

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

Фізико-технічний інститут, інженерно-фізичний факультет
(повне найменування інституту, факультету)

Інтегровані технології зварювання та моделювання конструкцій
(повне найменування кафедри)

Пояснювальна записка

до дипломного проекту (роботи)

бакалавр

(ступінь вищої освіти)

на тему: «Розробка технології складання і зварювання модульних блоків загального прольоту мостового переходу з проектуванням ділянки»

Виконав: студент(ка) 4 курсу, групи ІФ-310сп

Спеціальності 131 Прикладна механіка
(код і найменування спеціальності)

Освітня програма (спеціалізація)
Технології та устаткування зварювання

Мирошниченко Віталій Ігорович
(прізвище та ініціали)

Керівник Попов Сергій Миколайович
(прізвище та ініціали)

Рецензент Клімов О.В.
(прізвище та ініціали)

2023 рік

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»
 (повне найменування закладу вищої освіти)

Факультет: Інженерно-фізичний факультет
 Кафедра: Інтегровані технології зварювання та моделювання конструкцій
 Ступінь вищої освіти: бакалавр
 Спеціальність: 131 Прикладна механіка Ц
 (код і найменування)
 Освітня програма (спеціалізація) Технології та устаткування зварювання
 (назва освітньої програми (спеціалізації))

ЗАТВЕРДЖУЮ

в.р. Завідувач кафедри Валерій НЕТРЕБКО
Валерій НЕТРЕБКО
 « 13 » Червня 2023 року

ЗАВДАННЯ
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТА(КИ)

Мирошниченко Віталій Ігорович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту (роботи): Розробка технології складання і зварювання модульних блоків загального прольоту мостового переходу з проектуванням дільниці

Керівник проєкту (роботи): Попов Сергій Миколайович, д. ф. н., професор,
 (прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від «25» травня 2023 року №215

2. Строк подання студентом проєкту (роботи) _____


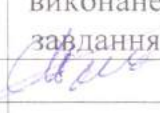


3. Вихідні дані до проєкту (роботи) базова технологія виготовлення виготовлення модульних блоків загального прольоту мостового переходу; річна програма виготовлення

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Вихідні дані; 2. Технологічна частина; 3. Організаційна частина; 4. Розробка технологічного плану; 5. Охорона праці.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

1. Модульний блок; 2. Стан для збирання балок; 3. Кантувач балок; 4. Технологічний процес; 5. План дільниці.

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	прийняв виконане завдання
1-4	Попов С.М. професор		
5			
н/к	Попов С.М. професор		

7. Дата видачі завдання « 22 » Травня 2023 року.


КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Вступ	22.05.2023	
2	Аналіз вихідних даних та технічного завдання проекту	25.05.2023	
3	Технологічна частина	31.05.2023	
4	Розрахунок кількості обладнання	03.06.2023	
5	Розрахунок кількості основних виробничих робітників	05.06.2023	
6	Розробка технологічного плану	06.06.2023	
7	Охорона праці	08.06.2023	
8	Висновок	10.06.2023	
9	Виконання креслень та додатків	11.06.2023	

Студент(ка)

 (підпис) Мирошніченко В.І.
(прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи)

 (підпис) Попов С.М.
(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 74 с., 18 рис., 19 табл., 18 джерел.

ДВОТАВРОВА БАЛКА, НАПІВАВТОМАТИЧНЕ ЗВАРЮВАННЯ,
АВТОМАТИЧНЕ ЗВАРЮВАННЯ, РЕЖИМИ ЗВАРЮВАННЯ.

Об'єкт розробки – технологічний процес виготовлення модульних блоків загального прольоту мостового переходу.

Мета роботи – розробити технологічний процес виготовлення виробу.

Спроектовано план ділянки складання та зварювання виробу.

Передбачені заходи з охорони праці.

ABSTRACT

Explanatory note: 74 p., 18 figs., 19 tables, 18 sources.

I-BEAM, SEMI-AUTOMATIC WELDING, AUTOMATIC WELDING,
WELDING MODES.

The object of development is the technological process of manufacturing modular blocks of the general span of the bridge crossing.

Purpose - to develop a technological process for the manufacture of the product.

A plan of the assembly and welding area of the product has been designed.

Labor protection measures are provided.

ЗМІСТ

Вступ.....	8
1 Вихідні дані.....	10
1.1 Призначення, опис та технічна характеристика опорної балки коробчатого типу.....	12
1.2 Матеріали, які використовуються для виготовлення опорної балки коробчатого типу.....	12
1.3 Технічні умови на виготовлення опорної балки коробчатого типу.....	13
1.4 Технічні вимоги до основних зварювальних матеріалів.....	14
2 Технологічна частина.....	16
2.1 Заготівельні операції.....	16
2.2 Складання та опис схеми складання і зварювання.....	20
2.3 Опис пристосувань для складання та зварювання.....	22
2.4 Нормування операції складання.....	24
2.5 Вибір та обґрунтування вибору та способу зварювання.....	25
2.6 Вибір зварювальних матеріалів.....	26
2.7 Розрахунок та вибір режимів зварювання.....	29
2.8 Вибір зварювального обладнання.....	36
2.9 Нормування операцій зварювання.....	39
2.10 Розрахунок зварювальних матеріалів та електроенергії які витрачаються на зварювання.....	43
2.11 Зменшення зварювальних напруг та деформацій при зварюванні.....	47
2.12 Контроль якості.....	48
3 Організаційна частина.....	51
3.1 Вихідні дані.....	51
3.2 Розрахунок кількості обладнання.....	52
3.3 Розрахунок кількості основних виробничих робітників.....	54
4 Розробка технологічного плану.....	58

4.1 Підйомно-транспортне обладнання.....	58
4.2 Організація енерго- та газопостачання.....	60
4.3 Опис плану ділянки.....	60
5 Охорона праці.....	62
5.1 Вимоги безпеки та охорони праці при виконанні складально- зварювальних робіт. Система відповідальності. Електробезпека.....	62
5.2 Склад повітряного середовища. Вентиляція. Освітлення.....	64
5.3 Безпека при ультразвуковій дефектоскопії.....	67
5.4 Пожежна безпека.....	69
Висновок.....	72
Перелік джерел посилання.....	73

ВСТУП

Науково-технічне поняття «зварювання» дуже тісно пов'язане з іншими операціями, такими як підготовка деталей перед зварюванням та збирання деталей, операції неруйнівного контролю, охорона праці та техніка безпеки.

Машини для контактного зварювання жорстко утримують друге місце на ринку зварювального обладнання, об'єми їх застосування також мають тенденцію до росту.

Доля обладнання для газового зварювання і різання скорочується, але залишається достатньо великою.

Відчутні зміни можемо побачити на світовому ринку зварювальних матеріалів. І тут матеріали для механізованих видів зварювання, впершу чергу порошковим і суцільним дротами, упевнено витісняють по об'ємам продаж на ринку покриті електроди для ручного дугового зварювання.

За останні 20 років у виробництві лідируючих держав частка метала, наплавляемого ручним дуговим зварюванням, знизилась майже втричі і має показник 20-30%. Є можливість вважати, що в недалекому майбутньому доля ручного дугового зварювання (по наплавленому металу) у виробничих державах стабілізується на рівні 15-25%, а в інших - зниження буде менш інтенсивне.

Зварювання плавленням є основою зварювального виробництва. Буде покращуватися техніка і технологія цього процесу. Одним з прикладів у цій області є створення способу дугового зварювання по активуючому флюсу, котрий закордоном отримав назву А-ТІГ.

Створення економічних, надійних і довговічних конструкцій, що працюють на землі під водою, при великій різності температур і в агресивних середовищах і при інтенсивному опроміненні є важливою науково-технічною проблемою.

Склалося так, що багато існуючих важливих конструкцій наближуються до критичного стану. А тому дуже актуальною є розробка науково обгрунтованих підходів для оцінки продовження ресурсу експлуатації зварних конструкцій. Такі шляхи повинні базуватися на всесторонньому аналізі всіх стадій їх життєвого циклу, що включає проектування, виготовлення, експлуатацію.

1 ВИХІДНІ ДАНІ

1.1 Призначення, опис та технічна характеристика опорної балки коробчатого типу

Модульний блок загального прольоту мостового переходу – це зварний елемент, який є невід'ємною частиною металевих конструкцій, таких як ферми.

Модульний блок застосовують у серійному виробництві.

Модульний блок використовуються в середині та зовні приміщень. Характер навантаження, що діє на деталь, має постійний характер.

Габаритні розміри виробу:

- довжина – 12002 мм;
- ширина – 320 мм;2
- висота – 1050 мм.

Модульний блок складається з таких основних елементів (рис. 1.1):

- стінки – 1 шт.:(поз. 1)
- верхньої поясу – 1 шт.:(поз. 2)
- нижнього поясу – 1 шт.:(поз. 3)
- кільце – 2 шт.:(поз. 4)
- накладки – 4шт.:(поз. 5)
- ребра жорсткості – 6 шт.:(поз. 6);
- ребра жорсткості – 8 шт.:(поз. 7);

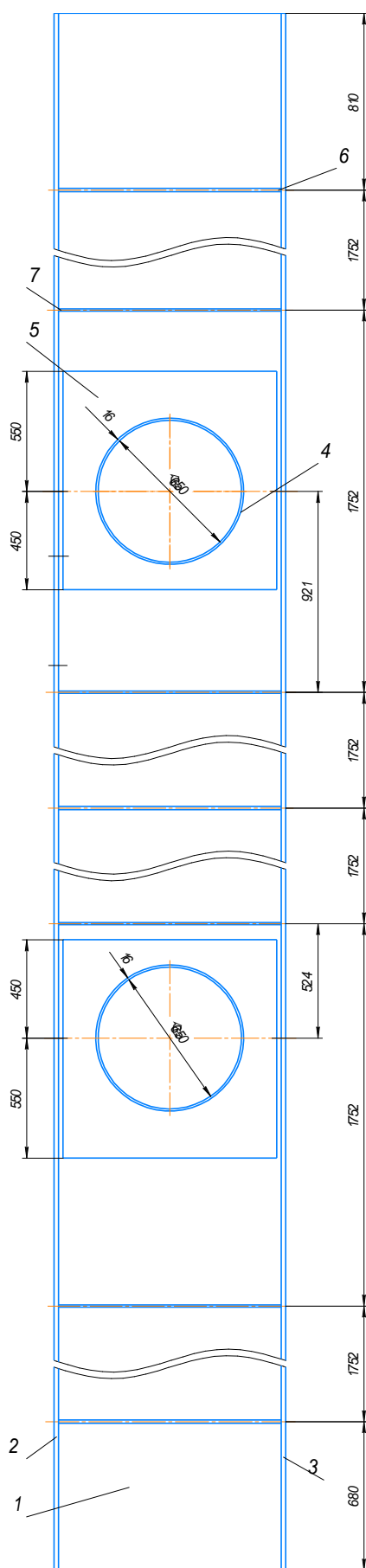


Рис 1.1 – Модульний блок загального прольоту мостового переходу

1.2 Матеріали, які використовуються для виготовлення модульного блоку

Модульний блок загального прольоту мостового переходу виготовляється зі сталі марки 09Г2С згідно ДСТУ 2651 – 94. Сталь конструкційна низьколегована для зварних конструкцій. Зварювання можливе, як при підігріву 100-120° С, з наступною термічною обробкою, так і без підігріву й обробки.

У таблиці 1.1 та 1.2 наведені хімічний склад й механічні властивості відповідно.

Таблиця 1.1 – Хімічний склад сталі 09Г2С за ДСТУ 2651 – 91

%							
С	Si	Mn	Cr	Ni	S	P	Cu
					Не більше		
≤0,12	0,5 – 0,8	1,3 – 1,7	≤0,3	≤0,3	0,04	0,035	0,3

Таблиця 1.2 – Механічні властивості сталі 09Г2С при 20°С

Марка сталі	Тимчасовий опір розриву, МПа, не менше	Межа текучості, МПа, не більше	Відносне подовження, %, не менше
09Г2С	470	300	21

Таблиця 1.3 – Здатність до зварювання

Група	Зварюваність	Еквівалент вуглецю, С _{ек} %	Характеристика	Марка сталі
I	Добра	≤0,2	Зварюється будь-якими способами без застосування особливих прийомів (підігріву, термічної обробки)	09Г2С

1.3 Технічні умови на виготовлення модульного блоку загального прольоту мостового переходу

Модульний блок загального прольоту мостового переходу виготовляють зі сталі 09Г2С за ДСТУ 2651 – 94.

Зварні шви виконувати згідно ГОСТ 14771–76 механізованим зварюванням та ГОСТ 8713 -79 автоматичним зварюванням.

Складання під зварювання виконувати на універсальних складально-зварювальних пристосуваннях. При складанні конструкції, деталей не повинні допускатися зміни їх форми або не передбачене деформування деталей.

При складанні стикових з'єднань необхідно передбачити можливість вільної усадки металу шва.

Закріплення деталей при складанні виконуємо за допомогою прихваток. Прихватки розміщувати в місцях розташування зварних швів. Розміри перерізу прихваток повинні забезпечувати розплавлення при зварюванні. Катет прихватки – 3 мм. Товщина прихватки – 3 мм. Довжина прихватки – 20 мм, відстань між прихватками 100 – 400 мм в залежності від довжини швів.

Прихватки повинні виконувати робітники, які мають право на виконання зварювальних робіт.

Механізоване зварювання та автоматичне зварювання під шаром флюсу повинні виконувати зварники, які пройшли навчання та одержали про це відповідне посвідчення.

Перед складанням кромок, що зварюються, а також поверхню металу шириною не менше чим 20 мм, яка примикає до місця зварювання зачистити до металевого блиску. При наявності на поверхні конструкції іржі, бруду перед зварюванням зачищення потрібно повторити. Зачищення виконувати шліф-машинкою.

