

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

Кафедра зварювального виробництва

«Допущений до захисту»
Завідувач кафедри

_____ 2021 р.
« ____ » _____

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття ступеня вищої освіти «бакалавр»

**на тему: *Розробка технології складання і зварювання поперечної балки
транспортної платформи***

Виконав: студент 2127ст. групи

_____ ***Грек О.П.***
(підпис)

Керівник роботи:

доцент Лабарткава О.В.
(посада, науковий ступень вчене звання)

(підпис)

Миколаїв – 2021 р.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова

Кораблебудівний навчально науковий інститут

Кафедра зварювального виробництва
Спеціальність 131 «Прикладна механіка»
Освітня програма _____

«ЗАТВЕРДЖУЮ»
Гарант освітньої програми
_____ О.М.Костін
(підпис)
«__» _____ 2021 р.

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

Студенту Грек Олександр Петрович
(Прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Розробка технології складання і зварювання поперечної балки транспортної платформи Керівник роботи: Лаботкава О.В.

Затверджені наказом ректора № _____ від «__» _____ 2021 р.

2. Термін подання роботи: _____

3. Вихідні дані по роботі: креслення поперечної балки транспортної платформи , основний матеріал сталь 10ХСНД, річна програма випуску 3000шт.

4. Перелік питань, що належать до розробки (найменування розділів) _____

- 1) Аналіз особливостей конструкції і можливих варіантів її виготовлення.
2) Дослідження структури і властивостей зварної балки. 3) Технологічний процес складання та зварювання балки . 4) Охорона праці під час проведення зварювальних робіт конструкції. 5) Економічна оцінка проекту.

5. Перелік презентаційних матеріалів креслення балки , розрахунок режимів зварювання, розрахунок термічного циклу зварювання, технологічна схема складання балки спеціалізованої платформи, розрахунок собівартості зварювальних робіт виготовленні річної програми випуску у кількості 3000 шт.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1	Лабатркава О.В. доцент		
2	Лабатркава О.В. доцент		
3	Лабатркава О.В. доцент		
4	Лабатркава О.В. доцент		
5	Лабатркава О.В. доцент		

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Номер	Назва етапів роботи	Терміни виконання етапів роботи	Примітка
1.	Аналіз особливостей конструкції і можливих варіантів її виготовлення		
2.	Розрахунок технології зварювання		
3.	Технологічний процес складання та зварювання балки		
4.	Охорона праці під час проведення зварювальних робіт конструкції		
5.	Економічна оцінка проекту		
6.			
7.			
8.			
9.			
10.			

Студент

_____ (підпис)

Грек О.П.

_____ (ПІБ)

Керівник роботи

_____ (підпис)

Лабатркава О.В.

_____ (ПІБ)

Анотація

Даний дипломний проєкт висвітлює проблему розробки технології складання та зварювання поперечної балки транспортної платформи.

Метою дипломного проєкту є розробка технології складання і зварювання поперечної балки платформи, яка забезпечує підвищення продуктивності праці, скорочення собівартості і підвищення якості продукції.

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

Розрахунково-пояснювальна записка містить 2 аркуши, графічна частина – 5 аркушів.

Результатами виконаної роботи є:

- аналіз особливостей конструкції і можливих варіантів її виготовлення;
- розрахунок технології зварювання;
- технологічний процес виготовлення поперечної балки платформи;
- охорона праці під час проведення зварювальних робіт;
- розрахунок собівартості виконання складальних і зварювальних робіт під час виготовлення поперечної балки платформи у кількості 3000 шт.

Annotation

This graduation project highlights the problem of developing technology for assembly and welding the cross beam of transport platform.

The purpose of the thesis is to develop assembly and welding the cross beam of transport platform, increase the efficiency of work, reducing costs and improving product quality.

Thesis project consists of an introduction, 5-section of the main parts, conclusion and bibliography.

Cash-explanatory memorandum contains 2 sheets, graphic part - 8 sheets.

The results of this work are:

- analysis of design features and possible options for its manufacture;
- calculation of welding technology;
- technological process of manufacturing the suport column of the shop floor;
- labor protection during welding;
- calculation the cost of assembly of welding work during manufacture of assembly and welding the cross beam of transport platform in amount of 3000 p.

ВСТУП

Збільшення обсягу механізованого зварювання, поява нових конструкційних матеріалів і нових процесів зварювання, а також ускладнення експлуатаційних умов для зварних конструкцій обумовлюють швидкий розвиток науки про зварювання, як основи розвитку зварювальної технології. Очевидно, що підвищувати економічність, довговічність і надійність зварних конструкцій і споруджень, знайти технічно прості конструктивні рішення, що дозволяють зменшити витрати праці і матеріалів, можна тільки при порівняльному і всебічному обліку впливу технології виготовлення зварних з'єднань на міцність і економічність конструкції.

Так як в сучасному зведенні складів та торгівельних центрів одне з ведучих місць займає збирально-зварювальне виробництво, на частку якого приводиться 12-18% загальної трудомісткості або 45-50% обсягу робіт, то головний напрямок подальшого його удосконалювання полягає в комплексній механізації на базі застосування передової технології.

З цією метою створюються нові високопродуктивні зварювальні автомати, роботизовані комплекси і ділянки, модернізується і розробляється нове складально-зварювальне обладнання.

Метою дипломного проекту є розробка технології складання і зварювання поперечної балки транспортної платформи, яка забезпечує підвищення продуктивності праці, скорочення собівартості і підвищення якості продукції.

Зміст

Вступ.....	7
Розділ 1. Аналіз особливостей конструкції і можливих варіантів її виготовлення.....	9
1.1. Загальна характеристика зварної поперечної балки	10
1.2. Характеристика матеріалу та його зварюваності	12
1.3. Аналіз технологій складання та зварювання балок.....	17
1.4 Мета та завдання дипломного проєкту.....	19
Розділ 2. Дослідження структури і властивостей зварної балки.....	20
2.1. Типи та розміри зварних з'єднань балки	21
2.2. Вибір способів зварювання балки	23
2.3 Розрахунок режимів зварювання	24
2.4. Розрахунок термічного циклу зварювання та аналіз структури металу ЗТВ..	28
2.5 Аналіз отриманої структури.....	34
Висновки.....	34
Розділ 3. Технологічний процес складання та зварювання балки	35
3.1. Загальний технологічний процес складання та зварювання балки.....	45
3.2. Технологічні вимоги щодо складання і зварювання.....	48
3.3. Обґрунтування вибору зварювальних матеріалів.....	45
3.4. Обґрунтування вибору зварювального обладнання.....	47
3.5. Методи контролю якості та випробовувань.....	49
Висновки.....	52
Розділ 4. Охорона праці під час проведення зварювальних робіт	53
4.1. Аналіз небезпечних і шкідливих факторів праці при зварюванні вуглецевих сталей.....	55
4.2. Розрахунок системи місцевої вентиляції.....	58
Висновки.....	62
Розділ 5. Економічна оцінка проєкту.....	63
Висновки.....	69
Загальні висновки.....	70
Література.....	71

1.АНАЛІЗ ОСОБЛИВОСТЕЙ КОНСТРУКЦІЇ БАЛКИ ТА МОЖЛИВИХ ВАРІАНТІВ ЇЇ ВИГОТОВЛЕННЯ

1.1. Загальна характеристика зварної поперечної балки

В машинобудуванні балки використовуються як основний елемент рамних конструкцій (вагонів, тракторів, сільськогосподарських машин, автомобілів, екскаваторів, тепловозів, фундаментних рам та ін.).

В будівництві балки знаходять своє використання в кранових конструкціях, перекриттях і інших спорудах.

Балки – це конструктивні елементи, що працюють в більшості випадків на поперечне згинання. Зварні балки виготовляються двотавровими, тавровими, коробчастими. Якщо на балку діє навантаження в різних площинах, а також діють крутні моменти навколо поздовжньої осі балки, тоді використовуються балки коробчастого перерізу. Балки коробчастого перерізу мають значну жорсткість, а тому вони широко використовуються для виготовлення конструкцій, що піддаються складному навантаженню а також динамічним навантаженням. Таким навантаженням піддається балка поперечна спеціалізованої платформи.

Балка поперечна спеціалізованої платформи (креслення ДП.131.6.2127ст.13.05.01.СК) має наступні характеристики:

- довжина - 2050 мм;
- висота - 340 мм; -
- ширина - 319 мм;
- матеріал балки – сталь 10ХСНД.

До складу балки входять:

- нижня полиця – лист товщиною 10 мм;
- дві бокові стінки - лист товщиною 10 мм; -
- дві діафрагми- - лист товщиною 10 мм; -два
- торцеві фланці - лист товщиною 12 мм; -дві
- торцеві плати - лист товщиною 25мм;
- верхня полиця складається із трьох листів товщиною 10 мм.

Бокові стінки мають вирізи. Кут нахилу бокових стінок до нижньої полиці складає 100^0 (рис. 1.1).

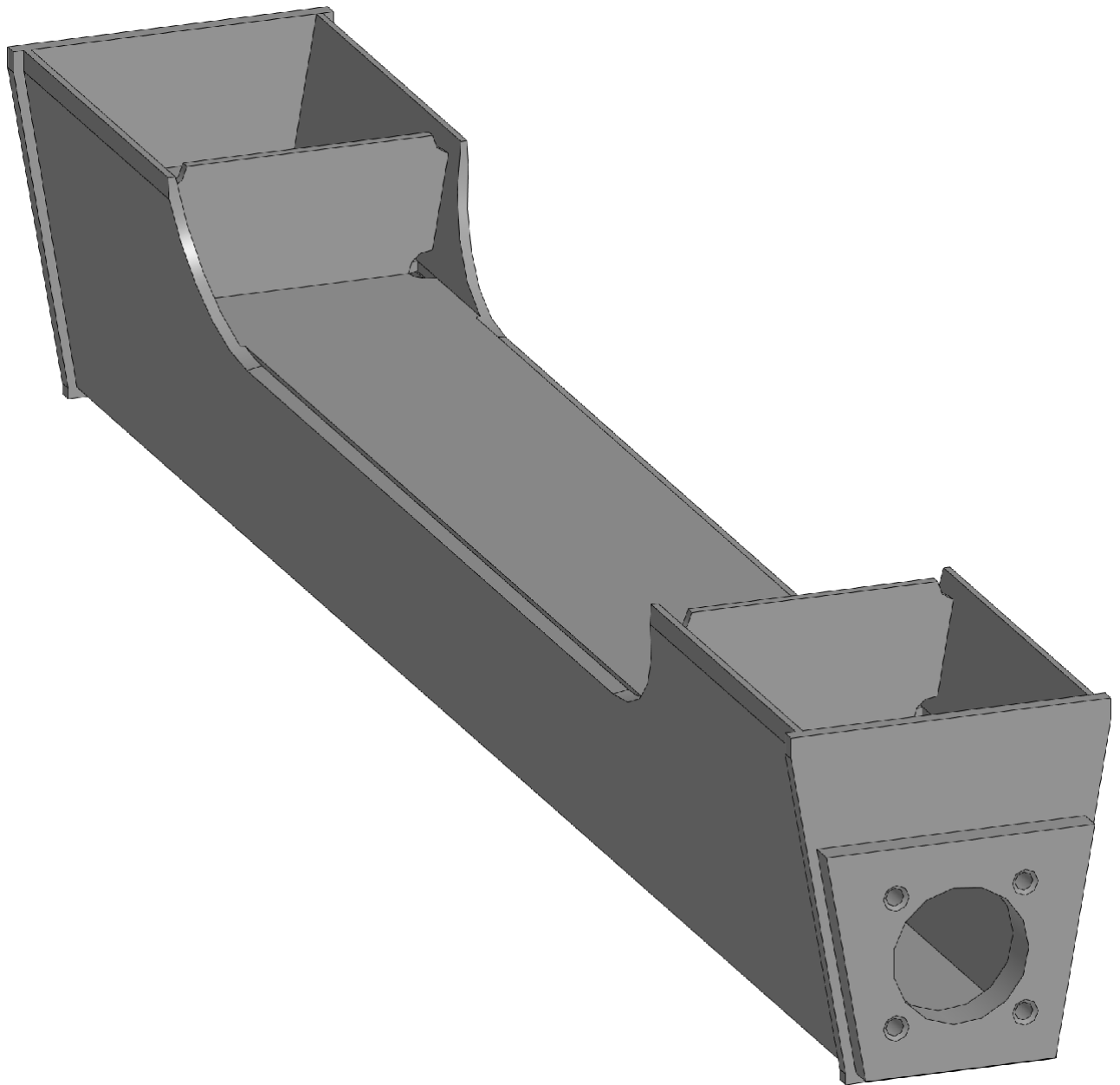


Рис. 1.1. Поперечна балка спеціалізованої платформи

Балка являється складовою спеціалізованої платформи, що використовується в цехах металургійного підприємства. Вона піддається

складним динамічним навантаженням, працює під дією оточуючого середовища металургійного виробництва.

