

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

Інженерно-фізичний факультет

(повне найменування факультету)

Інтегровані технології зварювання та моделювання конструкцій

(повне найменування кафедри)

Пояснювальна записка

до дипломного проєкту (роботи)

бакалавр

(ступінь вищої освіти)

на тему: «Розробка технологічного процесу зварювання опорної балки
коробчатого типу з проєктуванням дільниці»

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

Спеціальності 131 Прикладна механіка

(код і найменування спеціальності)

Освітня програма (спеціалізація)

Технології та устаткування зварювання

Облогін Владислав Дмитрович

(прізвище та ініціали)

Керівник Попов Сергій Миколайович

(прізвище та ініціали)

Рецензент МІТЯЄВ Олександр

(прізвище та ініціали)

Анатолійович

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.о. Завідувач кафедри Валерій НЕПРЕБКО
« 13 » березня 2023 року

З А В Д А Н Н Я
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТА(КИ)

Облогін Владислав Дмитрович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту (роботи): Розробка технологічного процесу зварювання опорної балки коробчатого типу з проєктуванням ділянки

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 опорної балки коробчатого типу; річна програма виготовлення

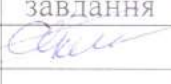
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Вихідні дані; 2. Технологічна частина; 3. Організаційна частина;

4. Розробка технологічного плану; 5. Охорона праці.

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

1. Опорна балка коробчатого типу; 2. Зварювання поясних швів; 3. Стенд для збирання вертикальних стінок; 4. Технологічний процес; 5. План ділянки.

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 » червня 2023 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	При мітка
1	Вступ	25.05.23	
2	Аналіз вихідних даних та технічного завдання проекту	31.05.23	
3	Технологічна частина	03.06.23	
4	Розрахунок кількості обладнання	04.06.23	
5	Розрахунок кількості основних виробничих робітників	05.06.23	
6	Розробка технологічного плану	06.06.23	
7	Охорона праці	06.06.23	
8	Висновок	08.06.23	
9	Виконання креслень та додатків	20.06.23	

Студент(ка)


(підпис)

Облогін В.Д.
(прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи)


(підпис)

Попов С.М.
(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 78 с., 19 рис., 17 табл., 18 джерел, 1 додаток.

ОПОРНА БАЛКА КОРОБЧАТОГО ТИПУ, НАПІВАВТОМАТИЧНЕ
ЗВАРЮВАННЯ, АВТОМАТИЧНЕ ЗВАРЮВАННЯ, РЕЖИМИ
ЗВАРЮВАННЯ.

Об'єкт розробки – технологічний процес виготовлення опорної балки
коробчатого типу.

Мета роботи – розробити технологічний процес виготовлення виробу.

Спроектовано план ділянки складання та зварювання виробу.

Передбачені заходи з охорони праці.

ABSTRACT

Explanatory note: 78 p., 19 figs., 17 tables, 18 sources, 1 add.

BOX-TYPE SUPPORT BEAM, SEMI-AUTOMATIC WELDING,
AUTOMATIC WELDING, WELDING MODES.

The object of development is the technological process of manufacturing a box-type support beam.

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.....	10
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.....	15
2 Технологічна частина.....	17
2.1 Заготівельні операції.....	17
2.2 Складання та опис схеми складання і зварювання.....	21
2.3 Опис пристосувань для складання та зварювання.....	23
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.....	35
2.9 Нормування операцій зварювання.....	40
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.....	52
3.1 Вихідні дані.....	52
3.2 Розрахунок кількості обладнання.....	53
3.3 Розрахунок кількості основних виробничих робітників.....	55
4 Розробка технологічного плану.....	59

4.1 Підйомно-транспортне обладнання.....	59
4.2 Організація енерго- та газопостачання.....	61
4.3 Опис плану ділянки.....	61
5 Охорона праці.....	63
5.1 Вимоги безпеки та охорони праці при виконанні складально- зварювальних робіт. Система відповідальності. Електробезпека.....	63
5.2 Склад повітряного середовища. Вентиляція. Освітлення.....	65
5.3 Безпека при ультразвуковій дефектоскопії.....	68
5.4 Пожежна безпека.....	70
Висновок.....	73
Перелік джерел посилання.....	74
Додаток А.....	75

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 ну і також екологія зварювальних процесів.

Майже у всіх державах зварювальне виробництво стоїть не на останньому місці у сфері машинобудування, будівництва споруд. До початка 21 століття перше положення на ринку зварювального обладнання зайняла апаратура для дугового зварювання. Вже зараз об'єми виробництва великі в зварювальній індустрії і надалі вони будуть зростати за рахунок введення нової апаратури для зварювання порошковим і суцільним дротом що більш механізованіше і продуктивніше ніж зварювання покритими електродами.

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 розвинутих держав доля метала, наплавляемого ручним дуговим зварюванням, знизилась майже втричі і має показник 20-30%. Можна 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.

Основою зварювального виробництва залишається зварювання плавленням. Буде покращуватися техніка і технологія цього процесу. Одним з

прикладів у цій області є створювання 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 обґрунтованих підходів для оцінки продовження ресурсу експлуатації зварних конструкцій. Такі шляхи повинні базуватися на всесторонньому аналізі всіх стадій їх життєвого циклу, що включає проєктування, виготовлення, експлуатацію.

1 ВИХІДНІ ДАНІ

1.1 Призначення, опис та технічна характеристика опорної балки коробчатого типу

Опорна балка коробчатого типу – це зварний елемент, являє собою зварену конструкцію замкнутого контуру і який є складової частиною комплексних багатофункційних металевих конструкцій.

Застосовується цей елемент у серійному виробництві.

Опорна балка коробчатого типу використовується як в умовах приміщення так і в умовах навколишнього середовища, на нього діють постійні навантаження.

Габаритні розміри виробу:

- довжина – 2185 мм;
- ширина – 500 мм;
- висота – 530 мм.

Опорна балка коробчатого типу складається з таких основних елементів (див. рис. 1.1):

- стінки – 2 шт. (поз. 1);
- верхнього поясу – 1 шт. (поз. 2);
- елементу нижньої поясу - 1 шт. (поз. 3);
- елементу нижньої поясу – 2 шт. (поз. 4);
- елементу нижньої поясу – 2 шт. (поз. 5);
- ребра жорсткості – 6 шт. (поз. 6);
- ребра жорсткості – 4 шт. (поз. 7);
- ребра жорсткості – 4 шт. (поз. 8);
- ребра жорсткості – 4 шт. (поз. 9);
- ребра жорсткості – 8 шт. (поз. 10);

