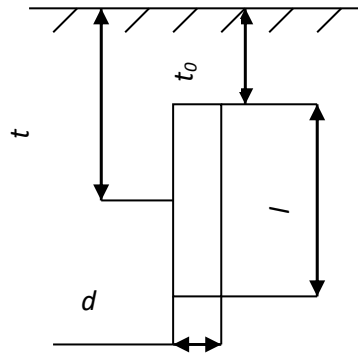


Рис. 4.1. Розміщення одного заземлювача

– Визначимо необхідне число паралельно з'єднаних заземлювачем:

$$n' = \frac{R_1}{\eta_B \cdot R_{\text{дон.}}} = \frac{37}{1 \cdot 4} = 9,3 ,$$

де η_B – коефіцієнт використання заземлювача враховуюче їхнє взаємне екранування, $\eta_B = 1$.

Приймаємо $n' = 10$.

– Визначимо фактичний опір штучних заземлювачей:

$$R_{\phi} = \frac{R_1}{(n \cdot \eta_{\phi})} = \frac{37}{(10 \cdot 0,62)} = 5,97 \text{ Ом},$$

де η_{ϕ} – фактичний коефіцієнт використання заземлювача $\eta_{\phi} = 0,62$.

Для зв'язку вертикальних заземлювачей застосуємо сполучну смугу (рис. 4.2).

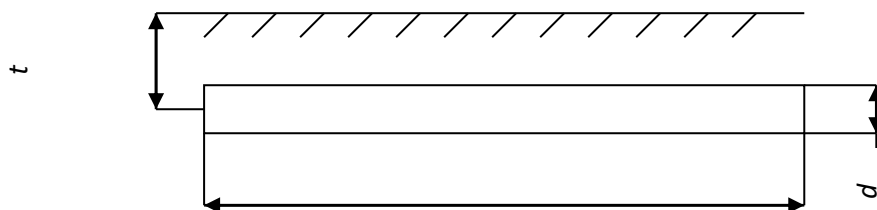


Рис. 4.2. Розміщення сполучної смуги

Опір розтікання сполучної смуги визначимо, як опір протяжного смугового заземлювача розташованого уздовж.

– Визначимо опір розтіканню сполучної смуги:

$$R_{\text{ln}} = \frac{\rho}{2 \cdot \pi \cdot l} \cdot \ln \frac{l^2}{d \cdot t}, \text{ Ом} \quad (4.2)$$

де a – відстань між електродами, $a = 10$ м; t – глибина закладення смуги, від поверхні землі до середини смуги, $t = 0,5$ м; l – довжина смуги, $l = 1,05 \cdot a \cdot n = 1,05 \cdot 10 \cdot 10 = 105$ м; $d = 0,012$ м.

$$R_{1n} = \frac{300}{2 \cdot 3,14 \cdot 105} \cdot \ln \frac{105^2}{0,012 \cdot 0,5} = 6,56 \text{ Ом.}$$

– Визначимо опір смуги:

$$R_n = \frac{R_{1n}}{\eta_n}, \text{Ом} \quad (4.3)$$

$$R_n = \frac{6,56}{0,62} = 10,6 \text{ Ом}$$

де η_n – коефіцієнт використання смуги по таблиці $\eta_n = 0,62$.

– Визначимо фактичний опір розтікання заземлюючого пристрою з вертикальних заземлювачей і сполучної смуги:

$$R_z = \frac{R_{\phi} \cdot R_n}{R_{\phi} + R_n}, \text{Ом} \quad (4.4)$$

$$R_z = \frac{5,97 \cdot 10,6}{5,97 + 10,6} = 3,8 \text{ Ом.}$$

$R_z < R_{доп.}$ Умова виконується.

Висновки

Одним із основних технологічних процесів у багатьох галузях промисловості є електродугове зварювання та інші споріднені технології, що характеризуються шкідливими та небезпечними виробничими факторами, які, за певних умов, можуть призводити до професійних захворювань та нещасних випадків робочих зварювальних професій.

