

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 технологічного процесу збирання та зварювання
бруса запобіжного з проектуванням ділянки.

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

131 «Прикладна механіка»

«Технологія та устаткування

зварювання»

(код і назва напряму підготовки, спеціальності)

Бондаренко Д.С

(прізвище та ініціали)

Керівник Лаптева Г.М.

(прізвище та ініціали)

Рецензент Скрянов 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 Фізико – технічний, Інженерно – фізичний
 Кафедра Обладнання та технологія зварювального виробництва
 Рівень вищої освіти (освітньо-кваліфікаційний рівень) _____
 Спеціальність 131 «Прикладна механіка»
 (код і назва)
 Напрямок підготовки «Технологія та устаткування зварювання»
 (код і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри _____

м.р. О.В. Шумков
 «13» 12 2019 року

З А В Д А Н Н Я
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТУ

Бондаренко Дмитро Сергійович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Розробка технологічного процесу збирання та зварювання бруса запобіжного з проектуванням ділянки.

керівник проекту (роботи) Лаптева Ганна Миколаївна к.т.н
 (прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від «29» 11 2019 року № 425

2. Строк подання студентом проекту (роботи) _____

3. Вихідні дані до проекту (роботи) _____

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Реферат, Abstract, Вступ, Вихідні дані, Технологічна частина, Розробка технологічного плану, Охорона праці та безпеки у надзвичайних ситуаціях, Техніко - економічні розрахунки зварювальної ділянки, Висновок, Перелік джерел посилань, Додатки.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)
Брус запобіжний, Зварні вузли, Порівняльна характеристика зварювальних сумішей для зварювання, Обертач зварювальний універсальний – СВУ – 05, Стенд для збирання та зварювання, План ділянки, Техніко економічні показники.

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	прийняв виконане завдання
1-3	ктн. Лаптева Г.М	30.09.19	10.12.19
4	Круглікова В.В	10.09.19	10.12.19
5	Нестеров О.В		

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Реферат, Abstract		Викон
2	Вступ	30.09-5.10.19	Викон
3	Вихідні данні	30.09-5.10.19	Викон
4	Технологічна частина	6.10-15.10.19	Викон
5	Розробка технологічного плану	6.10-15.10.19	Викон
6	Охорона праці та безпеки у надзвичайних ситуаціях	16.10-20.10.19	Викон
7	Техніко - економічні розрахунки зварювальної ділянки	21.10 - 30.11.19	Викон
8	Висновок	1.11-10.11.19	Викон
9	Перелік джерел посилань	1.11-10.11.19	Викон
10	Додатки	1.12-10.12.19	Викон

Студент

(підпис)

Бондаренко Д.С.

(прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи)

(підпис)

Лаптева Г.М.

(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 89 с., 22 табл., 18 рис., 3 дод., 25 джерел.

БРУС ЗАПОБІЖНИЙ, СТАЛЬ 20, НАПІВАВТОМАТИЧНЕ
ЗВАРЮВАННЯ, ЗВАРЮВАЛЬНИЙ НАПІВАВТОМАТ, ОБЕРТАЧ.

Об'єкт дослідження – технологічний процес зварювання бруса запобіжного.

Мета дипломного проекту – розробити технологію збирання та зварювання бруса запобіжного; спроектувати ділянку збирання і зварювання.

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

Для виготовлення бруса запобіжного були розроблені технології збирання з наступним зварюванням. Спроектована спеціальна технологічна оснастка для збирання і зварювання. Підібрано технологічне обладнання для зварювання (зварювальний напівавтомат, обертач зварювальний універсальний, джерело живлення зварювальної дуги). Розроблена маршрутна карта технологічного процесу. Спроектована ділянка збирання і зварювання корпусу.

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

ABSTRACT

Explanatory note: 89 pages, 22 tables, 18 figures, 3 supplements, 25 sources.

SAFETY BAR, STEEL 20, SEMI-AUTOMATIC WELDING, WELDING
SEMI-AUTOMATIC, TURNER.

The object of study is the technological process of welding a safety bar.

The purpose of the diploma project is to develop the technology of assembly and welding of the safety bar; design the assembly and welding site.

Research methods: analysis of literary data and serial production technologies for their application and improvement.

For the manufacture of safety bar, the technology of assembly followed by welding was developed. Special technological equipment for assembly and welding is designed. Selected technological equipment for welding (semiautomatic welding machine, universal welding rotator, welding arc power supply). 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 бруса запобіжного.....	9
1.2 Матеріали, які використовуються для виготовлення бруса запобіжного.....	12
1.3.Технічні умови на виготовлення бруса запобіжного.....	12
2 Технологічна частина.....	15
2.1 Вибір форми, методу та способу складання. Складання та опис схеми складання та зварювання.....	15
2.2 Опис пристосування для складання та зварювання.....	16
2.3 Нормування складальних операцій.....	18
2.4 Вибір та обґрунтування вибору способу зварювання.....	19
2.5 Вибір зварювальних матеріалів.....	20
2.6 Розрахунок та вибір режимів зварювання.....	23
2.7 Вибір роду струму та полярності, джерел живлення зварювальної дуги і зварювального обладнання.....	29
2.8 Нормування зварювальних операцій.....	32
2.9 Розрахунок зварювальних матеріалів та електроенергії на зварювання.....	34
2.10 Способи зменшення зварювальних напруг та деформацій.....	39
2.11 Способи, об'єм та організація контролю якості складальних та зварювальних робіт. Обладнання та технологія контролю.....	41
3 Розробка технологічного плану.....	46
3.1 Вибір підйомно - транспортного устаткування.....	46
3.2 Організація енерго та газопостачання.....	47
3.3 Опис плану дільниці.....	49
4 Техніко - економічні розрахунки зварювальної дільниці.....	50

4.1 Організація ділянки із зварювання бруса запобіжного.....	50
4.2 Виробнича програма і її матеріальне забезпечення.....	50
4.3 Розрахунок кількості обладнання та площі ділянки.....	51
4.4 Розрахунок кількості персоналу ділянки.....	53
4.5 Фонд оплати праці.....	56
4.6 Розрахунок собівартості зварювальних робіт.....	59
5 Охорона праці та безпеки у надзвичайних ситуаціях.....	64
5.1 Аналіз потенційних небезпек	64
5.2 Заходи по забезпеченню безпеки.....	64
5.3 Заходи по забезпеченню виробничої санітарії та гігієни праці.....	68
5.4 Заходи по забезпеченню безпеки у надзвичайних ситуаціях.....	72
5.4.1 Заходи пожежної безпеки.....	72
5.4.2 Навчання населення діями в умовах надзвичайних ситуаціях.....	76
Висновки.....	78
Перелік джерел посилання.....	79
Додаток А Маршрутна карта.....	81
Додаток Б Специфікація «Брус запобіжний».....	88
Додаток В Специфікація «Обертач зварювальний універсальний».....	89

ВСТУП

Запобіжний брус – це зварна конструкція, яка використовується в електровозобудуванні та являється складовою частиною металоконструкції електровозу та складає 21 деталь до готового виробу.

Конструкцією бруса запобіжного передбачаються таврові з'єднання, стикові та з'єднання внапусток.

Виріб являється товстостінною, відповідальною конструкцією, до якої пред'являються підвищені вимоги якості.

Виріб розрахований на тривалий термін експлуатації, працює в важких умовах під дією статичних і динамічних навантажень.

Статичні навантаження виникають від дії власної ваги та дії ваги конструкцій, які з'єднуються з виробом.

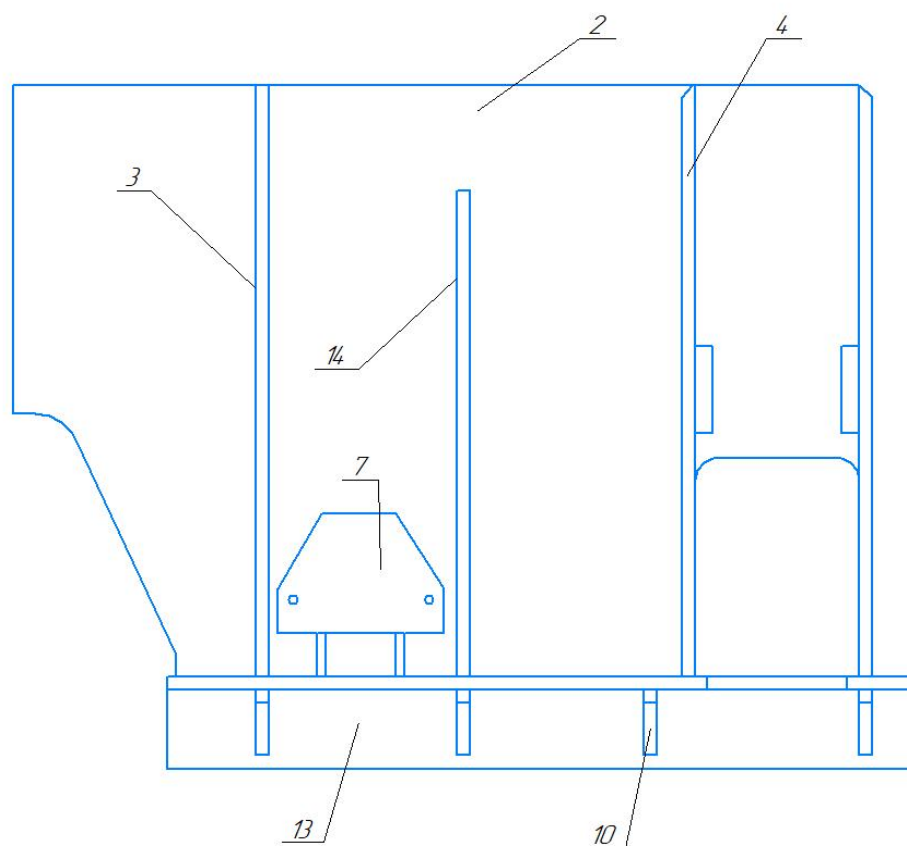
Динамічні навантаження виконують під час експлуатації бруса за призначенням, в якості складової частини електровозу під час роботи, якого завжди спостерігається динаміка.

Запобіжний брус виготовляється зі сталі 20, та складання під зварювання виконувати на універсальних складально - зварювальних пристосуваннях.

1 ВИХІДНІ ДАННІ

1.1 Призначення, опис, технічна характеристика бруса запобіжного.

Запобіжний брус – це зварна конструкція, яка використовується в електровозобудуванні та являється складовою частиною металоконструкції електровозу (див. рис. 1.1 та 1.2).