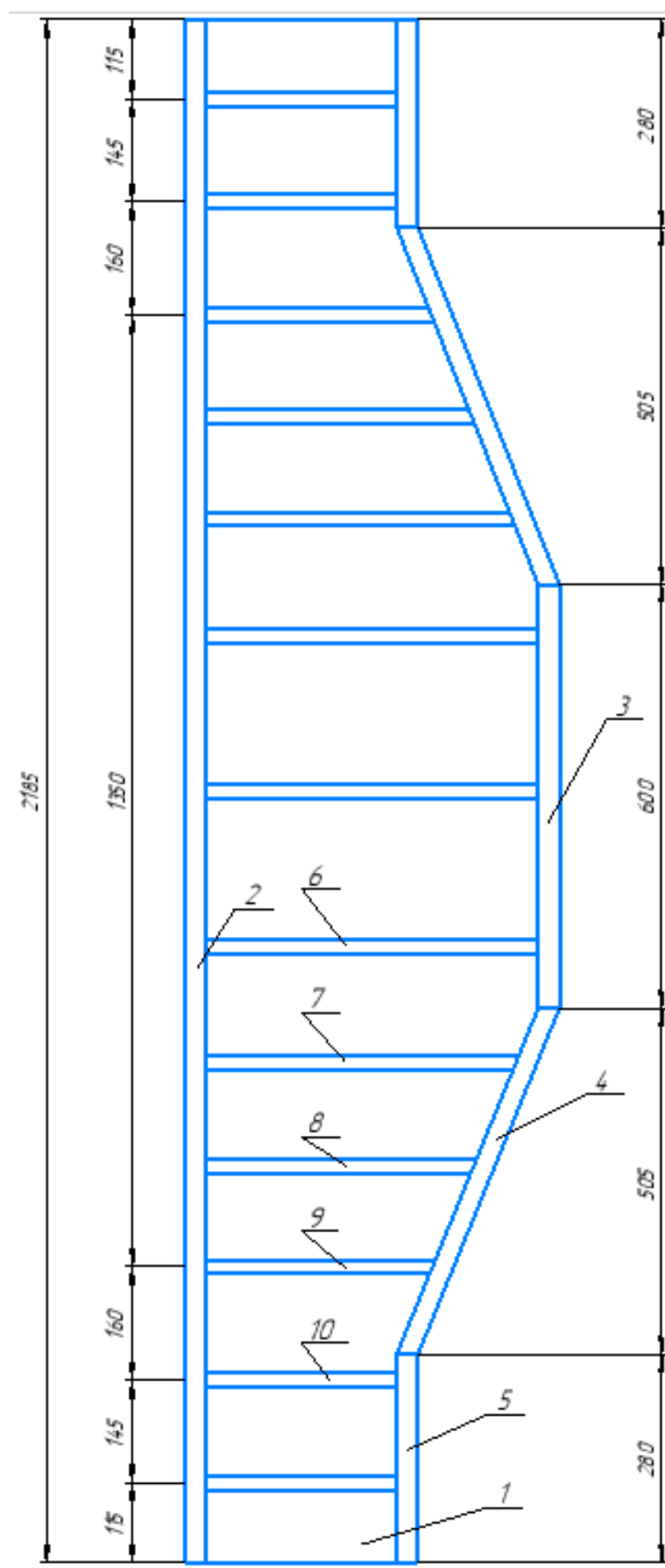


Рис 1.1 Опорна балка коробчатого типу

1.2 Матеріали, які використовуються для виготовлення опорної балки коробчатого типу

Опорна балка коробчатого типу виготовляється зі сталі марки Ст3сп згідно ДСТУ 2651 – 94. Сталь вуглецева, звичайної якості за класом розкислення спокійна, має добру здатність до зварювання, тому не потребує додаткового підігріву та термообробки і зварюється будь-якими способами зварювання без ускладнень.

Механічні властивості та хімічний склад сталі наведені у таблиці 1.1 і 1.2 відповідно.

Таблиця 1.1 – Хімічний склад сталі Ст3сп за ДСТУ 2651 – 91

%							
C	Si	Mn	Cr	Ni	S	P	Cu
					Не більше		
0,14-0,22	0,12 – 0,30	0,40 – 0,65	≤0,3	≤0,3	0,035	0,04	0,3

Таблиця 1.2 – Механічні властивості сталі Ст3сп при 20оС

Марка сталі	Тимчасовий опір розриву, МПа, не менше	Межа текучості, МПа, не більше	Відносне подовження, %, не менше
Ст3сп	380	250	26

Таблиця 1.3 – Здатність до зварювання

Група	Зварюваність	Еквівалент вуглецю, Сек %	Характеристика	Марка сталі
I	Добра	$\leq 0,2$	Зварюється будь-якими способами без застосування особливих прийомів (підігріву, термічної обробки)	Ст3сп

1.3 Технічні умови на виготовлення опорної балки коробчатого типу

Опорна балка коробчатого типу виготовляти зі сталі Ст3сп за ДСТУ 2651 – 2005.

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

Метал, що поступає на обробку, повинен бути оглянутий, обчищений від бруду, іржі та інших забруднень, при деформації, яка перевищує нормативи, що допускаються стандартами, повинен бути виправлений.

Допускається гаряче і холодне правлення заготовок і деталей, кривизна яких перевищує відхилення від заданих розмірів. Гаряче і холодне правлення повинні проводитися за технологією, що виключає появу тріщин, надривів і перепалів металу.

Дефекти на поверхні металу не допускаються і можуть бути видалені шляхом вирубки або зачистки абразивним інструментом. Тріщини повинні видалятися за спеціально розробленою технологією.

Зварювані кромки повинні бути сухими і зачищеними від бруду, фарби, іржі, окалини, мастила, металевого пилу та інших забруднень на величину не менше 20 мм від розкриття.

Операції очищення, випрямлення, розмітка, різання це все відноситься до операцій що виконується до зварюванням.

Очищення від забруднень, іржі, мастила виконують для заготовлення металу в цілому, а також зачищують кромки шириною 20-30 мм з кожного боку до металевому блиску механічним, хімічним або термічним способом.

Якщо заготовки мають дефекти в виді хвилястості, вм'ятин, викривлення то його редагують. Листовий прокат який використовують в цьому проекті виправляють на листопрямильних машинах в холодному стані.

Розміри заготовок що вказані в кресленні переносять на метал за допомогою розмітки. Для розмітки використовують стандартні інструменти: лінійки, кутники, циркулі, рисувалки, шаблони. Але при розмітці потрібно враховувати те що заготовка може деформуватися (укорочуватися) при процесі зварювання. Тобто потрібно врахувати припуск з розрахунку 1 мм на кожний поперечний стик і 0,1-0,2 мм на 1 м поздовжнього шва.

Після проведення процесу розмітки до заготовки застосовують термічне (плазмове, газополуменеве) різання або механічне різання (спеціальне устаткування).

Виготовлення деталей для складання зварних конструкцій може проводитися різанням, штампуванням, гнучким литвом з подальшою механічною обробкою і без неї відповідно до розмірів, допусками і вимогами до жорсткості поверхні, вказаними в кресленнях.

Коли відбувається складання конструкції все повинно виконуватися за технологічним процесом, деталі не повинні змінювати своїх форм та розмірів, а при операції транспортування – їх залишкове деформування.

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

Операції прихвачування потрібні для розташування та фіксування деталей при їх складанні, вони повинні розташовуватися там де будуть зварні шви. Катет прихватки – 3 мм. Протяжність прихватки – 20 мм. Товщина прихватки – 3 мм. Відстань між прихватками 100 – 400 мм в залежності від довжини швів. Прихватки повинні виконувати робітники, які мають навички та документи які посвідчують їх право до виконання зварювальних робіт.

Механізоване зварювання та автоматичне зварювання під шаром флюсу повинні виконувати зварники, які мають документ що підтверджує те що вони пройшли навчання і підтвердили свої навички.

Якщо на поверхні деталей при операції складання були виявлені забруднення, то перед операцією зварювання потрібно повторно провести зачищення за допомогою шліф-машинки.

1.4 Технічні вимоги до основних зварювальних матеріалів

Для механізованого зварювання в суміші газів, використовувати дріт марки Св-08Г2СО за ГОСТ 2246 – 70.

Для кожної партія дроту повинен бути прикріпленний сертифікат на якому повинні бути зазначені: завод-виробник, марка дроту, діаметр, номер плавки і хімічний склад.

На кожному моткі дроту повинен бути закріплення бирка на якій зазначено завод-виробник, номер його плавки, марка і діаметр дроту згідно ГОСТ 2246-70.

Якщо сертифікат партії або бирка на мотку дроту відсутня, то тоді необхідна перевірка хімічного складу дроту.

Якщо є необхідність то поверхню дроту потрібно очистити від забруднень у вигляді мастила, іржі і т.д..