Бокові стінки балки, діафрагми і торцеві фланці на вільних кромках мають спеціальну піготовкку до наступного зварювання балки з рамою платформи. Кут нахилу бокових стінок до нижньої полиці складає 100° (рис. 1.1), до верхньої – 80° , а тому до складу балки входять зварні з'єднання, що повинні відповідати вимогам

ГОСТ 23518 – 79. Конструкція балки має деяку відмінність від аналогічних загального призначення – верхня полиця розрізна і складається із трьох листів.

Кожний шов має не велику протяжність, налічується 5 різновидів зварних з'єднань. Відповідно до форми, розмірів складових, матеріалу балки, протяжності швів та різновидів зварних з'єднань в дипломному проекті пропонується для виготовлення балки використовувати механізоване зварювання в захисних газах. Дугове зварювання плавким електродом в суміші захисних газів $Ar + 18\% CO_2$ - високопродуктивний процес зварювання, що забезпечує високу якість зварних з'єднань, задовільне формування зварного шва, порівняно незначні втрати електродного металу за рахунок розбризкування (коефіцієнт втрат електродного металу не перевищує 5%).

1.2. Характеристика матеріалу та його зварюваності

Сталь 10ХСНД відноситься до конструкційної низьковуглецевої, низьколегованої сталі. Хімічний склад та механічні властивості сталі наведені нижче (табл.1.1, 1.2) Сталь 10ХСНД має достатньо високий рівень механічних властивостей. Гарантована межа пластичності не менше 390 кПа. При низькому вмісті вуглецю (до 0.12%) і невеликій кількості легувальних елементів (до 2 – 3%) забезпечується добра зварюваність сталі. Сталь 10ХСНД зварюється без обмежень всіма способами дугового зварювання. Зазначені характеристики міцності досягаються за рахунок легування сталі марганцем, що забезпечує її волокнисту будову [1].

Таблиця 1.1. Хімічний склад сталі 10ХСНД, %мас

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	N	Cu	As
до 0,12	0,8- 1,1	0,5- 0,8	0,5- 0,8	до 0,04	до 0,035	0,6- 0,9	0,008	0,4- 0,6	до 0,08

Таблиця 1.2. Механічні властивості сталі 10ХСНД

σ_B , МПа	σ_T , МПа	δ , %	KCU, Дж/см ²
530 – 685	390	19	39

Сталь 10ХСНД відноситься до сталей з доброю зварюваністю. Але наявність легувальних елементів сприяє появі гартувальних структур в зоні термічного впливу, що при несприятливих умовах від інших факторів може знижувати стійкість до утворення холодних тріщин. Легувальні елементи можуть знижувати також опірність швів до утворення гарячих тріщин, підвищувати або знижувати дію наслідків перегрівання на схильність до крихкого руйнування в зоні термічного впливу і шві.

Особливі труднощі можуть створюватися при зварюванні термічно зміцнених сталей, які можуть знеміцнюватися в зоні термічного впливу.

Найбільші труднощі під час зварювання сталей цього класу пов'язані з отриманням необхідної ударної в'язкості металу та зони термічного впливу поблизу зони сплавлення (під час електрошлакового зварювання).

Сталь 10ХСНД добре зварюється всіма способами без обмежень, але із викладеного видно, що необхідно оцінити її схильність до утворення гарячих та холодних тріщин.

Схильність до утворення гарячих тріщин залежить від хімічного складу сталі і оцінюється за Уілкінсом по формулі

$$HCS = \frac{0,0001 \cdot C + 0,0015 \cdot Mn + 0,0001 \cdot Si + 0,0001 \cdot Ni}{0,0001}$$

$$HCS = \frac{0,0001 \cdot 0,22 + 0,0015 \cdot 0,002 + 0,0001 \cdot 0,002 + 0,0001 \cdot 0,002}{0,0001} = 4$$

Оскільки $HSC = 4$, сталь 10ХСНД не схильна до утворення гарячих тріщин

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

$$C_{\text{екв.}} = C + \frac{Mn}{12} + \frac{Si}{24} + \frac{Ni}{60} = 0,1 + \frac{0,22}{12} + \frac{0,002}{24} + \frac{0,002}{60} = 0,435\%$$

Так як $C_{\text{екв.}} \approx 0,435\%$, то можна зробити висновок, що дана сталь 10ХСНД не схильна до утворення холодних тріщин і має добру зварюваність, це дає можливість застосування різних способів зварювання без попереднього підігрівання.

Для запобігання утворенню холодних тріщин необхідно перед зварюванням проводити попереднє підігрівання. Температура підігрівання залежить від товщини зварюваних заготовок.

1.3. Типові технології складання та зварювання балок

Широке застосування знайшли зварні балки двотаврові і коробчастого перерізу. Балки виготовляються із завчасно виготовлених заготовок. Для забезпечення необхідної точності двотаврові балки складаються у спеціалізованих кондукторах. Закріплені в кондукторі, як правило, елементи балки закріплюються між собою на прихопленнях. Складені балки звільняються від кондуктора і передаються до зварювального стенду. Зварювання полиці зі стінкою здійснюється автоматичним зварюванням під флюсом. Зварювання виконується в човник.

Балки коробчастого перерізу бувають двох видів: а) з діафрагмами; б) без діафрагм.

Порівняно з двотавровими балками виготовлення таких банок складніше. Виготовлення балок розпочинається із виготовлення заготовок. Заготовки вирізаються із листової сталі. Розрізання здійснюється механічним способом. Термічне різання використовується обмежено, так як за рахунок термічного циклу різання створюється залишкові напруження і деформації, змінюється структура металу в зоні термічного впливу.

Для виготовлення балок значної довжини використовуються два технологічні процеси:

- 1) завчасно, з використанням зварювання, виготовляються заготовки, що відповідають довжині балки;
- 2) виготовляють «кортки» балки, які зварюються між собою

Загальні вимоги до виготовлення балок

1. Балка повинна виготовлятися з попередньо виготовлених і виправлених деталей та вузлів;
2. Складання та зварювання балки повинно виконуватися на стенді або спеціалізованій складально-зварювальній ділянці;
3. Перед складанням балки необхідно на заготовки наносити контрольні лінії на місцях встановлення дотичних елементів балки та теоретичні лінії для контролю поперечного та поздовжнього прогину. Контрольні та теоретичні лінії піддаються контролю ВТК до і після звільнення балки від стенду;
4. Балка здається ВТК поопераційно;
5. Контроль якості зварних швів виконується згідно Держстандартів та інших нормативних документів підприємства.

Типовий технологічний процес виготовлення балки коробчастого типу

Виготовлення балки коробчастого типу (рис.1.2) можливо розділити на наступні етапи:

1. Складання та зварювання верхньої полиці; зачищення швів та контроль якості зварних з'єднань; здавання верхньої полиці ВТК;

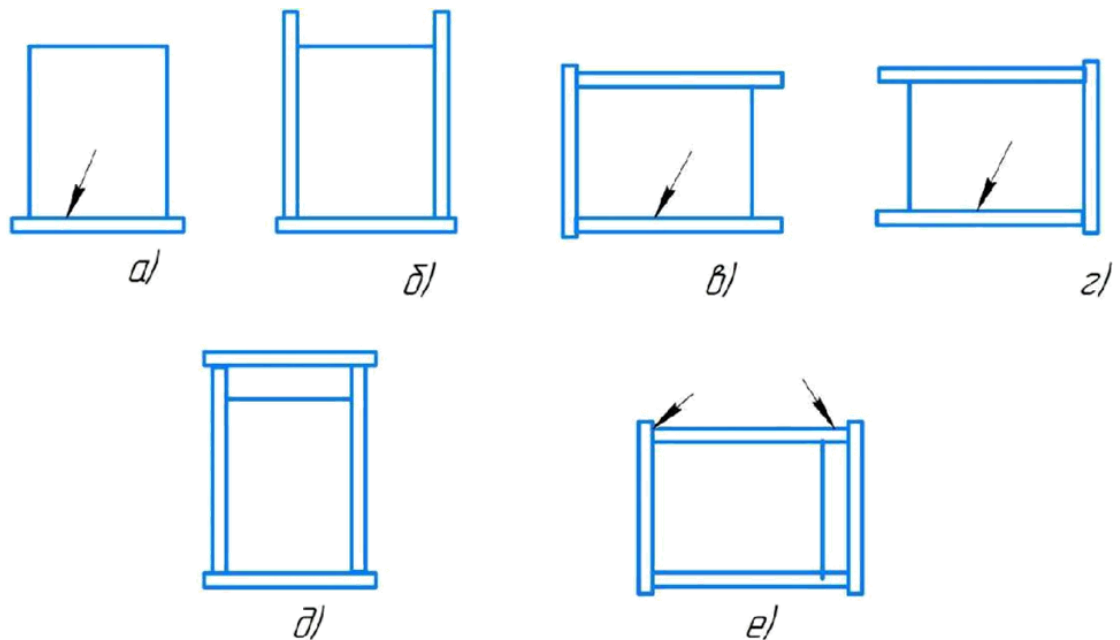


Рис. 1.2. Технологічна послідовність виготовлення коробчастої балки

2.Встановлення діафрагм на верхню полицю та їх зварювання з верхньою полицю (рис.1.2,*а*);

3.Складання та зварювання вертикальних стінок, зачищення швів та контроль якості зварних з'єднань; контроль ВТК;

4.Встановлення бокових вертикальних стінок на верхню полицю (рис. 1.2,*б*); зварювання вертикальних стінок з діафрагмами (балку кантують щоб здійснювати зварювання в нижньому положенні - рис. 1.2,*в,г*); зачищення зварних швів; контроль якості зварних з'єднань; ґрунтування та фарбування внутрішніх поверхонь балки; контроль ВТК;

5.Складання та зварювання нижньої полиці балки; зачищення швів та контроль якості зварних з'єднань; контроль ВТК;

6.Встановлення нижньої полиці балки на зварений остов (рис. 1.2,*д*); зварювання нижньої та верхньої полиці з вертикальними стінками (рис. 1.2,*е*); зачищення швів та контроль якості зварних з'єднань; контроль ВТК.

Балки коробчастого перерізу складаються із нижнього поясу, бічних вертикальних стінок, великих і малих діафрагм верхнього поясу і кутників. Вертикальні стінки, нижній і верхній пояси складається з окремих елементів зварених в стик. Для забезпечення будівельного підйому вертикальні стінки виготовляють з окремих елементів спеціального розкрою [4].

Коробчасті балки виготовляють на потокових лініях. На складальних позиціях потової лінії установлені портали, оснащені гідравлічними домкратами для притискання заготовок в процесі їх складання. На потоковій лінії застосовується спосіб складання «розсипом». Суть цього способу полягає в тому, що будівельний підйом створюються за допомогою спеціального пристрою і послідовного складання елементів вертикальних стінок з верхнім поясом і між собою. Така послідовність визначається необхідністю створення жорсткої основи для подальшого встановлення і забезпечення прямолінійності бічних стінок а також їх симетрії відносно верхнього поясу. Після зварювання діафрагм встановлюють, притискають гідравлічними притискачами і прихоплюють бічні стінки до діафрагм. Потім П-подібний профіль кантують (див. рис.1.2,*в,г*) і внутрішніми кутовими швами зварюють стінки з діафрагми. Складання закінчують установкою нижнього поясу (див. рис.1.2,*д*). Зварювання поясних швів здійснюється після завершення складання. Воно виконується нахиленим електродом без повороту балки в положення для зварювання в «човник» (див. рис. 1.2,*е*). Це пояснюється тим, що для балки коробчастого перерізу підрізи у поясному шві менш небезпечні ніж для двотаврових балок. Оскільки у коробчастих балок зосереджені сили передаються з поясу на стінки не безпосередньо, а головним чином, через поперечні діафрагми. Два поясні шви зварюються одночасно автоматичними головками закріпленими шарнірно на порталі.

