

Запорізький національний технічний університет

(повна назва університету)

Фізико-технічний, Інженерно-фізичний

(повне найменування інституту, назва факультету)

Обладнання та технології зварювального виробництва

(повна назва кафедри)

Пояснювальна записка

до дипломного проекту (роботи)

магістр

(освітньо-кваліфікаційний рівень)

на тему Розробка технології зварювання зносостійкості
для змішування фарби з проектуванням ділянок:

Виконав: студент VI курсу, групи 19-413м
спеціальності 131 «Прикладна механіка»
освітня програма «Відновлення та
підвищення зносостійкості деталей і
конструкцій»

(код і назва напрямку підготовки, спеціальності)

Панько Артем Сергійович

(прізвище та ініціали)

Керівник

Бимовський О.П.

(прізвище та ініціали)

Рецензент

Климов О.В.

(прізвище та ініціали)

- 2018 року

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

Інститут, факультет Різно технічний інститут, Інженерно-Різнний факультет
 Кафедра Обладнання та технології зварювального виробництва
 Рівень вищої освіти (освітньо-кваліфікаційний рівень) Магістр
 Спеціальність 131. "Прикладна механіка"
 (код і назва)
 Напрямок підготовки Відновлення та підвищення зносостійкості деталей і конструкцій
 (код і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри Овчинников
Олександр Володимирович
 "20" 12. 2018 року

ЗАВДАННЯ
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТУ

Лавоко Артем Сергійович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Розробка технології збирання зварювальної ємності для змішування фарби з проектувальним діючим

керівник проекту (роботи) Билосевський О. Г. д-р. техн. наук. Професор.
 (прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від "12" грудня 2018 року № 389

2. Строк подання студентом проекту (роботи) 17.12.18

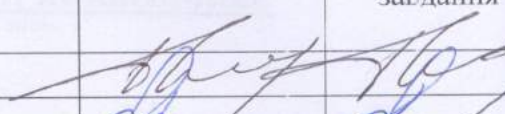
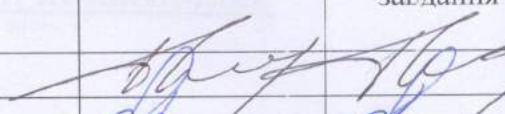
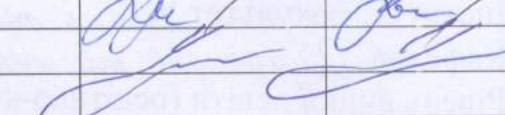
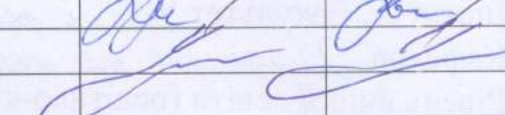
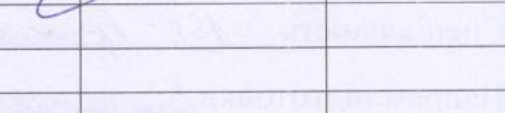
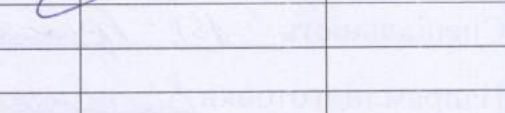
3. Вхідні дані до проекту (роботи) виробничої програми 2350 шт. Умови експлуатації: РН-8,0-9,5; 80°C; Діаметр 864 мм, Креслення ємності для змішування фарби. D=1000 мм. H=1270 мм.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Резюме; Автосварка; зварювання; Опис конструкції даної ємності зварювання по розробці; Технологія збирання ємності зварювання; Розробка технології виготовлення виробу; Техніко-економічне обґрунтування даного проекту; Оцінка праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях; Висновок; перелік посилань.

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

Збирання креслення; установка для зварювання повдовженого шва; установка для зварювання кільцевих швів; Установка для збирання об'ємної з'єднання нерівності; Установка для збирання повдовженого шва; монтаж діючої технології; схема процесу зварювального виробу; технічні специфікації властивості; економічний ефект виробу.

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

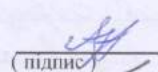
Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	прийняв виконане завдання
1-4	Биковський О.Г.		
5	Кругликова В.В.		
6	Нестеров О.В.		

7. Дата видачі завдання 10.09.18

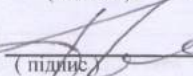
КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Вступ, Резюме	01.10.18-16.10.18	Виконано
2	Зерного по третій розділ	17.10.18-28.11.18	Виконано
3	Четвертій розділ	28.11.18-05.12.18	Виконано
4	П'ятий розділ	05.12.18-06.12.18	Виконано
5	Годовий звіт	06.12.18-14.12.18	Виконано

Студент

 (підпис) Панько А.С. (прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи)

 (підпис) Биковський О.Г. (прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

ПЗ: 107 стор., 16 рис., 24 табл., 16 джерел.

Мета дипломного проекту: розробити технологію збирання та зварювання ємності для змішування фарб яка працює в агресивних умовах з зовнішнім контуром водяного охолодження ; спроектувати дільницю збирання і зварювання.

Метод дослідження: аналіз літературних даних та серійних технологій виробництва ємностей, їх застосування та удосконалення.

Для виготовлення ємності були розроблені технології збирання з наступним автоматичним зварюванням звальцьованих обичайок корпусу та деталей корпусу змішувача (опори, ребра жорсткості, гаки транспортування). Спроектowana спеціальна технологічна оснастка для збирання і зварювання. Підібрано технологічне обладнання для зварювання (зварювальний автомат, колона, маніпулятор, джерело живлення зварювальної дуги). Розроблена маршрутна карта технологічного процесу. Спроектowana дільниця збирання і зварювання ємності. Проведено техніко-економічне обґрунтування дипломного проекту. Розроблені загальні заходи з техніки безпеки і охорони навколишнього середовища.

ЄМНІСТЬ, НЕРЖАВІЮЧА СТАЛЬ 10Х17Н15М3Т, АВТОМАТИЧНЕ
ЗВАРЮВАННЯ ПІД ШАРОМ ФЛЮСУ

THE ABSTRACT

The text consists of 107 pages, 16 images, 22 tables and 16 springs.

The purpose of the diploma project: to develop the technology of collecting and welding the mixing tank for paint that works in aggressive conditions with the outer contour of water cooling; to design assembly and welding section.

Method of research: analysis of literary data and serial technologies of production capacities, their application and improvement.

For the production of capacities, the technologies of the assembly were developed, followed by automatic welding of the lining of the case and parts of the faucet body (supports, ribs, hooks of transportation). A special technological equipment for cleaning and welding has been designed. Technological welding equipment (welding machine, column, manipulator, welding arc power supply) is selected. The route map of the technological process is developed. Designed collecting and welding section of the container. The feasibility study for a diploma project has been conducted. General measures for safety and environmental protection have been developed.

YELLOW, STAINLESS STEEL 10X17H15M3T, AUTOMATIC
WELDING BY FLASH SIZE

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ,	9
СКРОЧЕНЬ ТА ТЕРМІНІВ	9
ВСТУП	10
1. АНАЛІЗ ВИХІДНИХ ДАННИХ І ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ НА РОЗРОБКУ	11
1.1 Конструкція призначення і матеріал виробу	11
1.2 Умови експлуатації	14
1.3 Труднощі, пов'язані зі зварюваністю матеріалів.....	15
1.3.1 Зварюваність сталі 09Г2С.....	15
1.3.2 Зварюваність сталі 10Х17Н15М3Т.....	17
1.4 Аналіз літературних джерел за темою розробки і обґрунтування вибору матеріалів, засіб виготовлення виробу	19
1.4.1 Корозійна стійкість зварних з'єднань	19
1.4.2 Структура і призначення хромонікелевих сталей.....	19
1.4.3 Класифікація міжкристалітної корозії	21
1.4.4 Технологічні процеси виготовлення	24
1.4.5 Аналіз існуючих технологічних рішень щодо підвищення ефективності виготовлення ємностей, що працюють в агресивних умовах	28
1.5 Постановка завдання.....	31
2 ТЕХНІЧНІ УМОВИ НА ВИГОТОВЛЕННЯ І ПРИЙМАННЯ ЗВАРНОГО ВИРОБУ	33
2.1 Технічні вимоги до виробу	33
2.2 Вимоги до виконання збирання і зварювання	33
2.3 Технічні вимоги до матеріалів.....	34
2.4 Контроль якості	35
3. РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ ВИГОТОВЛЕННЯ ВИРОБУ	36

3.1 Підготовка виробу до зварювання	36
3.1.1 Вибір підготовки крайок під зварювання поздовжнього і кільцевого стиків корпусу апарату	36
3.1.2 Підготовка матеріалів для складально-збиральних операцій	36
3.2 Вибір електродних матеріалів та флюсів для зварювання.	39
3.3 Технологія та техніка виконання зварювальних робіт	41
3.3.1 Технологічна послідовність виготовлення виробу	41
3.4 Вибір обладнання для зварювання.....	50
3.5 Контроль якості зварювального виробу та методи усунення дефектів .	58
3.5.1 Вибір методів контролю якості.....	58
3.5.2 Візуальний контроль і вимірювання зварних швів.....	58
3.5.3 Випробування наливом води.....	59
3.5.4 Випробування надувом повітря	60
3.6 Розрахунок та планування ділянки	61
4 ТЕХНІКО - ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ.....	63
4.1 Організація виробництва продукції	63
4.1.1 Технічне нормування операцій	63
4.1.2 Розрахунок кількості обладнання, площі ділянки	71
4.1.3 Розрахунок чисельності персоналу ділянки	75
4.2 Планування витрат на виробництво.....	77
4.2.1 Матеріальні витрати.....	77
4.2.2 Вартість основних засобів	79
4.2.3 Розрахунок фонду оплати праці.....	81
4.2.4 Собівартість виробу	85
4.2.4.1 Прямі витрати	85
4.2.4.2 Непрямі витрати	85
4.3 Економічне обґрунтування запропонованих розробок.....	89
4.4 Висновки з розділу «Техніко-економічні розрахунки ділянки».....	91
5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	92

5.1 Аналіз потенційних небезпек	92
5.2 Заходи по забезпеченню загальної безпеки	94
5.3 Заходи щодо забезпечення виробничої санітарії та гігієни праці	98
5.4 Заходи по забезпеченню пожежної безпеки.....	102
5.5 Заходи щодо забезпечення безпеки в надзвичайних ситуаціях	103
ВИСНОВОК.....	105
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ.....	106
Додаток	
Додаток	

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ ТА ТЕРМІНІВ

L – довжина, мм;

S – товщина, мм;

σ_B – межа міцності, МПа;

σ_T – межа плинності, МПа;

KCU , –ударна в'язкість, Дж/см²;

α – масова доля мартенситу, %;

γ – масова доля аустеніту, %;

МКК – міжкристалічна корозія.

T – температура, С° ;

τ – час впливу температури;

$t_{кр}$ – температура втрати стійкості до МКК;

$I_{св}$ – сила зварювального струму, А;

U_d – Напруга на дузі, В;

d_e – діаметр електроду, мм;

E_n – рівень нормованої освітленості, лк;

k_z – коефіцієнт запасу освітленості;

z – коефіцієнт

ρ_n – коефіцієнт запилення, %;

ВВК – вогнегасник вуглекислотний;

ВСТУП

Ефективність сучасного виробництва, якість продукції, надійність роботи обладнання в значній мірі залежить від автоматизації виробничих процесів зварювання вальцювання збирання виробу у за максимально короткий термін часу

Одним з прикладів таких виробів які мають простір для зменшення часу їх виготовлення є різноманітні ємності під змішування сухих чи рідких розчинів у агресивних середовищах. У зв'язку з цим є актуальним створення технологій виготовлення таких ємностей сучасними способами зварювання та металообробки.

Завданням даного проекту є вдосконалення технології і планування ділянки складання і зварювання ємності змішувача зі сталі 10X17H15M3T з внутрішнім діаметром 1000 мм, товщиною стінки 3 мм і довжиною циліндричної частини 1280 мм..

Метою проекту є удосконалення технологічного процесу зварювання ємності змішувача для підвищення якості та продуктивності зварювання, а так само для поліпшення якості зварних з'єднань.

У проекті описана характеристика виробу і умови його роботи, характеристика матеріалу, складальні та зварювальні операції. Обране необхідне обладнання, зварювальні матеріали, режими зварювання і контрольні операції

Для досягнення даної мети необхідно розглянути наступні питання:

- провести аналіз умов експлуатації виробу;
- вибір зварювальних матеріалів найбільш прийнятних для роботи.
- провести аналіз і вибрати спосіб та параметри технологічного процесу зварювання складальних одиниць.

1. АНАЛІЗ ВИХІДНИХ ДАННИХ І ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ НА РОЗРОБКУ

1.1 Конструкція призначення і матеріал виробу

Змішувач (рисунок 1.1) призначений для змішування лакофарбових матеріалів без тиску та зміни агрегатного стану.

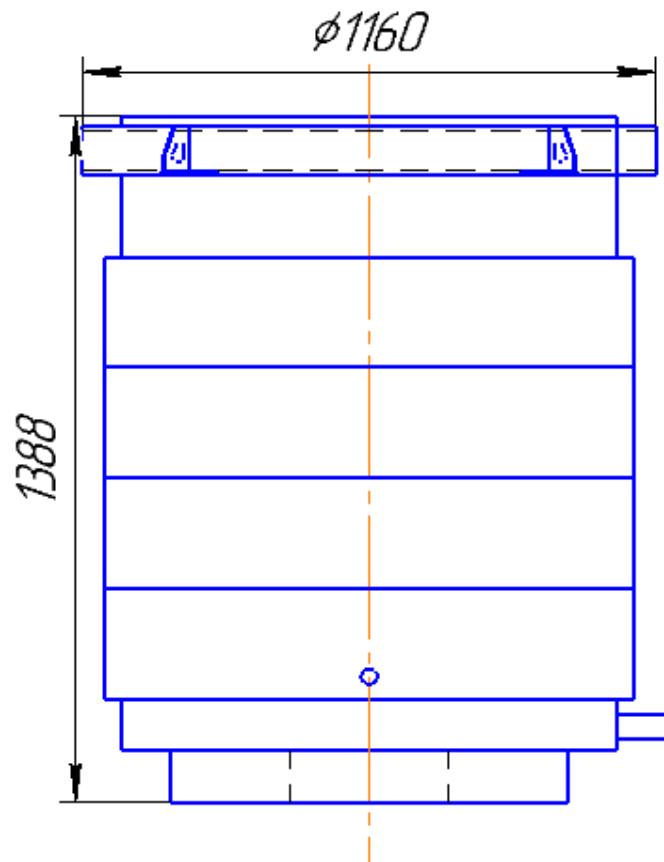


Рисунок 1.1 – Ємність – змішувача

Ємність змішувача сконструйована таким чином щоб при змішуванні лако-фарбових матеріалів відводити надлишкове тепло, яке виділяється внаслідок тертя густих матеріалів.

Внутрішній діаметр $D_{вн} = 1000$ мм, довжина циліндричної частини $L = 1280$ мм, товщина стінки $S = 4$ мм, матеріал - сталь 10X17H15M3T (таблиця 1.1) [1]. Річна програма виготовлення 150 шт. Матеріал кільця охолодження та опори 09Г2С (таблиця 1.3) [1].

Ця ємність потрібна для гомогенізації пігментованих гранул в утворення плівки, вимочування і початкового розпилення

Може бути і автономним емульсійним механізмом (наприклад, в приготуванні пігментованих паст, використовуваних в різних емалях, фарбах для дорожніх розміток та інших.).

Обсяг гранули пігментованої пасти після початкової емульсійної обробки, повинен перебувати в районі 75 мікрон.

Апарат необхідний для максимального подрібнення гранульованих пігментів до рідкого стану. Для перетворення пасти, що складається із сухого порошку, в рідкий стан, потрібна дуже велика енергія щоб, забезпечити необхідну силу тертя.

В процесі роботи здатен чинити опір агресивному середовищу з підвищенням температури. По зовнішньому контуру знаходиться водяний контур охолодження призначений для відведення надлишкового тепла.

Мобільність забезпечується наявністю кріплень для транспортування за допомогою підйомних механізмів. Після завантаження інгредієнтів у ємність відбувається їх змішування з безперервним охолодженням [1].

