

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Фізико-технічний, інженерно-фізичний

(повне найменування інституту, назва факультету)

Обладнання та технології зварювального виробництва

(повна назва кафедри)

Пояснювальна записка

до дипломного проекту (роботи)

магістр

(ступінь вищої освіти (освітній ступінь))

на тему Дослідження та оптимізація технологічного процесу зварювання труби шестигранної системи збереження відрізаного едального налива з проектуванням діаметри

Виконав: студент 6 курсу, групи Із-313
спеціальності (напряму підготовки)

131 Прикладна механіка,

Технологія та устаткування зварювального виробництва

(код і назва напряму підготовки, спеціальності)

Поліщук Олександр Анатолійович
(прізвище та ініціали)

Керівник доц. Андрющенко М. І.
(прізвище та ініціали)

Рецензент доц. Матова О. В.
(прізвище та ініціали)

м. Запоріжжя

2018 рік

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Запорізький національний технічний університет
 (повне найменування вищого навчального закладу)

Інститут, факультет PTI, IPP
 Кафедра OT3B
 Рівень вищої освіти (освітньо-кваліфікаційний рівень) магістр
 Спеціальність 131 Прикладна механіка
 (код і назва)
 Напрямок підготовки Технології та устаткування зварювання
 (код і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри Олександров О.К.

"20" 12 2018 року

ЗАВДАННЯ
 НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТУ

Пантюшин Олександр Анатолійович
 (прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Дослідження та оптимізація технологічного процесу зварювання зварювальних труб шестигранної системи зварювання відносного ядерного поля з проектуванням різьниці
 керівник проекту (роботи) доц. Андрющенко М.І.
 (прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від "06" грудня 2018 року №

2. Строк подання студентом проекту (роботи)

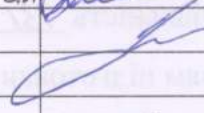
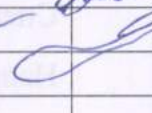
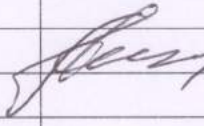
3. Вихідні дані до проекту (роботи) Креслення труб шестигранної, умови роботи труб програма воркспас (200 мм)

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1 Характеристика і аналіз технологічності виробу. 2 Перевірочні розрахунки на міцність з впливом на виготовлення виробу. 3 Аналіз базової технології. 4 Альтернативний варіант технологічного процесу. 5 Вибір обладнання. 6 Технічне проектування оправок.

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

1 Креслення: виробу, калібру, обрабки розтинної, план ділянки, мікроструктура, ліній співвідношення зварного з'єднання, мікроструктура основного матеріалу, матеріал зварних з'єднань, показники ефективності і результативності

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

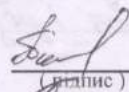
Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	прийняв виконавця не завдання
Екологіка	Круглікова Валентина Володимирівна к.е.н		
Охорона праці	Нестеров Олександр Васильович к.т.н доцент		
Проектна	доц Андрущенко Микола		
гостина	Григоренко		

7. Дата видачі завдання 05.09.2018

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітки
1	Аналіз вихідних даних і завдання		
2	Методика проведення дослідження		
3	Аналіз базового матеріалу		
4	Вибір матеріалу для альтернативної техніки		
5	Дослідження та оптимізація режимів зварювання		
6	Розробка екологічної ефективності за показниками нового та базового процесу		
7	Розробка розділу охорона праці і безпеки у надзвичайних ситуаціях		
8	Оформлення Д.П.		

Студент


(підпис)

Григоренко О.А.
(прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи)


(підпис)

Андрущенко М.
(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

ПЗ: 97 стор., 29 таблиць, 51 рис., 2 додатків, 10джерел.

ВІДПРАЦЬОВАНЕ ЯДЕРНЕ ПАЛИВО, ДОСЛІДЖЕННЯ, ЗАХИСНИЙ ГАЗ, МАКРОСТРУКТУРА, МІКРОСТРУКТУРА, МІКРОСТРУКТУРА ЗВАРНОГО З'ЄДНАННЯ, ОПТИЧНИЙ МІКРОСКОП, ОПТИЧНИЙ СТЕРЕОСКОП, ОХОРОНА ПРАЦІ, ПОЛУАВТОМАТИЧНЕ ЗВАРЮВАННЯ, ПРОЕКТУВАННЯ ВИРОБНИЧОЇ ДІЛЬНИЦІ, СКАНУЮЧИЙ ЕЛЕКТРОННИЙ МІКРОСКОП, ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ, ТРУБА ШЕСТИГРАННА.

Об'єкт дослідження – технологія збирання та зварювання труби шестигранної для збереження ядерних відходів.

Мета роботи – дослідження макро- і макроструктури зварних з'єднань за допомогою оптичної та растрової електронної мікроскопії.

В дипломному проекті розроблено технологію збирання та зварювання труби шестигранної і зпроектовано виробничу ділянку. Для обґрунтування можливості використання нової технології (напівавтоматичне зварювання в середовищі захисних газів) проведено дослідження макро- і мікроструктури зварних з'єднань. Результати є новими і актуальними для базового підприємства. Технологію впроваджено на ОП АЕМ завод Нестандартного обладнання та трубопроводів.

Сфера застосування – ядерна енергетика. Економічний ефект роботи склав 3446517,4 грн.

ABSTRACT

Thesis: 97 pages, 29 tables, 51 figs., 2 appendices, 10 references

NUCLEAR WASTE, RESEARCH, PROTECTIVE GAS, MACRO STRUCTURE, MICRO STRUCTURE, WELD JOINT MICROSTRUCTURE, OPTICAL MICROSCOPE, OPTICAL STEREOSCOPE, LABOR SAFETY, SEMIAUTOMATIC WELDING, DESIGN OF PLANT, SCANNING ELECTRON MICROSCOPE, TECHNICAL-ECONOMIC INDICATORS, HEXAHONAL PIPE

The object of the study is the technology of assembling and welding hexagonal pipe for the preservation of nuclear waste.

The purpose of the work is to study the macro- and macrostructure of welded joints using optical and scanning electron microscopy.

In the diploma project technology for assembling and welding hexagonal pipe and production site has been developed. To substantiate the possibility of using a new technology (semiautomatic welding in the environment of protective gases), a study of the macro- and microstructure of welded joints has been carried out. Results are new and relevant for the parent company. The technology has been implemented at OP AEM factory of Non-standard equipment and pipelines.

Implementation scope is nuclear energy industry. The economic effect of the work has reached 3446517,4 hrn.

ЗМІСТ

ВСТУП	8
1 АНАЛІЗ ВИХІДНИХ ДАНИХ І ВИБІР ТИПУ ВИРОБНИЦТВА	10
1.1 Вихідні дані для проекту	10
1.2 Характеристика і аналіз технологічності виробу	12
1.3 Перевірочний розрахунок виробу на міцність	13
1.4 Технічні умови на виготовлення виробу	14
1.4.1 Вимоги до основних і допоміжних матеріалів	15
1.4.2 Вимоги на виготовлення виробу	15
1.4.3 Правила приймання і методи контролю якості	16
1.5 Вибір і обґрунтування типу виробництва, режиму праці і фондів часу	17
2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС ЗБИРАННЯ І ЗВАРЮВАННЯ ВИРОБУ	19
2.1 Аналіз технології збирання і зварювання виробу на базовому підприємстві	19
2.2 Альтернативний варіант технологічного процесу	22
2.3 Вибір обладнання і оснащення	33
2.4 Технічне нормування технологічних операцій і розрахунок трудомісткості робіт	39
3 ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСЬКІ РОЗРОБКИ	41
3.1 Технічна характеристика прийнятого стандартного обладнання і оснащення	41
3.2 Розрахунок і проектування нестандартного збирально-зварювального оснащення	52
3.3 Вибір і технічні характеристики транспортних засобів	54
4 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ РОЗРАХУНКИ	56
4.1. Технічне нормування операцій	56
4.1.1 Розрахунок кількості обладнання, площі ділянки	57
4.1.2 Розрахунок чисельності персоналу ділянки	59

4.2	Планування витрат на виробництво	61
4.2.1	Матеріальні витрати	62
4.2.2	Вартість основних засобів	63
4.2.3	Розрахунок фонду оплати праці	64
4.2.4	Собівартість виробу	68
4.2.5	Прямі витрати	68
4.2.6	Непрямі витрати	69
4.3	Економічне обґрунтування запропонованих розробок	74
4.3.1	Розрахунок економічного ефекту	74
4.3.2	Ефективність та результативність	74
5	ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	76
5.1	Аналіз потенційних небезпек	76
5.2	Заходи по забезпеченню техніки безпеки	80
5.3	Заходи по забезпеченню виробничої санітарії та гігієни праці	78
5.4	Заходи з пожежної безпеки	82
5.5	Заходи по забезпеченню безпеки у надзвичайних ситуаціях	84
	ВИСНОВКИ	87
	ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ	88
	ДОДАТОК А СПЕЦІФІКАЦІЯ	89
	ДОДАТОК Б МАРШРУТНА КАРТА	95

ВСТУП

Ядерна енергетика - найважливіша галузь народного господарства, що охоплює енергетичні ресурси, вироблення, перетворення, передачу і використання різних видів енергії. Це основа економіки держави. У світі йде процес індустріалізації, що вимагає додаткової витрати матеріалів, що збільшує енерговитрати. З ростом населення збільшуються енерговитрати на обробку ґрунту, збирання врожаю, виробництво добрив і т.і. В теперішній час багато природних легкодоступних ресурсів планети вичерпуються. Добувати сировину приходиться на великій глибині або на морських шельфах. Обмежені світові запаси нафти і газу, здавалося б, ставлять людство перед перспективою енергетичної кризи. Однак використання ядерної енергії дає людству можливість уникнути цього, тому що результати фундаментальних досліджень фізики атомного ядра дозволяють відвести погрозу енергетичної кризи шляхом використання енергії, яка виділяється при деяких реакціях атомних ядер.

Рішення про будівництво ЗАЕС по уніфікованому проекті атомних електростанцій з реакторами типу ВВЭР-1000 було прийнято Радою Міністрів СРСР у 1977 році. У 1979 році почалося будівництво Запорізької АЕС, що дало наймогутніший імпульс економічному розвитку регіону. У 1980 році було затверджено технічний проект будівництва першої черги Запорізької АЕС у складі 4-х енергоблоків. У 1981 році почалося поетапне спорудження енергоблоків станції. Протягом 1984 - 1987 років були введені в експлуатацію чотири енергоблоки, у 1988 році був прийнятий проект розширення станції, що передбачає будівництво ще двох енергоблоків з аналогічними реакторами. У серпні 1989 року був запущений енергоблок № 5, а шостий - лише в 1995 році. Пуск шостого енергоблоку планувався в 1990 році і він був практично готовий до здачі. Але через оголошений мораторій на будівництво і введення нових потужностей АЕС на Україні його не встигли пустити в намічений

термін, і блок простояв до 1993 року, коли був відмінний мораторій. З моменту введення шостого блоку Запорізька атомна станція стала найбільшою атомною станцією в Європі.

Після проведення 13 експертиз у липні 2001 року ЗАЕС одержала ліцензію на введення в дослідно-промислову експлуатацію перших трьох контейнерів сухого сховища відпрацьованого ядерного палива (ССВЯП). У серпні на другому енергоблоці станції розпочато завантаження відпрацьованих тепловиділяючих збірок у перший багатомісний герметичний кошик вентильованого контейнера сховища. На ЗАЕС першої серед атомних станцій України з реакторами типу ВВЕР споруджене ССВЯП. Технологія запорізького ССВЯП базується на збереженні відпрацьованих паливних збірок у вентильованих бетонних контейнерах, розташованих на площадці в межах станції. Проектний обсяг запорізького ССВЯП - 380 контейнерів, що, на думку фахівців, забезпечить збереження відпрацьованих паливних збірок, що будуть вилучатися з реакторів протягом усього терміну експлуатації станції.

ССВЯП Запорізької АЕС - перший ядерний об'єкт, проект якого пройшов усі стадії розгляду, передбачені новим ядерним законодавством України.

1 АНАЛІЗ ВИХІДНИХ ДАНИХ І ВИБІР ТИПУ ВИРОБНИЦТВА

1.1 Вихідні дані для проекту

В дипломному проекті розглянуто технологію збирання-зварювання труби шестигранної, яка є елементом корзини зберігання відпрацьованого ядерного палива. Корзина зберігання - це герметична ємність, яку призначено для сухого, безпечного збереження ОТВС у вертикальному положенні й охолодження їх шляхом природної циркуляції повітря.

Корзина (рис. 1.1) складається з корпусу - зовнішньої обичайки, усередині якого розташовується блок направляючих шестиграних труб, днище, захисна і силова кришки.

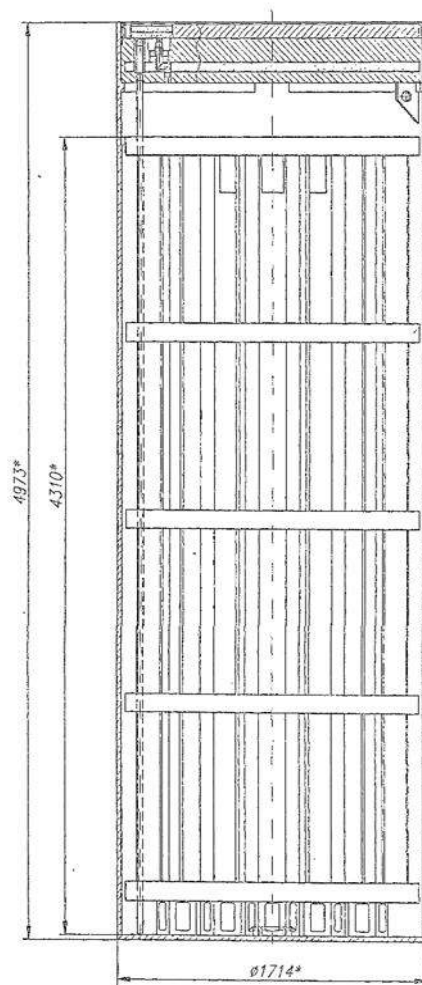


Рисунок 1.1 – Корзина для зберігання відпрацьованого ядерного палива

Корпус корзини виготовляється з котлової сталі підвищеної міцності, яку застосовують для судин, що працюють під тиском. Корпус і внутрішні вузли мають захисне покриття, що виключає корозію при впливі водяного середовища басейну витримки під час завантаження корзини.

Направляючі трубки виготовлені зі сталевих пластин, які зігнуто у вигляді шестигранників, з товщиною стінки 5 мм. Міцність конструкції в горизонтальних напрямках забезпечується вигнутими опорними горизонтальними поясами, розташованими в п'ятьох точках по висоті блоку. Ці пояси з'єднуються з направляючими трубами за допомогою зварювання і в зборі є як би стелажем для 24 штук ОТВС, встановлюваних у процесі заповнення корзини. Герметичність корзини досягається приварюванням двох кришок, верхньої, що складається з захисної і силової кришок, і нижньої - днище корзини. Після видалення води з корзини і її остаточного сушіння в корзину подається інертний газ - гелій. Інертне середовище, повна відсутність вологи і герметичність корзини надійно забезпечують можливість тривалого збереження відпрацьованого палива. Нормативний тиск внутрішнього газового середовища в корзині протягом збереження становить 0,6 - 1 атм.

Конструкція корзини в сукупності з організаційно-технічними заходами забезпечують ядерну безпеку в нормальних умовах завантаження і при проектних аваріях. Цілісність корзини, як 2-го контуру локалізації радіоактивних речовин (1-й контур локалізації - герметична стінка самих тепловиділяючих елементів), контролюється в процесі експлуатації непрямым шляхом на базі результатів регламентованих операцій з добору проб повітря і мазків із внутрішньої поверхні вихідних вентиляційних каналів, а також візуальним оглядом зовнішньої поверхні обичайки кошика.

1.2 Характеристика і аналіз технологічності виробу

Зварна труба (рис. 1.2) складається з двох профілів, що зігнуто під кутом 60 градусів і зварених двома стиковими швами. Основні характеристики виробу наведено в табл. 1.1.