Для механізованого зварювання в захисних газах використовувати суміш газів вуглекислого газу та кисню у відсотковому співвідношенні CO_2 (80%)+ O_2 (20%).

Вуглекислий газ зварювальний за ГОСТ 8050-85 та кисень першого гатунку за ГОСТ 5573-78.

Захисний газ для зварювання, постається в балонах, колір балона показує те який газ в ньому знаходиться, перед зварюванням потрібно виконати перевірку якості захистного газу, а саме потрібно зробити наплавлення на пластину валик довжиною 100-200 мм і за допомогою візуального контролю, не повинні виявлятися дефекти в наплавленому металі. Якщо дефекти є, то газ в балоні бракується.

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

Флюс повинен мати сертифікат із зазначенням його хімічного складу і грануляції згідно з ДСТУ EN ISO 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.

Після зварювання шви очистити від бризок, шлаку та напливів металу.

По зовнішньому вигляду зварні з'єднання повинні відповідати наступним вимогам:

- мати рівну або рівномірно лускату поверхню (без напливів, пропалів, звужень і отворів) і не мати подрізів;
- наплавлений метал має бути щільним по всій довжині шва, не мати тріщин та інших неприпустимих дефектів;
- кратерів не повинно бути;
- плавний перехід до основного металу;

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 Bendmak 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 правильними 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 листопрямильної машини, що дозволяє виконувати операції виправлення дистанційно.



Рисунок 2.2 - Листопрямильна машина

Далі виконується розмітка листів з подальшим вирізанням заготовівель за допомогою машини плазмового різання SNR-KB (рис. 2.3).

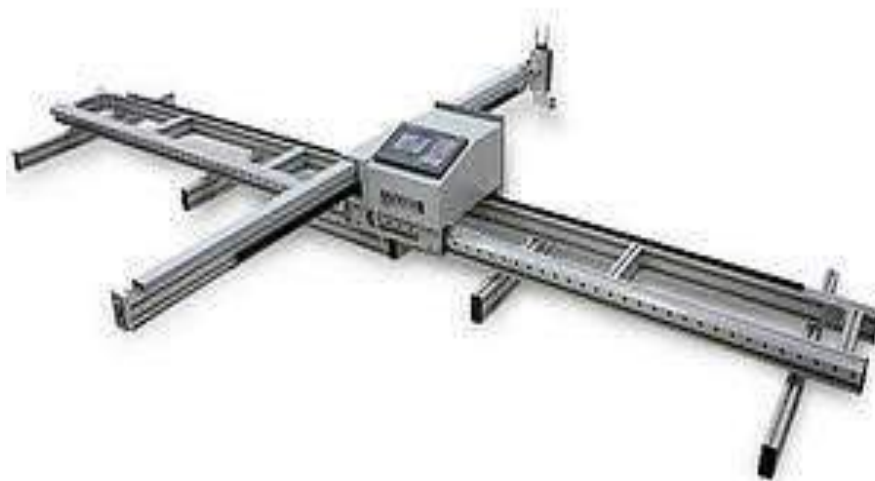


Рисунок 2.3 - Машини плазмового різання SNR-KB

Таблиця 2.1 - Технічні характеристики машини термічної і повітряно-плазмового різання SNR-KB

Найменування	SNR-KB
Робоча зона, мм	1500x6500
Напруга живлення, В	220
Частота, Гц	50
Споживана потужність, Вт	160
Точність позиціонування, мм	0,3
Швидкість різання, мм/хв	0-4000
Швидкість переміщення на холостому ході, мм/хв	до 8000
Тиск газу ріжучого, МПа	Макс 0,1
Тиск кисню, МПа	Макс 1,5
Товщина металу, що розрізає залежить від потужності джерела плазми, мм	0,1-50

Розмічування може бути виконана ручним способом (рис. 2.4), контактним і фотопроекційним світлокопіюванням.

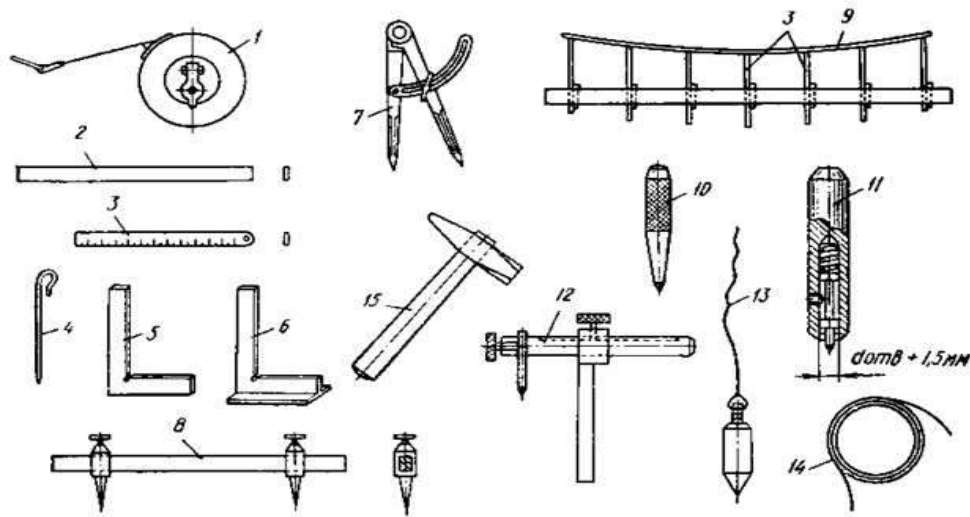


Рисунок 2.4 - Інструменти для ручної розмітки

1 - рулетка; 2 - лінійка гладка; 3 - лінійка мірятьна; 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 використовується обробка кромки за допомогою ручних пневматичний та електричних машин (рис. 2.5). При необхідності зачистити кромки деталей і прилеглі до них поверхні під зварювання на ширину не менше 20 мм від краю кромки із зовнішньої й внутрішньої сторони від іржі, окалини, масла та інших забруднень до металевого блиску.



Рисунок 2.5 - Кромкозрізувальний станок

2.2 Складання та опис схеми складання і зварювання

При виготовленні опорної балки коробчатого типу застосовують бригадну форму, враховуючі розміри виробу і деталей, їх кількість та масу.

Спосіб складання – по розмічанню та за допомогою спеціальних пристосувань.

Складання і зварювання опорної балки коробчатого типу виконувати в наступній послідовності (див. рис. 2.1):

- приєднати до елементу верхнього поясу 2 стінку 1.1 за геометричною схемою, проставити прихватки, аналогічно за геометричною схемою приєднати стінку 1.2 та проставити прихватки виконати зварювання, виходе вузол А;

- до вузла А за геометричною схемою до стінок приєднати ребра жорсткості (повині мати деякий скіс уголків які приєднуються до поясу що знешкоджує катет шву поясу) 10.1...10.8, 9.1...9.4, 8.1...8.4, 7.1...7.4, 6.1...6.6 проставити прихватки, виходе напіввузол А;

- до напіввузла А приєднати елементи нижньої полки в такому порядку:

- 1) приєднати елементи 5.1 і 5.2 за геометричною схемою, проставити прихватки;

- 2) потім приєднати елемент 3 за геометричною схемою та проставити прихватки;

- 3) приєднати елементи 4.1 і 4.2 за геометричною схемою та проставити прихватки;

Виконати зварювання елементів нижньої полки один з одним і вийде вузол Б;

- виконати кантування на 90^0 та виконати зварювання ребер жорсткості зі стінкою та поясами;

- виконати кантування на 180^0 та повторити попередню операцію з ребрами жорсткості та отримати готовий виріб.