1.4 Технічні вимоги до основних зварювальних матеріалів

Для механізованого зварювання в суміші газів, використовувати дріт марки Св-08ГАО за ГОСТ 2246 – 70.

Кожна партія дроту повинна мати сертифікат з зазначенням заводу – виробника, її марки, діаметра, номеру плавки і хімічного складу. До кожного мотка дроту повинна бути прикріплена бирка з зазначенням заводу – виробника, номера його плавки, марка і діаметра дроту згідно ГОСТ 2246-70.

При відсутності сертифікату або бирки, а також у випадку сумнівів у якості дроту необхідно перевірити його хімічний склад.

Поверхня дроту повинна бути чистою, без окалини, іржі, мастила та бруду. При необхідності поверхню очистити від забруднень.

Для механізованого зварювання в захисних газах використовувати суміш газів CORGON18 на основі аргону і вуглекислого газу у відсотковому співвідношенні Ar (92%) + CO₂ (8%) за ДСТУ EN ISO 14175:2014

Газ постачається в балонах, перевірити якість газу в кожному балоні. Наплавити пластину або трубу валик довжиною 100-150 мм по зовнішньому вигляду поверхні наплавленого валика визначити надійність газового захисту.

Для автоматичного зварювання під шаром флюсу, використовують флюс АН-348А за ДСТУ EN 14174:2015.

Флюс повинен мати сертифікат із зазначенням його хімічного складу і грануляції згідно ДСТУ EN 14174:2015.

Перед використанням флюс прокалити при температурі 300-400°C протягом 5 годин, після чого його можна використовувати протягом 15 діб і зберігати згідно вимогам. При закінченні терміну зберігання флюс перед використанням слід повторно прокалити.

Шви зварних з'єднань після закінчення зварювання очистити від бризок, шлаку та напливів металу.

По зовнішньому виду шви зварних з'єднань повинні задовольняти наступним вимогам:

- мати гладку або рівномірно лускату поверхню (без напливів, пропалів, звужень і переривів) і не мати різкого переходу до основного металу;
- наплавлений метал повинен бути щільним по всій довжині шва, не мати тріщин та інших неприпустимих дефектів;
- усі кратери повинні бути заварені;
- кутові шви повинні виконуватися з плавним переходом до основного металу;
- тріщини усіх видів і розмірів у швах зварних з'єднань не допускаються.

Для контролю якості використовувати візуальний огляд 100% та ультразвуковий контроль в обсязі 30%.

2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1 Заготівельні операції

Всі заготівельні операції виконуються в окремому цеху. Підготовка деталей до зварювання полягає в очищенні, випрямлянні, розмічанні, різанні.

Метал, що поступає на обробку, повинен бути оглянутий, обчищений від бруду, іржі та інших забруднень за допомогою дробометної установки (рис 2.1).



Рисунок 2.1 – Рольгановий дробомет

Потім за допомогою листопрямильної машини Vendmak BPSM (рис. 2.2) виконується виправлення листів металу:

- корпус виконаний із матеріалу St-52. Меншу силу тертя забезпечують сферичні підшипники. Встановлені фіксовані опорні ролики які посередині забезпечують підтримку нижніх правильних валків що дозволяє збільшити товщини виправлення і забезпечує уникнення деформації при виправленні;

- оснащений правильними валками діаметром 570 мм. Для змінення швидкості виправлення можливе виконання верстату з 5, 7, 9 павильними валками;

- оснащена гідравлічною системою для регулювання валків. Сама гідравлічна система має гарний захист від забруднення мастила всередині. За допомогою електричної системи здійснюється вся робота верстата. Пульти управління йде окремо від самої листопрямуючої машини, що дозволяє виконувати операції виправлення дистанційно.



Рисунок 2.2 – Листопрямуюча машина

Машина термічного різання ASOIK Compact (рис. 2.3) призначена для різання листового металу ASOIK Compact є повноцінною порталною машиною для промислового використання. Машина має найвищі характеристики у своєму класі. Має високу точність виготовлення.



Рисунок 2.3 – Машини плазмового різання ASOIK Compact

Таблиця 2.1 - Технічні характеристики машини плазмового різання ASOIK Compact

Найменування	ASOIK Compact
Вид приводних пристроїв	Крокові двигуни постійного струму з обох сторін порталу та моторредуктори
Ширина оброблюваної зони, мм	від 1600 до 2200
Довжина оброблюваної зони, мм	від 3000 до 12000
Точність позиціонування, мм	0,5
Швидкість переміщення на холостому ході, мм/хв	До 8000
Види різальних середовищ	Плазма/газ
Товщина металу, що розрізає	1-80
Напруга мережі живлення	220В/50Гц
Максимальна споживана потужність при плазмовому різанні, кВт	23

Розмічування може бути виконана ручним способом (рис. 2.4), контактне і фотопроєкційне світлокопіювання.

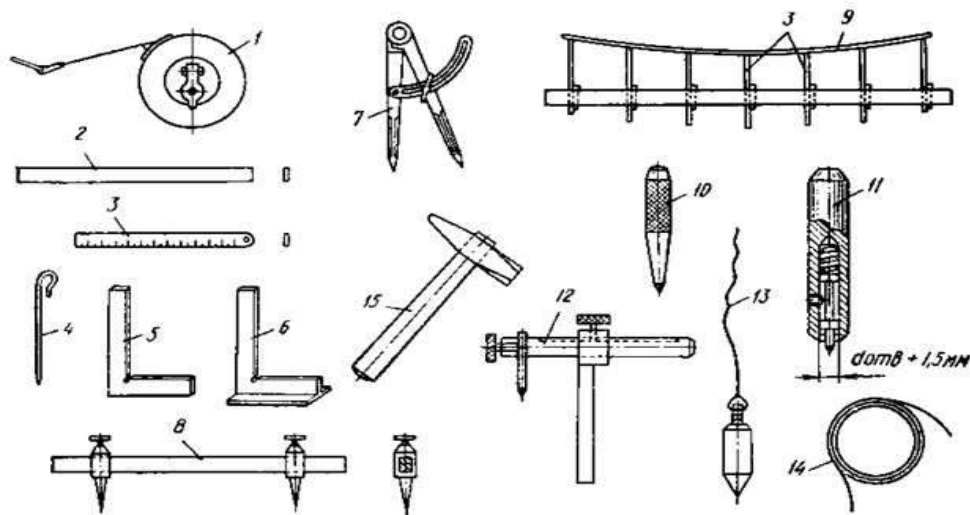


Рисунок 2.4 – Інструменти для ручної розмітки

1-рулетка; 2-лінійка гладка; 3-лінійка міряться; 4-креслярка; 5-кутник звичайний; 6-кутник бортовий; 7,8-циркулі; 9-лікала-гнучкі; 10-кернер слюсарний; 11-кернер контрольний; 12-рейсмус; 13-відвіс; 14-струни; 15-МОЛОТОК

Після цього виконується обробка кромки. Кромкоріз ВМ 20 (рис. 2.5) призначений для обробки сталевих кромки листів перед зварюванням та дозволяє знімати фаску в межах від 15 до 60 градусів, а також торцювати край. Призначений для експлуатації в умовах серійного та дрібносерійного виробництва.



Рисунок 2.5 – Кромкофрезерна машина ВЕКТОР ВМ 20

2.2 Складання та опис схеми складання і зварювання

При виготовленні модульного блоку застосовують бригадну форму, враховуючі габаритні розміри виробу, велику вагу деталей та значну їх кількість.

Для складання виробу використовують рухомий метод складання, так як об'єкт переміщується з одного робочого місця на інше, і на кожному робочому місці виконуються окремі операції.

Спосіб складання – по розмічанню та за допомогою пристосувань, що мають вузько направлену дію.

Складання і зварювання модульних блоків виконувати в наступній послідовності (рис. 2.6):

1) розміщуємо стінку (поз. 1.1) разом з нижньою й верхньою полкою (поз. 2.1 і поз. 3.1) в стані й фіксуємо механізмом попереднього збирання, далі прихвачуємо деталі; робимо кантування та повторюємо операцію прихвачування; отримуємо напіввузол А;

2) напіввузол А фіксуємо у кантовачі та виконуємо зварювання; робимо кантування на 180° та зварюємо; отримуємо вузол А;

3) до вузла А приєднуємо кільце (поз. 4.1...4.2) та накладку на кільце (поз. 5.1...5.2) прихвачуємо, зварюємо та кантуємо на 180° , приєднуємо накладку (поз. 5.3...5.4), повторюємо операції прихвачування та зварювання; маємо вузол Б;

4) до вузла Б за розміткою встановлюємо, прихвачуємо й зварюємо ребра жорсткості (поз. 6.1...6.3 і 7.1...7.4), проводимо операцію кантування на 180° та повторюємо операції встановлення, прихвачування й зварювання для ребер жорсткості (поз. 6.4...6.6 і 7.5...7.8); отримуємо готовий виріб.

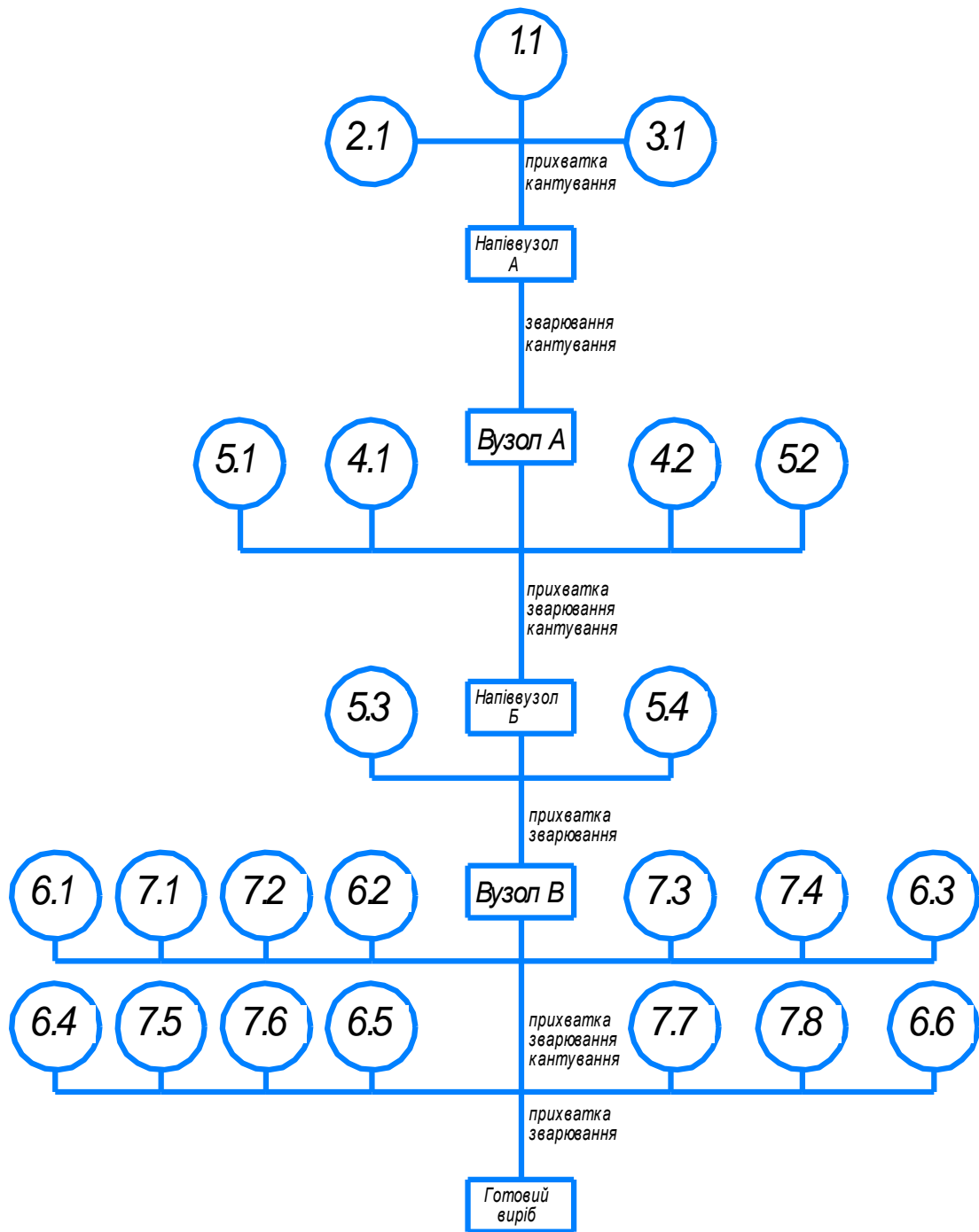


Рисунок 2.6 – Схема складання та зварювання модульних блоків загального прольоту мостового переходу

2.3 Опис пристосувань для складання та зварювання

Для складання модульного блоку загального прольоту мостового переходу будемо використовувати стан для складання балок на «прихватки» (рис. 2.7) і кантувач (рис. 2.8), гвинтовий кондуктор (рис. 2.9).

Стан застосовується для складання таврових та двотаврових балок. Прихвачування виконується механізованим зварюванням в суміші захисних газів. За допомогою цього обладнання є можливість збирати таврові, двотаврові, рівнополочні та нерівнополочні симетричні балки, а також балки змінного перерізу з кутом нахилу полиці до 15° .



Рисунок 2.7 – Стан для складання балок на «прихватки»

Найчастіше обирають двостоякові кантувачі з фіксованою горизонтальною віссю обертання. Дані кантувачі мають просту конструкцію, компактні, дешеві і вимагають меншу потужність приводу у зв'язку з тим, що обертання виконується навколо поздовжньої вісі виробу, що проходить поблизу центру тяжіння.