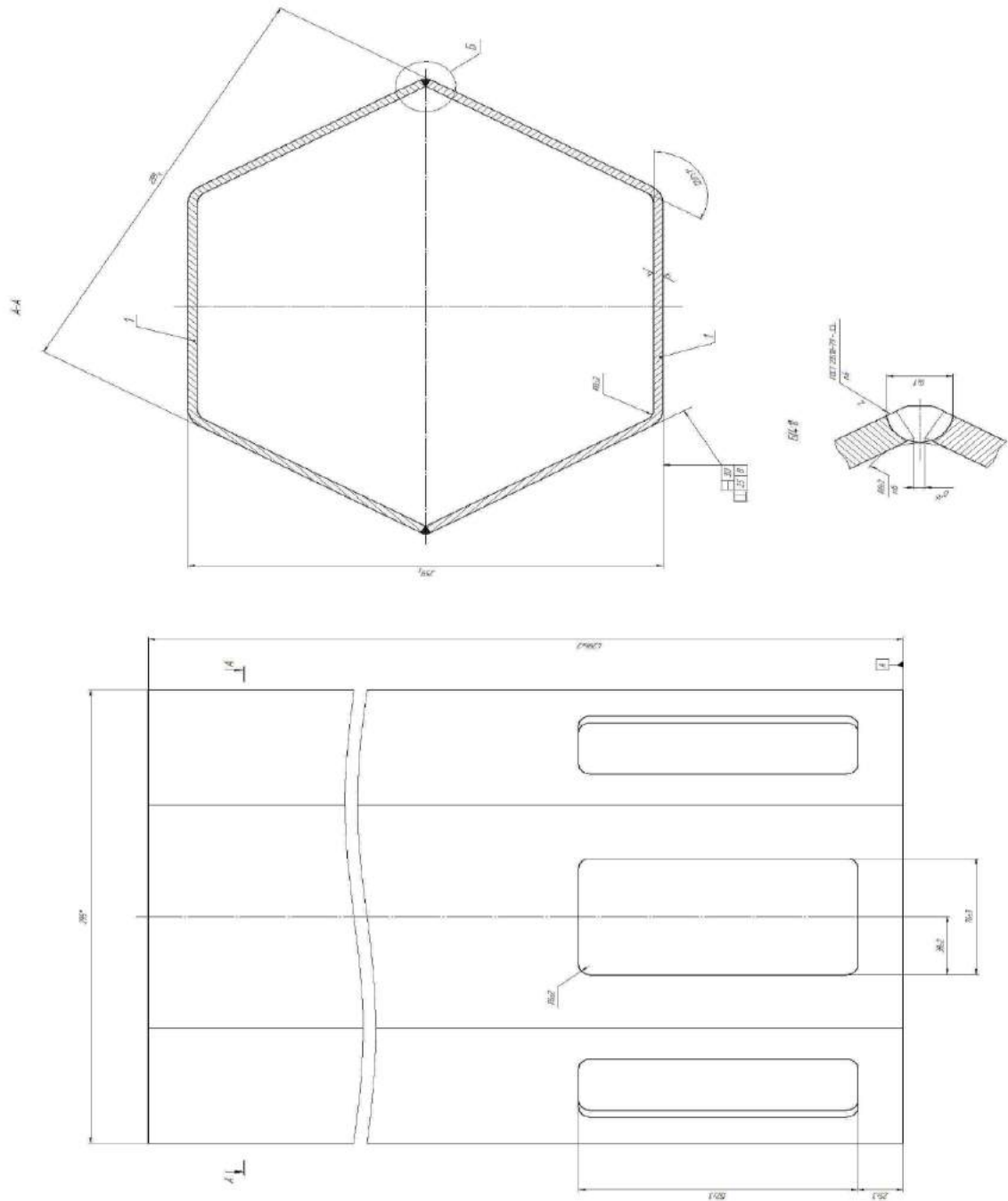


Рисунок 1.2 – Труба шестигранна

Таблиця 1.1 - Основні конструкційні параметри труби

Параметр	Розміри, мм
Довжина	4320 ± 2
Довжина зони палива	3530
Внутрішня відстань між гранями	249,6
Товщина стінки	5
Кількість труб в корзині	24
Матеріал	10ХСНД

Аналіз креслення дозволяє зробити такі висновки щодо технологічності виробу.

- у виробі застосовуються стикові шви крайок однакової товщини. Стикові шви є найбільш технологічними у виконанні, тому не мають виникнути утруднення самого процесу зварювання виробів;
- Довжина виробу досить велика з погляду забезпечення співвісності частин, що зварюються, також можуть виникнути труднощі з виконанням зборки виробу під зварювання. Зборку і зварювання виробу необхідно проводити в спеціальних пристроях для виключення неправильного позиціонування при збірці і неприйнятних деформаціях після зварювання.

1.3 Перевірочний розрахунок виробу на міцність

Міцність виробів в експлуатації забезпечується дотриманням умови недосягнення матеріалом граничних станів. Для пластичних матеріалів, яким є сталь 10ХСНД у стані постачання, граничним станом є границя плинності. Вказана сталь є сталлю підвищеної міцності, її границя плинності за ГОСТ

19281-89 [1] складає не менш 390 МПа (клас міцності 390). Виходячи із цієї величини границі текучості і площі поперечного перерізу виробу, можна розрахувати граничне розтягувальне навантаження, яке витримає перетин до досягнення їм граничного стану.

Довжину прямолінійної ділянки перетину профілю розрахуємо за залежністю:

$$x = 129.5 / \cos 30^\circ = 149.53 \sim 150 \text{ мм.}$$

Профіль складається із шести таких прямолінійних ділянок. Отже, площа його поперечного перерізу при товщині 5 мм складає:

$$150 \cdot 6 \cdot 5 = 4500 \text{ мм}^2.$$

Знаючи величину границі плинності сталі (390 МПа або Н/мм²) розрахуємо граничне розтягувальне навантаження, яке витримає профіль:

$$4500 \cdot 390 = 1755000 \text{ Н} = 1,755 \text{ МН.}$$

У процесі експлуатації матеріал труби не зазнає настільки значних навантажень, тому можна вважати, що умову недосягнення граничного стану виконано.

1.4 Технічні умови на виготовлення виробу

Розглянемо технічні умови на виготовлення виробу за базовою і альтернативною технологіями.

1.4.1 Вимоги до основних і допоміжних матеріалів

Зварювальні матеріали повинні відповідати вимогам "Положення про організацію вхідного контролю обладнання, матеріалів, напівфабрикатів та комплектуючих виробів" ПЛ-Д.43.28.001-14, "Процедурі вхідного контролю зварювального дроту" ПЦ-Д.43.25.001-11, "Процедурі вхідного контролю вольфрамових електродів" ПЦ-Д.43.25.005-11, "Процедурі вхідного контролю зварювального флюсу" ПЦ-Д.43.25.003-11 і "Процедурі вхідного контролю захисних газів і захисних сумішей" ПЦ-Д.43.25.004-11

Під час виробництва виробу використовуються такі матеріали.

Дріт зварювальний Ø 1,6-2,0 Св-08Г2С ГОСТ 2246-70 (зварювання кореня).

Дріт зварювальний Ø 2,0 Св-08ГА ГОСТ 2246-70 (заповнення шву автоматичним зварюванням під шаром флюсу).

Аргон сорт вищий або перший ГОСТ 10157-79.

Електроди вольфрамові ГОСТ 23949-80.

Спирт-ректифікат ГОСТ 5962-67.

Флюс зварювальний АН-348А, АН-348 АМ ГОСТ 9087-81.

Дрантя обтиральне ГОСТ 5354-79.

1.4.2 Вимоги на виготовлення виробу

Операції зварювання виконуються зварниками не нижче 4-го розряду, які є атестованими за НПАОП-0.00-1.16-96 (СН і П ІІІ-18-75)

1.4.3 Правила приймання і методи контролю якості

Виріб у процесі виготовлення проходить різні етапи контролю, що здійснює представник відділу технічного контролю (ОТК).

При вхідному контролі металу перевіряється наявність акта вхідного контролю стали 10ХСНД ГОСТ 19281-89, лист товщина 5 мм, ГОСТ 19903-74, ярлика на якіть продукції. Виконується візуально-вимірjuвальний контроль. Результат контролю записується в журналі операційного контролю. Інструмент: рулетка РП5, штангенциркуль ШЦ-1-125-0,1.

Візуально контролюється відсутність грата і шлаку. Контролюються геометричні розміри: ширина і довжина листа 300^{+2}_{-6} мм і 4310 ± 2 мм, а також розміри заготівель (т.зв. "чайки") для звареної труби: 152 ± 3 мм, 76 ± 3 мм, 40 ± 1 мм, 32 ± 2 мм. Різниця в діагоналях не більш 3 мм. Контролюються наявність і правильність маркірування.

Інструмент контролю: рулетка РП5, шаблон радіусний ТУ 05.41.0000-79, лінійка 300, штангенциркуль ШЦ-1-125-0,1, лінійка ШД-2-1000 ГОСТ 8026, набір щупів номер 4 ТУ 2-034-0221197-011-91.

Контролюється кут згину $119^\circ \pm 1^\circ$ кутомірjм, радіус згину $R8 \pm 2$ мм, розмір полиць заготівель за шаблоном.

Інструмент контролю: кутомір типу 2-2 ГОСТ 5378-88.

Перед початком зборки шестигранних труб проводять вимірjuвальний контроль оправок (ОБЦ 316.00.000): їх розтискають і стискають три рази, далі розтискають до упора, після чого проводять вимірjuвання мікрометром МК - 275-2. Розмір (під ключ) повинний бути в межах 247 ± 1 мм, розмір по мідних підкладках 283,3 мм. Також відбувається зовнішній огляд оправок і мідних підкладок.

Після установки чайок і оправок в стенд для зборки шестигранних труб УДЦ 313.00.000. крайки заготівель поступово притискають по всій довжині. Далі запрошується представник ОТК, що контролює правильність зборки,

рівномірність зазору, який повинний становити $0^{+1,5}$ мм. Для цього використовується набір щупів номер 3, 4, мікрометр МК - 275-2 ДСТ 6507-78. Після проходження контролю виробляються прихватки.

Представник ОТК виконує контроль прихваток, які повинні відповідати таким значенням: довжина прихваток 30-50 мм, висота 2,5-3,0 мм, відстань між прихватками 250-300 мм. Контролюється розмір зібраної на прихватках труби $S = 259_{-5}$ мм, кут $120^{\circ} \pm 1^{\circ}$. Лінійка 500, мікрометр МКЦ - 275-2 ГОСТ 6507-90.

Після контролю прихваток виріб надходить на зварювання.

Готові зварені шви (корінь і заповнення шву) контролюються зовнішнім оглядом і вимірюванням - 100%. Оцінку якості зварних з'єднань виконують за СН і П Ш-18-75 п. 1.41, п. 1.51, п. 1.56, п. 1.59.

Інструменти, що використовують під час контролю якості:

- ЩЦ 1-125-0,1 Штангенциркуль ГОСТ 166-89;
- Лупа Лп-4-х ГОСТ 25706-87.

Дефекти видалити механічним способом і заварити знову (згідно п. 1.62, п. 1.63 СН і П Ш-18-75) з наступним контролем.

Зварені шви підлягають тавруванню на відстані 40-50 мм від краю посилення й у 100-200 мм від кінця шва. Глибина таврування не більш 0,3 мм. Висота шрифту 5 мм. Місце таврування обвести незмивною білою фарбою.

1.5 Вибір і обґрунтування типу виробництва, режиму праці і фондів часу

Згідно з відомостями підприємства-виробника річна програма становить 200 одиниць виробу – труби шестигранної – на рік. Отже йдеться про серійне виробництво. Режим праці на підприємстві є двозмінним. Норми часу на виготовлення виробу розраховано нижче у ч 4. відповідно до відомостей технологічного процесу збирання і зварювання виробу.

2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС ЗБИРАННЯ І ЗВАРЮВАННЯ ВИРОБУ

2.1 Аналіз технології збирання і зварювання виробу на базовому підприємстві

Збирання-зварювання труби за базовою технологією виконується у декілька етапів. Складові частини труби збираються під зварювання в оправках (рис. 2.1). Після цього виконуються прихватки та проводять контроль. Далі за базовою технологією виконується зварювання кореня шва ручним дуговим зварюванням в струмені аргону. На другому етапі виконується зварювання заповнення розділки до проектних розмірів автоматичним зварюванням під флюсом. Нижче наведено параметри базової технології.

Температура навколишнього середовища, зварюваних крайок, навколошовної зони перед зварюванням повинна бути не нижче $+10^{\circ}\text{C}$.

Знежирити крайки, що зварюються, і навколошовну зону на ширині не менш 20 мм від границі оброблення.

Виконати зварювання кореня шва РАДС присадочним дротом $\varnothing 1,6-2,0$ мм Св-08Г2С. Зварювання вести 2-мя зварниками від середини до країв зворотньоступінчастим способом, заповнюючи проміжки між прихватами. Висота кореневого шва 2,5-3 мм. Зварювання кореневого шва вести з повним проплавленням за 1-2 проходів. Робити ретельну заварку кратерів. Після кожного проходу зачистити зварний шов від шлаку, окислів. Прихватки з повним проплавленням (довжина 30-50 мм) розглядати як частину кореневого шва. "Замки" швів - не менш 12 мм. Зсув "замків" у сусідніх шарах відносно один одного - не менш 25 мм. Зварний шов виконати відповідно до карти ескізів (рис. 2.2) Зачистити зварений шов від шлаку, окислів.

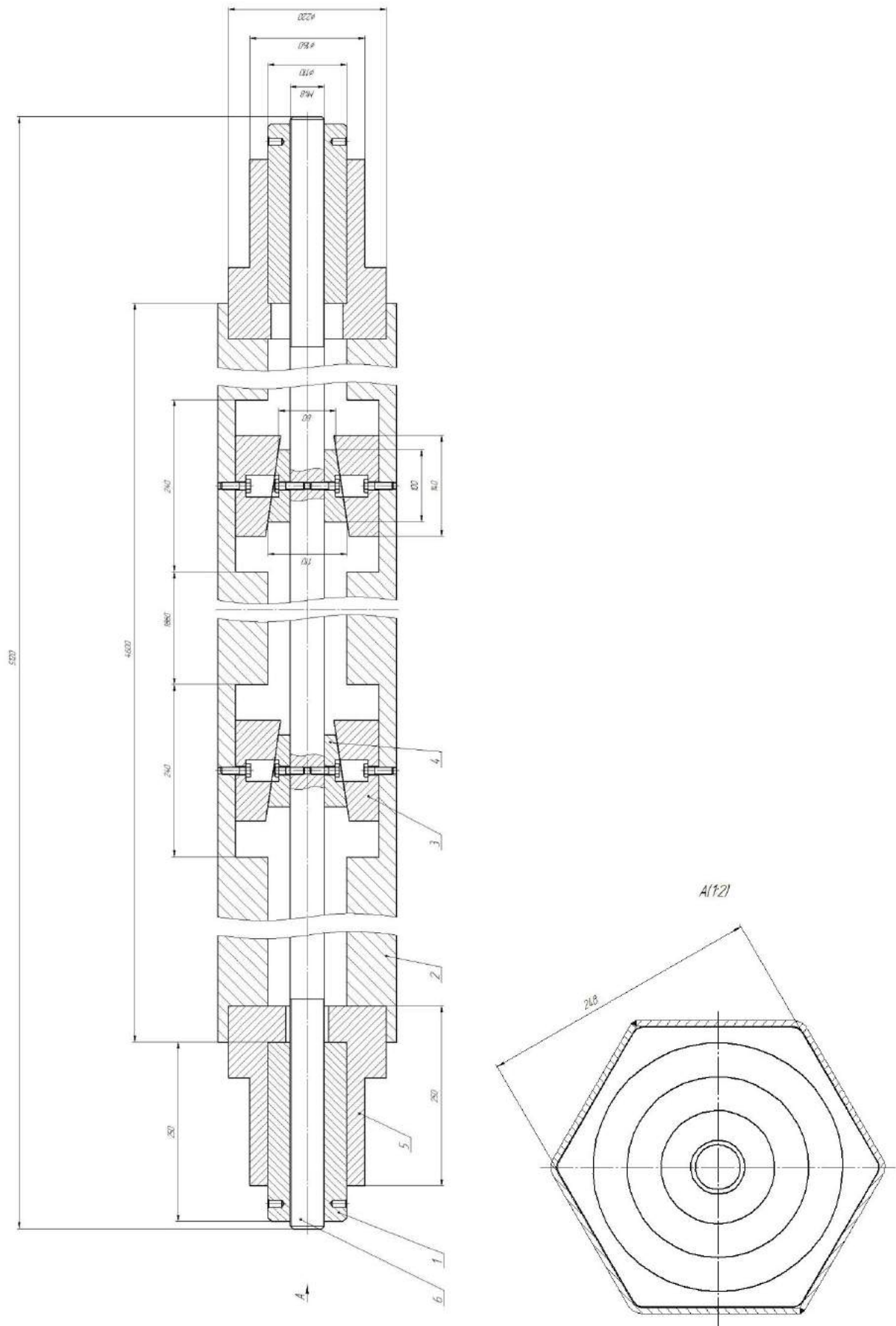


Рисунок 2.1 – Оправка для збирання-зварювання труби

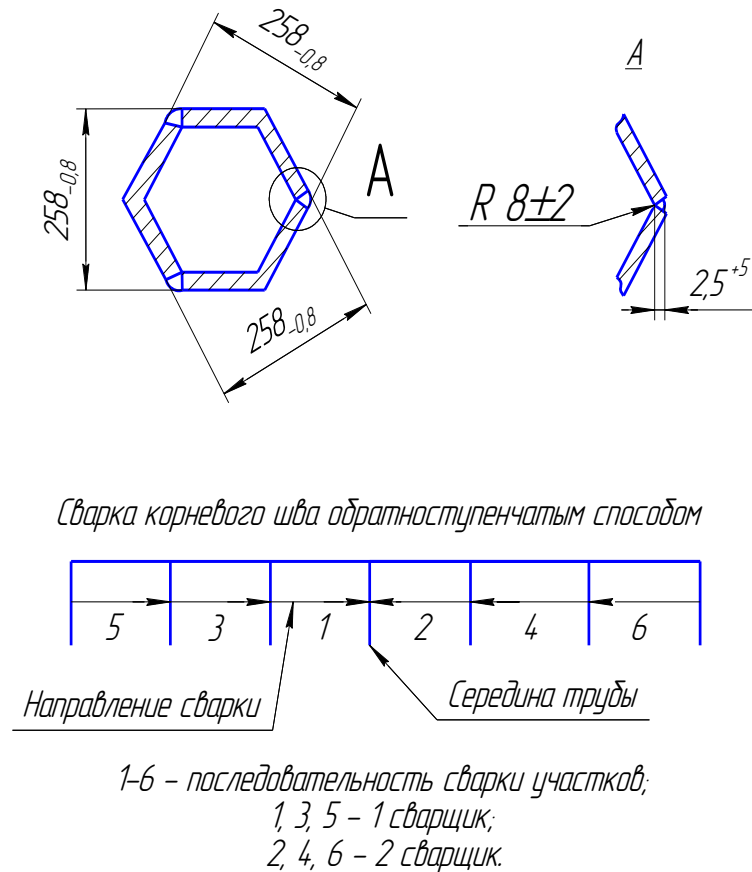


Рисунок 2.2 – Ескіз зварного з'єднання кореня шва аргонем дуговим методом.

Зварювання вести в нижньому положенні, $I = 130-150$ А, $U = 12-14$ В, полярність пряма, швидкість зварювання 3 м/г.

Після кантування шестигранної труби на 120° виконати зварювання коренів інших 2-х стиків труби відповідно до вищенаведених вимог.