До числа недоліків цієї лінії необхідно віднести наступне: з огляду на те, що при виготовленні елементів вертикальних стінок буває неточний розкрій листа і в процесі складання в місцях стику утворюються зазори різної величини. Як наслідок, в процесі складання вертикальні стінки часто отримують будівельний підйом, що відрізняється від запланованого. Вимірюють будівельний підйом після повного складання балки. Складену з дефектом балку важко виправити.

Зварювання діафрагм кутників жорсткості, внутрішніх стикових швів вертикальних стінок виконується всередині балки ручним зварюванням в тяжких умовах роботи зварювальника, доводиться дихати зварювальними газами шкідливими для здоров'я. Усе це сприяє появі різних дефектів аж до відривання діафрагм від вертикальних стінок. Ручне зварювання малопродуктивних і є слабкою ланкою на потокових лініях. Уникнути зазначених недоліків може бути

використаний «гардинний» спосіб складання. Суть його полягає в тому, що на гребінку (верхній пояс з діафрагмами) встановлюють не окремі елементи вертикальних стінок, а обидві вертикальні скільки у вигляді гардин складених на окремо на спеціалізованих стендах по ретельно виставлених упорах. При складанні гардин усі недоліки розкрою елементів компенсуються при їх встановленні завдяки регулюванню зазорів в стиках. Таким чином, виготовлені бокові стінки отримують будівельний підйом відповідно до запланованого. За ці відповідності Виходячи з того, що стінка в вертикальній площині дуже жорстка будівельним підйомом у вертикальній площині слугує шаблоном до якого притискається внучка гребінка і прихоплюється.

Значно підвищується якість складання і продуктивність праці при використуванні кантувачів, що дозволяють кантувати пояси безпосередньо над стендом, є можливість зварювати пояси з обох боків високопродуктивними способами.

Мета та завдання дипломного проекту

Вивчення конструкції та аналіз можливих варіантів виготовлення коробчастої балки показав необхідність розробки сучасної технології складання та зварювання поперечної балки спеціалізованої платформи. Мета дипломного проекту – розробка нової технології складання та заварювання, яка забезпечує високу продуктивність, низьку собівартість виготовлення спеціалізованої балки. Для досягнення поставленої мети необхідно розв'язати наступні задачі:

1. Розробити раціональну послідовність складання та зварювання балки;
2. Вибрати оптимальні способи зварювання та розрахувати режими зварювання;
3. Визначити очікувану структуру зварних з'єднань;
4. Вибрати зварювальні матеріали та устаткування;
5. Розробити заходи щодо охорони праці під час виконання зварювальних робіт;
6. Розрахувати собівартість виготовлення балки.

2. АНАЛІЗ СТРУКТУРИ І ВЛАСТИВОСТЕЙ ЗВАРНИХ З'ЄДНАНЬ

2.1. Типи та розміри зварних з'єднань балки.

Балка складається із елементів, виготовлених із листової сталі 10ХСНД товщиною 10 мм. Типи та розміри зварних швів визначаються конструктором на підставі аналізу умов роботи конструкції та розрахунків [2].

В дипломному проекті зварні шви визначені згідно до креслення балки, розміри і форма швів відповідають вимогам ГОСТ 14771-76 та ГОСТ 23518-79.

Елементи балки зварюється кутовими та тавровими з'єднаннями. Конструкція з'єднань наведена на рис. 2.1. На рис. 2.1, *а* показана конструкція підготовки до зварювання з'єднання Т6 (рис. 2.1,*б*) та Т7 (рис.2.1*в*). На рис. 2.1,*г,д* наведена конструкція підготовки до зварювання та зварне з'єднання Н1. Конструкція підготовки до зварювання та зварне з'єднання У3 показані на рис.2.1,*е,є*. На рис. 2.1,*ж,з* наведена конструкція підготовки до зварювання та зварне з'єднання Т5.

Таблиця 2.1. Характеристика зварних з'єднань балки

З'єднання	Зварювання	Конструктивні елементи				Шви з'єднань	
		Підготовка до зварювання					
		<i>S</i> , мм	<i>S_l</i> , мм	α, град.	γ, град.	<i>e</i> , мм	<i>к</i> , мм
<i>T6</i>	<i>ГОСТ</i>	<i>10</i>		<i>45</i>	<i>-</i>	<i>14</i>	<i>-</i>
<i>T7</i>	<i>14771-76;</i>						
<i>H1</i>	<i>ИП</i>	<i>12</i>	<i>25</i>	<i>-</i>	<i>-</i>	<i>-</i>	<i>10</i>
<i>У3</i>	<i>ГОСТ</i>	<i>10</i>		<i>-</i>	<i>80</i>	<i>12</i>	<i>-</i>
<i>T5</i>	<i>23518-79;</i>						
	<i>ИП</i>			<i>-</i>	<i>80</i>		

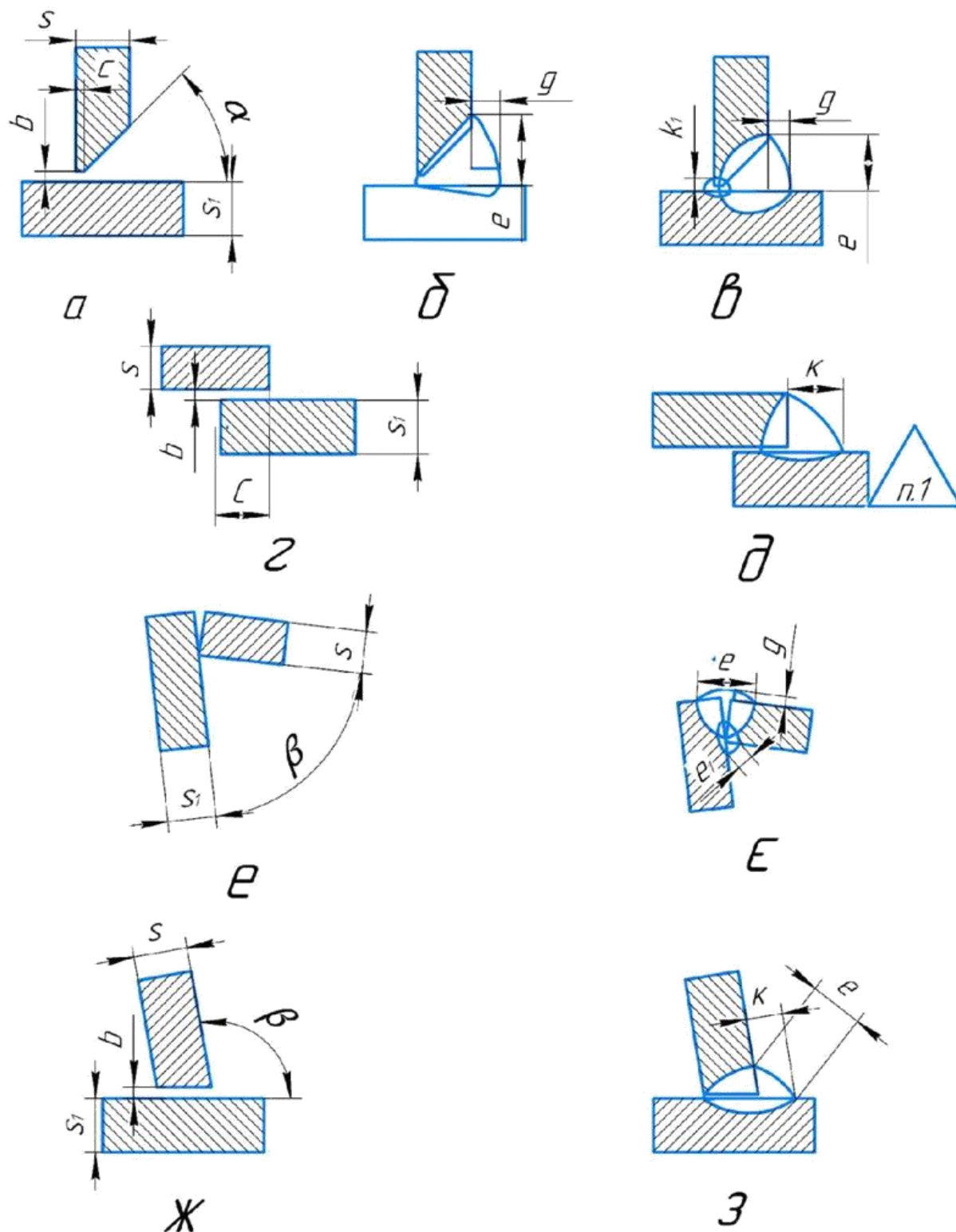


Рис. 2.1. Зварні з'єднання балки

2.2. Вибір способів зварювання балки.

Аналіз конструкції балки показав, що її елементи з'єднуються переважно короткими швами. На підставі проведеного аналізу довжини зварних з'єднань в дипломному проекті пропонується при виготовленні балки використовувати механізоване дугове зварювання в суміші захисних газів $\text{Ar} + 18\% \text{CO}_2$ з центральним подаванням захисного газу в комбінації з електродом суцільного перерізу.

Цей спосіб зварювання має ряд переваг. Він забезпечує якісне формування зварних з'єднань, високу продуктивність зварювання (в 2,5 рази вищу, ніж при ручному дуговому зварюванні покритими електродами), мінімальне розбризкування електродного металу (коефіцієнт втрат електродного металу не перевищує 5%), вузьку зону термічного впливу. Зварювання в захисних газах забезпечує виконання зварних з'єднань у будь-якому просторовому положенні швів. Крім того, зварювання в захисних газах дає можливість зварнику спостерігати за формуванням зварного з'єднання. Висока якість захисту зони зварювання дає можливість виконувати багатопрохідні шви без зачищування попереднього шару наплавленого металу.

Під час складання балки пропонується виконувати прихоплення ручним дуговим зваренням. Допускається виконання прихоплень механізованим зварюванням в захисних газах.

Механізоване і автоматичне дугове зварювання в захисних газах плавким електродом швів, розташованих у різних просторових положеннях, виконуються дротом діаметром до 1,2 мм. При зварюванні в нижньому положенні діаметром 1,2 - 3 мм.

Для низьковуглецевих і низьколегованих сталей використовують електродний Св-08ГС і Св-08Г2С. Дріт марки 12ГС можна використовувати для зварювання низьколегованих сталей 12ХГС, 10ХСНД, 15ХСНД і спокійних низьковуглецевих сталей марок ВСт1 і ВСт2. З метою запобігання значного підвищення вмісту вуглецю у верхніх шарах багатшарових швів цей дріт, зазвичай, застосовують для зварювання одно – тришарових швів.

Підвищення корозійної стійкості зварних з'єднань досягається використанням електронного дроту марки Св-08ХГ2С. Структура і властивості металу шва і зони термічного впливу низьковуглецевих і низьколегованих сталей залежить марки

використаного електродного дроту, складу і властивостей основного металу і режиму зварювання (термічні цикли зварювання; доля участі основного металу в формуванні шва; форма шва). Вплив цих умов зварювання і технологічні рекомендації майже такі, як і при ручному дуговому зварюванні та зварюванні під флюсом.

2.3. Розрахунок режимів зварювання

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

- тип з'єднання – Т6, Н1 (рис.2.1);
- просторове положення – нижнє
- товщина з'єднуваних елементів – 10 мм;
- спосіб зварювання – МАG в суміші захисних газів $\text{Ar}+18\%\text{CO}_2$.

Розрахунок основних параметрів

Для зварного з'єднання Т3 розрахунок режимів зварювання виконується за площею наплавленого металу в наступній послідовності:

$$s \rightarrow d_e \rightarrow I_{зв} \rightarrow U_d \rightarrow F_H \rightarrow v_{зв} \rightarrow v_{под}.$$

Параметри, що задаються:

- діаметр електрода d_e вибирається в залежності від товщини зварюваного металу s або катета шва k . Для зварювання заготовок товщиною $s=10\text{мм}$ для з'єднання Т6 в дипломному проекті пропонується зварювальний дріт суцільного перерізу діаметром $d_e=1,2\text{мм}$.

Для механізованого та автоматичного зварювання

$$I_{зв} = (\pi d_e^2 / 4) \cdot j,$$

де j – допустима густина зварювального струму електрода, А/мм^2 - вибирається у залежності від діаметра електродного дроту d_e – для призначеного зварного з'єднання складає $j=65 - 200\text{ А/мм}^2$. Таким чином, для даних умов, призначається $j=180\text{ А/мм}^2$

$$I_{зб} = (\pi 1,2^2 / 4) \cdot 180 = 200 \text{ A}$$

Розрахований зварювальний струм для зварювання вертикальних швів слід зменшувати приблизно на 15% (175 А), а для зварювання стельових швів – на 10% (180 А).