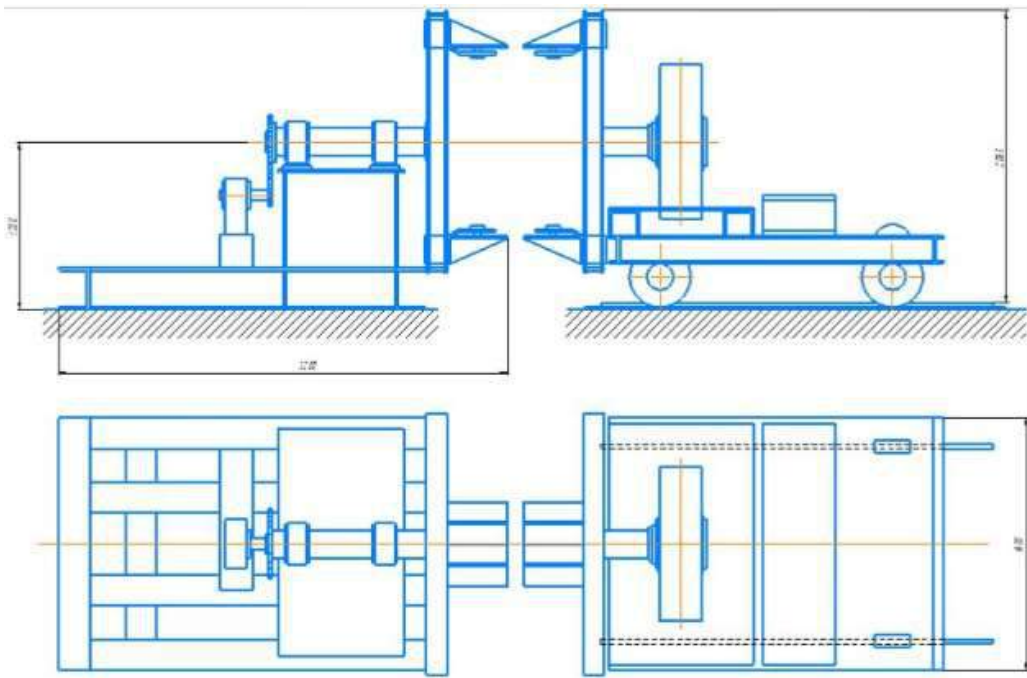


Рисунок 2.8 – Кантувач

Комплект СРПЗ складається з декількох груп деталей і складальних одиниць. Основою слугують базові деталі – плити, балки, кільця. На базові та опорно-корпусних деталях закріплюють фіксуючі (упори, призми, фіксатори, центри) та прижимні (прижими, прихватки, розпорки, струбцини, зтяжки) (рис. 2.10). Останні дві групи безпосередньо гарантують монтаж й фікчацію зібраних деталей. Для встановлення та взаємо закріплення елементів основних груп слугують встановчо-направляючі деталі: шпонки, штирі, втулки, муфти та деталі для закріплення. До комплекту також відносяться різні допоміжні деталі: кільця, прижими та інші.

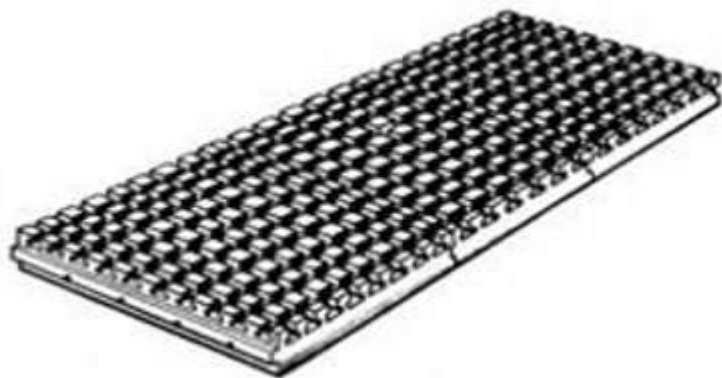


Рисунок 2.9 – Базова плита СРПЗ

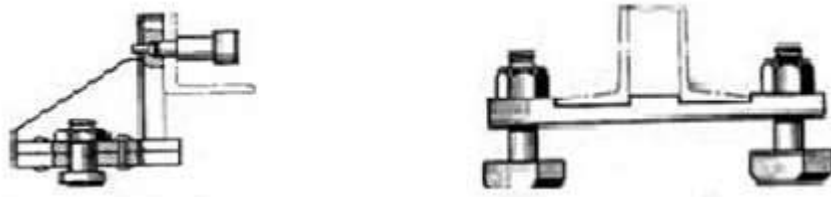


Рисунок 2.10 – Базова плита СРПЗ

2.4 Нормування операції складання

Час складання при виготовленні двотаврової балки складається з:

- отримання завдання;
- подавання заготовок на спеціальні пристосування для розмічання;
- операція розмічування заготовки;
- розробка геометричної схеми;
- встановлення спеціальних пристосувань для закріплення деталей;
- операція складання вузлів і конструкції взагалі по розмічання за геометричною схемою для подальшого зварювання з операцією прихвачування;
- процес кантування зібраних вузлів і конструкції під час проведення операції складання;
- перевірка якості складання і отримання допуску до виконання;
- здача майстру.

Витрати часу на операцію складання опорної балки коробчатого типу складають:

$$T_{\text{скл}} = 1,17 \text{ год.}$$

2.5 Вибір та обґрунтування вибору способу зварювання

При виготовленні модульного блоку загального прольоту мостового переходу використовують автоматичне зварювання під шаром флюсом і механізоване зварювання в суміші захисних газів.

Переваги автоматичного зварювання під шаром флюсу:

- великі показники продуктивності процесу, коефіцієнт наплавлення автоматичного процесу зварювання під флюсом дорівнює 14-16 г/(А·год), а іноді і мають значення 25-30 г/(А·год);

- якісний захист зони зварювання від небажаного впливу кисню та азоту з повітря;

- зварні шви мають високі показники механічної властивості і чудовий зовнішній вигляд;

- висока ефективна теплова потужність дуги дозволяє зварювати великі товщини, навіть без скосу кромки;

- малі питомі витрати електродного металу, так як доля участі основного металу в шві складає $0,5 \div 0,7$;

- майже відсутнє вигорання і розбризкування металу;

- зварювальний процес майже весь автоматизований;

- зварнику не потрібні додаткові засоби індивідуального захисту.

Переваги механізованого зварювання в суміші захисних газів;

- зменшенню рівню розбризкування і бризки менше приварюються до деталі;

- можливість зварювання вертикальних, поточних швів;

- підвищенна стабільність горіння і запалювання дуги;

- надійний захист зварювальної ванни від навколишнього середовища;

- шви більш стійкі до кристалізаційних тріщин бо немає шлакових включень;

- менша висота посилення шву і його бугристість;

- продуктивність вище ніж у ручного дугового зварювання

2.6 Вибір зварювальних матеріалів

Для механізованого зварювання в суміші захисних газів при виготовленні модульного блоку зі сталі 09Г2С використовувати низьколегований зварювальний дріт Св-08ГАО згідно ГОСТ 2246-70, що має подібний хімічний склад та механічні властивості до основного металу. Легування марганцем та кремнієм сприяє розкисленню зварювальної ванни та її десульфації і рафінуванню, запобігаючи утворенню гарячих і холодних тріщин при зварюванні.

Дріт обміднений Св-08ГАО, а це:

- дріт краще зберігається;
- менше зусиль на зачищення дроту;
- кращий в порівнянні з необмідненим дротом контакт електричний;
- сприяє зменшує силу поверхневого натягу;
- сприяє дрібнокапельному переносу металу і зменшенню розбризкування.

Таблиця 2.2 – Хімічний склад зварювального дроту Св-08ГАО за ГОСТ 2246-70

%						
C	Si	Mn	Cr	Ni	S	P
≤0,1	0,06	0,8-1,1	≤0,1	≤0,25	≤0,025	≤0,03

Таблиця 2.3 – Захисні газы

Газ, гатунок ГОСТ	Вміст чистого газу по об'єму, %	Спосіб транспортування до робочого місця	Призначення
Вуглекислий газ зварювальний ДСТУ 5583:29	99,5	По газопроводу чи в балонах, в рідкому стані під тиском 20 МПа	Зварювання вуглецевих, низьколегованих та легованих сталей
Аргон ДСТУ 14175:2014	99,8	В балонах під тиском 15 МПа	Захисне середовище при зварюванні

Для зварювання під шаром флюсу при виготовленні модульного блоку використовуємо флюс марки АН-348-А згідно ДСТУ EN ISO 14174:2015. Цей флюс достатньо доступний, дозволяє забезпечити якісний захист зварювальної ванни від попадання кисню і азоту з навколишнього середовища, стійке горіння дуги, добре формування металу зварного шва, легку видаляємість шлакової кірки після кристалізації. З цим флюсом використовуємо дрiт марки Св-08ГА згідно ГОСТ 2246-70.

Таблиця 2.4 – Хімічний склад флюсу АН-348-А згідно ДСТУ EN ISO 14174:2015

%							
SiO ₂	MnO	MgO	CaF ₂	CaO	Fe ₂ O ₃	S	P
41-44	34-38	5-7,5	4-5,5	<6,5	<4,5	<0,15	<0,12

Таблиця 2.5 Плавлений флюс АН – 348А,%

Насипна щільність, кг/дм ³	1,3-1,8
Вміст сторонніх частинок (не розчинившихся частин сировинних матеріалів, футеровки, вугілля, графіту, коксу, металевих частинок та інш.), %	<0,3
Вміст зерен з кольору, окрім вказаного %	<10
Розміри зерен, мм:	
< 0,25	<3
> 2,8	<3
1:2,8	>65

Таблиця 2.6 – Хімічний склад зварювального дроту Св-08ГА згідно ГОСТ 2246-70

%							
С	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	N
0,1	0,6	0,8-1,1	0,25	0,025	0,03	0,1	0,01

2.7 Розрахунок та вибір режимів зварювання

Основними параметрами режиму автоматичного зварювання під шаром флюсу являються:

- сила зварювального струму, $I_{зв}$;
- діаметр електрода, d_e ;
- напруга на дузі, U_d ;
- швидкість зварювання, $V_{зв}$;
- швидкість подачі дроту, $V_{под}$.

Зварювальний струм:

$$I_{зв} = \frac{h \cdot 100}{K_n}, \quad (2.1)$$

$$I_{зв} = \frac{8 \cdot 100}{1,05} = 761 \text{ A},$$

де h – глибина проплавлення, $h=8$ мм;

K_n – коефіцієнт пропорційності, $K_n=1,05$.

Діаметр дроту:

$$d_e = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{I_{зв}}{j}}, \quad (2.2)$$

де j – допустима щільність струму, $j=37$ А/мм².

Діаметр дроту:

$$d_e = 6 \text{ мм.}$$

Напруга на дузі:

Для кутових швів – $28 \div 36$ В.

$$U_{\text{д}} = 25 + (0,06 \div 0,07) \cdot \frac{I_{\text{зв}}}{d_{\text{е}}}, \quad (2.3)$$

$$U_{\text{д}} = 25 + 0,06 \cdot \frac{761}{6} = 33 \text{ В.}$$

Швидкість зварювання:

$$V_{\text{зв}} = \frac{\alpha_{\text{н}} \cdot I_{\text{зв}}}{F_{\text{н}} \cdot 100 \cdot \gamma}, \quad (2.4)$$

$$V_{\text{зв}} = \frac{15,1 \cdot 761}{0,4 \cdot 100 \cdot 7,8} = \frac{11491,9}{312} = 25 \frac{\text{м}}{\text{год}},$$

де $\alpha_{\text{н}}$ – коефіцієнт наплавлення, $\alpha_{\text{н}} = 15,1$ г/А·год;

$F_{\text{н}}$ – площа поперечного перерізу наплавленого металу, см^2 ;

γ – питома вага наплавленого металу, $\gamma = 7,8$ г/см³.

Для кутових швів

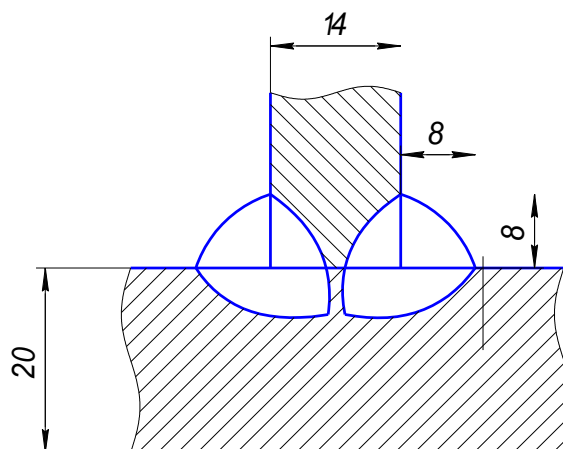


Рисунок 2.10 – Конструктивні елементи з'єднання ТЗ

$$F_H = \frac{K^2}{2} + 0,75 \cdot e \cdot q, \quad (2.5)$$

де K – катет шва, $K=8$ мм;

e – ширина шва;

q – посилення шва, $q = 1 \div 1,5$ мм.

$$e = K \cdot \sqrt{2}, \quad (2.6)$$

$$e = 8\sqrt{2} = 11,28 \text{ мм},$$

$$F_H = \frac{8^2}{2} + 0,75 \cdot 11,28 \cdot 1 = 32 + 8,46 = 40,5 \text{ мм}^2 = 0,4 \text{ см}^2.$$

Швидкість подачі дроту:

$$V_{\text{под}} = \frac{4 \cdot \alpha_H \cdot I_{\text{зв}}}{\pi \cdot d_e^2 \cdot \gamma}, \quad (2.7)$$

$$V_{\text{под}} = \frac{4 \cdot 15,1 \cdot 761}{3,14 \cdot 5^2 \cdot 7,8} = \frac{45964,4}{612,3} = 75 \frac{\text{м}}{\text{год}},$$

Таблиця 2.7 – Режими автоматичного зварювання під флюсом

Катет шва, мм	d_e , мм	$I_{\text{зв}}$, А	U_d , В	$V_{\text{зв}}$, м/год	$V_{\text{под}}$, м/год
8	6	761	33	36	75

Основними параметрами режиму механізованого зварювання в суміші газів є:

- діаметр електрода d_e ;
- сила зварювального струму $I_{\text{зв}}$;

- напруга на дузі U_d ;
- швидкість зварювання $V_{зв}$;
- швидкість подачі дроту $V_{под}$;
- питомі витрати захисного газу;
- виліт електроду.