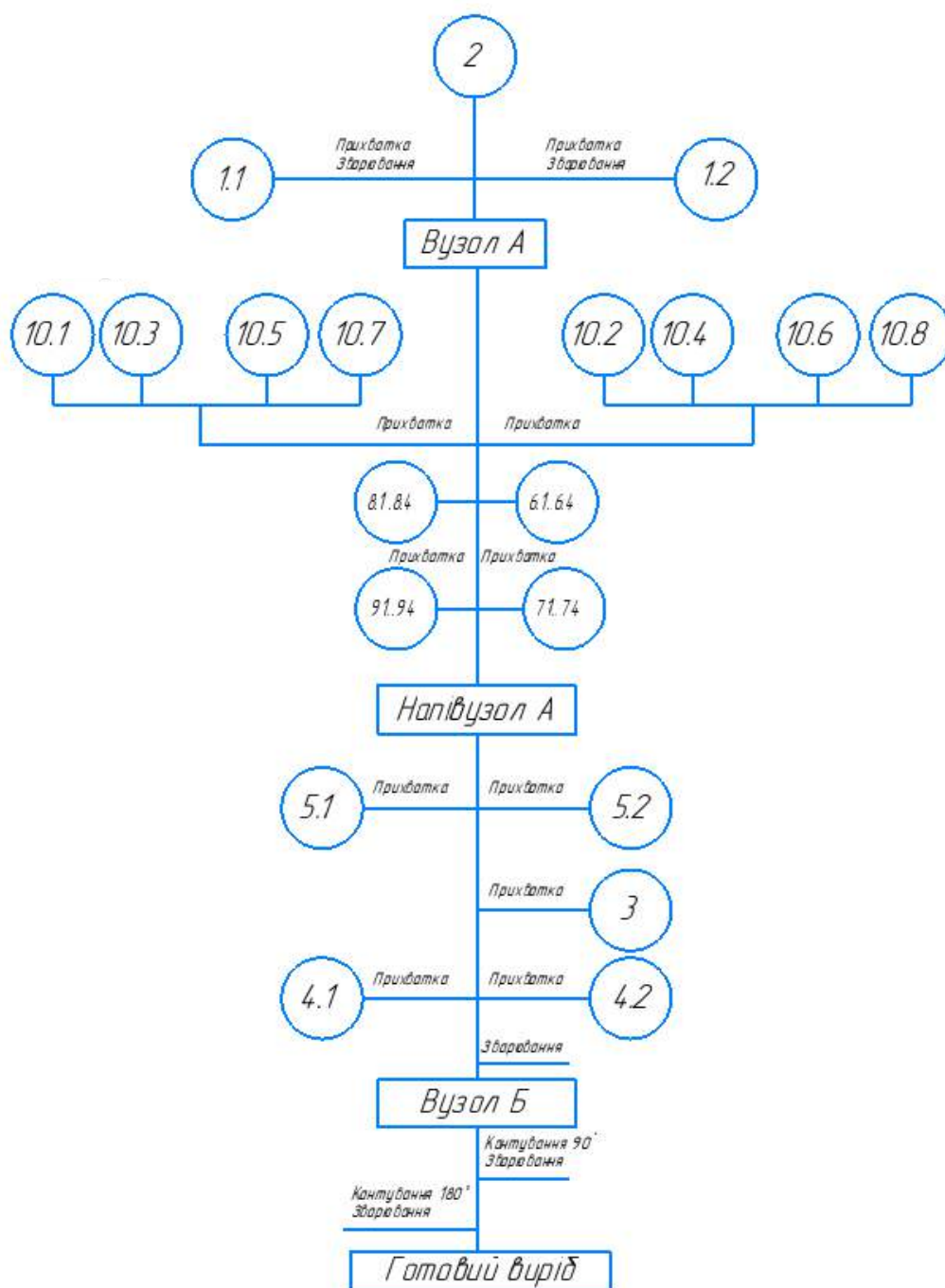


Рисунок 2.6 – Схема складання та зварювання опорної балки коробчатого типу

2.3 Опис пристосувань для складання та зварювання

Кантування опорної балки коробчатого типу між місцями здійснюється за допомогою мостового крану вантажопідємністю 2 тонни.



Рисунок 2.7 Мостовий кран

Опорна балки коробчатого типу встановлюється, складається і зварюється на спеціальних стійках, один ряд стійок використовується для вертикального розміщення виробу для зварювання поясних швів та прихоплення ребер жорсткості, інший ряд стійок використовується для зварювання ребер жорсткості.



Рисунок 2.8 Стійки для зварювання

Встановлення вертикальних стінок та прижим листів нижнього поясу здійснюється за допомогою порталної установки с пневмоциліндрами, яка переміщується по напрямній вздовж балки, притискаючи стінку до поясного листу. Персонал який обслуговує порталну установку, ставить прихватки для з'єднання деталей.

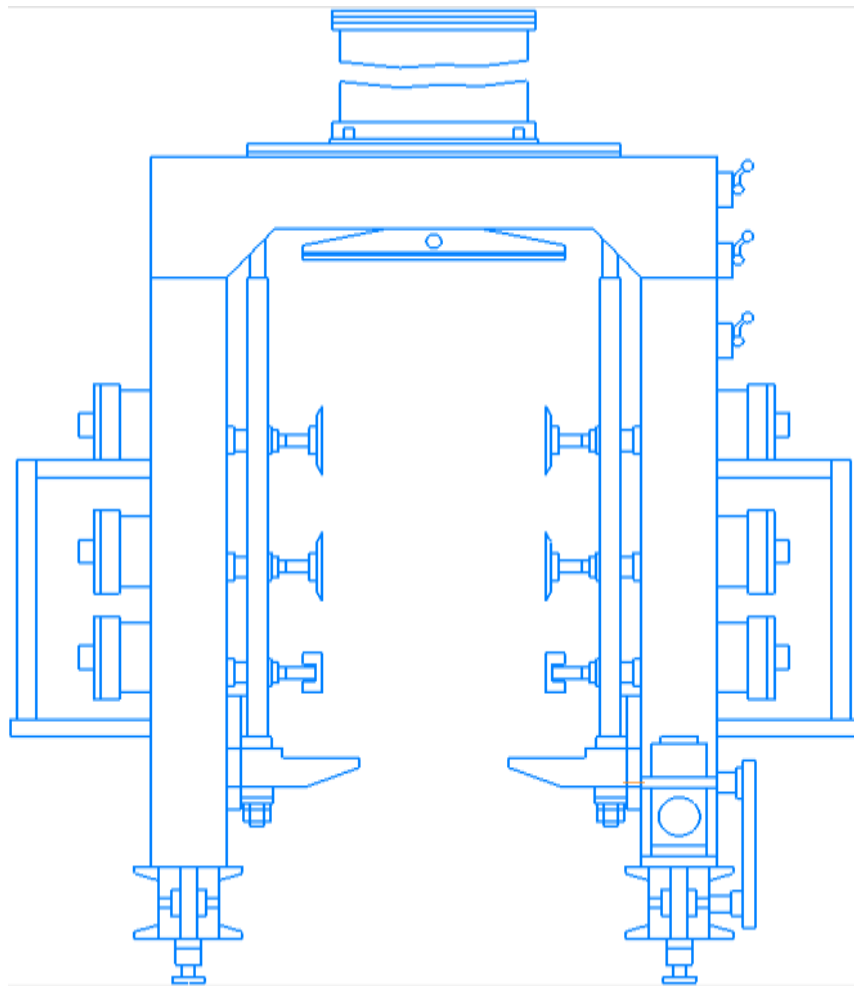


Рисунок 2.9 Портальна установка

2.4 Нормування операції складання

Час складання при виготовленні опорної балки коробчатого типу 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:

$$T_{\text{скл}} = 1,23 \text{ год.}$$

2.5 Вибір та обґрунтування вибору способу зварювання

При виготовленні опорної балки коробчатого типу, при виконанні зварних швів використовувати автоматичне зварювання під шаром флюсом і механізоване зварювання в суміші захисних газів ($\text{CO}_2 + \text{O}_2$).