Після зварювання коренів швів виконують заповнення оброблення автоматичним зварюванням під шаром флюсу за такою технологією.

Температура навколишнього середовища, що зварюються крайок, околошовної зони перед зварюванням повинна бути не нижче $+10^\circ\text{C}$.

Знежирити крайки, що зварюються, і околошовну зону на ширині не менш 20 мм від границі оброблення.

Виконати автоматичним зварюванням під флюсом зварювання заповнення оброблення до проектних розмірів шва зварювальним дротом

Ø 2,0 мм. Св-08ГА. Зварювання починати і закінчувати на вивідних планках, зварювання вести напрохід. Зварний шов виконати відповідно до карти ескізів (рис. 2.3).

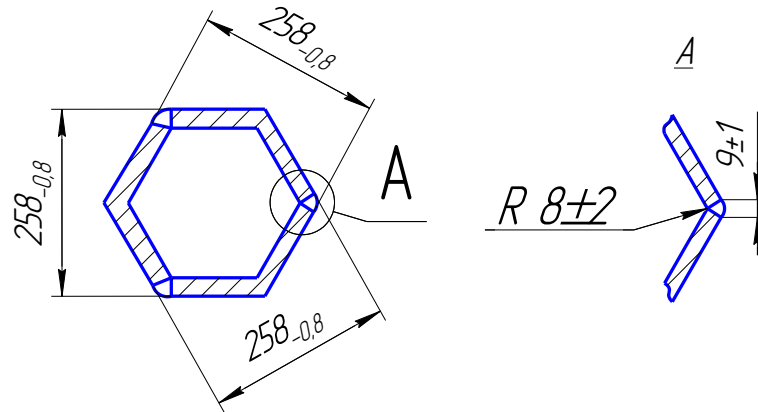


Рисунок 2.3 – Ескіз заповнення розділки шва автоматичним способом під флюсом.

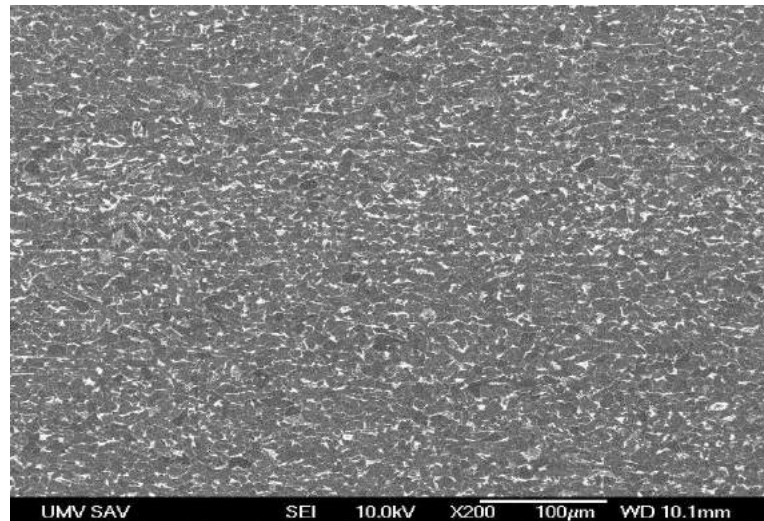
Зачистити зварний шов від шлаку, окислів. Після кантування шестигранної труби на 120° виконати зварювання інших 2-х стиків труби. Зачистити зварні з'єднання.

Зварювання вести в нижньому положенні, виліт електрода 17-22 мм, $I = 220-270$ А, $U = 27-28$ В, полярність зворотна, швидкість зварювання 12 м/г.

2.2 Альтернативний варіант технологічного процесу

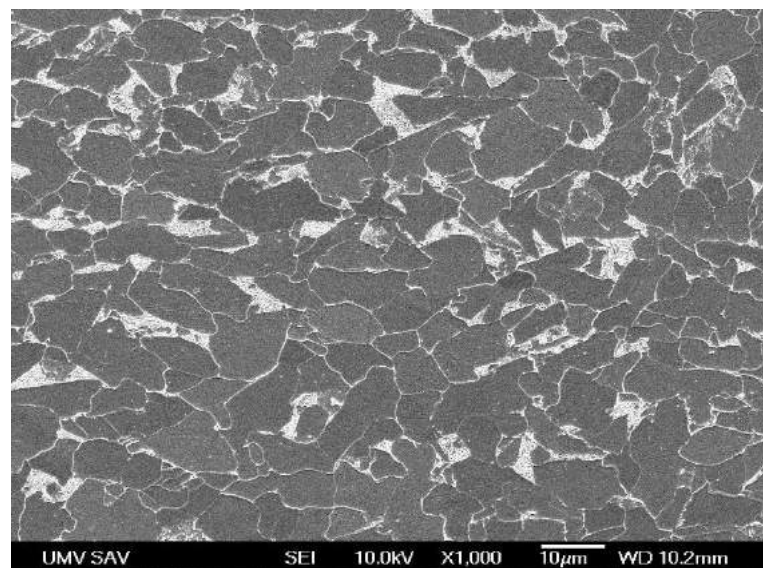
З метою підвищення ефективності технологічного процесу збирання-зварювання труби запропоновано виконувати зварні шви виробу півавтоматичним способом в середовищі суміші CO₂ та аргону. Можливість переходу на нову технологію має бути доведеною порівняльними експериментальними дослідженнями якості зварних швів, які виконано за базовою і новою технологіями.

Мікроструктуру базового матеріалу наведено збільшеному зображенні на рис. 2.4, 2.5, 2.6, 2.7. Підготовлені до дослідження мікроструктури зразки показано на рис. 2.8. Панорамні зображення макроструктур, які отримано за базовою і експериментальною технологіями показано на рис. 2.9, 2.10 відповідно. Мікроструктуру зони сплавлення зварного шву, який отримано за альтернативною технологією, показано на рис. 2.11.



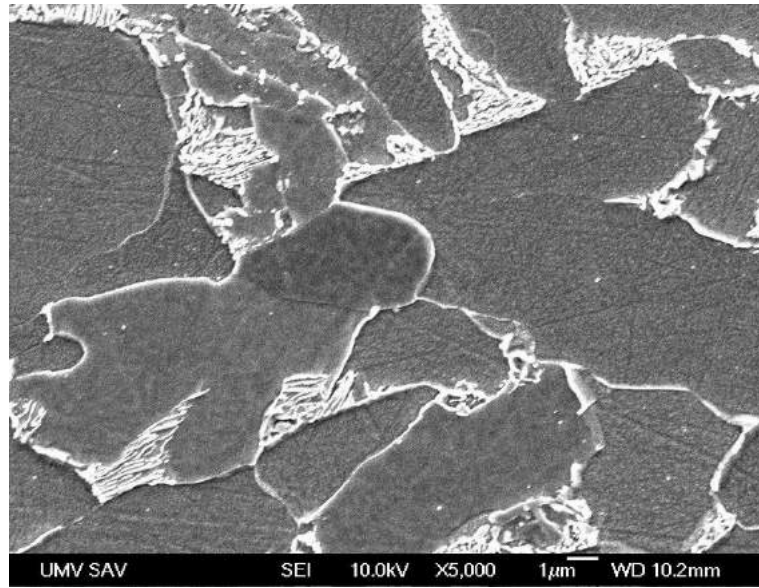
x200

Рисунок 2.4 – Мікроструктура основного металу



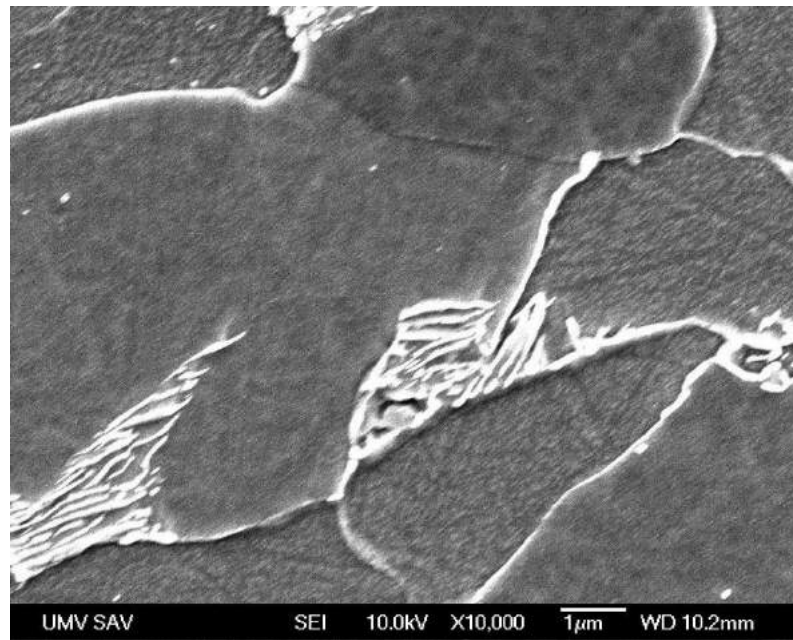
x1000

Рисунок 2.5 – Мікроструктура основного металу



x 5000

Рисунок 2.6 – Мікроструктура основного металу



x10000

Рисунок 2.7 – Мікроструктура основного металу



а

б

а – альтернативна технологія; б – базова технологія

Рисунок 2.8 – Зразки зварних з'єднань, підготовлені до аналізу



Рисунок 2.9 – Макроструктура зварного з'єднання, яке отримано за базовою технологією, x50



Рисунок 2.10 – Макроструктура зварного з'єднання, яке отримано за альтернативною технологією, x50



Рисунок 2.11 – Мікроструктура зони сплавлення зварного шву, який отримано за альтернативною технологією, x200

Мікроструктури різних ділянок зони сплавлення зварного з'єднання, яке отримано за альтернативною технологією, показано на рис. 2.12, 2.13, 2.14.

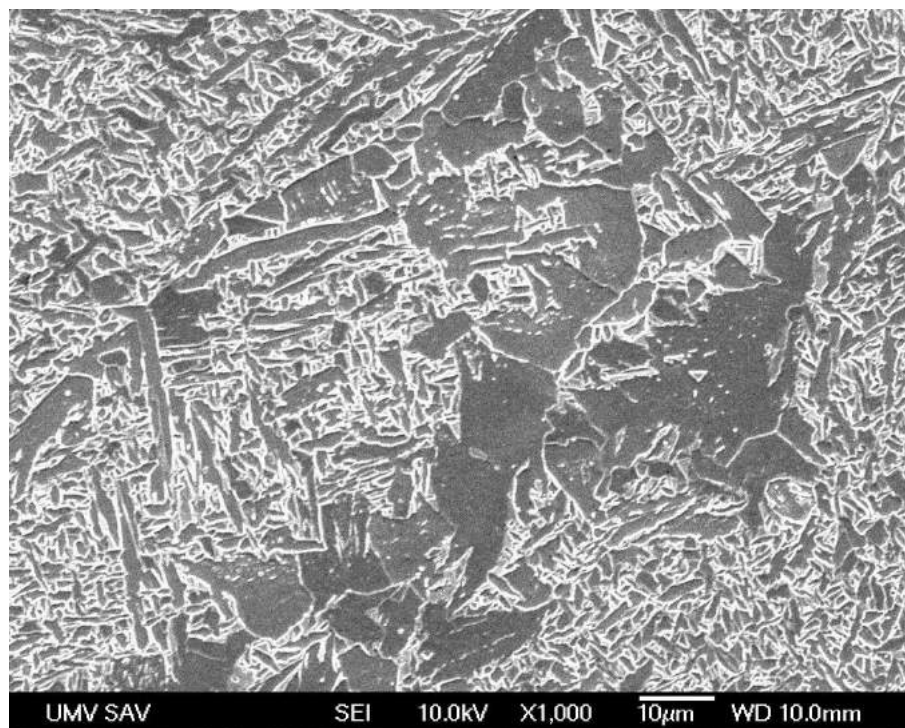
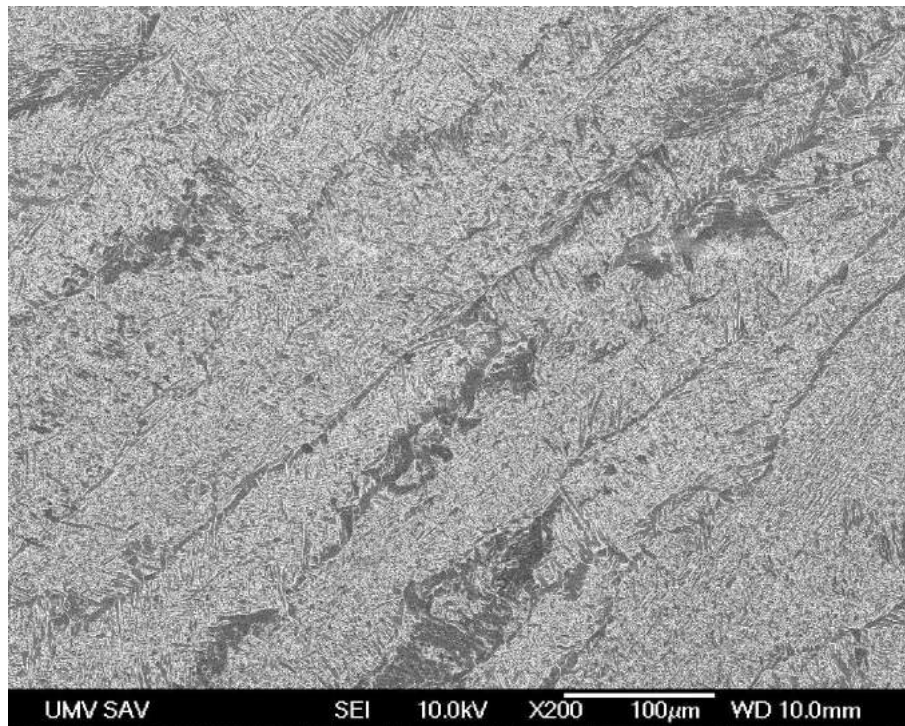


Рисунок 2.12 – Мікроструктура зони сплавлення - зверху

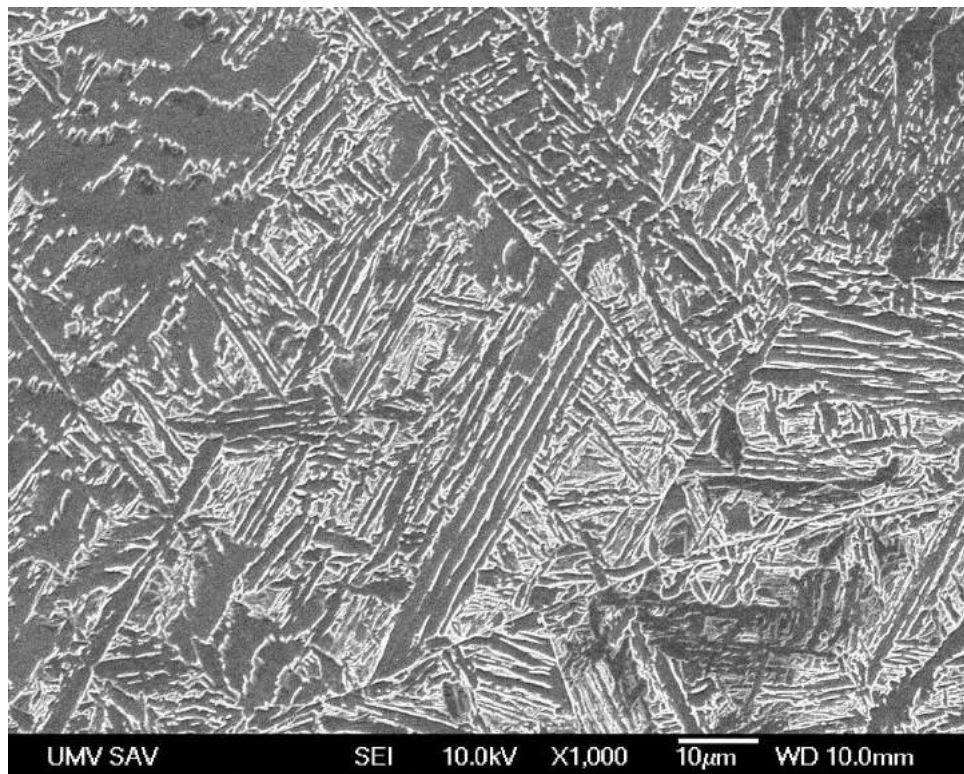
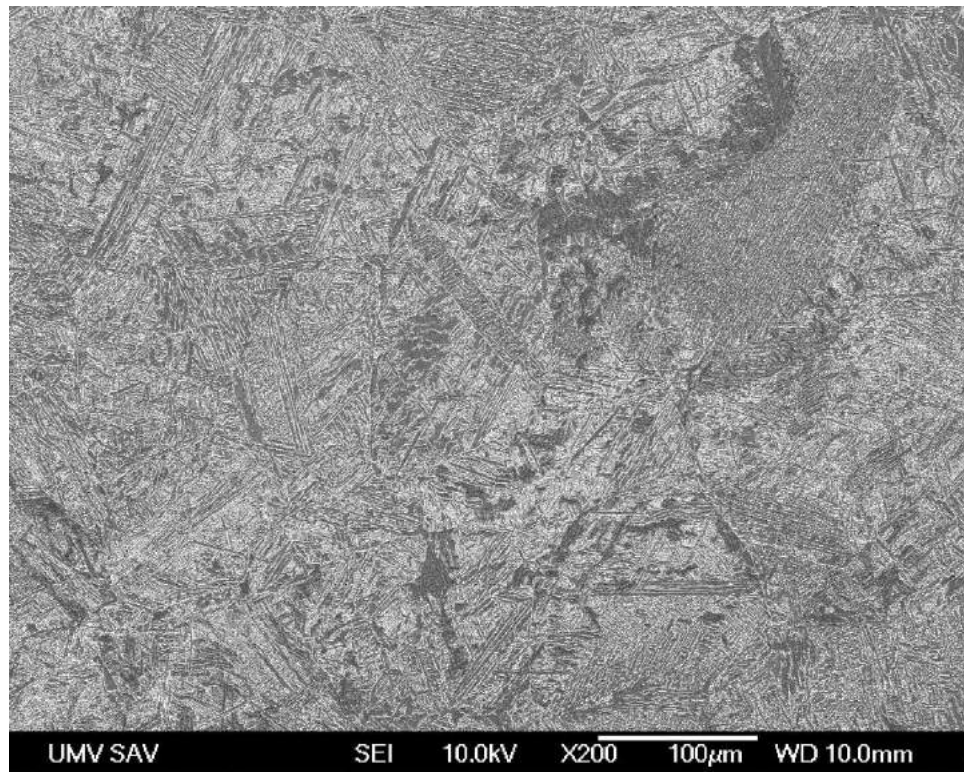