Умовні позначки:

2 – боковина;

3 – ребро;

4 – ребро;

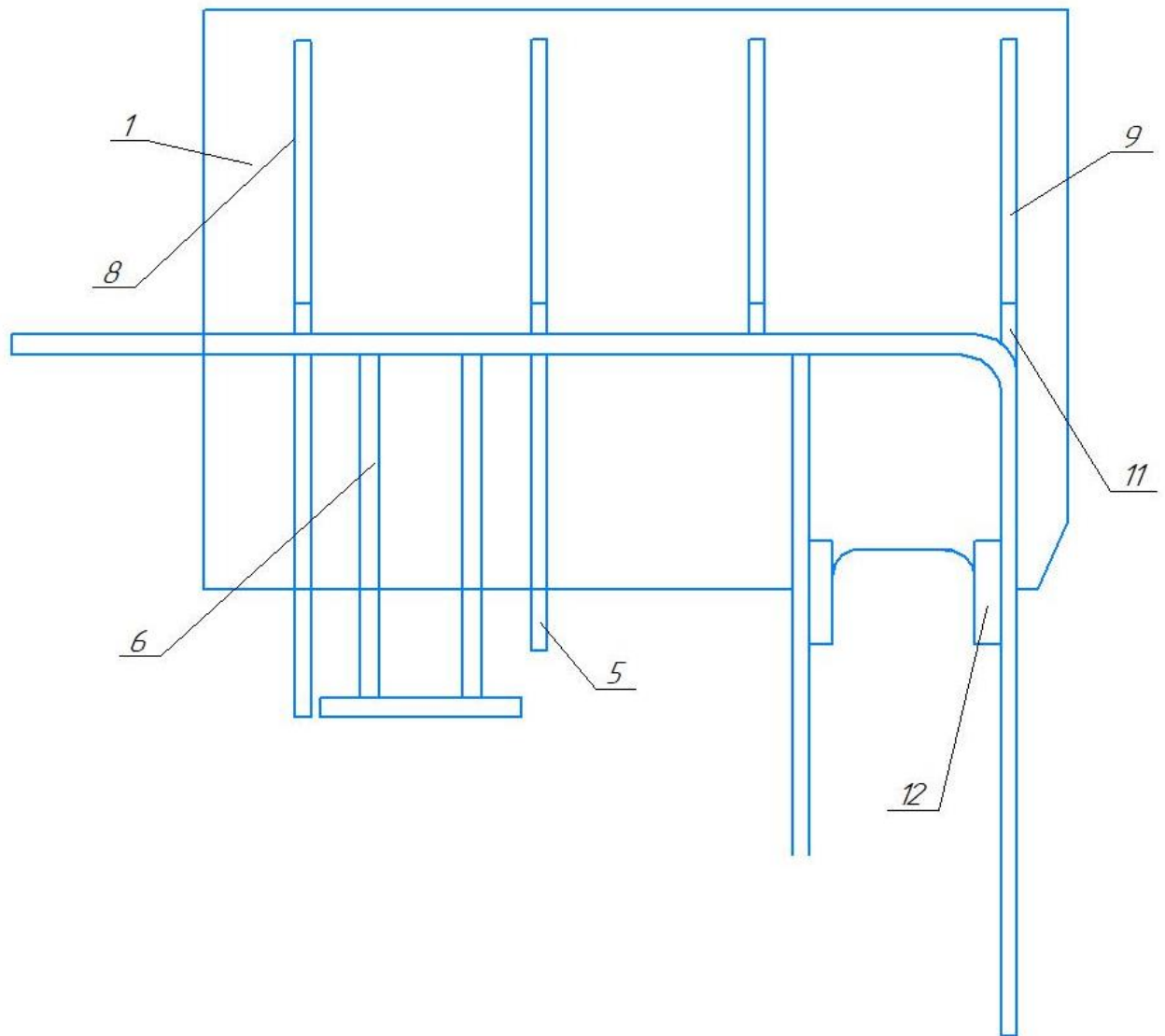
7 – зв'язок;

10 – ребро;

13 – стійка;

14 – ребро.

Рисунок 1.1 – Брус запобіжний вид збоку



Умовні позначки:

1 – основа;

5 – ребро;

6 – ребро;

8 – ребро;

9 – косинка;

11 – вставка;

12 – накладка.

Рисунок 1.2 – Брус запобіжний вид зверху

Конструкцією бруса запобіжного передбачаються таврові з'єднання, стикові та з'єднання внапусток.

Виріб являється товстостінною, відповідальною конструкцією, до якої пред'являються підвищені вимоги якості.

Виріб розрахований на тривалий термін експлуатації, працює в важких умовах під дією статичних і динамічних навантажень.

Статичні навантаження виникають від дії власної ваги та дії ваги конструкцій, які з'єднуються з виробом.

Динамічні навантаження виконують під час експлуатації бруса за призначенням, в якості складової частини електровозу під час роботи, якого завжди спостерігається динаміка.

Габаритні розміри запобіжного бруса:

- довжина – 1009 мм;
- ширина – 680 мм;
- висота – 765 мм.

Брус складається з наступних деталей:

- 1) основи – 1 шт;
- 2) боковини – 1 шт;
- 3) ребра – 1 шт;
- 4) ребра – 1 шт;
- 5) ребра – 1 шт;
- 6) ребра – 2 шт;
- 7) зв'язка – 1 шт;
- 8) ребра – 3 шт;
- 9) косинки – 1 шт;
- 10) ребра – 4 шт;
- 11) вставки – 1 шт;
- 12) накладки – 2 шт;
- 13) стійки – 2 шт;
- 14) ребра – 1 шт.

1.2 Матеріали, які застосовуються для виготовлення бруса запобіжного.

Запобіжний брус виготовляється зі сталі 20 – це сталь вуглецева, якісна, яка виготовляється згідно ISO 1052 – 82[20] з гарантованими хімічним складом і механічними властивостями, легована марганцем до 2 % і кремнієм до 1 %.

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

Таблиця 1.1 – Хімічний склад сталі 20 згідно з ISO 1052 – 82 [20]

Вуглець	Кремній	Марганець	Хром	Нікель	Сірка	Фосфор
					Не более	
0,17-0,24	0,17-0,37	0,35-0,65	$\leq 0,25$	$\leq 0,25$	$\leq 0,04$	$\leq 0,03$

Таблиця 1.2 – Механічні властивості сталі 20 при 20 ° С [2]

Тимчасовий опір розриву, МПа, не менше	Межа текучості, МПа, не менше	Відносне подовження, % не менше	Відносне звуження, % не менше	Твердість, НВ, не більше
42	25	25	55	156

Таблиця 1.3 – Здатність сталі 20 до зварювання [2]

Група	Зварюваність	Еквівалент Вуглецю Се, %	Характеристика
1	Добра	$\leq 0,2$	Зварюється будь якими способами без застосування особливих прийомів (підігрів, термічна обробка).

1.3 Технічні умови на виготовлення бруса запобіжного

Запобіжний брус виготовляється зі сталі 20 згідно ISO 1052 – 82 [20].

Всі зварні шви виконувати згідно ДСТУ 2456 – 94 [21] механізованим зварюванням.

Складання під зварювання виконувати на універсальних складально зварювальних пристосуваннях.

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

Закріплення деталей при складанні виконувати прихватками. Прихватки розміщувати в місцях розташування зварних швів, товщина прихватки 6 мм, катет прихватки 4 мм. Довжина прихватки 20 мм. 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.

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 механізованого зварювання використовувати зварювальний дріт Св – 08Г2С згідно ISO 14341 – А [24] і суміш газів МИКС – 1 ДСТУ ISO 14175 – М21 [23].

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 ISO 14341 – А [24].

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.

Газ постачається в балонах, перевірити якість газу в кожному балоні. Наплавити на пластину або на 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 даному балоні бракувати.

Шви зварних з'єднань після закінчення зварювання повинні бути очищені від 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 запобіжного бруса перевіряти візуальним оглядом 100 % та ультразвуком контролем 100 %.

Технічні умови на виготовлення зварного запобіжного бруса складені згідно умов СТП ОТП 614.035 – 75.

2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

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

Для складання запобіжного бруса використовувати бригадну форму з урахуванням значних габаритних розмірів виробу, доволі значної кількості деталей та доволі значної ваги деталей вузлів та самого виробу.

При виготовленні зварного запобіжного бруса застосовується стаціонарний спосіб складання, тому що всі складальні операції при виготовленні виробу виконуються на одному робочому місці.

Складання деталей виробу виконувати по розмітці використанням універсальних пристосувань.

Послідовність складання та зварювання запобіжного бруса.

Складання та зварювання запобіжного бруса виконується в наступній послідовності:

- до основи 1 за геометричною схемою приєднати, прихватити та приварити дві стінки 13 (довжина швів з'єднання Т6 – 1,66 м); виходе готовий підвузол 1;

- до готового підвузла 1 за геометричною схемою приєднати, прихватити та приварити чотири ребра 10 (довжина швів з'єднання Т3 з Δ10 – 1,92 м); виходе готовий підвузол 2;

- до боковини 2 приєднати, прихватити та приварити вставку 11 (довжина швів – 0,38 м);

- до готового підвузла 2 приєднати, прихватити та приварити боковину 2 (довжина швів з'єднання Т3 з Δ10 – 1,8 м); виходе готовий вузол А;

- до готового вузла А за геометричною схемою приєднати, прихватити три ребра 8, ребро 3, косинку 9, ребро 4, два ребра 6, ребро 5 і дві накладки 12;

- приварити всі зібрані деталі між собою; до двох ребер 6 приєднати, прихватити та приварити зв'язок 7 (довжина швів з'єднання Т3 з Δ10 – 2,34 м,

з'єднання Н1 з $\Delta 10$ – 0,8 м, з'єднання Т3 з $\Delta 8$ – 4,62 м, з'єднання С8 – 0,66 м, Т3 з $\Delta 6$ – 0,36.)

– вихід готового виробу.

