

Національний університет «Запорізька політехніка»

(повна назва університету)

Фізико – технічний, Інженерно – фізичний.

(повне найменування інституту, назва факультету)

Обладнання та технологія зварювального виробництва

(повна назва кафедри)

Пояснювальна записка

до дипломного проекту (роботи)

магістр

(освітньо-кваліфікаційний рівень)

на тему Розробка технології комбінованого зварювання крупногабаритної
конструкції з проектуванням ділянки.

Виконав: студент II курсу, групи ІФ-318м
напряму підготовки (спеціальності)

131 «Прикладна механіка»

«Технологія та устаткування

зварювання»

(код і назва напряму підготовки, спеціальності)

Захаренко О.М.

(прізвище та ініціали)

Керівник Попов С.М.

(прізвище та ініціали)

Рецензент Єфанов В.С.

(прізвище та ініціали)

м. Запоріжжя - 2019 року

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

(повне найменування вищого навчального закладу)

Інститут, факультет Різномірно-технічний, Інженерно-фізичний
 Кафедра Обладнання та технологія зварювального виробництва
 Рівень вищої освіти (освітньо-кваліфікаційний рівень) _____
 Спеціальність 131 „Технологія металів“
 (код і назва)
 Напрямок підготовки „Технологія та устаткування зварювання“
 (код і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри _____
М.О. Осипенко
 “16” 12 2019 року

ЗАВДАННЯ
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТУ

Зеленченко Олександр Михайлович
 (прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Розробка технології напівавтоматичного зварювання кружково-габаритної конструкції з проектуванням фільми

керівник проекту (роботи) Бонів Сергій Михайлович, д.ф.н., професор
 (прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від “___” _____ 20__ року № _____

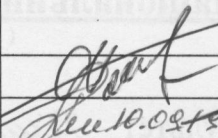
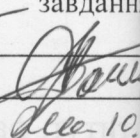
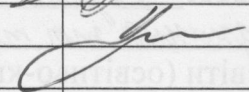
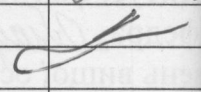
2. Строк подання студентом проекту (роботи) _____

3. Вихідні дані до проекту (роботи) _____

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Реферат, абстракт, Вступ, Вихідні дані, Технологічна частина, Розробка технологічної плати, Техніко-економічні розрахунки зварювальної фільми, Оцінка праці та безпеки у надзвичайних ситуаціях, Висновок, Перелік джерел посилаючись, Додатки

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)
Зварний шов поперек, Схема підготовки приладу до зварювання, Схема швів після зварювання, Кореляція параметрів швів над швом зварювального ступня, Властивості металу з напівавтоматичним зварюванням, Механіко-економічні розрахунки

6. Консультанти розділів проекту (роботи)


Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	приймав виконання завдання
1-3	Титаров С. І.		
4	Крушнікова В. В.	10.10.2019	10.10.19
5	Гедестеров О. В.		

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітки
1	Резюме, Abstract		викон
2	Вступ	30.09 - 05.10.19	викон
3	Вибірні дані	30.09 - 05.10.19	викон
4	Технологічна частина	06.10 - 15.10.19	викон
5	Розробка технологічного плану	06.10 - 15.10.19	викон
6	Оцінка ризику та безпеки	16.10 - 20.10.19	викон
7	Техніко-економічні розрахунки	21.10 - 30.10.19	викон
8	Висновок	1.11 - 10.11.19	викон
9	Перелік джерел посилань	1.11 - 10.11.19	викон
10	Водяний	1.12 - 10.12.19	викон

Студент


(підпис)Захарченко О. М.
(прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи)


(підпис)Титаров С. І.
(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 110 с., 31 табл., 29 рис., 3 дод., 26 джерел.

ЕЛЕМЕНТ КОЛОНИ, СТАЛЬ 09Г2С, АВТОМАТИЧНЕ ЗВАРЮВАННЯ, ЗВАРЮВАЛЬНИЙ АВТОМАТ, КАНТУВАЧ.

Об'єкт дослідження – технологічний процес комбінованого зварювання елемента колони.

Мета дипломного проекту – розробити технологію збирання та зварювання крупно габаритного елемента колони; спроектувати дільницю збирання і зварювання.

Методи дослідження: аналіз літературних даних та серійних технологій виробництва їх застосування та удосконалення.

Сила струму є вкрай важливими параметром при зварюванні. У великій мірі саме сила струму визначає структурно-фазовий стан наплавленого металу, фізико-механічні характеристики і в кінцевому рахунку, геометрію шва. Однак, такі параметри шва, як ширина, глибина проплавлення і висота посилення важко піддаються прогнозу, залежать від багатьох факторів і є більше індивідуальними для конкретного металу.

Для виготовлення елемента колони були розроблені технології збирання з наступним комбінованим зварюванням. Спроектвана спеціальна технологічна оснастка для збирання і зварювання. Підібрано технологічне обладнання для зварювання (зварювальний автомат,напівавтомат, кантувач, СРПЗ, джерело живлення зварювальної дуги). Розроблена маршрутна карта технологічного процесу. Спроектвана дільниця збирання і зварювання корпусу.

Проведено техніко – економічне обґрунтування розробленої технології. Розроблені загальні заходи з техніки безпеки і охорони навколишнього середовища.

ABSTRACT

Explanatory note: 110 pages, 31 tables, 29 figures, 3 supplements, 26 sources.

COLUMN ELEMENT, STEEL 09G2S, AUTOMATIC WELDING, WELDING MACHINE, BANDER.

The object of study is the technological process of combined welding of a column element. The purpose of the diploma project is to develop the technology of assembling and welding large columnar element; design the assembly and welding site. Research methods: analysis of literary data and serial production technologies for their application and improvement.

Current strength is an extremely important parameter when welding. To a large extent itself, the Strength of the current determines the structural-phase state of the weld metal, the physical-mechanical characteristics and, ultimately, the geometry of the seam. However, Seam parameters such as width, depth of penetration, and height of Gain are difficult to predict, dependent on many factors and are more individual to a particular metal.

For the manufacture of the column element assembly technologies were developed, followed by combined welding. Special technological equipment for assembly and welding is designed. Selected technological equipment for welding (welding machine, semiautomatic device, bucket, SRPS, welding arc power source). A route map of the technological process is developed. The hull assembly and welding section is designed.

The feasibility study of the developed technology is carried out. General safety and environmental measures have been developed.

ЗМІСТ

Вступ.....	8
1 Вихідні данні.....	9
1.1 Призначення, опис, технічна характеристика елемента колони....	9
1.2 Матеріали, які використовуються для виготовлення елемента колони	11
1.3 Матеріали, які використовуються для виготовлення елемента колони.....	12
2 Технологічна частина.....	16
2.1 Вибір форми, методу та способу складання. Складання та опис схеми складання та зварювання.....	16
2.2 Опис пристосування для складання та зварювання.....	17
2.3 Нормування складальних операцій.....	20
2.4 Вибір та обґрунтування вибору способу зварювання.....	21
2.5 Вибір зварювальних матеріалів.....	22
2.6 Розрахунок та вибір режимів зварювання.....	26
2.7 Вибір роду струму та полярності, джерел живлення зварювальної дуги і зварювального обладнання.....	32
2.8 Нормування зварювальних операцій.....	41
2.9 Розрахунок зварювальних матеріалів та електроенерг на зварювання.....	43
2.10 Способи зменшення зварювальних напруг та деформацій.....	48
2.11 Способи, об'єм та організація контролю якості складальних та зварювальних робіт. Обладнання та технологія контролю.....	50
2.12 Вплив параметрів режиму зварювання на формування шва.....	54
3 Розробка технологічного плану.....	60
3.1 Вибір підйомно-транспортного устаткування.....	60
3.2 Організація енерго та газопостачання.....	62
3.3 Опис плану дільниці.....	64

4 Техніко - економічні розрахунки зварювальної ділянки.....	66
4.1 Організація ділянки із зварювання елемента колони.....	66
4.2 Виробнича програма і її матеріальне забезпечення.....	67
4.3 Розрахунок кількості обладнання та площі ділянки.....	68
4.4 Розрахунок кількості персоналу ділянки.....	70
4.5 Фонд оплати праці.....	72
4.6 Розрахунок собівартості зварювальних робіт.....	76
5 Охорона праці та безпеки у надзвичайних ситуаціях.....	80
5.1 Аналіз потенційних небезпек	80
5.2 Заходи по забезпеченню безпеки.....	82
5.3 Заходи по забезпеченню виробничої санітарії та гігієни праці.....	85
5.4 Заходи по забезпеченню безпеки у надзвичайних ситуаціях.....	89
5.4.1 Заходи пожежної безпеки.....	89
5.4.2 Навчання населення діями в умовах надзвичайних ситуаціях.....	93 93
Висновки.....	96
Перелік джерел посилання.....	97
Додаток А Маршрутна карта.....	99
Додаток Б Специфікація «Двустійковий контувач з рамою».....	109
Додаток В Специфікація «Елемент колони».....	110

ВСТУП

Практично всі сучасні багатоповерхові будівлі мають металевий каркас, який надає конструкції міцність і надійність. Забезпечується це завдяки металевим колонам різних видів. Металеві колони несуть на собі основне навантаження і забезпечують цілісність каркаса, до якого примикають перегородки з утеплювачем і інші будівельні складові. Вони застосовуються для зведення різних споруд, де потрібна наявність великих прольотів при монтажі.

Елемент колони металоконструкції каркаса виготовляється зі сталі 09Г2С це сталь низьколегована конструкційна, яка виготовляється згідно ДСТУ 8541 – 2015 [20]. Легована марганцем до 2 % і кремнієм до 1 %.

Застосування низьколегованої будівельної сталі дозволяє знизити вагу будівельних конструкцій, підвищити корозійну стійкість, знизити чутливість до низьких температур і до старіння.

Для складання елемента колони металоконструкції каркаса використовувати бригадну форму, з урахуванням значних габаритних розмірів виробу, деталей, великої ваги деталей, вузлів та самого виробу.

При виготовленні зварного елемента колони металоконструкції каркаса використовувати рухомий метод складання, тому що складальні операції по нарощуванню деталей під час виготовлення виконуються на різних робочих місцях.

Нами була поставлена задача вивчити кореляцію сили струму, ширини шва, висоти посилення і глибини проплавлення шва і фізико-механічних характеристик звареного металу і їх структурно фазових станів.

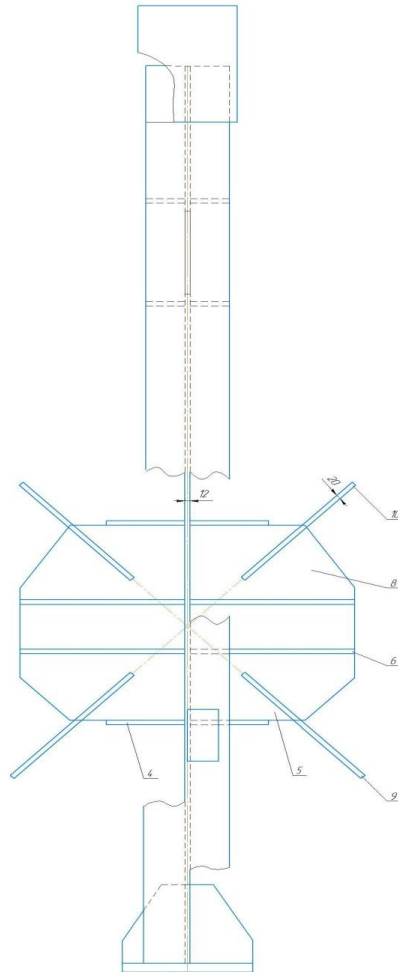
Складання деталей виконувати по розмітці з використанням спеціальних та універсальних пристосувань.

Зварювальники повинні на місці роботи пройти випробування в умовах, тотожних з тими, в яких буде виконуватись зварювання конструкції [1].

1 ВИХІДНІ ДАНІ

1.1 Технічні характеристики елемента колони металоконструкції каркаса.

Елемент колони металоконструкції каркаса – це зварна конструкція, яка являється складовою частиною загальної конструкції каркасу [3].



Умовні позначки:

4 – столик ;

5 – стійка ;

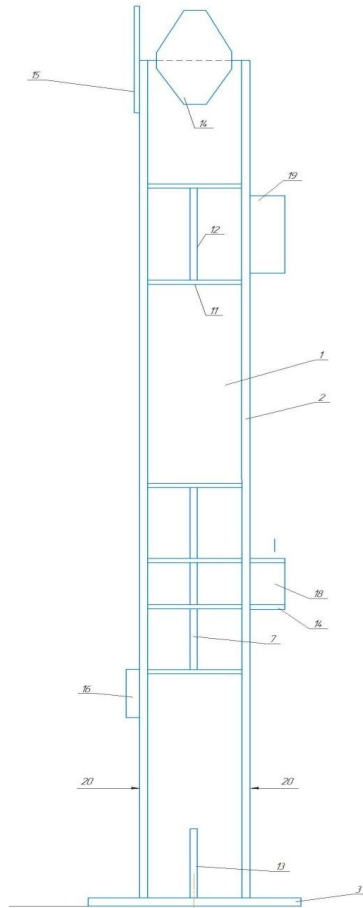
6 – столик;

8 – стійка;

9 – зв'язок;

10 – зв'язок.

Рисунок 1.1 – Елемент колони вид зверху



Умовні позначки:

- 1 – стінка;
- 2 – боковина;
- 3 – базова плитка;
- 7 – стійка;
- 11 – ребро;
- 12 – зв'язок;
- 13 – ребро;
- 14 – зв'язок;
- 15 – зв'язок;
- 16 – накладка;
- 17 – столик;
- 18 – зв'язок;
- 19 – зв'язок.

Рисунок 1.2 – Елемент колони вид збоку

Базовою частиною елемента колони є двотавр суцільного перетину. Взагалі колона працює на продольний вигин.

Виріб експлуатується за призначенням під впливом статичних та динамічних навантажень.

Статичні навантаження виникають від власної ваги елемента колони та ваги вище розташованих конструкцій та конструкцій зв'язаних з виробом.

Динамічні навантаження виникають від змінних коливань, що виникають під час безпосередньої експлуатації споруди торгівельно – розважального центру за призначенням.

Елемент колони розрахований на тривалий термін експлуатації, розташовується в середині споруди центру та знаходиться під постійним впливом мікроклімату у закладі.

Габаритні розміри виробу:

- довжина – 650 мм;
- ширина – 2000 мм;
- висота – 11650 мм.

1.2 Матеріали, які застосовуються для виготовлення елемента колони металконструкції каркаса

Елемент колони металоконструкції каркаса виготовляється зі сталі 09Г2С це сталь низьколегована конструкційна, яка виготовляється згідно ДСТУ 8541 – 2015 . Легована марганцем до 2 % і кремнієм до 1 %.

Застосування низьколегованої будівельної сталі дозволяє знизити вагу будівельних конструкцій, підвищити корозійну стійкість, знизити чутливість до низьких температур і до старіння.

Хімічний склад, механічні властивості та здатність сталі до зварювання надані в таблиці 1.1, 1.2, 1.3 відповідно.

Таблиця 1.1 – Хімічний склад 09Г2С згідно з ДСТУ 8541 – 2015 [20].

Зміст елементів, %				
C	Si	Mn	S	P
≤ 0,12	0,5 – 0,8	1,3 – 1,7	≤ 0,04	≤ 0,035

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

Тимчасовий опір розриву МПа, не менше	Межа текучості МПа, не більше	Відносне подовження %, не менше
500	350	20

Таблиця 1.3 – Здатність сталі 09Г2С до зварювання [20].

Група	Зварюваність	Еквівалент вуглецю Се, %	Характеристика
I	Добра	≤ 0,2	Зварюється будь якими способами без застосування особливих прийомів (підігріву, термічної обробки).

1.3 Технічні умови на виготовлення елемента колони металоконструкції каркаса

Елемент колони металоконструкції каркаса виготовляється зі сталі 09Г2С згідно ДСТУ 8541 – 2015 [20].

Зварні шви №1 виконувати згідно ДСТУ 2456 – 94 [2] автоматичним зварюванням, шви №2, 3, 4, 5, 6 і 7 виконувати згідно з ДСТУ 2456-94 механізованим зварюванням.

Зварні шви №1 виводити на планки 200 × 100 мм (див. рис. 1.3).

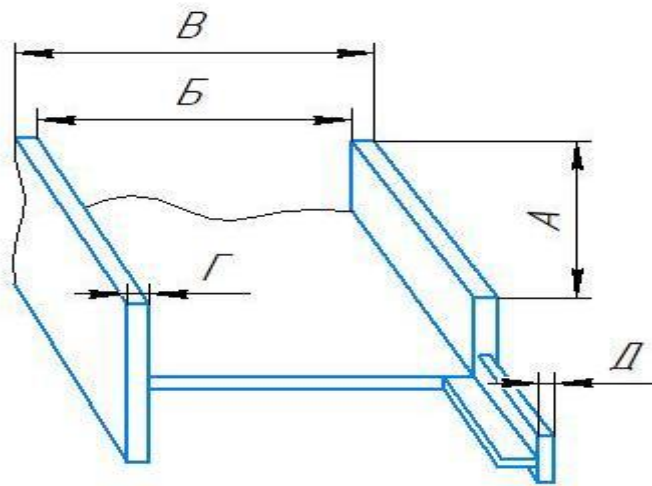


Рисунок 1.3 – Виводні планки для кутових швів

Складання під зварювання виконувати в спеціальних та універсальних складально – зварювальних пристосуваннях.

При складанні конструкції, деталей не допускати зміни їх форми, які не передбачені технологічним процесом, а при кантуванні і транспортуванні – їх остаточні деформування.

Закріплення деталей при складанні виконувати прихватками. Прихватки розміщувати в місцях розташування зварних швів. Катет прихваток від 4 мм до 5 мм. Довжина прихватки від 20 мм до 40 мм в залежності від довжини шва. Відстань між прихватками від 100 мм до 400 мм в залежності від довжини шва.

Прихватки виконувати робітниками, які мають право на виконання зварювальних робіт.

Перед складанням кромки, 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 повторити. Зачищення виконувати шліф – машинкою.

Автоматичне і механізоване зварювання виконувати зварювальниками, які пройшли навчання та одержали про це відповідне посвідчення.

Зварювальники повинні на місці роботи пройти випробування в умовах, тотожних з тими, в яких буде виконуватись зварювання конструкції.

Для автоматичного зварювання використовувати зварювальний дріт Св – 08ГАО згідно ДСТУ ISO 14341 : 2004 та флюс АН – 348А згідно ГОСТ 9087 – 81 [4]. Для механізованого зварювання використовувати зварювальний дріт G4Si1 – ITM BLANK згідно ДСТУ ISO 14341 : 2004 та суміш газів CORGON 8 згідно ISO 9001 : 2000 [3].

Кожна партія дроту повинна мати сертифікат з зазначенням заводу – виготовлювача, її марки, діаметра, номера плавки та хімічного складу. До кожного мотка дроту повинна бути прикріплена бирка з зазначенням заводу – виготовлювача, номера її плавки, марки і діаметра дроту згідно ДСТУ ISO 14341 : 2004 [4].

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, мастила та бруду. При необхідності її очистити від забруднень.

Флюс зберігати в сухому приміщенні при відносній вологості не більше 50 % та температурі не нижче 15 °С.

Перед використанням флюс прокалити при температурі від 300 °С до 400 °С протягом 5 годин, після чого його можна використовувати протягом 15 діб, як що його зберігати згідно вимогам.

При закінченні вказаного терміну зберігання, флюс перед використанням повторно прокалити.