Рисунок 2.13 – Мікроструктура зони сплавлення - всередині

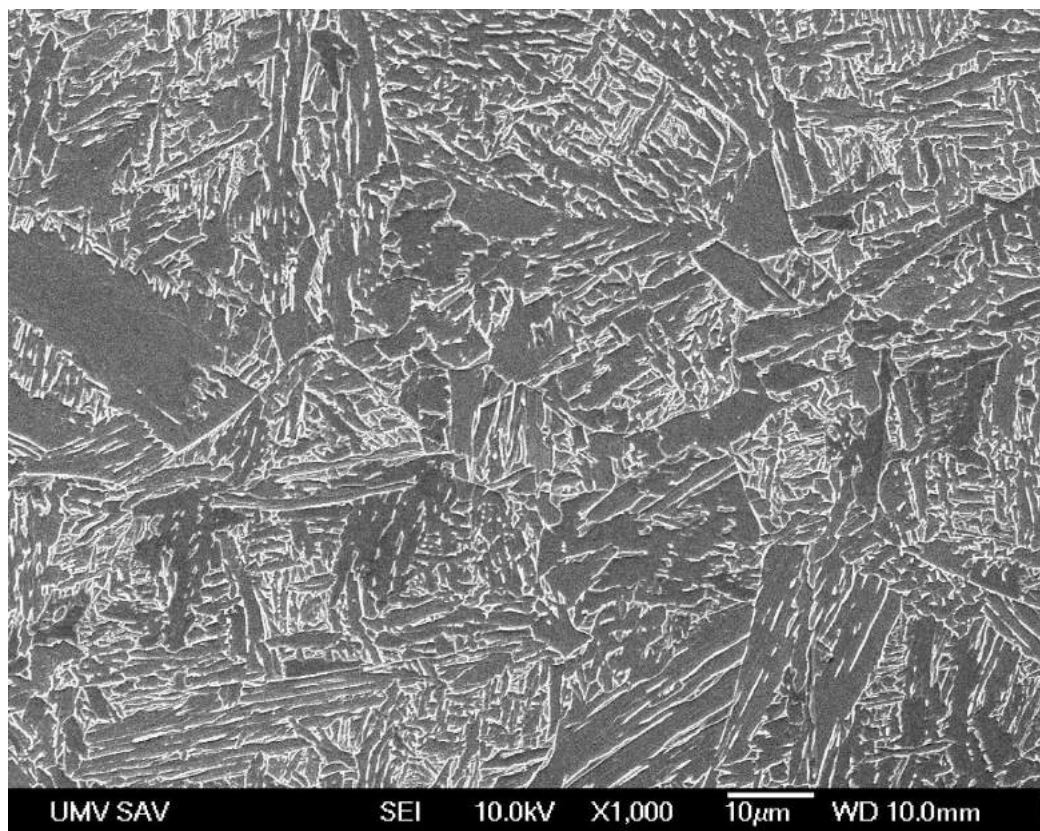
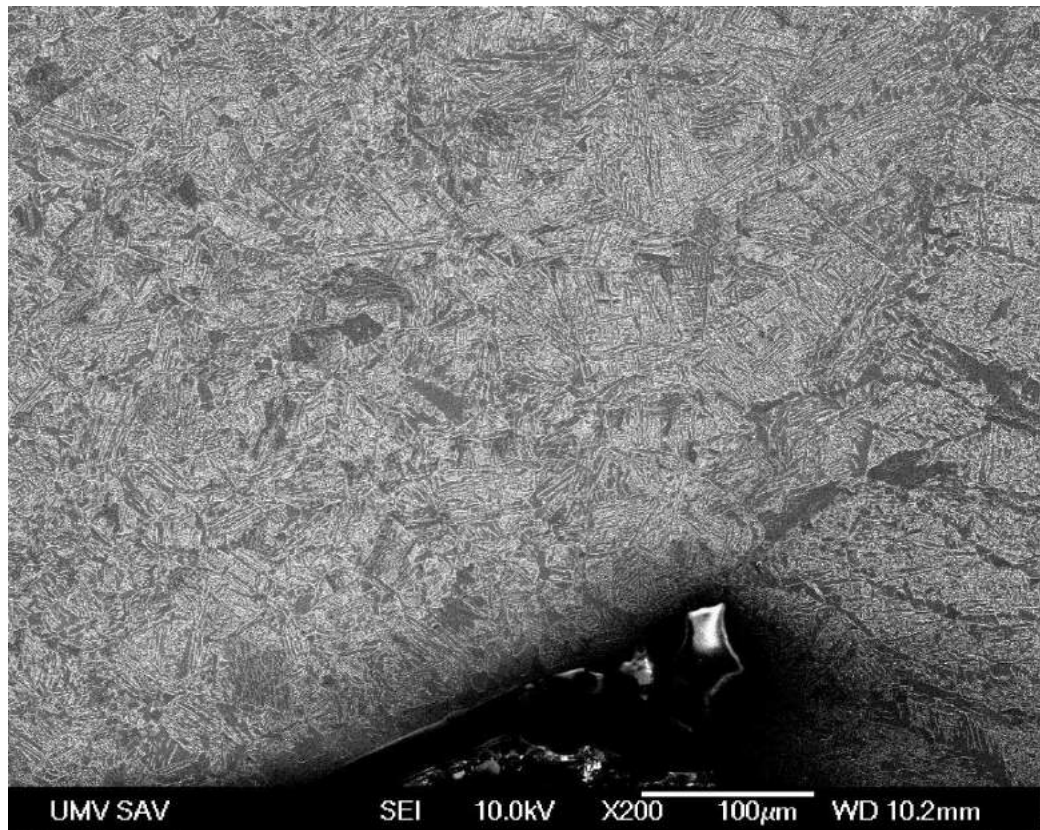


Рисунок 2.14 – Мікроструктура зони сплавлення - знизу

Таким чином, дослідження мікроструктури зварного шва, який виконано напівавтоматичним зварюванням в середовищі захисного газу, не виявили дефектів і погіршення мікроструктури у порівнянні із швами, які виконано автоматичним зварюванням під шаром флюсу. Отже, можемо вважати доведеним, що зміна технологічного процесу на альтернативний варіант – напівавтоматичне зварювання в середовищі захисного газу – не приведе до погіршення якості продукції.

Альтернативний технологічний процес виглядатиме таким чином.

Температура навколишнього середовища, зварюваних крайок, навколошовної зони перед зварюванням повинна бути не нижче $+10^{\circ}\text{C}$.

Знежирити крайки, що зварюються, і навколошовну зону на ширині не менш 20 мм від границі оброблення.

Виконати зварювання шва напівавтоматичним способом у суміші $\text{Ar}+\text{CO}_2$ присадочним дротом $\varnothing 1,2$ мм. Св-08Г2С (О). Зварювання вести від середини до країв зворотньоступінчастим способом заповнюючи проміжки між прихватками. Зварювання основного шва вести з повним проплавленням за один прохід. Робити ретельну заварку кратерів. Зварний шов виконати відповідно до карти ескізів рис.2.15. Зачистити зварний шов від шлаку, окислів, бризок.

Після кантування шестигранної труби на 180° виконати зварювання іншого стику труби.

Зварювання вести в нижньому положенні, виліт електрода 10-15 мм, $I = 160-190$ А, $U = 20-23$ В, полярність зворотна, швидкість зварювання 7-8 м/г, витрата захисного газу 9-11 л/м.

Проконтролювати якість зварних швів зовнішнім оглядом і вимірюванням - 100%.

Оцінку якості зварених з'єднань робити за СН і П III-18-75 п. 1.41, п. 1.51, п. 1.56, п. 1.59.

Дефекти видалити механічним способом і заварити знову (згідно п. 1.62, п. 1.63 СН і П III-18-75) з наступним контролем.

Затаврувати зварений шов на відстані 40-50 мм від краю посилення й у 100-200 мм від кінця шва. Глибина таврування не більш 0,3 мм, висота шрифту 5 мм. Місце таврування обвести незмивною білою фарбою.

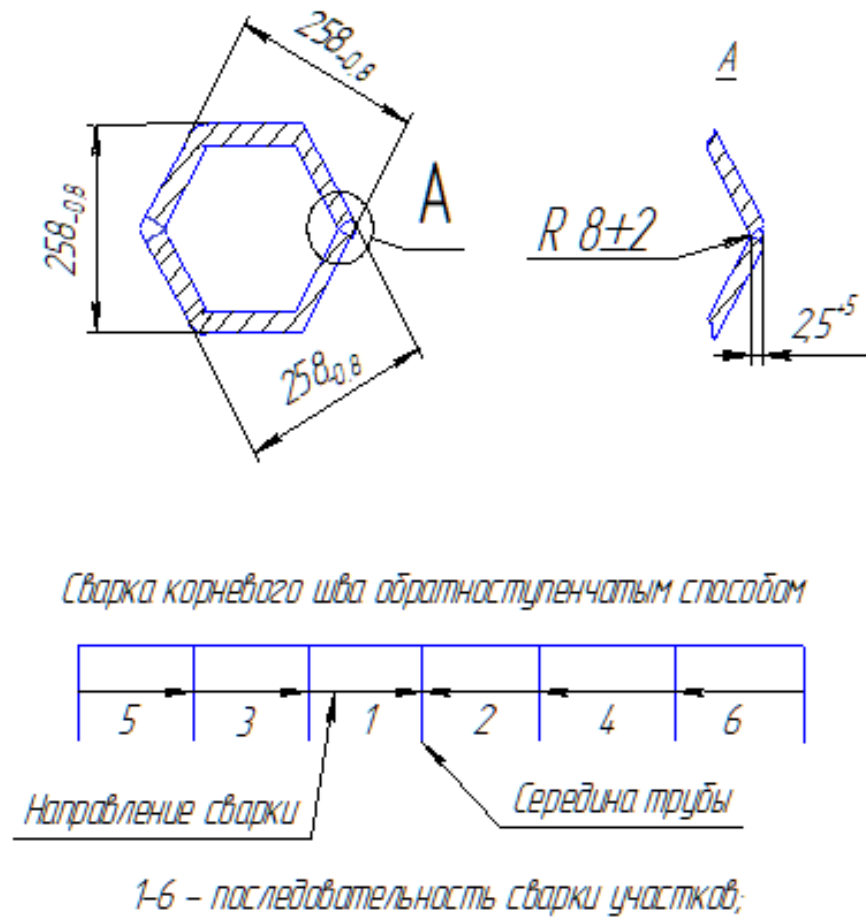


Рисунок 2.15 – Ескіз зварного з'єднання

2.3 Вибір обладнання і оснащення

Устаткування для різання заготовель – промислова машина «Кристалл» (рис. 2.13).



Рисунок 2.13 - Машина для плазмової різки «Кристалл»

Устаткування для строжки і фрезерування – продольно-строгальний верстат 7210 (рис. 2.14) та горизонтально-розточний верстат (рис. 2.15).



Рисунок 2.14 - Продольно-строгальний верстат 7210



Рисунок 2.15 - горизонтально-розточний верстат

Устаткування для зачищення заготівель - камера дробоструйна КД-5 (рис. 2.16)

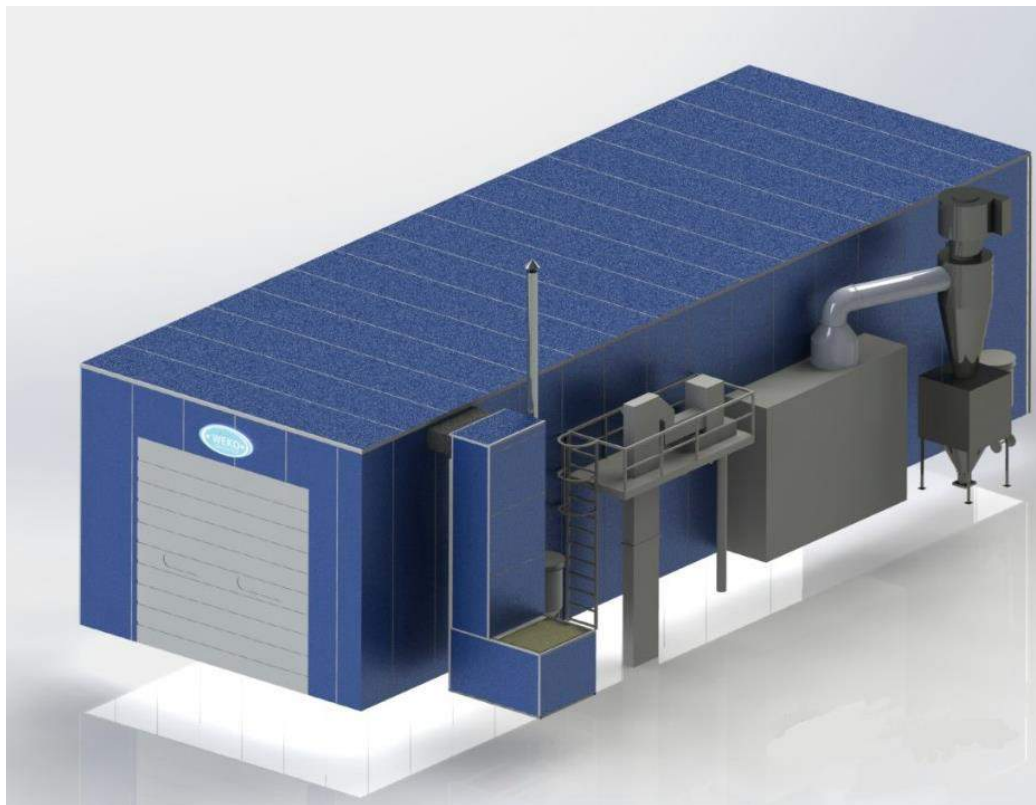


Рисунок 2.15 - Камера дробоструйна КД-5

Устаткування для згинання заготівель - прес листозгинальний гідравлічний для згинання листового металу ИБ1430а (рис. 2.16).



Рисунок 2.16 - Прес листозгинальний ИБ1430а

Обладнання для зварювання кореня шву і заповнення розділки: стенд для збирання і зварювання труб (рис. 2.17), оправка ОБЦ.316. (див. рис. 2.1), стальна щітка, шліфувальна машина ИП 2020А ГОСТ 12634, окуляри захисні 012-68 ГОСТ 12.4.013-85, апарат зварювальний Vario Sinergic 4000 (рис. 2.18).



Рисунок 2.17. - Стенд для сборки шестигранных труб



Рисунок 2.18. - Зварювальний апарат Vario Sinergic 4000

Апарат для аргано-дугового способу зварювання – випрямляч дуговий універсальний частотний ВДУЧ-350 (рис. 2.19).



Рисунок 2.19 - Випрямляч дуговий універсальний частотний ВДУЧ-350
Блок примусового охолодження пальника WK 43 Abicor Binzel (рис. 2.20).



Рисунок 2.20 - WK 43 Abicor Binzel

Пальник для зварювання аргано-дуговим способом з водяним охолодженням ГДН-201 (рис. 2.21).



Рисунок 2.21 - Пальник ГДН-201

Обладнання для автоматичного зварювання під шаром флюса – зварювальний автомат АДФ-1000 (рис. 2.22), випрямляч ВДУ 1000 (рис. 2.23). Випрямляч ВДУ-1000 призначений для комплектації зварювальних автоматів. У комплекті зі зварювальним автоматом призначений для зварювання і наплавлення під шаром флюсу на постійному струмі.



Рисунок 2.22 – Зварювальний автомат АДФ-1000



Рисунок 2.23 - Випрямляч ВДУ-1000

2.4 Технічне нормування технологічних операцій і розрахунок трудомісткості робіт

Згідно відомостей підприємства витрати часу на виконання усіх технологічних операцій з виготовлення труби за базовою технологією наведено в табл. 2.1

Таблиця 2.1 – Норми часу на технологічні операції за базовою технологією

Операція	Витрати часу, н/г
На кристалі розрізають листи металу на заготівлі потрібного розміру	0.060
зачищення від шлаку по контуру	0.430
таврування	0.004
транспортування	0.200
установити, зняти пакет на строгальному верстаті	0.615
строжка з двох сторін	3.611
транспортування	0.200
установка і зняття на фрезерному верстаті	0.738
фрезерування чайок із двох сторін	1.168
транспортування	0.200
установка ловителей + зачистка прихваток	0.431
згинання заготівель	0.238
транспортування на дробоструйну обробку	0.200
дробоструйна обробка з двох сторін + кантування	1.420
транспортування до збирального стенду	0.200
збирання в стенді, виконання прихваток і контроль	5.180
транспортування до стенду для зварювання АРДС	0.200
установка вивідних планок	0.170
зварювання кореня шва	0.500
зачищення перед установкою на стенд для АСФ	0.380
транспортування на стенд для АСФ	0.200
зварювання АСФ	0.870
видалення вивідних планок, зачищення	0.133
транспортування на фарбування	0.200
фарбування	0.166
транспортування на складське місце	0.150
Всього	17.864

Витрати часу на виконання усіх технологічних операцій з виготовлення труби за альтернативною технологією наведено в табл. 2.2.