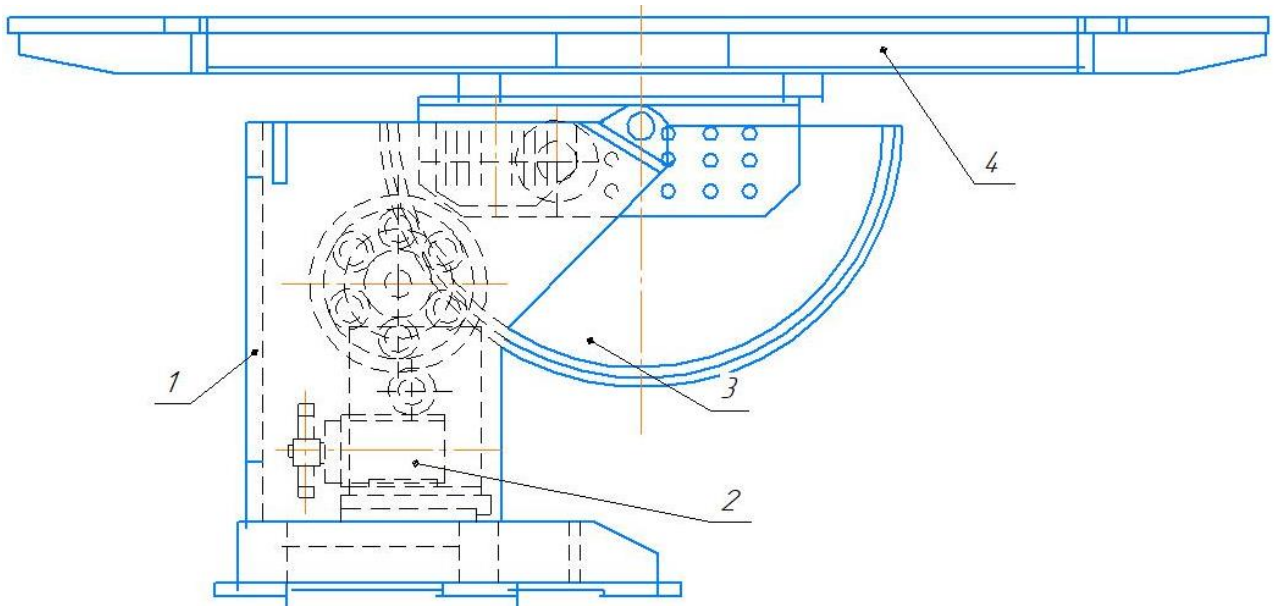
Таблиця 2.1 – Характеристика швів

Тип з'єднання	Катет, мм	ISO/ДСТУ	Довжина шва, м
Т3	$\Delta 10$	ISO 2553 – 2017 [22]	6,06
С8	24		1,66
Т6	24		0,66
Н1	$\Delta 10$		0,8
Т3	$\Delta 8$		4,62
Т3	$\Delta 6$		0,36

2.2 Опис пристосувань для складання та зварювання

При виготовленні зварного запобіжного бруса для його складання та зварювання застосовується один вид пристосувань – універсальний.

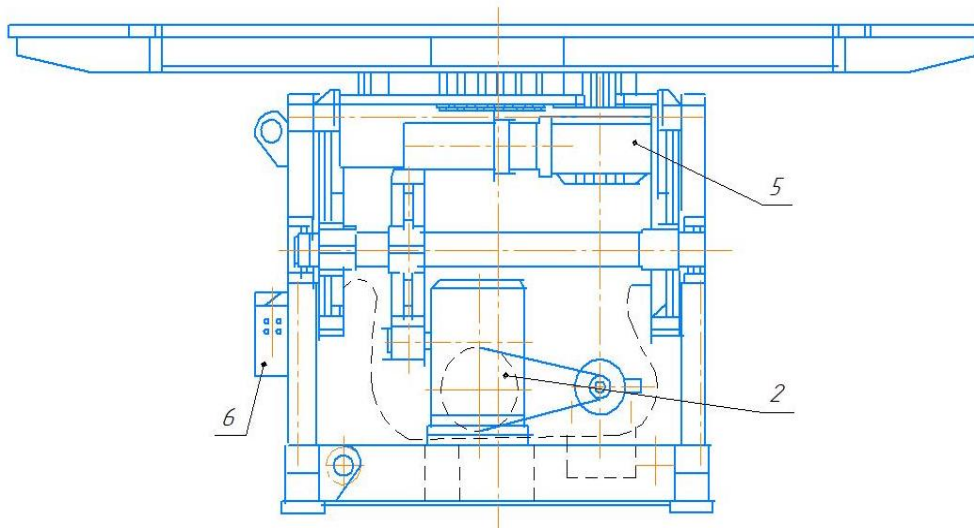
Універсальним пристосуванням для складання та зварювання запобіжного бруса являється універсальна збірна – Обертач зварювальний універсальний СВУ – 05, з різних сторін (див рис. 2.1; 2.2; 2.3).



Умовні позначки:

- 1 – корпус маніпулятора;
- 2 – двигун приводу нахилу планшайби;
- 3 – шестерня накладної планшайби;
- 4 – планшайба.

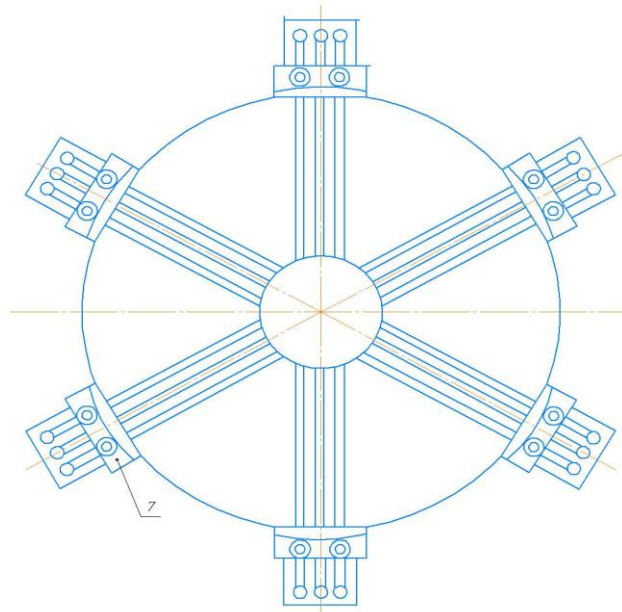
Рисунок 2.1 – Обертач зварювальний універсальний СВУ – 05 вид збоку



Умовні позначки:

- 2 – двигун приводу нахилу планшайби;
- 5 – привід обертання планшайби;
- 6 – шафа управління.

Рисунок 2.2 – Обертач зварювальний універсальний СВУ – 05 вид ззаду



Умовні позначки:

7 – притискач.

Рисунок 2.3 – Обертач зварювальний універсальний СВУ – 05 вид зверху

Обертач зварювальний універсальний СВУ – 05 (г / п 2000 кг) призначений для зварювання виробів масою до 2000 кг з позиціонуванням по куту повороту і розміщенням по куту нахилу.

Зварювальний обертач дозволяє встановлювати виріб в найбільш зручне положення за рахунок регульованого кута нахилу планшайби до 135° , і обертати виріб зі зварювальною швидкістю.

Надійні черв'ячні редуктори забезпечують безперебійну роботу і мінімальний люфт вузла обертання.

Планшайба є механічно оброблену як по площині, так і по колу круглу плиту діаметром 1200 мм і товщиною 35 мм, виготовлену зі сталі.

Вісім Т – образних пазів, виконані в планшайбі, служать для установки складальних і притискних пристосувань. Зварювальний обертач може додатково комплектуватися притисками для кріплення виробів, що зварюються до планшайби.

Для зручності управління зварювальний обертач обладнаний виносним пультом і цифровим індикатором швидкості обертання планшайби.

2.3 Нормування складальних операцій

На час складання бруса запобіжного при виготовленні впливає наступний склад робіт.

- подача деталей на пристосування з розмічуванням;
- розмічування місця встановлення і помічення рисок на деталях;
- будування геометричної схеми;
- встановлення упорів, центра торів 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 бруса запобіжного з вагою 770 кг і кількістю деталей 21 шт. [3]:

$$T_{\text{скл}} = 4,16 \text{ год.}$$

2.4 Вибір та обґрунтування способу зварювання

Для виконання швів запобіжного бруса використовувати механізоване зварювання в суміші захисних газів МИКС – 1, з урахуванням незначних довжин швів та цехових умов виготовлення.

Переваги механізованого зварювання в захисних газах:

- виконання швів в різних просторових положеннях;
- зварювання швів у важко доступних місцях;
- можливість зварювання швів з незручним росташуванням, малої та середньої довжини в великій кількості;

- збільшена виробничість в порівнянні з РДЗ у 2 – 2,5 рази на струмі до 500 А;

- менші витрати часу на оброблення швів після зварювання;

- відсутність шлакових включень дозволяє отримувати зварні шви більш стійкі до кристалізаційних тріщин.

Переваги захисної суміші в МИКС – 1:

- збільшенню кількості наплавленого металу за одиницю часу;

- продуктивність зварювання в порівнянні з традиційною (в захисному середовищі CO₂) збільшується в півтора-два рази, що виливається в економію коштів;

- збільшенню глибини провару шва, його щільності, що в кінцевому підсумку збільшує міцність зварювальних конструкцій;

- зниженню втрат електродного металу на розбризування від 70% до 80 %;

- зниження кількості налипання бризок (набризування) в районі зварного шва і, отже, зменшення трудомісткості їх видалення;

- підвищенню стабільності процесу зварювання;

- поліпшенню якості зварного шва: зниження пористості і неметалічних включень;

- зменшенню зони термічного впливу, внаслідок цього зменшення жолоблення конструкції;

- скороченню споживання електроенергії і матеріалів від 10% до 15 %;

- поліпшенню умов праці (значно меншу кількість диму, зварних аерозолів зберігають здоров'я зварювальника і дозволяють йому тривалий час працювати з великою увагою).

2.5 Вибір зварювальних матеріалів

Для механізованого зварювання при виготовленні бруса запобіжного зі сталі 20 використовуємо дрід Св – 08Г2С згідно ISO 14341 [24] – А, який за хімічним складом та механічними властивостями близький до основного металу. Він низьколегований марганцем та кремнієм, які сприяють розкисленню зварювальної ванни та її дисульфації і рафінуванню (виводу сірки та фосфору з металу зварювальної ванни) застерігаючи від утворення гарячих та холодних тріщин при зварюванні в суміші газів МИКС – 1.

Дрід Св – 08Г2С оміднений, це покращує умови зберігання дроту, зменшує витрати на очищення дроту та поліпшує електричний контакт між дротом та токопровідним мундштуком також сприяє окисленню, зменшує силу поверхневого натягу, а відповідно і призводить до зменшення розбризкування під час зварювання.

Таблиця 2.2 – Хімічний склад зварювального дроту Св – 08Г2СО згідно ISO 14341 – А [24]

Зміст елементів %						
С	Si	Mn	Cr	Ni	S	P
0,05 – 0,11	0,7 – 0,95	1,8 – 2,1	≤0,2	≤0,9 – 1,2	≤0,25	≤0,03

Вибираємо суміш газу для зварювання:

Для вуглецевих та легованих конструкційних сталей з составом суміші газу (CO₂ – 6.0 %; O₂ – 2.0 %; Ar – 92.0 %). Використовується для крапельного або струмене-вого перенесення зварювального металу. При зварюванні стабільна дуга, використовується для зварювання металів малих та середніх товщин.

Для вуглецевих та легованих конструкційних сталей з составом суміші газу (CO₂ – 18.0 %; Ar – 82.0 %). Використовується для крапельного або

струменевого перенесення зварювального металу. При зварюванні стабільна дуга, використовується для зварювання металів широкого спектра товщин.

Для вуглецевих та легованих конструкційних сталей з составом суміші газу (CO_2 – 20.0 %; O_2 – 2.0 %; Ar – 78.0 %). Використовується для крапельного або струменевого перенесення зварювального металу, ідеально підходить для зварювання металів малих товщ.

Для вуглецевих та легованих конструкційних сталей з составом суміші газу (CO_2 – 1.5 %; Ar – 13.5 %; He – 85.0 %). Зварювання пульсуючою дугою. Дає чудові і чисті шви з гладким профілем та незначним окисленням поверхні. Ідеальний для тонких матеріалів, де висока швидкість зварювання дає низький рівень деформації металу.