Діаметр дроту:

$$d_e = 1,6 \text{ мм.}$$

Зварювальний струм:

$$I_{зв} = 100 \cdot d_e \cdot (d_e + 0,5) - 50, \quad (2.8)$$

$$I_{зв} = 100 \cdot 1,6 \cdot (1,6 + 0,5) - 50 = 286 \text{ А.}$$

Напруга на дузі:

$$U_d = 14 + 0,05 \cdot I_{зв}, \quad (2.9)$$

$$U_d = 14 + 0,05 \cdot 286 = 28 \text{ В.}$$

Швидкість зварювання:

$$V_{зв} = \frac{I_{зв} \cdot \alpha_H}{F_H \cdot 100 \cdot \gamma}, \quad (2.10)$$

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

F_H – площа поперечного перерізу наплавленого металу, см^2 ;

γ – питома вага наплавленого металу, $\gamma = 7,8 \text{ г/см}^3$.

Для кутових швів

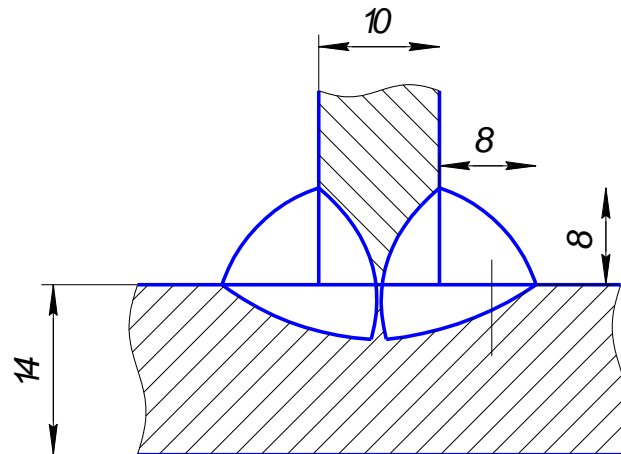


Рисунок 2.11 – Конструктивні елементи з'єднання ТЗ

$$F_H = \frac{K^2}{2} + 0,75 \cdot e \cdot q, \quad (2.11)$$

де K – катет шва, $K = 8$ мм;

e – ширина шва;

q – посилення шва, $q = 1 \div 1,5$ мм.

$$e = K \cdot \sqrt{2}, \quad (2.12)$$

$$e = 8 \cdot 1,41 = 11,28 \text{ мм},$$

$$F_H = \frac{8^2}{2} + 0,75 \cdot 11,28 \cdot 1 = 40,5 \text{ мм}^2 = 0,4 \text{ см}^2.$$

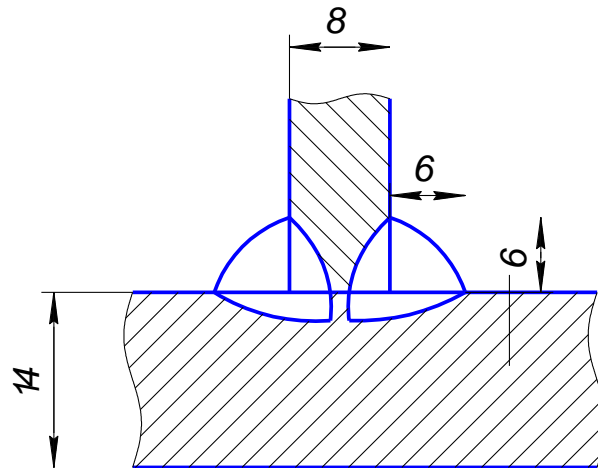


Рисунок 2.12 – Конструктивні елементи з'єднання Т3

$$e = 6 \cdot 1,42 = 8,48 \text{ мм},$$

$$F_H = \frac{8^2}{2} + 0,75 \cdot 8,48 \cdot 1 = 24,36 \text{ мм}^2 = 0,24 \text{ см}^2,$$

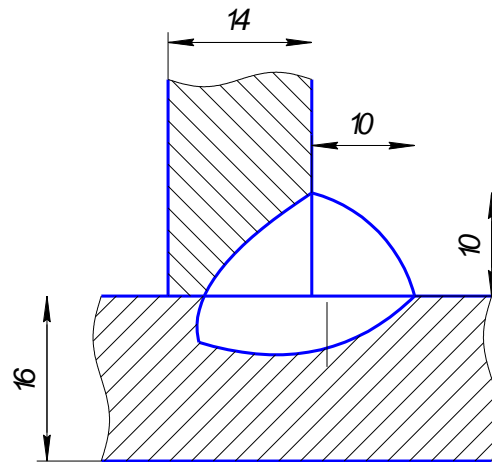


Рисунок 2.12 – Конструктивні елементи з'єднання Т1

$$e = 10 \cdot 1,41 = 14,1 \text{ мм},$$

$$F_H = \frac{10^2}{2} + 0,75 \cdot 14,1 \cdot 1 = 60,6 \text{ мм}^2 = 0,61 \text{ см}^2,$$

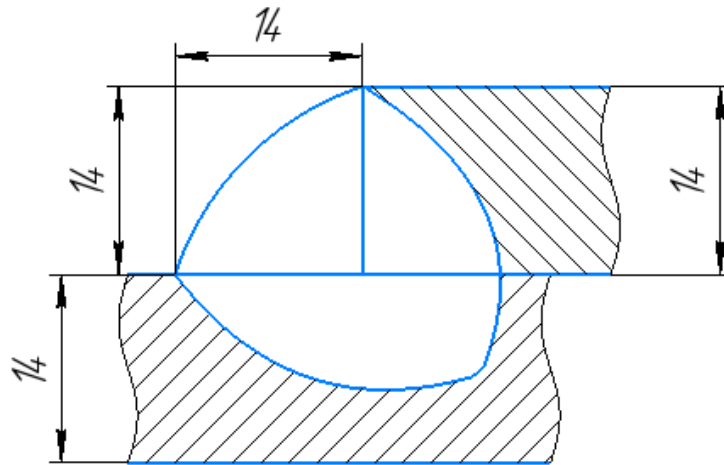


Рисунок 2.12 – Конструктивні елементи з'єднання Н1

$$e = 14 \cdot 1,42 = 19,8 \text{ мм},$$

$$F_H = \frac{14^2}{2} + 0,75 \cdot 19,8 \cdot 1 = 120 \text{ мм}^2 = 1,2 \text{ см}^2,$$

$$V_{зв1} = \frac{286 \cdot 16}{0,4 \cdot 100 \cdot 7,8} = \frac{4576}{312} = 14,6 \text{ м/год},$$

$$V_{зв2} = \frac{286 \cdot 16}{0,24 \cdot 100 \cdot 7,8} = \frac{4576}{187,2} = 6,5 \frac{\text{м}}{\text{год}},$$

$$V_{зв1} = \frac{286 \cdot 16}{0,61 \cdot 100 \cdot 7,8} = \frac{4576}{475,8} = 9,6 \text{ м/год},$$

$$V_{зв1} = \frac{286 \cdot 16}{1,2 \cdot 100 \cdot 7,8} = \frac{4576}{936} = 4,9 \text{ м/год},$$

Швидкість подачі дроту:

$$V_{зв} = \frac{4 \cdot \alpha_H \cdot I_{зв}}{\pi \cdot d_e^2 \cdot \gamma}, \quad (2.14)$$

$$V_{\text{под}} = \frac{4 \cdot 16 \cdot 286}{3,14 \cdot 1,6^2 \cdot 7,8} = \frac{18304}{62,7} = 292 \text{ м/год.}$$

Питомі витрати захисного газу:

$$q_{\Gamma} = 18 \text{ л/хв.}$$

Виліт дроту:

$$l_e = 18 \text{ мм.}$$

Таблиця 2.8 – Режими механізованого зварювання

Катет шва, мм	d_e , мм	$I_{зв}$, А	U_d , В	$V_{зв}$, м/год	$V_{под}$, м/год	q_{Γ} , л/хв	l_e , мм
Δ8	1,6	286	28	14,6	292	18	18
Δ6				24,4			
Δ10				9,6			
Δ14				4,9			

2.8 Вибір зварювального обладнання

Автоматичне зварювання під шаром флюсу виконувати на постійному струмі зворотної полярності.

Для виконання автоматичного зварювання під шаром флюсу при виготовленні елемента прольоту використовувати підвісний самохідний автомат А-1416 з джерелом живлення ВДУ-1201К.

Підвісний самохідний автомат А-1416 призначений для зварювання під шаром флюсу низьковуглецевих сталей на постійному струмі з незалежними від параметрів дуги швидкостями зварювання і подачі електродного дроту. Широкий діапазон зварювання досягається зміною переміщення автомату і подачі зварювального дроту шляхом заміни змінних шестерень.

Таблиця 2.9 – Технічні характеристики А-1416

Найменування параметра	Значення
Напруга і частота живлячої систем, В/Гц	3х380/50
Номинальний зварювальний струм при ПН=100%, А	1000
Межі регулювання зварювального струму, А	250-1250
Діаметр суцільної електродного дроту, мм	1,2 – 5,0
Кількість електродів, шт	1
Межі регулювання швидкості подачі дроту, м/год	47 – 509
Межі регулювання швидкості зварювання, м/год	12 - 120
Поперечне переміщення зварювальної головки - швидкість м/год - хід, мм	від руки ±75
Регулювання кута нахилу електроду, град/привід	±25/ручний
Маршева швидкість переміщення зварювальної головки, м/год	950
Вертикальне переміщення зварювальної головки - хід, мм - швидкість, м/год	250 29,4
Флюсоапаратура - об'єм, дм ³ - витрати повітря, м ³ /год - висота всмоктування флюсу, м	25 39 2
Маса, кг	325
Габаритні розміри, мм	960×860×1860

Таблиця 2.10 – Технічні характеристики ВДУ-1201К

Найменування параметра	Значення
Напруга і частота живлячої мережі, В/Гц	3х380/50
Номінальний зварювальний струм при ПН=100%, А	1250
Межі регулювання зварювального струму, А	250-1250
Межі регулювання робочої напруги, В	24-56
Номінальна споживча потужність, кВт	120
Напруга холостого ходу, В	85
Маса, кг	550
Габаритні розміри, мм	960х680х890

Механізоване зварювання у суміші газів $Ar+CO_2$ виконувати на постійному струмі.

Для виконання механізованого зварювання в середовищі захисних газів при виготовленні елементу прольоту використовувати напівавтомат зварювальний ПДГ-508 з джерелом живлення ВДУ-506С.

Зварювальний напівавтомат ПДГ-508 призначений для напівавтоматичного зварювання металу суцільною електродним дротом в середовищі захисних газів з'єднань з низьковуглецевих і конструкційних сталей. В якості джерела живлення може виступати будь-який випрямляч з жорсткою характеристикою. Подаючий механізм в даному напівавтоматі має дві пари ведучих роликів, які забезпечують збільшене тягове зусилля. Регулювання зварювального струму і подачі електродного дроту – плавне. Використання асинхронного двигуна в складі з дев'ятиступінчастим механізмом подачі електродного дроту забезпечує стабільну швидкість зварювання навіть при значній зміні напруги живлячої мережі.

Таблиця 2.11 -Технічна характеристика зварювального напівавтомата ПДГ-508М

Найменування параметра	Значення
Напруга і частота живлячої мережі, В/Гц	3×380/50
Номінальний зварювальний струм, А, при ПН=60 %	500
Межі регулювання зварювального струму, А	50-500
Межі ступінчастого регулювання швидкості подачі електродного дроту, м/год	120-1200
Габаритні розміри, мм:	470x365x405
Маса, кг:	30

Таблиця 2.12 - Технічна характеристика зварювального випрямляча ВДУ-506С

Найменування параметра	Значення
Напруга і частота живлячої мережі, В/Гц	3x380/50
Номінальний зварювальний струм при ПН= 60 %, А	500
Межі регулювання зварювального струму, А	50-500
Межі регулювання робочої напруги, В	17-39
Номінальна споживча потужність, кВт	34
Маса, кг	190

2.9 Нормування операцій зварювання

На час автоматичного зварювання під шаром флюсу впливає наступний склад робіт:

- отримання завдання;
- вмикання та вимикання автомата;

- підготування обладнання до роботи;
- налаштування режиму роботи обладнання;
- заправка флюсу до бункера при підготовці автомата до зварювання і під час зварювання;
- зачищення шліф-машинкою від забруднень кромки перед зварюванням;
- зварювання швів;
- очистка швів від напливів;
- контроль швів;
- здача завдання майстру.