Газ постачається в балонах, перевірити якість газу в кожному балоні. Наплавити на пластину або трубу валик довжиною від 100 мм до 150 мм по зовнішньому виду поверхні наплавленого валика визначити надійність газового захисту. При появленні пор в металі шва газ, який знаходиться в данному балоні бракувати.

Шви зварних з'єднань після закінчення зварювання повинні бути очищені від шлаку (при автоматичному зварюванні під флюсом), бризок і напливів металу.

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

- мати гладку або рівномірно лускату поверхню (без напливів, прожогів, 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 мати плавний перехід до основного металу;
- тріщини всіх видів і розмірів у швах зварних з'єднань не допускаються.

Всі зварні шви елемента колони металоконструкції каркаса перевіряти візуальним оглядом 100 % та ультразвуковим контролем 70 % [18].

2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1 Вибір форми, методу та способу складання. Складання та опис схеми складання та зварювання

Для складання елемента колони металоконструкції каркаса використовувати бригадну форму, з урахуванням значних габаритних розмірів виробу, деталей, великої ваги деталей, вузлів та самого виробу.

При виготовленні зварного елемента колони металоконструкції каркаса використовувати рухомий метод складання, тому що складальні операції по нарощуванню деталей під час виготовлення виконуються на різних робочих місцях.

Складання та зварювання елемента колони металоконструкції каркаса виконується в наступній послідовності:

- до стінки 1 приєднати, прихватити та приварити боковини 2 (довжина швів з $\Delta 8 - 44,62$ м); виходе готовий вузол А;
- до готового вузла А за геометричною схемою приєднати, прихватити та приварити базову плиту 3 (довжина швів з $\Delta 10 - 2,296$ м);
- до готового елемента за геометричною схемою приєднати та прихватити столик 4 (його і приварити), ребро 13, стійку 5, столик 6 (його і приварити), стійку 7, столик 6 (його і приварити), стійку 8 і столик 4;
- виконати кантовку на 180° і всі складальні операції зі столиком 4, 6, стійками 8, 7 та ребром 13 повторити;
- приварити всі зібрані деталі між собою в розкид (довжина швів з $\Delta 8 - 2,38$ м, з $\Delta 10 - 23,072$ м та швів з'єднання Т6 – $2,76$ м; виходе готовий вузол Б;
- до готового вузла Б за геометричною схемою приєднати та прихватити два ребра 11 і зв'язок 12;
- виконати кантовку на 180° ;
- з іншого боку вузла Б складальні операції з двома ребрами 11 і зв'язком 12 повторити, до готового вузла Б за геометричною схемою.

приєднати та прихватити два столика 17 (їх приварити), зв'язок 18, 19, 14, 15, два зв'язки 9, 10 та накладку 16;

– приварити всі зібрані деталі між собою (довжина швів з $\Delta 8$ – 14,136 м, з $\Delta 10$ – 9,44 м, з $\Delta 18$ – 2,21 м);

– виходе готовий виріб.

Таблиця 2.1 – Характеристики швів

Тип з'єднання	Катет швів	ДСТУ ISO	Довжина, м
T3	$\Delta 8$	5817 : 2016	44,62
H1	$\Delta 10$	ISO 5817 : 2014	1,02
T3	$\Delta 10$		33,61
T1	$\Delta 18$		1,2
H1	$\Delta 18$		1,01
T6	16		2,76
T3	$\Delta 8$		16,516

2.2 Опис пристосування для складання та зварювання елемента колони металокопункції каркаса

При виготовленні елемента металокопункції каркасу для складання застосовується декілька видів пристосування – спеціальні пристосування та універсальні.

Спеціальне пристосування використовується для складання двотаврів, для цього застосовується двостійковий кантувач з рамою (див.рис. 2.1), який дозволяє з'єднати стінку з полками за визначеною геометричною схемою, зафіксувати вибрані деталі і виконати прихватки в зручному положенні для зварювальника.

Універсальні пристосування для складання елемента метало каркасу являється універсальна збірно – розбірна плита СРПЗ.

Для виконання зварювальних операцій при виготовленні зварного елемента металоконструкції також застосовуються спеціальні та універсальні пристосування. Спеціальним пристосуванням являється важільний кантувач, універсальним плита СРПЗ.

Звичайний зварний двотавр складається з трьох основних листових елементів: стінки і двох полук.

Збирання колони має забезпечити симетрію і взаємну перпендикулярність полук і стінки, притискання їх один до одного і закріплення прихватками. При використанні збиральних кондукторів це досягається відповідним розміщенням баз і притискачів по всій довжині балки з послідуочим проставлянням прихваток.

Важільний кантувач використовується для виконання автоматичного зварювання під флюсом в зручному для зварювання положенні «в човник» положенні, а саме розташовує виріб під кутом 45° під час зварювання.

Важільний кантувач для балок складається з декількох опор 1, з двох повздовжніх валів 2, закріплених у верхній частині опор, і груп важелів рольгангів 3. Важелі розташовані між опорами і пов'язані з приводними гідроциліндрами, розміщеними в нижній частині кантувача.

Робота важільного кантувача для балок здійснюється наступним чином. У вихідному положенні всі важелі опущені і їх опорні площини знаходяться нижче робочих площин опор. Балка подається краном і укладається на групу важелів повертаючи балку на 45° до горизонтального положення її опорної площини для зварювання. Після завершення зварювання важелі опускаються в початкове положення.

Цикл повороту автоматизований за допомогою кінцевих вимикачів, керуючих рухами важелів у заданій послідовності, і походить від одного натискання кнопки.

Важільний кантувач доцільно застосовувати для балок порівняно невеликого поперечного перерізу, які необхідно зварювати «в човник».

Сутність СРПЗ – універсальний набір деталей і складальних одиниць. Основою служать базові деталі – плити, балки, кільця, на базові встановлюють опорно – корпусні деталі, що становлять корпус, пристосування опори, підкладки, кутники. На базових і опорно – корпусних деталях кріплять фіксуючі упори, призми, фіксатори і притискні – притискачі, прихватки, струбцини, розпори, які безпосередньо забезпечують встановлення та закріплення збираємих деталей.

Для установки і взаємного закріплення елементів основних груп установчо – напрямні деталі – шпонки, штирі, муфти та кріпильні деталі. Допоміжні деталі – кільця, пружини, ковпачки.

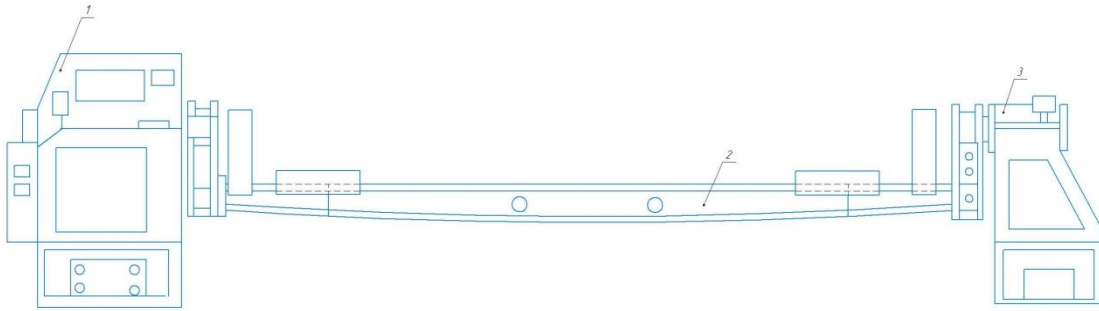
Всі деталі СРПЗ повинні мати спеціальні захисні покриття від бризок розплавленого металу.

Спочатку складається схема базування на підставі якої складають схему розташування й закріплення елементів СРПЗ

В СРПЗ застосовуються і механізовані елементи, переносні пристосування з магнітами.

Застосування СРПЗ забезпечує скорочення термінів технологічної підготовки виробництва, підвищує оснащеність робочих місць, продуктивність праці і якість виробів.

Кантувач – виробничий механізм, що виробляє перекладку або передачу різних об'єктів з одного поста або обробного пристрою на інший, з обов'язковим зміною просторової орієнтації об'єкта (переворотом, простим або двохосьовим поворотом). Зміна орієнтації об'єкта кантователем, як правило, передбачається з кутовим кроком від 90° до 180° .



Умовні позначки:

1 – передня привідна бабка

2 – поворотна рама

3 – задня бабка

Рисунок 2.1 – Двостійковий кантувач з рамою

2.3 Нормування складання операцій

На час складання елемента колони металоконструкції каркаса при виготовленні впливає наступний склад робіт:

- подача деталей на пристосування з розмічуванням;
- розмічування місць встановлення і помічення рисок на деталях;
- будування геометричної схеми;
- встановлення упорів, центраторів та притискачів;
- складання конструкції по розмітці під зварювання з прихваткою;
- кантовка зібраних вузлів і конструкції під час складання;
- перевірка якості складання і отримання допуску до виконання зварювання.

Час на складання елемента металоконструкції каркасу з вагою 6150 кг і кількістю деталей 35 шт [3].:

$$T_{\text{скл}} = 21,12 \text{ год.}$$

2.4 Вибір та обґрунтування способу зварювання

При виконанні довгих прямолінійних швів, які з'єднують стінку з боковинами в нижньому положенні і з вільним доступом для їх виконання доцільно використовувати автоматичне зварювання під флюсом.

Переваги автоматичного зварювання під флюсом:

- висока виробничість, коефіцієнт наплавки якого дорівнює від 14 г/А·год. до 16 г/А·год., а в деяких випадках від 25 г/А·год. до 30 г/А·год.;
- значна теплова потужність дуги, що призводить до збільшення глибини проплавлення металу;
- більш якісний захист в порівнянні з зварюванням в захисних газах рідкої зварювальної ванни від потрапляння кисню та азоту з повітря;
- менші витрати електродного дроту на вигар та розбризкування;
- кращі умови роботи зварювальника;
- гарне формування шва;
- високий рівень механізації зварювального процесу та можливість його комплексного автоматизування.

Для виконання більш коротких швів елемента колони в великій кількості в цехових умовах доцільно використовувати механізоване зварювання в сумішах газів CORGON 8.

Переваги механізованого зварювання в сумішах газів CORGON 8:

- збільшення виробничості в порівнянні з ручним дуговим зварюванням від 2 разів до 2,5 разів на струмі до 500 А;
- зварювання в різних просторових положеннях;
- зварювання відкритою дугою;
- зварювання в важко доступних місцях з незручним розташуванням швів;

- менші витрати часу на оброблення швів після зварювання;
- відсутність шлакових включень дозволяє отримати зварні шви більш стійкі до кристалізаційних тріщин.

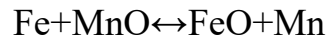
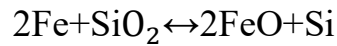
Переваги використання суміші захисних газів CORGON 8:

- зменшення кількості кисневих включень і подрібнене зерно, покращена мікроструктура металу;
- висока втомна міцність, менші розбрискування поверхневого шлаку;
- кращий зовнішній вигляд;
- збільшення виробничості в 2 рази за рахунок переходу на більш високу швидкість зварювання в порівнянні з чистим CO_2 ;
- менший поверхневий натяг на поверхні розплавленого металу;
- виключення в більшості обробки поверхні після зварювання;
- менша кількість диму та зварних аерозолів, що покращує умови праці і покращує стан зварника, дозволяючи йому працювати з більшою увагою.

2.5 Вибір зварювальних матеріалів

Для виконання автоматичного зварювання під шаром флюсу при виготовленні елемента колони металоконструкції каркасу зі сталі 09Г2С використовувати флюс АН – 348А за ДСТУ ISO 14174 : 2009 і зварювальний дріт Св – 08ГАО , який за хімічним складом та механічними властивостями найближчий до основного металу 09Г2С.

Мається ряд особливостей металургійних процесів при зварюванні під флюсом. Найбільш інтенсивно протікає металургійний процес між рідким флюсом і металом шва в результаті яких змінюється склад металу шва. Зварювання низьколегованої сталі під марганцевим висококремнієвим флюсом характеризується протіканням в високотемпературних ділянках зони зварювання у наступних кремне – марганцевих відновлюючих реакціях.



Також має місце окислення вуглецю, який знаходиться в зварювальному дроті та основному металі за реакцією $\text{C} + \text{O} \rightarrow \text{CO}$. Утворений у високотемпературній дільниці зварювальної зони оксид заліза (II) частково розчиняється в рідкому металі зварювальної ванни частково переходить в шлак.

На дільниці зварювальної ванни позаду дуги понижені температури рідкого металу, до початку затвердіння має місце розкислення металу. При температурах близьких до затвердіння металу ванни кремній та марганець подавляють реакцію окислення вуглецю, що зменшує вірогідність виникнення пор, при недостатньому вмісті у флюсі кремнію посилено вигорає вуглець і у шві можуть з'явитися пори [26].

Насичення металу шва марганцем важливо тому, що він забезпечую десульфачію металу шва, запобігає утворенню гарячих тріщин.

Чим більше склад у флюсі оксиду марганцю, тим більшу кількість сірки він переводить в шлак.

Таблиця 2.2 – Плавлений скловидний флюс АН – 348А за ISO 14341 - А [2].

Зерна флюсу		Об'ємна маса, г/см ³	Тип	Режим прокалки	Зварювальні сталі
Розмір гранули, мм	Колір				
0,35 – 3	Коричневий всіх відтінків	1,3 – 1,8	Високо кремнієвий марганцевий	від 300 °С до 400 °С за 5 годин	Низько леговані та вуглецеві сталі

Таблиця 2.3 – Хімічний склад зварювального дроту за ISO 14341 – А [4].

Марка	C, %	Si, %	Mn, %	Cr, %	Ni, %	S, %	P, %
Св – 08ГАО	< 0,1	–	0,55 – 0,6	< 0,03	< 0,25	< 0,03	<0,03

При зварюванні в суміші захисних газів, газ відтісняє від плавкої зони навколишнє повітря і захищає розплавлений метал від азоту і водню. За рахунок вуглекислого газу та кисню, що виділяється у високотемпературній ділянці зони зварювання при дисоціації вуглекислого газу метал активно окислюється.

Безперервний вихід активних розкислювачів в атмосферу в процесі зварювання призводить значного зниження домішок в металі шва. Тому при зварюванні в суміші захисних газів низьколегованої сталі дротом Св – 08 через протікання реакції окислення вуглецю метал в кристалізаційній частині ванни шва є пористим.

Для подавлення реакції утворення окису вуглецю та десульфатції при зварюванні в суміші захисних газів низьколегованої сталі застосовувати зварювальний дріт марки G4Si1 – ITM BLANK за ДСТУ ISO 14341 : 2004, до хімічного складу якого входить марганець та кремній. Хімічний склад дроту приведений у таблиці 2.4.

Основні переваги дроту G4Si1:

- обмежена емісія міді;
- відсутність «відлущування» мідного покриття;
- плавне переміщення дроту в подаючому каналі;
- підвищена корозійна стійкість;
- зменшене розбризкування;
- значно зменшене димоутворення під час зварювання;
- висока якість зварного шва.

Міцність з'єднань отримані зварюванням цими дротами на більшість вуглецевих та низьколегованих сталей, застосованих для виготовлення

металоконструкцій являється достатньою, тобто механічні властивості металу шва вище або дорівнюють механічним властивостям зварюємого металу.

Цей дріт з застосуванням спеціально розробленого покриття нового покоління «BLANK».

BLANK – покриття нового покоління без забруднюючих елементів, котрі дозволяють значно підвищити зварювально – технологічні властивості по відношенню до обміднених зварювальних дротів.

Завдяки застосування спеціальної технології натуральних покриттів без забруднюючих елементів, замість покриття дротів міддю, значно збільшився термін зберігання та значно зменшився ризик корозії. Крім того під час зварювання виділяється значно менше шкідливого диму і пилу, що благотворно відбивається як на здоров'я зварника так і менше забруднюють навколишнє середовище.

Таблиця 2.4 – Хімічний склад зварювального дроту G4Si1 за ДСТУ ISO 14341 : 2004 [17].

ISO/ДСТУ	Хімічний склад, %			Механічні властивості		
	C	Si	Mn	σ , МПа	σ_T , МПа	σ , %
14341:2004	0,1	1,0	1,7	560	450	26

В якості захисного газу використовувати суміш газів CORGON 8 за ISO 9001:2000, до складу якого входить 92 % аргону та 8 % вуглекислого газу.

Таблиця 2.5 – Суміш газів CORGON 8 за ISO 9001 : 2000 [18].

Вміст чистого газу по об'єму, %	Спосіб транспортування до робочого місця	Призначення
Ar – 92 CO ₂ – 8	В балонах (об'єм, місткість): 10 л 2,1 – 2,4 20 л 4,0 – 4,7 40 л 6,0 – 7,0 50 л 9,1 – 11,8	Зварювання вуглецевих, низьколегованих та нержавіючих сталей

2.6 Розрахунок та вибір режимів зварювання

Для виконання швів елемента колони використовується автоматичне зварювання під флюсом та механізоване зварювання в захисних газах.

До параметрів режиму автоматичного зварювання під флюсом відноситься:

- діаметр електродного дроту, d_e , мм;
- зварювальний струм, $I_{зв}$, А;
- напруга на дузі, U_d , В;
- швидкість зварювання, $v_{зв}$, м/год;
- швидкість подачі електродного дроту, $v_{под}$, м/год.

Зварювальний струм:

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

де K_n – коефіцієнт пропорційності, $K_n = 1,1$ [1];

h – глибина проплавлення, мм.

$$h = k = 8 \text{ мм}$$

$$I_{зв} = \frac{8 \cdot 100}{1,1} = 727 \approx 730 \text{ А}$$

Діаметр електродного дроту:

$$d_{\dot{a}} = 1,13 \sqrt{\frac{2}{j} \dot{c} \dot{a}} \quad (2.2)$$

де j – допустима щільність струму, A/mm^2 .

$$d_{\dot{a}} = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{730}{57}} = 3,57 \cdot 1,13 = 4 \text{ мм}$$

Напруга на дузі:

$$U_{\dot{a}} = 25 + 0,06 \cdot \frac{I_{\dot{a}}}{d_{\dot{a}}} \quad (2.3)$$

$$U_{\text{д}} = 25 + 0,06 \cdot \frac{730}{4} = 36 \text{ В}$$

Швидкість зварювання:

$$v_{\dot{a}} = \frac{\alpha_{\text{н}} \cdot I_{\dot{a}}^2}{F_{\text{н}} \cdot \gamma \cdot 100} \quad (2.4)$$

де $\alpha_{\text{н}}$ – коефіцієнт наплавки, $\alpha_{\text{н}} = 15,5 \text{ г/А} \cdot \text{год}$ [1];

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

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

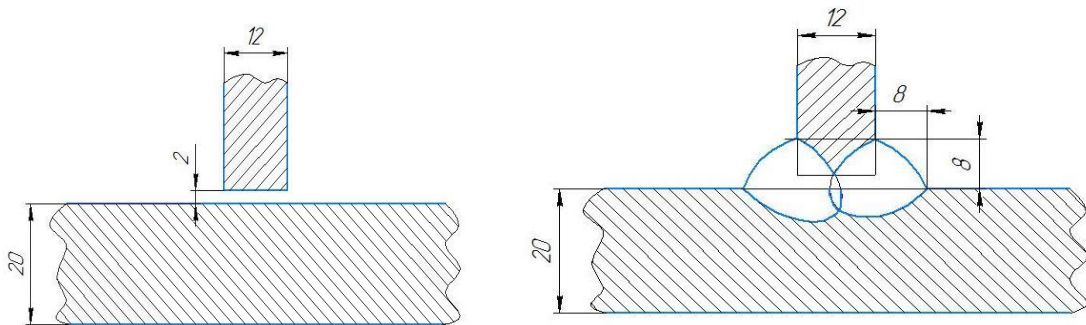


Рисунок 2.2 - Таврове з'єднання ТЗ

$$F_H = 0,75 \cdot e \cdot \partial + \frac{1}{2} \cdot k^2 \quad (2.5)$$

де e – ширина шва, мм;

q – посилення шва, = 0,5, мм;

k – катет шва, мм.

$$e_1 = k \cdot \sqrt{2} = 8 \cdot \sqrt{2} = 11,3 \text{ мм}$$

$$F_{i1} = 0,75 \cdot 11,3 \cdot 1 + \frac{1}{2} \cdot 64 = 40,4 \approx 0,4 \text{ см}^2$$

$$v_{\text{сâ1}} = \frac{730 \cdot 15,5}{0,4 \cdot 7,8 \cdot 100} = 36 \quad \text{м/ГОД}$$

Швидкість подачі дроту:

$$v_{\text{ââ}} = \frac{4 \cdot I_{\text{сâ}} \cdot \alpha_i}{\pi \cdot d_{\text{ââ}}^2 \cdot \gamma} \quad (2.6)$$

$$v_{\text{ââ}} = \frac{4 \cdot 730 \cdot 15,5}{3,14 \cdot 16 \cdot 7,8} = \frac{45260}{391,9} = 115,5 \approx 116 \text{ м/ââ}$$

Таблиця 2.6 – Режими автоматичне зварювання під флюсом

Тип з'єднання	d_e , мм	$I_{\text{зв}}$, А	U_d , В	$v_{\text{под}}$, м/ГОД	$v_{\text{зв}}$, м/ГОД
ТЗ	4	730	36	116	36

До параметрів режиму механізованого зварювання в захисних газах відносяться:

- діаметр електродного дроту, d_e , мм;
- зварювальний струм, $I_{зв}$, А;
- напруга на дузі, U_d , В;
- швидкість зварювання, $v_{зв}$, м/год;
- швидкість подачі електродного дроту, $v_{под}$, м/год;
- питомі витрати газу, q_g , л/хв;
- виліт електродного дроту, l_e , мм.