Таблиця 2.2 – Норми часу на технологічні операції за альтернативною технологією

Операція	Витрати часу, н/Г
На кристалі розрізають листи металу на заготівлі потрібного розміру	0.060
зачищення від шлаку по контуру	0.093
таврування	0.003
транспортування до 100м	0.275
установити, пакет на строгальному верстаті	0.615
строжка з двох сторін	3.611
зняти пакет зі строгального верстата	0.615
транспортування до 100м	0.275
установка і зняття на фрезерному верстаті	0.738
фрезерування чайок із двох сторін	1.168
транспортування до 100м	0.275
згинання заготівель	0.238
транспортування до 100м	0.275
дробоструйна обробка з двох сторін	0.566
кантування	0.018
транспортування до 100м	0.275
збирання в стенді, виконання прихваток і контроль	5.180
транспортування до 50 м	0.150
зварювання напівавтоматом + контроль	0.750
транспортування до 50 м	0.150
Зачистка шва	0.119
фарбування	0.078
транспортування до 50 м на складське місце	0.150
Всього	15.677

3 ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСЬКІ РОЗРОБКИ

3.1 Технічна характеристика прийнятого стандартного обладнання і оснащення

Нижче наведено технічні характеристики обладнання, що використовується у технологічному процесі збирання-зварювання труби шестигранної.

Таблиця 3.1 – Технічні характеристики плазмових верстатів «Кристалл»

Ширина оброблюваного листа металу, мм		«Кристалл	-1,5»	1500
			-2,0»	2000
			-2,5»	2500
			-3,2»	3200
			-3,6»	3600
				за замовленням
Довжина зони обробки (може включати більш одного столу)			залежить від довжини рейкового шляху (від 6 до 24 м)	
Кількість супортів		1...6, у залежності від технології		
Швидкість	переміщення	м/мин	18	
	позиціонування		24	
Геометрична точність при прочерчиванні за ГОСТ 5614-74				Вище I класу
Тип приводу		Сервопривод		
Точність	позиціонування	мм	±	0,15
	відтворення заданого контуру			
	обходу гострих кутів			0,2
	переміщень, що задаються, (внутрішня дискрета керування)		менш 10 мкм	
Величина ходу осі Z (електропривод), мм			300	
Максимальна споживана потужність, ква - без урахування джерела			2,5	
Оброблювані товщини		Плазма	Визначається оснащенням	
		Газ	3...300 мм	

Таблиця 3.2 – Технічні характеристики джерела живлення для верстату «Кристалл»

Напруга підключення три фази	400В, 50/60 Гц
Макс. споживана потужність	32 кВА
Запобіжник	32 А, інертний
Діапазон плавного регулювання	20 – 120 А
Макс. напруга холостого ходу	290 В
Тривалість включення 60%	120 А/130 В
Тривалість включення 100%	90 А/120 В
Макс. товщина різання: якісний різ розділювальний різ	35 мм 45 мм
Вид захисту	IP 23
Клас ізоляції	H (180 °C)
Вид охолодження	F
Габарити: довжина, висота, ширина (мм)	810x500x850
Вага (кг)	150
Подача стиснутого повітря (відповідно до застосовуваного різака)	6 – 10 бар 110 – 230 л/мин

Таблиця 3.3 – Технічні характеристики повдовжньо-строгального станка 7210.

Найменування параметра	7210
1	2
Основні параметри верстата	
Клас точності верстата	H
Найбільші розміри оброблюваного виробу, мм	900 x 1000
Найбільша відстань від поверхні столу до поперечини, мм	1000
Відстань між стійками, мм	1100
Стіл	
Розміри робочої поверхні столу, мм	900 x 3000

Продовження таблиці 3.3

1	2
Найбільше подовжнє переміщення столу (по осі X), мм	3200
Найменше подовжнє переміщення столу (по осі X), мм	700
Максимальне навантаження на стіл (на 1 м довжини столу), кг	1500
Вага столу, кг	3620
Супорти	
Кількість вертикальних супортів на поперечині	2
Кількість бічних супортів	1
Найбільше горизонтальне переміщення вертикальних супортів на поперечині, мм	1500
Найбільше вертикальне переміщення повзунів вертикальних супортів, мм	300
Найбільше вертикальне переміщення бічного горизонтального супорта, мм	900
Ціна розподілу лімба горизонтального переміщення вертикальних супортів по поперечині, мм	0,25
Ціна розподілу лімба вертикального переміщення бічного супорта і повзунів, мм	0,125
Найбільший кут повороту вертикальних супортів, град	± 60
Ціна розподілу лімба повороту вертикальних супортів, град	1
Поперечина	
Найбільше вертикальне переміщення поперечини, мм	900
Час автоматичного затиску поперечини на стійках, с	10
Швидкість вертикального встановочного переміщення поперечини, м/хв	0,346
Механіка верстата	
Швидкість робочого ходу столу в I діапазоні, м/хв	6..90
Швидкість робочого ходу столу в II діапазоні, м/хв	4..60
Швидкість зворотного ходу столу в I діапазоні, м/хв	20..90

Продовження таблиці 3.3

1	2
Швидкість зворотного ходу столу в II діапазоні, м/хв	12..60
Регулювання швидкості ходу столу	Бесступ
Межі горизонтальних подач вертикальних супортів на один подвійний хід столу, мм	0,5..25
Межі вертикальних подач вертикальних супортів на один подвійний хід столу, мм	0,25..12,5
Межі горизонтальних і вертикальних подач бічного супорта на один подвійний хід столу, мм	0,25..12,5
Крок горизонтальних подач вертикальних супортів, мм	0,5
Крок інших подач супортів, мм	0,25
Швидкість горизонтальних установчих переміщень вертикальних супортів, мм	1,47
Швидкість вертикальних установчих переміщень вертикальних супортів, м/хв	0,735
Швидкість горизонтальних установчих переміщень бічного супорта, м/хв	0,735
Швидкість вертикальних установчих переміщень бічного супорта, м/хв	0,735
Найбільше тягове зусилля на рейці столу, кгс	7000
Запобіжний пристрій для зупинення столу	Єсть
Автоматичний підйом утримувача різця при зворотному ході столу	Єсть
Електроустаткування. Привід	
Кількість електродвигунів на верстаті	
Електродвигун приводу столу, кВт	75
Електродвигун приводу трехмашинного перетворювача, кВт	40
Електродвигун приводу двухмашинного перетворювача, кВт	
Електродвигун переміщення поперечини, кВт	2,2
Електродвигун затиску й розтиску поперечини, кВт	0,6
Електродвигун приводу подачі і переміщення вертикальних супортів, кВт	2,2

Продовження таблиці 3.3

1	2
Електродвигун приводу подачі і переміщення бічного супорта, кВт	2,2
Електродвигун вентилятора, кВт	0,6
Генератор живлення електродвигуна приводу столу, кВт	90
Генератор живлення ланцюгів керування, котушок електромагнітів і обмотки збудження електродвигуна приводу столу, кВт	2,7
Електродвигун електромашинного підсилювача збудника генератора приводу столу, кВт	2
Габарити і маса верстата	
Габарити верстата (довжина ширина висота), мм	7950 x 4000 x 3450
Маса верстата, кг	27500

Таблиця 3.4 – Технічні характеристики горизонтально-расточного верстату

Найменування характеристики	Значення
1	2
Діаметр висувного шпинделя, мм	110
Потужність головного приводу, кВт	8.5
Швидкість обертання шпинделя, мин^{-1}	10 - 1 250
Швидкість обертання планшайби, мин^{-1}	6,3 - 160
Найбільший момент на висувному шпинделі, Нм	3 000
Діаметр планшайби, мм	630
Розміри поворотного столу, мм	1 250 x 1 120
Кількість частот обертання шпинделя	23
Кількість частот обертання планшайби	15
Найбільший момент на планшайбі, Нм	2 500
Конструкція конуса шпинделя	Морзе 6
Переміщення столу поперечне (X), мм	1 000
Переміщення шпиндельної бабки вертикальне (Y), мм	1 000
Переміщення столу подовжнє (Z), мм	1 200

Продовження таблиці 3.4

1	2
Переміщення шпинделя подовжнє (W), мм	710
Зусилля подачі шпиндельної бабки, Н	20 000
Зусилля подачі шпинделя, Н	15 000
Зусилля подачі столу, Н	20 000
Поворотний стіл - обертання (B), град	360
Межі подач шпиндельної бабки і столу, мм/мин	1,25 - 1 250
Межі подач радіального супорта, мм/мин	0,8 - 800
Вантажопідйомність столу, кг	3 000
Робочі подачі по лінійних осях, мм/мин	2 - 2 000
Дискретність завдання переміщень, мм	0,001
Клас точності згідно ГОСТ2110	Нормальный
Габаритні розміри в стандартному виконанні (L x B x H), мм	6 790 x 4 880 x 3 100
Загальна маса верстата, кг	16 000

Таблиця 3.5 – Технічні характеристики дробоструйної камери КД-5

Найменування	КД-5
Розміри робочого простору камери, мм	18060x6000x6000
Зовнішні габарити камери, мм	18200x9100x6655
Глибина напрямка під елеватор, мм	1500
Продуктивність при очищенні виробів двома операторами (сопло 9.5 мм, м2/година)	42
Витрата стиснутого повітря при роботі із соплом 9.5 мм при робочому тиску 0.8 МПа, м3/хв	12
Кількість операторів, чел	2
Установлена потужність, кВт	26
Обсяг повітря, що видаляється, м3/година	14000
Маса камери, т	42

Таблиця 3.5 – Технічні характеристики пресу листозгинального гідравлічного ИБ1430а

Найменування параметра	ИБ1430а
Основні параметри преса	
Номінальне зусилля, кН (тс)	1000 (100)
Довжина столу і повзуна, мм	4000 /3200 /2400
Відстань між стійками у світу, мм	3150 /2500 /2000
Ширина столу, мм	200
Відстань від осі повзуна до станини (виліт), мм	250
Висота столу над рівнем підлоги, мм	850
Хід повзуна, мм	190
Найбільша відстань між столом і повзуном у його нижнім положенні, мм	400
Величина регулювання відстані між столом і повзуном, мм	100
Число ходів повзуна в хвилину	
Швидкість повзуна при холостому ході, мм/з	100
Швидкість повзуна при робочому ході, мм/з	15
Швидкість повзуна при поворотному ході, мм/з	65
Величина переміщення заднього упора, мм	0..750
Тип муфти включення	-
Тип гальма	-
Електроустаткування і привід преса	
Кількість електродвигунів	2
Електродвигун головного приводу, кВт (об/хв)	11,46 (1500)
Електродвигун приводу переміщення (регулювання) повзуна М3, кВт	-
Електродвигун приводу заднього упора, кВт (об/хв)	0,37 (910)
Електродвигун станції змащення М2, кВт	-
Сумарна потужність електродвигунів, кВт	
Габарит (довжина x ширина x висота), мм	4240 x 1650 x 2830
Маса преса, кг	8220

Таблиця 3.6 – Технічні характеристики апарату Vario Sinergic 4000

Найменовані параметри	Значення
Напряжение питающей сети, В	3x220/3 x 380
Частота питающей сети, Гц	50/60
Номінальний зварювальний струм, А (при ПВ, %)	360 (60%) 280 (100%)
Параметри регулювання сварочного струму, А	30-400
Швидкість подачі електродної проволоки, м/хв	до 18
Кількість роликів, шт.	4
Кількість ступенів регулювання, шт.	3x7
Постачальний струм (100% ПВ), кВт.	11,2
Рабочее напряжение, В	15,5-34
Напряга холостого ходу, В, не більше	51
КПД	78,6% (220 А)
Диаметр электродной проволоки, мм	0,8-1,6
Тип разъема горелки	евроразем
Масса, кг 147,5	147,5
Габариты, мм, не более	890/460/945

Таблиця 3.7 – Технічні характеристики випрямляча дугового універсального частотного ВДУЧ-350

Режим роботи	ММА/ТИГ
1	2
Напряга живлення (А,У,З), У	380В, 50Гц
Діапазон зварювального струму, А	40-315
Діапазон зварювальної напруги, У	16-33
Споживана потужність, кВт	не более 14
Напряга холостого ходу, В	75-90
Знижена напруга холостого ходу, У	не более 12
Зварювальний струм, А	35-250
за ПВ 60%	315
за ПВ 100%	220
КПД, %	не менш 80
Габарити, мм	587x275x487

Продовження таблиці 3.7

1	2
Маса, кг	45
Температура навколишнього середовища, °C	от –40 (-25) до +40
Кліматичне виконання за ГОСТ 15150-69	У3 (У3.1)
Клас електробезпеки за ГОСТ 12.2.007.0-75	01
Ступінь захисту приладу за ДСТ 14254-96	IP22

Таблиця 3.8 – Технічні характеристики блоку примусового охолодження пальнику WK 43 Abicor Binzel

Радіатор:	4-рядний мідний				
Холодопродуктивність за температури приміщення 22°C:					
при макс. витраті	1575 Вт				
при 1 л/мин	1320 Вт				
Рівень шуму	около 68 дБ (А)				
Об'єм рідини	7 л				
Вага:	18 кг				
Двигун	Тип 1	Тип 2	Тип 3	Тип 4	Тип 5
Напруга мережі (В)	115	230	230/415	115	230
Частота (Гц)	50	50	50	60	60
Потужність двигуна (кВт)	0,35	0,35	0,50	0,35	0,35
Струм (А)	6,7	3,1	2,9/1,8	6,5	3,1

Таблиця 3.9 – Технічні характеристики пальника з водяним охолодженням ГДН-201

Найменування параметрів	Значення
Максимальний зварювальний струм, А	200
Рід зварювального струму	Постійний і змінний
Діаметр вольфрамового електрода, мм.	2; 2,5; 3
Тип охолодження	Водяне
Витрата охолоджуючої води при тиску 250 кПа (2,5 кг/см ²), л/хв.	0,6-2,0
Витрата захисного газу при тиску 100 кПа (1 кг/див ²), л/хв., не менш	5-20
Маса без проводів і шлангів, кг.	0,5
Довжина з'єднувальних дротів і шлангів, м	3,5
Габаритні розміри, мм. (ДхШхВ):	298x50x110

Таблиця 3.10 – Технічні характеристики зварювального автомату АДФ-1000

Технические параметры	Норма
1	2
Напруга живильної мережі при частоті 50 Гц, В	3 х 380
Напруга холостого ходу, В, не більше	55 прим. 1
Номінальний зварювальний струм при ПВ=100%, А	1000
Межі регулювання зварювального струму, А	200-1000 прим 1.
Діаметр електродного дроту, мм	2,0-5,0
Межі регулювання швидкості подачі електродного дроту, м/ч	26-360
Межі регулювання швидкості зварювання, см/хв.	0-285
Межі регулювання часу растяжки дуги, с	0 -1,0
Кут вертикального повороту зварювальної головки уздовж подовжньої осі автомата	+ 45° -30°
Поворот зварювальної головки перпендикулярно осі зварювального шва, мм, не менш	± 45°

Продовження таблиці 3.10

1	2
Вертикальне регулювання зварювальної головки, мм, не менш	100
Кут горизонтального повороту зварювальної головки щодо вертикальної осі автомата	$\pm 90^\circ$
Міжосьова відстань коліс, мм	260
Колісна колія, мм	320
Місткість касети для дроту, кг, не менш	20
Ємність бункера для флюсу, дмЗ	10
Напруга живлення зварювального автомата при частоті 50 Гц, В	42
Потужність, споживана зварювальним автоматом, ВА, не більше	400
Габаритні розміри, мм (довжина x ширина x висота), не більше	720 x 500 x 650
Маса трактора, без дроту і флюсу, кг	80

Таблиця 3.11 – Технічні характеристики випрямляча ВДУ-1000

Найменування параметра	Значення
Напруга живильної мережі, У	380
Частота живильної мережі, Гц	50
Номінальний зварювальний струм при ПВ 60%, А	1000
Номінальна робоча напруга, В	44
Межі регулювання зварювального струму, А	100-1000
Межі регулювання робочої напруги, У	24-45
Напруга холостого ходу, У, не більш	55
Регулювання зварювального струму	плавне
Коефіцієнт корисної дії, не менш, %	85
Споживана потужність, при номінальному струмі, кВа, не більше	57
Маса, кг, не більше	365
Габаритні розміри (ДхШхВ), мм	695x610x1105

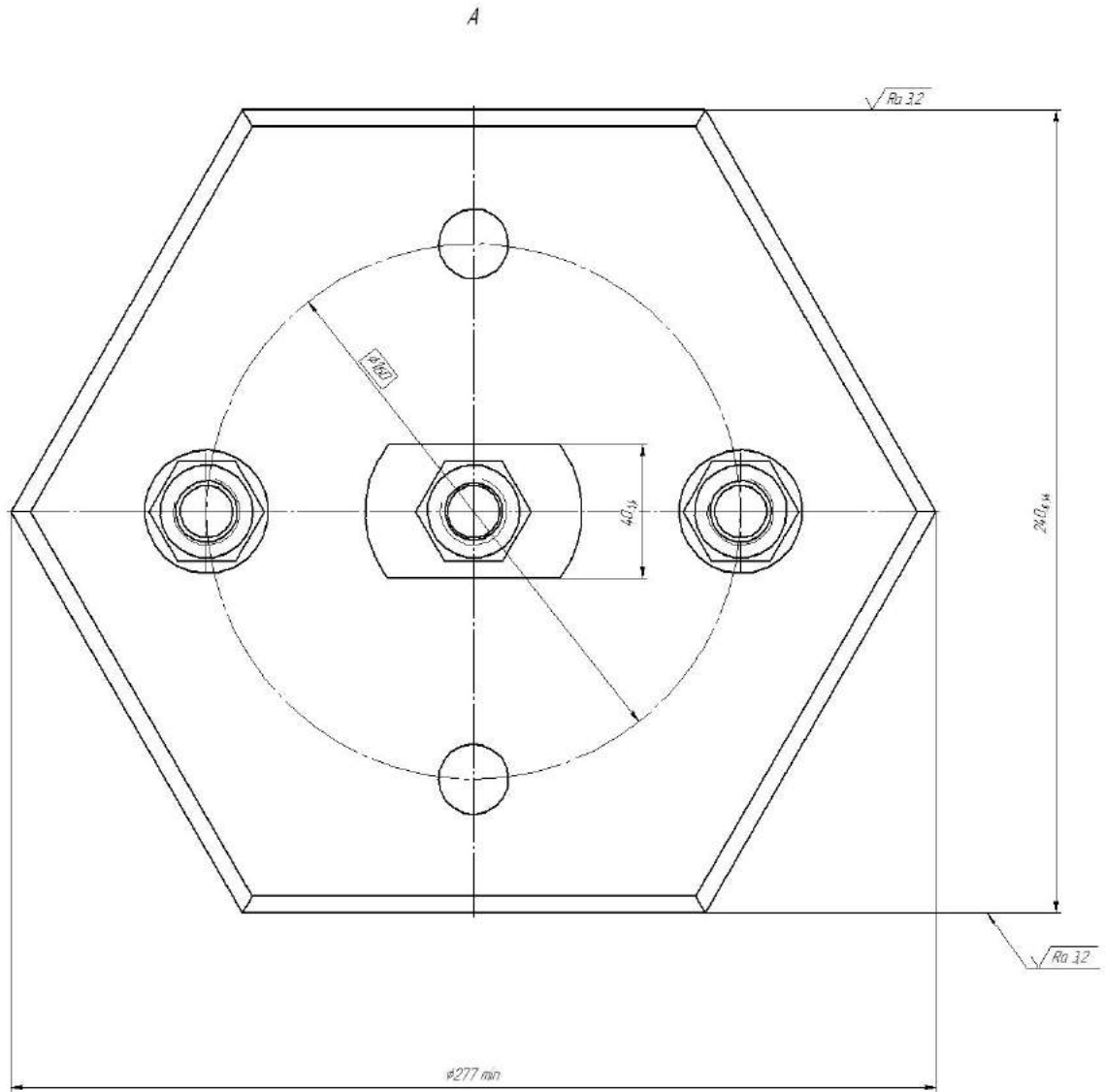


Рисунок 3.2 - Контрольний калібр (вид по А, див. рис. 3.1)

Калібр призначено для виявлення і усунення різних внутрішніх дефектів труби, наприклад провисання внутрішнього валику, або викривлення через зварювальні деформації.