Для вуглецевих та легованих конструкційних сталей з составом суміші газу (CO_2 – 2.0 %; Ar – 43.0 %; He – 55.0 %). При зварюванні низький рівень армування металу шва і навколо шовної зони. Підходить для зварювання металів широкого спектра товщ.

Для вуглецевих та легованих конструкційних сталей з составом суміші газу (CO_2 – 2.0%; Ar – 60.0 %; He – 38.0 %). Використовується для крапельного або струменевого перенесення електронного металу. Надає стабільність дузі, що забезпечує низький рівень розбризкування і знижує появи дефекту шва.

Для кольорових металів та їх сплавів, середніх та високолегованих сталей з составом суміші газу(Ar – 70.0 %; He – 30.0 %). Інертна газова суміш, дає більш ефективно нагрівання ніж чистий аргон. Збільшує швидкість зварювання, та забезпечує глибоке проварення, низьку пористість і рівну поверхню зварного шва.

Для кольорових металів та їх сплавів, середніх та високолегованих сталей з составом суміші газу (Ar – 50.0 %; He – 50.0%). Інертна, найбільш універсальна газова суміш для зварювання металів будь яких товщин.

В якості захисного газу використовувати суміш газів МИКС – 1 згідно ДСТУ ISO 14175 – М21 [23], до складу якого входить 82 % аргону та 18% вуглекислого газу.

Таблиця 2.3 – Основні захисні гази та їх суміші для зварювання плавким і неплавким електродом МИКС – 1 згідно ДСТУ ISO 14175 – М21 [23]

Зварювальні матеріали	Захисний газ при зварюванні (ДСТУ ISO 14175)	
	Плавким електродом	Неплавким електродом
Низьковуглецеві і леговані, конструкційні сталі	CO ₂ (C1), Ar (75 – 95 %)+CO ₂ (5 – 25 %) (M21)	Ar (I1)

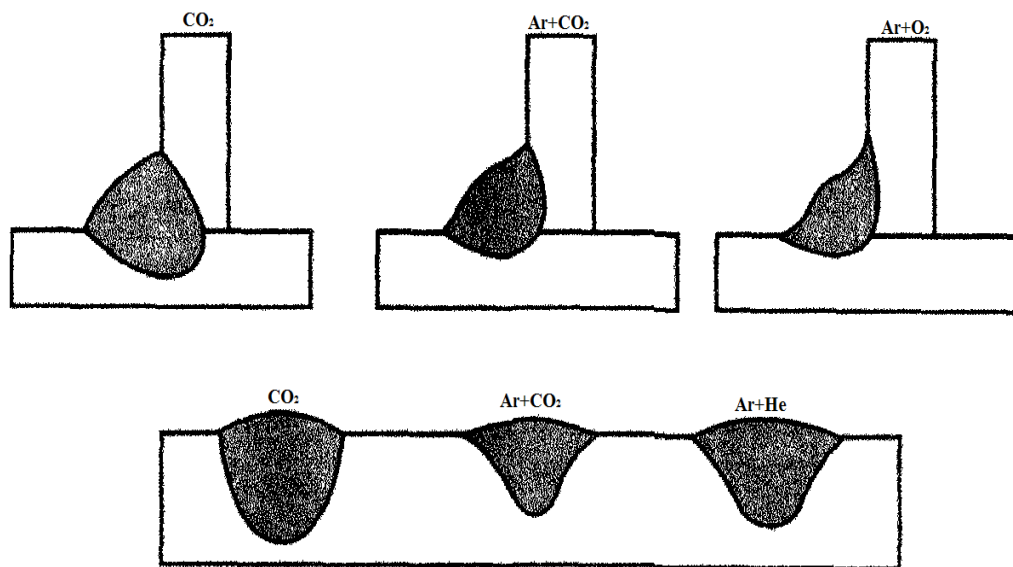


Рисунок 2.4 – Вплив складу захисного газу на характер і глибину проплавлення основного металу

Таблиця 2.4 – Класифікація захисних газів для дугового зварювання і різання [18]

Символи		Хімічний склад, %				Типове використання	Примітка
Група	Ідентифікаційне число	Окислювач	Інертні	Відновники	Хімічно пасивні		
		CO ₂	Ar	H ₂	N ₂		
M2	1	>0 до 5	Інше ²	>0 до 5	–	МАГ	Слабкий окислювач

2.6 Розрахунок та вибір режимів зварювання

До параметрів режиму механізованого зварювання в захисних газах відноситься:

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

Діаметр електродного дроту:

$$d_e = 1,6 \text{ мм [1]}, \quad (2.1)$$

Зварювальний струм:

$$I_{зв} = 100 \cdot d_e (d_e + 0,5), \quad (2.2)$$

$$I_{зв} = 100 \cdot 1,6(1,6 + 0,5) = 160 \cdot 2,1 + 50 = 338 \approx 340 \text{ А}$$

Напруга на дузі:

$$U_{\delta} = 8 \cdot (d_e + 1,6), \quad (2.3)$$

$$U_{\delta} = 8 \cdot (1,6 + 1,6) = 8 \cdot 3,2 = 26 \text{ В}$$

Швидкість зварювання:

$$v_{36} = \frac{I_{36} \cdot \alpha_n}{F_n \cdot \gamma \cdot 100}, \quad (2.4)$$

де α_n – коефіцієнт наплавки, $\alpha_n = 16,5$ г/А·год [1];

γ – щільність металу, $\gamma = 7,8$ г/см³;

F_n – площа перерізу наплавленого металу, см².

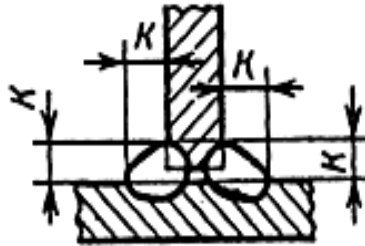


Рисунок 2.5 – Таврове з'єднання ТЗ

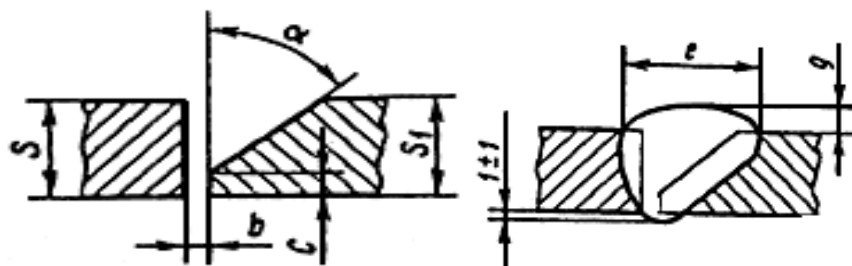


Рисунок 2.6 - Стикове з'єднання С8

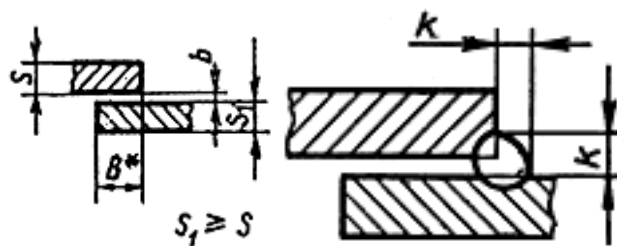


Рисунок 2.7 - З'єднання в напусток Н1

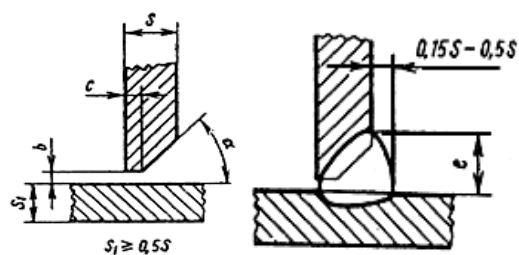


Рисунок 2.8 – Таврове з'єднання Т6

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

де e – ширина шва, мм;

q – посилення шва, $q = 0,5$ мм;

k – катет шва, мм.

$$e_1 = k \cdot \sqrt{2} = 10 \cdot \sqrt{2} = 14,1 \text{ мм}$$

$$e_4 = k \cdot \sqrt{2} = 10 \cdot \sqrt{2} = 14,1 \text{ мм}$$

$$e_5 = k \cdot \sqrt{2} = 8 \cdot \sqrt{2} = 11,28 \text{ мм}$$

$$e_6 = k \cdot \sqrt{2} = 6 \cdot \sqrt{2} = 8,46 \text{ мм}$$

$$F_{\text{н}1,4} = 0,75 \cdot 14,1 \cdot 0,5 + \frac{1}{2} \cdot 100 = 55,2 \approx 0,55 \text{ см}^2$$

$$F_{\text{н}5} = 0,75 \cdot 11,28 \cdot 0,5 + \frac{1}{2} \cdot 64 = 36,23 \approx 0,36 \text{ см}^2$$

$$F_{\text{н}6} = 0,75 \cdot 8,46 \cdot 0,5 + \frac{1}{2} \cdot 36 = 21,1 \approx 0,21 \text{ см}^2$$

Зварний шов з катетом 10 мм виконувати в два проходи. Площа перерізу наплавленого металу одного шару шва $0,28 \text{ см}^2$.

$$F_{\text{н}} = 0,75 \cdot e \cdot q + b \cdot s + \frac{1}{2} (s - c) \cdot (s - c) \operatorname{tg} \alpha, \quad (2.6)$$

де b – зазор між зварним з'єднанням, мм;

s – товщина металу, мм;

c – величина притуплення, мм;

α – кут скосу кромок.

$$F_{н2} = 0,75 \cdot 30 \cdot 2 + 2 \cdot 24 + \frac{1}{2}(24 - 2) \cdot (24 - 2) \cdot 1 = 335 = 0,335 \\ = 3,35 \text{ см}^2$$

Зварний шов з'єднання С8 виконувати в сім проходів. Площа перерізу наплавленого металу одного шару шва $0,47 \text{ см}^2$.

$$F_{н3} = 0,75 \cdot 28 \cdot 3,6 + \frac{1}{2}(24 - 2) \cdot (24 - 2) \cdot 1 = 317,6 = 0,318 = 3,18 \text{ см}^2$$

Зварний шов з'єднання Т6 виконувати в сім проходів. Площа перерізу наплавленого металу одного шару шва $0,45 \text{ см}^2$.