Таблиця 1.1 – Хімічний склад сталі 10X17H15M3T згідно за ГОСТ 5632-72

Марка матеріалу	Хімічний склад, масовий %									
	C	Mn	Si	Cr	Mo	Ti	S	P	Ni	Fe
10X17H15M3T	0,1	2	0.8	16,00-18,0	3-4	0.7	До 0.02	до 0.035	12-14	60-65

Відповідно до ГОСТ 5582-75 для сталі 10X17H15M3T механічні властивості, (таблиця 1.2):

Таблиця 1.2 – Механічні властивості сталі згідно ГОСТ 5582-75

Марка матеріалу	Структурний клас	Межа міцності σ_B , МПа	Межа плинності σ_T МПа	Відносне видовження σ %
10X17H15M3T	Аустенітна	540	200	40

За довідковими даними для сталі 09Г2С по ГОСТ 5058-65 хімічний склад, (таблиця 1.3):

Таблиця 1.3 – Хімічний склад сталі 09Г2С згідно ГОСТ 5058-65

Марка матеріалу	Хімічний склад, масовий %						
	C	Mn	Si	P	Cu	Ni	Fe
09Г2С	0.12	1,30-1,70	0,50-0,80	до 0.035	не більш 0,30	не більш 0,30	96-97

Відповідно до ГОСТ 5520-79 для сталі 09Г2С механічні властивості, (таблиця 1.4):

Таблиця 1.4 – Механічні властивості сталі згідно ГОСТ 5520-79

Марка матеріалу	Структурний клас	Межа міцності σ_B , МПа	Межа плинності σ_T МПа	Відносне видовження σ %	Ударна в'язкість КСУ, Дж/см ²		
					+20°C	-40°C	-70°C
09Г2С	Низколегована	460	305	21	59	34	29

1.2 Умови експлуатації

Ємність для змішування фарб експлуатується в агресивному середовищі під впливом хімічної корозії, оптимальна величина рН для фарб на водній основі – 8,0-9,5 одиниць.

Використання сталі 10X17H15M3T обумовлене її здатністю чини опір корозії, яка може погіршувати якість продукції яка виготовляється у змішувачі. Ця марка сталі містить невелику кількість титану, що підвищує міцність матеріалу, що робить його стійким до високих температур, а також до іонів хлору

Нержавіюча сталь чинить опір корозії (не іржавіє) завдяки наявності тонкої оксидної плівки на поверхні. Ця плівка, в основному - окис хрому, дуже легко утворюється в окислювальному середовищі, наприклад, в повітрі, і захищає метал від корозії. Метал, захищений таким чином, називають пасивованим. Дуже важливо, щоб оксидна плівка зберігала свою цілісність, не мала пор, тріщин і т. є., В іншому випадку на незахищених ділянках буде йти корозія. Поверхня повинна бути вільна від окалини, залишків шлаку і т.і. Якщо плівка пошкоджена і умови не сприяють її утворенню (наприклад, немає доступу кисню), поверхня металу залишається незахищеною і може кородувати .

Основною проблемою при змішуванні лакофарбових покриттів є підвищення температури вище 90 °С, що згубно впливає на якість кінцевого продукту.

Також важливим фактором, який впливає на якість, є відношення висоти до діаметру циліндричної частини змішувача, оптимальним відношенням є 1 до 1 але таке відношення не є доцільним у плані економії місця та продуктивності. При експлуатації важливим є відведення блукаючого струму від агрегату за допомогою заземлення окремих частин ємності.

1.3 Труднощі, пов'язані зі зварюваністю матеріалів.

1.3.1 Зварюваність сталі 09Г2С

Сталь 09Г2С відноситься до кремніймарганцевистих низьколегованих сталей перлітного класу, які використовуються для відповідальних зварних конструкцій, що експлуатуються в районах, де температура може бути нижче -40. Ці сталі в основному поставляються в гарячекатаному або в нормалізованому стані, що підвищує їх міцність і стійкість на 20-50% додатково. Також необхідні високі характеристики таких сталей забезпечуються за рахунок додаткового легування іншими елементами: Mn, Cr, Si, V і ін. Введення легуючих елементів до складу сталі підвищує механічні властивості сталі і, зокрема, знижує холодокрихкість. В результаті з'являється можливість знизити масу конструкції. Наявність Mn в сталях підвищує ударну в'язкість і холодоміцність, забезпечуючи задовільну зварюваність [2].

Розглянута сталь має добру зварюваність, Технологія їх зварювання повинна забезпечувати певний комплекс вимог, основними з яких є рівноміцність зварного з'єднання з основним металом і відсутність дефектів в зварювальному шві. Забезпечення рівноміцності металу шва з основним металом досягається в основному за рахунок легування його елементами, що переходять з основного металу. Іноді для підвищення міцності і стійкості проти крихкого руйнування металу шва додатково легують через зварювальний дріт [2].

У металургійній практиці Mn, Cr, Mo знижують дифузійну рухливість С і знижують температурний інтервал $\gamma \rightarrow \alpha$ - перетворення. Тому при загальноприйнятих режимах зварювання в околосшовних ділянках зростає ймовірність утворення мартенситу і знижується опірність зварних з'єднань утворенню холодних тріщин. Mn зміцнює ферит, знижує температуру початку $\gamma \rightarrow \alpha$ - перетворення, сприяє процесу карбідоутворення.

За реакцією на термічний цикл низколегована низьковуглецева сталь мало відрізняється від звичайної низьковуглецевої. Відмінності полягають в основному в кілька більшій схильності до утворення гартівних структур в металі шва і біля шовної зони при підвищених швидкостях охолодження. Це пов'язано з тим, що легуючі елементи при зварюванні розчиняються в фериті і подрібнюють перлітну складову, що гальмує при охолодженні процес розпаду аустеніту і діє рівносильно збільшенню швидкості охолодження. Тому при зварюванні в зоні термічного впливу на ділянках, де метал нагрівається вище температур точки АС1 (при підвищених швидкостях охолодження), можуть утворюватися гартівні структури. При цьому метал, що нагрівається до температур значно вище температури точки АС3, матиме більш грубозернисту феррито-перлітну структуру зі зниженою ударною в'язкістю [2].

При зварюванні термічно зміцнених сталей на ділянках рекристалізації може статися відпуск, що характеризується структурою сорбіту відпуску, з пониженням його міцності. З метою зниження зміцнення в околешовній зоні термозміцненні низколеговані сталі слід зварювати при мінімально можливій погонній енергії.

Підвищення стійкості проти утворення тріщин досягається вибором відповідної технології зварювання (послідовність виконання швів, забезпечення сприятливої форми провару), використанням зварювального дроту з пониженим вмістом вуглецю, сірки, ніж в зварюваному металі і застосування раціональної конструкції виробу.

1.3.2 Зварюваність сталі 10X17H15M3T

Сталь 10X17H15M3T є хромонікельмолібденовою корозійно стійкою (нержавіюча) звичайна, відноситься до аустенітного класу. Застосовується для виготовлення зварних конструкцій, що працюють в умовах дії киплячої фосфорної, сірчаної, 10% -ної оцтової кислоти і сірчаноокислих середовищах, призначених для довгострокової служби при температурі експлуатації до + 600 ° С; з'єднань обладнання, що працює в радіоактивних середовищах і не контактує з агресивним середовищем; як плакуючого шару при виготовленні гарячекатаних двошарових корозійностійких листів.

Сталь 10X17H15M3T добре зварюється ручним і автоматичним електродуговим і газоелектричним зварюванням [3].

З сталі 10X17H15M3T виготовляють найбільш відповідальну апаратуру у виробництві синтетичної оцтової кислоти, синтетичного каучуку і ізопрену.

Сталь 10X17H15M3T зберігає стійкий пасивний стан в концентрованих розчинах їдкого натру (50%) при температурі до 100 ° С. Сталь 10X17H15M3T є одним з основних матеріалів для виготовлення апаратури з виробництва етаноламінів.

При зварюванні аустенітних сталей виникають труднощі. Можлива поява гарячих тріщин.

Причинами утворення гарячих тріщин при зварюванні є:

- велика кількість шкідливих домішок (особливо сірки і фосфору) в металі зварювальних заготовок;
- наявність в металі шва елементів, що утворюють хімічні сполуки з низькою температурою затвердіння (хром, молібден, ванадій, вольфрам, титан), порушують зв'язок між зернами;

- жорстке закріплення зварювальних заготовок або підвищена жорсткість зварного вузла, що погіршує переміщення заготовок при охолодженні.

Зокрема є можливість утворення холодних тріщин. Частіше всього тріщини виникають в перехідній зоні внаслідок неправильної техніки зварювання або помилково обраного присадочного матеріалу. Для попередження утворення холодних тріщин застосовують:

- прожарювання флюсів та електродів перед зварюванням;
- попередній підігрів зварювальних заготовок до 250-450 ° С;
- ведення процесу зварювання в режимі з оптимальними параметрами;
- накладення швів в правильній послідовності;
- повільне охолодження виробу після зварювання;
- проведення безпосередньо після зварювання пом'якшуючого відпалу для зняття залишкових напруг [3].

Незважаючи на низьку теплопровідність і підвищений електроопір цих сталей, при вмілому веденні зварювання можна уникнути утворення тріщин і появи крихкості. У разі аустенітних сталей шкідливі наслідки зварювання можуть позначитися на властивостях основного металу, якщо він сприйнятливий до міжкристалітної корозії.

На деякій відстані від зварного шва відбувається розігрів, пов'язаний з виділенням карбідів. Таким чином околошовна зона виявляється сприйнятною до міжкристалітної корозії. Відзначимо, що існують аустенітні сталі, несприйнятливі до міжкристалітної корозії, незалежно від термічної обробки; до них відносяться або сталі з дуже низьким вмістом вуглецю, або двофазні аустенитно-ферритні сталі, або стабілізовані сталі з добавками титану або ніобію. При зварюванні таких сталей не виникає небезпека міжкристалітної корозії в околошовній зоні.

1.4 Аналіз літературних джерел за темою розробки і обґрунтування вибору матеріалів, засіб виготовлення виробу

1.4.1 Корозійна стійкість зварних з'єднань

До аустенітного класу корозійностійких сталей відносяться сталі, що мають після високотемпературного нагріву переважно структуру аустеніту; ці сталі можуть містити до 10% фериту. Склад і властивості корозійностійких хромонікелевих сталей, відомих у світовій практиці під найменуванням сталі типу 18-10 (вміст приблизно 18% Cr і 10% Ni), хромонікельмолібденових сталей, хромомарганцевих, хромомарганценікелевих, хромонікельмолібденових і висококремністих сталей наведено в (таблиці 1.4) [4] по ГОСТ 5520-79

1.4.2 Структура і призначення хромонікелевих сталей

Основним елементом, що обумовлює високу корозійну стійкість сталей типу 18-10, є хром, що забезпечує здатність сталі до пасивації. Присутність хрому в сталі в кількості 18% робить сталь стійкою в багатьох середовищах окисного характеру, в тому числі в азотній кислоті в широкому діапазоні концентрацій і температур. Завдяки наявності в сталі нікелю в кількості 9-12% забезпечується аустенітна структура, що гарантує високу технологічність сталі в поєднанні з унікальним комплексом службових властивостей. Це дає можливість використовувати сталі типу 18-10 в якості корозійностійких, жаростійких, жароміцних та кріогенних матеріалів [4] .

У сталях типу 18-10 в залежності від температурно-часових умов обробки можуть відбуватися такі фазові перетворення: виділення надлишкових карбідних фаз і σ -фази при нагріванні в інтервалі 450 - 900 ° C; утворення в аустенітній основі δ -фериту при високотемпературному (більше

1200 ° С) нагріванні; утворення α -фази мартенситного типу при охолодженні або холодної пластичної деформації.

Обмеженням вмісту вуглецю (не більше 0,02-0,03%) або легуванням (стабілізацією) сильними карбідоутворюючими елементами (титаном або ніобієм) досягається висока стійкість сталей типу 18-10 проти міжкристалітної корозії (МКК).

Хромонікелеві сталі широко використовують в зварних конструкціях, які працюють в контактi з азотною кислотою і іншими засобами окисного характеру деяких органічних кислотах, органічних розчинниках, атмосферних умовах і т.д.

Хромонікельмолібденових сталі. До цієї групи належать хромонікелеві сталі, додатково леговані 2-4% Мо. Молібден підвищує корозійну стійкість сталей в умовах впливу фосфорної, мурашиної, оцтової кислот та інших середовищах підвищеної агресивності. Підвищення змісту Ні в порівнянні зі сталями типу 18-10 пов'язане зі зменшенням розчинності С і відповідно підвищенням його активності при утворенні карбідних фаз. З цієї причини сталі цієї групи часто стабілізують Ті або Nb.

Сг, Мо і Si в хромонікельмолібденових сталях сприяють виділенню α -фази при відпуску в діапазоні температур 600-900 ° С. утворення α -фази на межі зерен може стати причиною протікання МКК в конструкціях.

Рекомендованої термічною обробкою для всіх молібденомістких сталей є гартування з 1050-1120 ° С у воді. У цьому стані сталі мають переважно аустенитну структуру. Після високотемпературного нагріву (1200-1250 ° С) сталі 08X17H13M2T, 10X17H13M2T, 10X17H13M3T можуть мати в структурі деяку кількість δ -фериту [5].

Хромонікельмолібденові сталі застосовують в зварних конструкціях, які працюють в умовах впливу середовищ підвищеної агресивності (фосфорна, мурашина, оцтова кислоти, синтез карбаміду і ін.

Вибір сталі 10X17H15M3T обумовлений її найбільшій прилеглості до умов змішування лакофарбових покриттів та здатності чинити опір міжкристалічній корозії [5].

1.4.3 Класифікація міжкристалітної корозії

Корозія зварних з'єднань може бути рівномірною і зосередженою. До зосередженої відносяться: міжкристалітна, структурно-виборча, ножова, точкова. Міжкристалітна корозія-найбільш небезпечний вид корозійного руйнування.

При зварюванні хромонікелевих сталей міжкристалітна корозія може спостерігатися на наступних ділянках зварного з'єднання:

- в основному металі на деякій відстані від шва;
- в металі шва;
- безпосередньо біля границі сплаву.

Причини, що викликають розвиток корозії, на різних ділянках зварного з'єднання різні. Поява осередків корозії на деякій відстані від шва (рисунок. 1.2, а) пов'язане з тривалим перебуванням металу в температурному інтервалі 450-850 ° С і випаданням з аустеніту комплексних карбідів заліза і хрому, збіднюючих хромом периферійні ділянки зерен аустеніту. Втрата корозійної стійкості металу і призводить до його руйнування по межах зерен [4].

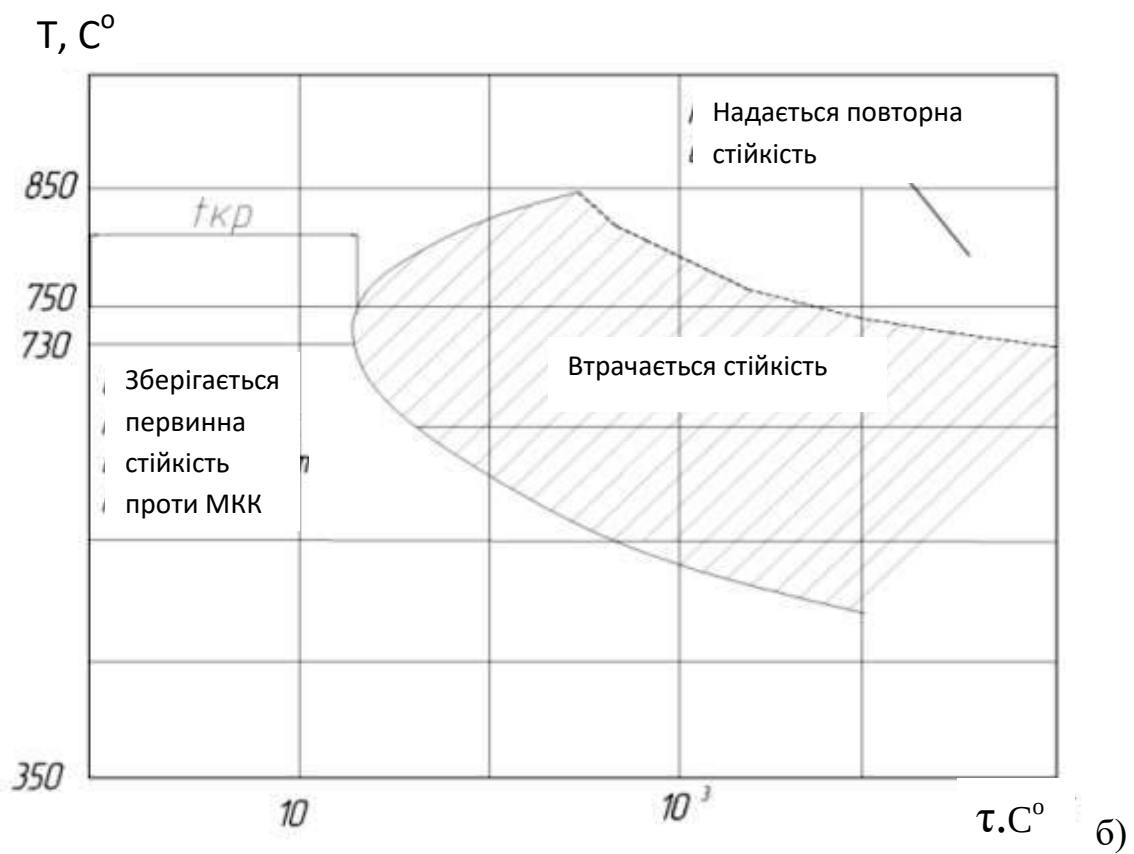
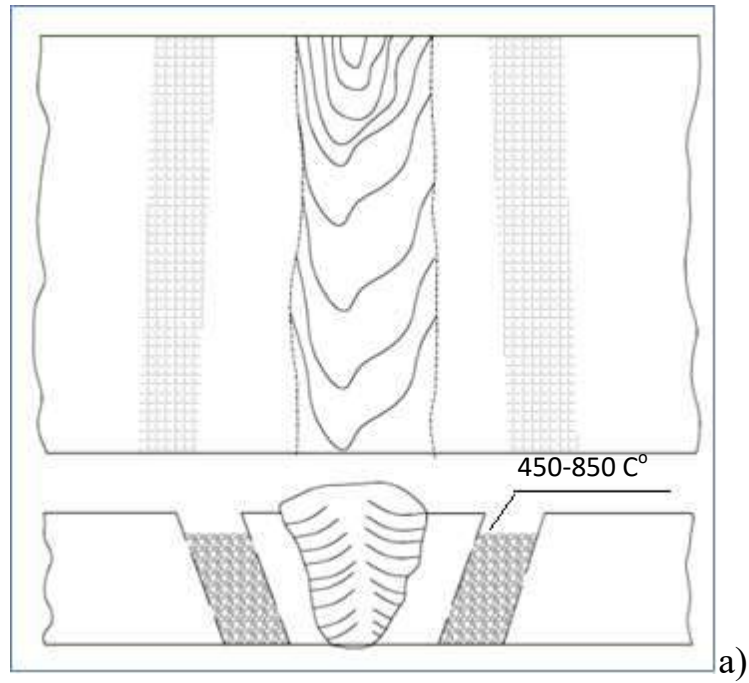


Рисунок 1.2 – Схема міжкристалітної корозії в основному металі під впливом зварювального нагріву - а) залежність міжкристалітної корозії (заштрихована зона) від температури і часу - б)

Можливість появи міжкристалітної корозії в залежності від температури і часу ілюструється на малюнку 1.2, б. Як бачимо, найменший час витримки, необхідний для того, щоб метал придбав чутливість до міжкристалітної корозії, лежить в температурному інтервалі 730-750 ° С. Відповідний цьому інтервалу час називається критичним - $t_{кр}$. Як нижче, так і вище зазначених температур збільшується час, необхідний для появи в металі чутливості до корозії, а при температурі понад 850 ° С структурних змін, що сприяють міжкристалітної корозії в металі, взагалі не спостерігається [4].