Не дивлячись на постійне удосконалення способів дугового зварювання та зварювальних матеріалів, до цього часу багато гігієнічних проблем зварювального виробництва остаточно не вирішено. Як наслідок цього залишаються незадовільними умови праці електрозварників, що негативно позначається на їх здоров'ї та працездатності. Комплексний характер негативного впливу на здоров'я зварників небезпечних та шкідливих виробничих факторів, а також тяжкості і напруженості праці, вимагають здійснення різноманітних оздоровчих заходів. []

					ДП.6.131.2127СТ.09.05.04.ПЗ.	Аркуш
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис.	Дата		

					ДП.6.131. 2127ст. 09.05.05.ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Розрахунок собівартості виконання складальних і зварюваних робіт під час виготовлення зварної конструкції.	Літ.	Арк.	Акрушіє
Розроб.		Дробатій Н.О..						
Керівник		Мартиненко В.О.						
Реценз.						НУК ім. адм. Макарова		
Н. Контр.								
Зав.кафед		Квасницький						

5.1. Розрахунок собівартості виконання зварювальних робіт при виготовленні річної програми випуску стійки конвеєра

У даному розділі дипломного проекту виконується розрахунок собівартості виконання зварювальних робіт при виготовленні річної програми випуску стійки конвеєра

Технологічний процес складання та зварювання стійки: таблиця 5.1:

таблиця 5.1. Технологічний процес складання та зварювання стійки

Найменування операцій	Спосіб виконання робіт	Норма часу н-год ²	Трудоемкість операції, год
Вузол1. Складання стінок з дисками			
зачищення	м	0,018	0,027
складання	м	0,49+0,29	0,78
зварювання	м	0,07	0,05
Контроль якості швів	м	0,016	0,01
Складання плити з діафрагмою			
зачищення	м	0,018	0,0018
складання	м	0,15+0,04	0,19
Складання вузла з діафрагмою та плитою			
зачищення	м	0,018	0,013
складання	м	0,58+0,29	0,87
Складання ребер жорсткості з стінками та плитою			
зачищення	м	0,018	0,006
складання	м	0,14+0,14	0,28
Зварювання стінок з плитою			
Зварювання	м	0,15	0,33
Зварювання діафрагми з стінками та плитою			
Зварювання	м	0,15	0,168
Зварювання ребер жорсткості з стінками та плитою			
Зварювання	м	0,15	0,214
Контроль якості швів	м	0,016	0,08
			3,07

Розрахунок виконується для річного випуску у кількості 200 шт. таблиця 5.2:

Таблиця 5.2. Вихідні данні розрахунку:

Найменування показника	Значення
Річний обсяг продукції, шт., (кг, т)	200
Витрати електродного дроту на одиницю продукції (на 1 шт на 1 кг наплавленого металу)	1,5
Ціна 1 кг дрота, грн.	28

Продовження таблиці 5.2.

Витрати захисного газу на одиницю продукції м ³	1,2
Ціна 1 м ³ газової суміші, грн.	56,1
Витрати електроенергії одиницю продукції кВт-год/шт.	5,4
Ціна 1 кВт-год електроенергії, грн.	1,9
Трудовісткість зачищення виробу, н-год.	0,06
Трудовісткість складання виробу, н-год.	2,12
Трудовісткість зварювання виробу, н-год.	0,8
Контроль якості швів	0,09
Тарифна ставка оплати праці зачіщача, грн./н-год.	20
Тарифна ставка оплати праці контролера, грн./н-год.	20
Тарифна ставка оплати праці складальника, грн./н-год.	90
Тарифна ставка оплати праці зварника, грн. /н-год.	80
Вартість складально-зварювальної оснастки: позиціонер грн.	18000
Вартість апарату для механізованого зварювання з джерелом живлення ESAB WARRIOR (MIG) 500i CC/CV	120000
Норма амортизації технологічного устаткування, %	13
Норма витрат на поточний ремонт, %	5

Розрахунок витрат на зварювальні матеріали приведені в таблиці 5.3

Таблиця 5.3 Витрати на зварювальні матеріали

Найменування матеріалу	Одиниці виміру	Розхід на 1 п.м.	Річна програма, шт.	Ціна одиниці, грн.	Розхід на річну програму, кг,м ³	Витрати на матеріал, грн.
Дріт	кг	0,28	200	28	302	8456
Газова суміш	М ³	0,22	200	56,1	240	13464