$$v_{з61} = \frac{340 \cdot 16,5}{0,55 \cdot 7,8 \cdot 100} = \frac{5610}{429} = 26,14 \text{ м/год} \approx 26 \text{ м/год}$$

$$v_{з62} = \frac{340 \cdot 16,5}{0,47 \cdot 7,8 \cdot 100} = \frac{5610}{366,6} = 15,3 \text{ м/год} \approx 15 \text{ м/год}$$

$$v_{з63} = \frac{340 \cdot 16,5}{0,45 \cdot 7,8 \cdot 100} = \frac{5610}{351} = 15,3 \text{ м/год} \approx 16 \text{ м/год}$$

$$v_{з64} = \frac{340 \cdot 16,5}{0,55 \cdot 7,8 \cdot 100} = \frac{5610}{429} = 26,14 \text{ м/год} \approx 26 \text{ м/год}$$

$$v_{з65} = \frac{340 \cdot 16,5}{0,36 \cdot 7,8 \cdot 100} = \frac{5610}{280,8} = 19,97 \text{ м/год} \approx 20 \text{ м/год}$$

$$v_{з66} = \frac{340 \cdot 16,5}{0,21 \cdot 7,8 \cdot 100} = \frac{5610}{163,8} = 34,2 \text{ м/год} \approx 34 \text{ м/год}$$

Швидкість подачі електродного дроту:

$$v_{\text{под}} = \frac{4 \cdot I_{\text{зв}} \cdot \alpha_{\text{н}}}{\pi \cdot d_{\text{е}}^2 \cdot \gamma}, \quad (2.7)$$

$$v_{\text{под}} = \frac{4 \cdot 340 \cdot 16,5}{3,14 \cdot 2,56 \cdot 7,8} = \frac{22440}{62,69952} = 357,8 \approx 358 \text{ м/год}$$

Питомі витрати газу:

$$q_{\text{г}} = 20 \text{ л/хв [1]}$$

Виліт електродного дроту:

$$l_{\text{е}} = 20 \text{ мм [1]}$$

Таблиця 2.5 – Режими механізованого зварювання в захисних газах

Тип з'єднання	Катет/товщина	d _е , мм	I _{зв} , А	U _д , В	V _{зв} , м/год	V _{под} , м/год	Кількість шарів
T3	Δ10	1,6	340	26	26	358	2
C8	24				15		7
T6	24				16		7
H1	Δ10				26		2
T3	Δ8				20		1
T3	Δ6				34		1

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

Для виконання механізованого зварювання в середовищі захисних газів використовувати напівавтомат зварювальний FastMig M 520 «КЕМПІ» з джерелом живлення ВДГ – 506/3 (див. рис. 2.9 та 2.10)



Рисунок 2.9 – зварювальний напівавтомат FastMig M 520 «КЕМПІ»



Рисунок 2.10 – Джерело живлення ВДГ – 506/3

Зварювальний напівавтомат КЕМРРІ FastMig М 520 – це поєднання модульної конструкції, простоти використання і широкого кола областей застосування.

Ці зварювальні апарати відрізняються високими характеристиками робочого циклу, компактним корпусом і малою масою, що сприяє підвищенню продуктивності і мобільності на зварювальній майданчику.

У промисловій зварюванні MIG / MAG обладнання FastMig М є популярною високотехнологічної альтернативою звичайному устаткуванню. Система управління цього апарату забезпечує чудове запалювання дуги і

відмінні зварювальні характеристики, тому ви можете зосередитися на процесі зварювання і витратити менше часу на видалення бризок розплавленого металу.

При використанні FastMig M 520 «КЕМРРІ» з джерелом живлення ВДГ – 506/3.

Напіваавтомат зварювальний FastMig M 520 «КЕМРРІ» з ВДГ – 506/3 УЗ, призначений як для механізованого зварювання в середовищі захисних газів (MIG – MAG), так і для ручного дугового зварювання (MMA) відповідальних з'єднань в машинобудуванні, енергетиці, металургії, як в стаціонарних, так і монтажних умовах і відрізняється високими технологічними властивостями при невеликих вагогабаритних показниках, що дозволяє виконувати зварювальні роботи в стиснених умовах.

Таблиця 2.6 – Технічні характеристики FastMig M 520 «КЕМРРІ»

Характеристика	Значення
Напруга живлення 3 ~, 50/60 Гц	400 В (–15 ... + 20%)
Номінальна потужність	27,0 кВА
Навантаження при 40 ° С ПВ 60%	520А
Навантаження при 40 ° С ПВ 100%	430А
Діапазон зварювального струму і напруги, MMA	15 А / 20 В – 520 А / 43 В
Діапазон зварювального струму і напруги, MIG	20 А / 12 В – 520 А / 43 В
Макс. напруга при зварюванні MMA, В	45
Напруга холостого ходу, MMA	U ₀ = 48 – 53 В, U _{ср} = 50 В
Напруга холостого ходу, MIG / MAG	U ₀ = 50 – 58 В
Потужність холостого ходу, Вт	25
Коефіцієнт потужності при макс. струмі	0,80
ККД при макс. струмі	88%
Діапазон робочої температури	– 20 ... + 40 ° С
Діапазон температури зберігання	– 40 ... + 60 ° С
Клас електромагнітної сумісності	A
Мінімальна потужність мережі живлення при короткому замиканні S _{кз}	5,5 МВА
Клас захисту	IP23S
Маса, кг	36
Габаритні розміри (мм) Д x Ш x В	590 x 230 x 430

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.

2.8 Нормування зварювальних операцій

На час механізованого зварювання у середовищі захисних газів МИКС – 1 впливає наступний склад робіт:

- вмикання та вимикання напівавтомата;
- підготовка до роботи балонів з газом, підключення (відключення), продувка шлангів;
- встановлення зварювального струму і налаштування напівавтомата на заданий режим;
- встановлення бухти дроту на вертушку напівавтомата;
- заправка дроту у шланговий електроудержувач при підготовці напівавтомата до роботи і під час роботи;
- зачистка кромки перед зварюванням від іржі та бруду шліф машинкою;
- зварювання швів;

- очистка швів від бризок і напливів;
- огляд і вимірювання швів.

Час на механізоване зварювання:

$$T_{зв} = \frac{T'_{зв}}{10} \cdot L_{ш}, \quad (2.8)$$

де $T'_{зв}$ – час на зварювання десяти метрів шва;

$T'_{зв}$ – для ТЗ з $\Delta 10$ та Н1 з $\Delta 10 = 1,3$ год, для С8 та Т6 = 3,8 год, для ТЗ з $\Delta 8 = 1$ год, для ТЗ з $\Delta 6 = 0,83$ год [4];

$L'_{ш}$ – загальна довжина однотипних швів.

Час на зварювання ТЗ з $\Delta 10$:

$$T_{зв1} = \frac{1,3}{10} \cdot 6,06 = 0,78 \text{ год}$$

Час на зварювання С8:

$$T_{зв2} = \frac{3,8}{10} \cdot 1,66 = 0,63 \text{ год}$$

Час на зварювання Т6:

$$T_{зв3} = \frac{3,8}{10} \cdot 0,66 = 0,25 \text{ год}$$

Час на зварювання Н1 з $\Delta 10$:

$$T_{зв4} = \frac{1,3}{10} \cdot 0,8 = 0,104 \text{ год}$$

Час на зварювання ТЗ з $\Delta 8$:

$$T_{365} = \frac{1}{10} \cdot 4,62 = 0,46 \text{ год}$$

Час на зварювання ТЗ з Δ6:

$$T_{366} = \frac{0,83}{10} \cdot 0,36 = 0,029 \text{ год}$$

Загальний час на зварювання:

$$T_{36} = \sum T_{36i}, \quad (2.9)$$

$$T_{36i} = 0,78 + 0,63 + 0,25 + 0,104 + 0,46 + 0,029 = 2,25 \text{ год}$$

2.9 Розрахунок витрат зварювальних матеріалів

До зварювальних матеріалів при механізованому зварюванні в захисних газах відноситься:

- зварювальний дріт;
- суміш газів.

Витрати електродного дроту:

$$G_{30} = K_{\epsilon} \cdot G_n \cdot L_{ш}, \quad (2.10)$$

де K_{ϵ} – коефіцієнт що враховує витрати дроту на вигар та розбріскування;

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

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

$L_{ш}$ – довжина однотипних швів, м.

$$G_{\text{н}} = F_{\text{н}} \cdot \gamma \cdot 100, \quad (2.11)$$

$$G_{\text{н}1} = 0,55 \cdot 7,8 \cdot 100 = 429 \approx 0,429 \text{ кг}$$

$$G_{\text{н}2} = 3,35 \cdot 7,8 \cdot 100 = 2,613 \approx 2,613 \text{ кг}$$

$$G_{\text{н}3} = 3,18 \cdot 7,8 \cdot 100 = 2480 \approx 2,480 \text{ кг}$$

$$G_{\text{н}5} = 0,36 \cdot 7,8 \cdot 100 = 280 \approx 0,280 \text{ кг}$$

$$G_{\text{н}6} = 0,21 \cdot 7,8 \cdot 100 = 163 \approx 0,163 \text{ кг}$$

$$G_{3\partial 1} = 1,05 \cdot 0,429 \cdot 6,06 = 2,73 \text{ кг}$$

$$G_{3\partial 2} = 1,05 \cdot 2,613 \cdot 1,66 = 4,55 \text{ кг}$$

$$G_{3\partial 3} = 1,05 \cdot 2,480 \cdot 0,66 = 1,71 \text{ кг}$$

$$G_{3\partial 4} = 1,05 \cdot 0,429 \cdot 0,8 = 0,36 \text{ кг}$$

$$G_{3\partial 5} = 1,05 \cdot 0,280 \cdot 4,62 = 1,35 \text{ кг}$$

$$G_{3\partial 6} = 1,05 \cdot 0,163 \cdot 4,62 = 0,79 \text{ кг}$$

Загальні витрати зварювального дроту:

$$G_{3\partial} = \sum G_{3\partial i} = G_{3\partial 1} + G_{3\partial 2} + G_{3\partial 3} + G_{3\partial 4} + G_{3\partial 5} + G_{3\partial 6}, \quad (2.12)$$

$$G_{3\partial} = \sum G_{3\partial i} = 2,73 + 4,55 + 1,71 + 0,36 + 1,35 + 0,06 = 10,76 \text{ кг}$$

Витрати суміші газів:

$$Q_z = q_z \cdot T_o \cdot L_{ш} + q_z (t_{пз} + t_{пер} \cdot n), \quad (2.13)$$

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

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

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

n – кількість переходів при зварюванні.