Напруга на дузі для зварювання під флюсом і в вуглекислому газі

$$U_{\partial} = 20 + \frac{50 \cdot 10^{-3}}{d_e^{0,5}} I_{зб} \pm 1, \text{ В}$$

де d_e підставляється в мм.

$$U_{\partial} = 20 + \frac{50 \cdot 10^{-3}}{0,1} \cdot 200 \pm 1 = 30 \text{ В}$$

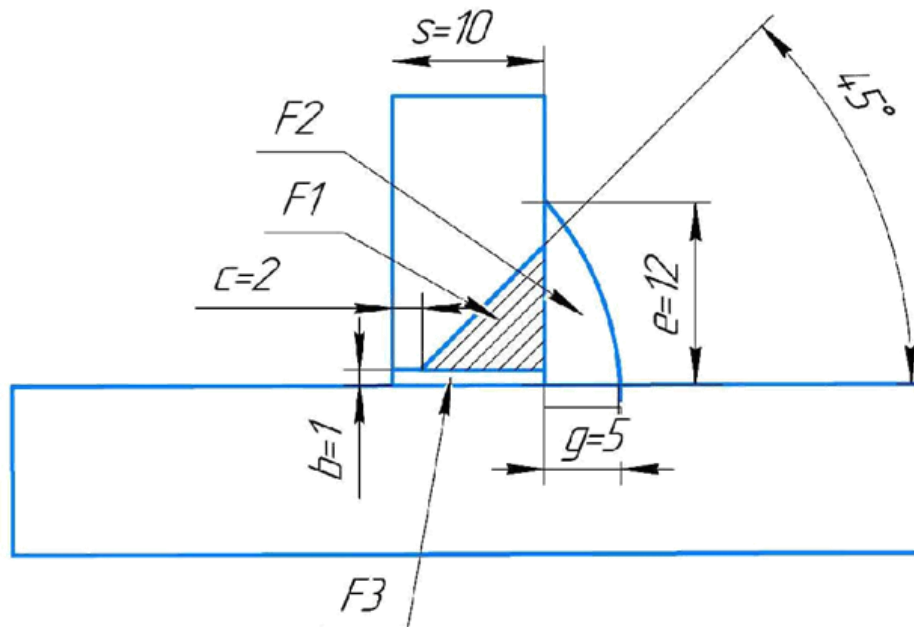


Рис. 2.4. Схема площі наплавленого металу поперечного перерізу шва Т6

РОЗРАХУНОК ПЛОЩІ НАПЛАВЛЕНОГО МЕТАЛУ ШВА Т6

Площа наплавленого металу розраховується за геометричною будовою поперечного перерізу шва. Згідно до рис. 2.4 площа наплавлення металу шва F_H розраховується за формулою

$$F_H = F_1 + F_2 + F_3$$

$$F_1 = \frac{(s-c)^2}{2} \quad F_2 = 0,75 \cdot g \cdot e \quad F_3 = b \cdot s$$

$$F_H = \frac{(10-2)^2}{2} + 0,75 \cdot 5 \cdot 12 + 1 \cdot 10 = 87 \text{ мм}^2$$

Повна площа поперечного перерізу наплавленого металу шва F_H (мм²) визначається геометрією зварного з'єднання. Загальна площа поперечного перерізу наплавленого металу зварного з'єднання Т6 складає 87 мм² (див. рис. 2.4.) Площа поперечного перерізу шва одного проходу лімітується для механізованого зварювання $F_i = 30 \dots 70 \text{ мм}^2$. Таким чином, необхідно визначити кількість проходів для виконання з'єднання Т6 за наступною формулою:

$$n = \frac{F_H}{F_I} + 1$$

де, F_H – загальна площа поперечного перерізу наплавленого металу, мм^2 ;

F_I - площа поперечного перерізу наплавленого металу за перший прохід, мм^2 ; в дипломному проекті вибирається $F_I = 43 \text{ мм}^2$

$$n = \frac{9}{43} + 1 = 2.02$$

Повна площа поперечного перерізу наплавленого металу шва F_H для зварного з'єднання Н1 дорівнює $60,5 \text{ мм}^2$.

Швидкість зварювання $V_{зв}$ залежить від площі наплавленого шару F_i (мм^2) і коефіцієнта наплавлення α_H (для зварювання у вуглекислому газі дротом суцільного перерізу $\alpha_H = 19 \text{ г/А} \cdot \text{год.}$),

$$V = \frac{\alpha_H \cdot I}{\gamma \cdot F_i} \cdot \frac{1}{36}, \text{ м/ГОД.},$$

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

$$V = \frac{1}{\frac{9}{11,3} \cdot \frac{1}{0,9}} = 11,3 \text{ м/год} = 0,84 \text{ см/с для Т6}$$

$$;_{зв} = \frac{1}{\frac{1}{0,9} \cdot \frac{1}{0,9}} = 8,05 \text{ м/ч} = 0,22 \text{ см/с для Н1}$$

Швидкість подачі дроту:

$$V_{др} = \frac{4\alpha_p \cdot I_{зв}}{\gamma \cdot \pi \cdot d_e^2}, \text{ м/ГОД}$$

де α_p – коефіцієнт розплавлення електрода, який залежить від способу зварювання, діаметра електрода, роду та сили струму [16]. Зазвичай α_p змінюється у межах 11

...24 г/А·год. Під час дугового зварювання з використанням для захисту зони зварювання суміші $\text{Ar}+18\%\text{CO}_2$ втрата електродного металу не перевищує 5%. Тоді

$$\alpha_p = 1.05 \alpha_H = 1.05 \cdot 19 = 20 \text{ г/А} \cdot \text{год}$$

$$V = \frac{L}{t} = 460 \text{ м/год}$$

др В/с, 9

Продуктивність наплавлення розраховується як

$$G_H = \alpha_H I_{зв} \cdot 10^{-3}, \text{ кг/год.}$$

$$G_H = 19 \cdot 203 \cdot 10^{-3} = 3,86 \text{ кг/год}$$

Погонна енергія:

$$I \cdot U \cdot \eta$$

$$q_n = \frac{I \cdot U \cdot \eta}{v}, \text{ Дж/см,}$$

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

$$q_n = \frac{I \cdot U \cdot \eta}{v} = 5000 \text{ Дж/см для Т6}$$

$$q_n = \frac{I \cdot U \cdot \eta}{v} = 19091 \text{ Дж/см для Н1}$$

У табл.2.2. наведено розрахункові режими зварювання.

Таблиця 2.2 Розрахункові режими зварювання

Тип з'єднання	$I_{зв}$, А	U_d , В	$V_{зв}$, см/с	q_n , Дж/см	Кількість проходів
Н1	200	30	0,22	19091	1
Т6	200	30	0,84	5000	2

Розраховані показники струму уточнюють і корегують зварюванням дослідних зразків.

2.4. Розрахунок термічного циклу зварювання та аналіз структури металу ЗТВ.

Низьколеговані сталі мають незначну чутливість до термічного циклу зварювання. Регулюванням режимів зварювання термічних циклів вдається забезпечити отримання необхідних властивостей в зоні термічного впливу. Це пов'язано з невисоким вмістом вуглецю і низьким ступенем легування. Зазвичай в сталях цієї групи вміст вуглецю не перевищує 0,25%, а сумарне легування – 4%.

Підвищення вмісту вуглецю а також ступеню легування сталі збільшується схильність її до гартування. Такі сталі мають високу чутливість до термічного циклу зварювання і зона термічного впливу стає загартованою і, як наслідок, непластичною під час зварювання на режимах, що забезпечують задовільне формування шва. Для зниження швидкості охолодження зони термічно впливу з метою отримання в ній структур, що мають деякий запас пластичності достатньої для запобігання утворення тріщин під дією термодеоформаційного циклу. Під час зварювання таких сталей необхідне попереднє підігрівання зварюваного виробу.

У разі необхідності підігрівання металу перед зварюванням, температура його може розраховуватися за методикою, що враховує хімічний склад зварюваної сталі і її товщину. Згідно цієї методики повний еквівалент вуглецю C_e визначається за формулою

$$C_e = C_x + C_p$$

де, C_x - хімічний еквівалент вуглецю;

C_p – розмірний еквівалент вуглецю.

Попередню температуру підігрівання T_{II} знаходять за формулою

$$T_{II} = 350 F_{Ge} + 0,25$$

Отримана температура попереднього підігрівання має бути перевірена і відкоригована шляхом визначення дійсної швидкості охолодження під час зварювання на прийнятих режимах і порівняна з рекомендованим допустимим діапазоном швидкостей охолодження, рекомендованим для даної марки сталі.

Для отримання зварних з'єднань що, мають високу робото здатність, після зварювання, як правило, необхідна термічна обробка для відновлення властивостей металу в зоні термічного впливу.

Для аналізу наслідків дії термічного циклу зварювання на властивості зварного з'єднання і можливості використання розрахованих режимів зварювання, в дипломному проекті проведені уточнювальні розрахунки, що дають уяву про структуру зварного з'єднання. Таким розрахунком є розрахунок термічного циклу зварювання [10].

Розрахунок термічного циклу зварювання проводиться для найбільш поширеного при виготовленні балки таврового з'єднання Т6 ГОСТ 14771-79 (див. рис. 2.4). Термічний цикл розраховуються за параметрами режиму зварювання приведеними в табл. 2.4, вихідна температура 20°C , $T_{\text{max}}=1350^{\circ}\text{C}$, коефіцієнт температуропровідності $\alpha = 0,08\text{см}^2/\text{с}$ коефіцієнт теплопровідності $\lambda = 0,4\text{Вт}/\text{см К}$, коефіцієнт тепловіддачі $\alpha=0003\text{Дж}/\text{см}^2\text{с К}$, об'ємна теплоємність $c\gamma=50\text{ Дж}/\text{см}^3\text{ К}$.

Для таврового з'єднання розрахунок термічного циклу виконується за схемою наплавки на масивний виріб.

Відстань від осі шва до точки з максимальною температурою $T_{\text{max}}=1350^{\circ}\text{C}$ розраховується за формулою:

$$r_0 = \frac{q}{\alpha_{\text{с}} \cdot \pi \cdot \lambda_{\text{с}} \cdot T_{\text{max}}}, \text{ см}$$

q – ефективна теплова потужність джерела зварювання, Дж ;

$V_{\text{зв}}$ - швидкість зварювання, $\text{см}/\text{с}$.

$$q = I_{\text{зв}} \cdot U_{\text{д}} \cdot R, \text{ Дж}$$

де, R - ефективний ККД процесу нагрівання, $R = 0,7$.

$$q = 200 \cdot 30 \cdot 0,7 = 4200 \text{ Дж} - \text{Н1, Т6}$$

$$r_0 = \frac{q}{\alpha_{\text{с}} \cdot \pi \cdot \lambda_{\text{с}} \cdot T_{\text{max}}} = 0,42 \text{ см.} - \text{Т6};$$

$$r_0 = \frac{H_z}{H_1} = 0,81 \text{ см.} - \text{Н1;}$$

r_0 – відстань від досліджуваної точки з координатами (x_0, y_0) до площини джерела нагрівання

$$r = \sqrt{V^2 + W^2}$$

Розрахунок термічного циклу зварювання виконується за формулою:

$$X, Y = \frac{I}{\sqrt{BZ}} \cdot \frac{1}{\sqrt{c_a}}$$

Розрахунок зміни температури в часі в точці $r_0 = 0,42$ см для з'єднання Т6 наведено у табл. 2.3.

Таблиця 2.3. Зміна температури в часі в точці $r_0 = 0,42$ см

t, c	T, °C
1	3454
2	1311
3	797
4	571
5	444
6	364
7	308
8	267
9	235
10	210
11	190
12	174
13	160

14	148
15	138
16	129
17	121
18	114
19	108
20	102
25	81
30	68
35	58
40	50
45	45
50	40

Розрвахунок зміни температури в часі в точці $r_0 = 0,81$ см для з'єднання Н1 наведено у табл. 2.4.