Переваги автоматичного зварювання під шаром флюсу:

- велика продуктивність процесу, коефіцієнт наплавлення автоматичного процесу зварювання під флюсом дорівнює 14-16 г/(А·год), а іноді і досягати 25-30 г/(А·год);
- якісний захист зони зварювання від негативного впливу кисню та азоту з повітря;

- зварні шви мають високі механічні 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 немає 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;

- підвищення стабільності 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 напівавтоматичного зварювання в суміші захисних газів при виготовленні опорної балки коробчатого типу за сталі СтЗсп використовувати низьколегований зварювальний дріт Св-08Г2СО згідно ГОСТ 2246-70. Дріт легований марганцем та кремнієм, які спричиняють розкислення зварювальної ванни та її десульфатцію і рафінування, запобігаючи утворенню гарячих і холодних тріщин при зварюванні.

Дріт обміднений Св-08Г2СО, а це:

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

Таблиця 2.2 – Хімічний склад зварювального дроту Св-08Г2СО за ГОСТ 2246-70

%						
С	Si	Mn	Cr	Ni	S	P
0,05-0,11	0,7-0,96	1,8-2,1	≤0,2	≤0,9-1,2	≤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 ГОСТ 8050-85	99,5	По газопроводу чи в балонах	Зварювання вуглецевих, низьколегованих та легованих сталей
Кисень 1-го гатунку ГОСТ 5583-78	99,7	По газопроводу чи в балонах	Як домішок до вуглекислого газу

Для зварювання під шаром флюсу при виготовленні опорної балки коробчатого типу 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

%							
C	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:

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

$$I_{зв} = \frac{9 \cdot 100}{1,05} = 857 \text{ A},$$

де h – глибина проплавлення, $h = 9$ 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, $j = 47 \text{ A/мм}^2$.

Діаметр дроту:

$$de=5 \text{ мм.}$$

Напруга на дузі:

Для кутових швів – $28 \div 36 \text{ В.}$

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

$$U_{\text{д}} = 25 + 0,06 \cdot \frac{857}{5} = 35 \text{ В.}$$

Швидкість зварювання:

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

$$V_{\text{зв}} = \frac{13,3 \cdot 857}{0,71 \cdot 100 \cdot 7,8} = \frac{13969,1}{553,8} = 25 \text{ м/год,}$$

де $\alpha_{\text{н}}$ – коефіцієнт наплавлення, $\alpha_{\text{н}} = 16,3 \text{ г/А} \cdot \text{год}$;

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

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

Для кутових швів

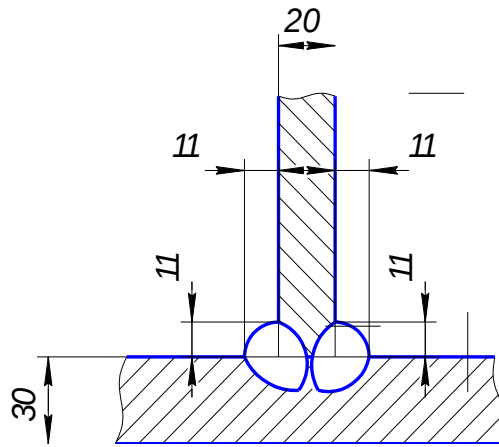


Рисунок 2.10 – Конструктивні елементи з'єднання ТЗ

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

де K – катет шва, $K=11$ мм;

e – ширина шва;

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

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

$$e = 11\sqrt{2} = 15 \text{ мм},$$

$$F_H = \frac{11^2}{2} + 0,75 \cdot 15 \cdot 1 = 60,5 + 11,25 = 71,25 \text{ мм}^2 = 0,71 \text{ см}^2.$$

Швидкість подачі дроту:

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

$$V_{\text{под}} = \frac{4 \cdot 16,3 \cdot 857}{3,14 \cdot 5^2 \cdot 7,8} = \frac{55876,4}{612,3} = 91 \text{ м/год.}$$

Таблиця 2.7 – Режими автоматичного зварювання під флюсом

Катет шва, мм	d _e , мм	I _{зв} , А	U _d , В	V _{зв} , м/год	V _{под} , м/год
11	5	857	35	25	91

Основними параметрами режиму механізованого зварювання в суміші газів є:

- діаметр електрода d_e;
- сила зварювального струму I_{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:

$$V_{3B} = \frac{I_{3B} \cdot \alpha_H}{F_H \cdot 100 \cdot \gamma}, \quad (2.10)$$

де α_H – коефіцієнт наплавлення, г/А·год.;

F_H – площа поперечного перерізу наплавленого металу, см²;

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

Для кутових швів

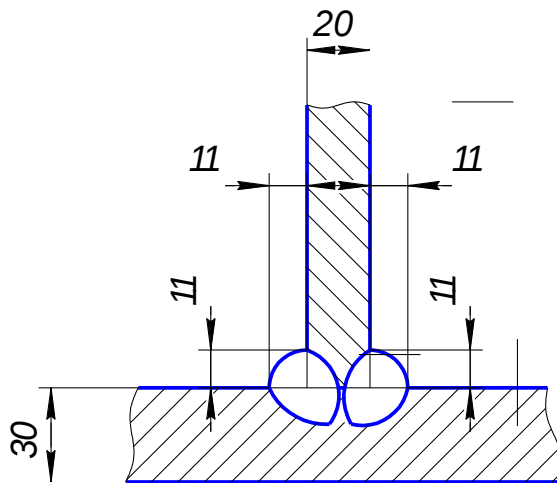


Рисунок 2.11 – Конструктивні елементи з'єднання ТЗ

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

де K – катет шва, $K = 11$ мм;

e – ширина шва;

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

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

$$e = 11 \cdot 1,41 = 15 \text{ мм},$$

$$F_H = \frac{11^2}{2} + 0,75 \cdot 15 \cdot 1 = 71,75 \text{ мм}^2 = 0,71 \text{ см}^2.$$

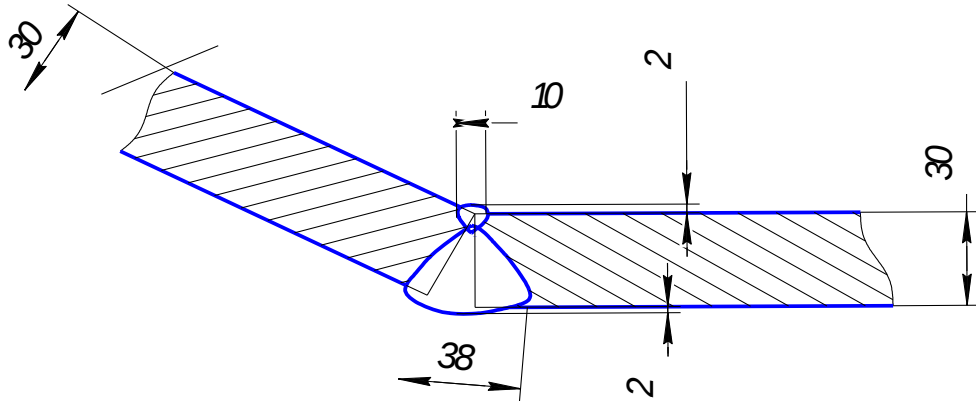


Рисунок 2.12 – Конструктивні елементи нестандартного з'єднання УЗ

$$F_H = 0,75 \cdot e \cdot q + S \cdot b + (S - c) \cdot tg \alpha, \quad (2.13)$$

де e – ширина шву, $e_1 = 10 \text{ мм}$, $e_2 = 38 \text{ мм}$;

q – посилення шву, $q = 2 \text{ мм}$;