Контроль складається із введення калібру у отвір труби на всю її довжину. Вільне проходження калібру крізь трубу вважається показником відсутності дефектів у виробі.

3.3 Вибір і розрахунок транспортних засобів

Для перевезення і транспортування використовують кран мостовий 10т (рис. 3.3, табл. 3.12), самохідний візок (рис.3.4, табл. 3.13).

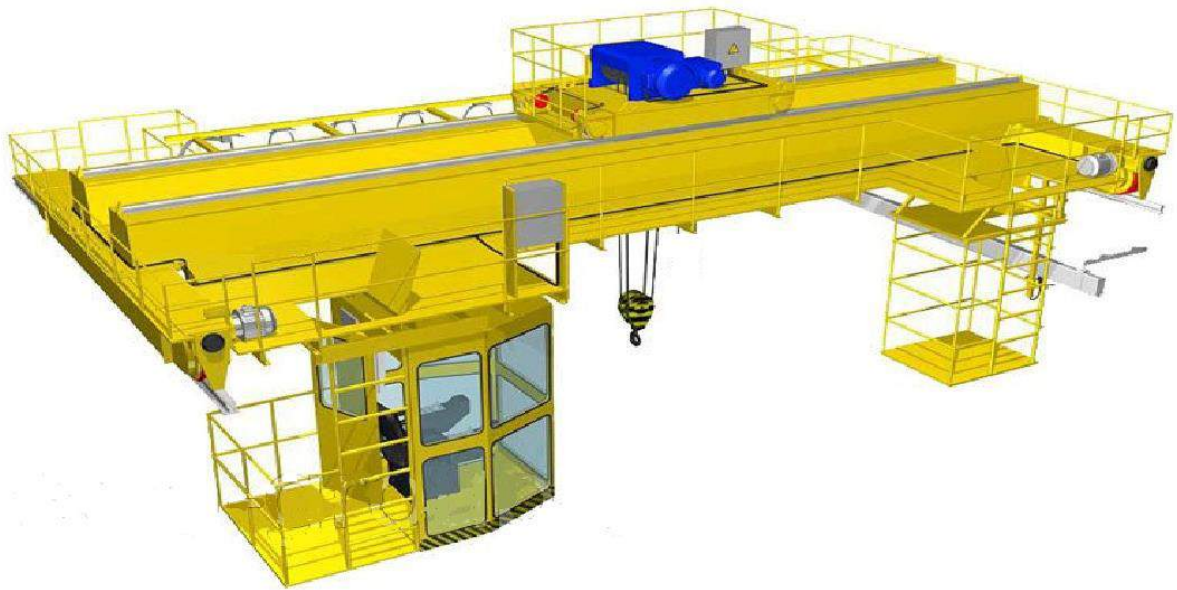


Рисунок 3.3 – Кран мостовий 10т



Рисунок 3.4 – Самохідний візок

Таблиця 3.12 – Технічні характеристики мостового крану

Вантажопідйомність, т		20: 20/5			
Проліт крана , м		4,5 7,5 10.5	13.5 16.5	19,5	22,5
Висота підйому крюка Н, м		6: 9: 12: 18			
Розміри, мм	Ак	2600	3200	4500	
	Вк	3120	3780	5080	
	Ат	2500			
	Вт	3100			
	Ні	1630			
Група режиму роботи крана FEM 9/511 (ISO 4301/1-86)		1Ат (А2-А3)			
Швидкість, м/мин*	Головного підема	2; 4: 4/1			
	Допоміжний підйомник	8: 8/2			
	рух вантажного візка	20: 24: 24/8: 32/10			
	рух крана	20: 30: 30/10 25/8: 45			
Управління краном		з Кабіни			
тонкоброві		Кабель: Відкритий, ззакритій тролейний			
рід струму и напруги		Змінної - 380 В 50 Гц			
Сумарна потужність електродвигунів (ПВ 40%), кВт		55			
Вага крана, не більше, т		22.2			30.5
навантаження на колесо крана, не більше, кН		16.8			20.5
Кран залізничних типу		Р43. КР70			
Кліматичне виконання, Категорія розміщення		У1. У2. У3. Тропічний			
Температура навколишнього середовища, °С		-20. +40 (40...+40)			
Сейсмостойкость, баллов		6: 7: 8 9			
Виконання крану		Загальнопромислове протипожежне			

Таблиця 3.12 – Технічні характеристики візку самохідного

Вантажопідйомність візка, т	20
Максимальна довжина перевезених виробів без причепа, мм	7000
Швидкість переміщення, м/хв	40
Встановлена потужність, кВт	5,5
Колія, мм	1520
База, мм	4000
Габарити (ДхШхВ), мм	6655, 2400, 680
Маса, кг	1850

4 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ РОЗРАХУНКИ

У розділі представлені: організація виробництва, планування витрат на виробництво, розрахунки ефективності та результативності розробок ділянки складання і зварювання труби контейнера для зберігання радіоактивних відходів. В даному підрозділі розраховано: технічне нормування операції, виробнича програма, кількість обладнання, чисельність персоналу та фонд оплати праці працівників [7].

4.1. Технічне нормування операцій

Для проектування ділянки по збиранню і зварюванню труби контейнера для зберігання радіоактивних відходів необхідно:

- пронормувати операції технологічного процесу;
- встановити річну виробничу програму виробів;
- розрахувати кількість обладнання і виробничу площу ділянки;
- розрахувати чисельність персоналу.

Норми часу на виконання технологічних операцій наведені в табл. 4.1.

Таблиця 4.1 – Технічне нормування операцій

Нормування операцій	Норма штучного часу, н/год.
1	2
Різка газорізчик	0,060
Зачистка слюсар	0,093
Клейменювання слюсар	0,003
Строжка + установка строгальник	4,226
Фрезеровка + установка фрезерувальник	1,906
Сборка в стенде слюсар	5,180

Продовження таблиці 4.1

1	2
Сборка в стенде зварник	5,180
Сварка труби зварник	0,750
Зачистка труби слюсар	0,119
Покраска маляр	0,780
Транспортировка	0,275
Гибка чаек слюсар	0,238
Усього	18,810

На основі розрахованих норм часу по виготовленню виробів встановлюємо річну виробничу програму виробів у штуках (табл. 4.2).

Таблиця 4.2 – Виробнича програма виробів на рік

Найменування виробу	Норма часу на виріб, н / год.	Виробнича програма	
		шт.	н / год.
Труба контейнера для зберігання радіоактивних відходів	18,81	200	3762

4.1.1 Розрахунок кількості обладнання, площі ділянки

Розрахунок необхідної кількості обладнання по кожному типу ведеться за формулою:

$$G_p = \sum_{i=1}^m \frac{t_i \cdot N_i}{F_{до}} \quad (4.1)$$

де G_p - кількість обладнання за розрахунком, одиниць;

m - кількість видів робіт;

t_i - норма часу i -тої операції, нормо-годин;

N_i - річна виробнича програма виробів, одиниць;

$F_{до}$ - дійсний річний фонд часу роботи обладнання, годин;

Прийняте кількість обладнання встановлюється шляхом округлення до цілої величини ($G_{пр}$). Коефіцієнт завантаження обладнання визначається за формулою:

$$K_з = \frac{G_p}{G_{пр}} \quad (4.2)$$

де $G_{пр}$ - прийнята кількість обладнання, одиниць.

Середній коефіцієнт завантаження обладнання на ділянці повинен бути не нижче, чим 0,85.

Дійсний річний фонд часу роботи устаткування визначаються за формулою:

$$F_{до} = F_{ном}(1 - K_v), \text{ годин} \quad (4.3)$$

де $F_{ном}$ - номінальний фонд часу роботи обладнання, годин;

K_v - коефіцієнт витрат часу на ремонт та обслуговування обладнання, $K_v = 0,1$;

Номінальний річний фонд часу обладнання при п'ятиденному робочому тижні та двозмінному режимі роботи - 1860 год.;

$$F_{до} = 1860 \cdot (1 - 0,1) = 1674 \text{ год.},$$

Таблиця 4.3 - Розрахунок кількості обладнання його потужності і ціни

1. Найменування обладнання	Кількість обладнання		4. Потужність двигунів, кВт / год.	5. Ціна грн.
	2. за розрахунком	3. за розрахунком		
Прес листозгинальний гідравлічний	0,96	1	18	180000
VarioSinergic 4000	0,62	1	11,2	122100
АДФ 1000	0,75	1	0,4	223690
охолоджувальна установка	0,86	1	0,35	29568
ВДУ 1000	0,82	1	108	186886
Всього		5		742244

Виробнича площа розраховується виходячи з кількості обладнання, робочих місць і питомої площі на одиницю обладнання з додаванням 20% (проходи, проїзди та ін.). Площа ділянки $18 \cdot 24 = 432 \text{ м}^2$.

4.1.2 Розрахунок чисельності персоналу ділянки

Чисельність основних виробничих робітників ділянки на нормованих роботах розраховується за операціями згідно розрядам і професіям за формулою:

$$R_0 = \frac{\sum_{i=1}^m t_i \cdot N_i}{F_{\text{д.р}} \cdot K_{\text{в.н}}}, \text{ осіб} \quad (4.4)$$

де R_0 – чисельність основних виробничих робітників;

m – кількість видів роботи;

t_i – норма штучного часу на i – тій операції, нормо / год.;

N_i – річна виробнича програма i – того виробу, одиниць;

$F_{д.р.}$ – дійсний річний фонд часу одного робітника, год.;

$k_{в. н.}$ – коефіцієнт виконання норм виробітку ($k_{в. н.} = 1,05$)

Дійсний фонд часу працівника визначається за формулою:

$$F_{д.р} = F_{ном}(1 - h), \text{ годин} \quad (4.5)$$

де $F_{ном}$ приймаємо для однозмінного режиму 2080 годин.

H – плановий коефіцієнт невиходу працівників на роботу (0,12-0,15)

Тоді:

$$F_{д.р} = 2080(1 - 0,15) = 1768 \text{ год}$$

Чисельність допоміжних робітників за професіями розраховується за нормами обслуговування обладнання.

Чисельність керівників і фахівців ділянки (майстер, технолог) розраховують за штатним розкладом.

Загальна чисельність персоналу ділянки наведена в табл. 4.4.

Таблиця 4.4 – Загальна чисельність персоналу

Персонал	Чисельність персоналу, чол.	У т.ч. за розрядами		В т.ч. по змінах	
		IV	V	I	II
1. Основні робітники:					
складальник	2	2		1	1
зварювальник	4		4	2	2
Усього	6	2	4	3	3
2. Допоміжні робітники					
слюсар	2	2		1	1
фрезерувальник	2	2		1	1
контролер	4	2	2	2	2
Усього	8	6	2	4	4
3. Керівники і спеціалісти:					
майстер	1			1	
технолог	1				1
Усього	2			1	1
Разом	16	8	6	8	8

4.2 Планування витрат на виробництво

У даному підрозділі розраховано заплановані матеріальні витрати на основні засоби, фонд оплати праці персоналу, складено калькуляція собівартості продукції.

4.2.1 Матеріальні витрати

Вартість основних і додаткових матеріалів розраховується на основі норм використання та цін. Крім того, необхідно врахувати транспортно-заготівельні витрати (5-7% від вартості матеріалів) та вартість оборотних відходів.

До основних матеріалів слід віднести металопрокат для заготовок, виготовлених на складально-зварювальному ділянці. Вартість основних матеріалів вказана в табл. До додаткових матеріалів слід віднести ті матеріали, які використовуються для здійснення технологічних процесів (зварювальні дроти та гази). Вартість матеріалів вказана в табл. 4.5.

Таблиця 4.5. – Розрахунок вартості основних та допоміжних матеріалів для автоматичного зварювання

1. Найменування серовини та основних матеріалів	2. норми використання	3. ціна грн.	4. вартість грн.
лист б-5 10ХСНД ГОСТ19281-89 кг	177	32,5	5752,5
кислород ГОСТ 5583 кг	24,64	3,83	94,371
пропан - бутан кг	1,753	12,6	22,087
дрібнь діамнтр 2 мм кг	1,51	21,24	32,072
краска ко -828 м кг	3,9	120	468
зачисной круг шт	2	25,04	50,08
проволока СВ - 08Г2С О ф 1,2мм кг	3,02	43,5	131,37
аргон кг	4,22	11,692	49,340
угликислота СО 2 кг	0,75	21,667	16,250
усього	218,793	292,069	6616,070

4.2.2 Вартість основних засобів

Вартість основних виробничих фондів передбачає такі розрахунки:

- вартість будівель визначається на основі розрахованої загальної площі і вартості 1 м² будівель (300 – 500 грн. за 1 м²)

$$V_{\text{буд}} = 432 \cdot 500 = 216000 \text{ грн.}$$

- вартість споруд 5% від вартості будівель;

$$V_{\text{спр.}} = 216000 \cdot 0,05 = 10800 \text{ грн.}$$

- вартість обладнання (наведена в таблиці 4.7) з урахуванням транспортно-заготівельних витрат і монтажу (10 – 15%).

- вартість цінних інструментів, пристосувань, інвентарю (3 – 5% балансової вартості обладнання);

- вартість транспортних засобів (3% балансової вартості обладнання).

Розрахунок вартості основних засобів, амортизаційних відрахувань, структури основних засобів наведено в табл. 4.8.

Таблиця 4.6 – Вартість основних засобів

Найменування основних засобів	Балансова вартість, грн.	Структура, %	Норма амортизації, %	Амортизаційні відрахування, тис. грн.
1. Виробничі будівлі	216000	9,24	8	17,280
2. Споруди	10800	0,62	8	0,864
3. Обладнання	1994006	83,94	24	742,244
4. Цінні інструменти, прилади, інвентар	79760	3,52	24	19,142
5. Транспортні засоби	59820	2,68	40	23,928
Усього	2380326	100	-	539,775

4.2.3 Розрахунок фонду оплати праці

Сума заробітної плати, яка виплачується працівникам підприємства, формує фонд оплати праці. Фонд заробітної плати розраховується за прийнятими формами і системами оплати праці. Оплата праці основних робітників здійснюється за відрядно-преміальною формою оплати праці; допоміжних робітників – за почасово-преміальною формою оплати праці; керівників та спеціалістів – по штатно-окладною формою оплати праці.

Плановані доплати і премії для робітників приймаємо в розмірі 50% від тарифної заробітної плати. Премії з прибутку складають для робітників – 15% до тарифної заробітної плати, для керівників і фахівців – 40%.

Розраховуємо тарифний фонд заробітної плати основних робітників за формулою:

$$Z_{\text{тар}} = N \sum_{i=1}^m P_i, 60 \text{ табл}, \quad (4.6)$$

де m – кількість операцій технологічного процесу;

P_i – розцінка на i -ту операцію, табл.;

N – річна виробнича програма виробів;

Розцінка на операцію розраховується за формулою:

$$P_i = C_i \cdot t_i, \quad (4.7)$$

де C_i – годинна тарифна ставка i -того розряду;

t_i – норма штучного часу на t_i -ту операцію, нормо-год;

Розрахунок розцінок зведений в таблиці 4.9 Фонд оплати праці.