Таблиця 2.4. Зміна температури в часі в точці $r_0 = 0,81$ см

t, с	T, °C
1	59054
2	10592
3	5018
4	3172
5	2290
6	1783
7	1455
8	1228
9	1060
10	933
11	832
12	751
13	684
14	628
15	581
16	540
17	504
18	473
19	446
20	421
25	330
30	271
35	230
40	200

45	177
50	158

Перетворення аустеніту проходить в процесі охолодження сталі нижче температури A_3 . Температура A_3 розраховується за формулою:

$$A_3 = 910 - 229C + 32Si - 25Mn - 8Cr - 18Ni + 2Mo + 117V - 24Cu + 7W - 120B$$

Для сталі 10ХСНД температура A_3 розрахована за наведеною формулою у відповідності до її складу (див. табл.1.1):

$$A_3 = 910 - 229 \cdot 0,12 + 32 \cdot 0,9 - 25 \cdot 0,7 - 24 \cdot 0,5 = 865^\circ\text{C}$$

Графіки залежності $T=f(t)$ зварного термічного циклу наведених на рис.2.4. Діаграма термокінетичного перетворення аустеніту сталі 10ХСНД наведена на рис.2.5.

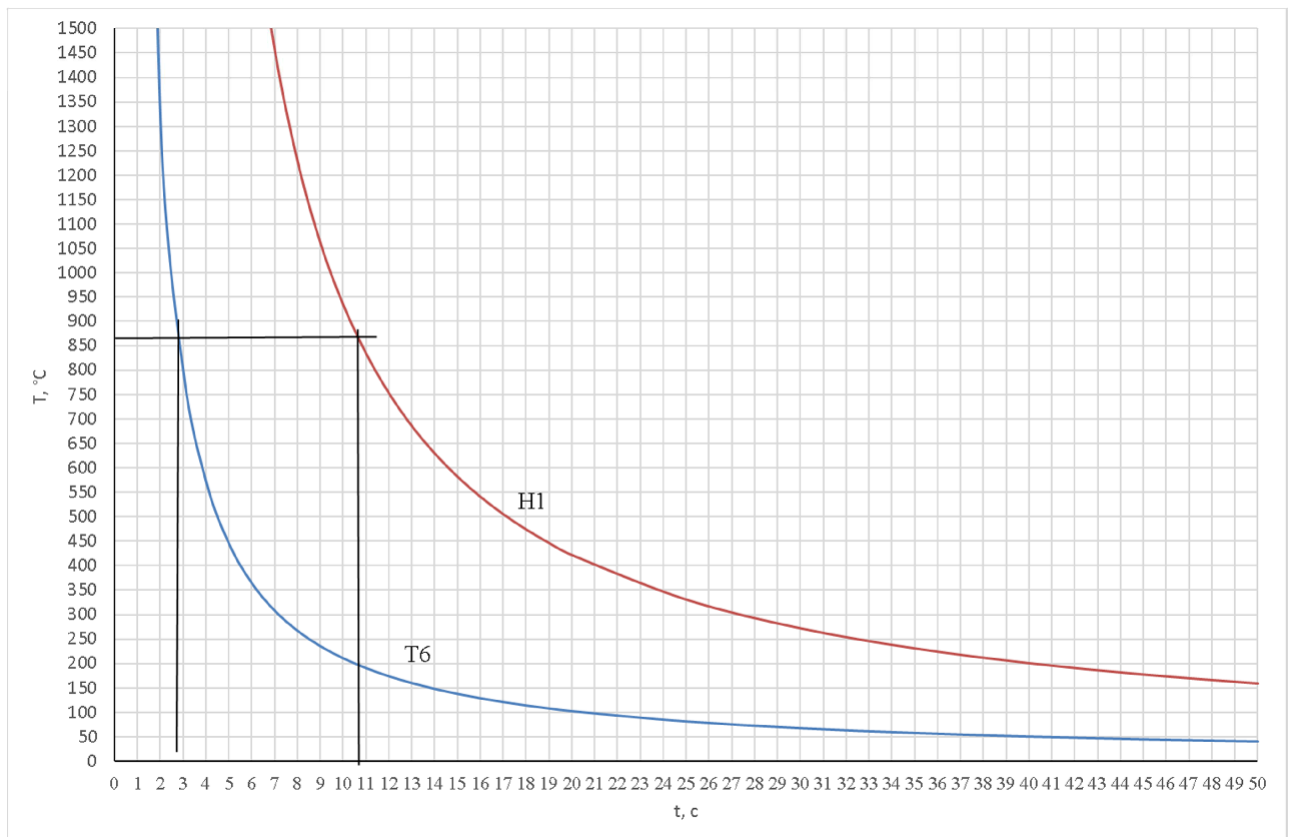


Рис.2.4. Графік залежності $T=f(t)$ зварних термічних циклів

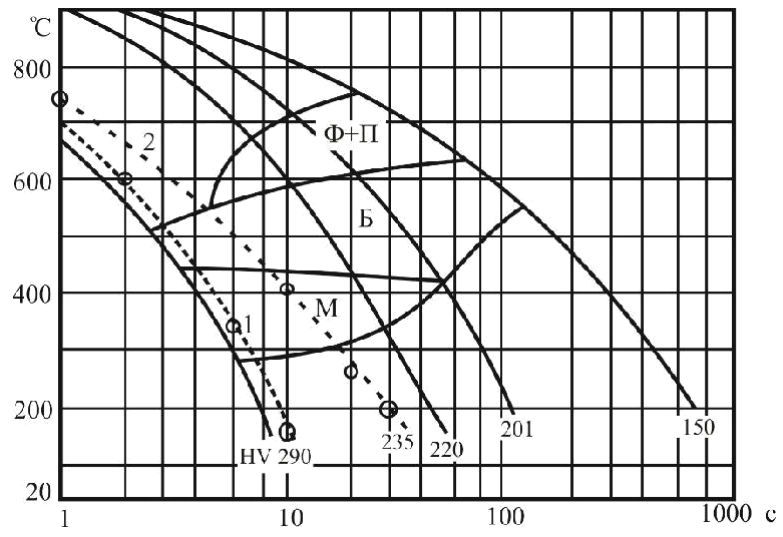


Рис.2.5. Діаграма термокінетичного перетворення аустеніту сталі 10XCHD (1 – Т6, 2– Н1)

2.5. Аналіз отриманої структури

В результаті розрахунку термоциклів при зварюванні кутового та нахлесточного з'єднань та аналізу діаграми термодинамічного перетворення аустеніту була визначена очікувана структура зварних з'єднань.

Для таврового з'єднання (Т6) при механізованому зварюванні утворюється структура Ф+П з діапазоном твердості по діаграмі термодинамічного перетворення аустеніту сталі 10ХСНД HV=290.

Для нахлесточного з'єднання (Н1) при механізованому зварюванні утворюється структура Ф+П з діапазоном твердості по діаграмі термодинамічного перетворення аустеніту сталі 10ХСНД HV=235.

Висновки

1. Під час виготовлення поперечної балки запропоновано використовувати механізоване зварювання в суміші захисних газів $\text{Ar}+18\%\text{CO}_2$, електродом суцільного перерізу діаметром 1,2 мм (дріт марки Св-08Г2С);

2. Проведено розрахунки режимів зварювання для з'єднання Т6 за схемою площі поперечного перерізу наплавленого металу: $I_{\text{зв.}} = 200\text{А}$; напруга на дузі $U_{\text{д}} = 30\text{ В}$; швидкість зварювання. $V_{\text{зв.}} = 0,84\text{ см/с}$;

2. Проведено розрахунки режимів зварювання для з'єднання Н1 за схемою площі поперечного перерізу наплавленого металу: $I_{\text{зв.}} = 200\text{А}$; напруга на дузі $U_{\text{д}} = 30\text{ В}$; швидкість зварювання. $V_{\text{зв.}} = 0,22\text{ см/с}$;

3. Для таврового з'єднання (Т6) при механізованому зварюванні утворюється структура Ф+П з діапазоном твердості по діаграмі термодинамічного перетворення аустеніту сталі 10ХСНД HV=290.

4. Для нахлесточного з'єднання (Н1) при механізованому зварюванні утворюється структура Ф+П з діапазоном твердості по діаграмі термодинамічного перетворення аустеніту сталі 10ХСНД HV=235.

3. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС СКЛАДАННЯ ТА ЗВАРЮВАННЯ БАЛКИ

3.1. Загальний технологічний процес складання та зварювання балки.

Запропонований технологічний процес передбачає поетапний контроль процесів складання. підготовку до зварювання. зварювання та після зварювальних операцій.

Технологічний процес складання та зварювання балки розпочинається із підготовки заготовок до зварювання [5]. Виготовлення балки здійснюється на спеціалізованій ділянці. Розміри балки порівняно не великі (габаритні розміри: 2060x290x330 мм), тому заготовки балки не мають зварних з'єднань.

Балка виготовляється із завчасно виготовлених заготовок: нижній пояс, бокові стінки, верхній пояс, що складається із трьох листів мають товщину 10 мм; торцеві фланці – 15 мм і дві плати товщиною 25 мм.

Складання розпочинається із встановлення на складально-зварювальному стенді нижнього поясу. На нижній пояс за завчасно нанесеною розміткою виставляються дві діафрагми (рис. 3.1).

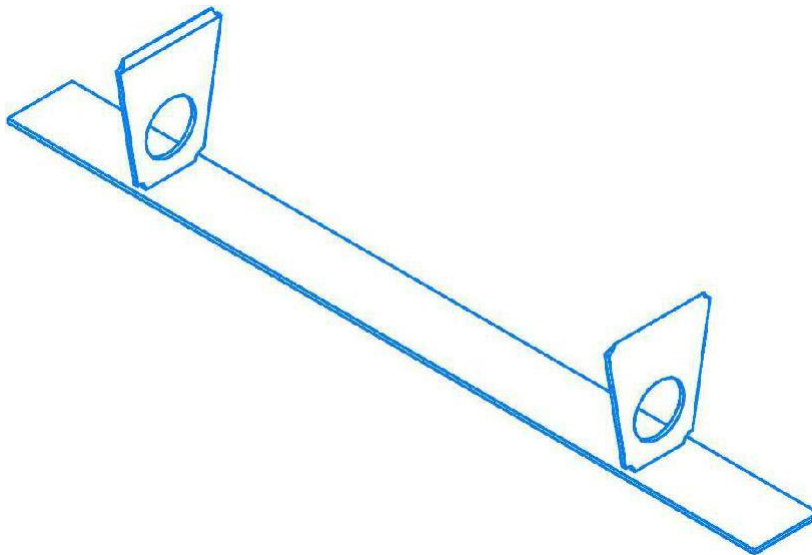


Рис. 3.1. Складання діафрагм з нижньою полицею

Закріплюється вони на нижньому поясі на прихопленнях. Після контролю ВТК виконується зварювання діафрагм з нижнім поясом (зварне з'єднання Т7; див. рис. 2.1).

Наступною технологічною операцією є складання бічних стінок зі звареним вузлом. Стінки закріплюються до діафрагм та нижнього поясу прихопленнями (рис. 3.2).

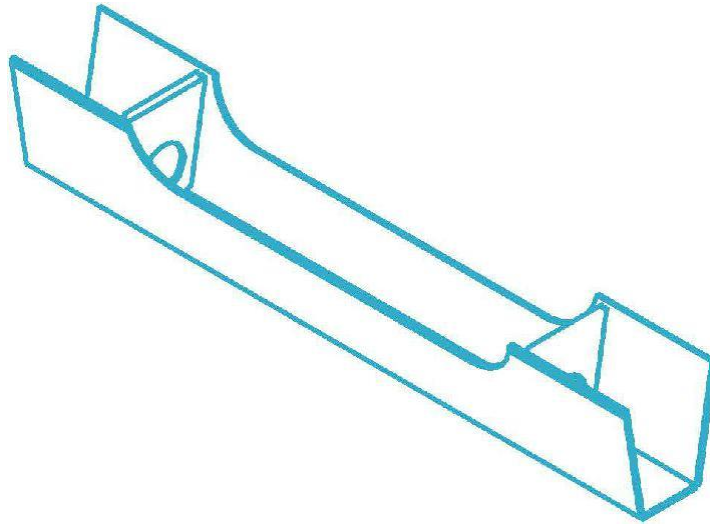


Рис. 3.2. Балка з встановленими боковими стінками

Після королів конструкції ВТК встановлюються два торцеві фланці і також закріплюються на прихопленнях (рис. 3.3).

Після контролю ВТК складеної конструкції розпочинається її зварювання: зварюються діафрагми з бічними стінками, фланці з нижнім поясом та боковими стінками, бічні стінки з нижнім поясом.

Зварюються бокові стінки з нижнім поясом (з'єднання УЗ див. рис. 2.1). Спочатку цей шов виконується із зовнішньої сторони балки, а потім виконується підварювання в середині балки. Під час виконання зварювання балку багаторазово кантують щоб виконувати зварювання всіх швів в нижньому положенні. Зварювання в нижньому положенні дає можливість знизити ймовірність утворення дефектів в зварних швах і забезпечити високу якість зварних з'єднань.