Діаметр електрода:

$$d_e = 1,6 \text{ мм [1]}$$

Зварювальний струм:

$$I_{зв} = 100 \cdot d_{ед} (d_{ед} + 0,5) \quad (2.7)$$

$$I_{зв} = 100 \cdot 1,6(1,6 + 0,5) = 340 \text{ А}$$

Напруга на дузі:

$$U_d = 8(d_{ед} + 1,6) \quad (2,8)$$

$$U_d = 8(1,6 + 1,6) = 26 \text{ В}$$

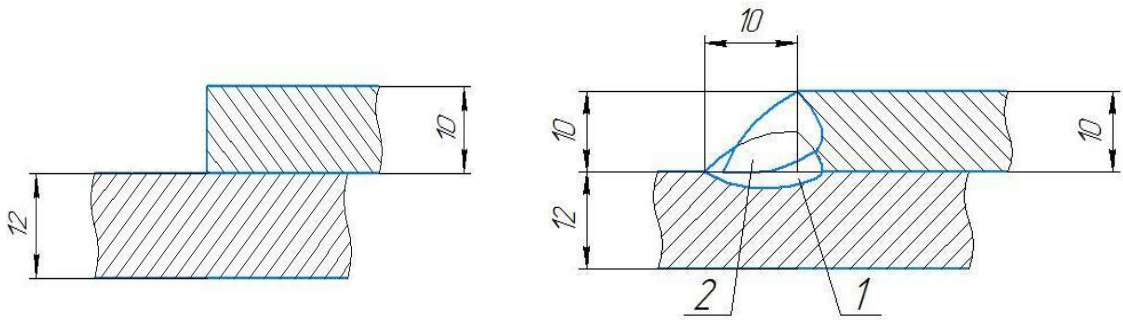


Рисунок 2.3 – З'єднання Н1

Швидкість зварювання:

$$V_{зв} = \frac{I_{зв} \cdot \alpha_H}{F_H \cdot \gamma \cdot 100}$$

$$F_{HN\#2,5} = 0,75 \cdot e \cdot q + 0,5 \cdot k^2$$

$$e_{i\ 2,5} = k \cdot \sqrt{2} = 10 \cdot \sqrt{2} = 14,1 \text{ ì}$$

$$F_{HN\#2,5} = 0,75 \cdot 14,1 \cdot 1 + 0,5 \cdot 100 = 60,4 \text{ мм}^2 = 0,6 \text{ см}^2$$

Зварювальний шов з $\Delta 10$ виконувати в два проходи. Площа перерізу металу одного шару шва $0,3 \text{ см}^2$.

$$e_{i\ 3-4} = k \cdot \sqrt{2} = 8 \cdot \sqrt{2} = 11,3 \text{ ì}$$

$$F_{HN\#3-4} = 0,75 \cdot 11,3 \cdot 1 + 0,5 \cdot 8^2 = 40,5 \text{ мм}^2 = 0,41 \text{ см}^2$$

$$e_{i\ 6-7} = k \cdot \sqrt{2} = 18 \cdot \sqrt{2} = 25,4 \text{ ì}$$

$$F_{\text{HN}^{\circ 6-7}} = 0,75 \cdot 25,4 \cdot 1 + 0,5 \cdot 18^2 = 181,05 \text{ мм}^2 = 1,8 \text{ см}^2$$

Зварювальний шов з $\Delta 18$ виконувати в чотири проходи. Площа перерізу наплавленого металу одного шару шва $0,45 \text{ см}^2$.

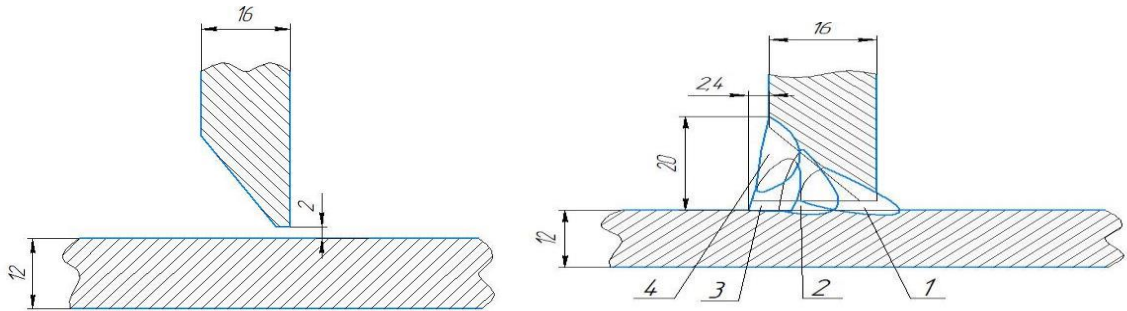


Рисунок 2.4 - Таврове з'єднання Т1

$$v_{\text{ЗВ}} = \frac{340 \cdot 16,5}{0,3 \cdot 7,8 \cdot 100} = 27,5 \text{ м/год} \approx 28 \text{ м/год}$$

$$v_{\text{ЗВ}^{\circ 3-4}} = \frac{340 \cdot 16,5}{0,41 \cdot 7,8 \cdot 100} = 20,1 \text{ м/год} \approx 20 \text{ м/год}$$

$$v_{\text{ЗВ}^{\circ 6-7}} = \frac{340 \cdot 16,5}{0,45 \cdot 7,8 \cdot 100} = 18,3 \text{ м/год} \approx 18 \text{ м/год}$$

Швидкість подачі дроту:

$$v_{\text{под}} = \frac{4 \cdot I_{\text{ЗВ}} \cdot \alpha_{\text{H}}}{\pi \cdot d_{\text{ед}}^2 \cdot \gamma}$$

$$v_{\text{под}} = \frac{4 \cdot 340 \cdot 16,5}{3,14 \cdot 2,56 \cdot 7,8} = 410,5 \frac{\text{м}}{\text{год}} \approx 411 \text{ м/год}$$

Питомі витрати газу:

$$q_{\Gamma} = 20 \text{ л/хв [1]}$$

Виліт електродного дроту:

$$l_e = 20 \text{ мм [1]}$$

Таблиця 2.7 – Режими механізованого зварювання в захисних газах

Тип з'єднання, катет шва	$d_{ед}$, мм	$I_{зв}$, А	$U_{д}$, В	$v_{зв}$, м/год	$V_{под}$, м/год	q_{Γ} , л/хв	l_e , мм.	Кількість проходів
ТЗ, Δ10	1,6	340	26	28	411	20	20	2
ТЗ, Δ8				20				1
Т6				20				4
Н1, Δ10				28				2
Н1, Δ18				18				4
Т1, Δ18				18				4

2.7 Вибір роду струму та полярності, джерел живлення зварювальної дуги і зварювального обладнання

Рід струму та полярність при автоматичному зварюванні під флюсом обираються з урахуванням стабілізуючих властивостей флюсу, для флюсу марки АН – 348А можливо використовувати три варіанти: постійний струм прямої полярності, постійний струм зворотної полярності та змінний струм.

При декількох можливих варіантах роду струму та полярності обирається той варіант, який найбільш оптимальний для конкретних умов виробництва. Зварювання на зворотній полярності супроводжується більшим проваром приблизно на 40%, чим при прямій полярності, меншою шириною шва та меншим посиленням шва тому, що на катоді виділяється більша теплова потужність. Зварювання на постійному струмі прямої полярності цінне для

наплавки тому, що збільшується виробничість за рахунок збільшення ширини шва, посилення шва та зменшення глибини проплавлення. Але на вибір роду струму та полярності в першу чергу все ж впливає стабільність горіння дуги. Зварювання на змінному струмі забезпечує середні показники глибини проплавлення, ширини та посилення шва.

На стійкість горіння дуги при автоматичному зварюванні під флюсом також впливає вид зовнішньої вольтамперної характеристики джерела живлення. При зварюванні на постійному струмі зворотньої полярності у джерела живлення для стійкого горіння дуги повинна бути жорстка (пологоспадна) зовнішня характеристика, а при зварюванні на постійному струмі прямої полярності спадна зовнішня характеристика.

Зварювальний автомат для зварки під шаром флюсу КА 1-ур стикових і кутових з'єднань. Устаткування для автоматичної зварки комплектується зварювальним випрямлячем марки GTN 1402, потужністю 1400 А і забезпечує високоякісне автоматичне дугове зварювання під флюсом одним дротом діаметрами до 5 мм. При необхідності може комплектуватися направляючою рейкою, якщо це вимагає специфіка конструкції. Традиційно дугова зварка під флюсом застосовується для стикової автоматичної зварки листів, а також таврових і двотаврових балок. Переваги вживання: Мобільність самохідного зварювального апарату для дугового зварювання під флюсом забезпечує легкість його транспортування до будь-якого місця зварки

- універсальність вживання завдяки модульній конструкції
- попередня установка параметрів зварювальної конструкції, напруга дуги і швидкості переміщення в складі з джерелами живлення Kjellberg дозволяє виробляти сваркув оптимальному режимі
- регулювання параметрів початка і кінця циклів оптимізують зварювальний процес
- параметри наростання зварювального струму на початку зварювання і параметри заварки кратера регулюються незалежно один від одного

- трактор може рухатися безпосередньо як по зварюваній поверхні, так і по направляючих рейках
 - легко адаптується до різних зварювальних технологій
 - універсальна конструкція зварювальної голівки гарантує оптимальну геометрію шва
 - призначений для зварки труб і ємкостей діаметром від 1500 мм зсередини
- Основні особливості:
- Привід на всі колеса діаметром 160мм, можливість збільшення ширини колії автомата від 265 до 330 або 395 міліметрів
 - 2-х роликів механізм подачі дроту для діаметрів від 2,4 мм до 5,0 мм поперечні супорти дозволяють дозволяють виробляти плавне ручне регулювання зварювальної голівки в горизонтальному і вертикальному положенні в діапазоні 100 мм
 - передустановка таких параметрів, як зварювальний струм, напруга на дузі і швидкість переміщення автомата, дозволяє максимально швидко вийти на оптимальний режим зварки
 - направляючі опорні ролики, що забезпечують стабільне переміщення візка по направляючих рейках,
 - тримач котушки з пролокою
 - бункер для флюсу з візуальним контроллером рівня завантаження, адаптований для пневматичної системи видалення флюсу
 - лазерний орієнтир руху автомата по обробленню.

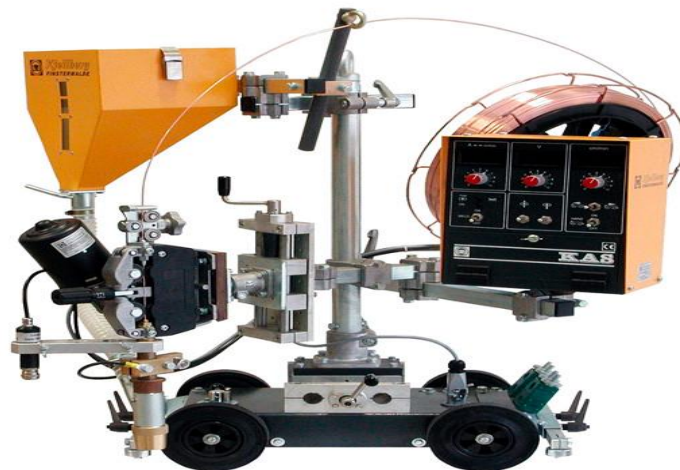


Рисунок 2.5 – Зварювальний автомат тракторного типу КА 1-ур

Випрямляч GTN 1402 поставляє постійний струм до 1400 А з постійною характеристикою напруги для зварки під флюсом . У поєднанні з автоматами КА можна безступінчатий управляти зварювальним процесом на основі попередній заданих значень. При цьому можна вирівнювати коливання напруги величиною до 10 відсотків. Потужне джерело зварювального струму GTN 1402 особливо придатне для надзвичайно довгих зварних швів і великих зварюваних деталей. GTN 1402 призначений для зварки під флюсом в мостобудуванні, суднобудуванні, при промисловому монтажі, виробництві топливосховищ і казанів - для механізованої, частково автоматизованої і повністю автоматизованої зварки в найсуворіших умовах. Чотири підіймальні проушини дозволяють легко транспортувати з місця на місце навіть стаціонарне джерело, що важить 440 кг. Захищена від пилу електроніка і безконтактний дистанційний регулювальник дозволяють вести зварку в різних навколишніх умовах. Завдяки наявності двох паралельних роз'ємів для зварювального кабелю це джерело можна використовувати для двох паралельних робіт. Як і всі джерела струму Kjellberg, GTN 1402 відрізняється надзвичайно спокійною електричною дугою і надійним процесом запалення. Окремі аналогові індикатори зварювального струму і зварювальної напруги полегшують контроль всього процесу. Гальванічна розв'язка ланцюгів управління і наявність термозащитного вимикача забезпечують високу експлуатаційну надійність при зварці під флюсом.

– інтерфейс з гальванічною розв'язкою для сигналів зовнішнього управління (наприклад, при використанні на промислових роботах або направляючих машинах)

– підключення до комунікаційних мереж



Рисунок 2.6 - Випрямляч GTH 1402

Таблиця 2.8 – Технічні характеристики автомати КА 1-ур [11]

Технологія		Зварювання під флюсом
1	2	3
Максимальний зварювальний струм	А	1400
Напруга мережі	В/Гц	42(переменний ток)/50
Ширина колії	мм	265/опцион 330 или 395
Діаметр проволочи	мм	2,5-5,0
Швидкість подачі проволочи	м/мин	0,1-6,1

Продовження таблиці 2.8		
1	2	3
Швидкість переміщення	м/мин	0,1-2,0
Повздовжні і поперечні переміщення	мм	100/100
Кут повороту зварювальної головки	град.	360
Кут нахилу зварювальної головки	град.	45 (в кожену сторону)
Зварювання труб з середини діаметрами	мм	От 1500
Маса	кг	61
Маса касети з проволокою	кг	30
Габаритні розміри ДхШхВ	мм	1050x600x900

Таблиця 2.9 – Технічні характеристики GTN 1402

Джерело живлення	GTN 1402
Діапазон зварювального струму	100 А 19 В – 1400 А 44 В
отн. тривалість включення 100%	1200 А 44 В
отн. тривалість включення 80%	1400 А 44 В
Розміри (Д х Ш х В)	1110 x 820 x 1000 мм
Вага	440 кг

Зварювання плавким електродом в захисних газах та сумішах газів виконується на постійному струмі зворотньої полярності. Це обумовлюється тим, що при прямій полярності процес зварювання характеризується великою кількістю розбризкування навіть при зварюванні на дуже малих струмах. Це призводить до зменшення провару. Хоча коефіцієнти плавлення електродного дроту при зварюванні на зворотній полярності від 1,5 рази до 1,8 рази менше, ніж при зварюванні на прямій полярності, цю якість в більшості випадків не можливо використати так, як при зварюванні на прямій полярності ширина шва значно менша, а висота підсилення більша, чим при зварюванні на зворотній полярності. Крім того, зварювання на прямій полярності виражається підвищеним окисненням елементів і збільшенням пор.

Для стійкого горіння дуги та зменшення розбризкування металу при механізованому зварюванні в захисних газах джерело живлення повинне мати жорсткі (пологоспадні) зовнішні вольтамперні характеристики.

Механізоване зварювання в захисних газах виконувати на постійному струмі зворотної полярності для стійкого горіння дуги, зменшення розбризування для збільшення глибини проплавлення. Для механізованого зварювання в суміші захисних газів використовувати MIG 500Y (j06).

Напівавтомат MIG 500Y (j06) призначений для механізованого зварювання в середовищі захисних газів, комплектується інверторним джерелом живлення, яке має жорстку зовнішню характеристику.

Механізм подачі дроту MIG 500Y (j06) чотирьох роликів, забезпечує стійку подачу дроту.

Переваги MIG 500:

- точність електронного налаштування;
- висока якість зварювання;
- практична модульна конструкція;
- малі потреби енергії;
- можливість подачі зварювального дроту на велику відстань;
- практичні і широко функціональні можливості.

За допомогою електронного керування можливо коректувати і регулювати параметри зварювання з механізму подачі дроту навіть під час зварювального процесу.

Перелік можливостей і налагоджуваних параметрів в стандартній комплекції:

- плавне налаштування швидкості подачі дроту з виносного механізму (від 0 м/хв. до 25м/хв.);
- цифрова індикація:
 - 1) струму;
 - 2) напруги;
 - 3) швидкості подачі дроту;
 - 4) динаміки;
- функція запам'ятовування робочих зварювальних параметрів з подальшою їх індикацією;

- 2 режими роботи (2 – х тактний, 4 – х тактний);
- заправка дроту при вимкненому струмі і газі;
- механізм подачі з чотирма ведучими роликками;
- економічність споживаємого струму завдяки високому ККД;
- налаштований час продувки газу на початку зварювального циклу (від 0 с. до 9,9 с.);
- налаштований час продувки газу в кінці зварювального циклу (від 0 с. до 32,0 с.);
- налаштована початкова швидкість подачі дроту ("м'який старт") 0 - 100% від робочої швидкості;
- автоматичний перехід з початкової швидкості подачі дроту до робочої;
- вентилятор з теплоналаштуванням;
- термозахист від перевантаження;
- терморегулюючий індикатор перегріву;
- індикація коду несправностей;
- функція контролю газу;
- регулюєме автоматичне допалення електрода в кінці роботи;
- ергономічний зварювальний пальник довжиною 3,0; 4,0 м, 300 А.