$$T_o = \frac{60}{v_{ш}}, \quad (2.14)$$

$$T_{o1,4} = \frac{60}{26} = 2,3 \text{ хв}$$

$$T_{o2} = \frac{60}{15} = 4 \text{ хв}$$

$$T_{o3} = \frac{60}{16} = 3,75 \text{ хв}$$

$$T_{o5} = \frac{60}{20} = 3 \text{ хв}$$

$$T_{o6} = \frac{60}{34} = 1,7 \text{ хв}$$

$$Q_{z1} = 20 \cdot 2,3 \cdot 6,06 \cdot 2 + 20(0,5 + 0,02 \cdot 16) = 573,92 \text{ л}$$

$$Q_{z3} = 20 \cdot 3,75 \cdot 0,66 \cdot 7 + 20 \cdot 0,5 = 356,5 \text{ л}$$

$$Q_{z2} = 20 \cdot 4 \cdot 1,66 \cdot 7 + 20(0,5 + 0,02 \cdot 2) = 545,35 \text{ л}$$

$$Q_{z4} = 20 \cdot 2,3 \cdot 0,8 \cdot 2 + 20(0,5 + 0,02 \cdot 8) = 50 \text{ л}$$

$$Q_{z5} = 20 \cdot 3 \cdot 4,62 + 20(0,5 + 0,02 \cdot 8) = 290,4 \text{ л}$$

$$Q_{z6} = 20 \cdot 1,7 \cdot 0,36 + 20(0,5 + 0,02 \cdot 8) = 25,44 \text{ л}$$

Загальні витрати суміші газів:

$$Q_z = \sum Q_{zi} = Q_{z1} + Q_{z2} + Q_{z3} + Q_{z4} + Q_{z5} + Q_{z6}, \quad (2.15)$$

$$Q_z = \sum Q_{zi} = 573,92 + 545,32 + 356,5 + 290,4 + 50 + 25,44 = 1841,58 \text{ л}$$

Витрати електроенергії на механізоване зварювання:

$$A = \frac{U_d \cdot G_n \cdot L_{ш}}{\alpha_n \cdot \eta \cdot K_u}, \quad (2.16)$$

де η – ККД джерела живлення;

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

$$A_1 = \frac{26 \cdot 0,429 \cdot 6,06}{16,8 \cdot 0,87 \cdot 0,65} = 7,5 \text{ кВт} \cdot \text{год}$$

$$A_2 = \frac{26 \cdot 2,613 \cdot 1,66}{16,8 \cdot 0,87 \cdot 0,65} = 12,5 \text{ кВт} \cdot \text{год}$$

$$A_3 = \frac{26 \cdot 2,480 \cdot 0,66}{16,8 \cdot 0,87 \cdot 0,65} = 4,7 \text{ кВт} \cdot \text{год}$$

$$A_4 = \frac{26 \cdot 0,429 \cdot 6,06}{16,8 \cdot 0,87 \cdot 0,65} = 0,99 \text{ кВт} \cdot \text{год}$$

$$A_5 = \frac{26 \cdot 0,280 \cdot 4,62}{16,8 \cdot 0,87 \cdot 0,65} = 3,7 \text{ кВт} \cdot \text{год}$$

$$A_6 = \frac{26 \cdot 0,163 \cdot 4,62}{16,8 \cdot 0,87 \cdot 0,65} = 2,1 \text{ кВт} \cdot \text{год}$$

Загальні витрати електроенергії на зварювання:

$$A = \sum A_i = A_1 + A_2 + A_3 + A_4 + A_5 + A_6, \quad (2.17)$$

$$A = \sum A_i = 7,5 + 12,5 + 4,7 + 0,99 + 3,7 + 2,1 = 31,49 \text{ кВт} \cdot \text{год}$$

2.10 Способи зменшення зварювальних напруг та деформацій

Способи зменшення зварювальних напружень та деформацій передбачається на всіх етапах проектування і виготовлення зварного бруса запобіжного.

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, заварювати від середини конструкції до її країв (див. рис. 2.11);

- 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).

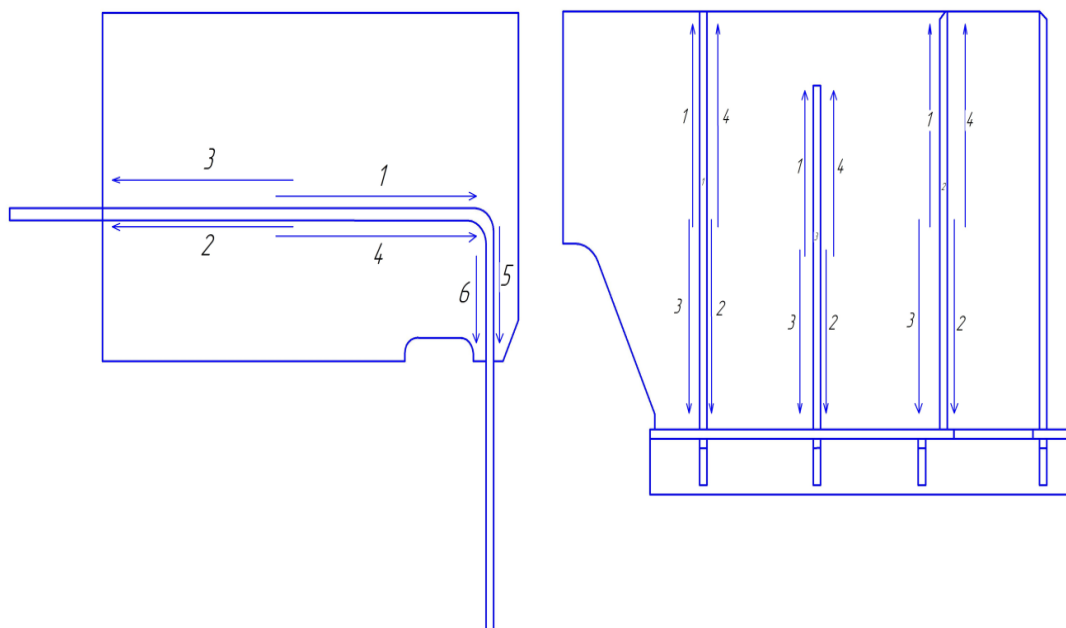


Рисунок 2.11 – Послідовність виконання швів

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

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

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

Перевіряють якість зачищення кромки. Крім того, контролюють, величину зазору між збираємими деталями. С цією метою використовують спеціальні шаблони, кутники та лінійки (рис.2.12 та 2.13).

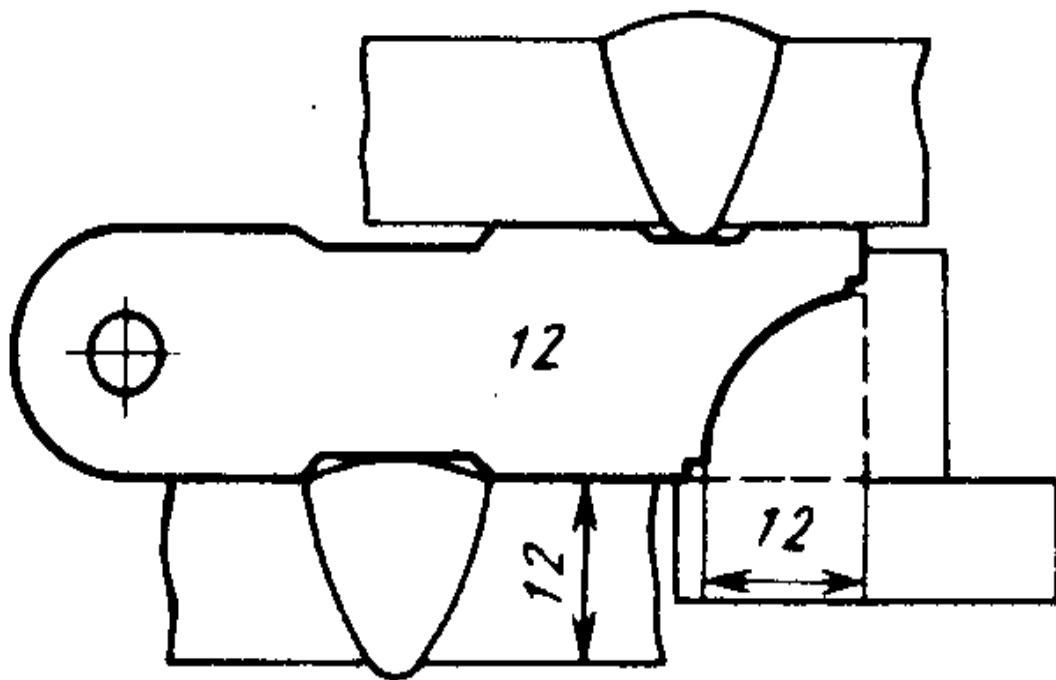
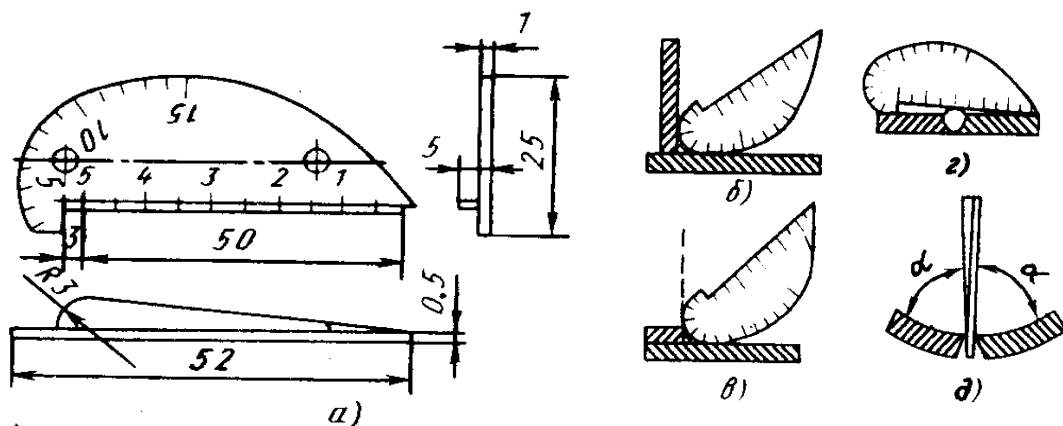


Рисунок 2.12 – Спеціальний шаблон

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

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



Умовні позначки:

- а) універсальний шаблон;
- б) використання шаблону для контролю таврового;
- в) в напусток;
- г) стикового;
- д) з'єднань і вимір зазору.

Рисунок 2.13 – Шаблон для перевірки зварних швів А. І. Красновського

Також потрібно виявляти дефекти, пов'язані з формою шва. При зовнішньому огляді використовують оглядові лупи (марок ЛПК – 470, ЛПК – 471) та біноклярні 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 від 2,5 до 7 разів та від 7 до 20 кратного збільшення.

Після проведення зовнішнього огляду та виправлення недопустимих

дефектів, зварні з'єднання підвергають контролю іншим фізичним методом, для виявлення внутрішніх дефектів використовувати метод ультразвукового контролю.

Ультразвукова дефектоскопія основана на властивості ультразвукових хвиль направлено розповсюджуватися в середовищах та відображатися від границь, або порушених суцільностей (дефектів), володіючих іншими акустичними опорами. 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 (див. рис 2.14; 2.15). Ознакою дефекту є явище імпульсу на екрані дефектоскопа.

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

Контроль прямим та однократно відбитим променем здійснюють при переміщенні перетворювача біля шовної зони. Цей спосіб дозволяє здійснювати контроль з однієї сторони 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;
- відчистку поверхні сканування від бризок металу, бруду;
- нанесення контактуючого змазуючого 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. Особливості дефектоскопа:

- два 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.