Норма штучного часу:

$$T_{шт} = [(T_o + t_{в.ш.}) \cdot l + t_{в.и.}] \cdot K_1, \quad (2.15)$$

де T_o – основний час на зварювання, хв;

$t_{в.ш.}$ – допоміжний час, залежить від довжини зварного шва, $t_{в.ш.} = 1,35$ хв;

l – довжина зварного шва, $l=8,74$ м;

$t_{в.и.}$ – допоміжний час, який пов'язаний з виробом, $t_{в.и.} = 36,1$ хв;

K_1 – коефіцієнт, який враховує витрати часу на обслуговування робочого місця, відпочинок та природні потреби, $K_1 = 1,15$,

$$T_{шт} = [(1,6 + 1,35) \cdot 48 + 36,1] \cdot 1,15 = 204,36 \text{ хв.}$$

Основний час на зварювання:

$$T_o = \frac{F_H \cdot 60 \cdot \gamma}{I_{зв} \cdot \alpha_H}, \quad (2.16)$$

де F_H – площа поперечного перерізу наплавленого металу, $F_H=40,5$ мм²;

γ – питома вага наплавленого металу, $\gamma = 7,8$ г/см³;

α_H – коефіцієнт наплавлення, г/А·год;

$I_{зв}$ - сила зварювального струму,

$$T_o = \frac{40,5 \cdot 60 \cdot 7,8}{761 \cdot 15,6} = 1,6 \text{ хв.}$$

На час напівавтоматичного зварювання в середовищі захисних газів впливає наступний склад робіт:

- отримання завдання;
- вмикання та вимикання напівавтомату;
- підготовка та налаштування до роботи балонів з газом;
- налаштування устаткування на необхідний режим;
- підготування та встановлення дроту;
- зачищення кромки до зварювання від забруднень;
- процес зварювання;
- очищення зварювальних швів від утворених в процесі зварювання бризок і напливів;
- візуальний огляд і вимірювання швів за допомогою інструментів;
- здача завдання майстру.

Норма штучного часу на напівавтоматичне зварювання

$$T_{шт} = [(T_o + t_{в.ш.}) \cdot l + t_{в.и.}] \cdot K_1, \quad (2.17)$$

де T_o – основний час на зварювання, хв;

$t_{в.ш.}$ – допоміжний час, залежить від довжини зварного шва;

l – довжина зварного шва, м;

$t_{в.и.}$ – допоміжний час, який пов'язаний з виробом;

K_1 - коефіцієнт, який враховує витрати часу на обслуговування робочого місця, відпочинок та природні потреби,

$$T_{шт1} = [(4,14 + 1,6) \cdot 8,37 + 28,5] \cdot 1,12 = 244 \text{ хв,}$$

$$T_{шт2} = [(2,49 + 1,9) \cdot 16,16 + 32,9] \cdot 1,12 = 74 \text{ хв},$$

$$T_{шт3} = [(6,19 + 1,6) \cdot 8,37 + 7,7] \cdot 1,12 = 81,65 \text{ хв},$$

$$T_{шт4} = [(12,27 + 1,6) \cdot 8,08 + 14,5] \cdot 1,12 = 193,9 \text{ хв},$$

Основний час на зварювання:

$$T_o = \frac{F_H \cdot 60 \cdot \gamma}{I_{зв} \cdot \alpha_H}, \quad (2.18)$$

де F_H – площа поперечного перерізу наплавленого металу;

γ – питома вага наплавленого металу, $\gamma = 7,8 \text{ г/см}^3$;

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

$I_{зв}$ – сила зварювального струму,

$$T_{o1} = \frac{40,5 \cdot 60 \cdot 7,8}{286 \cdot 16} = 4,14 \text{ хв},$$

$$T_{o2} = \frac{24,36 \cdot 60 \cdot 7,8}{286 \cdot 16} = 2,49 \text{ хв}.$$

$$T_{o3} = \frac{60,6 \cdot 60 \cdot 7,8}{286 \cdot 16} = 6,19 \text{ хв},$$

$$T_{o4} = \frac{120 \cdot 60 \cdot 7,8}{286 \cdot 16} = 12,27 \text{ хв}.$$

Загальна норма часу на один виріб:

$$T_{\text{шт заг}} = T_{\text{шт Аф}} + T_{\text{шт мех1}} + T_{\text{шт мех2}} + T_{\text{шт мех3}} + T_{\text{шт мех4}} = 663,75 \text{ хв.}$$

2.10 Розрахунок зварювальних матеріалів та електроенергії які витрачаються на зварювання

Автоматичне зварювання під флюсом:

До матеріалів які витрачаються під час автоматичного зварювання відносять: флюс і дріт.

Витрати дроту розраховуються за формулою:

$$G_{\text{з,д}} = K_p \cdot G_{\text{н}}, \quad (2.19)$$

де K_p —коефіцієнт, на вигар та розбризкування, $K_p = 1,03 \div 1,08$;

$G_{\text{з,д}}$ – витрати дроту, г;

$G_{\text{н}}$ – вага наплавленого металу, г,

$$G_{\text{з,д}} = 1,05 \cdot 14,98 = 15,73 \text{ кг.}$$

$$G_{\text{н}} = F_{\text{н}} \cdot L \cdot \gamma, \quad (2.20)$$

$$G_{\text{н}} = 0,4 \cdot 4800 \cdot 7,8 = 14976 \text{ г.}$$

Витрати флюсу розраховуються за формулою:

$$G_{\text{ф}} = K_{\text{ф}} \cdot G_{\text{з,д}}, \quad (2.21)$$

де K_{ϕ} – коефіцієнт, що враховує вагу флюсу до ваги зварювального дроту, $K_{\phi} = 1,0 \div 1,3$;

G_{ϕ} – витрати флюсу, г;

$G_{з.д}$ – затрати дроту, г,

$$G_{\phi} = 1,15 \cdot 15,73 = 18,1 \text{ кг.}$$

Механізоване зварювання в середовищі захисних газів:

До матеріалів які витрачаються під час напівавтоматичного зварювання відносять: газ і дріт.

Витрати дроту розраховуються за формулою:

$$G_{з.д} = K_p \cdot G_H, \quad (2.22)$$

де K_p – коефіцієнт, що враховує вигар та розбризкування;

$G_{з.д}$ – витрати дроту, г;

G_H – вага наплавленого металу, г,

$$G_{з.д} = 1,05 \cdot 18,35 = 19,3 \text{ кг.}$$

$$G_H = F_H \cdot L \cdot \gamma, \quad (2.23)$$

$$G_{H1} = 0,4 \cdot 1212 \cdot 7,8 = 3,78 \text{ кг,}$$

$$G_{H2} = 0,24 \cdot 1616 \cdot 7,8 = 3,025 \text{ кг,}$$

$$G_{H3} = 0,61 \cdot 837 \cdot 7,8 = 3,98 \text{ кг,}$$

$$G_{H4} = 1,2 \cdot 808 \cdot 7,8 = 7,56 \text{ кг},$$

$$G_H = 3,78 + 3,025 + 3,98 + 7,56 = 18,35 \text{ кг}.$$

Витрати газу на виріб розраховуються за формулою:

$$Q_{\Gamma} = q_{\Gamma} \cdot t_o, \quad (2.24)$$

де Q_{Γ} – витрати газу на виріб, л;

q_{Γ} – питомі витрати газу, л/хв;

t_o – час горіння дуги, хв.,

3

$$Q_{\Gamma1} = 18 \cdot 240,74 = 4333,3 \text{ л},$$

$$t_o = \frac{60}{V_{зв}} \cdot l, \quad (2.25)$$

де l – довжина шва, м;

$V_{зв}$ – швидкість зварювання, м/год;

$$t_{o1} = \frac{60}{14,6} \cdot 12,12 = 49,8 \text{ хв},$$

$$t_{o2} = \frac{60}{24,4} \cdot 16,16 = 39,7 \text{ хв},$$

$$t_{o3} = \frac{60}{9,6} \cdot 8,37 = 52,3 \text{ хв},$$

$$t_{o4} = \frac{60}{4,9} \cdot 8,08 = 98,94 \text{ хв}.$$

Затрати електроенергії при автоматичному зварюванні під шаром флюсу розраховують за формулою:

$$A_1 = \frac{U_d \cdot G_H}{\alpha_H \cdot \eta \cdot K_N}, \quad (2.26)$$

де U_d – напруга на дузі, 35 В;

α_H – коефіцієнт наплавлення, г/А.год;

η – коефіцієнт корисної дії джерела живлення 83,5 %;

K – коефіцієнт часу горіння дуги 0,50-0,65;

G_H – вага наплавленого металу, 5 кг;

$$A_1 = \frac{33 \cdot 14,98}{15,1 \cdot 0,83 \cdot 0,57} = 69,2 \text{ кВт/год.}$$

Затрати електроенергії при напівавтоматичному зварюванні розраховують за формулою:

$$A_2 = \frac{U_d \cdot G_H}{\alpha_H \cdot \eta \cdot K_N}, \quad (2.27)$$

де U_d – напруга на дузі, 28 В;

α_H – коефіцієнт наплавлення, г/А.год;

η – коефіцієнт корисної дії джерела живлення 79 %;

K – коефіцієнт часу горіння дуги 0,55-0,70;

G_H – вага наплавленого металу, 15,4 кг;

$$A_2 = \frac{28 \cdot 18,35}{16 \cdot 0,79 \cdot 0,55} = 81,3 \text{ кВт/год.}$$

Загальні витрати на електроенергію:

$$A = A_1 + A_2 = 69,2 + 81,3 = 150,5 \text{ кВт/год.}$$

2.11 Зменшення зварювальних напруг та деформацій при зварюванні

Зварювальні напруги і деформації виникають під час зміни форми і розмірів під час зварювання і переміщення деталі, це все ускладнює зварювання виробу, а також погіршує експлуатаційні можливості конструкції. Негативні наслідки, а саме руйнування конструкції не є припустимими, тому потрібно зменшити вплив цих напруг і деформацій.

Всі способи по зменшенню негативного впливу можна розділити на три групи:

Заходи, які застосовуються до зварювання:

1. Раціональне конструювання зварної конструкції, яке включає:

- зменшення кількості наплавленого матеріалу і відповідно кількості введеного при зварюванні тепла за рахунок зменшення зварних швів;
- при конструюванні конструкції потрібно уникати перехрещень зварних швів;
- для врівноваження зварні шви потрібно розташовувати симетрично;
- ребра жорсткості та всі додаткові конструктивні елементи потрібно розташовувати симетрично.

2. При розробці технології зварювання потрібно ураховувати:

- величини зварювальних усадок, і підбирати розміри і форму заготовок;
- можливість попередньої деформації деталі при зварюванні;
- спосіб зварювання так як при різних способах зварювання рівень деформації різний.

Заходи, які використовуються в процесі зварювання:

- зону зварювання вимушено охолоджують, наприклад, водою, водоохолоджуваними мідними накладками і т. д.;

- застосування зворотньооступінчастого способу зварювання, щоб зрівноважити деформацію тобто раціональна послідовність зварювання;

- використання більш економічних режимів зварювання якщо це можливо по технології;

- застосовувати пристрої для жорсткого закріплення деталей;

Заходи, що використовуються після зварювання:

- механічна обробка конструкції;

- місцева термічна обробка;

- загальна термічна обробка.

2.12 Контроль якості

Контроль якості зварювання і зварних з'єднань складається з декількох обов'язкових етапів, які дають змогу визначити дефекти. Під час контролю здійснюється перевірка таких показників:

- прийнятності зовнішнього вигляду (при зовнішньому огляді);

- щільності зварного шва;

- фізико-хімічних властивостей зварного шва.

Крім того, контроль якості зварних з'єднань може бути:

- попереднім - це первинний контроль зварного з'єднання для визначення якості зварювання. Такий контроль запобігає утворенню дефектів, він полягає в контролі електродів, флюсів, дотримання режимів роботи тощо;

- остаточний - це контроль, який оцінює результати технологічного процесу, його суть полягає у визначенні якості швів і виявленні дефектів.

Будь-яка перевірка якості зварних швів починається з візуального контролю. Оглядають всі 100% зварних з'єднань. Спочатку перевіряють геометрію і форму шва. Візуальний контроль допомагає виявити, поряд із зовнішніми, частина внутрішніх дефектів. Так, змінні за габаритами валики

швів і нерівномірні складки говорять про непровар, що виникають через часті обриви електричної дуги.

Контроль ультразвуком є одним із найпопулярніших методів неруйнівного контролю. До основних переваг ультразвукової дефектоскопії відносяться: висока чуттєвість, мобільність апаратури, оперативність в отриманні результатів, низька стабільність контролю, відсутність радіаційної небезпеки. Метод широко розповсюджений в промисловості для виявлення дефектів, тріщин, непроварів, шлакових та інших включень в зварювальних швах від 0,1 до 2800 мм.

Основний документ, що стосується ультразвукової дефектоскопії зварних з'єднань - ГОСТ Р 55724-2013.

Для контролю використовувати ультразвуковий дефектоскоп марки УД2-70



Рисунок 2.16 - Ультразвуковий дефектоскоп УД2-70

УД2-70 призначений для контролю продукції на наявність дефектів типу порушення суцільності і однорідності матеріалів, готових виробів, напівфабрикатів і зварювальних з'єднань, вимірювання глибини і координат залягання дефектів, вимірювання відносин амплітуд сигналів відбитих від дефектів.

Таблиця 2.13 - Технічні характеристики УД2-70

Робочі частоти, МГц	1,25; 1,8; 2,5; 5; 10
Діапазон контролю (по сталі), мм	0...5000
Динамічний діапазон посилення приймального тракту, дБ	100
Абсолютна похибка вимірювання глибини залягання дефекту H_x , мм	$\pm (0,5+0,02H_x)$
Абсолютна похибка вимірювань відношення амплітуд сигналів M_x , мм	$\pm (0,2+0,03M_x)$
Де час безперервної роботи від акумуляторної батареї, год (не менше)	8

Послідовність проведення ультразвукового контролю:

- за допомогою механічних інструментів захищають досліджувану поверхню від бризову, шлаку і забруднень;
- для успішного і безпроблемного проведення контролю місце проведення дефектоскопії потрібно покрити спеціальними маслами, водою;
- провести тестове налагодження приладу для контролю товщини деталі
- перетворювач дефектоскопу потрібно переміщати зигзагоподібними рухами паралельно зварному шву;
- коли почне з'являтися стійкий сигнал перетворювач потрібно періодично трохи повертати під деяким кутом для того щоб прилад мав більш чітке зображення на екрані;
- якщо у ході контролю були виявлені дефекти, то їх координати фіксуються та записуються ;
- якщо є необхідності, то контроль може проводитися у декілька проходів.