Редуктори використовують для зниження високого тиску газу, що виходить із балону до робочого і автоматичного підтримання заданого тиску. При газоелектричному зварюванні використовують в основному кисневі редуктори РК оберненої дії, а також спеціальний дюзовий редуктор типу

ДЗР – 1 – 59.

Ротаметр використовується для виміру витрат газу. При зварюванні в захисних газах ротаметри поплавкового типу (РС – 3; РС – 5), ротаметри дросельного, каліброваного і редукторного типу без блокування і з блокуванням зварювального струму по воді і газу.

Спрей для зварювання «SVETS – SPRAY» попереджує прилипання продуктів зварювання та рідкого металу до мундштука. Засновується на

жирокислотному екстракті. Не містить розчинників та силікону. Не шкідливий для оточуючого середовища.

Таблиця 2.10 – Технічні характеристики MIG 500Y (j06) [11]

Напруга живлячої мережі, В	380 ± 15%
Вживаєма потужність, кВт	24,4
Частота живлячої мережі, Гц	50/60
Діапазон регулювання зварювального струму, А	40 – 500
Номинальна напруга, В	39
Діаметр зварювального дроту, мм	1,0 – 1,6
ПВ, %	60
ККД, %	90
Коефіцієнт потужності	0,93
Клас ізоляції	F
Вага, кг	40
Габаритні розміри, мм	500×270×440



Рисунок 2.7 - MIG 500Y

2.8 Нормування зварювальних операцій

На час виконання автоматичного зварювання під флюсом при виготовленні елемента колони впливає наступний склад робіт:

- вмикання і вимикання автомата;
- очищення кромки перед зварюванням від іржі та бруду шліф машинкою;
- засипання, збирання і просіювання флюсу;
- встановлення касети з дротом та заправка дроту в мундштук;
- встановлення зварювального струму та налагодження автомата на заданий режим;
- зварювання швів;
- очищення швів від шлаку;
- огляд та вимірювання шва.

Час на автоматичне зварювання під флюсом:

$$T_{зв1} = \frac{T'_{зв1}}{10} \cdot L_{ш1}, \quad (2.9)$$

де $T_{зв1}$ – час горіння дуги на 10 м шва, $T_{зв1} = 0,7$ год. [4];

$L_{ш1}$ – загальна довжина однотупних швів.

$$T_{зв1} = \frac{0,7}{10} \cdot 44,62 = 3,1 \text{ год}$$

На час виконання механізованого зварювання в суміші захисних газів при виготовленні елемента колони впливає наступний склад робіт:

- вмикання і вимикання напівавтомата;
- підготовка до роботи балону з газом, підключення і продувка шлангу;
- встановлення зварювального струму та налагодження напівавтомату на заданий режим;

– встановлення бухти дроту на вертушку касети напівавтомата, заправка дроту в шланговий електродоутримувач при підготовці напівавтомата до роботи і під час роботи;

– очищення кромки перед зварюванням від іржі та бруду шліф машинкою;

– зварювання швів;

– очищення швів від бризок та напливів металу;

– заміна мундштука під час роботи;

– огляд і вимірювання шва.

Час на механізоване зварювання в суміші газів:

$$T_{зв2} = \frac{T'_{зв2}}{10} \cdot L_{ш2}, \quad (2.10)$$

де $T'_{зв2}$ для шва з: $\Delta 8$;

$$T_{зв1} = 1 \text{ год [4], для } \Delta 10;$$

$$T_{зв2} = 1,3 \text{ год [4], для } \Delta 18;$$

$$T_{зв3} = 2,5 \text{ год [4], для з'єднання шва Т6};$$

$$T_{зв4} = 2,5 \text{ год [4].}$$

$$T_{зв1} = \frac{1}{10} \cdot 16,516 = 1,66 \text{ год}$$

$$T_{зв2} = \frac{1,3}{10} \cdot 34,81 = 4,53 \text{ год}$$

$$T_{зв3} = \frac{2,5}{10} \cdot 2,21 = 0,55 \text{ год}$$

$$T_{зв4} = \frac{2,5}{10} \cdot 2,76 = 0,69 \text{ год}$$

Загальний час на механізоване зварювання:

$$T_{зв2} = 1,66 + 4,53 + 0,55 + 0,69 = 7,46 \text{ год}$$

Загальний час на всі види зварювання:

$$T_{зв} = T_{зв1} + T_2 = 3,1 + 7,46 = 10,56 \text{ год}$$

2.9 Розрахунок витрат зварювальних матеріалів

До зварювальних матеріалів при автоматичному зварюванні під флюсом відносяться:

- зварювальний дріт;
- флюс;

Витрати зварювального дроту:

$$G_d = K_B \cdot G_H \cdot L_{ш}, \quad (2.11)$$

де K_B – коефіцієнт що враховує витрати дроту на вигар та розбрискування;

$$K_B = 1,03 - 1,08 [1];$$

G_H – вага наплавленого металу на 1 м шва, г;

$L_{ш}$ – загальна довжина однотипних швів, м.

$$G_H = F_H \cdot \gamma \cdot 100$$

$$G_H = 0,4 \cdot 7,8 \cdot 100 = 312 \text{ г}$$

$$G_d = 1,05 \cdot 312 \cdot 44,62 = 14617,5 \text{ г} = 14,6 \text{ кг}$$

Витрати флюсу:

$$G_{\phi} = K_{\phi} \cdot G_{з.д.} \quad (2.12)$$

де K_{ϕ} – коефіцієнт, що враховує вагу флюсу до ваги зварювального дроту,

$$K_{\phi} = 1 - 1,03 [1].$$

$$G_{\phi} = 1,02 \cdot 14,6 = 14,9 \text{ кг}$$

Витрати електроенергії на автоматичне зварювання під флюсом:

$$A = \frac{U_{д.} \cdot G_{н.} \cdot L_{ш}}{\alpha_{н.} \cdot \eta \cdot K_{и}} \quad (2.13)$$

де η – ККД джерела живлення;

$K_{и}$ – коефіцієнт, що враховує час горіння дуги, $K_{и} = 0,6 [1]$.

$$A = \frac{36 \cdot 0,3 \cdot 44,62}{15,5 \cdot 0,8 \cdot 0,6} = \frac{481,9}{7,44} = 64,7 \text{ кВт} \cdot \text{год}$$

До зварювальних матеріалів при механізованому зварюванні в захисних газах відноситься:

- зварювальний дріт;
- суміш газів.

Витрати електродного дроту:

$$G_{\phi\dot{a}} = K_{\dot{a}} \cdot G_{\dot{r}} \cdot L_{\phi}, \quad (2.14)$$

де K_{ϕ} – коефіцієнт, що враховує витрати дроту на вигар та розбрискування;

$$K_{\phi} = 1,05 [1];$$

$G_{н.}$ – вага наплавленого металу на 1 м шва, г;

$L_{ш}$ – довжина однотипних швів, м.

$$G_H = F_H \cdot \gamma \cdot 100 \quad (2.15)$$

$$G_{H\Delta 8} = 0,41 \cdot 7,8 \cdot 100 = 319,8 \text{ г}$$

$$G_{H\Delta 10} = 0,6 \cdot 7,8 \cdot 100 = 468 \text{ г}$$

$$G_{H\Delta 18} = 1,8 \cdot 7,8 \cdot 100 = 1404 \text{ г}$$

$$G_{HT6} = 1,5 \cdot 7,8 \cdot 100 = 1170 \text{ г}$$

$$G_{зд\Delta 8} = 1,05 \cdot 319,8 \cdot 16,516 = 5545,9 \text{ г} = 5,5 \text{ кг}$$

$$G_{зд\Delta 10} = 1,05 \cdot 468 \cdot 34,81 = 17105,6 \text{ г} = 17,1 \text{ кг}$$

$$G_{зд\Delta 18} = 1,05 \cdot 1404 \cdot 2,21 = 3257,9 \text{ г} = 3,3 \text{ кг}$$

$$G_{здT6} = 1,05 \cdot 1170 \cdot 2,76 = 3390,6 \text{ г} = 3,4 \text{ кг}$$

Загальні витрати зварювального дроту:

$$G_{зд} = \sum G_{зdi} = G_{зд1,4} + G_{зд2} + G_{зд3} + G_{зд5} + G_{зд6} \quad (2.16)$$

$$G_{\zeta\ddot{a}} = \sum G_{\zeta\ddot{a}^3} = 5,5 + 17,1 + 3,3 + 3,4 = 29,3 \text{ ё\ddot{a}}$$

Витрати суміші газів:

$$Q_2 = q_2 \cdot T_O \cdot L_{ш} + q_2 (t_{пз} + t_{пер} \cdot n), \quad (2.17)$$

де T_0 – час горіння дуги на 1 м шва, хв;

t_{nz} – підготовчо заключний час, $t_{nz} = 0,5$ хв [1];

t_{nep} – час на один перехід при зварюванні, $t_{nep} = 0,02$ хв [1];

n – кількість переходів при зварюванні.

$$T_0 = \frac{60}{v_{зв}} \quad (2.18)$$

$$T_{0\Delta 8} = \frac{60}{20} = 3 \text{ хв}$$

$$T_{0\Delta 10} = \frac{60}{28} = 2,1 \text{ хв}$$

$$T_{0\Delta 18} = \frac{60}{18} = 3,3 \text{ хв}$$

$$T_{0T6} = \frac{60}{20} = 3 \text{ хв}$$

$$Q_{г\Delta 8} = 20 \cdot 3 \cdot 16,516 + 20(0,5 + 0,02 \cdot 38) = 1016 \text{ л}$$

$$Q_{г\Delta 10} = 20 \cdot 2,1 \cdot 34,812 \cdot 2 + 20(0,5 + 0,02 \cdot 20) = 2942 \text{ л}$$

$$Q_{г\Delta 18} = 20 \cdot 3,3 \cdot 2,214 \cdot 4 + 20(0,5 + 0,02 \cdot 5) = 595 \text{ л}$$

$$Q_{г\Delta T6} = 20 \cdot 3 \cdot 2,76 \cdot 4 + 20(0,5 + 0,02 \cdot 6) = 675 \text{ л}$$

Загальні витрати суміші газів:

$$Q_z = \sum Q_{zi} = Q_{z1,4} + Q_{z2} + Q_{z3} + Q_{z5} + Q_{z6} \quad (2.19)$$

$$Q_{\bar{a}} = \sum Q_{\bar{a}^3} = 1016 + 2942 + 595 + 675 = 5228 \text{ ě}$$

Витрати електроенергії на механізоване зварювання:

$$A = \frac{U_{\partial} \cdot G_n \cdot L_{uu}}{\alpha_n \cdot \eta \cdot K_u},$$

де K_u – коефіцієнт, що враховує час горіння дуги, $K_u = 0,65$ [1].

$$A_{\Delta 8} = \frac{26 \cdot 0,3 \cdot 16,516}{16,5 \cdot 0,9 \cdot 0,65} = \frac{128,8}{9,65} = 13,3 \text{ кВт} \cdot \text{год}$$

$$A_{\Delta 10} = \frac{26 \cdot 0,47 \cdot 34,81 \cdot 2}{16,5 \cdot 0,9 \cdot 0,65} = \frac{850,8}{9,65} = 88,2 \text{ кВт} \cdot \text{год}$$

$$A_{\Delta 18} = \frac{26 \cdot 1,4 \cdot 2,21 \cdot 4}{16,5 \cdot 0,9 \cdot 0,65} = \frac{321,8}{9,65} = 33,3 \text{ кВт} \cdot \text{год}$$

$$A_{\Delta 6} = \frac{26 \cdot 1,2 \cdot 2,76 \cdot 4}{16,5 \cdot 0,9 \cdot 0,65} = \frac{344,5}{9,65} = 35,7 \text{ кВт} \cdot \text{год}$$

Загальні витрати електроенергії на зварювання:

$$A = \sum A_i = A_{1,4} + A_2 + A_3 + A_5 + A_6 \quad (2.20)$$

$$\hat{A} = \sum \hat{A}_i = 64,7 + 13,3 + 88,2 + 33,3 + 35,7 = 235,2 \text{ ě} \cdot \text{ã}$$

2.10 Способи зменшення зварювальних напружень та деформацій

Способи зменшення зварювальних напружень та деформацій передбачається на всіх етапах проектування і виготовлення зварного елемента колони металоконструкції каркасу.

На стадії розробки проекту:

- обмежувати кількість наплавленого металу зменшенням катету шва, призначаючи оптимальну величину перерізу зварного шва, враховуючи розрахунки на міцність. В процесі зварювання величину перерізу зварного шва не збільшувати;

- не допускати перетину великої кількості зварних швів;

- не розташовувати зварні шви там де діють максимальні напруження від зовнішніх навантажень.

При розробці технології та виконанні зварювання:

- правильне складання деталей з урахуванням можливих деформацій. Для цього використовувати метод зворотних деформацій. Знаючи, що шов після охолодження завжди скорочується у розмірах заздалегідь передбачити характер можливих кутових напружень деформацій і створити попередній вигин деталей, що зварюються в протилежний бік. Величина зворотного вигину визначається шляхом розрахунків або шляхом досвіду;

- при складанні деталей уникати прихваток, які створюють жорстке закріплення деталей та сприяють виникненню значних залишкових напружень. Використовувати складальні пристосування, які допускають деякі переміщення деталей при усадці металу;

- раціональна послідовність виконання зварних швів:

- зварні конструкції виготовляти так, щоб замикаючі шви, які утворюють жорсткий контур, заварювались в останню чергу.

- шви середньої довжини які приєднують ребра жорсткості заварювати від середини конструкції до її країв;

– використовувати спосіб урівноваження деформацій: для цього зварні шви виконувати в такій послідовності, при якій наступний шов визиває деформації зворотнього напрямку у порівнянні з деформаціями від попереднього шву (див. рис. 2.11, 2.12 а і б)

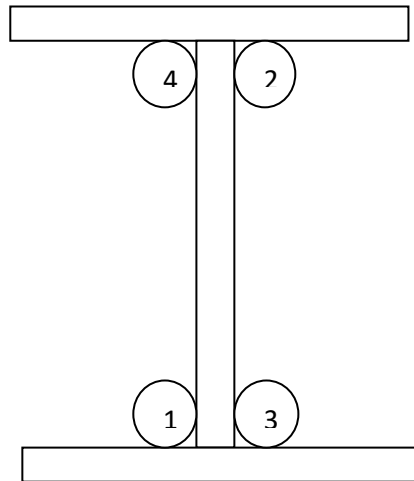


Рисунок 2.8 – Послідовність виконання поясних швів балки

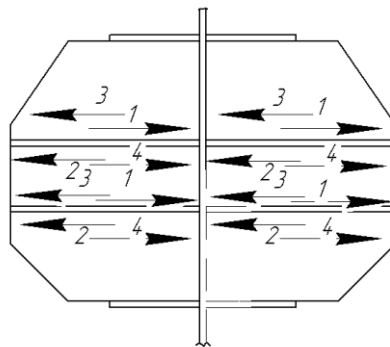


Рисунок 2.9 – Послідовність виконання швів елемента колони

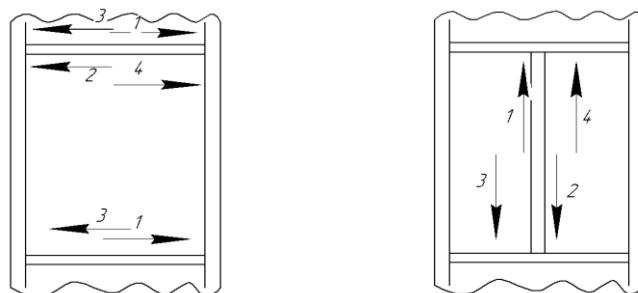


Рисунок 2.10 – Послідовність виконання швів елемента колони.

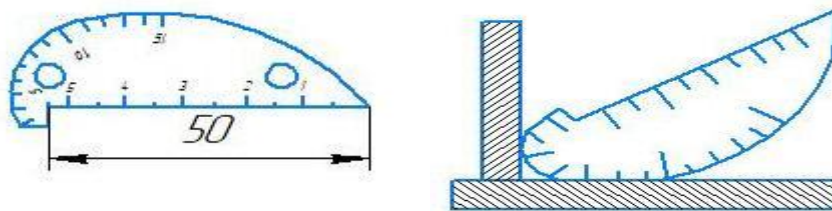
2.11 Способи об'єм та організація контролю якості складальних і зварювальних робіт. Обладнання, технологія контролю

Контроль якості проводиться на всіх стадіях збирання конструкції та її зварювання. Якість підготовки кромки та складання заготовок під зварку, якість виконання швів всіх зварних з'єднань елемента колони контролювати зовнішнім оглядом – 100 % та ультразвуковим контролем – 70 %.

Спочатку зовнішнім оглядом контролюють зварювальні матеріали, щоб виявити в них виробничий або набутий брак (наявність вм'ятин, окалини, заусенців і т.п.). Також зовнішнім оглядом контролюють пробне зварювання при захисті в середовищі газів, коли встановлюють новий балон, щоб перевірити якість газу.

Перевіряють якість зачищення кромки. Крім того, контролюють, величину зазору між збираємими деталями. З цією метою використовують спеціальні шаблони (див.рис. 2.11, 2.12), кутники та лінійки.

Зовнішній огляд проводять також в процесі зварювання. На цій стадії потрібно контролювати режими зварювання, стабільність горіння дуги, правильність накладання швів. Огляд проводять неозброєним оком або за допомогою лупи.



Умовні позначки:

- а) універсальний шаблон;
- б) використання шаблону для контролю таврового.

Рисунок 2.11 – Шаблони для перевірки зварних швів А. І. Красновського.

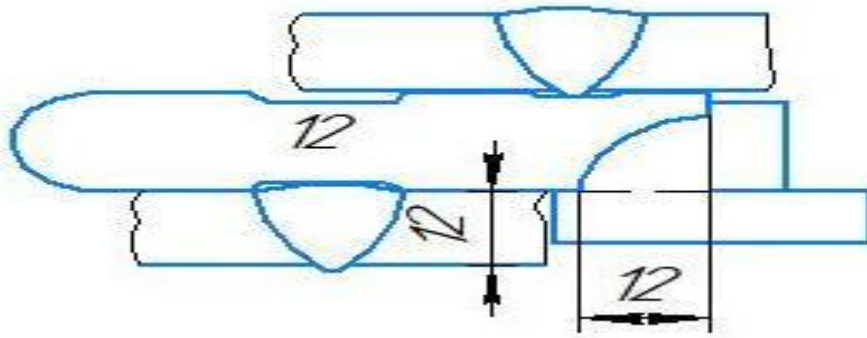


Рисунок 2.12 – Спеціальний шаблон

В першу чергу потрібно виявити такі дефекти швів, як тріщини, підрізи, пори, прожоги, напливи, непровари та інші недопустимі дефекти.

Також потрібно виявити дефекти, пов'язані з формою шва (див.рис.2.13, 2.14). При зовнішньому огляді використовують оглядові лупи (марок ЛПК – 470, ЛПК – 471) та бінокулярні налобні лупи (БЛ – 1, БЛ – 2) з двократним збільшенням. Крім того, для пошуку та оцінювання дефектів використовують складні кармані лупи (ЛП – 1, ЛАЗ, ЛАП–4) зі збільшенням у 2,5 – 7 раз та від 7 до 20 кратного збільшення.

Після проведення зовнішнього огляду та виправлення недопустимих дефектів, зварювальні з'єднання підвергають контролю іншим фізичним методом, для виявлення внутрішніх дефектів використовувати метод ультразвукового контролю.