S – товщина металу, $S = 30 \text{ мм}$.

c – притуплення, $c = 0 \text{ мм}$;

$tg \alpha$ – кут розтину; $\alpha = 30^\circ$;

$$F_{H1} = 0,75 \cdot 10 \cdot 2 = 0,15 \text{ см}^2,$$

$$F_{H2} = 0,75 \cdot 38 \cdot 2 + 30 \cdot 0 + (30 - 0) \cdot 0,57 = 74,1 \text{ мм}^2 = 0,74 \text{ см}^2,$$

$$F_H = F_{H1} + F_{H2} = 0,15 \text{ см}^2 + 0,74 \text{ см}^2 = 0,89 \text{ см}^2,$$

$$V_{зв1} = \frac{286 \cdot 16}{0,71 \cdot 100 \cdot 7,8} = \frac{4576}{553,8} = 8,2 \text{ м/год},$$

$$V_{зв2} = \frac{286 \cdot 16}{0,89 \cdot 100 \cdot 7,8} = \frac{4576}{694,2} = 6,5 \text{ м/год}.$$

Швидкість подачі дроту:

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

$$V_{под} = \frac{4 \cdot 16 \cdot 286}{3,14 \cdot 1,6^2 \cdot 7,8} = \frac{18304}{62} = 295 \text{ м/год.}$$

Питомі витрати захисного газу:

$$q_{г} = 18 \text{ л/хв.}$$

Виліт дроту:

$$l_e = 18 \text{ мм.}$$

Таблиця 2.8 – Режими механізованого зварювання

Катет/то вщ.шва, мм	d _e , мм	I _{зв} , А	U _d , В	V _{зв} , м/год	V _{под} , м/год	q _г , л/хв	l _e , мм
Δ11	1,6	286	28	8,2	295	18	18
30				6,5			

2.8 Вибір зварювального обладнання

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

Трактор для автоматичного зварювання HUGONG ARMADA - до складу якого входять: дуже потужне джерело струму і зварювальний трактор. Модель призначена для виконання автоматичного зварювання під флюсом заготовок з таких сталей: нержавіючих, низько-, середньо- вуглецевих, низьколегованих. Діапазон товщин які можна зварювати - 4-50 мм.



Рисунок 2.13 - Зварювальний трактор HUGONG ARMADA

До переваг цього трактору можна віднести HUGONG ARMADA:

Джерело струму:

Дозволяє здійснювати такі зварювальні процеси:

- MMA;

- SAW.

Має сучасні IGBT транзистори.

100% тривалість праці.

Можливість регулювання Гарячого старту і Форсажу дуги.

Є можливість вибору характеристики дуги тобто або постійний струм або постійна напруга.

Зварювальний струм та напруга контролюється за допомогою дисплею.

В джерелі живлення передбачено захист від високих температур, від стрибків напруги.

Напруга мережі 380 В, максимальна потужність, 56 кВт, діапазон зварювального струму 90-1250 А, напруга холостого ходу 84 В.

Зварювальний трактор:

Блок керування на основі мікропроцесорів.

Можливість регулювання напруги, зварювального струму і швидкості зварювання, регулювання швидкості руху трактора за допомогою дисплею відбувається контроль.

Наявність тестового режиму, при якому є можливість руху трактору без процесу зварювання.

Старт зварювання "Протяжкою", "Дотиком".

Регулювання висоти головки зварювальної ± 100 мм.

Регулювання відстані вертикальної колони ± 70 мм.

Регулювання вертикальної відстані поперечної балки ± 100 мм.

Балка навколо вертикальної колони може повертатися $\pm 90^\circ$.

Сам пальник нахиляється $\pm 45^\circ$.

25 кг дроту в барабані може бути.

Ємність флюсобункеру 7 л.

Механізм подачі має 4 ролики для регулювання швидкості.

Діаметр дроту 1.6-8 мм.

Механізоване зварювання у суміші газів $\text{CO}_2 + \text{O}_2$ виконувати на постійному струмі.

Для напівавтоматичного зварювання в середовищі захисних газів при виготовленні опорної балки коробчатого типу використовувати напівавтомат зварювальний ПДГ-508М з джерелом живлення КИГ-401.

Вибираємо зварювальний напівавтомат ПДГ-508М (рис. 2.14), який призначений для зварювання дротом суцільного перерізу в середовищі захисних газів металевих конструкцій у всіх просторових положеннях на

постійному струмі. Напівавтомат складається з механізму подавання дроту штовхаючого типу із ступінчатим регулюванням швидкості подавання; зварювальних пальників; пульта дистанційного керування; газової апаратури; комплекту газових шлангів та електричних кабелів.



Рисунок 2.14 - Зварювальний напівавтомат ПДГ-508М

Таблиця 2.9 - Технічна характеристика зварювального напівавтомата ПДГ-508М

Найменування показника	Величина показника
Номінальна напруга мережі трифазного змінного струму, В	380
Частота живлячої мережі, Гц	50
Номінальний зварювальний струм при ПВ=60%, А	500
Рід струму	постійний
Межі регулювання зварювального струму, А	100-500
Межі регулювання напруги, В	18-50
Діаметр електродного дроту, мм	1,2-2,0
Швидкість подавання дроту, м/год	120-1200
Маса подаючого механізму, кг	13
Тип охолодження зварювального пальника	повітряний
Витрата захисної газової суміші, л/хв	8-20

Продовження таблиці 2.9

Споживана потужність, кВт	40
Маса електродного дроту в касеті, кг	12
Маса безпосередньо напівавтомата, кг	24

Джерелом живлення напівавтомата ПДГ-508М є випрямляч КИГ-401, який призначений для живлення зварювальних напівавтоматів при зварюванні в середовищі захисних газів.

Випрямляч КИГ-401 (рис. 2.15) – однопостовий, має збільшену кількість ступеней перемикання зварювального струму, що дозволяє перекривати з малою дискретністю широкий діапазон зварювальних струмів без впровадження складних електронних пристроїв, а спеціальна схема випрямлення дозволяє отримати зварювальний струм з дуже малим коефіцієнтом пульсації, що забезпечує чудову якість зварювання, мінімальне розбризкування, економію зварювальних матеріалів.

За конструкцією випрямляч простий у керуванні та надійний у роботі.



Рисунок 2.15 - Випрямляч КИГ-401

Таблиця 2.10 - Технічна характеристика зварювального випрямляча КИГ-401

Найменування показника	Величина показника
Номінальний зварювальний струм, А	400
Межі регулювання зварювального струму, А	50-400
Межі регулювання напруги, В	16-34
Напруга холостого ходу, В	50
Номінальний режим роботи ПВ, %	60
Потужність, кВт	9,6
ККД, %	83
Габаритні розміри, мм	420x252x455
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;

- задача завдання майстру.