ΔМ=21920 грн

Розрахунок витрат на електроенергію наведений в таблиці 5.4

Таблиця 5.4 Витрати на електроенергію

Найменування	Е.О. виміри	Витрати на 1 шт., кВт-год	Річна програма в шт.	Витрати на 1 річну програму кВт-год	Ціна 1 кВт-год, грн.	Витрати на Електроенергію річна програма, грн.
Електроенергія	кВт-г	5,4	200	1080	1,9	2052

ΔЕ= 2052 грн

Розрахунок витрат на основну заробітну плату приведений в таблиці 5.5

Таблиця 5.5.Витрати на ОЗП

Операція технологічного процесу	Трудомісткість виконання на 1 виріб, н-год.	Річна програма випуску виробів, шт.	Трудомісткість виконання річної програми, н-год.	Годинна тарифна ставка робочого, грн./год.	Повні витрати на додаткову заробітну плату	Річна сума витрат, грн.
Зачищення	0,06	200	12	20	27	324
Складання	2,12	200	424	90	122	51728
Зварювання	0,8	200	160	80	109	17440
Контроль якості швів	0,09	200	18	20	27	486

Витрати на ΔОЗП= 69978 грн

					ДП.6.131.2127СТ.09.05.05.ПЗ.	Аркуш
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис.	Дата		

Розрахунок суми додаткових капіталовкладень наведені у таблиці 5.6

таблиці 5.6.Розрахунок суми капіталовкладень

Найменування обладнання	Кількість	Вартість одиниці обладнання
Апарат для механізованого зварювання з джерелом живлення ESAB WARRIOR (MIG) 500i CC/CV	1	120000
Зварювальний позиціонер HD-10	1	18000

Витрати $\Delta K=138000$ грн

Розрахунок витрат на амортизацію зварювального обладнання наведено у таблиці 5.7

Таблиця 5.7. Витрати на амортизацію зварювального обладнання

Найменування обладнання	Початкова вартість, грн.	Норма амортизації, %	Сума витрат на амортизацію, грн.
Апарат для механізованого зварювання з джерелом живлення ESAB WARRIOR (MIG) 500i CC/CV	120000	13	15600
Зварювальний позиціонер HD-10	18000	6	1080

$\Delta A= 16680$ грн

Розрахунок витрат на поточний ремонт обладнання наведено у таблиці 5.8

					ДП.6.131.2127СТ.09.05.05.ПЗ.	Аркуш
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис.	Дата		

Таблиця 5.8 Витрати на поточний ремонт обладнання

Найменування обладнання	Вартість обладнання, грн.	Норма витрат на поточний ремонт, %	Сума витрат на поточний ремонт обладнання, грн.
Апарат для механізованого зварювання з джерелом живлення ESAB WARRIOR (MIG) 500i CC/CV	120000	15	18000
Зварювальний позиціонер HD-10	18000	10	1800

Витрати на поточний ремонт $\Delta T = 19800$ грн

Таблиця 5.11. Розрахунок собівартості продукції

Найменування статей витрат	Величина значення показника, грн.
Зварювальні матеріали	21920
Витрати на електроенергію	2052
Основна заробітна плата	69978
Витрати суми капіталовкладень	138000
Амортизаційні відрахування	16680
Витрати на поточний ремонт	19800
Технологічна собівартість річного випуску продукції	268430
Технологічна собівартість на один виріб	1342

Висновки:

1. Виконано розрахунок собівартості виконання зварювальних робіт при виготовленні стійки.

2. Собівартість річної програми випуску виробів в кількості 200 шт. складає 268430 грн. Собівартість однієї стійки конвеєра 1342грн.

					ДП.6.131.2127СТ.09.05.05.ПЗ.	Аркуш
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис.	Дата		

Загальні висновки проекту

На підставі проведеної роботи наступні висновки:

1. Запропоновано для виготовлення стійки використати механічне зварювання у суміші захисних газів Аргон+18%CO₂ , дріт суцільного перерізу СВ-08Г2С діаметром 1,2мм.

2. Проведено розрахунок режимів зварювання і отримано результати:

Для таврового з'єднання з двох проходів:

Іпр.-зварювальний струм -180А ,напруга-29В,швидкість зварювання- 17м/год

ІІпр.-зварювальний струм -180А ,напруга-29В,швидкість зварювання-13 м/год

Для швів внапусток:

зварювальний струм -170А ,напруга-28В,швидкість зварювання-16 м/год.