Ультразвукова дефектоскопія оснований на властивості ультразвукових хвиль направлено розповсюджуватися в середовищах та відображатися від границь, або порушених суцільностей (дефектів), володіючих іншими акустичними опорами (див. рис. 2.15). Для контролю якості зварних з'єднань використовувати ехо – імпульсний метод. Він лаштується в озвучуванні виробу короткими імпульсами ультразвуку та реєстрації ехо – сигналів, відображених від дефекту до приймача. Ознакою дефекту є явище імпульсу на екрані дефектоскопа.

До основних переваг ультразвукової дефектоскопії відносяться:

- висока чуттєвість, мобільність апаратури;
- оперативність в отриманні результатів;
- 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 мм до 2800 мм.

Контроль прямим та однократно відбитим променем здійснюють при переміщенні перетворювача біля шовної зони. Цей спосіб дозволяє здійснювати контроль з одного боку виробу, а також прозвучувати “мертву зону”.

Ультразвуковий контроль повинен складатися з наступних етапів:

- вибір основних параметрів сканування, виходячи з параметрів з’єднання, належного контролю та змінний ККД на контроль;
- налаштування дефектоскопу по контрольним зразкам на задані параметри;
- очищення поверхні сканування від бризок металу, бруду;
- нанесення контактуючого змащуючого матеріалу на шукачі та поверхні сканування;
- забезпечення економічних та ергономічних умов контролю.

Для проведення контролю використовувати ультразвуковий дефектоскоп марки 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 2.11 – Основні технічні характеристики УД2 – 70 [8]

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 погрішність вимірювання глибини залягання дефекту H_x , мм	$\pm (0,5+0,02H_x)$
Абсолютна погрішність вимірювань відношення амплітуд сигналів M_x , мм	$\pm(0,2+0,03M_x)$
Час безперервної роботи від акумуляторної батареї, год, не менше	8

Особливості дефектоскопа:

- дві незалежні вимірювальні строби;
- система автоматичної сигналізації дефектів;
- можливість запам'ятовування: 100 програм налаштувань, 100 зображень екрану, 2000 результатів вимірювання;
- режим роботи з АРД діаграмами;
- режим роботи з АРУ, режим роботи “СПИСІВ”;
- режим «електронна лупа»;
- режим «стоп – кадр», функція «замок»;
- режим зв'язку з ПЕВМ.

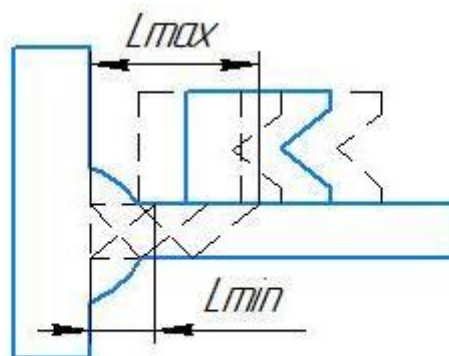


Рисунок 2.13 – Схема ультразвукового контролю

2.12 Вплив параметрів режиму зварювання на формування шва

Сила струму є вкрай важливими параметром при зварюванні. У великій мірі саме сила струму визначає структурно-фазовий стан наплавленого металу, фізико-механічні характеристики і в кінцевому рахунку, геометрію шва. Однак, такі параметри шва, як ширина, глибина проплавлення і висота посилення важко піддаються прогнозу, залежать від багатьох факторів і є більше індивідуальними для конкретного металу.

Концепція отримання сплавів і структурно-фазових станів у великій мірі визначається технологією її виготовлення. Враховуються такі чинники, як швидкість охолодження металу, технологічний вплив і т.д. При кристалізації і формуванні структур важливе значення, особливо при зварюванні і наплавленні, мають параметри режиму, при якому безпосередньо наноситься покриття.

В першу чергу, це пов'язано з тим, що конструктори і розробники вибирають стандартизовані матеріали, змінюючи при цьому режими, для того, щоб отримати задані геометричні параметри шва, такі як ширина шва, глибина проплавлення, висота посилення і ін.

Однак, зміна технології у вигляді зміни швидкості зварювання, сили струму зварювання, напруги і т.п. в поєднанні збільшити продуктивність, зокрема, коефіцієнт наплавлення матеріалу, часто призводить до того, що стандартні матеріали, зварені на інших режимах, можуть значно відрізнитися за фізико-механічними властивостями і структурно-фазового стану.

При цьому важливо розуміти, що створення аналітичних залежностей утруднено складністю розрахунків, які в першу чергу пов'язані з різними розмірностями використовуваних величин (міліметри, секунди, ампер, вольти і т.д.) і залежність математично може існувати тільки в узагальненому вигляді, показуючи взаємозв'язок і взаємний вплив на виходить параметр y у вигляді $y = f(x_1, x_2, \dots, x_n)$ [12].

Численні спроби вчених створити практично дієздатну формулу для встановлення чисельних величин поки не увінчалися успіхом. Ймовірно, для цього буде потрібно значну кількість часу і матеріальних витрат. Тому для науковців і промисловців вкрай необхідна технологія розрахунку цих параметрів і результати досліджень, щодо кореляції цих параметрів між собою. На підставі вищевикладеного, нами бачиться вихід з цієї ситуації, який полягає в тому, що для практичних розрахунків може бути використана математична залежність у вигляді полінома створеного на базі активного експерименту з відомим математичним методом планування і обробки результатів дослідження.

Таким чином, нами була поставлена задача вивчити кореляцію сили струму, ширини шва, висоти посилення і глибини проплавлення шва і фізико механічних характеристик звареного металу і їх структурно фазових станів.



Рисунок 2.14 – Вплив режиму зварювання на форму шва

Таблиця 2.12 – Залежність параметрів шва від сили зв. струму при автоматичному зварюванні під флюсом

№ досліджу	Глибина проплавлення Н	Висота підсилення С	Ширина шва В	Швидкість зварювання м/год	Сила струму А
1	4	0,25	6,4	30	350
2	5	0,3	7	30	400
3	5,5	0,4	7,5	30	450
4	6	0,4	9,2	30	500
5	7	0,45	10	30	550
6	7,2	0,45	10	36	600
7	7,5	0,45	10,3	36	640
8	7,8	0,5	10,5	36	670
9	7,8	0,5	11	36	700
10	8	0,5	11,3	36	730
11	8	0,5	11,2	42	750
12	8,5	0,6	11,4	42	770
13	8,9	0,6	11,4	42	790
14	9,2	0,7	11,8	42	820
15	9,5	0,7	12	42	850

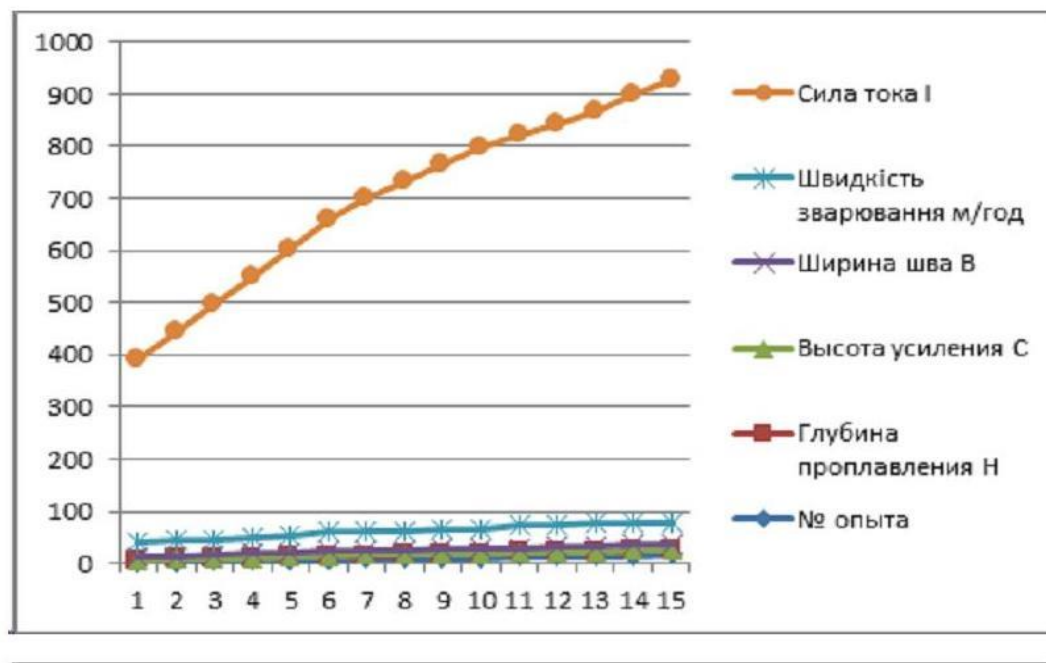


Рисунок – 2.15 Вплив сили зварювального струму на технологічні параметри при автоматичному зварюванні під флюсом

Таблиця 2.13 – Залежність параметрів шва від сили зварювального струму при механічному зварюванні в захисних газах ТЗ

№ досліджу	Глибина проплавлення, Н	Висота підйдення, С	Ширина шва, В	Швидкість зварювання, м/год	Сила струму, А
1	6	0,6	10,7	18	240
2	6,8	0,8	10,8	20	270
3	7,5	0,8	11	20	300
4	8	1	11,3	20	340
5	10	1	14,1	28	340

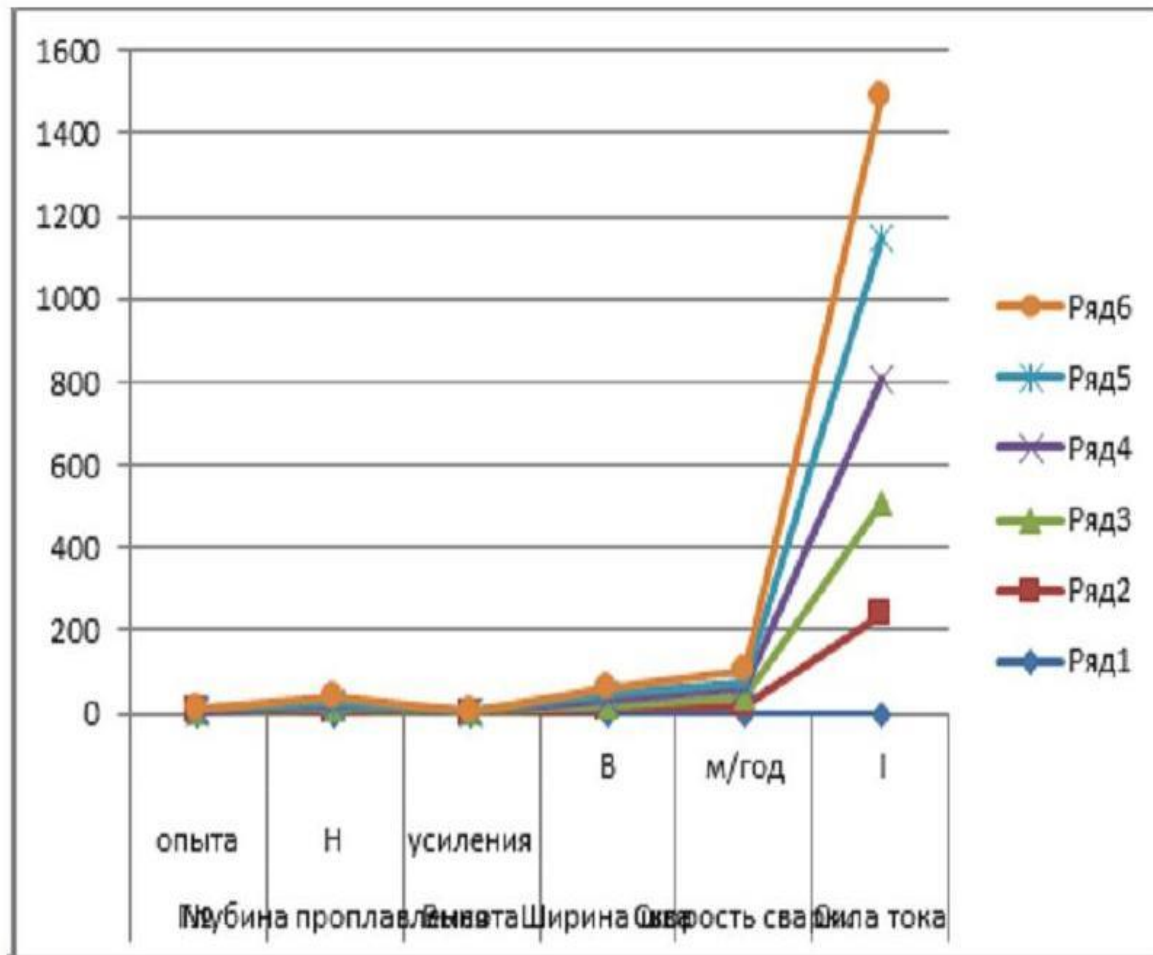


Рисунок 2.16 – Вплив сили зварювального струму на технологічні параметри при механізованому зварюванні в захисних газах ТЗ

Таблиця 2.14 - Залежність параметрів шва від сили зварювального струму при механічному зварюванні в захисних газах Н1

№ досліджу	Глибина проплавлення, Н	Висота підсилення, С	Ширина шва, В	Швидкість зварювання м/год	Сила струму А
1	8	0,8	8,5	28	260
2	9	0,9	9	28	270
3	10	0,9	11	28	280
4	10	1	11,3	28	340
5	18	1,2	25,4	18	340

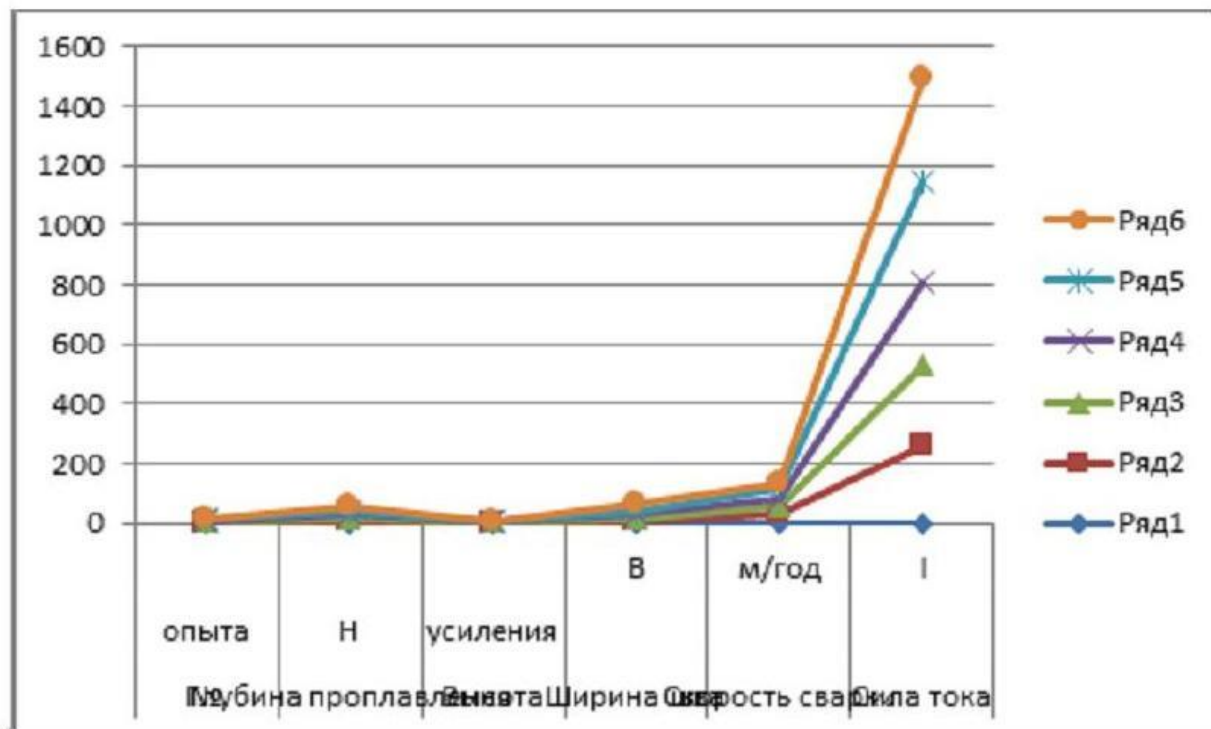


Рисунок 2.17 – Вплив сили зварювального струму на технологічні параметри при механізованому зварюванні в захисних газах Н1

Таблиця 2.15 – Залежність параметрів шва від сили зварювального струму при механічному зварюванні в захисних газах Т1

№ опыта	Глубина проплавления	Высота подсиления	Ширина шва	Скорость сваривания	Сила струма
	Н	С	В	м/год	А
1	14	0,9	18,6	19	260
2	15	0,9	19,7	18	270
3	16	1	20	18	280
4	18	1,1	23	18	300
5	18	1,3	25,4	18	340

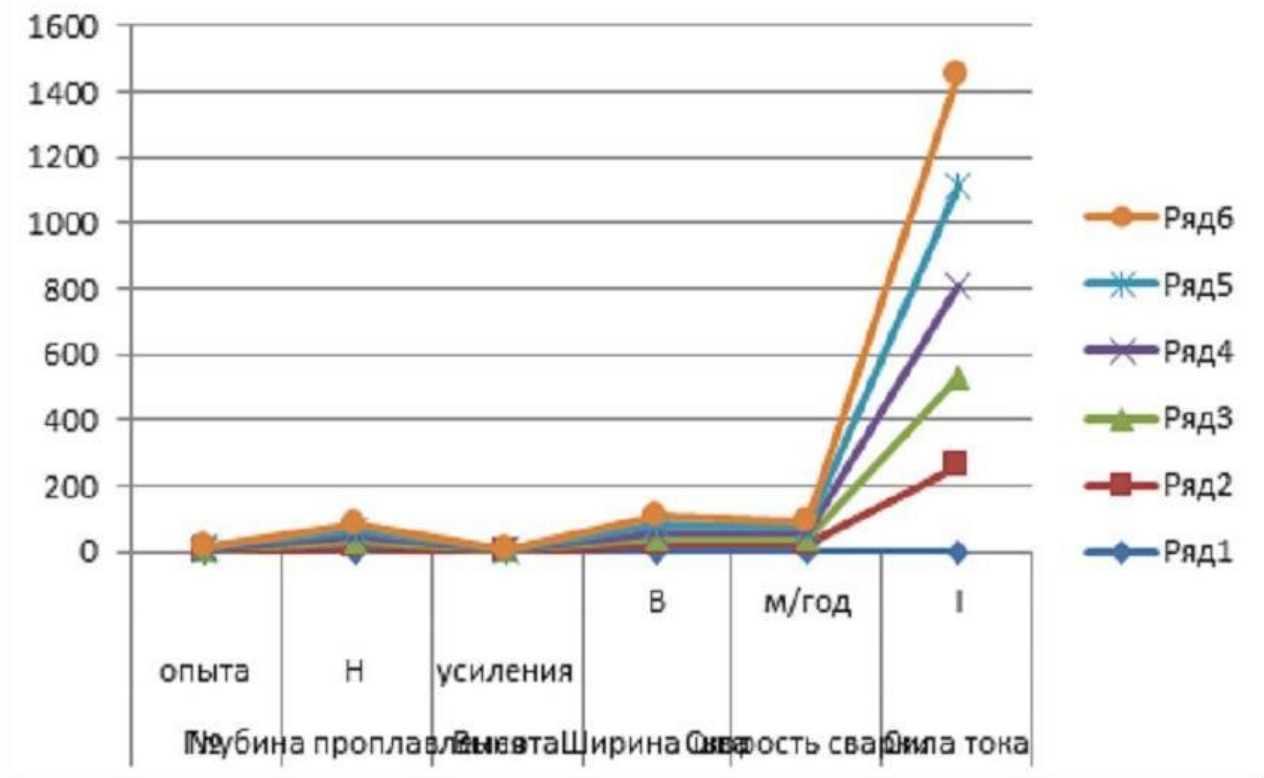


Рисунок 2.18 – Вплив сили зварювального струму на технологічні параметри при механізованому зварюванні в захисних газах Т1

3 РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПЛАНУ

3.1 Вибір підйомно – транспортного устаткування

За допомогою підйомно – транспортного устаткування в складально зварювальному виробництві виконується: завантаження, транспортування, розвантаження, а також кантування заготовок, деталей, зварних вузлів і готових виробів на всіх стадіях технологічного процесу.