Великий вплив на величину $t_{кр}$ надає вміст вуглецю в сталі: зі збільшенням кількості вуглецю значення $t_{кр}$ інтенсивно зменшується (рисунок 1.3). Тому одним із засобів боротьби з міжкристалітною корозією стало зниження вмісту вуглецю в хромонікелевих сталях.

Збільшити $t_{кр}$ можна також за рахунок введення в метал сильніших карбідоутворювачів, ніж хром, Наприклад Ti, Nb. В цьому випадку збіднення хромом аустеніту не відбувається, так як утворюються переважно дрібнодисперсні карбіди титану або ніобію. Виходячи з цих міркувань, хромонікелеві сталі легують титаном або ніобієм.

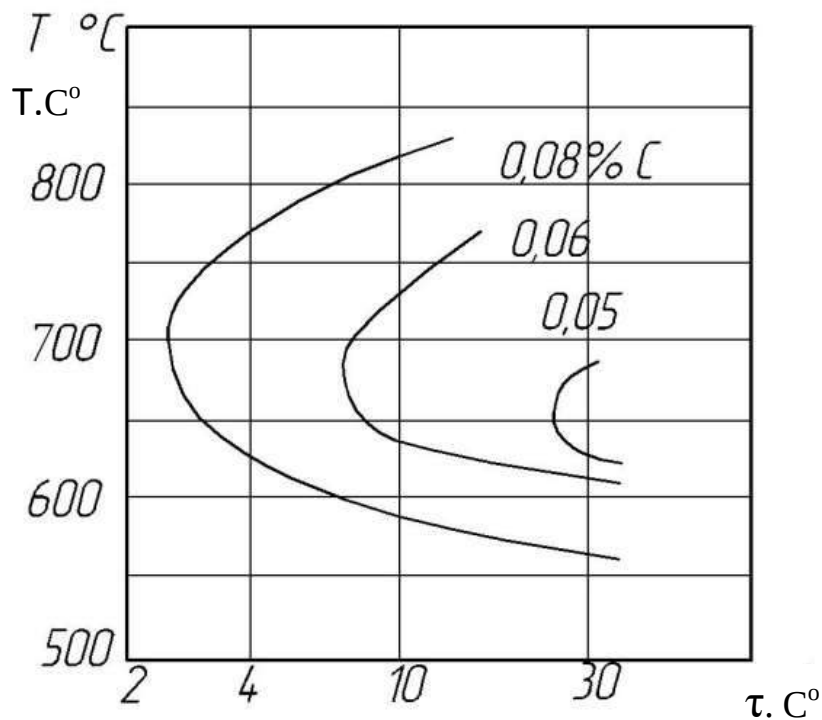


Рисунок 1.3 – Вплив вмісту вуглецю в металі на залежність міжкристалітної корозії від температури і тривалості нагріву

1.4.4 Технологічні процеси виготовлення

Зупинимося коротко на технологічних процесах виготовлення обичайки, днища, вварки штуцерів і опори.

Починається процес виготовлення з підготовки крайок під зварювання. Далі здійснюється складання стиків обичайок і заготовок днищ. Для складання стиків застосовуються універсальні складальні пристосування, такі як складально-зварювальні плити, гвинтові стяжки і напівструбцини, а так само спеціальні роликові стенди. Далі проводимо збірку обичайок в корпус. Збірка проводиться на універсальному роликовому стенді (рисунок 1.4)

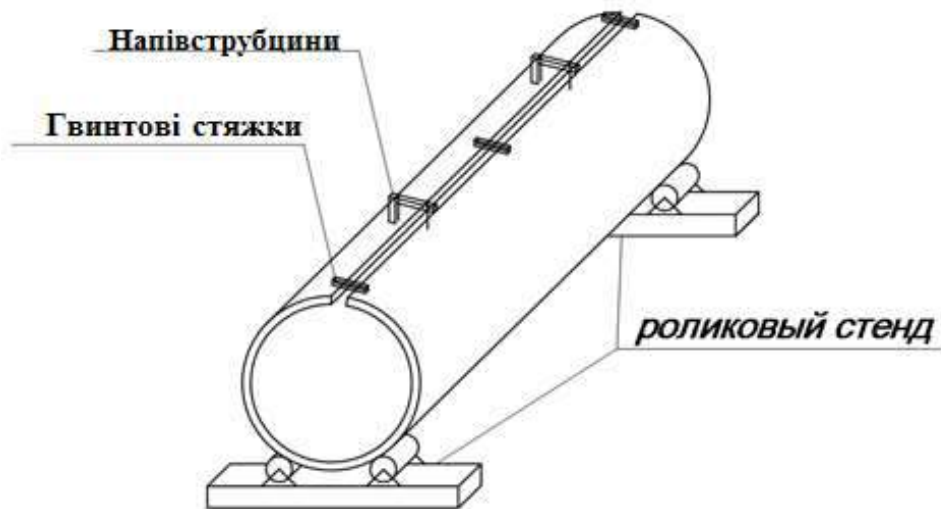


Рисунок 1.4. – Роликовий стенд для збирання обичайки.

Усі прихватки при складанні апарату виконувалися полуавтоматом ПДГ-508 МТ зварювальним дротом Св-04Х19Н11М3, діаметром 2 мм на постійному струмі зворотної полярності з попереднім підігрівом. Далі здійснюється складання циліндричної частини корпусу з днищем. Збирання проводимо в горизонтальному положенні. Прихватки встановлюються в тій самій послідовності, і тим же матеріалом, що і при складанні обичайок.

Після складання корпусу з днищем здійснюється зварювання всіх кільцевих стиків. Після складання обичайки і дна проводять розмітку і вирізку отворів під штуцери і люки. Після вирізки всіх отворів і підготовки крайок під зварювання встановлюються штуцери і люки [6].

Зварювання поздовжніх і кільцевих стиків корпусу апарату, зварювання заготовок днищ проводиться автоматичним зварюванням під флюсом на спеціальній зварювальній установці із застосуванням зварювального автомату А1416 [6].

Технологію приварки днища яка здійснювалася точковим дуговим зварюванням по ГОСТ 14776-79 (рисунок 1.5) було вирішено змінити. Зварювання різнорідних матеріалів у стиснених умовах викликає багато незручностей для зварника. Більш доцільніше буде використання в якості

днища ємності одного товстого листа (рис 1.6) зі сталі 10X17H15M3T до якого в процесі буде приварено ребра жорсткості зі сталі 09Г2С.

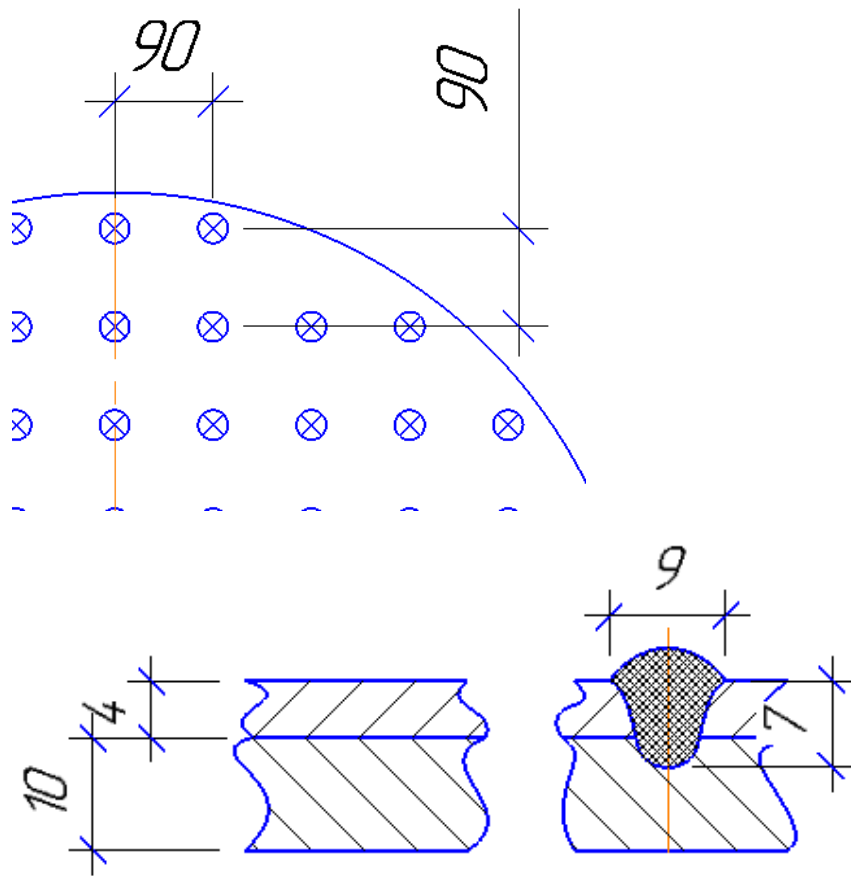


Рисунок 1.5 – Переріз точкового дугового зварювання днища з корпусом

Верхня пластина виконана зі сталі 10X17H15M3T нижня зі сталі 09Г2С. Підготовка до зварювання включає в собі свердління отворів D8 у пластині з 10X17H15M3T, нижня пластина не потребує свердління тому що після зварювання досягаються достатні характеристики міцності для задовільної роботи виробу. Дана технологія не є доцільною при масовому виробництві тому що, на свердління отворів йде купа часу. При використанні цієї технології зварювальник працює у стиснених умовах що є небезпечним.

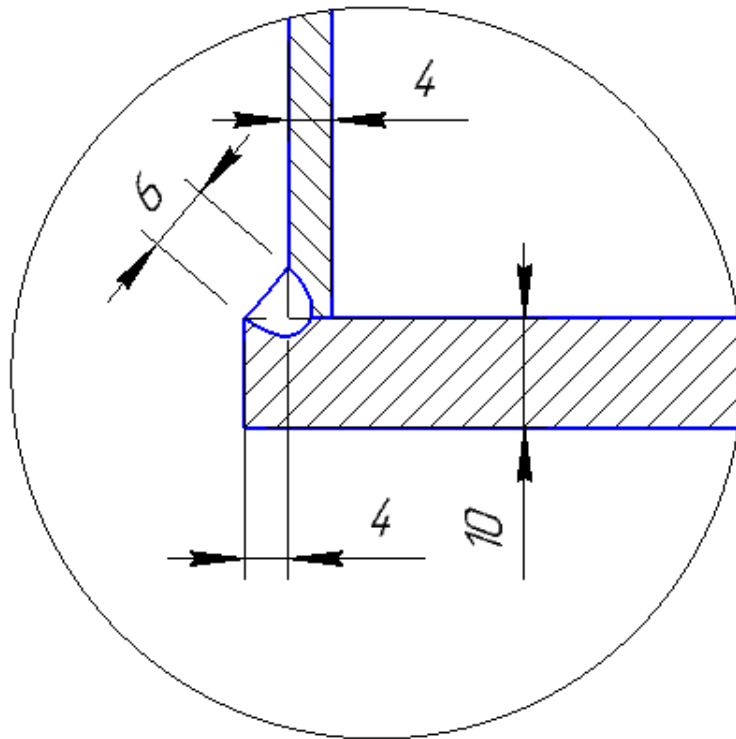


Рисунок 1.6 – Переріз зварного з'єднання внутрішнього стакану з днищем по ГОСТ 14771-76

Внутрішній стакан та нижня пластина виконані зі сталі 10X17H15M3T ребра жорсткості зі сталі 09Г2С. Підготовка до зварювання включає в собі забезпечення чистоти поверхні, після зварювання досягаються достатні характеристики міцності для задовільної роботи виробу. Дана технологія є більш доцільною при масовому виробництві тому що, швидкість процесу збільшується. При використанні цієї технології зварювання виконується автоматичним зварюванням під флюсом на автоматі А1416.

Приварка штуцерів виконується напівавтоматичним зварюванням в середовищі захисних газів.

Складання і зварювання опори. Опора складається з верхнього листа, п'яти вертикальних стінок і ложементу. Готові частини опор закріплюються за допомогою упорів-фіксаторів. Прихоплюють аналогічно попереднім операціям.. Зварювання опори зі сталі 09Г2С виконується напівавтоматичним зварюванням.

Зварювання обичайки зі сталі 09Г2С виконується аналогічно на роликовому стенді для зварювання повздовжніх та кільцевих швів.

Далі виконується збірка корпусу змішувача з опорою. За допомогою крана встановлюють корпус апарату на ложемент. Приварка опори до ложементів виконується напівавтоматичним зварюванням ,з використанням дроту Св-04Х19Н1М3.

1.4.5 Аналіз існуючих технологічних рішень щодо підвищення ефективності виготовлення ємностей, що працюють в агресивних умовах

Під технологічними рішеннями щодо підвищення ефективності виготовлення ємностей, розуміється рішення, засноване на виборі економічно вигідного варіанту отримання готової продукції.

Сюди потрібно віднести:

- вибір матеріалів конструкції;
- вибір методу отримання заготовок;
- вибір прогресивних методів обробки матеріалу;
- нормування технологічного процесу;
- розрахунок техніко-економічних показників процесу.

На основі техніко-економічних показників робиться висновок про ефективність технології.

Підвищення ефективності виготовлення того чи іншого виробу уможлиблюється в результаті дії кількох чинників, а саме:

- появи нових матеріалів, з кращими фізико-хімічними властивостями;
- поява нових прогресивних методів отримання заготовок;
- поява нових технологічних прийомів виготовлення деталей.

При виборі способу зварювання проводять економічне порівняння. Для цього проводять розрахунки вартості зварювання одного погонного метра наплавленого металу за тими показниками, які залежать від способу зварювання. Таке порівняння вартості одного погонного метра наплавленого металу при різних способах зварювання дасть можливість зробити висновок про застосування найбільш економічного способу зварювання.

Для зварювання даного апарату застосовується два способи зварювання: автоматичне зварювання під флюсом і напівавтоматичне зварювання в середовищі захисних газів. Напівавтоматичне зварювання стало заміною ручного дугового зварювання з метою підвищення продуктивності і якості зварювання [6].

Зварювання всіх поздовжніх і кільцевих стиків корпусу апарату, днищ, а також поздовжніх стиків опори будемо виробляти автоматичним зварюванням під флюсом. Був обраний саме цей спосіб зварювання, тому що він найбільш ефективний, швидкий і високопродуктивний. Вироби, отримані зварюванням під флюсом, надійно працюють при високих температурах і в умовах глибокого холоду, в агресивних середовищах, у вакуумі і в умовах високих тисків. Найбільш вигідно використовувати автоматичне зварювання під флюсом при виробництві однотипних зварних конструкцій, що мають протяжні шви і зручних для утримання флюсу. Економічно доцільніше зварювати під флюсом метал товщиною від 1,5-2,0 до 60 мм. Недоцільно зварювати конструкції з короткими швами.