Норма штучного часу:

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

де T_o – основний час на зварювання, хв;

$t_{\text{в.ш.}}$ – допоміжний час, залежить від довжини зварного шва, $t_{\text{в.ш.}} = 2,05$ хв;

l – довжина зварного шва, $l=8,74$ м;

$t_{\text{в.и.}}$ – допоміжний час, який пов'язаний з виробом, $t_{\text{в.и.}} = 7,5$ хв;

K_1 – коефіцієнт, який враховує витрати часу на обслуговування робочого місця, відпочинок та природні потреби, $K_1 = 1,08$;

$$T_{\text{шт}} = [(2,3 + 2,05) \cdot 8,74 + 7,5] \cdot 1,08 = 49 \text{ хв.}$$

Основний час на зварювання:

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

де F_H – площа поперечного перерізу наплавленого металу, $F_H=71,25$ мм²;

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

α_H – коефіцієнт наплавлення, г/А·год;

$I_{\text{зв}}$ – сила зварювального струму;

$$T_o = \frac{71,25 \cdot 60 \cdot 7,8}{857 \cdot 16,3} = 2,3 \text{ хв.}$$

На час напіваавтоматичного 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

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

де T_o — основний час на зварювання, хв;

$t_{\text{в.ш.}}$ — допоміжний час, залежить від довжини зварного шва, $t_{\text{в.ш.}} = 1,55$ хв;

l — довжина зварного шва, м;

$t_{\text{в.и.}}$ — допоміжний час, який пов'язаний з виробом 6,9 хв;

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

$$T_{\text{шт1}} = [(7,3 + 1,55) \cdot 24,28 + 6,9] \cdot 1,1 = 244 \text{ хв},$$

$$T_{\text{шт2}} = [(9,1 + 1,55) \cdot 2,8 + 6,9] \cdot 1,1 = 40 \text{ хв}.$$

Основний час на зварювання:

$$T_o = \frac{F_{\text{н}} \cdot 60 \cdot \gamma}{I_{\text{зв}} \cdot \alpha_{\text{н}}}, \quad (2.18)$$

де F_H – площа поперечного перерізу наплавленого металу, $71,75 \text{ мм}^2$ та 89 мм^2 ;

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;

$$T_{o1} = \frac{71,75 \cdot 60 \cdot 7,8}{286 \cdot 16} = 7,3 \text{ хв},$$

$$T_{o2} = \frac{89 \cdot 60 \cdot 7,8}{286 \cdot 16} = 9,1 \text{ хв}.$$

Загальна норма часу на один виріб:

$$T_{\text{шт заг}} = T_{\text{шт Аф}} + T_{\text{шт мех1}} + T_{\text{шт мех2}} = 49 + 244 + 40 = 333 \text{ хв}.$$

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:

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

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

$G_{з,д}$ – витрати дроту, г;

G_H – вага наплавленого металу, г;

$$G_{з.д} = 1,08 \cdot 4840 = 5,3 \text{ кг},$$

$$G_H = F_H \cdot L \cdot \gamma, \quad (2.20)$$

$$G_H = 0,71 \cdot 874 \cdot 7,8 = 4840 \text{ г}.$$

Витрати флюсу розраховуються за формулою:

$$G_\phi = K_\phi \cdot G_{з.д}, \quad (2.21)$$

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;

$$G_\phi = 1,02 \cdot 5332 = 6,4 \text{ кг}.$$

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;

$$G_{з.д} = 1,05 \cdot 15389 = 16,4 \text{ кг},$$

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

$$G_{H1} = 0,71 \cdot 2428 \cdot 7,8 = 13446 \text{ г},$$

$$G_{H2} = 0,89 \cdot 280 \cdot 7,8 = 1943 \text{ г},$$

$$G_H = 13446 + 1943 = 15389 \text{ г}.$$

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;

$$Q_{\Gamma1} = 18 \cdot 177 = 3186 \text{ л},$$

$$Q_{\Gamma2} = 18 \cdot 26 = 468 \text{ л}.$$

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

де l – довжина шва, м;

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

$$t_{o1} = \frac{60}{8,2} \cdot 24,28 = 177 \text{ хв},$$

$$t_{o2} = \frac{60}{6,5} \cdot 2,8 = 26 \text{ хв.}$$

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;

$$A_1 = \frac{35 \cdot 5}{16,3 \cdot 0,83 \cdot 0,50} = 26 \text{ кВт/год.}$$

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;

$$A_2 = \frac{28 \cdot 15,4}{16 \cdot 0,79 \cdot 0,55} = 62 \text{ кВт/год.}$$

Загальні витрати на електроенергію:

$$A = A_1 + A_2 = 26 + 62 = 88 \text{ кВт/год.}$$

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 перехресть 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 урахувати:

- 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 зворотньоступінчастого 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, частину 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.

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

Для контролю використовувати ультразвуковий дефектоскоп марки УД4-76.



Рисунок 2.16 - Ультразвуковий дефектоскоп УД4-76

Ультразвуковий дефектоскоп загального призначення УД4-76, з великим висококонтрастним TFT-дисплеєм, призначений для контролю продукції на наявність (виявлення) дефектів типу порушення суцільності та однорідності матеріалів, виробів і напівфабрикатів, зварних з'єднань, вимірювання відношення амплітуд сигналів від дефектів, глибини та координат їхнього залягання. Дефектоскоп також розв'язує завдання вимірювання товщини виробів за одностороннього доступу.

Таблиця 2.11 - Технічні характеристики УД4-76

Параметри	Одиниці виміру	Значення
Діапазон виміру товщин	мм	від 1 до 6000
Швидкість в матеріалі	м/с	від 1000 до 15000
Затримка відображення	мм	12000
Частота	МГц	від 0,4 до 15
Посилення	дБ	від 0 до 100
Реконфігуровані показання		відстань до лучу, координати дефектів
Сигналізація дефекту		звукова, світлова, візуальна
Кількість налаштувань		100
Батарея		Акумуляторна Ні-МН, 12В/2500 мА×ч
Час роботи від батареї	год	не менше 8
Живлення від мережі		Змінний струм, 230 вольт, 50 Гц.
Розміри екрана	мм	118 x 88
Габаритні розміри	мм	247 x 147 x 80
Вага	кг	3,5

Послідовність проведення ультразвукового контролю:

- за допомогою механічних інструментів зачищають 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 – 950 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.	Трудовісткість на 1 виріб люд. годин
1	2	3	4	5	6
Складання	4	42,88	Портальна установка	130000	1,23
Зварювання автоматичне	4	40,28	HUGONG ARMADA	263000	0,85
Зварювання н/автоматич не	4	40,28	ПДГ-508М ВДУ-506С	27000 62000	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	Ст3сп ДСТУ 2651-94	0,958	39900
Дріт	кг	Св-08ГА Св-08Г2СО ГОСТ 2246-70	5,3 16,4	60 57
Флюс	кг	АН-348А ДСТУ EN ISO 14174:2015	6,4	58
Газ	л	СО2 ГОСТ 8050-85 О2 ГОСТ 5573-78	3654	11,2 5,1
Електро-енергія	кВт		88	1,68

3.2 Розрахунок кількості обладнання

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

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

де D_k - календарні дні;

Дв - вихідні дні;

Дпр - святкові дні;

Тзм – робоча зміна, год;

Д_{псв} – 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;

$$O_{\text{р1}} = \frac{1,23 \cdot 950}{1886 \cdot 1,1} = 0,56, \quad O_{\text{пр1}} \approx 1,$$

$$O_{\text{р2}} = \frac{0,85 \cdot 950}{1886 \cdot 1,1} = 0,38, \quad O_{\text{пр2}} \approx 1,$$

$$O_{\text{р3}} = \frac{3,78 \cdot 950}{1886 \cdot 1,1} = 1,73, \quad O_{\text{пр3}} \approx 2.$$

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 днівній 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.;

$$P_{P1} = \frac{1,23 \cdot 950}{1780 \cdot 1,1} = 0,59, \quad P_{PP1} \approx 1 \text{ (ланка) } 2 \text{ чол.},$$

$$P_{P2} = \frac{0,85 \cdot 950}{1780 \cdot 1,1} = 0,41, \quad P_{PP2} \approx 1 \text{ (ланка) } 2 \text{ чол.},$$

$$P_{P3} = \frac{3,78 \cdot 950}{1780 \cdot 1,1} = 1,83, \quad P_{PP3} \approx 2 \text{ (ланки) } 4 \text{ чол..}$$

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

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

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

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:

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

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

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

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

$$P_{\text{сл}} = (8 + 2) \cdot 0,03 = 0,3,$$

$$P_{\text{пр}} \approx 1 \text{ чол.}$$

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

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

$$P_{\text{спец}} = (8 + 2) \cdot 0,02 = 0,2,$$

$$P_{\text{пр}} \approx 1 \text{ чол.}$$

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:	2	4	4	2	-
- операція складання	2	4		2	
- зварювання автоматичне	4	4		4	
- зварювання н/автоматичне					
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 положенні, для виконання якоїсь операції або переміщення в необхідному положенні. Для зовнішнього й міжцехового транспорту, як правило використовують універсальні транспортні засоби.