Для оцінки впливу термічного циклу зварювання на властивості зварного з'єднання, проведено розрахунок термічного циклу зварювання. Очікувана структура ферліто-перлітна + бейніт з мікротвердістю 300 одиниць по Вікерсу.

3. Розроблено технологію складання та зварювання стійки з використанням зварювального позиціонера.

4. Обрано зварювальне устаткування. Для виготовлення стійки запропоновано використати зварювальний апарат ESAB WARRIOR (MIG) 500i CC/CV

5. Розглянуто питання з охорони праці, можливі дефекти та способи їх уникнення, методи контролю якості; розраховано собівартість річної програми випуску виробів в кількості 200 шт. яка складає 268430 грн. Собівартість однієї стійки конвеєра 1342грн.

					ДП.6.131.2127СТ.09.05.ПЗ.	Аркуш
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис.	Дата		

					ДП.6.131. 2127ст. 09.05.ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Список літературних джерел	Літ.	Арк.	Акрушіє
Розроб.		Дробатій Н.О..						
Керівник		МартиненкоВ.О.						
Реценз.						НУК ім. адм. Макарова		
Н. Контр.								
Зав.кафед		Квасницький В.Ф						

Список літературних джерел

1. Основы технологии сварки низколегированных высокопрочных сталей. Курс лекций. Квасницкий В. Ф., Ермолаев Г. В.
2. Технология электрической сварки металлов и сплавов плавлением. Под ред. Акад. Б.Е. Патона М., «Машиностроение». 1974.
3. Теория сварочных процессов. Багрянский К. В., Добротина З.А., Хренов К.К. Издательское объединение «Высшая школа», 1976.
4. Сварка и свариваемые материалы: В 3-х т. Т.1. Свариваемость материалов. Справочное издание. Под ред. Э.Л. Макарова: Металлургия, 1991.
5. Геворкян В.Г. Основы сварочного дела: Учебник для строит. спец. Техникумов- 4-е изд., переработанное и дополненное - М.: Высшая школа, 1985.
6. Сварка и резка в промышленном строительстве. С 24 В т. Т. 1/Б.Д. Малышев, А.И. Акулов, Е.К. Алексеев; под ред. Б.Д. Малышева. -3-е изд., переработанное и дополненное – М.:Стройиздат, 1989.
7. Н.И. Каховский, В.Г. Фартушный, К.А. Ющенко. Электродуговая сварка сталей. Справочник. Издательство «Наукова думка» Киев-1975.
8. Писаренко В.Л. Рогинский М.Л. Вентиляция рабочих мест в сварочном производстве. – М.: Машиностроение, 1981.
9. Охрана труда при сварке в машиностроении. М.: Машиностроение, 1978.
10. Левченко О.Г. Метлицкий Современные средства защиты сварщиков. – К.: Экотехнология, 2001.
11. Сборка и сварка корпусов судов Мацкевич В.Д., 1968.
12. Костін, О.М. Зварювальні матеріали: навчальний посібник [Текст] / О.М. Костін. – Миколаїв: НУК, 2004. – 225 с.
13. Лебедєв Ю.М., Лебедєва В.Ф., Лой С.А. Розрахунки теплових процесів при зварюванні: Методичні вказівки до виконання курсової роботи. – Миколаїв: НУК, 2008. – 64 с.
14. Бугаєнко Б.В., Сагань В.Я. Технологічні процеси зварювального виробництва: Методичні вказівки до виконання курсового проекту. – Миколаїв: НУК, 2010. – 53 с.
15. Драган С.В., Голобородько Ж.Г., Сімутенков І.В. Технологія зварювання суднових корпусних конструкцій (проектування і організація)

					ДП.6.131. 2127ст. 09.05.ПЗ	Аркуш
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис.	Дата		

					ДП.6.131. 2127ст. 09.05.ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Графічна частина	Літ.	Арк.	Акрушіє
Розроб.		Дробатій Н.О..						
Керівник		МартиненкоВ.О.						
Реценз.						НУК ім. адм. Макарова		
Н. Контр.								
Зав.кафед		Квасницький В.Ф						