3 ОРГАНІЗАЦІЙНА ЧАСТИНА

3.1 Вихідні дані

Виріб– Опорна балка коробчатого типу

Обсяг робіт – 900 шт/рік.

Коефіцієнт продуктивності – 1,1.

Виробництво – серійне.

Режим роботи – 1 зміна.

Таблиця 3.1 – Планово – операційна карта

Операція	Розряд робіт	Погодинна тарифна ставка, грн.	Найменування та тип обладнання	Ціна за одиницю обладнання, грн.	Трудомісткість на 1 виріб люд. годин
1	2	3	4	5	6
Складання	4	42,88	Стан	320000	1,23
Зварювання автоматичне	4	40,28	А-1416 ВДУ-1201К	279000	0,85
Зварювання н/автоматичне	4	40,28	ПДГ-508 ВДУ-506С	30000 66000	3,78

Таблиця 3.2 – Дані про матеріали

Найменування матеріалів	Одиниця вимірювання	Марка, ГОСТ	Норма витрат на 1 виріб	Ціна за одиницю вимірювання, грн.
1	2	3	4	5
Сталь	т	09Г2С ДСТУ 2651-94	3114	40000
Дріт	кг	Св-08ГА ГОСТ 2246-70	18,35	60
Флюс	кг	АН-348А ДСТУ EN ISO 14174:2015	18,1	58
Газ	л	СО2 ГОСТ 8050-85 Ar ГОСТ 10157-79	4333,3	11,2 28,9
Електроенергія	кВт		150,5	1,68

3.2 Розрахунок кількості обладнання

Розрахунок дійсного фонду часу роботи обладнання необхідний для того щоб дізнатися кількість обладнання

$$\Phi_d = [(D_k - D_v - D_{пр}) \cdot T_{зм} - D_{псв} \cdot 1] \cdot n \cdot K_{пр}, \quad (3.1)$$

де D_k - календарні дні;

D_v - вихідні дні;

Дпр - святкові дні;

Тзм – робоча зміна, год;

Дпсв – скорочені передсвяткові дні;

n – зміни за добу;

Кпр - коефіцієнт, на ремонт обладнання: для 1 зміни - 0,93,

$$\Phi_{\text{д}} = ((365 - 105 - 6) \cdot 8 - 4 \cdot 1) \cdot 1 \cdot 0,93 = 1886 \text{ годин.}$$

Для кожної технологічної операції потрібно розрахувати кількість обладнання

$$O_{\text{Р}} = \frac{t_{\text{шк}} \cdot Q}{\Phi_{\text{д}} \cdot K_{\text{вн}}}, \quad O_{\text{ПР}} \approx, \quad (3.2)$$

де $O_{\text{Р}}$ – кількість обладнання;

$t_{\text{шк}}$ – трудомісткість, н/год;

Q – кількість виробів за рік;

$\Phi_{\text{д}}$ – дійсний фонд часу роботи обладнання, годин;

$K_{\text{вн}}$ – коефіцієнт норми виробітку.

$$O_{\text{Р1}} = \frac{1,17 \cdot 900}{1886 \cdot 1,1} = 0,5, \quad O_{\text{ПР1}} \approx 1,$$

$$O_{\text{Р2}} = \frac{0,85 \cdot 900}{1886 \cdot 1,1} = 0,37, \quad O_{\text{ПР2}} \approx 1,$$

$$O_{\text{Р3}} = \frac{3,78 \cdot 900}{1886 \cdot 1,1} = 1,63, \quad O_{\text{ПР3}} \approx 2.$$

Для отримання необхідної кількості обладнання значення що знайдені у формулі округлюються.

3.3 Розрахунок кількості основних виробничих робітників

Ефективний фонд робочого часу при п'яти дневній робочій неділі розраховується:

$$\Phi_{\text{еф}} = (D_{\text{к}} - D_{\text{в}} - D_{\text{пр}} - D_{\text{відп}} - D_{\text{д.н}}) \cdot T_{\text{зм}} - D_{\text{псв}} \cdot 1, \quad (3.3)$$

де $D_{\text{с}}$ – святкові дні;

$D_{\text{відп}}$ – дні відпустки за законодавством;

$D_{\text{д.н.}}$ – дні, дозволених невиходів по окремим причинам 10-12 днів;

$$\Phi_{\text{еф}} = (365 - 105 - 6 - 21 - 10) \cdot 8 - 4 \cdot 1 = 1780 \text{ год.}$$

Планову чисельність основних робітників визначаємо за трудомісткістю виробничої програми. Число основних робочих визначається для кожної операції:

$$P_{\text{р}} = \frac{t_{\text{шк}} \cdot Q}{\Phi_{\text{еф}} \cdot K_{\text{вн}}}, \quad P_{\text{пр}} \approx, \quad (3.4)$$

де $t_{\text{шк}}$ – трудомісткість, н/год;

Q – кількість виробів за рік;

$K_{\text{вн}}$ – коефіцієнт виробітку;

$\Phi_{\text{еф}}$ – ефективний річний фонд робочого часу, год.,

$$P_{\text{р1}} = \frac{1,17 \cdot 900}{1780 \cdot 1,1} = 0,55, \quad P_{\text{пр1}} \approx 1 \text{ (ланка) } 2 \text{ чол.,}$$

$$P_{P2} = \frac{0,85 \cdot 900}{1780 \cdot 1,1} = 0,39, \quad P_{PP2} \approx 1 \text{ (ланка) } 2 \text{ чол.},$$

$$P_{P3} = \frac{3,78 \cdot 900}{1780 \cdot 1,1} = 1,73, \quad P_{PP3} \approx 2 \text{ (ланки) } 4 \text{ чол.}$$

Допоміжні робітники знаходяться за допомогою розрахунку у відсотках від чисельності основних виробничих робітників 10 – 20%.

$$P_{\text{доп}} = P_{\text{осн}} \cdot 0,15, \quad P_{\text{пр}} \approx , \quad (3.5)$$

$$P_{\text{доп}} = 8 \cdot 0,15 = 1,2, \quad P_{\text{пр}} \approx 2 \text{ чол.}$$

У відсотковому відношенні до основних і допоміжних робочих потрібно визначити кількість службовців, спеціалістів і керівників.

Чисельність керівників дорівнює 8% від суми основних і допоміжних співробітників:

$$P_{\text{кер}} = (P_{\text{осн}} + P_{\text{доп}}) \cdot 0,08, \quad P_{\text{пр}} \approx , \quad (3.6)$$

$$P_{\text{кер}} = (8 + 2) \cdot 0,08 = 0,8, \quad P_{\text{пр}} \approx 1 \text{ чол.}$$

Чисельність службовців дорівнює 3% від суми основних і допоміжних співробітників:

$$P_{\text{сл}} = (P_{\text{осн}} + P_{\text{доп}}) \cdot 0,03, \quad P_{\text{пр}} \approx , \quad (3.7)$$

$$P_{\text{сл}} = (8 + 2) \cdot 0,03 = 0,3, \quad P_{\text{пр}} \approx 1 \text{ чол.}$$

Чисельність керівників дорівнює 2% від суми основних і допоміжних співробітників:

$$P_{\text{спец}} = (P_{\text{осн}} + P_{\text{доп}}) \cdot 0,02, \quad P_{\text{пр}} \approx, \quad (3.8)$$

$$P_{\text{спец}} = (8 + 2) \cdot 0,02 = 0,2, \quad P_{\text{пр}} \approx 1 \text{ чол.}$$

Штат дільниці складається в сумі з кількості робітників усіх указаних груп згідно з нормативами чисельності:

Таблиця 3.3 – Штат дільниці

Категорії співробітників	Чисельність, чоловік	Розряд	Середній розряд	Скільки людей виходе в зміну	
				1	2
Основні співробітники:					
- операція складання	2	4	4	2	
- зварювання автоматичне	2	4		2	-
- зварювання н/автоматичне	4	4		4	
Всього	8			8	-
Допоміжні робочі	2			2	-
Керівники	1			1	-
Спеціалісти	1			1	-
Службовці	1			1	-
Разом	13			13	-

Середній розряд потрібен для визначення середньої кваліфікації.

$$R_{\text{сер}} = \frac{\sum p \cdot r}{p}, \quad (3.9)$$

де P – чисельність співробітників відповідного розряду, чол.;

r – розряд співробітників,

$$R_{\text{сер}} = \frac{8 \cdot 4}{8} = 4 \text{ розряд.}$$

4 РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПЛАНУ

4.1 Підйомно-транспортне устаткування

У складально-зварювальному виробництві виконується робота з важкими та габаритними деталями, заготовками, виробами тому є необхідність використання підйомно-транспортного обладнання за допомогою якого і здійснюються підйомно-транспортні операції.



Рисунок 4.1 - Мостовий кран

Розрізняють внутрішній, міжцеховий і зовнішній цеховий транспорт. Для внутрішньо цехового транспорту зазвичай використовують універсальне обладнання а також спеціальне обладнання, яке найчастіше таке устаткування використовується зварювальному виробництві. До складі внутрішньо цехового транспорту особливо виділяється транспорт який використовується для переміщення деталей, виробів до різних робочих місць, також такий транспорт може бути універсальним тобто окрім переміщення за допомогою допоміжних пристроїв можливе кантування і затримування деталі, виробу в необхідному положені, для виконання якоїсь операції або переміщення в необхідному положені. Для зовнішнього й міжцехового транспорту, як правило використовують універсальні транспортні засоби.

Використовуємо мостовий кран 5 тонни.

Мостові опорні крани займають важливе місце в списку техніки для підйому з вантажами. Вони широко застосовуються в багатьох промислових і господарських галузях: їх використовують для роботи на великих майданчиках, всередині просторих заводських і складських приміщень, в промислових цехах.

Для захоплення листових полотнищ використовують жорсткі траверси з механічними ексцентриковими захопленнями (рис 4.2). Рисунок 4.2, а використовується для транспортування листів у горизонтальному положенні, а рисунок 4.2, б використовується для транспортування у вертикальному положенні. Складаються ці захоплення з ексцентрика який шарнірно з'єднується зі скобою, затискання самого вантажу створюється за рахунок маси самого вантажу. Коли деталь опускається на місце зварювання або складання натяг тросу ослаблюється і захоплення зникає.

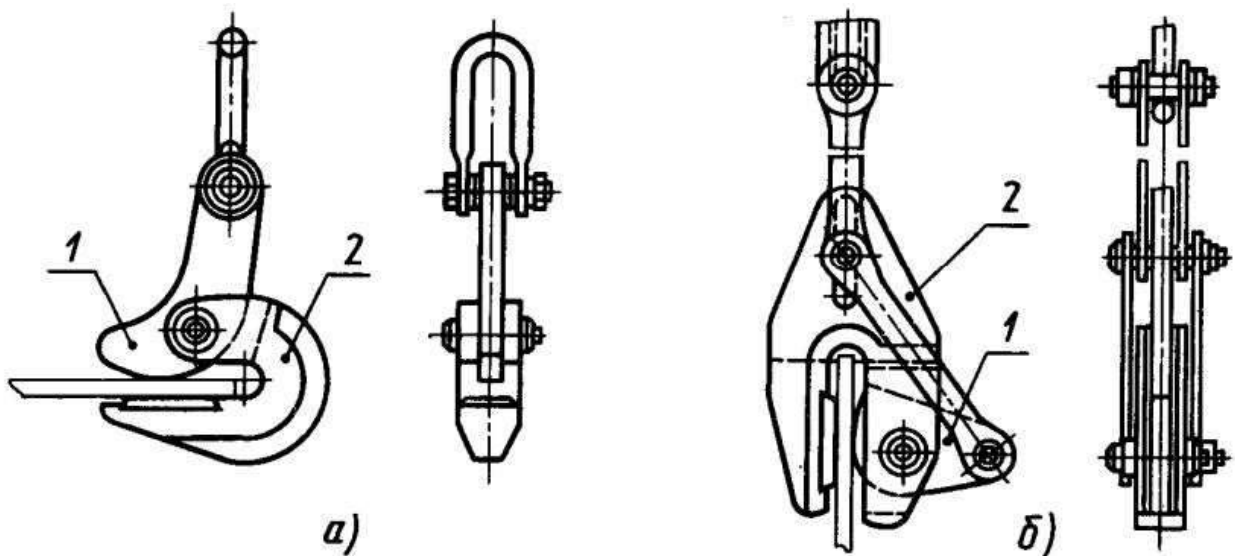


Рисунок 4.2 – Ексцентрикові захоплення

4.2 Організація енерго- та газопостачання

На ділянці складання та зварювання опорної балки коробчатого типу здійснюється централізоване постачання робочих місць електроенергією і газом.

Зварювальне обладнання розміщується за допомогою електропроводок в зоні виконання робіт. Всі пости зварювання для того щоб підключити обладнання високої напруги повинні мати переносні регулятори зварювального струму, а також застосовуються мідні дроти для комунікації ланцюга керування постів. Допустимий спад напруги в мережі 220-380 В складає 5%.

Всі зварювальні пости для напівавтоматичного зварювання в захисних газах живляться від загальноцентралізованого-цехового трубопроводу, в якому знаходиться і подається захисний газ суміш – Ar + CO₂.

Для напівавтоматичного зварювання в захисних газах використовуються перепускні рампи, яка складається з двох груп балонів по 5-20 штук у кожній. Для того щоб живити газом трубопровод, групи балонів повинні підключатися поперемінно.