Зварювання опори, приварку штуцерів і всі прихватки здійснюємо напівавтоматичним зварюванням у середовищі захисних газів (суміші Ar 82% + CO₂ 18%). Обраний спосіб мав ряд переваги для даного проекту:

- висока продуктивність, низька вартість при використанні активних захисних газів;
- простота механізації та автоматизації;
- можливість зварювання у всіх просторових положеннях;
- висока якість захисту;
- зменшується розбризкування;
- скорочується обсяг оздоблювальних робіт;
- поліпшується якість зварних швів;
- поліпшуються умови роботи зварника;
- знижується трудомісткість

1.5 Постановка завдання

На основі критичного аналізу базової технології було виділено кілька недоліків базової технології виготовлення апарату:

а) Для штуцерів і опори застосовувалася ручне дугове зварювання, що уповільнювало процес виготовлення, і внаслідок цього зменшувалася продуктивність процесу;

б). Застосовувалося морально застаріле зварювальне обладнання (наприклад, ПДГ-508), що також зменшувало продуктивність і швидкість виготовлення. До того ж вимагала багато енергії і потужності, це економічно не вигідно;

На аналізі недоліків пропонується обґрунтовано замінити їх. По-перше, замінити ручне дугове зварювання на напіваавтоматичне зварювання в середовищі захисних газів, що збільшить продуктивність, зменшить навантаження на робітника, більш якісно здійсниться зварювання з найкращими якістю шва. До того ж застосування якісного і сучасного обладнання має позитивні відгуки по всій країні на різних машинобудівних підприємствах. Сучасне обладнання вагомо прискорює процеси виготовлення апаратів, при цьому, не змінюючи якісність процесу [7].

Для напіваавтоматичного зварювання передбачається застосування зварювального дроту Св-07Х25Н12Г2Т, який майже близький за хімічним складом з основною корозійностійкою сталлю 10Х17Н15М3Т, тим самим попередити розвиток дифузійних процесів на границі сплаву основного металу з наплавленим. Даний дріт відносно недорогий і має знижений вміст шкідливих домішок (S і P). Відповідно було застосовано сучасне зварювальне обладнання.

Пропонується замінити морально застаріле обладнання на сучасне. Джерело живлення ПДГ-508 передбачається замінити на ВДУ-506 МТ з подаючим механізмом "Урал-5", який має ряд переваг [6]:

- попередню плавне налаштування напруги на дузі (в тому числі дистанційно з механізму, що подає) з високою точністю без включення подачі дроту і газу;

- попередню плавне налаштування швидкості подачі дроту з механізму, що подає без включення джерела і подачі захисного газу;

- автоматичну стабілізацію заданої зварювальної напруги, що враховує втрати в довгих кабелях;

- адаптацію параметрів дуги з конструктивними особливостями неповоротних стиків трубопроводів та інших відповідальних конструкцій завдяки змінною індуктивності джерела;

- дрібнокрапельне перенесення електродного металу (на токах до 160А);

- якісне формування зворотного валика при зварюванні кореневого шару шва;

Універсальний 4-х роликівий подаючий пристрій Урал-5:

- забезпечує "м'який старт";

- дозволяє використовувати 2-х і 4-х тактний режими роботи пальника;

- дозволяє налаштовувати тривалість продувки газу до і після зварювання;

- має захист двигуна від перевантаження;

- захищений від підключення невірної полярності;

- дозволяє зберігати вибрані настройки в пам'яті блоку управління;

- простий у використанні.

2 ТЕХНІЧНІ УМОВИ НА ВИГОТОВЛЕННЯ І ПРИЙМАННЯ ЗВАРНОГО ВИРОБУ

2.1 Технічні вимоги до виробу

На підприємстві для корпусу ємності змішувача були встановлені наступні технологічні умови:

- а) Допускається підгонка деталей перед зварюванням
- б) Зварні шви випробувати на герметичність наливом при атмосферному тиску. Герметичність - група 1-8 ОСТ 1 00128-74. Запотівання не допускається протягом 10 хв ...
- в) Допуск овальності діаметральних поверхонь у вільному стані 5 мм (різність розмірів).
- г) Відхилення контурів отворів для штуцерів в сторону не більше 5 мм
- г) Зварювати автоматичним зварюванням під флюсом із флюсо-мідною підкладкою з зворотного боку шва. Допускається підварювання напіваавтоматичним зварюванням.

2.2 Вимоги до виконання збирання і зварювання

- а) Підготовка кромки до зварювання виконується згідно ГОСТ 14771–76.
- б) Збирання та зварювання здійснюється за допомогою спеціальної оснастки в умовах, що забезпечують високу якість збирання, усесторонній захист зварного шва та металу, а також безпечне проведення робіт.
- в) Безпосередньо перед зварюванням кромки на ширині 15–20 мм від стику зачищаються металевою щіткою і знежирюються ацетоном.

г) Зварювання кільцевих швів проводиться автоматичним зварюванням за допомогою зварювальної колони ВТ-2Б та обертача НГК-10.

2.3 Технічні вимоги до матеріалів

а) Усі зварювальні матеріали підлягають вхідному контролю.

б) Внутрішній стакан, верхній лист опори, штуцер зливу, зацепи виготовляються зі сталі 10X17H15M3T згідно ГОСТ 7350-77 ГОСТ 19903-74.

в) Зовнішній контур охолодження, опора, ребра жорсткості, штуцери системи охолодження виготовляються зі сталі 09Г2С згідно ГОСТ 19281-2014.

г) Якість матеріалів має бути підтверджена сертифікатами заводу-виробника.

г) Для автоматичного зварювання сталі 10X17H15M3T використовується дріт Св-04X19H11M3 ГОСТ 2246-70.

д) Для напівавтоматичного зварювання сталі 10X17H15M3T використовується дріт Св-07X25H12Г2Т згідно ГОСТ 2246-70.

е) Для автоматичного зварювання сталі 09Г2С використовується дріт СВ08Г2С згідно ГОСТ 2246-70.

ж) Для напівавтоматичного зварювання використовується суміш Ar 82% + CO₂ 18% згідно ТУ 2114-001-87144354-2012 Ar / 18CO₂

є) Для автоматичного зварювання сталі 10X17H15M3T використовується флюс АН-26С згідно ГОСТ 9087-81

ж) Для автоматичного зварювання сталі 09Г2С використовується флюс АН-348А згідно ГОСТ 9087-81.

2.4 Контроль якості

а) Контроль якості виконуваних робіт проводити на всіх етапах технологічного процесу.

б) Для оцінювання якості зварних з'єднань та виявлення зовнішніх дефектів зварювання застосовується зовнішній огляд та капілярний метод контролю.

в) Контроль зовнішнього виду та розмірів зварного шва виконується на довжині не менше 100 мм.

г) Огляд проводиться візуально з використанням лупи з 10-ти кратним збільшенням. Розмір зварного шва контролюється за допомогою шаблонів.

г) Не допускаються без виправлення наступні дефекти зварювання, виявлені капілярним контролем на 100 мм довжини шва:

д) Зовнішні раковини та пори виявлені після зварювання: одиничні – не більше 0,7 мм, чи сумарної величини – не більше 4,0 мм. Відстань між окремими крупними порами, раковинами не менше 10 мм;

е) підрізи на зварювальних швах не більше 10% від товщини матеріалу, одиничною або сумарною протяжністю не більше 20%;

є) зміщення кромок стикових з'єднань не більше 15% від товщини матеріалу .

3. РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ ВИГОТОВЛЕННЯ ВИРОБУ

3.1 Підготовка виробу до зварювання

3.1.1 Вибір підготовки крайок під зварювання поздовжнього і кільцевого стиків корпусу апарату

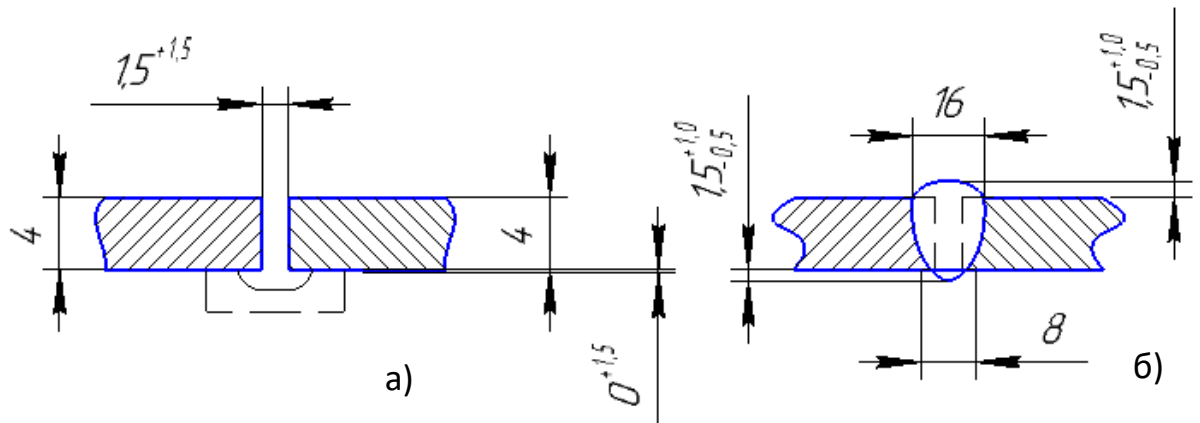


Рисунок 4.1 – Конструктивні елементи підготовлених кромки зварювальних деталей і зварного шва, а) до зварювання, б) після зварювання. Згідно ГОСТ 8713-79 [8].

Аналогічна операція виконується для сталі 09Г2С. Згідно ГОСТ 8713-79

3.1.2 Підготовка матеріалів для складально-збиральних операцій

Листовий метал який займає виключну ланку у виготовленні необхідно обробити. Початкові операції такі як зварювання обичайок неможливо розпочати без підготовки листового металу. Листовий метал для обичайок проходить дві стадії обробки [8]:

- надання розміру за допомогою гільйотинних ножиць;
- вальцювання листа;

Розрахунок обичайок виконується за формулами (3.1)

$$D \cdot 3.14 - 2s; \quad (3.1)$$

D-необхідний діаметр,мм S- товщина стінки,мм

За розрахунками отримуємо для листового матеріалу зі сталі 10X17H15M3T товщиною 4мм (рисунок.3.2).

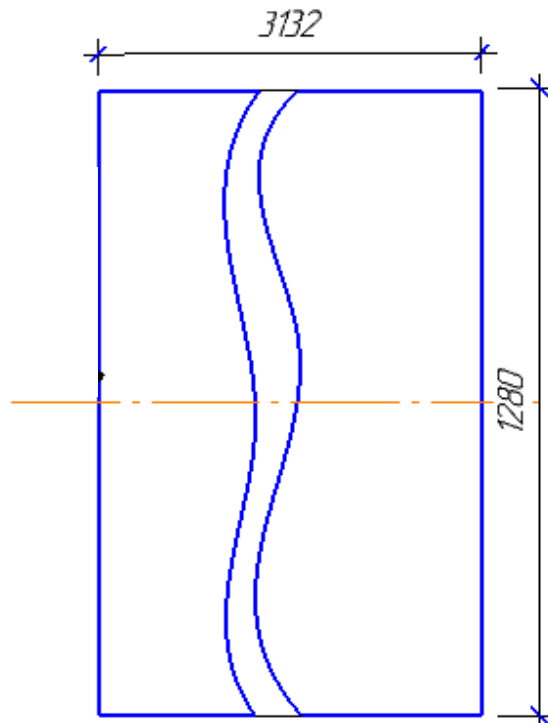


Рисунок 3.2 – Заготовка для вальцювання обичайки центрального стакану зі сталі 10X17H15M3T.

Вальцювання ребра жорсткості для опори зі сталі 09Г2С товщиною 10мм (рисунок 3.3).

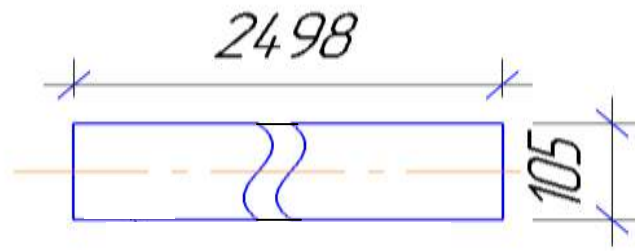


Рисунок 3.3 – Заготовка для вальцювання обичайки опори зі сталі 09Г2С.

Аналогічно для обичайки контуру охолодження зі сталі 09Г2С товщиною 4мм (рисунок 3.4).

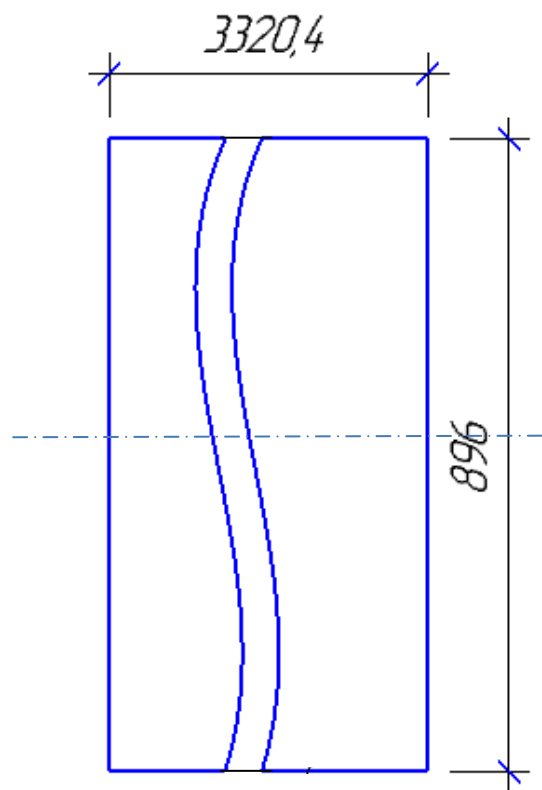


Рисунок 3.4 – Заготовка для вальцювання обичайки контуру охолодження зі сталі 09Г2С.

Усі прилеглі площини складальних одиниць деталей повинні бути зачищені та обезжирені для подальшого зварювання.

3.2 Вибір електродних матеріалів та флюсів для зварювання.

При виготовленні даної конструкції передбачалося використання наступних зварювальних матеріалів:

- Дріт: Св-07Х25Н12Г2Т (опора), Св-04Х19Н11М3(обичайка), Св-08Г2С (опора)

- Флюс: АН-26С, АН – 348А по ГОСТ 9087-81;

- Газ: суміш аргону з вуглекислим газом (Ar 82% + CO₂ 18%)

Хімічний склад та обґрунтування вибору зварювальних матеріалів наведено в таблиці 3.1 [11].

Таблиця 3.1 – Хімічний склад зварювального дроту по ГОСТ 2246-70

№	Марка дроту	Хімічний склад, масовий %							
		C	Si	Mn	Cr	Ni	S	P	Fe
1	Св-07Х25Н12Г2Т	0,07	0,30-1,00	1,50-2,50	24,00-26,50	11,00-13,00	0,020	0,035	63-58
2	Св-08Г2С	0.05-0.11	0.70-0.95	1.80-2.10	0.20	0.25-	0,05	0,025	97-96
3	Св-04Х19Н11М3	не більше 0,06	не більше 0,60	1,00-2,00	18,00-20,00	10,00-12,00	0,018	0,025	70-65

Флюси повинні забезпечувати легку відокремлюваність шлаку і мінімальну кількість шкідливих газів і пилу, що виділяються при зварюванні.

Хімічний склад флюсів представлений в таблиці 3.2 [11].

Таблиця 3.2 – Хімічний склад флюсів по ГОСТ 9087-81

Марка	Масова доля, масовий %							
	SiO ₂	MnO	MgO	CaF ₂	CaO	Fe ₂ O	S	P
АН-26С	28-32	14-18	6,5-10,5	9-13	13-17	< 2	< 0,05	< 0,05
АН-348А	40,0-44,0	31,0-38,0	<12,0	<7,0	<13,0	0,5-2,2	<0,11	<0,12

Зварювально-технологічні властивості флюсу АН-26С: Стійкість дуги добра, розривна довжина дуги до 10 мм, формування шва добре з плавним переходом до основного металу, схильність до утворення пор і тріщин низька, відділення шлакової кірки добре.

Металургійні властивості флюсу АН-26С: низькокремнистий середньомарганцевий солеоксидний флюс.

При зварюванні - наплавленні під флюсом не надто інтенсивно протікають кремений і марганцеві-відновні процеси. Ударна в'язкість металу швів становить 150 Дж / см² при 20 ° С. Добре зарекомендував при зварюванні конструкцій, що працюють до -60 0С.

Висококремнієвий високомарганцевий оксидний флюс АН-348 А з хімічною активністю $A_f = 0,7-0,75$. При зварюванні-наплавленні під флюсом інтенсивно протікають кремений і марганцевідновлювані процеси. Вміст кисню в металі шва у вигляді оксидних дрібнодисперсних включень становить 0,06% (для однопрохідних) і до 0,1% (для багатошарових). Особливо інтенсивно взаємодія між флюсом і металом при зварюванні дротом малих діаметрів (до 3 мм).

Концентрація сірки і фосфору в металі швів в середньому становить 0,04% кожного. Не рекомендується для зварювання конструкцій, працюючих в умовах Півночі або при температурі нижче -30 С°.