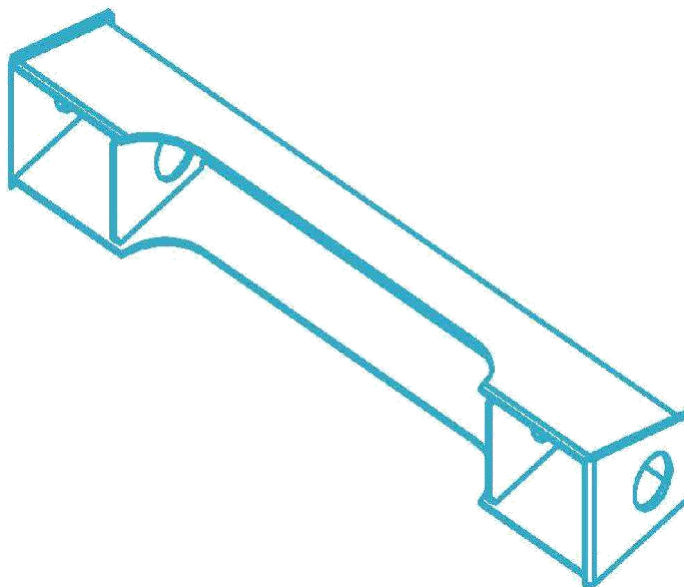


Рис. 3.3. Конструкція балки підготовлена до зварювання

Зварні шви зачищаються, контролюється зовнішнім оглядом та ультразвуковим контролем. Виявлені дефекти виправляються. Контролю піддаються форма та розміри конструкції. У разі необхідності балка піддається рихтуванню.

Наступна операція пов'язана з установкою верхнього поясу. Верхній пояс складається із трьох листів. Під час складання листи верхнього поясу закріплюються з діафрагмами, боковими стінками та фланцями на прихопленнях. Після контролю ВТК листи верхнього поясу зварюються по периметру в наступній послідовності. Першим зварюється центральний лист з боковими стінками (з'єднання Т5 див. рис. 2.1) та діафрагмами (з'єднання Т6). Наступними зварюються два крайні листи верхнього поясу з боковими стінками, торцевими фланцями (з'єднання Т5) та діафрагмами (з'єднання Т6).

Особлива увага приділяється складанню та зварюванню плат з торцевими фланцями. Для того, щоб виключити вплив зварювальних деформацій внаслідок зварювання попередніх швів і забезпечити точне їх розташування, плати встановлюються в останню чергу. Плати закріплюються на фланцях прихопленнями. Під час складання, для точного розташування плат, використовуються спеціальні пристрої і кондуктор. Після контролю ВТК плати зварюються з фланцями по периметру (з'єднання Н1, див. рис. 2.1). зварні з'єднання зачищаються і контролюються.

Готова балка (див. рис.1.1) піддається заключному контролю за спеціальною методикою.

Таблиця 3.1.

Технологічний процес виготовлення балки

Операція	Перехід	ТКП	Характер виконання	Устаткування
1	2	3	4	5
1.Складання	1.1.Встановлення діафрагми на нижній пояс	1.1.1.Подавання нижньої полиці	Р	Листоукладальник
		1.1.2.Орієнтація 1.1.1.	Р	Листоукладальник
		1.1.3.Закріплення 1.1.2.	Р	Притискувач
		1.1.4.Подавання діафрагми	Р	Листоукладальник
		1.1.5.Орієнтування діафрагми на нижній полиці	Р	Листоукладальник
		1.1.6.Фіксування діафрагми на нижній полиці	М	Апарат КП-007
		1.1.7.Повторити роботи аналогічно по пп. 1.1.4-1.1.6	Р	
		1.1.8.Контроль розмірів		Рулетка, кутник, малка
2.Зварювання	2.1.Зварювання діафрагм з полицею	2.1.1.Зварювання кутовим швом	М	Апарат КП-007
3.Складання	3.1.Встановлення бічних стінок на нижній пояс з діафрагмами	3.1.1.Подавання стінки на стенд	Р	Кран-балка
		3.1.2.Орієнтація стінки	Р	Кран-балка

		3.1.3.Закріплюван ня стінки	Р	Притискувач
		3.1.4.Фіксація стінки на прихопленнях	М	Апарат КП-007
		3.1.5.Перевірка розмірів і взаємного положення складових	Р	Рулетка, кутник. малка
		3.1.6.Повторити роботи по пп 3.1.1.-3.1.5. для другої стінки		
	3.2.Встановлен ня торцевого фланця з стінками	3.2.1.Подавання фланця на стенд	Р	Кран-балка
		3.2.2.Орієнтування фланця	Р	Кран-балка
		3.2.3.Закріплення фланця	Р	Притискувач
		3.2.4.Фіксація фланця	М	Апарат КП-007
		3.2.5.Повторити роботи аналогічно по пп. 3.2.1.-3.2.4 для другого фланця		
		3.2.6.Перевірка розмірів і взаємного положення	Р	Рулетка, кутник. малка
4.Зварюванн я	4.1.Зварювання діафрагм зі стінками	4.1.1.Зварювання кутовим швом	М	Апарат КП-007
	4.2.Зварювання фланців зі стінками	4.2.1.Зварювання кутовим швом	М	Апарат КП-007
	4.3.Зварювання стінок з нижнім поясом	4.3.1.Зварювання кутовим швом	М	Апарат КП-007
	4.4.Зварювання фланця з нижнім поясом	4.4.1.Зварювання кутовим швом	М	Апарат КП-007
5.Зачищуван ня швів	5.1.Зачищуванн я швів		Р	Пневмотурбінка

6.Контроль якості швів	6.1.Таврові з'єднання	6.1.1.Кутовийшов	Р	Гамогофраф
	6.2.Кутові з'єднання	6.2.1.Кутовийшов	Р	Гамогофраф
7.Фарбування	7.1.Внутрішня поверхня балки	7.1.1.Грунтування	Р	Фарбопульт
		7.1.2Фарбування	Р	Фарбопульт
8.Здавання ВТК			Р	
9.Складання	9.1.Встановлення верхнього поясу	9.1.1.Подавання середнього листа	Р	Кран-балка
		9.1.3.Закріплення листа	Р	Притискувач
		9.1.4.Фіксування листа	М	Апарат КП-007
		9.1.5.Повторити роботу аналогічно по пп. 9.1.1.-9.1.4 для двох інших листів		
		9.1.6.контроль розмірів і взаємного положення складових	Р	Рулетка, кутник. малка
10.Зварювання	10.1.Зварювання центрального листа поясу з діафрагмами	10.1.1.Кутовийшов	М	Апарат КП-007
	10.2.Зварювання центрального листа поясу зі стінками	10.2.1.Кутовийшов	М	Апарат КП-007
	10.3.Зварювання крайнього листа поясу з діафрагмою	10.3.1.Кутовийшов	М	Апарат КП-007
	10.4.Зварювання крайнього листа поясу зі стінками	10.4.1.Кутовийшов	М	Апарат КП-007
	10.5.Зварювання крайнього листа поясу з фланцем	10.5.1.Кутовийшов	М	Апарат КП-007
		10.6.1.Повторити		

		роботи аналогічно по пп. 10.3.1.-10.5.1. для другого крайнього листа		
11.Зачищування швів	11.1.Зачищування швів		Р	Пневмотурбінка
12.Контроль якості	12.1.Кутові шви		Р	Гамогофраф
13.Складання	13.1.Встановлення плат	13.1.1.Подавання плати на стенд	Р	Кран-балка
		13.1.2.Орієнтація плати	Р	Кран-балка
		13.1.3.Притискання плати до фланця	Р	Притискувач
		13.1.4.Фіксування плати прихопленнями	М	Апарат КП-007
		13.1.5.Повторити роботи аналогічно по пп. 13.1.1.-13.4. для другої плати		
		13.1.6.контроль розмірів і взаємного положення складових	Р	Рулетка, кутник. малка
14.Зварювання	14.1.Зварювання плати з фланцями	14.1.1.Напустковий шов по периметру	М	Апарат КП-007
15.Зачищування швів	15.1.Зачищування швів		Р	Пневмотурбінка
16.Контроль якості	16.1.Кутові шви		Р	Гамогофраф
17.Фарбування	17.1.Грунтування		Р	Фарбопульт
	17.2.Фарбування		Р	Фарбопульт
18.Здавання балки ВТК			Р	

3.2. Технологічні вимоги щодо складання і зварювання балки

1. Підготувати складально-зварювальне устаткування до складання і зварювання балки.
2. Зварювані кромки і прилеглі до них поверхні шириною не менше 20 мм безпосередньо перед зварюванням повинні бути зачищені від ґрату, окалини, фарби і інших забруднень до чистого металу за допомогою пневмотурбінки і борфрез.
3. Листи до стенду притиснути за допомогою притискних планок.
4. Прихоплення виконувати лише прожареними електродами при $T = 400\text{ }^{\circ}\text{C}$ протягом 2 годин. Електроди марки Е-42А діаметром 4 мм. Режим $I_{зв} = (100 - 150)\text{ А}$. Електроприхоплення дозволяється виконувати механізованим зварюванням в суміші захисних газів $\text{Ar} + 18\% \text{CO}_2$. Електродний дріт діаметром 1,2 мм марки OR TUBROD 15.14, зварювальний струм 160 – 180 А.
- Для кутових і таврових з'єднань прихоплення необхідно ставити з протилежної сторони від першого проходу.
5. Розмічуванням нанести базові лінії і точки: місця установки деталей, діагоналі, центри.
6. Місця встановлення деталей зачистити пневмошліфувальною машинкою шириною не менше 20 мм від шва в обидві сторони.
7. Під час встановлення деталей контроль правильності їх розташування виконується по лініях розмічування.
8. Під час складання деталі притискаються гідроприводом.
9. Приварити обухи передбачені схемою кантування і транспортування балки.
10. Здати балку ВТК.

3.3. Обґрунтування вибору зварювальних матеріалів

На механічні і фізико-хімічні властивості металу шва впливає його хімічний склад. Тому для отримання властивостей, що відповідають вимогам надійності і якості зварної конструкції, дуже важливим є правильний вибір зварювальних матеріалів [12].

Першою умовою вибору зварювальних матеріалів для зварювання низьковуглецевих і низьколегованих сталей є отримання суцільних швів без пор .

Другою умовою вибору зварювальних матеріалів є отримання металу шва, що забезпечує високу технологічну міцність, тобто має високу стійкість до утворення гарячих тріщин.

Третьою умовою є отримання металу шва, що відповідає вимогам експлуатаційної міцності.

Четверта умова – низька вартість і доступність зварювальних матеріалів

На підставі зазначених умов щодо вибору зварювальних матеріалів і вибраних засобів зварювання в дипломному проекті пропонується використання наступних зварювальних матеріалів: електродний зварювальний дріт Св-08Г2С діаметром 1,2 мм в комбінації з сумішшю захисних газів $Ar+18\%CO_2$ – для механізованого зварювання; електроди тип Е-42А, марка – УОНИ 13/45 – для виконання прихоплень під час складальних операцій.

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

Таблиця 3.2.

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 3.3.

Механічні властивості наплавленого металу дротом Св-08Г2С

σ_T , МПа	σ_B , МПа	δ , %	Ударна в'язкість KCV, Дж/см ²	
			-20 C ⁰	+20 C ⁰
≥ 390	≥ 490	21-23	70	130

В дипломному проекті пропонується використовувати найбільш універсальний зварювальний дріт марки Св-08Г2С з захисним шаром покриття міддю. Обміднений 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 струмопідвіним мундштуком пальника.

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

На підставі проведеного аналізу можна дійти висновку, 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 поперечної балки.

3.4.Обґрунтування вибору зварювального обладнання

В дипломному проекті пропонується для зварювання балки використовувати апарат для механізованого зварювання КП-007 українського виробництва.



Рис.3.1. Апарат для механізованого зварювання КП-007

Таблиця 3.4

Технічні характеристики апарату КП-007

Параметри	Показники
-----------	-----------

Зварювальний струм, А	60 – 630
Діаметр дроту: суцільного/порошкового мм	1,2 - 2/0,8 - 2
Швидкість подавання дроту, м/год	120 – 1200
Регулювання швидкості подавання дроту	плавне
Маса касети з електродним дротом, кг	15
Маса подавального механізму, кг	12,2

Апарат для механізованого зварювання КП-007 призначений для зварювання в середовищі захисних газів суцільним або порошковим дротом низьколегованих легованих сталей та сплавів. Апарат комплектується джерелом живлення зварювального струму КИГ-401, КИУ-501, КИГ-601.