Для подавання та переміщення вантажів та обладнання по цеху, а також для перевезення готового елемента колони до місця контролю якості, і потім до складу готової продукції використовувати електричний двобалочний мостовий кран (див.рис.3.1) вантажопід'ємністю 10 т ISO 4301. Для транспортування заготовок, дрібних деталей та вузлів застосовувати кран – балка вантажопід'ємністю 1 т.

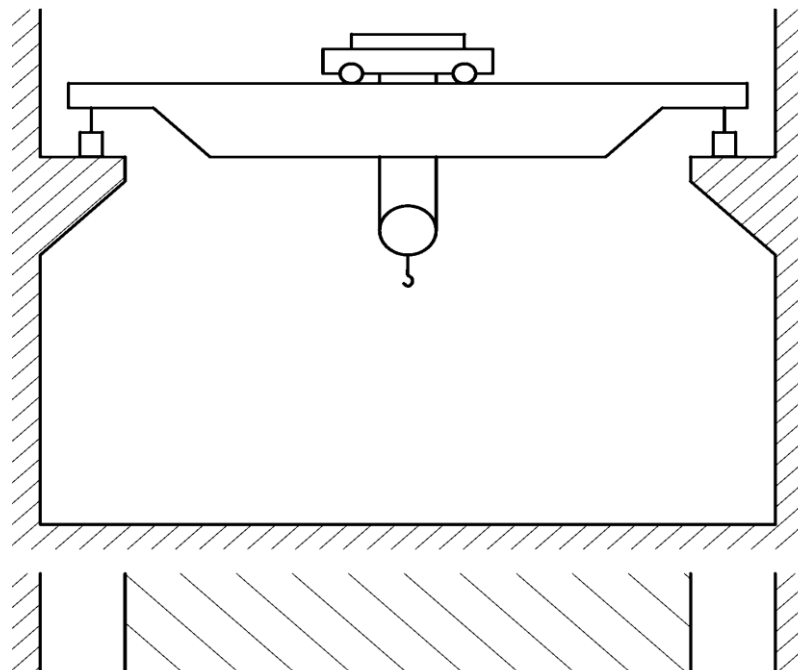


Рисунок 3.1 – Двобалочний мостовий кран

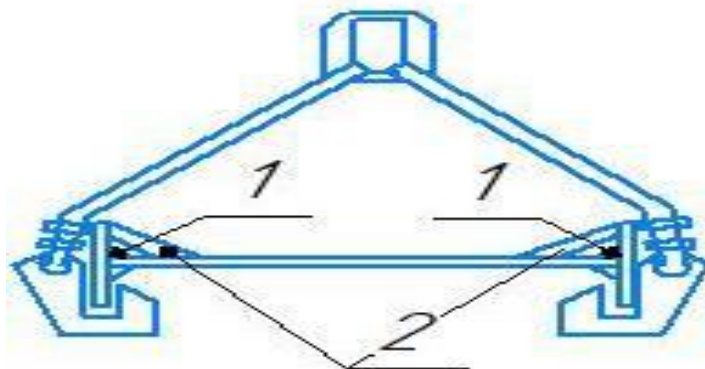
Мостові крани є універсальним і найбільш поширеним підйомно транспортним устаткуванням, обслуговуючим практично всю площу прольотів виробничих цехів, складів матеріалів і устаткування. Вантажозахватними пристроями мостових кранів служать крюки, електромагніти і вакуумні траверси. Двобалкові мостові крани переміщуються по підкранових путях, які укладаються на підкранових подовжніх балках, закріплених на (консольних) виступах колон цеху, і зазвичай обладнуються рухомими візками кранів з підйомним механізмом, яку переміщуються упоперек прольоту цеху.

Для транспортування заготовок, дрібних деталей та вузлів застосовувати кран – балка вантажопід'ємністю 1 т.

Мостовий кран опирається чотирма колесами на підкрановий шлях, встановлений на колонах цеху, і переміщується по ньому вздовж усього прольоту.

Кран – балка рухається по одній рейці, яка розташовується на підлозі цеху вздовж ділянки.

Для зняття балки із кондуктора, кантувача та інших пристосувань використовувати спеціальні захвати (див рис 3.2) для цього встановлюються тимчасові розпірні планки для фіксації положення полиць (див. рис. 3.3)

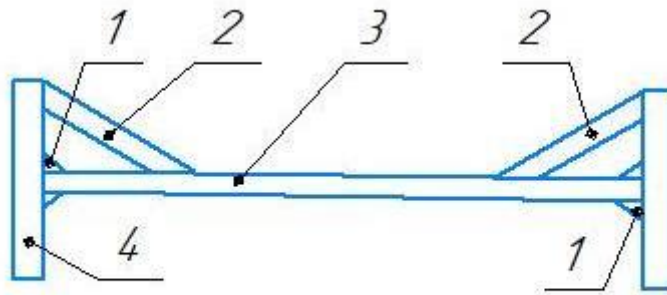


Умовні позначки:

1 – прихоплювачі;

2 – розпірка.

Рисунок 3.2 – Захват для транспортування двотаврів



Умовні позначки:

1 – прихоплювання;

2 – розпірка;

3 – стінка;

4 – полиця.

Рисунок 3.3 – Схема встановлення тимчасових розпірних планок

3.2 Організація енерго - та газопостачання

Витрати на електроенергію для зварювання складають від 70 % до 75 % загальних витрат електроенергії на виробництво.

Встановлення певної потужності зварювального електроустаткування $S_{ЗАГ}$ визначається по формулі:

$$S_{ЗАГ} = S_{P1} + S_{P2} + S_{P3} + \dots, \quad (3.1)$$

де S_{P1} , S_{P2} , S_{P3} – сумарні потужності груп споживачів одної характеристики.

Повна потужність кожної з вказаних груп споживачів визначається по формулі:

$$S_P = \frac{\sum P_P \cdot K_C}{\cos \varphi} \quad (3.2)$$

де $\sum P_P$ – сумарна активна потужність споживачів однієї групи.

K_C – коефіцієнт попиту, який залежить від завантаження зварювально – термічного устаткування

$\cos \varphi$ – середній коефіцієнт потужності електроприймачів даної групи при їх експлуатації.

Після проведення розрахунків і встановлення споживчої потужності на зварювальні роботи визначається число комплексних трансформаторних пунктів (КТП).

Трансформатори для зварювальних установок можна підключати спільно з іншими споживачами, але за умови, що сумарна потужність зварювальних апаратів буде не менше 80 % загальної потужності споживачів.

Для організації соціалізованого електроживлення зварювального устаткування, його необхідно розміщувати в зоні виробництва зварювальних робіт з застосуванням електророзводок.

Для підключення зварювального устаткування до електромережі високої напруги застосовувати мідні дроти та алюміній різних марок.

Поперечна площа дротів підбирається зі справ очних даних залежності від величини і частоти робочого струму.

Орієнтований розрахунок ведеться за формулою:

$$S = \frac{\ell}{j} \quad (3.3)$$

де S – площа поперечного перерізу дроту, мм²;

ℓ – величина робочого струму, А;

j – допустима щільність струму, А/мм².

Після цього дроти перевіряють на величину падіння напруги. Допустимий спад напруги в мережі від 220 В до 380 В складає 5 %.

Газопостачання:

Доставка захисної суміщі газів CORGON 8 може здійснюватися наступним чином:

– постачання в балонах ємністю 10 л, 20 л, 40 л, 50 л під тиском від 15 МПа до 20 МПа;

– централізованим способом живлення постів механізованого зварювання від рампи.

Способи постачання захисної суміщі газів CORGON 8 визначаються по об'єму робіт. [5]

3.3 Опис плану дільниці

На дільниці для складання та зварювання елемента колони знаходиться склад заготовок, два місця складання, місце автоматичного зварювання, місце механізованого зварювання, склад дрібних деталей, місце контролю, склад готової продукції.

Біля місць складання та механізованого зварювання знаходиться інверторне джерело з напівавтоматом MIG – 500 і балон з суміщу газів CORGON 8. Біля місця автоматичного зварювання знаходиться випрямляч GTN 1402 і автомат КА 1-UP.

Через всю дільницю проходить електромережа в 380 В і 220 В, мережа питної води, мережа технічної води, мережа стиснутого повітря, мережа вуглекислого газу і кисню.

Дільницю обслуговує мостовий кран вантажопід'ємністю 10 т і кран – балка вантажопід'ємністю 1 т. Вздовж всієї дільниці проходить пожежний проїзд.

На ділянці передбачені два пожежних щита, три вогнегасника, три фонтанчика питної води. Ділянка знаходиться в цеху з прольотом 24 м і відстанню між колонами 12 м.

4 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ РОЗРАХУНКИ ЗВАРЮВАЛЬНОЇ ДІЛЬНИЦІ

4.1 Організація дільниці із зварювання елемента колони

Одним із найважливіших завдань організації виробництва є забезпечення найменшої тривалості виробничого процесу, тобто циклу виготовлення продукції.

При нормуванні заготівельних робіт, робіт зі зварювання потрібно брати до уваги серійний характер виробництва, який впливає на структуру норми часу.

Норми часу на процес виготовлення зразків для випробувань зварювальних матеріалів представлені в табл. 4.1.

Таблиця 4.1 – Технічне нормування операцій

Найменування операцій	Норма штучного часу, н/год, за новою технологією	Базова норма штучного часу, н/год
Складання	10	24,5
Ручне дугове зварювання	–	18,37
Зварювання автоматичне	3,1	–
Зварювання механізоване	7,46	–
Підготовчо-завершальний час	1,5	1,5
Норма часу на одиницю виробу	22,06	44,37

4.2 Виробнича програма і її матеріальне забезпечення

Основою для розрахунку ділянки з виготовлення зразків для випробувань зварювальних матеріалів є виробнича програма в штуках.

У данному дипломному проекті приймаємо виробничу програму з виготовлення зразків для випробувань зварювальних матеріалів рівною 470 зразків. (див. табл. 4.2)

Таблиця 4.2 – Виробнича програма зразків за рік

Найменування виробу	Норма часу на виріб, н/год	Виробнича програма	
		штук	н/год
Елемент колони	22,06	370	8162,2

Таблиця 4.3 - Розрахунок потреби в матеріалах, і їх вартість

Найменування матеріалу	Норма витрати		Ціна за 1 кг матеріалу, грн	Вартість на програму, грн
	На виріб, кг	На програму, кг		
Сталь 09Г2С	6150	2091000	22	46002000
Дріт Св – 08ГАО G4Si1	14,6 29,31	4964 9965,4	34,9 35	173243,6 348789
Флюс АН – 348А	14,9	5066	21	106386
Захисний газ CORGON8	52,28	17775,2	9,04	169686
Всього				46800104,6

Транспортні витрати складають 10% від вартості виробів – 4680010,46 грн.

Балансова вартість матеріалів з урахуванням транспортних витрат:

$$46800104,6 + 4680010,46 = 51480115,06 \text{ грн}$$

4.3 Розрахунок кількості обладнання та площі ділянки

На даній виробничій ділянці двозмінний режим роботи при п'ятиденному робочому тижні – 80 годин. Тривалість робочої зміни 8 годин.

Номінальний фонд часу роботи обладнання для двозмінного режиму роботи прийнятий 4000 годин.

Ефективний (дійсний) фонд часу роботи обладнання за рік визначається за формулою:

$$F_{\text{еф}}^{\text{об}} = F_{\text{ном}} \cdot (1 - K_{\text{в}}) = 4000 \cdot (1 - 0,07) = 3720 \text{ год} \quad (6.1)$$

де $F_{\text{ном}}$ – номінальний фонд часу роботи устаткування;

$K_{\text{в}}$ – коефіцієнт витрат часу на ремонт та обслуговування обладнання,

$$K_{\text{в}} = 0,07.$$

До складу основних фондів ділянки входять устаткування, будівлі, цінний інструмент і пристосування.

Розрахунок кількості одиниць устаткування певного типу робиться по формулі:

$$C_{\text{pi}} = \frac{\sum_{i=1}^m t_i N_i}{F_{\text{эф}}^{\text{об}}}$$

де m – кількість видів робіт;

t_i – норма часу i – ой операції, год;

N_i – річна програма i – го виробу, шт;

$F_{эф}^{об}$ – ефективний фонд роботи устаткування за рік, год.

– розрахунок кількості обладнання для складальної, операції:

Коефіцієнт завантаження устаткування $K_{зав.} = 0,99/1 = 0,99$

для механізованого зварювання:

Коефіцієнт завантаження устаткування $K_{зав.} = 0,74/1 = 0,74$

Для автоматичного зварювання:

Коефіцієнт завантаження устаткування $K_{зав.} = 0,31/1 = 0,31$

Таблиця 4.4 – Розрахунок кількості устаткування

Найменування операції	Устаткування	Кількість устаткування, шт	Коефіцієнт завантаження, K_z	Ціна устаткування за прейскурантом, грн	Потужність двигунів кВт/год
Складання	Кантувач з рамою	1	0,99	227620	4
	MIG -500	1		58428	24,4
Зварювання автоматичне	Контувач КА 1-UP	1	0,31	127620	3,5
	GTН 1402	1		295000	25
		1		185000	0,5
Зварювання механізоване	Контувач MIG -500	1	0,74	127620	3,5
		1		58428	24,4
	Кран балка	1		47000	4
	Всього			1019096	

Транспортні витрати складають 10% від вартості устаткування – 101909 грн

Таблиця 4.5 – Основні фонди ділянки їх структура і амортизаційні відрахування

Групи основних фондів	Балансова вартість, грн	Термін експлуатації (роки)	Річні амортизаційні відрахування, грн
Будівлі	2160000	45	48000
Споруди	540000	30	18000
Устаткування	64570	15	4304,6
Інструмент	193700	5	38740
Інвентар	34914	3	11638
Загалом	2993184		120682,6

4.4 Розрахунок кількості персоналу ділянки

Чисельність основних працівників на нормованих роботах ділянки по кожній професії визначається по формулі:

$$Ro = \frac{\sum_{i=1}^m t_i N_i}{F_{\phi}^p K_{BH}}, \quad (4.8)$$

де m – кількість видів робіт;

t_i – норма часу i – ой операції, год;

N_i – річна програма i – го виробу шт;

$K_{BH} = 1,05$ – коефіцієнт виконання норм вироблення;

F_{ϕ}^p – ефективний фонд роботи робітника в рік визначається по формулі

$$F_{\partial}^p = F_{НОМ} (1 - h) \text{ ч,}$$

$$F_{\partial}^p = 3720 \text{ год}$$

Розрахунок кількості працівників:

$$Ro = \frac{\sum_{i=1}^m t_i N_i}{F_{\partial}^p K_{BH}} = \text{чол}$$

- кількість робітників на складальну операцію:

$$Ro = \frac{\sum_{i=1}^m t_i N_i}{F_{\partial}^p \hat{E}_{\hat{A}f}} = \frac{10 \delta 370}{3720 \cdot 1,05} = 0,99 \text{ чол}$$

- кількість робітників на автоматичне зварювання:

$$Ro = \frac{\sum_{i=1}^m t_i N_i}{F_{\partial}^p \hat{E}_{\hat{A}f}} = \frac{3,1 * 370}{3720 \cdot 1,05} = 0,32 \text{ чол}$$

- кількість робітників на механізоване зварювання:

$$Ro = \frac{\sum_{i=1}^m t_i N_i}{F_{\partial}^p \hat{E}_{\hat{A}f}} = \frac{7,46 \cdot 370}{3720 \cdot 1,05} = 0,78 \text{ чол}$$

На підставі розрахунків можна зазначити, що робітники за вище зазначеними операціями є не завантаженими в повному обсязі. Це відповідає

сучасній ситуації багатьох підприємств. Тому було б доцільно використовувати сумісництво операцій.

Для забезпечення належного протікання технологічного процесу зварювання потрібно робітників відповідних кваліфікацій.

Загальна чисельність персоналу приведена в таблиці

Таблиця 4.6 - Загальна чисельність персоналу

Категорії робітників	Кількість, чоловік	Розряд	Середній розряд	Вихід в зміну	
				1	2
Основні робочі:					
– складання	2	5	5	1	1
– зварювання автомат.	2	5		1	1
– зварювання н/авт.	2	5		1	1
Всього	6			3	3
Допоміжні робочі	2			1	1
Всього	2			1	1
Майстер	2			1	1
Технолог	2			1	1
Разом	12			6	6

4.5 Фонд оплати праці

Сума заробітної плати, яка виплачується працівникам підприємства, утворює фонд заробітної плати. Фонд заробітної плати розраховується згідно з прийнятими формами і системами оплати праці. Цей показник розраховується окремо по кожній групі працівників, і в цілому по ділянці.

Річний фонд зарплати складається з тарифного фонду доплат, і премій.

Тарифний фонд заробітної плати основних працівників - відрядників розраховується по формулі:

$$Z_{\text{відрядників}} = N_i \sum_{i=1}^n P_i,$$

де N_i – річна виробнича програма, шт;

n – кількість операцій технологічного процесу;

P_i – розцінка на операцію розраховується по формулі:

$$P_i = c_i \cdot t_i$$

де c_i – годинна тарифна ставка відповідного розряду, грн;

t_i – норма часу на операцію, год;

Розрахунок розцінок зведений в таблиці 4.7

Таблиця 4.7 – Розрахунок розцінок за операціями

Операція	Норма часу, год	Розряд	Годинна тарифна ставка, грн.	Розцінка, грн.
Складальник	10	5	60	600
Зварник автомат	3,1	5	70	217
Зварник механізованим зв	7,46	5	72,45	540,5
Всього				1357,5

Тарифний фонд заробітної плати основних працівників складає:

$$Z_{\text{сд.}} = 1357,5 \cdot 340 = 461550 \text{ грн.}$$

Додаткова заробітна основних робітників, премії з фонду зарплати 60 %

$$Z_{\text{доп}} = 461550 \cdot 0,6 = 276930 \text{ грн.}$$

Премії з прибутку 15% від фонду зарплати

$Z_{\text{прем}} =$ Річний фонд заробітної плати основних робітників.