Використовуємо мостовий кран 2 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.

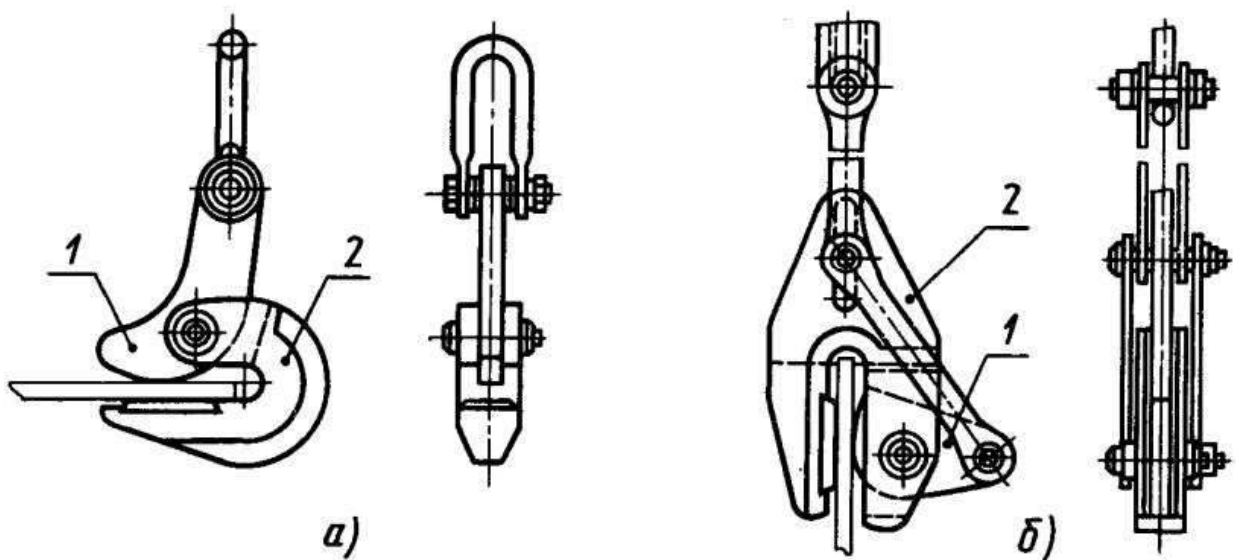


Рисунок 4.2 – Ексцентрикові захоплення

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 - $\text{CO}_2 + \text{O}_2$.

Для напівавтоматичного зварювання в захисних газах використовуються перепускні рампи, які 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, вантажопідємність 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 $\text{CO}_2(80\%)+\text{O}_2(20\%)$.

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 мережою 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 двофазного 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 щиток 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, бризок;
- 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-гігієнічний 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 впливу 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 викликають зниження працездатності за рахунок негативного впливу.

Фактори що впливають на мікрокліматичні умови: види роботи що виконуються на ділянці, 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 децибелах, а частота в 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 шуму.

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 оптимальних 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 заважати 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. Елементів для розділення повітря;
2. Повітряних каналів;
3. Вентилятору;
4. Системи яка обробляє повітря, яке буде подаватися в цех;
5. Системи що бере повітря із атмосфери;
6. Очищувальних систем;
7. Системи 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, широкі 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 забруднення 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, діляниць і робочих місць повинно бути організовано у відповідності до вимог ДБН Б.2.5-28-2006 — Природне і штучне освітлення. Коли відбувається зварювання замкнута конструкція 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 підкладкою;
- 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 які не є 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 убір, 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, в 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 дипломного проєкту 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 технологічний план, а саме описано підйомно-транспортне обладнання яке використовується на ділянці, як відбувається електро- та газопостачання та описаний сам план ділянки.

Також дипломний проєкт 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.: Держнаглядохоронпраці 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.	Облогін В.Д.		12.06.23
Перев.	Попов С.М.		12.06.23
Н. контр	Попов С.М.		12.06.23
		Листів 4	Лист 1

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЗАПОРІЗЬКА ПОЛІТЕХНІКА»

УЗГОДЖЕНО

МАРШРУТНА КАРТА

ЗАТВЕРДЖУЮ

На технологічний процес збирання та зварювання
опорної балки коробчатого типу

Нормоконтроль,

Дата 12.06.23

Впроваджено у виробництво

Акт № _____ Дата _____

Попов С.М.



в.а.

Зав. Кафедри  Нонтсеко В.В.

Дата 12.06.23

Комплект документів відповідає

Дубл.															
Взам.															
Подл.															
											Листів 4		Лист 2		
Розроб.	<i>СД</i>	22.06.23	Облогін												
Перевір.	<i>СЧ</i>	22.06.23	Попов												
Н. контр.	<i>СВ</i>	21.06.23	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
A01	01	01		005	Вхідний контроль										
02	Листи зі сталі СтЗсп				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	Листоправильна машина Benmark 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 SNR-KB														
20	Вирізання заготовок														
21															

ГОСТ 3.1118-82 Форма

Дубл.														
Взам.														
Подл.														
												Листів 4	Лист 3	
Розроб.		22.06.23	Облогін											
Перевір.		22.06.23	Попов											
Н. контр.		22.06.23	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	Портальна установка				Допоміжні робочі									
24	Заготовки зі сталі СтЗсп													
25	Встановити заготовки в портальну установку													
26														
27	01	01		035	Зварювання									
28	Зварювальний автомат Hugong Armada				Зварювальник 4 р.									
29	Зварювання верхнього поясу і стінок				$I_{\text{зв}} = 857 \text{ A}; U_d = 35 \text{ B}; V_{\text{зв}} = 25 \text{ м / г};$									
30	АН-348-А / дрiт Св-08ГА діаметр 5 мм													
31														
32	01	01		040	Збирання									
33	Перше місце зварювання													
34	Встановлення ребер жорсткості													
35	Прихоплення ребер жорсткості													
36														
37	01	01		045	Збирання									
38	Друге місце зварювання													
39	Встановлення листів нижнього поясу													
40	Прихоплення листів нижнього поясу													
41														

ГОСТ 3.1118-82 Форма

Дубл.															
Взам.															
Подл.															
											Листів 4		Лист 4		
Розроб.		72.06.23	Облогін												
Перевір.		72.06.23	Попов												
Н. контр.		72.06.23	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 листів нижнього поясу					$I_{\text{зв}} = 286 \text{ А}; U_{\text{д}} = 28 \text{ В}; V_{\text{зв}} = 6,5 \text{ м / г};$									
45	CO ₂ +O ₂ / дріт СВ-08Г2СО діаметр 1,6														
46															
47	01	01		055		Зварювання									
48	ПДГ-508М					Зварювальник 4 р.									
49	Зварювання ребер жорсткості					$I_{\text{зв}} = 286 \text{ А}; U_{\text{д}} = 28 \text{ В}; V_{\text{зв}} = 8,2 \text{ м / г};$									
50	CO ₂ +O ₂ / дріт СВ-08Г2СО діаметр 1,6														
51															
52	01	01		020		Контроль якості									
53	Контрольний стіл					Контролер									
54	Готовий виріб														
55	Виконати візуальний контроль та ультразвуковий контроль														
56	УШС-3, рулетка, лінійка, Дефектоскоп УД2-70														
57															

[illegible]

[illegible]

[illegible]