3.3 Технологія та техніка виконання зварювальних робіт

3.3.1 Технологічна послідовність виготовлення виробу

а) Транспортування листів і днищ зі складу і контроль якості поверхні металу. 2 листа сталі 10X17H15M3T стандартного розміру 6000 * 1500 товщиною 4 та 10 мм 2 листа сталі 09Г2С стандартного розміру 6000 * 1500 товщиною 4 та 6 мм транспортуються в зону правки і очищення поверхні.

Використовуються кран-балка до 3т, підкранові візки.

б) Розмітка металу для різання.

Використовується розміточний олівець, рулетка, кутник.

в) Різка.

Вирізаються заготовки для обичайок та складальні одиниці виробу з використанням установки плазмового різання MasterCutPR.

г) Зачистка вирізаних деталей.

Зачистка деталей після різання від задирок, нерівностей поверхні крайок. з використанням кутошліфувальної машинки «Енкор УШМ-1100/125 Е »

г) Контроль геометричних розмірів.

Здійснюється контроль форми і розміру деталей відповідно до креслень, а також перевіряється чистота різку.

Використовуються лінійка, кутник

д) Вальцювання листів в обичайку.

Вальцювання з листів:

1280 * 3132 * 4 мм обичайка $d = 1000$ мм 1 шт;

896 * 3320 * 4 мм обичайка $d = 1060$ мм 1 шт;

105 * 2490 * 6 мм обичайка $d = 802$ мм 1 шт;

Використовуються трьохвалкова листозгинальна машина Акуарак серії АН

е) Збирання поздовжніх стиків обичайок.

Вальцьована обичайка $d = 1000\text{мм}$ зі сталі 10X17H15M3T встановлюється на стенд для збирання поздовжніх стиків обичайки. двома гідравлічними стяжками для суміщення і з'єднання поздовжніх крайок і гідравлічної стяжкою для вирівнювання торцевих крайок збирається поздовжній стик. Виконуються без зазору напіваавтоматичним зварюванням. Прихоплюють вступні та вивідні планки

Використовуються стенд для збирання поздовжніх стиків обичайок. Дві гідравлічні струбцини для поєднання і з'єднання поздовжніх крайок і гідравлічна стяжка для вирівнювання торцевих кромки. ВДУ 506 МТ з подаючим механізмом Урал-5 у суміші захисних газів К-18 ($\text{Ar } 82\% + \text{CO}_2 18\%$).

Режими прихвачення дротом Св-07Х25Н12Г2Т [11]:

- товщина 4 мм;
- зазор 1.5 мм;
- діаметр зварювального дроту 1,6 мм;
- постійний струм зворотна полярність 170- 200 А;
- напруга 30-35 В;
- швидкість зварювання 20-25 м/год;
- витрата газу 10-16 л/хв.;
- прихватка довжиною 30ммз кроком 100мм;

Аналогічна операція виконуються послідовно для обичайки зі сталі 09Г2С $d = 1060\text{мм}$.

Режими прихвачення дротом Св-08Г2С:

- товщина 4 мм;
- зазор 1.5 мм;
- діаметр зварювального дроту 1,6 мм;
- постійний струм, пряма полярність 260-280 А;
- напруга 27-29 В;
- швидкість зварювання 20-25 м/год;
- витрата газу 10-16 л/хв.;

- прихватка 30/100 мм;

Аналогічно попередній для $d = 820\text{мм}$ зі сталі 09Г2С

Режими прихвачення дротом Св-08Г2С [11]:

- товщина 6 мм;

- зазор 2 мм;

- діаметр зварювального дроту 1,6 мм;

- постійний струм, пряма полярність 260-280 А;

- напруга 27-29 В;

- швидкість зварювання 20-25 м/год;

- витрата газу 10-16 л/хв;

- прихватка 10/50мм;

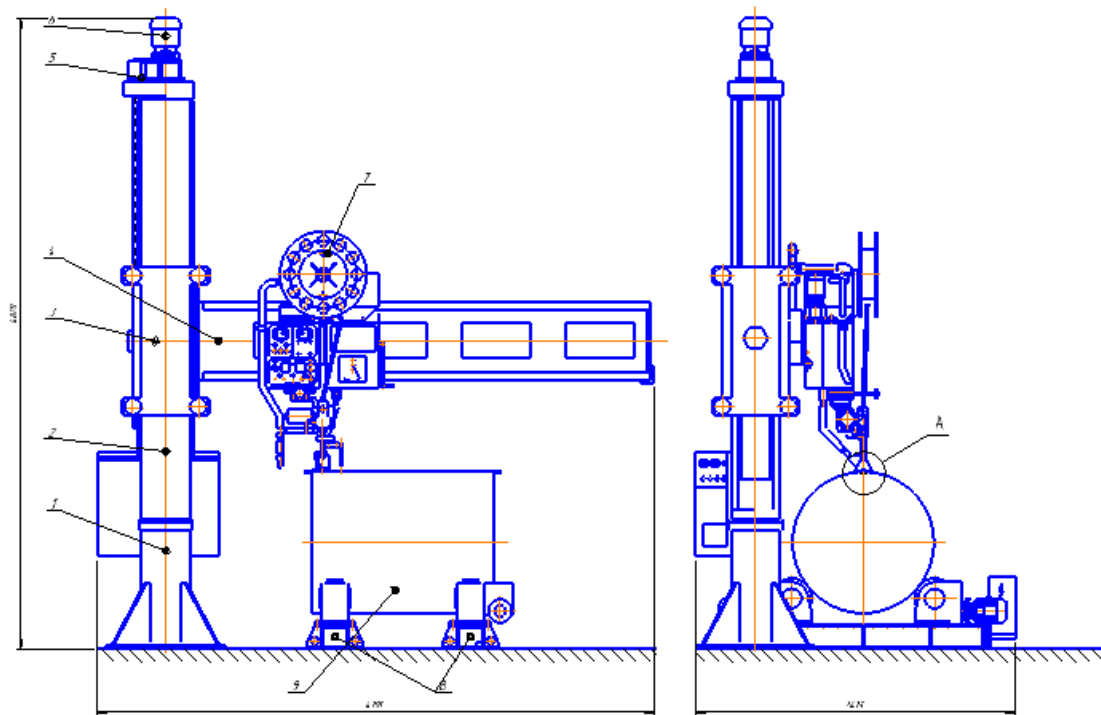
є) Контроль збирання.

Контроль збирання включає в себе контроль зазорів та прилеглість площин обичайки.

Використовуються лінійка, вимірююча рулетка.

ж) Зварювання поздовжніх стиків обичайок.

Зварювання виконується на установці для зварювання поздовжніх і кільцевих стиків обичайки (рисунок 4.5). Зварювальний апарат налаштовується на потрібні режими. Зварювальна головка встановлюється в зварюваний стик під кутом 90° . Зварювання ведеться на флюсо-мідній знімній підкладці.



1 – основа, 2 – стійка, 3 – каретка, 4 – консоль, 5 - Двоступінчата зубчата передача, 6 – електродвигун, 7 - Зварювальний автомат А1416, 8 – роликові стенди HGK-10, 9 - зварювана обичайка

Рисунок 3.5 – Установка ВТ-2Б для збирання та автоматичного зварювання під флюсом повздовжніх та кільцевих швів.

Використовуються установка для зварювання ВТ-2Б. Зварювальний автомат А-1416 з джерелом живлення ВДУ 506 МТ.

Зварювальний дріт Св-04Х19Н11М3.

Режими зварювання для обичайки внутрішнього контуру охолодження $d = 1000\text{мм}$ зі сталі 10Х17Н15М3Т [11]:

- товщина 4 мм;
- зазор 0-1,5 мм;
- діаметр зварювального дроту 3 мм;
- постійний струм, зворотна полярність 450-470 А;

- напруга 31-33 В;
- швидкість зварювання 40 м/год;
- виліт електроду при зварюванні 30-35 мм;

Після чого відбувається аналогічна операція з обичайкою контуру охолодження зі сталі 09Г2С по заданим параметрам і режимам зварювання.

Для обичайки зовнішнього контуру охолодження [11] :

- товщина 4 мм;
- зазор 0-2 мм;
- діаметр зварювального дроту 3 мм;
- постійний струм зворотна полярність 450-470А;
- напруга 28-32 В;
- швидкість зварювання 40 м/год;
- виліт електроду 30-35 мм;

з) Зачистка.

Видалення бризок від прихваток і окалини від зварювання.

Видалення вступних і вивідних планок. Після чого виконується візуальний контроль якості зварного з'єднання.

Використовуються кутошліфувальна машинка «Енкор УШМ-1100 / 125Е».

и) Прихвачення дна та ребер жорсткості під зварювання кільцевих швів.

Приймаємо прихватки рівні 20мм через 200мм режими прихвалення встановлюють аналогічно режимам прихвалення повздовжніх стиків обичайок. Після прихвалення виконується підварювання кореня шва кільцевих швів за допомогою ВДУ-506МТ з подаючим механізмом Урал-5 у суміші захисних газів К-18 (Ar 82% + CO₂ 18%) ..

Режими приймаються такі самі як для підварювання.

і) Зварювання кільцевих швів.

Зварювання кільцевих швів виконується з режимами аналогічними зварюванню повздовжніх швів за допомогою Автомату А1416 та роликів стелів НГК-10 які налаштовуються під швидкість зварювання 40м/год.

Зварювання кільцевих швів ребер жорсткості виконується кутовим з'єднанням У4

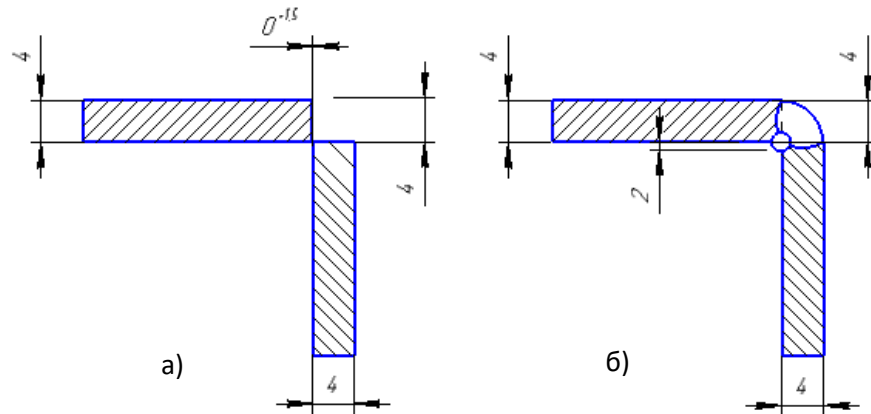


Рисунок 3.6 – Зовнішній вигляд зварного з'єднання типу У4 по ГОСТ 14771-76. а) - до зварювання, б) – після зварювання.

к) Зачистка так само як після зварювання повздовжніх стиків.

л) Зварювання заготовок опори.

Заготовки опори зварюють за допомогою подаючого механізму Урал-5 з використанням джерела живлення ВДУ-506МТ. Зварювання опори зі сталі 09Г2С будемо здійснювати напівавтоматичним зварюванням дротом Св-08Г2С по ГОСТ 14771-76 в середовищі захисних газів (Ar 82% + CO₂ 18%) по ТУ 2114-001-04826783-2008.

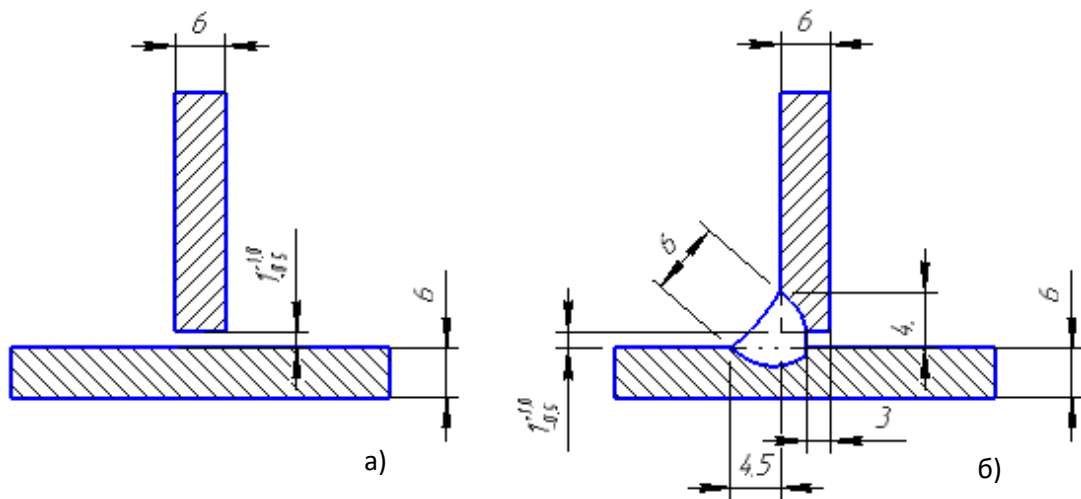


Рисунок 3.7 – Зовнішній вигляд зварного з'єднання типу Т1 для зварювання опори.. Згідно ГОСТ 14771-76 . а) до зварювання, б) після зварювання.

Параметри режимів зварювання ребер жорсткості з обичайкою опори [11]:

- товщина 4 мм;
- зазор 0.5-2 мм;
- діаметр зварювального дроту 1,6 мм;
- постійний струм, пряма полярність 260-280 А;
- напруга 27-29 В;
- швидкість зварювання 20-25 м/год;
- витрата газу 10-16 л/хв;

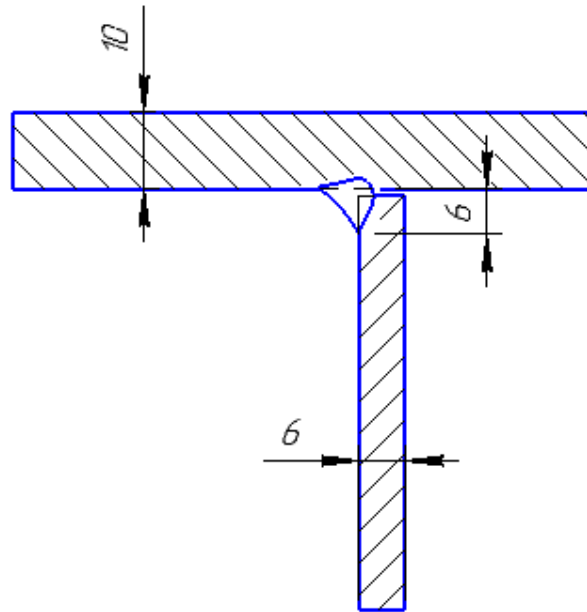


Рисунок 3.8 – Зовнішній вигляд зварного з'єднання типу Т1 для зварювання обичайки опори з верхнім листом опори. Згідно ГОСТ 14771-76.

Параметри режимів зварювання ребер жорсткості та обичайки опори зі сталі 09Г2С зі сталі 09Г2С з верхнім листом зі сталі 10Х17Н15М3Т [11]:

- катет 4 мм;
- діаметр зварювального дроту 1,6 мм;
- постійний струм зворотна полярність 170- 200 А;
- напруга 30-35 В;
- швидкість зварювання 20-25 м/год;
- витрата газу 10-16 л/хв.;

м) Зачистка прилеглих до швів площин від бризок, напливів.

н) Розмітка та вирізка отворів під штуцери.

Для розмітки використовуємо розміточний олівець, рулетка, кутник

Для вирізання отворів апарат повітряноплазмового різання Мультиплаз 7500.

о) Зачистка вирізаних отворів за допомогою кутошліфувальної машини «Енкор УШМ-1100 / 125Е».

п) Встановлення та зварювання штуцерів.

Для установки штуцерів будемо використовувати схему із стикуванням штуцера в корпус апарату. Для приварювання штуцера з вимогою стійкості проти МКК рекомендуються кутові зварні з'єднання типу Т1

Проводимо прихватку штуцера або люка напівавтоматом ВДУ-506 МТ діаметром дроту 1.6 мм на постійному струмі зворотної полярності, довжина прихватки 5 мм, крок 50 мм.

Зварювання штуцерів виконати напівавтоматичним зварюванням у суміші захисних газів К-18 (Ar 82% + CO₂ 18%) .

Параметри режимів зварювання приймаємо аналогічно як для зварювання опори зі сталі 09Г2С дротом СВ08Г2С та зварювання та для зварювання сталі 10Х17Н15М3Т дротом Св-07Х25Н12Г2Т.

р) Після зварювання штуцерів виконується зачистка та візуальний контроль швів та випробування виробу.

с) Складування.

Готова цистерна відправляється на склад готової продукції за допомогою кран-балки до 3 т та, підкранових візків.

3.4 Вибір обладнання для зварювання

а) Підвісна Кран-балка до 3 тонн.

Електричний підвісний кран (кран-балка) переміщається на підвесних візках по двотавровим балках. Допустимий максимальний проліт такого крана - 15м, якщо потрібно більший проліт, застосовуються двохпрольотні підвісні крани, що мають 3 точки підвіски [6].

б) Установка плазмового різання MasterCut PR.