$Z_{\text{год}} =$ Тарифний фонд заробітної плати допоміжних працівників погодинників визначається по формулі:

$$Z_{всп} = C_1 \cdot K_{тар.сред.} \cdot F^p_{эф.} \cdot R_{вспом}$$

де C_1 – годинна тарифна ставка першого розряду, грн;

$R_{вспом}$ – чисельність допоміжних працівників, чол;

$K_{тар.сред.}$ – середній тарифний коефіцієнт.

$$K_{тар.сред.} = \frac{\sum_{i=1}^m ki Ri}{R_{вспом}},$$

де m – количество разрядов вспомогательных работников, чол;

k_i – тарифный коэффициент i -ого разряд;

R_i – кількість допоміжних працівників i -ого розряду;

$R_{вспом}$ – кількість допоміжних робітників i -ого розряду.

$$K_{тар.сред.} = \frac{1,7 \cdot 2 + 1,5 \cdot 2 + 2 \cdot 1,7}{6} = 1,63$$

$$Z_{всп} = 10,5 \cdot 1,63 \cdot 1860 \cdot = 31833,9 \text{ грн.}$$

Заплановані доплати і премії – 50 % від тарифного фонду:

$$31833,9 \cdot 0,5 = 15916,95 \text{ грн}$$

Премії з прибутку:

$$47750,85 \cdot 0,15 = 7162,6275 \text{ грн.}$$

Річний фонд заробітної плати допоміжних працівників складає:

$$31833,9 + 15916,95 + 7162,6275 = 54913,5 \text{ грн.}$$

Розрахунок фондів заробітної плати керівників і фахівців приведена в таб. 4.8

Звідна відомість фонду заробітної плати усіх категорій працюючих, чисельність працівників і їх середня зарплата в таблиці 4.9

Таблиця 4.8 - Розрахунок фондів заробітної плати ІТР

Посада	Чисельність, чол.	Місячний оклад, грн..	Сума місячних окладів, грн..	Річний фонд, грн..
Майстер	2	8600	17200	206400
Технолог	2	6600	13200	158400
Всього	4			364800

Таблиця 4.9 – Звідна відомість оплати праці

Категорія персоналу	чисельність Чол.	Фонд зарплати, грн.			Серед.міс. зарплата грн.	Відрахуван-ня на соц. страхування, грн
		Основні тарифікації	Додаткові	Річний фонд		
Основ.вироб.робітники	6	461550	184620	646170	8974,6	141277,2
Допоміжні	2	31833,9	23079,1	54913,5	2288,1	12080,98
Керівники ІТР	4	364800	182400	547200	11400	120384
Всього	12			1294438,5	22662,7	273742,2

4.6. Розрахунок собівартості зварювальних робіт

Собівартість продукції річного випуску визначається усіма витратами ділянки протягом року по наступних статтях прямих і непрямих витрат.

А. Прямі витрати:

Стаття 1

Основні і допоміжні матеріали – 46800104,6 грн;

Стаття 2

Тарифна заробітна плата основних працівників – 461550 грн;

Стаття 3

Доплати, допоміжна зарплата, премії – 184620грн;

Стаття 4

Нарахування на соціальне страхування – 141277,2 грн;

Стаття 5

Паливо і енергія на технологічні цілі

$$\text{Зэн.} = C \cdot W \cdot \text{шт.} \cdot N = 2,68 \cdot 85 \cdot 0,27 \cdot 370 = 22757,3 \text{ грн.}$$

Б. Непрямі витрати:

– витрати на утримання і експлуатацію устаткування: 1846200 грн.

– загальновиробничі витрати: 1384650 грн.

Таблиця 4.10 – Калькуляція собівартості зварювальних робіт

№	Найменування статей витрат	Витрати, грн..		
		на програму	На одиницю, за новою технологією	на одиницю, за старою технологією
1	Допоміжні і основні матеріали	46800104,6	126486,7	126486,7
2	Тарифна заробітна плата основних працівників	461550	1357,5	2572,2
3	Доплати, додаткова заробітна плата, премії основних працівників	184620	543	1028,9
4	Нарахування на заробітну плату	141277,2	381,8	792,3
5	Витрати на утримання і експлуатацію устаткування	1846200	5430	10288,8
6	Загальновиробничі витрати	1384650	4072,5	7717,6
7	Електроенергія на технологічні цілі	22757,3	61,5	129,2
Всього загальновиробнича собівартість		50841159,1	138333	146443,5

Відносні показники рахуємо по таких формулах:

Фондовіддача:

$$\Phi_{\text{отд}} = \frac{\tilde{N}_i - C_i \cdot \ddot{i}}{\hat{O}i\ddot{i}}$$

де C_p – повна собівартість продукції за рік;

$C_{m.p.}$ – вартість напівфабрикатів і матеріалів

$\Phi_{\text{осн.}}$ – вартість основних фондів.

$$\Phi_{\text{отд}} = 8,7$$

Продуктивність роботи одного працівника:

$$\Pi\Pi = \frac{C_p - C_{m.p.}}{\sum K}$$

де $\sum K$ - кількість робітників.

$$\mathcal{E} = 50841159,1 / 12 = 4236763,3 \text{ грн/чол}$$

Фондомісткість:

$$\Phi_{\text{ем}} = \frac{\Phi_{\text{осн.}}}{C_n - C_{\text{м.п.}}}$$

Визначення економічного ефекту від впровадження нової технології зварювання елемента колони

Критерієм економічної ефективності рішень, що приймаються, є приведені витрати. Економічно-ефективним виступає той варіант, по якому приведені витрати будуть найменшими.

Розрахунок економічного ефекту для устаткування довготривалого використання робиться по формулі:

$$Z_1 = C_1 + \mathcal{E}_H \cdot K_{1 \text{ пит}}$$

де: C_1 – собівартість одиниці продукції по базовому варіанту, грн.;

Z_2 – приведені витрати одиниці продукції по новому варіанту, грн.;

$$Z_2 = C_2 + \mathcal{E}_H \cdot K_{2 \text{ пит}}$$

де: C_2 – собівартість одиниці продукції по новому варіанту, грн.;

$K_{1,2 \text{ пит}}$ – питомі капітальні вкладення, грн;

$$Z_2 = 138333 + 0,15 \cdot \frac{50841159,1}{370} = 158944,3 \text{ грн}$$

$$z_l = 146443,5 + 0,15 \cdot \frac{50841159,1}{370} = 167054,8 \text{ грн}$$

$$\dot{Y} = [167054,8 - 158944,3] \cdot 370 = 3000878$$

Економічний ефект від впровадження нової технології зварювання елемента колони 3000878 грн.

Для зниження собівартості продукції потрібно:

1) підвищувати технічний рівень виробництва: застосовуючи нову техніку і технології, механізацію і автоматизацію виробничих процесів, удосконалювати техніку і технології, які використовуються на виробництві.

2) покращувати організацію виробництва і праці: розвиваючи спеціалізацію виробництва, покращувати матеріально-технічне постачання і використання матеріальних ресурсів, скорочувати транспортні затрати.

3) змінювати об'єм і структуру продукції: відносно зменшення умовно-постійних затрат і амортизаційних відрахувань в результаті росту об'єму виробництва, зміна структури продукції, підвищення її якості.

Для зниження собівартості зварювальних робіт потрібно:

1) підвищувати технічний рівень виробництва: застосовуючи нову техніку і технології, механізацію і автоматизацію виробничих процесів, удосконалювати техніку і технології, які використовуються на виробництві.

2) покращувати організацію виробництва і праці: розвиваючи спеціалізацію виробництва, покращувати матеріально-технічне постачання і використання матеріальних ресурсів, скорочувати транспортні затрати.

3) змінювати об'єм і структуру продукції: відносно зменшення умовно-постійних затрат і амортизаційних відрахувань в результаті росту об'єму виробництва, зміна структури продукції, підвищення її якості.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКИ У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

5.1 Аналіз потенційних небезпек

В розділі надані основні заходи з охорони праці при розробці технологічного процесу зварювання крупно габаритних конструкцій.

а) небезпеки що пов'язані з незадовільною професійною підготовкою фахівців, що може призвести до виникнення аварійних ситуацій;

б) можливість ураженням електричним струмом через відсутність заземлення, що може призвести до електричних травм або летального наслідку;

в) можливість отримання механічних травм при складальних роботах, внаслідок несправності пристосування, не виконання техніки безпеки.

г) можливість виникнення небезпечних ситуацій у наслідок раптової розгерметизації судів, які знаходяться під тиском

д) електрофтальмія, що може призвести до ураження органів зору у разі не використання індивідуальних засобів захисту;

ж) можливість отримання термічних опіків при роботах, внаслідок не виконання техніки безпеки.

е) незадовільне освітлення робочої зони, що може бути пов'язано з виходом з ладу освітлювальних приладів або надмірної їх забрудненості. Це може призвести до погіршення зору, погіршення здатності розрізнявати об'єкти, і як наслідок до травмування;

є) можливість загорянь причинами яких є порушення правил пожежної безпеки, виток горючих робочих газів, коротке замикання, що може призвести до пожеж;

5.2 Заходи по забезпеченню безпеки

а) для виключення аварійних ситуацій, як при виконанні робіт так і майбутніх експлуатацій слід дотримуватись безумовного виконання тех. процесу та заходів безпеки, зокрема обов'язковим є знання потенційної небезпеки з використанням захисного газового середовища: аргон інертний газ, токового навантаження, відсутність надійних методів зварювання, що призвести до руйнування конструкції в подальшій експлуатації.

б) для попередження ураження електричним струмом необхідно здійснювати наступні заходи захисту:

Організаційні заходи: до виконання робіт допускаються особи віком не молодше 18 років, що пройшли навчання та перевірку знань з електробезпеки згідно ДНАОП 1.1.10 – 1.01 – 2000 «Правила безпечної експлуатації електроустановок – споживачів» та отримали допуск з електробезпеки відповідної групи.

Для кожного електроспоживного обладнання повинні бути складені експлуатаційні схеми нормальної і аварійної роботи.

Технічні заходи: Всі не ізолювані струмопровідні елементи електрообладнання повинні бути надійно огорожені суцільними огороженнями, зняття або відкриття можливе тільки за допомогою спеціальних пристроїв.

Розташування струмоведучих частин на недоступній висоті. Висот розташування визначається значенням напруги: при нарузі до 1000 В — не менш 3,5 м, при нарузі більше 1000 В – не менше 6 м. Зварювальні проводи мають бути гнучкими з гнучкою та міцною ізоляцією. Принцип дії захисного заземлення полягає у зниженні до безпечних значень напруги дотику, яка обумовлена замиканням на корпус. Електрообладнання необхідно заземлювати у відповідності з ПУЕ – 2015 «Правила улаштування електроустановок».

При роботах, що пов'язані з можливістю ураження електричним струмом

необхідно використовувати індивідуальні засоби захисту: сухі брезентові рукавиці, роба, взуття.

Використовувати на робочих місцях при зварюванні діелектричні килимки згідно ДСТУ ISO 6309 : 2007, ізолюючі підставки і інші електрозахисні засоби, що забезпечують електробезпеку. Для попередження працівників про можливість ураження електричним струмом на ділянках зварювання повинні бути вивішені попереджувальні написи, плакати та знаки безпеки.

Перед початком роботи перевіряються наявність і справність: огорожень і запобіжних пристроїв, струмоведучих частин електричної апаратури (пускачів, трансформаторів, кнопок і інших), заземлювальних пристроїв, захисних блокувань. При виявленні несправностей до роботи не приступати, про несправності повідомити своєму безпосередньому керівнику.

в) для виключення механічного травмування передбачається ряд заходів: наявність знаків безпеки; проведення навчання і перевірки знань з охорони праці; забезпечення працівників спеціальним одягом і спеціальними засобами індивідуального захисту.

Робітники зварювальних ділянок повинні забезпечуватись захисним спецодягом та індивідуальними захисними засобами згідно ISO 45001 : 2018[13]. Класифікації, брезентові захисні костюми згідно ISO 45001 : 2018[13].

Одяг спеціальний для захисту від підвищених температур теплового випромінювання, рукавиці брезентові згідно ISO 45001 : 2018[13]. Рукавиці спеціальні, спеціальне взуття (ботинки, напівсапоги) із захисними носками згідно ДСТУ 10998 – 74[13] «ССБП Взуття спеціальне шкіряне для захисту від механічних пошкоджень», спеціальні окуляри захисні ISO 45001 : 2018[13].

Перед початком роботи необхідно: оглянути робоче місце, привести його в порядок, звільнити проходи і не захащувати їх, оглянути, привести в порядок і надіти засоби індивідуального захисту, переконатися в тому, що підлога суха;

г) для попередження руйнування судин під тиском слід виконувати наступні вимоги ДНАОП 0.00-1.07-94 «Правила будови та безпечної експлуатації посудин, що працюють під тиском»:

Не допуск балонів без відповідного маркування або з нечітким маркуванням: на верхній сферичній частині горловини марковані: номер, ємність балону, робочий та випробувальний тиск, дата випробування та дата наступного випробування, наявність паперового сертифікату. Важливим є забарвлення балонів;

Балони повинні зберігатися в спеціальних приміщеннях, які є легкоруйнуючимися. Допускаються зберігання балонів під навісом. Зберігання в одному приміщенні кисневих та ацетиленових балонів неприпустимо;

Зберігання в вертикальному положенні на спеціальних пристроях з кріпленням хомутами;

Переміщення балонів допускається тільки в спеціальних візках. При транспортуванні наявність запобіжного ковпака є обов'язковою;

Експлуатація балонів потребує певного часу витримки в умовах ділянки для вирівнювання температури;

Для з'єднання вентиля балона з технологічним обладнанням використовують гнучкі шланги. З'єднання виконуються омідненим гайковим ключем для уникнення іскроутворення. Особливу увагу слід приділяти усуненню жирових та масляних забруднень. Перед комутацією слід продути вентиль.

Відстань від будь – якого джерела тепловипромінення >5 м. Відкриття вентиля має бути плавним. Тиск на манометрі редуктора не має перевищувати технологічний. Протікання газу неприпустиме (перевірити пробою на омилуванням);

Випрацьовувати повністю газ не можна (залишковий тиск має складати від 1 атм. до 2 атм). Для виключення надмірного підвищення тиску внаслідок надмірного нагріву балонів (40°C) необхідно передбачати охолодження.

При зварюванні в середовищі захисних газів можна застосовувати тільки редуктори згідно ДСТУ 7232 : 2011

Обладнання для газового зварювання, різання та споріднених процесів з справними манометрами.

При експлуатації редуктора можуть виникнути наступні несправності:

Самоплив – поступання газу при закритому вентилі, – такий редуктор має бути заміненим;

Замерзання редуктора – відігрівання відкритим полум'ям заборонено, лиш гарячою водою;

Спрацьовуваність різьби на штуцерній або відкидній гайці – потребує негайної заміни.

д) для захисту від впливу ультрафіолетового опромінення передбачено використання щитків зі світлофільтрами ISO 45001[13]. Технические условия», захисних окулярів типу ГС – 3, ГС – 7, ГС – 12 або встановлення світлофільтрів в камері наплавлення.

ж) для виключення термічних опіків передбачено використання індивідуальних захисних засобів, зокрема, рукавиці брезентові ISO 45001 : 2018 [13].

є) згідно СНиП 11 – 4 – 79 «Естественное и искусственное освещение. Нормы проектирования» проектування природного і штучного освітлення здійснюється з урахуванням особливості технологій і габаритів ділянки. У виробничих одноповерхових приміщеннях з* висотою 6 м природне освітлення - верхнє природне, штучне освітлення - система загального освітлення, при цьому світильники вбудовані в стелю.

Рівні освітлювання для зварювання деталей, встановлені відповідно до чинних нормативних документів і складають 300 лк, для забезпечення загального освітлення і для освітлення підсобних приміщень згідно СНиП 11 – 4 – 79 «Естественное и искусственное освещение. Нормы проектирования».

є) для виключення можливості загорянь, внаслідок порушення правил пожежної безпеки, необхідно проводити інструктаж і перевірку знань правил пожежної безпеки, відповідно до НПАОП 28.52 – 1.15 – 60 «Правила з техніки безпеки і виробничої санітарії при електрозварювальних роботах», НАПБ А.01.001 – 2004 «Правила пожежної безпеки України» і НПАОП 0.00 – 4.12 – 05

«Типове положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці».

5.3 Заходи по забезпеченню виробничої санітарії та гігієни праці

Таблиця 5.1 - Метеорологічні умови в приміщенні дільниці

Період року	Температура, с°	Відносна вологість, %	Швидкість руху повітря, м/с
Холодний	18-22	40-60	ОД-0,3
Теплий	20-23	40-60	0,1-0,4

Гранично допустимі концентрації шкідливих речовин в повітрі робочої зони у виробничих приміщеннях приведені в таблиці 5.2

Таблиця 5.2 - Гранично допустимі концентрації шкідливих речовин в повітрі робочої зони у виробничих приміщеннях.

Молібден, мг/м ³	Окис вуглецю, мг/м ³	Окис заліза, мг/м ³	Хромовий ангідрид, 1 мг/м ³ 1
2	20	4	0,01

Для зменшення концентрації шкідливих речовин на робочих місцях до гранично допустимих, застосовані місцеві витяжні панелі і фільтровитяжні агрегати, витяжні шафи та ін., згідно СНиП 2.04.05 – 91 «Строительные нормы. Отопление, вентиляция и кондиционирование».

Для освітлення дільниці зварювання використовуємо люмінесцентні лампи, які, незважаючи на свої недоліки, мають ряд переваг :

– значна світловидатність (від 5 разів до 7 разів більше ламп розжарювання);

– великий термін служби (від 6000 годин до 14000 годин).

Освітленість проходів і частин приміщення, де роботи не проводяться, повина складати не менше 25% освітлення, що створюється світильниками загального освітлення на робочих місцях, але не менше 75 лк при застосуванні газорозрядних ламп і 30 лк при використанні ламп накаливання.

а) вибір системи освітлення. За розряду зорової роботи ІУа вибираємо загальне освітлення з освітленістю 300 лк. У темному кольорі фону і малому контрасті об'єкта з фоном.

б) визначення рівня нормованої освітленості $E_n = 300$ лк.

в) джерелом світла вибираємо люмінесцентні лампи.

г) вибір типу світильників – РСП, $IP = 23$, $B / B = 1,6$.

д) оцінка коефіцієнта запасу і коефіцієнта нерівномірності освітлення: $k_3 = 2,0$; $k_2 = 1,15$ – для люмінесцентних ламп низького тиску.

е) чисельне значення індексу приміщення визначають за рівнянням:

$$i = \frac{A \cdot B}{h(A + B)} = \frac{17,5 \cdot 6,5}{7,5 \cdot (17,5 + 6,5)} = 0,63$$

де A – довжина приміщення, м;

B – ширина приміщення, м;

h – висота розміщення світильників над робочою поверхнею, м.

$$h = H - h_p - h_3 = 10 - 0,6 - 1,9 = 7,5 \text{ м}$$

де H – висота виробничого приміщення, м;

h_p – висота робочої поверхні над підлогою, м;

h_3 – висота звису світильника від стелі, м.

Якщо не задані, то розрахунок проводити за формулами: розрахунок кількості рядів світильників в приміщенні:

$$N_p = \frac{B}{(H - h_p) \cdot (L \div h)} = \frac{6,5}{(10 - 0,6) \cdot 1,6} = 0,5 \approx 1,$$

де (l , $/i$) – числове значення коефіцієнта світильника.

Розрахувати висоту підвісу світильника над робочою поверхнею:

$$i = \frac{L_{\max}}{L \div h} = \frac{12}{1,6} = 7,5 \text{ м}$$

Знайти висоту схилу світильника від стелі:

$$h_3 = H - h_p - h = 10 - 0,6 - 7,5 = 1,9 \text{ м}$$

Значення коефіцієнта використання світлового потоку лампи і загальної кількості світильників:

$$\Phi_{\Sigma} = \frac{E_H \cdot S \cdot k_3 \cdot z}{\eta} = \frac{300 \cdot 114 \cdot 2,0 \cdot 1,15}{0,46} = 171000 \text{ лм},$$

де S – площа освітлювальної поверхні, м^2 .

Визначити максимальну відстань L_{\max} між рядами і сусідніми світильниками в ряду :

$$L_{\max} = [L \div h] \cdot h = 1,6 \cdot 7,5 = 12 \text{ м}$$

Визначити кількість рядків світильників в приміщенні:

$$N_p = \frac{B}{L_{\max}} = \frac{6,5}{12} = 1.$$

Визначити умовну загальну кількість світильників в приміщенні, виходячи з позиції розташування їх у вершинах квадрата:

$$N^* = \frac{A \cdot B}{L_{\max}^2} = 0,78 \text{ шт.}$$

Розрахувати світловий потік умовного джерела світла:

$$\Phi_{Л}^* = \frac{\Phi_{\Sigma}}{N_{Л}} = \frac{171000}{0,78} = 219230 \text{ лм,}$$

де $N_{Л}$ – загальна кількість ламп в приміщенні, шт:

$$N_{Л} = N^* \cdot n = 0,78 \cdot 1 = 0,78 \text{ шт,}$$

де n – кількість ламп у світильнику.