Таблиця 4.7 – Розрахунок розцінок за операціями

Найменування операції	Норма часу, н/год.	Розряд робіт	Часова тарифна ставка, грн.	Розцінка, грн.
1	2	3	4	5
Резка	0,060	4	52,92	3,18
Зачистка	0,093	4	52,92	4,92
Клеймение	0,003	3	48,14	0,14
Строжка + установка	4,226	5	58,30	246,38
Фрезеровка + установка	1,906	4	52,92	100,87
Сборка в стенде	5,180	5	58,30	301,99
Сборка в стенде	5,180	4	52,92	274,13
Сварка труби	0,750	4	52,92	39,69
Зачистка труби	0,119	4	52,92	6,30

Продовження таблиці 4.7

1.	2.	3.	4.	5.
Покраска маляр	0,780	4	52,92	41,28
Транспортіровка	0,275	3	48,14	13,24
Гибка чаек	0,238	4	52,92	12,59
Усього	18,810		636,24	1044,70

Тарифний фонд заробітної плати основних виробничих робітників розраховується за формулою:

$$З_{\text{осн.}}^{\text{тар.}} = 1044,70 \cdot 200 = 15100 \text{ грн.}$$

Основний фонд заробітної плати допоміжних робітників, які знаходяться на погодинній оплаті праці, розраховується по формулі:

$$З_{\text{доп.}} = C_i \cdot K_{\text{тар.ср.}} \cdot F_{\text{д.р.}} : R_{\text{доп.}}, \quad (4.8)$$

де C_i – часова тарифна ставка 1-го розряду;

$F_{\text{д.р.}}$ – дійсний річний фонд часу робітника, год.;

$R_{\text{доп.}}$ – чисельність допоміжних робітників;

$K_{\text{тар.с}}$ – середній тарифний коефіцієнт.

$$З_{\text{доп.}} = 35,13 \cdot 1,385 \cdot 1768 \cdot 8 = 492282,6272 \text{ грн.}$$

$$K_{\text{тар.ср}} = \frac{\sum_{i=1}^m K_i R_{\text{доп}i}}{R_{\text{доп}}} \quad (4.9)$$

m – кількість розрядів робіт допоміжних робітників;

K_i – тарифний коефіцієнт i -того розряду

$R_{\text{доп}i}$ – кількість допоміжних робітників i -го розряду.

$$K_{\text{тар.ср}} = \frac{1,33 \cdot 6 + 1,55 \cdot 2}{8} = 1,385$$

Відрахування на соціальне страхування розраховується відповідно до чинного законодавства – 22 % від фонду оплати праці.

Річний фонд заробітної плати ІТР приведений в табл. 4.10.

Таблиця 4.8 - Розрахунок фондів заробітної плати ІТР

Посада	Чисельність, чол.	Місячний оклад, грн.	Річний фонд, грн.
1. Майстер	1	8000	96000
2. Технолог	1	5500	66000
Усього	2	6700	80400

Фонд оплати праці розрахований і приведений в табл. 4.9.

Таблиця 4.9 – Фонд оплати праці

Категорія персоналу	Чисельність персоналу, чол.	Фонд оплати праці, тис. грн.			Премії з прибутку, тис. грн.	Фонд оплати праці, тис. грн.	Відрахування на соц. страхування, тис. грн.	Середня зарплата в місяць, грн.
		Основна зарплата	Додаткова зарплата	Усього				
1.Основні виробничі робочі	6	15,00	7,500	22,50	33,98	260,48	49,83	14625
2.Допоміжні робочі	8	15,97	7.98	23,96	34,64	265,6	101,22	92282
3. Майстер	1	4,2	-	4.2	16,8	58,8	22,41	4900
4. Технолог	1	3,4	-	3.4	15,36	53,76	20,49	4480
Усього	16	38,37	15,48	53,86	100,78	638,6	243,39	3941,1

4.2.4 Собівартість виробу

Собівартість виробу визначається усіма витратами ділянки за такими статтями прямих і непрямих витрат.

4.2.5 Прямі витрати

1. Покупні комплектуючі вироби і напівфабрикати – 51251,42 тис. грн. (таблиця 4.5);

2. Основні та допоміжні матеріали – 477,275 тис. грн. (таблиця 4.6);

3. Основна заробітна плата основних виробничих робітників – 151 тис. грн. (таблиця 4.11);

4. Додаткова заробітна плата основних виробничих робітників, премії – 75,5 тис. грн. (таблиця 4.11);

5. Відрахування на соціальне страхування від фонду оплати праці основних виробничих робітників – 99,27 тис. грн. (таблиця 4.11);

6. Паливо та енергія на технологічні цілі:

$$E = S \cdot U \cdot I \cdot t \cdot N \quad (4.10)$$

де $S = 2,57$ грн. – вартість 1 кВт електроенергії;

$U = 30$ В – зварювальна напруга;

$I = 0,45$ кА – зварювальний струм;

$t_{\text{шт.зв}} = 3,3$ год. – час зварювання;

$t_{\text{шт.прих.}} = 1,11$ год. – час збирання.

$$E = 2,57 \cdot 30 \cdot 0,45 \cdot (3,3 + 1,11) \cdot 200 = 28727,6 \text{ грн.}$$

4.2.6 Непрямі витрати

Стаття «Утримання та експлуатація машин і обладнання» комплексна і охоплює такі витрати:

- 1) Утримання обладнання і робочих місць.
- 2) Заробітна плата додаткових робочих і відрахування на соціальні заходи.
- 3) Поточний ремонт обладнання і дорогих інструментів – 5% від їх вартості.
- 4) Амортизація виробничого обладнання та дорогих інструментів.

5) Відтворення малоцінних і швидкозношуваних предметів – 50% від їх вартості (вартість – 2% вартості обладнання).

6) Інші витрати становлять 5% від суми витрат попередніх статей.

Витрати на утримання та експлуатацію обладнання (ВУО) розподіляють на собівартість одиниці продукції пропорційно основній заробітній платі виробничих робітників.

Відсоток витрат на утримання та експлуатацію обладнання α задається викладачем:

$$\alpha = \frac{\Sigma \text{ВУО}}{\text{ЗП}_0} \cdot 100\%, \quad (4.11)$$

де ВУО – сума витрат на утримання обладнання

$$\alpha = 300 \%$$

Розмір витрат на утримання та експлуатацію обладнання, що припадає на одиницю виробу розраховуються за формулою 4.11.

$$\text{ВУ}_i = \frac{\alpha}{100} \cdot \text{З}_{oi}, \quad (4.12)$$

де З_{oi} – основна заробітна плата на одиницю продукції, грн

$$\text{ВУ}_i = 1044,70 \times 3 = 3134,1 \text{ грн.}$$

Стаття «Загальновиробничі витрати» – це витрати на управління в межах цеху. Стаття комплексна і охоплює такі витрати:

1) Утримання цехового персоналу – річний фонд заробітної плати спеціалістів і керівників і відрахування на соціальні заходи.

2) Утримання приміщень та інвентарю.

3) Поточний ремонт приміщень та інвентарю розраховується в розмірі 2% їх балансової вартості.

4) Амортизаційні відрахувань будівель і споруд.

5) Витрати на проведення випробувань, досліджень, раціоналізації та винахідництво приймають збільшено 100 грн. на рік на одного працівника.

6) Витрати на охорону праці плануються на рік 175 грн. на одного працівника.

7) Інші витрати складають 3% від суми витрат по попереднім статтям.

Загальновиробничі витрати (ЗВ) розподіляють на собівартість одиниці продукції пропорційно основній заробітній платі виробничих робітників.

$$ЗВ_i = \frac{\beta}{100} \cdot З_{oi},$$

Відсоток загальновиробничих витрат β задається викладачем:

$$\beta = 200 \%$$

$$ЗВ = 1044,70 \cdot 2 = 2089,4 \text{ грн.}$$

Адміністративні витрати вміщують витрати, пов'язані з утриманням адміністративно - управлінського персоналу підприємства, а також утриманням та експлуатацією основних засобів загального виробничого призначення, охорону праці та техніку безпеки персоналу та інші. Адміністративні витрати складають в середньому 250% від основної заробітної плати основних виробничих робітників та розраховуються за формулою:

$$АВ_i = \gamma \cdot З_{oi},$$

Відсоток адміністративних витрат γ задається викладачем:

$$\gamma = 100\%$$

Витрати на збут η складаються з витрат, пов'язаних з реалізацією продукції і вміщують витрати на тару та тарні матеріали, транспортування

готової продукції, рекламу, витрати на маркетингові дослідження та інші. Витрати на збут складають 2% від виробничої собівартості і розраховуються за формулою:

$$BЗ_i = \frac{\eta}{100} \cdot C_v,$$

де C_v – собівартість виробнича, грн;

Прибуток складає 30% від повної собівартості і розраховується за формулою

$$П_n = Ц \cdot \frac{P}{100} = 15862,321 \cdot 0,3 = 4758,6963 \text{ грн.}$$

$$П_б = Ц \cdot \frac{P}{100} = 33094,908 \cdot 0,3 = 9928,4724 \text{ грн.}$$

Де $П_б$, $П_n$ – прибуток за базовою та новою технологією

де P – рентабельність виробу, %.

Податок на додану вартість за базовою та новою технологією (ПДВ_б та ПДВ_н) згідно законодавства становить 20% від оптової ціни і розраховується за формулою

$$ПДВ_б = Ц \cdot \frac{H_{ПДВ}}{100} = 43023,3804 \cdot 0,2 = 8604,67608 \text{ грн.}$$

$$ПДВ_n = Ц \cdot \frac{H_{ПДВ}}{100} = 20621,0173 \cdot 0,2 = 4124,20346 \text{ грн}$$

де $H_{ПДВ}$ норматив податку на додану вартість, %.

Ціна продажу виробу за новою технологією розраховується за формулою

$$Ц_{пр} = Ц + ПДВ = 20621,0173 + 4124,20346 = 24745,22076 \text{ , грн}$$

Таблиця 4.10 – Калькуляція собівартості зварювальних робіт

Стаття витрат	Нова технологія		Базова технологія	
	всього витрат, грн.	на одиницю, грн.	всього витрат, грн.	на одиницю, грн.
1	2	3	4	5
1. Основні та допоміжні матеріали	1323214	6616,070	1400414	7002,07
2. Основна заробітна плата основних робітників	208940	1044,70	406000	2030
3. Додаткова заробітна плата основних робітників	104470	522,35	104470	1015
4. Відрахування на соціальні заходи	68950,2	344,751	68950,2	344,751
5. Паливо і енергія на технологічні цілі	28727,4	14,637	28727,4	143,637
6. Утримання та експлуатація машин і обладнання	1044700	3134,1	3045000	15225
7. Загальновиробничі витрати	835760	2089,4	835760	4178,8
8. Виробнича собівартість	2541334,2	12706,671	2541334,2	29939,258
9. Адміністративні витрати	522350	1044,70	522350	2611,75
10. Витрати на збут	1087906	543,9	108790,6	543,9
11. Повна собівартість	3172464,2	15862,321	6618981,6	33094,908

4.3 Економічне обґрунтування запропонованих розробок

В даному розділі розраховано річний економічний ефект, який можливо отримати при виробництві виробів на спеціалізованій дільниці по запропонованому технологічному процесу в порівнянні з виробництвом цих же виробів на діючому підприємстві. Крім цього необхідно оцінено ефективність.

4.3.1 Розрахунок економічного ефекту

Порівняльна економічна ефективність полягає у визначенні найбільш економічного варіанта рішення господарської задачі. Показниками порівняльної економічної ефективності є: різниця між собівартістю базової технології зварювання і собівартістю нової технології.

4.3.2 Ефективність та результативність

$$E = (C_6 - C_n) \times N = (33094,908 - 15862,321) \times 200 = 3446517,4 \text{ грн}$$

Таблиця 4.11 – Показники ефективності і результативності

1. Найменування показника	2. Значення показника
1. Річний випуск виробів	
- в натуральному вимірі, одиниць	200
- по трудомісткості, нормо-год.	16460
- в грошовому вимірі, грн.	3172464,2
2. Виробнича площа ділянки, м ²	432
3. Вартість основних засобів, грн.	2380326
4. Спискова чисельність персоналу усього, осіб	16
- основні робітники	6
- допоміжні робітники	8
- керівники і спеціалісти	2
5. Фонд оплати праці, грн.	638600
6. Середня заробітна плата працюючих за місяць, грн.	7941,1
7. Продуктивність праці одного працівника, грн./чол.	198279,0125
8. Фондовіддача грн./грн.	2,4
9. Коефіцієнт завантаження обладнання	0,86
10. Фондомісткість грн./грн.	0,04
11. Собівартість одиниці продукції, грн.	15862,321
12. Економічний ефект за розрахунковий рік, грн.	3446517,4

На підставі зроблених розрахунків можна зробити висновок. Нова технологія зварювання труби контейнера для зберігання радіоактивних відходів є економічно доцільною. За рахунок зниження трудомісткості на 98% та матеріальних витрат на 20% отримано економію в розмірі 3446517,4 грн.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

В розділі надані заходи с охорони праці при розробці технології зварювання виробів методом полу автоматичного зварювання в захисних атмосферах [8].

5.1 Аналіз потенційних небезпек

а) Механічні травми, пов'язанні з порушенням правил охорони праці, при зборці крупногабаритних виробів, в наслідок використання несправного обладнання та інструментів.

б) Можливість ураження електричним струмом. Основними причинами ураження можуть бути не виконання правил електробезпеки, невикористання засобів індивідуального захисту, відсутність захисного заземлення, частково оголені дроти, неізольовані скручування, пробій ізоляції.

в) Отруєння зварювальними газами, аерозолями представляють собою оксиди заліза, сполуки марганцю і інших елементів в результаті не ефективної роботи місцевої витяжної механічної вентиляції в місцях їх утворення.

г) Термічні опіки в результаті випадкового дотику нагрітих поверхонь обладнання, деталей або заготовок.

д) Негативний вплив потужних ультрафіолетового випромінювання дуги на органи зору.

е) Незадовільні параметри повітряного середовища в робочій зоні, причинами яких є незадовільна робота систем опалення та повітрообміну, що може привести до зниження комфортності праці та загальних захворювань.

ж) Незадовільне освітлення робочої зони, що може бути пов'язано з виходом з ладу освітлювальних приладів або надмірної забрудненості. Це може привести до погіршення зору, погіршення здатності розрізняти об'єкти, а в результаті і до травмування.

з) Можливість загорянь причинами яких є порушення правил пожежної безпеки, витік горючих робочих газів, коротке замикання.

л) Неправильні дії персоналу в умовах надзвичайних ситуацій різного характеру, причинами яких є непідготовленість персоналу до дій в умовах ЧС, низька ефективність управління в цих умовах, що може привести до травмування або смерті.

5.2 Заходи по забезпеченню техніки безпеки

а) Для виключення травм робоче місце зварювальника повинно бути в чистоті та порядку, не допускаючи нічого зайвого, що заважає роботі на робочому місці, а також в проходах і проїздах. Деталі і заготівлі слід тримати в стійкому положенні на підкладках і стеллажах. Висота штабелів не повинна перевищувати півтори ширини або півтора діаметри підстави штабелю і у всіх випадках не має бути більше 1 м. Все вживане обладнання повинне оснащуватися запобіжними елементами і пристроями згідно ГОСТ 12677-81 «Клапан зворотний підйомний муфтовий».

Для виключення отримання механічних травм повинно бути передбачено проведення усіх необхідних інструктажів з охорони праці, згідно НПАОП 0.00-4.12-05 «Типове положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці».

Робітники повинні бути забезпеченні спеціальним одягом та індивідуальними захисними засобами відповідно до ГОСТ 12.4.103-83 «Одежда специальная защитная, средства индивидуальной защиты рук и ног.

Классификация», або груповими засобами захисту згідно з ГОСТ 12.4.125-83 ССБТ «Средства коллективной защиты работающих от воздействия механических факторов. Классификация», до яких відносять брезентові захисні костюми, рукавиці брезентові, спеціальне взуття із захисними носками, щітки захисні або окуляри.

Отримання механічних травм найчастіше відбувається внаслідок захламленості робочої ділянки та порушень правил експлуатації машин та механізмів на робочій ділянці. В зв'язку з цим обов'язковим є щоденний контроль за станом робочої зони зі сторони керівництва відповідно до ДСТУ 3273-95 «Безпечність промислових підприємств. Загальні положення та вимоги».

б) Для виключення поразки електричним струмом електроустаткування повинне відповідати ДСТУ 12.1.019-79 «Система стандартів безпеки праці. Електробезпека. Общие требования и номенклатура видов защиты» і ПУЭ-20013 «Експлуатація електроустаткування і електроустановок» повинна проводитися відповідно «Правил технической эксплуатации электроустановок» (ПТЭ), «Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей» і «Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей».

Згідно ДСТУ 12.1.019-79 електробезпека повинна забезпечуватися:

- конструкцією електроустановок;
- засобами захисту працюючих;
- організаційними заходами.

Електроустановки і їх частини мають бути виконані так, щоб працюючі не піддавалися небезпечним і шкідливим діям електричного струму і електромагнітних полів, і відповідати вимогам електробезпеки.

Для забезпечення захисту від випадкового дотику до струмоведучих частин необхідно застосовувати наступні способи і засоби:

- захисні обгороджування (тимчасові або стаціонарні);
- безпечне розташування струмоведучих частин;

- ізоляцію струмоведучих частин (робочу, додаткову, посилену, подвійну) згідно ДСТУ 12.2.007.0-75 «Система стандартів безпеки праці. Товари електротехнічні. Загальні вимоги безпеки»;

- безпечна напруга (не більше 42 В);

- захисне відключення згідно ДСТУ 12.2.007.0-75 «Система стандартів безпеки праці. Товари електротехнічні. Загальні вимоги безпеки»;

- попереджувальну сигналізацію, блокування, знаки безпеки.

Для забезпечення захисту від поразки електричним струмом при дотику до металевих не струмоведучих частин, які можуть виявитися під напругою в результаті ушкодження ізоляції, застосовують наступні способи:

- захисне заземлення, занулення згідно ПУЕ-20013;

- захисне відключення;

- ізоляцію не струмоведучих частин згідно ДСТУ 12.2.007.0-75 «Система стандартів безпеки праці. Товари електротехнічні. Загальні вимоги безпеки»;

- електричне розділення мережі;

- безпечна напруга (не більше 42 В);

- контроль опору ізоляції;

- компенсація струмів замикання на землю;

Технічні способи і засоби застосовують окремо або в поєднанні один з одним так, щоб забезпечувався оптимальний захист.