Технічні характеристики верстата плазмового різання MasterCut PR:

- Контроллер Barny Phantom;
- Плазмотрон PowerMax 1650;
- Точность різкі, мм - 0.5;
- Точність позиціонування, мм - 0.2;
- Найбільша товщина різку, мм - 25;
- Розміри стола:
- ширина, мм - 1500;
- довжина, мм - 6000;
- Габарити:
- ширина, мм - 2100; довжина, мм - 7000; висота, мм - 1300;
- Маса, кг - 1340.

в) Трьохвалкова листозгинальна машина Акуарак серії АН.

Тривалкові гідравлічні листозгинальні машини здатні працювати з товщиною листа до 70 мм і шириною до 6000 мм.

Основні характеристики даних машин:

- гідравлічний привід на всі вали;
- гідравлічне привід руху бічних валів;
- управління гідроприводом відкидний опори верхнього вала з контрольною панелі;
- привід нахилу верхнього вала для зняття зігнутих обичайок.

Корпуси машин є сталеві зварені конструкції.

Станина, вали і підшипники, використані при виробництві машин, відповідають Європейським стандартам якості, машини відповідають всім нормам РЄ і виготовлені з дотриманням необхідних заходів безпеки по електроніці і гідравліці.

Використання сферичних роликотпідшипників дозволяє сповільнити процес стирання валів і одночасно поліпшити продуктивні характеристики машин.

Стандартне виконання:

- Пристрій для згинання конусів;
- Індукційно загартовані вали;
- Цифровий дисплей розташування бічних валів;
- Високоміцний сталевий корпус машини;
- Управління відкидною опорою верхнього вала з контрольною панеллю ;
- Управління з панелі керування рухом і настройка паралельності валів;
- Системи захисту від перевантажень;
- Пульт керування;
- Відповідність нормам РЄ;

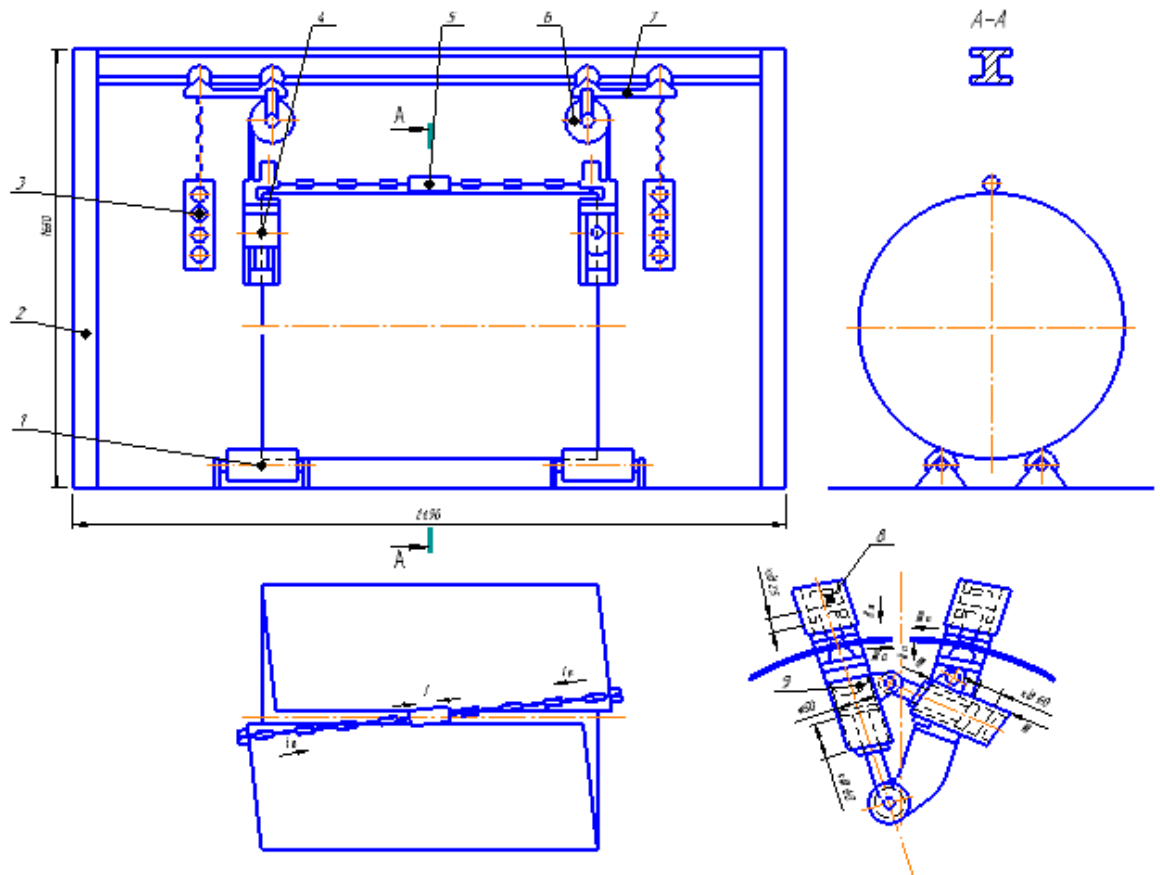
Додаткове обладнання:

- Пристрій бокової і центральної підтримки для згинання обичайок великого діаметра;
- Подовжені вали для установки профілів роликів;
- Ролики для вигинання профілю;
- Стіл подачі матеріалу;
- Змінний верхній вал меншого діаметру.;

Характеристики:

- Робоча довжина валів, мм 2100;
- Максимальна товщина листа при згинанні, мм: 8;

- Максимальна товщина листа при підгинанні, мм: 4;
 - Діаметр верхнього валу, мм: 160;
 - Діаметр бічних валів, мм: 150;
 - Потужність, кВт: 2,2;
 - Довжина, 3475мм;
 - Ширина, 1088мм;
 - Висота, 1160мм;
 - Вага, кг 2200;
- г) Стенд для зборки поздовжніх стиків обичайок.



Стенд складається з portalу (2) і двох гідравлічних струбцин (4) для суміщення поздовжніх крайок і гідравлічної стяжки (5) для вирівнювання їх торців. Струбцини (4) за допомогою пружинних підвісок (6) закріплені на візках (7) пересуваються по рамі. На цих же візках закріплені і панелі управління (3). Струбцина (4) аналогічна гвинтовій. Гвинти замінені гідроциліндрами - двома затискними (8), одним вирівнюючим (9) і одним стягуючим (10). Стяжка (5) для торцевих крайок являє собою гідроциліндр з двома ланцюгами, на кінцях яких є гачки що зачіпляються за кромки обичайки [6].

Рисунок 3.9 - Стенд для збирання поздовжніх стиків обичайок

г) Апарат повітряно-плазмового різання Мультиплаз 7500

Таблиця 3.3 - Технічні характеристики Мультиплаз 7500

Вхідна напруга	В	380 ± 10%
Частота живильної мережі	Гц	50-60
Вхідна потужність	кВт	7,5
Напруга холостого ходу	В	280
Діапазон струму	А	20 - 55
Номінальна вхідна напруга	В	120
Коефіцієнт навантаження	%	100
К.К.Д.	%	85
Коефіцієнт втрат	cos	0.93
Клас ізоляції		В
Клас захисту		IP21
Метод запуску дуги		Бесконтактный
Тиск вхідного зжатого повітря	атм	5.5
Витрата зжатого повітря	л/мин.	250
Габарити джерела струму (Д x Ш x В)	мм	560 x 210 x 370
Вага джерела струму	кг	21
Вага плазмотрону з кабелем-шлангом	кг	5
Довжина кабель-шлангу	м	9
Товщина різу	мм	до 25

д) Для зварювання повздовжніх та кільцевих швів було обрано зварювальний автомат А1416 технічні характеристики якого вказані в таблиці 3.4

Таблиця 3.4 – Технічна характеристика А 1416

Параметр	Значення
Напруга	3х380 В
Частота	50Гц
Номінальний зварювальний струм	А 500 (ПВ = 100%) 1000 (ПВ = 60%)
Кількість електродів	1
Діаметр електродного дроту	2,0-5,0 мм
Межі регулювання швидкості подачі електродного дроту	47-509 м / год
Регулювання швидкості подачі і швидкості зварювання ступінчасті межі регулювання швидкості зварювання	2-120 м / год
Вертикальне переміщення мундштука	75 мм
Поперечне переміщення мундштука	75 мм
Регулювання кута нахилу до вертикалі	+ 25 °
Маса головки зварювальної	295 кг
Габаритні розміри, мм (довжина х ширина х висота)	1070х840х1860

Регулювання швидкості подачі електродного дроту і швидкості зварювання, виконується змінними шестернями, забезпечує широкий діапазон застосування автомата..

Разом із апаратом для наплавлення А-1416 використовуємо зварювальний випрямляч ВДУ-506 технічні характеристики якого наведені в (таблиці 3.5).

е) Для напівавтоматичного зварювання було обрано джерело струму ВДУ-506 МТ з подаючим механізмом "Урал-5" технічні характеристики якого наведені в (таблиці 3.5)

Таблиця 3.5 – Технічні характеристики ВДУ-506 МТ з подаючим механізмом "Урал-5"

Номінальний зварювальний струм, А (при ПВ-100%)	500
Діаметр електродного дроту, мм	0,8-2
Діаметр сталевого порошкової електродного дроту, мм	1,6-3,2
Межі регулювання зварювального напруги, В	15-40
Швидкість подачі електродного дроту (інтервал налаштування), м / хв	1,8-18 (через 0,1)
Напруга живлення, В	3 х 380
Споживана потужність, кВт	33
Габаритні розміри, мм	
механізму, що подає Урал-5	600 х 270 х 410
джерела ВДУ-506МТ	840 х 530 х 850
Маса, не більше	
механізму, що подає без дроту, зварювальних кабелів і пальника	11,5 кг
джерела	230 кг

є) Стенд для зварювання повздовжніх та кільцевих швів ВТ-2Б

Таблиця 3.6 – Технічна характеристика станду ВТ-2Б [6]

Виліт балкона від осі колони до осі зварювального апарату, мм	2300
Висота підйому балкона, мм максимальна	4000
мінімальна	2000
Маршова швидкість, м / хв.	13
Швидкість підйому балкона, м / хв.	2
Габаритні розміри веловізка, мм і вагу її, кг: довжина	2475
Ширина см	4305
Висота см	4870
Вага кг	1860

ж) Роликовий стенд НГК-10

Таблиця 3.7 – Технічна характеристика роликового станда НГК-10

Максимальна вантажопідйомність, кг	10000
Поліуретановий ролик Діаметр, мм	300
Поліуретановий ролик Ширина, мм	130
Діаметр обичайки мінімальний, мм	300
Діаметр обичайки максимальний, мм	3200
Потужність двигуна, кВт	2х0,55
Лінійна швидкість ролика, м / год	6-60

3.5 Контроль якості зварювального виробу та методи усунення дефектів

3.5.1 Вибір методів контролю якості

Метою контролю якості є виявлення дефектів і здійснення зворотного зв'язку, спрямованого на їх попередження.

Габаритні розміри ємностей слід визначати шляхом підсумовування розмірів входячих до них складальних одиниць і деталей.

Контроль якості поверхонь на відсутність плівок, закатів, розшарувань, грубих рисок, тріщин, що знижують якість і погіршують товарний вигляд, повинен проводитися шляхом візуального огляду.

Обов'язкова перевірка наявності, змісту, місць розташування клейм на зварних швах і маркування на готовій ємності (самостійно поставляючих складальних одиницях і деталях) повинна здійснюватися візуальним оглядом[12].

Контроль якості зварних з'єднань для апарату першої групи ємностей без вимог по стійкості проти МКК слід проводити наступними методами:

- а) візуальним оглядом та вимірюванням;
- б) випробування наливом води;
- г) випробування надувом повітря;

3.5.2 Візуальний контроль і вимірювання зварних швів

Візуальним оглядом перевіряється якість підготовки та складання заготовок під зварювання, якість зварних швів. Візуальний огляд застосовується після очищення зварних швів і прилеглих до них поверхонь від шлаку, бризок і інших забруднень.

Обов'язковому візуальному контролю і виміру підлягають всі зварні шви відповідно до ГОСТ 3242 для виявлення зовнішніх дефектів, таких як тріщини, подрізи, свищі, пропали, чи не провари, дефекти форми швів.

Візуальний контроль і вимірювання слід проводити в доступних місцях з двох сторін на всій довжині шва[12].

3.5.3 Випробування наливом води

Підготовка відсіків або цистерн до випробування наливанням води починається з закриття всіх отворів і горловин. Кришки горловин встановлюють на гумових прокладках товщиною 4-5 мм і обжимають по контуру болтами. Стакани, а також отвори, розташовані по непроникному контуру відсіку, закривають тимчасовими заглушками. Отвори діаметром менше 50 мм можуть бути забиті дерев'яними пробками, виготовленими з твердих порід дерева. Стакани з внутрішнім діаметром більше 50 мм закривають заглушками зі сталі товщиною 3-5 мм ..

Вода наливається в відсік до рівня, зазначеного в кресленнях. Тривалість перебування води в відсіку визначається часом, необхідним для огляду відсіку, але не повинна бути менше 1 год. Відсіки вважаються непроникними, якщо на контрольній поверхні випробовуваних конструкцій не будуть спостерігатися течі у вигляді струменів, потьоків і крапель[13].

3.5.4 Випробування надувом повітря

Підготовка відсіку до випробування надувом повітря включає закриття всіх отворів, установку вимірювальної і запобіжної апаратури, забезпечення можливості огляду всіх швів і з'єднань випробовуваних конструкцій. Порядок закриття отворів такий же, як при гідравлічних випробуваннях.

При випробуванні відсіків на непроникність тиск повітря в них вимірюється за допомогою пружинних або водяних манометрів. Неприпустимо, щоб при заповненні відсіків стисненим повітрям тиск в них перевищував їх випробувальний, так як в інакшому випадку можливе випинання окремих конструкцій або їх руйнування. Щоб уникнути неприпустимого підвищення тиску повітря у відсіку необхідно встановити запобіжну апаратуру[13].

Величина випробувального (надлишкового) тиску повітря в більшості випадків приймається рівною 0,03 МПа.

Для виявлення можливих нещільностей зварні шви та інші сполуки конструкцій обмащуються піноутворюючим розчином, зазвичай мильним.

Відсіки вважаються непроникними:

а) якщо при обмазуванні піноутворюючим розчином всіх швів й інших з'єднань по зовнішньому контуру випробовуваних конструкцій не буде спостерігатися утворення повітряних бульбашок;

б) якщо падіння тиску повітря у відсіку за 1 год не буде перевищувати 5% від початкового випробувального тиску.

3.6 Розрахунок та планування ділянки

Розміщення цеху всіх його виробничих відділень і ділянок, а також допоміжних, адміністративно-конторних і побутових приміщень повинне по можливості повністю задовольняти всім специфічним вимогам процесів підлягають виконанню в кожному з цих відділень.

Для проектного виробництва вибираємо типову схему компонування з поздовжнім напрямком виробничого потоку (рис. 4.9).

Ділянка збирання-зварювання ємності буде розташовуватися в прольоті ширина якого буде визначатися шляхом підрахунку суми розмірів: ширини робочих місць, проходів та проїздів між ними.

Так як на ділянці будуть розташовуватися дві лінії устаткування, то ширина прольоту буде визначатися:

$$В_{Пр} \geq 2В_1 + 2В_{ОБ} + В_{П} + 4В_{ПрХ} \quad (4.2)$$

де: $В_{Пр}$ - ширина прольоту, м;

$В_1$ - відстань від тильної сторони робочого місця до осі поздовжнього ряду колон, $В_1 = 1$ м;

$В_{ОБ} = 3,475$ - найбільша ширина обладнання;

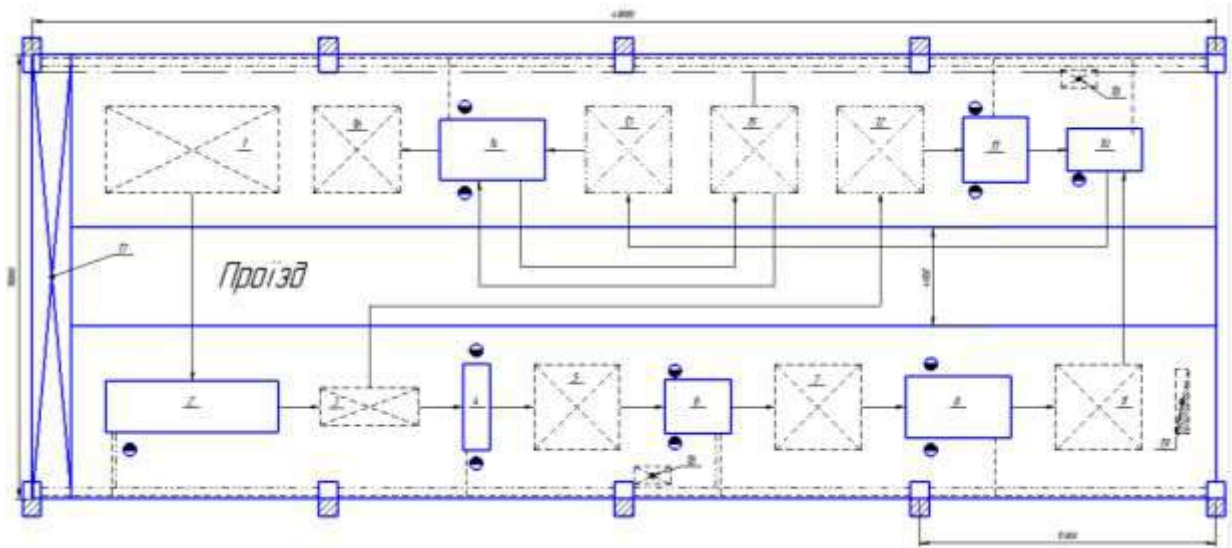
$В_{П} = 4$ м - ширина проїзду;

$В_{ПрХ} = 1$ м - ширина проходів з кожного боку обладнання.