3.5. Методи контролю якості та випробувань.

1. Відділ технічного контролю вести звіт щодо якості зварних швів, визначити причини, які викликають дефекти швів і розробити 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;

- підготовка зварюваних і зварювальних 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 обслуговування;

- 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 зварюваних 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 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 всій їх довжині 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.

Висновки

1. Розроблений технологічний процес складання та зварювання поперечної балки. Передбачається технологічний метод поступового нарощування балки в об'єм.
2. Під час виготовлення балки використовуються:
 - а) механізоване дугове зварювання в суміші захисних газів $\text{Ar} + 18\% \text{CO}_2$ в комбінації зі зварювальним дротом Св-08Г2С діаметром 1,2 мм;
 - б) ручне дугове зварювання електродами Е-42А (під час складання конструкції)
 - в) апарат для механізованого зварювання КП-007.
3. Розглянуті питання щодо технічного контролю процесу виготовлення поперечної балки.

Вступ

Охорона праці - це система правових соціально-економічних організаційно-технічних соціального-гігієнічних заходів і засобів, спрямованих на збереження здоров'я і працездатності людини.

Задача охорони праці - звести до мінімальної ймовірності ураження або захворювання працюючих з одночасним забезпеченням комфорту при максимальній виробничій продуктивності.

Основним законодавчим актом по охороні праці є Закон України «Про охорону праці» прийнятий Верховною Радою в 2002 році

Держава повинна турбуватися про поліпшення умов і охорони праці, її організації, про скорочення важкої фізичної праці за рахунок удосконалення та впровадження механізації і автоматизації промисловості

Охорона здоров'я працівників, забезпечення безпеки умов праці та лікування професійних захворювань і травматизму складає одну із головних турбот держави.

За кожною людиною закріплено право на охорону здоров'я, на право забезпечувати розвитком техніки безпеки і виробничої санітарії безкоштовну медичну допомогу, оздоровлення, попередження і зниження професійних захворювань і виробничого травматизму складають одну із головних турбот держави

За кожною людиною на право на охорону здоров'я. Це право забезпечувати розвитком техніки безпеки виробничою санітарією, безкоштовною медичною заходами по оздоровленню, попередження і зниження професійних захворювань.

В наш час впроваджується багато нових складних пристроїв і механізмів. У зв'язку з цим зростає роль охорони праці, яка повинна не тільки забезпечувати безпеку праці людини але й покращувати її умови.

4.1.Аналіз небезпечних і шкідливих факторів праці при зварюванні вуглецевих сталей

Сучасна металообробка багатостороння галузь промисловості яка включає суднове кораблебудування, машинобудування а також ряд з суміжних видів промисловості. Металообробка характеризується складними умовами праці присутністю небезпечних і шкідливих факторів, що призводять до травм загальних і професійних захворювань [7].

У зв'язку з цим металообробці велике значення приділяється питанням охорони праці і навколишнього середовища

Однією з умов здорової вископродуктивної праці є забезпечення чистоти повітря і нормальних метро метеорологічних умов в робочій зоні. До числа основних фізичних небезпек і шкідливих факторів відносяться:

- висока напруга в електричних каналах, в наслідок замикання в яких струм може пройти через тіло робітника;
- гострі кромки, задирки, шершавість поверхонь деталей і виробів
- рухомі частини машин і механізмів, рухомі вироби і заготовки;
- підвищена або понижена температура повітря в робочій зоні;
- недостатнє освітлення робочої зони;
- підвищений рівень шуму і вібрації на робочому місці;
- підвищена або понижена вологість повітря;
- підвищений рівень іонізуючих випромінювань;
- підвищений рівень електромагнітних хвиль

У дипломному проєкті розглядається застосування зварювання в суміші захисних газів $Ar+CO_2$.

Під час зварювання в захисних газах існує можливість впливу небезпечного впливу на зварника у зв'язку з наступними чинниками:

- ураження електричним струмом при доторканні людини до струмопровідних частин електричного кола;
- ураження променями електричної дуги очей і відкритих поверхонь шкіри;
- опіки розплавленим металом бризками;
- отруєння токсичними газами і пилом, що виділяються під час зварювання і при забрудненні приміщень пилом і випаровування шкідливих речовин;

- ураження від не правильного користування балонами стиснув газу або при зварювальних роботах поблизу вибухонебезпечних речовин;
- отруєння захисними газами;
- опіки і подразнення від загара розчинників, фарбників і т. п.;
- ураження тепловим випромінюванням дуги;
- ураження при зачищуванні швів;
- травми різного роду механічного характеру при підготовці важких виробів до зварювання.

Проведемо аналіз вище перерахованих небезпечних і шкідливих факторів, що утворюються під зварювання в середовищі захисних газів.

При справному стані обладнання і при правильному виконанні зварювальних робіт можливість ураження струмом близька до нуля, але ураження електричним струмом можливе внаслідок несправності зварювального обладнання або мережі заземлення, несправності проводки і неправильне ведення робіт зі зварювання. Ураження електричним струмом відбувається при доторканні до струмопровідних частин і зварювальної апаратури. Напруга холостого ходу джерел живлення сягає 80 В, опір людського тіла може змінюватись від тисячі до двадцяти тисяч Ом, зазначена напруга є небезпечною для життя. Ураження струмом вище 0,05 А може викликати важкі наслідки і навіть смерть. Небезпека ураження струмом зварника особливо велика під час роботи всередині ємності лежачи на металічних частинах зварюваного виробу або при виконанні зварювальних робіт в сиру погоду у вологих приміщеннях.

У процесі зварювання краплі розплавленого металу можуть потрапити в складки одягу, в кишені, взуття, пропалити одяг і спричинити опіки, так як бризки розплавленого металу при зварюванні мають температуру до 1800 С

Біологічна дія ультрафіолетових променів: вони викликають опіки шкіри робочого, уражають очі, пропалюють тканину. Ультрафіолетові промені добре поглинаються повітрям викликаючи фотохімічний ефект з утворенням озону. Озон викликає набрякання легень, порушення частоти пульсу, зміну складу крові.

Крім ультрафіолетових променів, горіння дуги супроводжується випромінюванням видимих, дуже яскравих світлових і інфрачервоних променів.

Інфрачервоні промені спричиняють, в основному, теплову дію. Яскравість видимих променів значно перевищує норму допустиму для людського ока і якщо дивитися на дугу незахищеним оком, вона має осліплювальну дію.

Ультрафіолетові промені навіть при короточасній дії (декілька секунд) викликають захворювання очей (опік роговиці ока – електрофтальмія). Вона супроводжується різким болем, різью в очах, слезоточивістю, спазмами вік. Через 2-3 дні захворювання проходить. Часте повторення електрофтальмії може привести до хронічного кон'юнктивіту. Інфрачервоні промені при дуговому впливі викликають помутніння кристалів око (катаракта), що призводить до тимчасової або повної втрати зору. Теплова дія інфрачервоних променів викликає опіки шкіри.

Зварювання в середовищі захисних газів супроводжується виділенням пилу і газів. Зварювальний пил або аерозоль являє собою суміш найдрібніших часток оксидів і мінералів. Крім аерозолі, повітря при зварюванні в робочих приміщеннях забруднюється різноманітними газовими шкідливими для здоров'я людини. На робочому місці допускається такі граничні концентрації шкідливих речовин в повітрі, мг/см³: алюміній і його оксид – 2,0; берилій та його з'єднання – 0,001; вольфрам – 6,0; нікель і його оксиди – 0,5; свинець та його з'єднання – 0,01; оксид індію – 5,0; озон – 0,1; оксиди азоту – 5,0; оксиди міді – 0,1; оксиди марганцю – 0,3.

Перевірка концентрації пилу і газів при зварюванні в середовищі захисних газів показує, що щиток і маска навіть при зварюванні в нижньому положенні дозволяє зменшувати вміст пилу і газу в зоні дихання зварника в декілька разів.

Захисний газ, густина якого більша густини повітря, може накопичуватися в нижніх частинах приміщень, що може призвести до кисневого голоду людей, які працюють у приміщенні.

Небезпеку, що створюється при під час зварювання в середовищі захисних газів - вибух балонів. Вибух балонів можливий при неправильному транспортуванні, зберіганні, використанні балонів із стиснутим газом при зварювальних роботах. Балони повинні знаходитись не менше 1 м від радіаторів опалення, а від джерел тепла з відкритим вогнем на відстані не менше 5 метрів. Залишковий тиск газу в балонах повинний бути не менше 0,049 МПа.

Під час зварювання плавки електродом в середовищі захисних газів перед маскою знайдено 90 – 111 мг/см³ пилу, а під маскою – 12 – 28 мг/см³.

Ручному зварюванню плавким електродом теплова радіація дорівнює: на рівні правої руки – 5 – 12 Дж/см²*хв; і біля обличчя – 6 – 9 Дж/см²*хв..

Таблиця 4.1

Інтенсивність виробничого шуму у складально-зварювальному цеху

Санітарні норми проектування промислових підприємств, дБ	обробка плоских деталей, дБ	обробка напів-об'ємних конструкцій, дБ	кернення деталей, дБ	удари кувалдою, дБ
85	100-115	118-125	100	90-110

4.2.Розрахнок системи місцевої вентиляції

Для виконання проб зварюванням в середовищі захисних газів необхідне застосування на робочому місці місцевої вентиляції. Переріз приймача повітря циліндричної форми $d_0 = 0,3$ м.

$$d = \frac{F}{\pi d_0}, \text{ м}$$

Гідравлічний діаметр повітря проводу визначиться за формулою

де:

$$F = \frac{\pi d^2}{4}, \text{ м}^2$$

$$d = \frac{3.14 * 0.3^2}{4} * \frac{1}{3.14 * 0.3} = 0.075 \text{ м}$$

Швидкість руху повітря у приймачі повітря визначиться:

$$V = \frac{V_T * l^2}{k * d^2}, \text{ м / с}$$

де: V_T – швидкість виділення шкідливих речовин у деякій точці або перерізі, м/с (для зварювання сталі в середовищі CO_2 $V_T=0.5$ м/год);

l – відстань від місця виділення шкідливих речовин до вхідного перерізу приймача повітря ($l=0.06$ м)

k – коефіцієнт, що залежить від форми перерізу вхідного приймача повітря, $k=0.06$

$$V_b = \frac{0.5 * 0.06^2}{0.06 * 0.075^2} = 5.3 \text{ м / с}$$

Кількість повітря необхідного для вилучення шкідливих речовин одним пилегазоприймачем визначається за формулою

$$Q = V_b * S_c * 3600, \text{ м}^3 / \text{год}$$

де:

S_c – площа вхідного перерізу пилегазоприймача;

V_b – швидкість руху повітря в приймачі повітря;

$$Q = 5.3 \frac{3.14 * 0.075^2}{4} = 95 \text{ м}^3 / \text{год}$$

$$\text{або: } Q = 0.026 \text{ м}^3 / \text{с}.$$

Так як пилегазоприймач забезпечує одного зварника, то кількість повітря, що необхідна для вилучення системою дорівнює Q , тобто $Q_{об}=95 \text{ м}^3 / \text{год}$.

Опір одного шлангу розраховується за формулою:

$$R = \left(\frac{\rho * \lambda * L}{2d} + \frac{\rho * \xi}{2} + \frac{\rho}{2} \right) \div S, \text{ кг/м}^3$$

де: S – площа поперечного перерізу шлангу,

м²; λ – коефіцієнт гідравлічних втрат, λ=0.03; ξ

– коефіцієнт місцевих втрат, ξ=1.2;

ρ – густина повітря, ρ=1.226кг/м³;

$$R = \left(\frac{1.226 * 0.03 * 0.06}{*0.075222} + \frac{1.2 * 1.226}{*} + \frac{1.226}{*} \right) \div 0.00443 = 307.7 \text{ кг/м}^3$$

Опір вентиляційної мережі від одного шлангу, підключеного до вентилятору складає R_c=R, тобто. R_c =307.7 кг/м³.