Перед початком роботи проводиться перевірка усіх систем:

- перевіряється на холостому ході правильність включення операцій усіма механізмами установки для наплення і справність пульта управління;

- перевіряється цілісність і надійність ізоляції і заземлення установок і пульта управління;

- перевіряється стан контактних поверхонь.

в) Для попередження отруєнь зварювальними газами і аерозолями представляють собою оксиди заліза, сполуки марганцю і інших елементів при

роботі в закритих приміщеннях необхідно передбачити місцеву витяжну механічну вентиляцію. Приблизне співвідношення віддаленого повітря 1200-2000 м³/год.

г) Для виключення термічних опіків передбачено використання індивідуальних засобів захисту, зокрема, рукавиці брезентові ГОСТ 12.4.010-75 ССБТ «Засоби індивідуального захисту. Рукавиці спеціальні. Технічні умови », костюми захисні від підвищених температур по ГОСТ 12.4.045-78, спеціальної шкіряним взуттям по ГОСТ 12.4.032-77 «Взуття спеціальне шкіряне для захисту від підвищених температур. Технічні умови».

г) Для захисту органів зору від ультрафіолетового впливу передбачені Захисна маска ГОСТ 12.4.035-78.

5.3 Заходи по забезпеченню виробничої санітарії та гігієни праці

д) Незадовільні параметри повітряного середовища в робочій зоні, причинами яких є незадовільна робота систем опалення та повітрообміну, що може привести до зниження комфортності праці та загальних захворювань. Для нормалізації параметрів повітряного середовища в проекті передбачено: пристрій технічних систем, які повинні забезпечувати параметри повітряного середовища відповідно до норм, які вказані в таблиці 5.1, згідно СНиП 23-01-99 «Будівельна кліматологія».

Таблиця 5.1 - Оптимальні фізичні параметри навколишнього середовища цеху

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

У теплий період року для зниження температури повітря в робочому просторі необхідно використовувати природну вентиляцію, або общеобменную припливно витяжну вентиляцію відповідно до ГОСТ 12.1.005-88 «Система стандартів безпеки праці. Загальні санітарно-гігієнічні вимоги до повітря робочої зони ». У холодний період року використовуються системи водяного опалення відповідно до СНиП 2.04.05-91 «Отопление, вентиляция и кондиционирование».

Продуктивність природної вентиляції (приплив або витяжка повітря):

$$L = k \cdot V_n = 2 \cdot 1512 = 3024 \text{ м}^3/\text{год} \quad (5.1)$$

де k – кратність повітрообміну (відповідно до галузевих норм кратність повітрообміну в цеху становить $k=2$);

V_n – об'єм приміщення, м^3 ;

Площа цеху = 216 м^2 з висотою 7 м.

Необхідний повітрообмін в приміщенні, де не виділяється надлишкове тепло, розраховується за формулою:

$$L = l \cdot n = 30 \cdot 8 = 240 \text{ м}^3/\text{год} \quad (5.2)$$

де l – мінімальна подача повітря на одного працівника відповідно до санітарних норм (при об'ємі приміщення, що припадає на одного працівника, до $20 \text{ м}^3 - l = 30 \text{ м}^3/\text{год}$);

n – кількість працівників у приміщенні яка дорівнює ... чоловікам.

Кількість зовнішнього повітря, необхідного для асиміляції надлишкового тепла у приміщенні:

$$L = \frac{Q}{C \cdot \gamma \cdot (t_{\text{вн}} - t_{\text{зовн}})} = \frac{18900}{1 \cdot 1,17 \cdot (35 - 27)} = 2019 \frac{\text{м}^3}{\text{год}} \quad (5.3)$$

де Q – загальна кількість тепловиділення (без урахування втрат) у приміщенні, яка дорівнює 18900 кДж/год;

C – питома теплоємність повітря, що дорівнює 1 кДж/(кг °С);

γ – густина зовнішнього повітря.

$$\gamma = \frac{353}{(273 + t_{\text{зов}})} = \frac{353}{(273 + 27)} = 1,17 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \quad (5.4)$$

Розраховувати кількість зовнішнього повітря, необхідного для асиміляції надлишкового тепла у виробничому приміщенні в теплий період року. Температура зовнішнього повітря відповідно до СНиП 2.04.05–91 для м. Запоріжжя складає 27 °С.

ж) Незадовільне освітлення робочої зони, що може бути пов'язано з виходом з ладу освітлювальних приладів або надмірної забрудненості. Це може привести до погіршення зору, погіршення здатності розрізняти об'єкти, а в результаті і до травмування.

Для забезпечення необхідного рівня виробничого освітлення слід дотримуватися вимог ДБН В.2.5-28-3006 «Природне і штучне освітлення. Норми проектування». Вибір джерел освітлення виконується в залежності від розмірів виробничого приміщення. Можуть використовуватися люмінесцентні лампи і газорозрядні лампи низького і високого тиску типів ПД-80 або ДРЛ-250.

5.4 Заходи з пожежної безпеки

з) На складально-зварювальній ділянці небезпечними чинниками пожежі є:

- відкритий вогонь (зварювальна дуга, полум'я газового зварювання і різання);
- іскри і частки розплавленого металу, які виникають при електрозварюванні;
- підвищена температура виробів, які піддаються зварюванню і різанню.

Пожежна безпека на складально-зварювальній ділянці може бути забезпечена сукупністю заходів, спрямованих на попередження пожеж, запобігання поширення вогню в разі виникнення пожеж і створення умов, що сприяють швидкій ліквідації пожежі, що почалася.

Передбачені на складально-зварювальній ділянці заходи, попереджуючи причини виникнення пожеж, підрозділяються на організаційні, експлуатаційні, технічні і режимні.

До організаційних заходів відносяться: навчання робітників протипожежним правилам, проведення бесід, інструкцій, організація добровільних дружин, пожежно-технічних комісій, видання наказів по питаннях посилення пожежної безпеки.

До експлуатаційних заходів відносяться: правильна експлуатація, профілактичні ремонти, огляди і випробування зварювального обладнання і пристроїв і так далі

До технічних заходів відносяться: дотримання протипожежних норм і правил при пристрої і установці зварювального устаткування, систем вентиляції, підведення електропроводки, захисного заземлення і відключення.

До режимних заходів відносяться: заборона куріння в невстановлених місцях, проведення зварювальних і інших вогневих робіт в пожежнебезпечних місцях.

Пожежну техніку згідно ГОСТ 124009 – 82 «Пожежна техніка для захисту об'єктів. Основні види. Розміщення і обслуговування», призначену для захисту складально-зварювальних об'єктів підрозділяють на наступні групи: пожежні машини (автомобілі, мотопомпи і причепа); установки

пожежогасінні; установки пожежної сигналізації; вогнегасники; пожежне устаткування; пожежний ручний інвентар; пожежні рятувальні пристрої.

Первинні засоби пожежогасіння розташовуються в складі пожежного щіта. Крім цього на щіті розташовується: пожежний інвентар (покривало з негорючого теплоізоляційного полотна - 1, пожежні відра - 2, совкові лопати - 2, лом - 1, сокира - 1.

Відповідно до ГОСТ 121004-91 «Пожежна безпека. Загальні вимоги» передбачені засоби пожежогасінні. При гасінні титану, який горить і деяких інших сплавів категорично забороняється заливати їх водою, застосовувати пісок, вуглекислоту, азот, хладон, порошки типа ПСБ і ША.

Для гасіння пожежі застосовується склад глинозем, мелений плавиковий шпат, сухий порошковий флюс. Ці речовини подаються у осередок загоряння у ручну або за допомогою вогнегасника ВВК-5.

5.5 Заходи по забезпеченню безпеки у надзвичайних ситуаціях

л) Надзвичайна ситуація техногенного та природного характеру – порушення нормальних умов життя та діяльності людей на окремій території чи об'єкті на ній або на водному об'єкті, спричинене аварією, катастрофою, стихійним лихом чи іншою небезпечною подією, зокрема епідемією, епіфітотією, пожежею, яке призвело до неможливості проживання населення на території чи об'єкті, ведення там господарської діяльності, загибелі людей та значних матеріальних втрат.

Неправильні дії персоналу в умовах надзвичайних ситуацій різного характеру, причинами яких є невідповідність персоналу до дій в умовах НС, низька ефективність управління в цих умовах, що може привести до травмування або смерті.

Забезпечення безпеки персоналу досягається підвищенням стійкості промислового об'єкта в умовах НС; організацією рятувальних і відновлювальних робіт на промисловому об'єкті, наявністю технічних ресурсів до більш швидкої евакуації персоналу із зони ураження.

Таким чином, для створення ефективної системи охорони праці та створення безпечних умов для персоналу необхідно:

- Обов'язкове проведення медичних оглядів, проведення інструктажів, допуск до роботи осіб старше 18 років, які пройшли навчання за фахом, відповідно НВАО 0.00-4.12-05 «Типове положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці»;

- Використання індивідуальних захисних засобів відповідно до ГОСТ 12.4.103-83 «Одяг спеціальний захисний, засоби індивідуального захисту ніг і рук», щитки захисні ГОСТ 12.4.035 78 «ССБТ Щитки захисні лицьові для електрозварників»;

- Робоче місце повинно бути організовано в спеціальних кабінах, має бути зручним, з хорошою вентиляцією згідно ГОСТ 12.4.021-75 «Система стандартів безпеки праці. Системи вентиляційні»;

- Регулярно проводиться перевірка захисного заземлення, відсутність оголених проводів, відкритих скруток пробоїв ізоляції ПУЕ-2011 «Правила улаштування електроустановок»;

- Перевірка наявності та справності засобів індивідуального захисту органів дихання згідно ГОСТ 12.4.034-2001 «Система стандартів безпеки праці. Засоби індивідуального захисту органів дихання»;

- Робоча зміна не повинна перевищувати встановленої для даної категорії працівників щоденної тривалості робочого часу, в перебігу кожної години відпочинок на 5 хвилин;

- Проведення перевірки освітленості робочої зони і справності освітлювальних ламп відповідно ДБН В.2.5-28-3006 «Природне і штучне освітлення. Норми проектування»;

- Перевірка системи водяного опалення та кондиціонування ділянки відповідно до ГОСТ 12.1.005-88 «Система стандартів безпеки праці. Загальні санітарно-гігієнічні вимоги до повітря робочої зони»;

- Проведення оглядів усіх засобів пожежогасіння (вогнегасники, пожежні щити) знаходяться на ділянці відповідно до СНиП 2.01.02-85 «Протипожежні норми проектування будівель і споруд».

- Контроль за рівнем освітленості - по ГОСТ 24940-81;

- Контроль пожежної небезпеки - по ГОСТ 12.1.004-85;

- Контроль за станом вентиляції робочих місць - по ГОСТ 12

ВИСНОВКИ

У дипломній роботі розроблено технологію збирання і зварювання труби шестигранної з проектуванням виробничої ділянки. Технологію розроблено для ОП АЕМ Завод Нестандартного Обладнання і Трубопроводів. У роботі використано документація базового підприємства: ТУ, креслення виробу, маршрутні карти.

У результаті аналізу базової технології виготовлення виробу показано, що резерв її удосконалювання полягає в переході від двостадійного процесу зварювання (зварювання кореня аргонодуговим способом, заповнення оброблення автоматичним зварюванням під флюсом) до одностадійного (напівавтоматичне зварювання в середовищі захисного газу). Для обґрунтування можливості такого спрощення технології проведено дослідження макро- і мікроструктури зварних швів, які виконано за базовою і експериментальною технологіями. Дослідження проведено за допомогою оптичної і растрової електронної мікроскопії.

У результаті дослідження встановлено, що якість мікроструктури зварних швів, виконаних за новим способом, не уступає такій для швів, виконаних за базовою технологією. Досягається навіть деяке подрібнення структури і зменшення розмірів зони термічного впливу за рахунок зниження тепловкладення в зварювальний матеріал. Виконано проектування нового технологічного процесу зборки і зварювання труби шестигранної. Зпроектовано нестандартне обладнання для перевірки контролю якості виробу. Проведено техніко-економічні розрахунки і зпроектовано виробничу ділянку.

Техніко-економічні розрахунки показників виробництва підтвердили економічну ефективність переходу від базової технології виробництва виробу до нової. Економічний ефект від проведеної роботи склав грн. Результати роботи впроваджено на ОП АЕМ Завод Нестандартного Обладнання і Трубопроводів.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. Характеристики зварювальної сталі [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.azovpromstal.com/files/ГОСТ 19281-89.pdf> – 15.02.2017 г. – Загол. з екрану.
2. Биковський О.Г., Пінковський І.В. Довідник зварника. - К.: Техніка, 2002. –336 с.
3. Сварка в машиностроении. Справочник Т.3 /Под ред. Винокурова В.А. –М.: Машиностроение, 1979. – 567 с.
4. Гитлевич А.Д. Техническое нормирование процессов в сварочных цехах. – М.: Машиностроение, 1972. –136 с.
5. Красовкий А.И. Основы проектирования сварочных цехов. –М.: Машиностроение, 1980. – 320 с.
6. Леженко Э. А. Методические пособия по экономическому обоснованию дипломных проектов- Запорожье: ЗНТУ, 2005. - 24 с.
7. Методичні вказівки до виконання економічного розділу науково-дослідницьких дипломних проектів для студентів спеціальності /Автор: В.В.Круглікова , –Запоріжжя: ЗНТУ, 2018. – 32 с.
8. Методические указания к дипломному проектированию по охране труда. Дудник Г.И., Порохненко В.П., Писарский А.О. и др. – Запорожье: ЗНТУ, 2000. – 60 с.
9. Безопасность производственных процессов /Под ред. Беяева. –М.: Машиностроение, 1984. – 462 с.
10. Гражданская оборона. Депутат О.П., Мужик И.С., Коваленко И.В. – Львов.: Афиша, 2001. – 336 с.

[illegible]

Формат	Знак	Пол.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				<u>Документация</u>		
A1				Складальне креслення		
				<u>Детали</u>		
Б4	1		ГКІЮ12.67.2018.002.01	Блін	2	6,3 кг
				Лист Б-16 ДСТУ 8540:2015		
				Ст3 ГОСТ 14637-89		
Б4	2		ГКІЮ12.67.2018.002.02	Вісь	1	0,57 кг
				В-40 ДСТУ 4738:2007/ГОСТ 2590-2006		
				Круг Ст3 ДСТУ 4484:2005/ГОСТ 535-2005		
				L=185±0,5		
Б4	3		ГКІЮ12.67.2018.002.03	Шайба	1	0,18 кг
				Лист Б-10,0 ДСТУ 8540:2015		
				Ст3 ГОСТ 14637-89		
				φ65 ₋₁₅		
Б4	4		ГКІЮ12.67.2018.002.04	Рукоятка	1	13,2 кг
				Труба 32x3,5 ГОСТ 8732-78		
				20 ГОСТ 8731-74		
				L=5350±5		
Б4	5		ГКІЮ12.67.2018.002.05	Распорка	1	1,2 кг
				В-40 ДСТУ 4738:2007/ГОСТ 2590-2006		
				Круг Ст3 ДСТУ 4484:2005/ГОСТ 535-2005		
				L=95±0,5		

ГКІЮ12.67.2018.002

Изм.	Лист	№ док-м.	Подп.	Дата
Разраб.	Пантошин	Вит	14.12.18	
Проб.	Андрущак	Вит	14.01.19	
Н.контр.	Натребако	Вит	14.12.18	
Утв.				

Калібр

Лист	Лист	Листов
	1	2
ЗНТУ каф. ОТЗВ групи Із-313		

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

Разраб.	Пантюшин	<i>Handwritten signature</i>	10.12.18
Провер.	Андрущенко	<i>Handwritten signature</i>	10.12.18
Н. контр.	Нетребко	<i>Handwritten signature</i>	11.12.18
	Листов 3		Лист 1

	ГКЮ 12.67.18.009	
	ДП	

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ УКРАИНЫ
ЗАПОРОЖСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

СОГЛАСОВАНО

КОМПЛЕКТ ДОКУМЕНТОВ
на технологічний процес зварювання труби
шестигранної

УТВЕРЖДАЮ

Нормоконтроль, проф. Нетребко В.В.

Дата

Внедрен в производство

Акт № _____ Дата _____

Зав. кафедрой ОТСП, д.т.н.

Дата 20.12.2018

Комплект документов
соответствует

Овчинников О.В.

ТД

Дубл.														
Взам.														
Подл.														
											Листов 3		Лист 2	
Разраб.			Пантюшин	<i>Григор</i>	11.12.18						ГКЮ 12.67.18.009			
Пров.			Андрущенко	<i>Андрущенко</i>	11.12.18									
Н. контр.			Нетребко	<i>Нетребко</i>	12.12.18									
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код. наименование операции					Обозначение документа				
Б	Код. наименование оборудования				СМ	Проф.	Р	УТ	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпз	Тшт г
К/М	Наименование детали сб. единицы или материала				Обозначение, код					ОП	ЕВ	ЕН	КИ	Н. расх
А 01					10 Заготоввальна									
Б 02	Обладнання для плазмового різання «Кристал»													
О 03	Різка листа на заготовки				IV					0,060				
А 04					20 Транспортна									
Б 05	Мостовий кран 10 т													
О 06	Подача заготовок на фрезерний верстат				V					1,906				
А 07					30 Фрезерна									
Б 08	Фрезерний верстат Ф 1721													
О 09	Фрезерування кромок заготовок				V									
А 10					40 Транспортна									
Б 11	Мостовий кран 10 т													
О 12	Подача заготовок на збиральний стенд									0,200				
А 13					50 Збиральна									
Б 14	Стенд для збирання труб шестигранних, напівавтомат Vario Sinergic 4000													
О 15	Збирання і прихватування заготовок між собою				V					5,180				
Р 16	У дуги 20 – 23 I св. 160 – 190													
М 17	Дріт Св 08Г2С (О) діаметр 1,2 мм, захисний газ (80% Ar + 20% CO ₂), 9 – 11 л/хв													