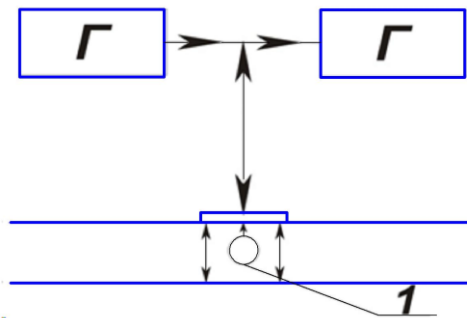


Рисунок 2.14 – Схема ультразвукового контролю стикових швів

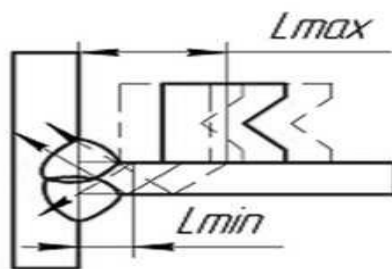


Рисунок 2.15 – Схема ультразвукового контролю

Таблиця 2.8 – 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 похибка вимірювання глибини залягання дефекту Нх, мм	$\pm (0,5 + 0,02 N_x)$
Абсолютна похибка вимірювань відношення амплітуд сигналів Мх, мм	$\pm (0,2 + 0,03 M_x)$
Час безперервної роботи від акумуляторної батареї, год, не менше	8

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 бруса запобіжного до місця контролю якості, і потім до складу готової продукції використовувати електричний однобалочний мостовий кран вантажопід'ємністю 3 т згідно ISO 4301[25].

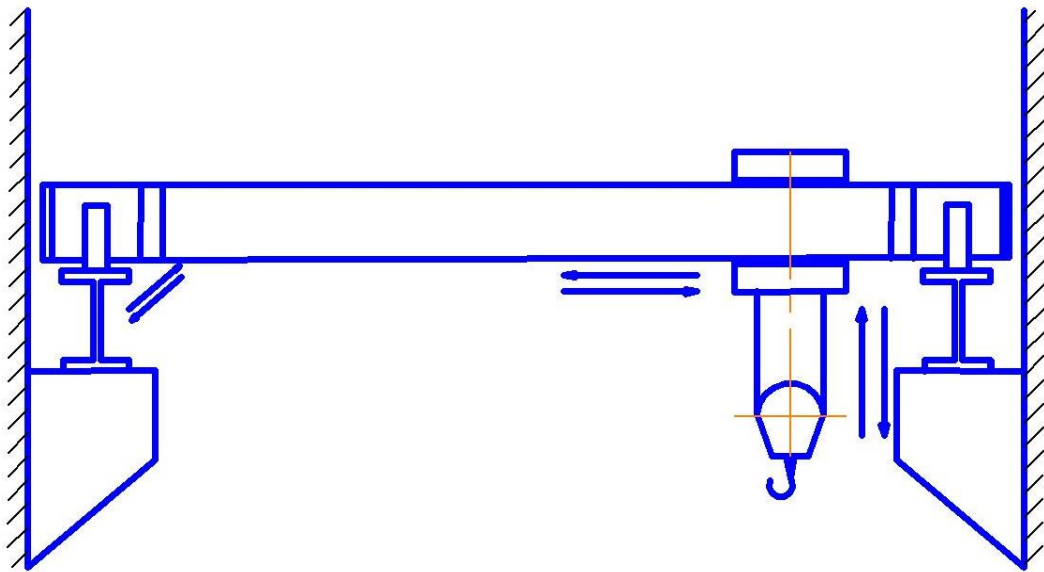


Рисунок 3.1 – Однобалочний мостовий кран

Мостові крани є універсальним і найбільш поширеним ПТО, обслуговуючим практично всю площу прольотів виробничих цехів, складів матеріалів і устаткування. Вантажозахисними пристроями мостових кранів

служать крюки, електромагнітні і вакуумні траверси. В однобалочних кранах, як правильно застосовується електроталь (кран – балки).

Мостові крани із рухомим візком обслуговують всю площу цехового прольоту за винятком (метрової зони) вздовж стін цеху (від 10 % до 20 % площі прольоту), на яку кран не може подати свій вантажозахисний пристрій.

На ділянці складання та зварювання бруса запобіжного передбачається кран балка вантажопід'ємністю 1 т, яка використовується для транспортування деталей та вузлів виробу між складськими та робочими місцями під час технологічного процесу складання та зварювання. Кран балка рухається по монорельсу розташованому на підлозі цеху.

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:

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

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

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

$\cos \phi$ – 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 складас 5 %.

Газопостачання:

Доставка захисної суміші газів МИКС – 1 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 суміші газів МИКС – 1 визначаються по об'єму робіт. [23]

3.3 Опис плану дільниці

На дільниці для складання та зварювання бруса запобіжного знаходиться склад заготовок, два місця складання, місце механізованого зварювання, проміжний склад, місце контролю, склад готової продукції.

Біля місць складання та механізованого зварювання знаходиться випрямляч ВДГ – 506/3 з напівавтоматом FastMig M 520 «КЕМРРІ» і балон з суміщу газів МИКС – 1.

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 однобалочний мостовий кран вантажопід'ємністю 3 т і кран – балка вантажопід'ємністю 1 т. Вддовж всієї дільниці проходить пожежний проїзд.

Дільниця знаходиться в цеху з прольотом 12 м і відстанню між колонами 6м, та передбачений пожежний щит, вогнегасник, фонтанчик питної води.

4 ТЕХНІКО ЕКОНОМІЧНІ РОЗРАХУНКИ ЗВАРЮВАЛЬНОЇ ДІЛЬНИЦІ

4.1 Організація ділянки із зварювання бруса запобіжного

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 за новою технологією

Найменування операцій	Норма штучного часу, з старим обладнанням н/год	Норма штучного часу, з новим обладнанням н/год
Розмічування та відрізання	—	—
Складання	6,1	4,6
Ручне зварювання	5,83	—
Напівавтоматичне зварювання	—	2,5
Підготовчо завершальний час	1,5	1,5
Норма часу на одиницю виробу	15,66	8,6

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 проєкті приймаємо виробничу програму з виготовлення зразків для випробувань зварювальних матеріалів рівною 800 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
Брус запобіжний	8,6	800	6880

Таблиця 4.3 - Розрахунок потреби в матеріалах, і їх вартість

Найменування матеріалу	Норма витрати		Ціна за 1 кг матеріалу, грн	Вартістьна програму, грн
	На виріб, кг	На програму, кг		
Дріт Св– 08Г2С	10,76	8608	56,7	488073,6
Захисний газ МИКС – 1 Ar (82%) + CO2 (12%)	29	23200	9,76	226432
Ст – 20	770	616000	13,3	8192800
Всього				8907305,6

Транспортні витрати складають 10% від вартості виробів – 890730,5грн.

Балансова вартість матеріалів з урахуванням транспортних витрат:

$$8907305,6 + 890730,5 = 21188253,6 \text{ грн}$$

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 двозмінний режиму роботи прийнятий 4000 годин.

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

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

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:

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

де m – кількість видів робіт;

t_i – норма часу i -ой операції, год;

N_i – річна програма i -го виробу, шт;

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

– розрахунок кількості обладнання для складальної, операції:

Коефіцієнт завантаження устаткування $K_{\text{зав.}} = 1,97/2 = 0,98$

для механізованого зварювання:

Коефіцієнт завантаження устаткування $K_{\text{зав.}} = 1,1/2 = 0,53$

для зварювальної операції:

Транспортні витрати складають 10% від вартості устаткування – 147309 грн

Таблиця 4.4 – Розрахунок кількості устаткування, його вартості і потужності

Найменування операцій	Устаткування	Кількість устаткування, шт	Коефіцієнт завантаження, Кз	Ціна устаткування за прейскурантом, грн	Потужність двигунів кВт/год
Складання	Обертач універсальний FastMig М 520	1	0,98	384745,4	2,0
		1		90719,28	27,0
Зварювання механізоване	Обертач універсальний FastMig М 520	2	0,53	384745,4	2,0
		2		90719,3	27,0
	Кран -балка	1		46700	4,0
	Всього			1473094,1	

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:

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

де m – кількість видів робіт;

t_i – норма часу i -ої 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

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

$$F_{\phi}^p = 3720 \text{ год}$$

Розрахунок кількості працівників:

– кількість робітників навідрізню операцію :

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

– кількість робітників на складальну операцію:

$$Ro = \frac{\sum_{i=1}^m t_i N_i}{F_{\phi}^p K_{BH}} = \frac{4,6 \cdot 800}{3720 \cdot 1,05} = 0,94 \text{чол}$$

– кількість робітників на зварювальну операцію :

$$Ro = \frac{\sum_{i=1}^m t_i N_i}{F_{\phi}^p K_{BH}} = \frac{2,5 \cdot 800}{3720 \cdot 1,05} = 0,51 \text{чол}$$

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.

Чисельність допоміжних робітників визначається по нормах обслуговування і по робочих місцях. Для ділянки необхідно: 2 наладчики, 2 електрик-ремонтники Але в нашому випадку приймаємо 1 зварника, 2 слюсара. та 1 та контролера.

Визначення потреби в ІТР робиться на підставі структури управління : 1 інженер-технолог, 2 майстри.

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

Загальна чисельність персоналу приведена в таблиці 4.6

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	2	5	5	1	1
Всього	4			2	2
Допоміжні робочі	2			1	1
Всього	2			1	1
Майстер	2			1	1
Технолог	2			1	1
Разом	10			5	5

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 введений в таблиці 5.7

Таблиця 5.7 – Розрахунок розцінок за операціями

Операція	Норма часу, год	Розряд	Годинна тарифна ставка, грн.	Розцінка, грн.
Складальник	4,6	5	60	276
Зварник напівавтомата	2,5	5	72,45	181,125
Всього				457,125

Тарифний фонд заробітної плати основних працівників складає:

$$З_{сд.} = 457,125 \cdot 800 = 365700 \text{ грн.}$$

Додаткова заробітна основних робітників, премії з фонду зарплати 60 %

$$З_{доп} = 365700 \cdot 0,6 = 219420 \text{ грн.}$$

Премії з прибутку 15% від фонду зарплати

$З_{прем}$ = Річний фонд заробітної плати основних робітників.

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

$$З_{всп} = C_1 \cdot K_{тар.сред.} \cdot F_{эф.}^p \cdot R_{вспом}$$

де C_1 – годинна тарифна ставка першого розряду, грн;

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

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

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

де m – кількість розрядів 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.