Таким чином:

$$В_{Пр} = 2 \cdot 1 + 2 \cdot 3,475 + 4 + 4 \cdot 1 = 14.95$$

Найближча стандартна ширина прольоту дорівнює 18 м. Висота прольоту $Н_{п}$ від рівня підлоги до виступаючих конструктивних частин перекриття приймаємо стандартну - 6 м.



1 – Склад сировини; 2 – Установа плазмового різання; 3 – Склад різаних заготовок; 4 – Вальцювальна ділянка; 5 – Склад звальцьованих обичайок; 6 – Ділянка збирання та прихвачення обичайки; 7 – Склад зібраних обичайок; 8 – Ділянка автоматичного зварювання повздовжніх швів обичайок; 9 – Склад зварених обичайок; 10 – Ділянка зварювання ребер жорсткості та дна з корпусом; 11 – Стенд для прихвачення ребер жорсткості до корпусу; 12 – Склад складальних одиниць; 13 – Склад зібраних корпусів; 14 – Ділянка автоматичного зварювання кільцевих швів корпусу апарату; 15 – Ділянка контролю якості; 16 – Склад готових виробів; 17 – Кран балка (Q-10м) до 3 т; 18 – Балонна рама; 19 – Пожежний щит.

Рисунок 3.10 - Схема компонування з поздовжнім напрямком виробничого потоку

4 ТЕХНІКО - ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ

4.1 Організація виробництва продукції

В даному дипломному проекті розроблений технологічний процес збирання і зварювання ємності для змішування фарб. Для проектування ділянки по впровадженню цього технологічного процесу необхідно:

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

4.1.1 Технічне нормування операцій

Сума витрат основного і допоміжного часу, а також часу на обслуговування робочого місця, на відпочинок та природні потреби, називається нормою штучного часу [14]. Норма штучного часу визначається за формулою:

$$T_{ш} = (T_o + T_d + T_{п.з.}) \cdot K \quad (4.1)$$

де: T_o – основний час, год;

T_d – допоміжний час, год;

$T_{п.з.}$ – підготовчо-заключний час, год ;

K – коефіцієнт, який враховує затрати часу на обслуговування робочого місця, відпочинок і природні потреби.

Основний час – це час який витрачається безпосередньо на зварювання. Основний час визначається за формулою:

$$T_o = L_{ш} / V_{зв} \quad (4.2)$$

де: $L_{ш}$ – сумарна довжина зварного шва, м;

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

Основний час який витрачається на різання заготовок для обичайок:

$$T_o = 1.27 / 40 = 0,031 \text{ год} = 2 \text{ хв}$$

Допоміжний час затрачується на:

- вальцювання обичайки 6 хв;
- прихвачення обичайки 15 хв;
- транспортування обичайки до місця різання 3хв;
- встановлення обичайки на консоль пристосування для зварювання – 5 хв;
- зняття звареної проставки з консолі 5 хв.

Отже сумарний допоміжний час пов'язаний зі зварюванням обичайки складає 34 хв.

Основний час який витрачається на зварювання вальцьованої обичайки:

$$T_o = 1.27 / 40 = 0,031 \text{ год} = 2 \text{ хв}$$

Допоміжний час затрачується на:

- вальцювання обичайки 6 хв;
- прихвачення обичайки 15 хв;
- транспортування обичайки до місця зварювання 3хв;

– встановлення обичайки на консоль пристосування для зварювання – 5 хв;

– зняття звареної проставки з консолі 5 хв.

Отже сумарний допоміжний час пов'язаний зі зварюванням обичайки складає 34 хв.

Основний час який витрачається на зварювання вальцьованої обичайки зовнішнього контуру охолодження:

$$T_o = 0.896 / 40 = 0,022 \text{ год} = 1.5 \text{ хв}$$

Допоміжний час затрачується на:

- вальцювання обичайки 7 хв;
- прихвачення обичайки 12 хв;
- транспортування обичайки до місця зварювання 3хв;
- встановлення обичайки на консоль пристосування для зварювання – 5 хв;
- зняття звареної проставки з консолі 5 хв.

Отже сумарний допоміжний час пов'язаний зі зварюванням обичайки складає 32 хв.

Основний час який витрачається на зварювання вальцьованої обичайки опори:

$$T_o = 0.1 / 20 = 0,005 \text{ год} = 0.3 \text{ хв}$$

Допоміжний час затрачується на:

- вальцювання обичайки 5 хв;
- прихвачення обичайки 7 хв;
- транспортування обичайки до місця зварювання 3хв;
- встановлення обичайки на консоль пристосування для зварювання 5 хв;

– зняття звареної проставки з консолі 5 хв.

Отже сумарний допоміжний час пов'язаний зі зварюванням обичайки складає 25 хв.

Основний час який витрачається на зварювання кільцевого шва обичайки з дном:

$$T_o = 3.132 / 40 = 0,078 \text{ год} = 5 \text{ хв}$$

Допоміжний час витрачається на:

- прихвачення дна 10 хв;
- транспортування до місця зварювання 3хв;
- встановлення обичайки на консоль пристосування для зварювання – 5 хв;
- зняття звареної проставки з консолі 5 хв.

Отже сумарний допоміжний час пов'язаний зі зварюванням дна складає 23 хв.

Основний час який витрачається на зварювання ребер жорсткості зовнішнього контуру охолодження :

$$T_o = 6.64 / 40 = 0,166 \text{ год} = 10 \text{ хв}$$

Допоміжний час витрачається на:

- прихвачення ребер жорсткості 20 хв;
- зняття зі стенду для прихвалення 3 хв;
- транспортування виробу до місця зварювання 3хв;
- встановлення виробу на консоль пристосування для зварювання 5 хв;
- зняття звареної проставки з консолі 5 хв.

Отже сумарний допоміжний час пов'язаний зі зварюванням ребер жорсткості складає 36 хв.

Основний час який витрачається на зварювання зовнішнього контуру охолодження :

$$T_o = 6.64 / 40 = 0,166 \text{ год} = 10 \text{ хв}$$

Допоміжний час витрачається на:

- прихвачення контуру охолодження 10 хв;
- надівання контуру охолодження 3 хв;
- транспортування виробу до місця зварювання 3хв;
- встановлення виробу на консоль пристосування для зварювання 5 хв;
- зняття звареної проставки з консолі– 5 хв.

Отже сумарний допоміжний час пов'язаний зі зварюванням контуру охолодження складає 26 хв.

Основний час який витрачається на зварювання опори :

$$T_o = 1.60 / 20 = 0,16 \text{ год} = 10 \text{ хв}$$

Допоміжний час витрачається на:

- прихвачення ребер жорсткості 5 хв;
- транспортування виробу до місця зварювання 3хв;
- встановлення виробу на консоль пристосування для зварювання 2 хв;
- зняття звареної проставки з консолі 1 хв.

Отже сумарний допоміжний час пов'язаний зі зварюванням опори складає 11 хв.

Основний час який витрачається на зварювання опори з корпусом:

$$T_o = 2.498 / 20 = 0,12 \text{ год} = 8 \text{ хв}$$

Допоміжний час витрачається на:

- прихвачення опори 5 хв;

- транспортування виробу до місця зварювання 3хв;
- встановлення виробу на консоль пристосування для зварювання 5 хв;
- зняття звареної проставки з консолі 5 хв.

Отже сумарний допоміжний час пов'язаний зі зварюванням опори з корпусом складає 18 хв.

Основний час який витрачається на зварювання вух транспортування:

$$T_o = 2.0 / 20 = 0,1 \text{ год} = 6 \text{ хв}$$

Допоміжний час затрачується на:

- прихвачення деталей 10 хв;
- транспортування виробу до місця зварювання 2хв;

Отже сумарний допоміжний час пов'язаний зі зварюванням вух транспортування складає 12 хв.

Підготовчо-заключний час витрачається на наступні елементи робіт:

- отримання виробничого завдання;
- наряду;
- технологічної документації і креслень;
- ознайомлення з отриманим завданням;
- отримання пристосувань і інвентарю;
- наладку обладнання на задані режими роботи;
- зняття пристосувань і інструментів;
- здачу виконаної роботи;
- пристосувань, інструментів, технічного завдання;

В багатосерійному виробництві у зв'язку з незначними витратами часу на підготовчо-заключну роботу для спрощення нормування його включають у норму штучного часу у розмірі 2 – 3 % від оперативного часу (суми основного та допоміжного часу [14]. Отже формула 4.1 приймає наступний вигляд:

$$T_{\text{ш}} = (T_o + T_d) \cdot K_1 \quad (4.3)$$

де: K_1 – коефіцієнт, який враховує затрати часу на обслуговування робочого місця, відпочинок і природні потреби, а також підготовчо-заклучний час.

Положення зварювальника при зварюванні зручне, виробництво багатосерійне. Відповідно до використаного способу зварювання, в умовах багатосерійного виробництва коефіцієнт $K_1 = 1,15$ [14].

Штучний час на зварювання обичайки буде дорівнювати:

$$T_{\text{ш}} = (2 + 34) \cdot 1,15 = 41.4 \text{ хв} = 0,7 \text{ год}$$

Штучний час на зварювання обичайки зовнішнього контуру охолодження буде дорівнювати:

$$T_{\text{ш}} = (1.5 + 32) \cdot 1,15 = 38.5 \text{ хв} = 0,65 \text{ год}$$

Штучний час на зварювання обичайки опори буде дорівнювати:

$$T_{\text{ш}} = (0.3 + 25) \cdot 1,15 = 30 \text{ хв} = 0,5 \text{ год}$$

Штучний час на зварювання кільцевого шва обичайки з дном буде дорівнювати:

$$T_{\text{ш}} = (5 + 22) \cdot 1,15 = 32 \text{ хв} = 0,53 \text{ год}$$

Штучний час на зварювання кільцевого шва ребер жорсткості буде дорівнювати:

$$T_{\text{ш}} = (10 + 36) \cdot 1,15 = 54 \text{ хв} = 0,88 \text{ год}$$

Штучний час на зварювання кільцевого шва контуру охолодження буде дорівнювати:

$$T_{\text{ш}} = (10 + 36) \cdot 1,15 = 41,5 \text{ хв} = 0,69 \text{ год}$$

Штучний час на зварювання ребер жорсткості опори буде дорівнювати:

$$T_{\text{ш}} = (10 + 11) \cdot 1,15 = 24,15 \text{ хв} = 0,4 \text{ год}$$

Штучний час на зварювання опори з корпусом буде дорівнювати:

$$T_{\text{ш}} = (8 + 18) \cdot 1,15 = 30 \text{ хв} = 0,5 \text{ год}$$

Штучний час на зварювання вух транспортування буде дорівнювати:

$$T_{\text{ш}} = (6 + 12) \cdot 1,15 = 20,7 \text{ хв} = 0,34 \text{ год}$$

Норми штучного часу на виробу приведені в табл. 4.1.

Таблиця 4.1 – Норми штучного часу на виготовлення виробу

Номер операції	Назва операції	Норма штучного часу, н/год
1	Підготовка деталей виробу до зварювання (зачистка та знежирення зварюваних кромок)	0,4
2	Вальцювання обичайок	0.3
3	Збирання деталей на прихватках	1.56
4	Зварювальні операції	3.18
5	Контроль якості зварного виробу	1.3
Усього		6.74

Річна виробнича програма приведена в табл. 4.2

Таблиця 4.2 – Виробнича програма виробів на рік

Найменування виробу	Норма часу на виріб, нормо-годин	Виробнича програма	
		одиниць	нормо-годин
Ємність змішувача	6.74	2350	15839

4.1.2 Розрахунок кількості обладнання, площі ділянки

Розрахунок необхідної кількості обладнання по кожному типу ведеться за формулою [15]:

$$G_p = \sum_{i=1}^m \frac{t_i N_i}{F_{\partial o}}, \quad (4.4)$$

де: G_p – кількість устаткування за розрахунком, шт;

m – кількість видів робіт;

t_i – норма часу i -ої операції, нормо/год;

N_i – річна виробнича програма виробів, шт;

$F_{до}$ – дійсний річний фонд часу роботи обладнання, год;

Дійсний річний фонд часу роботи устаткування визначаються за формулою:

$$F_{до} = F_{ном}(1 - k_{п}), \text{ год} \quad (4.5)$$

де: $k_{п}$ – коефіцієнт втрат часу на ремонт і обслуговування устаткування,

$$k_{п} = 0,1;$$

$F_{ном}$ – номінальний фонд часу, год;

Номінальний річний фонд часу обладнання при п'ятиденному робочому тижні та однозмінному режимі роботи – 2000 год;

$$F_{до} = 2000(1 - 0,1) = 1800 \text{ год},$$

Таким чином:

$$O_{вал} = (0,3 \text{ год} * 2350) / 1800 \text{ год} = 0,39 \text{ шт}$$

$$O_{збир} = (1,56 \text{ год} * 2350) / 1800 \text{ год} = 2,03 \text{ шт}$$

$$O_{звар} = (3,18 \text{ год} * 2350) / 1800 \text{ год} = 4,15 \text{ шт}$$

де: $O_{вал}$ – кількість вальцювальних машин;

$O_{збир}$ – кількість збиральних ділянок;

$C_{рз}$ – кількість зварювальних стендів;

Прийняте кількість обладнання встановлюється шляхом округлення до цілої величини (G_{np}). Коефіцієнт завантаженості устаткування:

$$= \frac{G_p}{G_{np}}; \quad (4.5)$$

$$K_{31}=0,39/1=0,39$$

$$K_{32}=2.03/2=1.01$$

$$K_{33}=4.15 /4=1.03$$

Всі розрахунки по устаткуванню, його завантаженні та потужності наведені в табл. 4.3.

Таблиця 4.3 – Розрахунок кількості обладнання, його завантаження та потужності

Найменування обладнання	Норма часу, год	Розрахункова кількість обладнання, од	Прийнята кількість обладнання, од	Коефіцієнт завантаження	двигуна (одиниці), кВт /	двигуна (усього обладнання), кВт / год
1. Пост вальцювання обичайок (вальці)	0,3	0,39	1	0,32	2.2	2.2
2. Пост збирання звальцьованих обичайок та складальних одиниць(зварюва льний апарат)	1.56	2.03	2	0.96	3,4	10.2
3.Пост автоматичного зварювання корпусу (зварювальний автомат і маніпулятор)	3.18	4.15	4	0.99	6,0	12
Всього	—	5	6	2.27	11.6	24.4

Виробнича площа ділянки розраховується виходячи з кількості обладнання, робочих місць і площі з додаванням 20% (проходи, проїзди та ін.). Площа ділянки приймається рівною $18 * 48 = 864 \text{ м}^2$.

4.1.3 Розрахунок чисельності персоналу ділянки

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

$$R_0 = \frac{\sum_{i=1}^m t_i \cdot N_i}{F_{д.р} \cdot K_{в.н}}, \text{чол} \quad (4.6)$$

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:

$$F_{д.р} = F_{ном}(1 - h), \text{год} \quad (4.7)$$

де: $F_{ном}$ приймаємо для однозмінного режиму 2000 годин.

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

Тоді:

$$F_{д.р} = 2000(1 - 0,14) = 1720 \text{ год}$$

Чисельність допоміжних робітників за професіями розраховується за нормами обслуговування обладнання.

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

$$R_{\text{вал}}^{\text{о}} = (0,3 * 2350 \text{ шт}) / (1720 \text{ год} * 1,05) = 2.56$$

$$R_{\text{слюс}}^{\text{о}} = (1.56 * 2350 \text{ шт}) / (1720 \text{ год} * 1,05) = 2.02$$

$$R_{\text{звар}}^{\text{о}} = (3.18 * 2350 \text{ шт}) / (1720 \text{ год} * 1,05) = 4.13$$

Опираючись на отримані данні вираховуємо кількість основних та допоміжних робітників, які за для збільшення ефективності використання обладнання та збільшення ефективного фонду часу будуть працювати у кожній з двох змін.

Більшість робітників, включаючи керівників та спеціалістів будуть працювати в одну зміну, а саме 16 робітників.

Загальна чисельність персоналу ділянки наведена в табл. 4.4.