Кількість повітря, що проходить через один шланг дорівнює:

$$Q_{ш} = Q, \text{ т.е. } Q_{ш} = 95 \text{ м}^3 / \text{год.}$$

Швидкість руху повітря в гумових шлангах дорівнює:

$$N_{ш} = \frac{Q_{ш}}{S_{ш}}, \text{ м / с}$$

$$N_{ш} = \frac{0.026}{0.0044} = 6.1 \text{ м / с}$$

Втрати на тертя розраховуються за формулою:

$$\xi * V_2 * \rho$$

$$H_m = \dots, \text{ Па}$$

$$H_m = \frac{1.2 * 5.3^3 * 1.226}{2} = 206 \text{ Па}$$

або 20.6 кгс/м².

На підставі проведених розрахунків умовам вентиляції відповідає вентилятор ВНИИСТО сер. ЭВР№2, N=1кВа, АО-32-2.

Розробка заходів щодо усунення шуму

Шум, як функціональне явище, характеризується відчуттям слухового апарату людини хвилових коливань повітряного середовища. Шкідливий вплив шуму проявляється в порушенні фізіологічних функцій слуху. В залежності від цих порушень шуми поділяють : ті, що перешкоджають мовному зв'язку. Подразнювальні (викликають нервові перенапруження) і травмувальні (суттєво порушуються фізіологічні функції людини і призводять до хронічних серцево-судинних захворювань).

Гранично допустимі рівні (ГДР) звукового тиску знаходяться в межах 100 – 120 дБ в діапазоні частот 63 – 8000 Гц. Загальний рівень звукового тиску не повинний перевищувати 85 дБ.

Джерелом шуму в зварювальній лабораторії, де здійснюється зварювання таврових зразків в середовищі захисних газів, є устаткування для очищення металу від забруднень, ґрунту, в приміщенні сумішотвора устаткування, шуми, що супроводжують процес зварювання (зварювальна дуга, джерело живлення дуги, а також той факт, що зварювальна лабораторія знаходиться в приміщенні ,суміжному з цехом.

В зварювальній лабораторії рівень шуму, де здійснюється зварювання таврових зразків, перевищує гранично допустиму норму. В зв'язку з цим необхідно розробляти заходи для боротьби з шумом в цій лабораторії для персоналу зайнятого проведенням досліджень.

Для проведення зварювальних робіт в процесі досліджень щодо створення захисної суміші газів, потрібні наступні заходи для боротьби з шумом:

1. Застосування індивідуальних засобів захисту;
2. Застосування матеріалів, що створюють під час ударів та дотикання менший рівень шуму;
3. Поетапне проведення експериментальних робіт, що дасть можливість зменшити кількість працівників присутніх під час проведення заготівельних операцій для досліджень;
4. Перехід на роботизоване зварювання.

Висновки

Для роботи в цеху необхідно:

1. Вибирати такі технологічні процеси, за яких виділяється мінімальна кількість шкідливих речовин;
2. Використовувати індивідуальні і колективні засоби захисту;
3. Дотримуватись виконання санітарних норм;
4. Своєчасно здійснювати адміністративний і громадський контроль за дотриманням норм з техніки безпеки.

РОЗДІЛ 5. РОЗРАХУНОК СОБІВАРТОСТІ ВИКОНАННЯ ЗВАРЮВАЛЬНИХ РОБІТ ПРИ ВИГОТОВЛЕННІ РІЧНОЇ ПРОГРАМИ ВИПУСКУ

У даному розділі дипломного проекту виконується розрахунок собівартості виконання зварювальних робіт при виготовленні річної програми випуску поперечної балки спеціалізованої платформи [9].

Розрахунок виконується для річного випуску у кількості 3000 шт.

Вихідні данні розрахунку:

1. Річний об'єм продукції, шт	3000
2. Ціна дроту, грн. за кг	50
3. Витрати CO ₂ на 1 м.п., л	1,85
4. Витрати дроту на 1 м.п., кг	0,45
5. Ціна 1 л. CO ₂ , грн.	8,5
6. Витрати електроенергії на 1 м.п. с.д. кВт/г	3,7
7. Ціна 1 кВт/г, грн.	2,86
8. Трудомісткість на 1м.п. н/а н.-г.	0,23
9. Розряд робіт	4
10. Часова тарифна ставка, грн.	80
11. Рівень додаткових витрат, %	16
12. Норма амортизації, %	15
13. Норма витрат на поточний ремонт обладнання, %	5
14. Вартість зварювального обладнання, грн.	25000

Розрахунок витрат на електроенергію наведений в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1. Витрати на електроенергію

Розрахунок витрат на додаткову заробітну плату (ДЗП) наведений в таблиці 5.4.

Таблиця 5.4. Витрати на ДЗП

Сума витрат ОЗП, грн.	Рівень витрат на ДЗП, %	Сума витрат на ДЗП, грн.
579600	16%	92736

Розрахунок відрахувань від ЗП приведений в таблиці 5.5.

Таблиця 5.5. Відрахування від З.П.

Сума витрат на ОЗП і ДЗП, грн.	Рівень відрахувань від ЗП, %	Сума відрахувань від ЗП, грн.
672336	1,5 % (ВЗ)	10085,04
672336	22,0% (ЄСВ)	147913,92
	Всього	157998,96

Розрахунок витрат на амортизацію зварювального обладнання наведено у таблиці 5.6

Таблиця 5.6. Витрати на амортизацію зварювального обладнання

Найменування обладнання	Початкова вартість, грн.	Норма амортизації, %	Сума витрат на амортизацію, грн.
Зварювальний напівавтомат з джерелом живлення	25000	15	3750

Розрахунок витрат на поточний ремонт обладнання наведено у таблиці 5.7

Таблиця 5.7. Витрати на поточний ремонт обладнання

Найменування обладнання	Вартість обладнання, грн.	Норма витрат на поточний ремонт, %	Сума витрат на поточний ремонт обладнання, грн.
Зварювальний напівавтомат з джерелом живлення	25000	5	1250

Розрахунок цехових накладних витрат наведено у таблиці 5.8

Таблиця 5.8. Розрахунок цехових накладних витрат

Сума витрат на основну зарплатню, грн.	Рівень витрат на цехові накладні витрати, %	Рівень затрат на цехові накладні витрати, грн.
579600	20	115920

Розрахунок витрат на загальнозаводські накладні витрати наведено у таблиці 5.9

Таблиця 5.9. Розрахунок витрат на загальнозаводські накладні витрати

Сума витрат на основну зарплатню, грн.	Рівень витрат на основні загальнозаводські витрати, %	Сума витрат на загальнозаводські витрати, грн.
579600	18	104328

Розрахункові показники собівартості зварювальних робіт при виготовленні стійок конвеєру приведено у таблиці 5.10.

Таблиця 5.10. Розрахункові показники собівартості зварювальних робіт при виготовленні стійок конвеєру

	Показники	Одиниці вимірювання	Зміна витрат, грн.
1.	Витрати на матеріали	грн.	1204087,5
2.	Витрати на електроенергію	грн.	90090
3.	Витрати на ОЗП	грн.	579600
4.	Витрати на ДЗП	грн.	92736
5.	Відрахування від ЗП	грн.	157998,96
6.	Витрати на поточний ремонт	грн.	1250
7.	Амортизаційні відрахування	грн.	3750
8.	Цехові накладні витрати	грн.	115920
9.	Загальнозаводські накладні витрати	грн.	104328
10.	Загальна собівартість зварювальних робіт	грн.	2349760,46

Висновки.

1. Виконано розрахунок собівартості виконання зварювальних робіт при виготовленні річної програми випуску балки спеціалізованої платформи.
2. Загальна собівартість зварювання річної програми випуску виробів в кількості 3000 шт. складає 2349760,46 грн.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Розроблена технологія і мета виготовлення поперечної балки транспортної платформи.
2. Вибрано механізоване зварювання в суміші захисних газів $\text{Ar}+18\%\text{CO}_2$, електродом суцільного перерізу діаметром 1,2 мм (дріт марки Св-08Г2С).
3. Виконано розрахунок режимів зварювання для з'єднання Т6 за схемою площі поперечного перерізу наплавленого металу: $I_{\text{зв.}} = 200\text{А}$; напруга на дузі $U_{\text{д}} = 30\text{ В}$; швидкість зварювання. $V_{\text{зв.}} = 0,84\text{ см/с}$;
4. Виконано розрахунок режимів зварювання для з'єднання Н1 за схемою площі поперечного перерізу наплавленого металу: $I_{\text{зв.}} = 200\text{А}$; напруга на дузі $U_{\text{д}} = 30\text{ В}$; швидкість зварювання. $V_{\text{зв.}} = 0,22\text{ см/с}$;
5. Розрахунок термічного циклу показав, що для таврового з'єднання (Т6) при механізованому зварюванні утворюється структура $\Phi+\Pi$ з діапазоном твердості по діаграмі термокінетичного перетворення аустеніту сталі 10ХСНД $\text{HV}=290$.
6. Розрахунок термічного циклу показав, що для нахлесточного з'єднання (Н1) при механізованому зварюванні утворюється структура $\Phi+\Pi$ з діапазоном твердості по діаграмі термокінетичного перетворення аустеніту сталі 10ХСНД $\text{HV}=235$.
7. Розроблена описана принципова послідовність виготовлення поперечної балки, що зменшує очікувані зварювальні деформації.
8. Для виконання зварювання в суміші захисних газів $\text{Ar} + 18\% \text{CO}_2$ запропоновано КП-007 українського виробництва.
9. Проведено аналіз небезпечних та шкідливих виробничих факторів при проведенні складально - зварювальних робіт.
10. Виконано розрахунок собівартості виконання зварювальних робіт при виготовленні річної програми випуску балки спеціалізованої платформи.
11. Загальна собівартість зварювання річної програми випуску виробів в кількості 3000 шт. складає 2349760,46 грн.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Технология металлов и материаловедение. / [Текст] Кнорозов Б.В., Усова Л.Ф., Третьяков А.В. и др. М.: Металлургия, 1987.
2. Николаев Г.А. и др.. Расчет, проектирование и изготовление сварных конструкций. Учеб. пособие для машиностроит. / [Текст] Вузов. М., «Высш. школа», 1971.
3. Металлические конструкции. Общий курс: Учебник для вузов / [Текст]/ Е.И. Беленя, В.А. Балдин, Г.С. Ведеников и др.; Под общ. ред. Е.И. Беленя. – 6-е изд. перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1986. – 560.
4. Куркин С.А. Технология, механизация и автоматизация производств сварных конструкций: Атлас: Учеб. пособие для студентов машиностроительных специальностей вузов/ [Текст] / С.А. Куркин, В.М. Ховов, А.М. Рыбачук. – М.: Машиностроение, 1989. – 328 с.
5. Куркин С.А. Сварные конструкции. Технология изготовления, механизация, автоматизация и контроль качества в сварочном производстве: Учеб. для вузов / [Текст] С.А. Куркин, Николаев Г.А. – М.: Высш. шк., 1991. – 398.
6. Акулов А.И., Бельчук Г.А., Демянцевич В.П. Технология и оборудование сварки плавлением. / [Текст] Учебник для студентов вузов. М., «Машиностроение», 1977.
7. Справочник по сварке. / [Текст] Под редакцией инж. Е.В. Соколова. Том 1. Государственное научно-техническое издательство машиностроительной литературы. Москва, 1961.
8. Справочник по сварке. / [Текст] Под редакцией инж. Е.В. Соколова. Том 2. Государственное научно-техническое издательство машиностроительной литературы. Москва, 1962.
9. Методичні вказівки до виконання випускної кваліфікаційної роботи бакалавра за напрямом підготовки 6.050504 "Зварювання" / [Текст] / С.В. Драган, Г.В. Єрмолаєв, Ж.Г. Голобородько, М.В. Матвієнко, С.А. Лой, В.Я. Сагань. – Миколаїв : НУК, 2015. – 69 с.
10. Лебедев Ю.М., Лебедева В.Ф., Лой С.А. Розрахунки теплових процесів при зварюванні: Методичні вказівки до виконання курсової роботи. / [Текст] – Миколаїв: НУК, 2008. – 64 с.

11.Бугаєнко Б.В., Сагань В.Я. Технологічні процеси зварювального виробництва: / [Текст] Методичні вказівки до виконання курсового проекту. – Миколаїв: НУК, 2010. – 53 с.

12. Костін О.М. Зварювальні матеріали: / [Текст] Навч. посібник. – Миколаїв: НУК, 2004. – 225 с.

Перелік графічної частини

Позиція	Найменування	Кількість листів
1	Креслення балки	1
2	Розрахунок режимів зварювання	1
3	Розрахунок термічного циклу зварювання	1
4	Технологічна схема складання балки	1
5	Розрахунок собівартості зварювальних робіт з річною програмою 3000шт.	1