Яка необхідність тиску газу в трубопроводі встановлюється в залежності від необхідної кількості витрати газу. Перепускні рампові системи експлуатуються у відповідності з "Правилами на пристрій і експлуатацію рамп".

4.3 Опис плану ділянки

Операції складання і зварювання опорної балки коробчатого типу виконуються у зварювальному цеху який розташовується в одноповерховій будівлі у крайньому прольоті біля зовнішньої стіни, шаг колон складає 24 м,

ширина прольоту складає 6 м. Дільниця має комбіновану систему освітлення через горизонтальні та вертикальні вікна, та має лампи. Дану дільницю обслуговує мостовий кран до якого кріпиться жорстка траверса з механічними ексцентриковими захопленнями, вантажопі'ємність даного крану 2 т.

На самій дільниці є: склад заготовок, три стійки для зварювання даного виробу, до першої стійки приєдано спеціальна портална установка для складання вертикальних стінок и прижиму поясів до стінок, із зварювального обладнання до першої стійки відносяться джерело живлення і зварювальний трактор, до другої і третьої стійки з електрозварювального обладнання відносять джерело живлення та напівавтомат також на дільниці є проміжний склад, місце для проведення контролю та склад готової продукції.

До зварювальних постів з напівавтоматичного зварювання здійснюється централізоване постачання суміші захистних газів $CO_2(80\%)+O_2(20\%)$.

Біля воріт цеху знаходиться пожежний щит, з первинними засобами пожежогасіння а саме: ящик з піском, лопата, відро, сокира, лом, багор. Дільниця оснащена вуглекислотними вогнегасниками які розташовані біля електрозварювального обладнання та біля пожежного щиту. Також на дільниці передбачені фонтанчики з питною водою які підпитуються з водопроводу.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ

5.1 Вимоги безпеки та охорони праці при виконанні складально-зварювальних робіт. Система відповідальності. Електробезпека

До електрозварювальних робіт допускаються робітники, яким виповнилося 18 років, які пройшли медичний огляд, пройшли перевірку практичних і теоретичних навичок зі зварювальних робіт, пройшли інструктаж з техніки безпеки, мають мінімум II групу по електробезпеці, та мають спеціальне посвідчення які підтверджує позитивне його проходження і мають результати згідно вимогам ДНАОПО.00-1.16-96 «Правила атестації зварювальників».

Підготовка до виконання роботи:

- перевірка готовності електричної мережі до безаварійного підключення наявного зварювального обладнання;
- підтвердження цілісності ізоляційних покриттів силових проводів і наявності надійного заземлення;
- виявлення несправностей зварювальної установки, супутніх механізмів і пристосувань;
- організація зручного доступу до місця зварювання і безперешкодного переміщення навколо нього;
- перевірка роботи вентиляційної системи або забезпечення умов для вільної циркуляції повітря.

Для безпечності виконання робіт та для зручності доставки деталей до необхідного місця зварювання, в місцях зварювання де розташоване обладнання для зварювання повинні бути проходи шириною не менше 0,8 м.

Використовуються обов'язково комунікаційні апарати що забезпечують з'єднання електрозварювального обладнання до електричної мережі.

Все електрозварювальне обладнання обов'язково повинно з'єднуватися та роз'єднуватися з електричною мережею тільки співробітниками підприємства які мають на це право, тобто ті які експлуатують цю електромережу.

Все зварювальне обладнання заземлюється перед підключенням до електричної мережі через спеціальний болт, який розташовується на корпусі, до цього болку для заземлення на період роботи обладнання приєднується мідний дріт або сталевий прут.

В зварювальних установках також потрібно заземлювати зварювальний трансформатор а саме затискач вторинної обмотки, до якого приєднується зворотній провід. Використання кульового робочого або фазного проводу двоживильного живлення не дозволяється для заземлення.

На однопостових зварювальних постах, джерела живлення завжди повинні мати захист за допомогою запобіжників або зі сторони електромережі повинні бути продумані автоматичні вимикачі, на джерелах живлення для ручного дугового зварювання обов'язково повинні знаходитися вказівники значення зварювального струму та напруги.

Не менше 0,5 Мом повинен мати супротив ізоляції обмоток трансформатора між корпусом та обмотками.

Зварювальники при початку роботи повинні попереджувати спеціальною командою отожуючих робочих, у процесі зварювання у цеху зварювальне місце повинне бути захищене від інших робочих місць спеціальними ширмами.

При роботі електрозварювальних використовує спеціальні засоби захисту:

- брезентовий спеціальний одяг який включає штани та куртку;
- захисна каска;
- ручний щиток чи щоток що одягається на голову який забезпечує захист обличчя і очей від випромінювання зварювальної дуги та іскор;

- для зачищення шву, для забезпечення захисту від осколків шлаку використовуються або спеціальні щитки або захисні окуляри з безкольоровим склом;

- спеціальні краги, або рукавиці які забезпечують захист рук зварника від негативного впливу зварювальної дуги;

- спеціальні черевики виготовлені зі шкіри які мають гумову підошву без металевий вставок.

Відповідальність за виконанням та дотриманням правил охорони праці на виробництві несе керівник, який через інженера з охорони праці та майстрів на ділянці здійснює управління за дотриманням цих правил.

5.2 Склад повітряного середовища. Вентиляція. Освітлення

Добрий стан здоров'я співпрацівників залежить від санітарно-гігієнічних умов а саме від мікрокліматичних умов у цеху. Ці умови поділяються на більш бажані оптимальні умови і допустимі умови.

Оптимальні умови при них при циклічному впливі на робочих зберігають нормальний стан організму людини, тобто немає ніякого шкідливого впливі в наслідку чого буде високий рівень працездатності.

До допустимих умов відносяться ті які при циклічному впливі на співробітників можуть викликати деякі фізіологічні зміни стану людини, але вони швидко приходять в норму. Такі умови не шкодять здоров'ю співробітників, але визивають зниження працездатності за рахунок впливу.

Фактори що впливають на мікрокліматичні умови: види роботи що виконуються на участку, обладнання що використовується, від періоду року, чисельності співробітників та інших.

Основні показники мікроклімату цеху:

- відносна вологість у цеху, у відсотках;

- швидкість повітря яка вимірюється в метрах на секунду, вона може змінюватися від роботи вентиляції, від відкритих вікон, дверей, воріт цеху тощо.;

- температура повітря у градусах цельсія, змінюється в залежності від робіт які виконуються в цеху;

В умовах роботи в цеху можуть виникати шуми, вони бувають непостійний і поділяються на імпульсні, флюктууючі, перервні та постійні шуми та вимірюється в деци белах а частота у герцах.

Шуми і вібрації які виникають під час роботи обладнання в цеху спричиняють негативний вплив на здоров'я а також працездатність робочих.. Шуми різняться за гучністю і за висотою.

Особливо на здоров'я людини шум та вібрації впливають негативно на органи слуху і нервової системи, постійний шум може привести до погіршення або втрати слуху.

Для захисту робітників від негативного впливу шуму потрібно застосовувати сучасне обладнання яке видає низький рівень шуму, дистанційне керування деяким обладнанням, збільшенні перерви в місцях з високим рівнем шуму, застосування засобів особистого захисту тощо.

В умовах зварювального виробництва в цеху повинна бути загальнообмінна припливно-витяжна вентиляція (СНиП 2.04.05-91).

Коли відбувається проектування вентиляції виконуються такі вимоги:

1. Забезпечення достатньої кількості чистого повітря для забезпечення умов праці працівників;

2. Повинен бути баланс між надходженням і видаленням об'ємів повітря;

3. Система вентиляції повинна працювати справно і не мати ніяких додаткових шкідливих або небезпечних впливів для життя і здоров'я робітників;

4. Системи та вентиляційне обладнання повинне мати габаритні розміри які не будуть заважи оточуючому обладнанню і машинам.

Загальнообмінна вентиляція може бути природна, механічна і змішана. Зазвичай вона використовується тоді коли виробничі процеси виконуються по всій площі цеху. Ще вона може використовуватися коли неможливе розміщення місцевої вентиляцію у місцях виконання робіт, бо буде заважати своїми розмірами, знижувати продуктивність праці.

Загальнообмінна вентиляція складається з:

1. Елементи для розділення повітря;
2. Повітряні канали;
3. Вентилятор;
4. Системи яка обробляє повітря, яке буде подаватися в цех;
5. Система що бере повітря із атмосфери;
6. Очищувальні системи;
7. Система що виводить повітря в атмосферу.

Останнім часом для технологічних процесів, в яких джерело забруднення може змінювати своє місце розташування, тобто наприклад зварювання на різних робочих місцях великих конструкцій, широкое впровадження знаходять сучасні конструкції систем місцевої вентиляції:

- підйомно-поворотні пристрої місцевого відсмоктування, приєднані до централізованої системи, по якій забруднене повітря видаляється вентилятором з приміщення;

- підйомно-поворотні пристрої місцевого відсмоктування, що повертають очищене повітря в приміщення;

- консольно-поворотні пристрої місцевого відсмоктування, приєднані загальним повітроводом до фільтра, що забезпечує повернення очищеного повітря в приміщення;

- переносні вентиляційні агрегати (вентилятори з гнучкими шлангами); - пересувні фільтровентиляційні агрегати (ФВА);

- портативні пересувні ФВА;

- витяжні пристрої, вмонтовані в зварювальне обладнання.

Обов'язково все забрудненне повітря що виводиться з цеху повинно очищуватися від шкідливих речовин до рівня що вказані у СНиП 2.04.05-91 та ОНД-86. Повітря що подається до цеху повинно бути температурою не нижче 20°C .

Системи опалення являють собою комплекс елементів, необхідних для нагрівання приміщень у холодний період року. До основних елементів систем опалення належать джерела тепла, теплопроводи, нагрівальні прилади (радіатори). Теплоносіями можуть бути нагріта вода, пара чи повітря. Системи опалення поділяють на місцеві та центральні.

Освітлення зварювальних та складально-зварювальних цехів, ділянок і робочих місць повинно бути організовано у відповідності до вимог ДБН Б.2.5-28-2006 —Природне і штучне освітлення. Коли відбувається зварювання замкнених конструкцій то в цих конструкція для безпечної роботи повинна бути місцева вентиляція і бути місцеве освітлення з напругою не більше 12 В (спеціально вбудовані або ручні переносні світильники). Робоче освітлення здійснюється в основному системою загального рівномірного чи місцевого (локалізованого) штучного освітлення, а також системою комбінованого штучного освітлення (загальне плюс місцеве).

Освітлення в умовах цеху може бути загальне, комбіноване, природне, але зазвичай використовують комбіноване освітлення виробничого приміщення.

5.3 Безпека при ультразвуковій дефектоскопії

Дефектоскопісти які проводять ультразвуковий контроль мають мати документ що підтверджує їх право на виконання таких робіт, їм повинно бути не менше 18 років, перед тим як влаштуватися на роботу повинні не мати ніяких протипоказань після проходження медичного огляду.

Виконання самостійного ультразвукового контролю дозволяється тільки тим працівникам які пройшли інструктажі (вступний та первинний), проводили контроль протягом 5-10 змін під доглядом та керівництвом дефектоскопіста який має досвід у виконанні ультразвукового контролю.

Дефектоскопісти не можуть приступати до виконання цього контролю якщо їх місце не має необхідної площі (мінімум 6 м) і якщо вони не обладнані:

- робочим столом;
- механізмом для переміщення виробів;
- спеціальними переносними огороженнями та дерев'яної або резинової підкладки;
- джерелом живлення;
- кабелем заземлення;
- освітленням загальним або комбінованим з переносним освітленням;
- опаленням;
- засобами пожежогасіння;
- системою вентиляції.

Дефектоскопи якими виконуються роботи з ультразвукового контролю дефектоскопісти повинні перевірятися мінімум один раз на рік та повинні відповідати вимогам:

- експлуатаційною закінченістю та надійністю роботи;
- повинні бути стійким до умов в цеху;
- групі виконання Р1 по стійкості атмосферного тиску;
- мати гарну ступінь герметичності.

Особи які виконуються ультразвуковий контроль мають бути в спеціальному одязі та взуті:

- костюм льоно-бавовняний,
- чоботи гумові
- рукавиці комбіновані,
- каска захисна.

Окрім цього при виконні роботи поза межами цехових умов повинні бути наступний одяг:

- під каскою повинен бути який утеплений головний убір;
- утеплена куртка бавовняна;
- утепленні брюки бавовняні.

5.4 Пожежна безпека

Основні причини пожеж на підприємствах:

- порушення правил і норм виконання технологічного процесу;
- необережне поводження , не виконання правил користування, неправильне розташування, несправне обладнання опалення, систем вентиляції, електрообладнання;
- зберігання легкозаймистих матеріалів в неналежному місці, не дотримання норм зберігання;
- несправна пожежна сигналізація, не виконання норм зберігання пожежних засобів гасіння вогню;
- паління у не відведеному для цього місці;
- недотримання, порушення, погане знання норм та правил пожежної безпеки робітниками

В зварювальному виробництві основними причинами пожежі можуть бути самі процеси зварювання та різання металу а саме:

- розбризгування та іскри розплавленого металу;
- полум'я газового різачу, при необережному чи неправильному поводженні з пальником.

Правил пожежної безпеки при зварювальних роботах також повинні дотримуватися при ремонтних і монтажних роботах бо вони найчастіше

відбуваються в місцях не підготовленими для зварювальних робіт, а саме необхідно виконувати такі вимоги:

- біля зони зварювання на відстані не менше 30 метрів не повинно бути ніяких вибухових або легкозаймистих матеріалів;

- всі додаткові елементи які використовуються для зварювання, які можуть легко запалюються або на них має негативний вплив висока температура мають бути захищені від потрапляння іскр і бризок спеціальним покриттям.