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

$$З_{всп} = 10,5 \cdot 1,63 \cdot 3720 \cdot = 63667,8 \text{ грн.}$$

Заплановані доплати і премії – 50 % від тарифного фонду:

$$63667,8 \cdot 0,5 = 31833,9 \text{ грн}$$

Премії з прибутку:

$$95500,9 \cdot 0,15 = 14325,135 \text{ грн.}$$

Річний фонд заробітної плати допоміжних працівників складає:

$$63667,8 + 31833,9 + 14325,135 = 109826,935 \text{ грн.}$$

Розрахунок фондів заробітної плати керівників і фахівців приведена в таблиці 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 місяч- них окладів, грн	Річний фонд, грн
Майстер	2	8500	17200	206400
Технолог	2	6600	13200	158400
Всього	4	—	—	364800

Таблиця 4.9 – Звідна відомість оплати праці

Категорія персоналу	чисельність Чол.	Фонд зарплати, грн.			Середня. місячна. зарплата грн.	Відрахування на соц. страхування, грн
		Основні тарифіка- ції	Додаткові	Річний фонд		
Основ.вироб. робітники	4	365700	219420	585120	12190	128726,4
Допоміжні	2	63667,8	46159,1	109826,9	4576,1	24161,9
Керівник ІТР	4	364800	182400	547200	11400	120384
Всього	10			1242146,9	28166,1	273272,3

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 – 8907305,6 грн;

Стаття 2

Тарифна заробітна плата основних працівників – 365700 грн;

Стаття 3

Доплати, допоміжна зарплата, премії – 219420 грн;

Стаття 4

Нарахування на соціальне страхування – 128726,4 грн;

Стаття 5

Паливо і енергія на технологічні цілі

$$З_{\text{эн.}} = C \cdot W \cdot \text{шт.} \cdot N = 2,68 \cdot 62 \cdot 0,27 \cdot 800 = 35890 \text{ грн.}$$

Б. Непрямі витрати:

- витрати на зміст і експлуатацію устаткування;
- загальновиробничі витрати.

Таблиця 4.9 – Калькуляція собівартості зварювальних робіт

№	Найменування статей витрат	Витрати, грн		
		на основну програму	На одиницю, за новою технологією	На одиницю, за старою технологією
1	Допоміжні і основні матеріали	8907305,6	11134,1	11134,1
2	Тарифна заробітна плата основних працівників	365700	457,1	774,1
3	Доплати, додаткова заробітна плата, премії основних працівників	146280	182,8	309,6
4	Нарахування на заробітну плату	128726,4	100,54	170,3
5	Витрати на утримання і експлуатацію устаткування	1462800	1828,4	3096,4
6	Загальновиробничі витрати	1097100	1371,3	2322,3
	Електроенергія на технологічні цілі	35890	44,8	67,2
Всього загальновиробнича собівартість		12143802	15179,8	17874

Відносні показники рахуємо по таких формулах:

Фондовіддача:

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

де $C_{\text{п}}$ – повна собівартість продукції за рік;

$C_{\text{м.п.}}$ – вартість напівфабрикатів і матеріалів

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

$$\Phi_{\text{отд}} = 8,8$$

Продуктивність роботи одного працівника:

$$\mathfrak{E} = \frac{C_n - C_{м.п.}}{\sum K}$$

де $\sum K$ – кількість робітників.

$$\mathfrak{E} = 12143802 / 10 = 1214380,2 \text{ грн/чол.}$$

Фондомісткість:

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

Визначення економічного ефекту від впровадження нової технології зварювання бруса запобіжного

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:

$$Z_1 = C_1 + \mathfrak{E}_H \cdot K_1 \text{ ПИТ}$$

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

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

$$Z_2 = C_2 + \mathfrak{E}_H \cdot K_2 \text{ ПИТ}$$

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

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

$$Z_2 = 15179 + 0,15 \cdot \frac{12143802}{800} = 17455,9 \text{ грн}$$

$$Z_1 = 17874 + 0,15 \cdot \frac{12143802}{800} = 20150,9 \text{ грн}$$

$$\Xi = [20150,9 - 17455,9] \cdot 800 = 2156050,3$$

Економічний ефект від впровадження нової технології зварювання бруса запобіжного 2156050,3 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: відносне 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 брусу запобіжного.

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 отруєння інертним газом у наслідок не виконання вимог з техніки безпеки.;

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) незадовільні параметри повітряного середовища , що може привести до патологій дихальних шляхів та легень;

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 технологічного 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 ізольовані 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 напрузі до 1000 В – не менш 3,5 м, при напрузі 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 (пускатів, 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] «Одежда специальная защитная, средства индивидуальной защиты ног и рук. Классификация», брезентові захисні костюми згідно ISO 45001:2018 [13].

Одяг спеціальний для захисту від підвищених температур теплового випромінювання, рукавиці брезентові згідно ISO 45001:2018 [13] «ССБТ Средства индивидуальной защиты. Рукавицы специальные, специальное взуття (ботинки, напівсапоги) із захисними носками згідно ДСТУ 10998 – 74 «ССБП Взуття специальное шкряне 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 захарашувати їх, оглянути, привести в порядок і надіти засоби індивідуального захисту, переконатися в тому, що підлога суха;

г) для виключення можливості отруєння інертними газами необхідно виконувати наступні вимоги: гнучкі шланги мають бути тільки армовані,

поєднання шлангів гладкими з'єднувачами неприпустимо. Кріплення виконуються тільки хомутом; герметизація проривів ізострічкою неприпустима, пошкоджену ділянку вирізати і поєднати з'єднувачем типу «йорш», після закінчення зварювання проводити продувку повітрям робочої зони, а також приямків і обладнання, розташованого нижче рівня підлоги.

д) для захисту від впливу ультрафіолетового опромінення передбачено використання щитків зі світлофільтрами ISO 45001:2018 [13] «ССБТ Щитки защитные лицевые для электросварщиков. 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] «Средства индивидуальной защиты. Рукавицы специальные. Технические условия».

е) для забезпечення оптимальних параметрів повітряного середовища на ділянці для зварювання передбачено влаштування загально обмінної механічної вентиляції згідно ДСН 3.3.6-042-99 [13] «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень», що забезпечує оптимальні параметри, які вказані в.

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 [13] «Правила з техніки безпеки і виробничої санітарії при електрозварювальних роботах», НАПБ А.01.001 – 2004 [13] «Правила пожежної безпеки України» і НПАОП 0.00 – 4.12-05 [13] «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, °C	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.

Моібден, 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 СніП 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 роботи 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: $k_3 = 2,0$; $2. = 1,15$ – 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 (h_3 , h_p) – числові 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:

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

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

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

де n – кількість ламп у світильнику.

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

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

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:

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

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

$$P_{\Sigma} = N_n + P_n = 2 \cdot 1000 = 2 \text{ кВт}$$

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 2х2 – 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 електричного струму.

Проте, нещодавно в Україні введено в дію ДСТУ EN 2:2014 «Класифікація пожеж», відповідно до якого поняття підкласів пожеж (А1...D3) уже не застосовується, з переліку також виключено клас Е (горіння електроустановок, що перебувають під напругою е струм), а натомість введено клас F – горіння речовин, які використовують для приготування їжі (рослинних і тваринних олій та жирів) та які містяться в кухонних приладах.

Пожежо – вибухова небезпека 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, важко горючі 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 самостійно 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 самостійно 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 і 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 [13].

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 пожежонебезпечними 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 бруса запобіжного, 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.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Шуб, М. Б. «Методические рекомендации на выполнение дипломного проэкта 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. «Механнизация 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 механнизации и автоматзации 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.

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

Розроб.	Бондаренко Д.С.	<i>[Signature]</i>	12.12.19
Перевір.	Лаптева Г.М.	<i>[Signature]</i>	12.12.19
Н. контр.	Шумикін С.О.	<i>[Signature]</i>	12.12.19

Аркушів 7 Аркуш 1

	ГКІЮ	
	ДП	

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЗАПОРІЗЬКА ПОЛІТЕХНІКА»

ПОГОДЖЕНО

КОМПЛЕКТ ДОКУМЕНТІВ
на розробку технологічного процесу збирання та зварювання
брусу запобіжного з проектуванням ділянки

СТВЕРДЖУЮ

Нормоконтроль

Дата

Впроваджений у виробництво

Акт № _____ Дата _____.

Зав. кафедрою ОТЗВ

Дата 12.12.2019 *[Signature]*

Комплект документів

відповідає

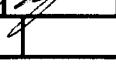
ТД

[illegible]

Дубл.																	
Взам.																	
Подл.																	
														Листов 7		Лист 3	
Разраб.			Бондаренко Д.											ГКЮ.04.25.19.000 ПЗ			
Пров.			Лаптева Г.М.														
Н. контр.			Шумикін С.О.														
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		
14	30				Збирання												
15	Обертач зварювальний універсальний СВУ – 05 Напівавтомат FastMig M 520 KEMPPi Поворотна колона																
16	З'єднати підвузол 1 з чотирма ребрами, прихватками підвузол 2 Складальник 5 Зварювальник 5																
17	Ізв = 340 А, U = 26 В, V _{зв} = 15 м/год, Витрати газу 15 – 16 л/хв.,																
18	Дріт Св – 08Г2С, d _п = 1,6 мм, захисний газ суміш 82% Аг + 18 % CO ₂																
19	40				Зварювання												
20	Перенести підвузол 2 120																
21	Обертач зварювальний універсальний СВУ – 05 Напівавтомат FastMig M 520 KEMPPi Поворотна колона																
22	Зварювання підвузла 2 Зварювальник 5																
23	Ізв = 340 А, U = 26 В, V _{зв} = 15 м/год, Витрати газу 15 – 16 л/хв.,																
24	Дріт Св – 08Г2С, d _п = 1,6 мм, захисний газ суміш 82% Аг + 18 % CO ₂ 5																
25																	

[illegible]

[illegible]

Дубл.																				
Взам.																				
Подл.																				
															Аркушів 7		Аркуш 6			
Разраб.			Бондаренко Д.С.												ГКІЮ.04.25.19.000 ПЗ					
Пров.			Лаптева Г.М.																	
Н. контр.			Шумикін С.О.																	
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						
52	90				Збирання															
53	Обертач зварювальний універсальний СВУ – 05 Напівавтомат FastMig M 520 KEMPPİ Поворотна колона																			
54	З'єднати готовий вузол А та сім ребер, косинку та дві накладки, прихватками				Складальник 5 Зварювальник 5					45										
55	Ізв = 340 А, U = 26 В, V _{зв} = 15 м/год, Витрати газу 15 – 16 л/хв.,																			
56	Дріт Св – 08Г2С, d _п = 1,6 мм, захисний газ суміш 82% Аг + 18 % СО ₂																			
57	100				Зварювання															
58	Обертач зварювальний універсальний СВУ – 05 Напівавтомат FastMig M 520 KEMPPİ Поворотна колона														3					
59	Приварити готовий вузол А та сім ребер, косинку та дві накладки				Зварювальник 5															
60	Ізв = 340 А, U = 26 В, V _{зв} = 20 м/год, Витрати газу 15 – 16 л/хв.,																			
61	Дріт Св – 08Г2С, d _п = 1,6 мм, захисний газ суміш 82% Аг + 18 % СО ₂																			
62															5					
63																				

[illegible]

[illegible]