Визначити коефіцієнт m – співвідношення між розрахунком світловим потоком $\Phi_{Л}^*$ та фактичним світловим потоком обраної стандартної лампи $\Phi_{Л}$:

$$m = \frac{\Phi_{Л}^*}{\Phi_{Л}} = \frac{219230}{109000} = 2,01.$$

Визначити оптимальну кількість світильників в приміщенні:

$$N = N^* \cdot m = 0,78 \cdot 2,01 = 1,57 \approx 2 \text{ шт,}$$

Визначити загальну розрахункову освітленість E_p в приміщенні, що створюється при застосуванні стандартних ламп:

$$E_p = \frac{\Phi_l \cdot N \cdot \mu}{S \cdot k_3 \cdot z} = \frac{109000 \cdot 2 \cdot 0,46}{114,2 \cdot 2 \cdot 1,15} = 358,5 \text{ лк.}$$

При правильному виборі типу і кількості стандартних ламп має виконуватись умова:

$$E_p = (-10\% \dots + 20\%) \cdot E_n, \text{ лк;}$$

$$358,5 \text{ лк} = 270 \dots 360 \text{ лк.}$$

Умова виконується.

Визначаємо загальну потужність освітлювальної установки

$$P_\Sigma = N_l + P_l = 2 \cdot 1000 = 2 \text{ кВт}$$

5.4 Заходи по забезпеченню безпеки у надзвичайних ситуаціях

5.4.1. Заходи з пожежної безпеки

Ділянка складання і зварювання, згідно НАПББ 03.002 – 2007 «Норми визначення категорій приміщень, будівель і зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою» відноситься до категорії «Г Згідно ДБН В. 1.1.7 – 2002 «Пожежна безпека об'єктів будівництва», визначається, як «С».

Площа ділянки складає 114 м². Виходячи з цього, згідно

НАПБ.03.001 – 2004 «типові норми причетності вогнегасників» вибирається три порошкових вогнегасника ємністю 8 літрів.

На ділянці розташований пожежний щит. До складу щита входить:

- вогнегасник – 3 шт.;
- ящик з піском – 1 шт.;
- покривало розміром 2 х 2 – 1 шт.;
- гаки – 3 шт.;
- лопати – 2 шт.;
- лом – 2 шт.;
- сокира – 2 шт.

Горінням називають складним фізико-хімічний процес взаємодії горючої речовини та окислювача, який супроводжується виділенням тепла та випромінюванням світла.

Пожежа – неконтрольоване горіння поза спеціальним вогнищем, що розповсюджується в часі і просторі.

Залежно від агрегатного стану й особих можливостей горіння різних горючих речовин й матеріалів пожежі за ДБМВ 1.1.7 – 2002 пожежна безпека об'єктів будівництва, поділяються.

– Клас А - пожежі твердих речовин, горіння яких супроводжується тлінням.

- А1 - горіння, яке супроводжується тлінням
- А2 - яке не супроводжується тлінням;
- Клас В – горіння рідких речовин
- В1 – які розчинні у воді
- В2 – нерозчинні у воді;
- Клас С – горіння газоподібних речовин (побутовий газ, водень, пропан);
- Клас D – горіння металів
- D1 – легкі метали
- D2 – лужні і лужноземельні метали

- D3 – металомісткі сполуки
- Клас Е - горіння електроустановок, що перебувають під напругою ел. струму.

Проте, нещодавно в Україні введено в дію ДСТУ EN 2 : 2014 «Класифікація пожеж», відповідно до якого поняття підкласів пожеж (A1...D3) уже не застосовується, з переліку також виключено клас Е (горіння електроустановок, що перебувають під напругою ел. струму.), а натомість введено клас F – горіння речовин, які використовують для приготування їжі (рослинних і тваринних олій та жирів) та які містяться в кухонних приладах.

Пожежовибухонебезпека речовин та матеріалів – це сукупність властивостей, які характеризують їх схильність до виникнення й поширення горіння, особливості горіння і здатність піддаватись гасінню загорянь. За цими показниками виділяють три групи горючості матеріалів і речовин: негорючі, важкогорючі та горючі.

Негорючі (неспалимі) – речовини та матеріали, нездатні до горіння чи обуглювання у повітрі під впливом вогню або високої температури. Це матеріали мінерального походження та виготовлені на їх основі матеріали червона цегла, силікатна цегла, бетон, камінь, азбест, мінеральна вата, азбестовий цемент та інші матеріали, а також більшість металів. При цьому негорючі речовини можуть бути пожежонебезпечними, наприклад, речовини, що виділяють горючі продукти при взаємодії з водою.

Важкогорючі (важко спалимі) – речовини та матеріали, що здатні спалахувати, тліти чи обуглюватись у повітрі від джерела запалювання, але нездатні самотійно горіти чи обуглюватись після його видалення (матеріали, що містять спалимі та неспалимі компоненти, наприклад, деревина при глибокому просочуванні антипіренами, фіброліт і т. ін.);

Горючі (спалимі) – речовини та матеріали, що здатні самозайматися, а також спалахувати, тліти чи обуглюватися від джерела запалювання та самотійно горіти після його видалення. У свою чергу, у групі горючих речовин

та матеріалів виділяють легкозаймисті речовини та матеріали – це речовини та матеріали, що здатні займатися від короткочасної (до 30 с) дії джерела запалювання низької енергії.

Локалізація – це стадія пожежогасіння, на якій обмежено розповсюдження полум'я та створено умови для її повної ліквідації (створено достатній запас паливно-мастильних матеріалів, вогнегасних речовин, людських ресурсів тощо). Локалізація й гасіння пожеж проводяться задля збереження матеріальних цінностей держави й окремих громадян, тварин та організацій протипожежними формуваннями ЗС, ЦО, Міністерства внутрішніх справ, Міністерства з надзвичайних ситуацій, Міністерства охорони навколишнього середовища із залученням до цих робіт працівників, службовців і населення, що проживає поблизу осередку надзвичайної ситуації.

Для локалізації пожежі, створюються протипожежні смуги одночасно на кількох ділянках шириною від 6 м до 8 м. При наявності часу протипожежні смуги поширюються від 20 м до 40 м перед фронтом від 8 м до 10 м на флангах і в тилу пожежі. Для гасіння пожежі можуть бути застосовані вибухові речовини.

Пожежна безпека – стан захищеності людини і матеріальних цінностей від пожеж. Забезпечення пожежної безпеки є невід'ємною частиною діяльності держави щодо охорони життя і здоров'я людей, тварин, національного багатства та навколишнього природного середовища. В Україні загальні правові, соціальні та економічні основи забезпечення пожежної безпеки, відносини державних органів, юридичних і фізичних осіб у цій галузі незалежно від виду їх діяльності та форм власності, регулюються Кодексом цивільного захисту України [4].

Задля підвищення пожежної безпеки і недопущення нещасних випадків, в Україні для всіх підприємств діє норма по отриманню протипожежної декларації, яка є одним з основних документів, що дозволяють здійснювати підприємницьку діяльність.

Протипожежна профілактика - це комплекс організаційних і технічних заходів, які спрямовано на підтримання безпеки людей, на попередження пожеж,

локалізацію їх поширення, а також створення умов для успішного гасіння пожежі.

В основі класифікації лежать порівняльні дані, що визначають ймовірність виникнення пожежі або вибуху залежно від властивостей і стану речовин, що задіяні у виробничому процесі.

Категорія за вибухопожежною та пожежною небезпекою будівель або приміщень – це класифікаційна характеристика небезпеки об'єкта, що визначається кількістю і пожежнонебезпечними властивостями речовин і матеріалів, які знаходяться, або обертаються там, з урахуванням особливостей технологічних виробничих процесів, як «Г».

5.4.2. Навчання населення діям в умовах надзвичайних ситуацій

Навчання населення діям в умовах надзвичайних ситуацій проводиться.

- працююче населення – за місцем роботи,
- діти дошкільного віку – за місцем виховання;
- учні та студенти – за місцем навчання;
- непрацююче населення – за місцем проживання.

Організація навчання діям в умовах надзвичайних ситуацій покладається:

а) працюючого і непрацюючого населення - на центральний орган виконавчої влади, що забезпечує формування та реалізацію державної політики у сфері цивільного захисту, а розробляють і затверджують організаційно-методичні вказівки та програми з підготовки населення до дій в умовах НС.

б) місцеві державні адміністрації та органи місцевого самоврядування.

в) дітей дошкільного віку, учнів та студентів - на центральний орган виконавчої влади, що забезпечує формування та реалізацію державної політики в сфері освіти і науки, який розробляє і затверджує навчальні програми з

вивчення заходів безпеки, способів захисту від впливу небезпечних чинників, викликаних надзвичайними ситуаціями, надання долікарської допомоги, за погодженням з центральним органом виконавчої влади, що забезпечує формування та реалізацію державної політики у сфері цивільного захисту.

Стандартами професійно-технічної та вищої освіти передбачено отримання знань у сфері цивільного захисту. Порядок навчання населення діям в умовах надзвичайних ситуацій встановлюється Кабінетом Міністрів України. Громадські організації та позашкільні навчальні заклади проводять навчання діям в умовах надзвичайних ситуацій відповідно до своїх програм.

Навчання працюючого населення діям в умовах надзвичайних ситуацій є обов'язковим і проводиться в робочий час, за рахунок коштів роботодавця за програмами підготовки населення до дій в умовах надзвичайних ситуацій, а також на спеціальних об'єктових навчаннях і тренуваннях з питань цивільного захисту. Порядок організації та проведення спеціальних об'єктових навчань і тренувань з питань цивільного захисту визначається Державною службою України з надзвичайних ситуацій. Для отримання працівниками відомостей про порядок дій в умовах надзвичайних ситуацій, з урахуванням особливостей виробничої діяльності об'єкта, облаштовується інформаційно довідковий куток з питань цивільного захисту.

При прийнятті на роботу, а також щорічно, працівники проходять інструктаж з питань цивільного захисту, пожежної безпеки та діям в умовах надзвичайних ситуацій. Працівники, зайняті на роботах з підвищеною пожежною небезпекою, один раз на рік проходять перевірку знань нормативних актів з пожежної безпеки, а посадові особи, з метою допуску до виконання своїх обов'язків, а також періодично (один раз на три роки), проходять навчання та перевірку знань з питань пожежної безпеки. Забороняється допускати до роботи осіб, які не пройшли навчання,

Інструктаж і перевірку знань з питань цивільного захисту, зокрема, з пожежної безпеки.

Непрацююче населення самостійно вивчає пам'ятки та інший інформаційно – довідковий матеріал з питань цивільного захисту, правила пожежної безпеки в побуті та громадських місцях, а також отримує через засоби масової інформації, від органів державної влади або органів місцевого самоврядування необхідні відомості про надзвичайні ситуації, в зоні яких можуть виявитися непрацюючі громадяни, а також про способи захисту від впливу небезпечних чинників.

ВИСНОВКИ

В даному дипломному проєкті була розроблена технологія складання та зварювання елемента колони, а саме: складені умови на виготовлення виробу, схема складання та зварювання, визначений спосіб зварювання, вибрані зварювальні матеріали, визначені режими зварювання, обране обладнання, пронормовані складальні та зварювальні роботи, розраховані витрати зварювальних матеріалів, запропоновані заходи по зменшенню напруг та деформацій, визначені способи контролю якості; передбачені заходи з електробезпеки безпеки та протипожежної безпеки, розглянута вентиляція, освітлення.

Також в дипломному проєкті для визначення повної собівартості та оптової ціни виготовлення металоконструкції було визначено необхідну кількість обладнання, відсоток його завантаження та зроблено рекомендації щодо поліпшення його використання. Також було визначено необхідну кількість працівників всіх категорій та розраховано фонд оплати праці. Середньомісячна заробітна плата. Визначено вартість необхідних основних засобів (обладнання), а також суму амортизаційних відрахувань.

Численні спроби вчених створити практично дієздатну формулу для встановлення чисельних величин поки не увінчалися успіхом. Ймовірно, для цього буде потрібно значну кількість часу і матеріальних витрат. Тому для науковців і промисловців вкрай необхідна технологія розрахунку цих параметрів і результати досліджень, щодо кореляції цих параметрів між собою. На підставі вищевикладеного, нами бачиться вихід з цієї ситуації, який полягає в тому, що для практичних розрахунків може бути використана математична залежність у вигляді полінома створеного на базі активного експерименту з відомим математичним методом планування і обробки результатів дослідження.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Шуб, М. Б. «Методические рекомендации на выполнение дипломного проекта по специальности «Технология сварочного производства» 1986, 212с.
2. Хромченко, Ф. А. «Сварочное пособие электосварщика» М. «Энергоиздат», 1989, 143с.
3. ЕНиР. Сборник Е 40. “ Изготовление строительных конструкций и деталей. Выпуск 2 – Металлические конструкции“. Прейскурантиздат ,1987, 18с.
4. ЕНиР. Сборник Е 22. “ Сварочные работы. Выпуск 1 – Конструкции зданий и промышленных сооружений”. Прейскурантиздат, 1987, 56с.
5. Гитлевич, А. Д. «Механизация и автоматизация сварочного производства» М. «Машиностроение», 1979, 280с.
6. Гитлевич, А. Д. «Техническое нормирование технологических процессов». М. «Машиностроение», 1977, 260с.
7. С. А. Куркин, В. М. Ховов, А. Н. Рыбачук «Технология механизации и автоматизации производства сварочных конструкций» М. Машиностроение 1989, 330с.
8. Волченко, В. И. «Контроль качества сварочных конструкций» М. Машиностроение, 1986, 290с.
9. Сварка в защитных газах, Издательство «Машиностроение» Москва, 1982, 305с.
10. Сборник сварочных материалов, издательство Киев, Москва, 1981, 250с.
11. Номенклатурный справочник электросварочного оборудования, Фірма «Сэлма», 1998, 44с.

12. Стеклов, О. И. «Основы сварочного производства». М. «Высшая школа», 1986, 224с.
13. Основи охорони праці : підручник / М. С. Одарченко, А. М. Одарченко В. І. Степанов , Я. М. Черненко, 2017, 334с.
14. Думов, С. И. «Технология электрической сварки плавлением». Л. «Машиностроение», 1987 г, 460с.
15. Шебеко, Л. Д., Гитлевич А.Д. «Экономика, организация и планирование сварочного производства». М, 1998 г, 280с.
16. Методические рекомендации для выполнения разделов дипломного проекта «Организационная и экономическая часть»,50с.
17. Компания ООО "СварТех-НН" URL: www.svarnn.ru (дата звернення: 15.11.2019).
18. Промышленные газы Украина URL: www.linde-gas.com.ua (дата звернення: 19.10.2019).
19. ДБН В.2.6 – 163:2010., 233с.
20. ДСТУ 8541-2015 «Сталь конструкционная» 46с.
21. ДСТУ 2456-94 «Зварювання дугове і електрошлакове» 28с.
22. ISO 2553:2017 Сварные соединения «Условные обозначения на чертежах» 49с.
23. ДСТУ ISO 14175:2014 «Защитные сварочные смеси» 13с.
24. ДСТУ EN ISO 14341:2014 Материалы сварочные. «Электродные проволоки и наплавленный металл в защитном газе» ,78с.
25. ДСТУ ISO 4301-2:2015 «Краны подъемные»,188с.
26. Триботехнічні та матеріалознавчі аспекти руйнування сталей та сплавів при зношуванні / Попов С.М., Антонюк Д.А., Нетребко В.В. : Навчальний

посібник (з грифом МОН України). – Запоріжжя: ЗНТУ, ВАТ «Мотор Січ», 2010.
– 368 с.

3.1105-84 Форма 2.

убл.			
зам.			
одл.			

Розроб.	Захаренко О.М.	
Перевір.	Попов С.М.	
Н. конгр.	Шумикін С.О.	

ГКНО 09612019.000 ПЗ		Аркушів 10	Аркуш 1
		ДП	

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЗАПОРІЗЬКА ПОЛІТЕХНІКА»

ІЮГОДЖЕНО

КОМПЛЕКТ ДОКУМЕНТІВ
на розробку технологічного процесу збирання та зварювання
брусу запобіжного з проєктуванням дільниці

СТВЕРДЖУЮ

Ірмоконтроль
та 16.12.19.
Ірвоаджений у виробництво
Іт № _____ Дата _____.

Зав. кафедрою ОТЗВ
Дата 16.12.2019
Комплект документів
відповідає

убл.														
зам.														
одл.														
											Аркушів 10	Аркуш 7		
азраб.			Захаренко О.М.											
ров.			Попов С.М.											ГКІЮ 09612019.000 ПЗ
контр.			Шумикін С.С.											
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код найменування операції					Позначення документа				
Б	Код найменування устаткування				СМ	Проф.	Р	УТ	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпз	Тшт
К/М	Найменування деталі зб. одиниці або матеріалу				Позначення, код					ОП	ЕВ	ЕН	КИ	Н. расх
61					110	Зварювання								
62	Двостійковий кантувач з рамою Напівавтома Mig 500 Кран балка													
63	Приварити готовий вузол Б з двома ребрами, і звязком.				Зварювальник 5					45				
64	Ізв = 340 А, U _д = 26 В, V _{зв} = 18 м/год, Витрати газу 20 л/хв.,													
65	Дріт Св - 08Г2С, d _n = 1,6 мм, захисний газ суміш 92 % Аг + 8 % CO ₂													
66					120	Збирання								
67	Двостійковий кантувач з рамою Напівавтома Mig 500 Кран балка									3				
69	Виконати контовку на 180 ° та повторити З'єднати готовий вузол Б з двома ребрами і звязком, прихватками				Складальник 5 Зварювальник 5									
70	Ізв = 340 А, U _д = 26 В, V _{зв} = 18 м/год, Витрати газу 20 л/хв.,													
71	Дріт Св - 08Г2С, d _n = 1,6 мм, захисний газ суміш 92 % Аг + 8 % CO ₂													
72										5				

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				<u>Документация</u>		
A1				Складальне креслення		
				<u>Деталі</u>		
СК		1		Стінка	1	
СК		2		Боковина	2	
СК		3		Базова плитка	1	
СК		4		Столик	2	
СК		5		Стійка	2	
СК		6		Столик	4	
СК		7		Стійка	2	
СК		8		Стійка	2	
СК		9		Зв'язок	2	
СК		10		Зв'язок	2	
СК		11		Ребро	4	
СК		12		Зв'язок	2	
СК		13		Ребро	2	
СК		14		Зв'язок	1	
СК		15		Зв'язок	1	
СК		16		Накладка	1	
СК		17		Столик	2	
СК		18		Зв'язок	1	
СК		19		Зв'язок	1	

ГКІЮ.09.61.19.001.СК

Изм.	Лист	№ док.м.	Подп.	Дата
Разраб.		Захаренко О.М.	<i>[Signature]</i>	10.12
Пров.		Попов С.М.	<i>[Signature]</i>	10.12
Н.контр.		Щумикін С.О.	<i>[Signature]</i>	16.12.19
Утв.		Обчинников О.В.	<i>[Signature]</i>	16.12.2019

Елемент колони

Лит.	Лист	Листов
	1	1

НУЗП каф. ОТЗВ
ІФ-318М

Копировал

Формат А4