Для захисту життя та здоров'я зварювальників вони повинні бути забезпечені особистими засобами захисту (одяг, взуття, головний убор, рукавиці).

Всі зварювальні роботи в ємностях та трубах які використовувалися для збереження або транспортування горючих, легкозаймистих речовин, газів повинні проводити тільки після ретельного зачищення, продування цих виробів від залишків продукції спеціальними розчина.

Категорично забороняється проведення зварювальних робіт на посудинах, що знаходяться під тиском, всередині та зовні трубопровід, резервуарів, ємностей, у яких зберігалися легкозаймисті, горючі вибухонебезпечні або токсичні речовини, без ретельної очистки та наступної перевірки вмісту залишків цих речовин.

Недотримання правил пожежної безпеки при зварювальних роботах на будівельному майданчику може стати причиною виникнення пожеж. З цієї зони мають бути видалені інші вибухо – та вогненебезпечні речовини.

Перш ніж виконувати зварювальні роботи треба обладнати робоче місце засобами пожежогасіння:

Вогнегасником, водою, ящиком з піском, лопатами та совком та іншим інвентарем.

В зоні попадання іскор та бризок не повинно бути займистих предметів. Легкозаймисті та вибухові матеріали повинні бути на відстані не менш 30 м.

Дерев'яні підлоги та стіни в разі необхідності при зварюванні захищають азбестовою ковдрою.

Зварник повинен знати місце знаходження засобів пожежогасіння. А також вміти користуватися первинними засобами пожежогасіння.

ВИСНОВОК

У ході виконання курсового проекту було розглянуто та описано конструкцію опорної балки коробчатого типу, технічні умови на виготовлення, з якого матеріалу виготовляється дана конструкція і за допомогою яких зварювальних матеріалів виконується зварювання.

Були описані технологічні операції а саме як і за допомогою якого обладнання виконуються заготівельні операції, було складено та описано схему складання так зварювання виробу, описані пристосування які використовуються для складання та зварювання виробу, були виконані розрахунки нормування операцій складання та зварювання, обрано способи зварювання та розраховані режими зварювання також були виконані розрахунки витрати зварювальних матеріалів і електроенергії на зварювання, обрана зварювальне обладнання, розглянуто методи контролю якості і наведені технічні характеристики зварювального і обладнання для контролю якості.

Виконані розрахунки кількості необхідного обладнання та чисельності робітників різних груп які необхідні для організації і виконання роботи, також був розроблений технолічний план, а саме описано підйомно-транспортне обладнання яке використовується на дільниці, як відбувається електро- та газопостачання та описаний сам план дільниці.

Також дипломний проект включає в себе пункт охорони праці в якому вказані вимоги до техніки безпеки(електробезпека, пожежна безпека, система відповідальності) при виконанні робіт для різних операцій в умовах цеху.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. **Биковський О.Г.** Довідник зварника - Київ: Основа, 2014. - 442 с.
2. **СниП Ш-18-75** Строительные нормы и правила. Правила производства и приемки работ. Металлические конструкции, Стройиздат, 1976. - 163 с.
3. **А.Д. Гитлевич.** «Техническое нормирование в сварочных цехах» М. "Машиностроение", 1962. - 173 с.
4. **Гитлевич А.Д.,** Этингер Л.А. «Механизация и автоматизация сварочного производства» ; Москва: Машиностроение, 1979. - 280 с.
5. **І.В. Гуменюк, О.В.Іваськін** «Технологія електродугового зварювання» -, для машиностроительных техникумов.-3-е изд.,-Л.: Машиностроение, 1987. - 461 с.
6. **Зубченко А.С,** Марочник сталей и сплавов / А.С.Зубченко - М.: Машиностроение, 2001. - 375 с.
7. Природне і штучне освітлення. [Текст]: ДБН В.2.5-28-2018. - На заміну ДБН В.2.5-28-2006 ; чинний з 2019-03-01. - К. : Мінрегіон України, 2018. - 133 с. - (Державні будівельні норми України).
8. **ДСТУ 2456-94.** Зварювання. Вимоги безпеки. [Текст]. - Введено вперше. Дата введення 1994-04-15. Київ. УкрІЗВ; К.: Вид-во стандартів. 1994. - 27 с. - (Система стандартів охорони праці).
9. **ДСН 3.3.6.042-99** «Державні санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень». [Текст]. - На заміну ДСН 3.3.6.042.93. Дата введення 1999-12-01. - Київ. Міністерство охорони здоров'я України. 1999. - 12 с. - (Санітарні норми України).
10. **В.М. Корж** «Газотермічна обробка матеріалів» Київ; «Екотехнологія»; 2005. - 194 с.
11. **В.Ц. Жидацький, В. С. Джигирей, О. В. Мельников.** Основи охорони праці. — Вид. 2-е, стереотипне. - Львів: Афіша, 2000. - 348 с.

12. **В.Н. Вовченко** «Контроль качества сварных швов и соединений» М. «Машиностроение» 1986, - 208 с.

13. Типове положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці [Електронний ресурс]: НПАОП 0.00-4.12-05. - На заміну ДНАОП 0.00-4.12-99, ДНАОП 0.00- 8.01-93; чинний від 2005-02-26. - К.: Держнагляд охорони праці України, 2005. - Режим доступу: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0231-05>. - (Нормативно-правовий акт охорони праці).

14. **Акулов, А.И.** Технология и оборудование сварки плавлением/ А.И.Акулов, Г.А. Бельчук, В.П. Демянцевич. М.:Машиностроение, 1977. - 432 с

15. **Джевага, И.И.** Механизированная электродуговая сварка под флюсом / И.И. Джевага. - М.: Машиностроение, 1968. - 360с

16. Нормативы времени и режимы полуавтоматической сварки в защитных газах. - Екатеринбург: Уралмашзавод, 2004. - 50 с.

17. Справочник сварщика / под ред. В.В. Степанова. - М.: Машиностроение, 1975. - 520 с.

18. **Тихомирова Т.П., Журухин Г. И.** Планирование на предприятии: Учебное пособие. / Т.П.Тихомирова, Г.И. Журухин., 2010. - 45 с.

ДОДАТОК А

ГОСТ 3.1118-82.

Дубл.			
Замі.			
Підп.			

Розроб.	<i>Маринович С. П.</i>		
Перев.	<i>Попов С. М.</i>		
Н. контр	<i>Попов С. М.</i>		
	Листів 4	Лист 1	

		ДП	

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
 НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЗАПОРІЗЬКА ПОЛІТЕХНІКА»

УЗГОДЖЕНО

МАРШРУТНА КАРТА

ЗАТВЕРДЖУЮ

На технологічний процес збирання та зварювання
 модульних блоків загального прольоту мостового переходу

Нормоконтроль, *Попов С. М.*
 Дата _____
 Впроваджено у виробництво
 Акт № _____ Дата _____

В.С. Зав. Кафедри ОТЗВ *Негредко В.В.*
 Дата _____
 Комплект документів відповідає

Дубл.																			
Взам.																			
Подл.																			
													Листів 4		Лист 2				
Розроб.	<i>Р</i>	<i>✓</i>	<i>Митрофанов В.С.</i>																
Перевір.	<i>С.С.</i>		Попов																
Н. контр.	<i>С.С.</i>		<i>Попов</i>																
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.		Код, найменування операції					Позначення документа								
Б	Код, найменування обладнання					СМ	Проф.	Р	УП	КОВД	ОН	ОП	Кшт	Тпз	Тшт				
К/М	Найменування деталі, скл. Одиниці або матеріалу					Позначення, код					ППП	ОВ	ОН	КД	Н. расх				
A01	01	01		005		Вхідний контроль													
02	Листи зі сталі 09Г2С					Контролер													
03	Виконати вхідний контроль якості																		
04	УШС-3, лупа, рулетка																		
05																			
06	01	01		010		Слюсарна													
07	Рольганговий дробомет																		
08	Очищення листів																		
09																			
10	01	01		015		Слюсарна													
11	Листопрямильна машина Venmark BPSM																		
12	Випрямлення листів																		
13																			
14	01	01		020		Слюсарна													
15	Розмітка листів																		
16	Рулетка, лінійка, креслярка, кутник, кернер, струни																		
17																			
18	01	01		025		Слюсарна													
19	Машина для плазмового різання ASOIK Compact																		
20	Вирізання заготовок																		
21																			

ГОСТ 3.1118-82 Форма

Дубл.														
Взам.														
Подл.														
											Листів 4	Лист 3		
Розроб.			Морозовський В. І.											
Перевір.			Попов											
Н. контр.			Попов											
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, найменування операції					Позначення документа				
Б	Код, найменування обладнання				СМ	Проф.	Р	УП	КОВД	ОН	ОП	Кшт	Тпз	Тшт
К/М	Найменування деталі, скл. Одиниці або матеріалу				Позначення, код					ППП	ОВ	ОН	КД	Н. расх
22	01	01		030	Збирання									
23	Стан для збирання балок				Допоміжні робочі									
24	Заготовки зі сталі 09Г2С													
25	Встановити заготовки в стан													
26														
27	01	01		035	Зварювання									
28	Зварювальний автомат А-1416				Зварювальник 4 р.									
29	Зварювання верхнього поясу і стінок				$I_{зв} = 761 \text{ А}; U_d = 33 \text{ В}; V_{зв} = 75 \text{ м / г};$									
30	АН-348-А / дріт Св-08ГА діаметр 6 мм													
31														
32	01	01		040	Збирання									
33	Перше місце зварювання													
34	Встановлення кільця та накладки													
35	Прихоплення кільця та накладки													
36														
37	01	01		045	Збирання									
38	Друге місце зварювання													
39	Встановлення ребер жорсткості													
40	Прихоплення ребре жорсткості													
41														

ГОСТ 3.1118-82 Форма

Дубл.														
Взам.														
Подл.														
											Листів 4	Лист 4		
Розроб.	<i>fr</i>		<i>Миронюк В. І.</i>											
Перевір.	<i>Попов</i>		Попов											
Н. контр.	<i>Попов</i>		Попов											
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, найменування операції					Позначення документа				
Б	Код, найменування обладнання				СМ	Проф.	Р	УП	КОВД	ОН	ОП	Кшт	Тпз	Тшт
К/М	Найменування деталі, скл. Одиниці або матеріалу				Позначення, код					ППП	ОВ	ОН	КД	Н. расх
42	01	01		050	Зварювання									
43	ПДГ-508М				Зварювальник 4 р.									
44	Зварювання накладки				$I_{зв} = 286 \text{ А}; U_d = 28 \text{ В}; V_{зв} = 4,9 \text{ м / г};$									
45	Ar + CO ₂ / дріт СВ-08ГАО діаметр 1,6													
46														
47	01	01		055	Зварювання									
48	ПДГ-508М				Зварювальник 4 р.									
49	Зварювання кільця				$I_{зв} = 286 \text{ А}; U_d = 28 \text{ В}; V_{зв} = 9,6 \text{ м / г};$									
50	Ar + CO ₂ / дріт СВ-08ГАО діаметр 1,6													
51														
52	01	01		060	Зварювання									
53	ПДГ-508М				Зварювальник 4 р.									
54	Зварювання ребер жорсткості				$I_{зв} = 286 \text{ А}; U_d = 28 \text{ В}; V_{зв} = 24,4 \text{ м / г};$									
55	Ar + CO ₂ / дріт СВ-08ГАО діаметр 1,6													
56														
57														

ГОСТ 3.1118-82 Форма

Дубл.														
Взам.														
Подл.														
											Листів 4	Лист 3		
Розроб.			Маршаківська В.І.											
Перевір.			Попов											
Н. контр.			Голов											
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, найменування операції					Позначення документа				
Б	Код, найменування обладнання				СМ	Проф.	Р	УП	КОВД	ОН	ОП	Кшт	Тпз	Тшт
К/М	Найменування деталі, скл. Одиниці або матеріалу				Позначення, код					ППП	ОВ	ОН	КД	Н. расх
42	01	01		065	Зварювання									
43	ПДГ-508М				Зварювальник 4 р.									
44	Зварювання ребер жорсткості				$I_{ш} = 286 \text{ A}; U_d = 28 \text{ B}; V_{зв} = 14,6 \text{ м / г};$									
45	Ar + CO ₂ / дріт СВ-08ГАØ діаметр 1,6													
46														
47	01	01		035	Контроль якості									
48	Готовий виріб				Контролер									
49	Виконати візуальний контроль та ультразвуковий контроль													
50	УШС-3, рулетка, лінійка, Дефектоскоп УД2-70													
51														
52														
53														
54														
55														
56														
57														
58														
59														
60														
61														

Формат	Зона	Позиція	Позначення	Найменування	Кількість	Примітки
				<u>Документація</u>		
A1			131.2023.ІФ-310СП. 09 003	Кантувач балок		
				<u>Складальні одиниці</u>		
БК		1		Опорна рама	1	
БК		2		Вал	1	
БК		3		Траверса	1	
БК		4		Кронштейн	1	
БК		5		Відкидний важіль	1	
БК		6		Штур	1	
БК		7		Пересувна опора	1	
БК		8		Візок	1	
БК		9		Контрвантаж	1	
БК		10		Електродвигун	1	

131.2023.ІФ-310СП. 09 003				
Змін	Арж.	№ док.м.	Підп.	Дата
Розроб.		Мирошніченко В.І.	<i>[Signature]</i>	13.06.23
Перевір.		Попов С.М.	<i>[Signature]</i>	13.06.23
Н.контр.		Попов С.М.	<i>[Signature]</i>	13.06.23
Затв.		Петрецько В.В.	<i>[Signature]</i>	13.06.23

Кантувач балки		
Літ.	Аркуш	Аркушів
	1	1
НУ "Запорізька політехніка" ІФ-310сп		