Таблиця 4.4 – Загальна чисельність персоналу

Персонал	Чисельність Персоналу, чол	У т.ч. за розрядами					
		I	II	III	IV	V	VI
1. Основні робітники:							
– зварювальник	6				2	4	
– слюсар-збиральник	6				6		
2. Допоміжні робітники:							
– слюсар-ремонтник	1			1			
– контролер	1		1				
3. Керівники і спеціалісти:							
– майстер	1						
– технолог	1						
Разом	16		1	1	8	4	

4.2 Планування витрат на виробництво

У даному підрозділі необхідно запланувати матеріальні витрати на основні засоби, розрахувати фонд оплати праці персоналу, скласти калькуляцію 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.

Розрахунок вартості закупівельних виробів наведено в таблиці 4.5.

Таблиця 4.5 – Розрахунок вартості закупівельних виробів

Найменування закупівельних комплектуючих виробів та напівфабрикатів	Кількість у виробі, одиниць	Вартість за одиницю, грн	Кількість виробів, одиниць	Вартість загальна, тис.грн
1	2	3	4	5
Листовий прокат 10X17H15M3T S-4мм	1	30314	2350	71237900
Листовий прокат 10X17H15M3T S-10мм	1	76002	235	17860470

Продовження Таблиці 4.5

1	2	3	4	5
Листовий прокат 09Г2С S- 4мм	1	16464	2350	38690400
Листовий прокат 09Г2С S- 6мм	1	10104	7	70728
Всього				127859498

Балансова вартість напівфабрикатів $127\,859\,498 \cdot 1,05 = 134\,252\,472,9$ грн

До додаткових матеріалами слід віднести ті матеріали, які використовуються для здійснення технологічних процесів (захисні гази, зварювальні дроти і т.д.).

Вартість додаткових матеріалів приведена в табл. 4.6.

Таблиця 4.6 – Розрахунок вартості основних та допоміжних матеріалів

Найменування матеріалу	Норма витрат		Ціна за 1 т матеріалу/ за один балон, грн	Вартість на програму, тис. грн	Балансова вартість на програму, тис. грн
	На виріб, кг/л	На програму, т /л			
1	2	3	4	5	6
1.Захисний газ (аргон+CO ²)	4	9400	400	37600	39480
2. Присадковий дріт (Св-07Х25Н12Г2Т)	3	7050	220000	1551000	1628550
3.Присадковий дріт (Св-08Г2С)	8	18800	51000	958800	1006740

Продовження Таблиці 4.6

1	2	3	4	5	6
3.Присадковий дріт(Св-04Х19Н11М3	6	14100	35000	4935000	5181750
ФлюсАН-348А	0.7	1645	2500	41125	43181
Флюс АН-26С	0.7	1645	3600	59220	62181
Всього				7582745	7961882

Примітка: В одному 40-літровому балоні 6200(25кг) літрів газоподібного аргону.

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 (3500 – 5000 грн за 1 м²)

$$V_{\text{буд}} = 864 \cdot 4100 = 3542400 \text{ грн};$$

- Вартість споруд 5% від вартості будівель

$$V_{\text{спр.}} = 3542400 \cdot 0,05 = 177120 \text{ грн};$$

- Вартість обладнання (наведена в таблиці 5.6) 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 обладнання і основних виробничих фондів наведено в табл. 4.7 і табл. 4.8.

Таблиця 4.7 – Розрахунок вартості обладнання

Найменування обладнання	Ціна за одиницю, грн	Кількість одиниць	Балансова вартість, грн
1. Самохідний підвісний апарат А1416 для автоматичного зварювання	76000	2	159600
2. Зварювальна колона ВТ-2	12 000	2	25200
3. Роликовий стенд НГК-10	18 000	2	37800
4. Зварювальне джерело живлення ВДУ-506МТ	61000	5	320250
5. Вальці Акуарак серії АН	682000	1	716100
ВСЬОГО	849000	10	1258950

Таблиця 4.8 – Вартість основних засобів

Найменування основних фондів	Балансова вартість, грн	Структура, %	Норма амортизації, %	Амортизаційні відрахування, тис. грн
1.Виробничі будівлі	2878200	23.46	9	259038
2. Споруди	143910	1,17	9	12951.9
3. Обладнання	1258950	10.26	11	138484.5
4.Цінні інструменти, пристосування та матеріали	7961882	64.91	40	3184752.8
5. Транспортні засоби	22 200	0.18	24	5328
ВСЬОГО	12265142	100	—	1839771.3

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 – за 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:

$$З_{\text{тар}} = N \sum_{i=1}^m P_i, \text{ грн} \quad (4.8)$$

де: m - кількість операцій технологічного процесу;

P_i - розцінка на i -ту операцію, грн;

N - річна виробнича програма виробів, шт;

Розцінка на операцію розраховується за формулою:

$$P_i = C_i \cdot t_i \quad (4.9)$$

де: C_i – годинна тарифна ставка i -того розряду, грн;

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

Розрахунок розцінок зведений в табл. 4.9.

Таблиця 4.9 - Розрахунок розцінок за операціями

Найменування операції	Норма часу, н/год	Розряд робіт	Часова тарифна ставка, грн	Розцінка, грн.
1. Вальцювання	0,3	4	45	13.5
2. Підготовка і збирання деталей виробу	1.56	4	45	70.2
2. Автоматичне зварювання	3.18	5	55	174.9
Всього	5.04	—	—	258.6

Річний тарифний фонд заробітної плати основних робітників становить:

$$З_{\text{оснI}} = 258.6$$

$$З_{\text{оснN}} = 258.6 \cdot 2350 = 607710 \text{ грн.}$$

Заплановані доплати становлять 60% від річного тарифного фонду заробітної плати – 154 980 грн. Тоді:

$$З_{\text{осн}} + \text{дод} = 607710 + 364626 = 972336 \text{ грн.}$$

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

$$З_{\text{доп.}} = C_i \cdot K_{\text{тар.ср.}} \cdot F_{\text{д.р.}} \cdot R_{\text{доп.}}, \quad (4.10)$$

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;

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

$$З_{\text{доп.}} = 20 \cdot 1.002 \cdot 1788,8 \cdot 12 = 72350 \text{ грн.}$$

$$K_{\text{тар.ср.}} = \frac{\sum_{i=1}^m K_i R_{\text{доп}i}}{R_{\text{доп}}} \quad (4.11)$$

де: m – кількість розрядів робіт допоміжних робітників;

K_i – тарифний коефіцієнт i -того розряду

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

$$K_{\text{тар.ср}} = \frac{1,33 \cdot 6 + 2,17 \cdot 2}{12} = 1,002$$

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

Таблиця 4.10 – Фонд оплати праці

Категорія персоналу	Чисельність персоналу, чол.	Фонд заробітної плати, тис.грн.			Премії з прибутку, тис.грн	Фонд оплати праці, тис.грн	Відрахування до єд. соц. внеску тис. грн	Середня зарплата в місяць, грн
		Основна зарплата	Додаткова зарплата	Всього				
1.Основні виробничі робочі	12	217,6	108,8	326,4	49	375,4	71	8215
2.Допоміжні робочі	2	71,55	35,75	107,3	16,1	123,4	23.60	8140
3. Майстер	1	35	17,5	52,5	21	73,5	11.55	11250
4. Технолог	1	35	17,5	52,5	21	73,5	11.55	11250
ВСЬОГО	16	359,15	179,55	538,7	107,1	645,8	117.70	83800

4.2.4 Собівартість виробу

4.2.4.1 Прямі витрати

- а). Покупні комплектуючі вироби і напівфабрикати – 127859498 грн. (таблиця 4.5);
- б). Основні та допоміжні матеріали – 7961882 грн. (таблиця 4.6);
- в). Основна заробітна плата основних виробничих робітників – 217,6 тис. грн. (таблиця 4.10);
- г). Додаткова заробітна плата, премії – 156,2 тис. грн. (таблиця 4.10);
- г). Відрахування до єдиного соціального внеску від фонду оплати праці основних виробничих робітників – 82,6 тис. грн. (таблиця 4.10);.
- д). Паливо та енергія на технологічні цілі:

$$E = S \cdot U \cdot I \cdot \cos\varphi \cdot t \cdot N \quad (4.12)$$

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

$U = 31$ В – напруга на дузі;

$I = 0,5$ кА – сила струму;

$\cos\varphi = 0,4$ – коефіцієнт потужності зварювального джерела живлення;

$t_{\text{шт.звар.}} + t_{\text{шт.вал.}} = 3.18 + 0.3 \text{ год} = 3.48$ – час зварювання.

$$E = 2,57 \cdot 31 \cdot 0,5 \cdot 0,4 \cdot 3.48 \cdot 2350 = 130308.25 \text{ грн}$$

4.2.4.2 Непрямі витрати

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

а). Утримання обладнання і робочих місць.

$$\text{ВУЕО} = 400\% \text{ від } 3\Pi_{\text{o.p}} = 326,4 \cdot 4 = 1305,6 \text{ грн}$$

б). Заробітна плата додаткових робочих і відрахування на соціальні заходи.

в). Поточний ремонт обладнання і дорогих інструментів – 5% від їх вартості.

г). Амортизація виробничого обладнання та дорогих інструментів.

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

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

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

Кошторис витрат на утримання та експлуатацію устаткування.

Найменування статей витрат:

е) Утримання обладнання та робочих місць – витрати на силову електроенергію;

є) Заробітна плата допоміжних робітників і відрахування до єдиного соціального внеску;

ж) Поточний ремонт обладнання та дорогих інструментів;

з) Амортизація виробничого обладнання та дорогих інструментів;

и) Відтворення малоцінних та швидкозношуваних предметів;

і) Інші витрати;

Всього 1305,6

Кошторис загальновиробничих витрат

Найменування статей витрат;

- а) Утримання цехового персоналу;
- б) Утримання приміщень і інвентарю;
- в) Поточний ремонт приміщень і інвентарю;
- г) Амортизаційні відрахування;
будівель і споруд;
- д) Витрати на проведення дослідів;
раціоналізацію та винахідництво;
- е) Витрати на охорону праці;
- є) Інші витрати;

Всього 1632

Загальновиробничі витрати, які відносяться на собівартість одиниці продукції ($ЗВВ_i$) розраховуються за формулою:

$$ЗВВ_i = 500\% \text{ від } ЗП = P \cdot 5 = 326,4 \cdot 5 = 1632 \text{ грн}$$

Загальногосподарські або адміністративні витрати – це витрати на управління, виробниче і господарське обслуговування на рівні підприємства як єдиної системи. Сума загальногосподарських або адміністративних витрат визначається прямим розрахунком або укрупнено відповідним відсотком до основної заробітної плати виробничих робітників (150–200%). Витрати на збут вміщують витрати пов'язані з утриманням складів готової продукції, витрати на упаковку, транспортування готової продукції та інші (2% виробничої собівартості). Дані розрахунку калькуляції собівартості продукції зведені у таблиці 4.11.

Таблиця 4.11 Калькуляція собівартості ємності для змішування фарб

Стаття витрат	Витрати	
	всього витрат, грн	на одиницю, грн
1. Основні та допоміжні матеріали	7961882	338.8
2. Напівфабрикати	127859498	54408
3. Основна заробітна плата основних робітників	607710	258.6
4.Додаткова заробітна плата основних робітників	364626	154.8
5. Відрахування до єдиного соціального внеску	194467	82.75
6. Паливо і енергія на технологічні цілі	130308.25	55.45
7.Утримання та експлуатація машин і обладнання	3068160	1305
8. Загальновиробничі витрати	3835200	1632
9. Виробнича собівартість	144021851	61285
10. Адміністративні витрати	1215420	517.2
11. Витрати на збут	15340	6.52
12. Повна собівартість	145252611	61809

4.3 Економічне обґрунтування запропонованих розробок

Відносні показники вважаємо за такими формулами:

Фондовіддача:

$$\Phi_{\text{отд}} = \frac{C_n - C_{\text{м.п.}}}{\Phi_{\text{осн.}}} \quad (4.13)$$

де: C_n - повна собівартість продукції за рік;

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

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

$$\Phi_{\text{отд}} = \frac{145252611 - 135821380}{12265142} = 0.76 \text{ грн.}$$

Продуктивність праці одного працівника:

$$E = \frac{C_n}{\sum K} \quad (5.14)$$

де: C_n – повна собівартість продукції за рік;

$\sum K$ - кількість працівників.

$$E = \frac{145252611}{16} = 9078288.18 \text{ грн.}$$

$$E = (C_6 - C_n) = 83000 - 61809 = 21191$$

В таблиці 4.12 наведені техніко-економічні показники наплавочної ділянки.

Таблиця 4.12 Техніко-економічні показники

Показники	Одиниця виміру	Показники
1. Річний випуск продукції:		
- за кількістю	шт. компл.	2350
- по трудомісткості	н/год.	15839
2. Виробнича площа ділянки	м ²	864м ²
3. Чисельність працівників	Чол.	16
-Основних	Чол.	12
- Допоміжних	Чол.	2
-ІТР	Чол.	2
4. Загальний фонд заробітної плати	грн.	972336
5. Середньомісячна заробітна плата працівників	грн.	9 280,1
6. Продуктивність роботи працівника	Грн.	9078288.18
7. Фондовіддача	Грн./чол.	0.76
8. Коефіцієнт завантаження обладнання		2.27
9. Собівартість одиниці виробу	Грн./шт	61809
10. Економічний ефект	Грн.	21191

4.4 Висновки з розділу «Техніко-економічні розрахунки дільниці»

Проведені розрахунки техніко-економічних показників проектного цеху для збирання-зварювання ємності для змішування фарб показали, що введення запропонованої технології буде приносити річний економічний ефект у розмірі 49798850 грн. Ці показники будуть отримані завдяки зменшенню собівартості виробу при більш ефективному використанні обладнання та запропонованій технології.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

В розділі надані основні заходи з охорони праці при збиранні-зварюванні ємності методом автоматичного зварювання під флюсом та напівавтоматичному зварюванні в середовищі захисних газів Ar, CO².

5.1 Аналіз потенційних небезпек

а) Незадовільна організація робочих зон на дослідницькій ділянці, що може призвести до механічних травм.

б) Незадовільна професійна підготовка робітників, причинами якої може бути незадовільна підготовка фахівців та відсутність перевірки знань, що може призвести до випадків травматизму або професійних захворювань.

в) Можливість ураження електричним струмом через порушення правил з електробезпеки, відсутність захисного заземлення, частково оголених проводів, що може призвести до електричних травм або летальних наслідків.

г) Можливість отруєння зварними газами які утворюються під час процесу автоматичного зварювання під флюсом, та напівавотматичного зварювання

г) Раптове руйнування судин для зберігання аргону внаслідок використання балонів з терміном придатності, який закінчився, неправильного поводження з балонами, неправильного зберігання і транспортування цих балонів, що може призвести до масштабних руйнувань виробничих приміщень, тяжких механічних травм, летального наслідку.

д) Електроофтальмія, причинами якої є ультрафіолетове випромінювання зварювальної дуги, що може призвести до ушкодження органів зору (опіки сітківки очей та опіки кожних покрівів обличчя).

е) Термічні опіки внаслідок випадкового торкання нагрітих поверхонь обладнання, деталей або заготовок.

є) Незадовільні параметри повітряного середовища в робочій зоні – виникають через неефективну роботу систем опалення та вентиляції на виробничій ділянці, що може призвести до загальних захворювань;

ж) Незадовільне освітлення робочої зони, що пов'язано з виходом з ладу приладів освітлення або їх надмірною забрудненістю, що може призвести до зниження рівня освітленості, і як наслідок до травматизму;

з) Можливість займання, внаслідок невиконання норм пожежної безпеки або коротких замикань;

и) Не правильні дії в надзвичайних ситуаціях через недотримання правил дії при надзвичайних ситуаціях може призвести до паніки.

5.2 Заходи по забезпеченню загальної безпеки

а) Для належної організації робочого місця передбачено:

– організаційні заходи: перевірка робочих місць на відповідність ергономічним показникам згідно ГОСТ 12.2.032-78 «Система стандартів безпеки праці. Робоче місце при виконанні робіт сидячи. Загальні ергономічні вимоги »;

– технічні заходи:

– робоче місце зварювальника повинне бути в спеціальних кабінках при постійному робочому місці;

– габарити kabіни: не менше 2×2 м², при висоті 1,8-2 м. Для поліпшення вентиляції стін не доводяться до полу на 100-150 мм; матеріал стін асбоцементні плити, вхід завішувати брезентовим полотном, підлога цеглова або бетон що запобігає ковзанню взуття;

– висота стола 500-700 мм; стіл зварника доцільно робити з гвинтовим підйомом для зручності повороту зварювальника та надання відповідних висот у залежності від зросту людини та розмірів зварюваних виробів;

– трансформатори виводяться за межі kabіни, для обслуговування обладнання передбачено зону не менше 1,5 м, ширина не менше 1 м.

б) Для виключення негативних наслідків, які пов'язані з незадовільною професійною підготовкою фахівців, в проєкті передбачені наступні заходи:

– до виконання технологічних операцій збирання і зварювання допускаються особи не молодше 18 років, що пройшли медичний огляд і отримали допуск до подібних робіт;

– до робіт залучаються особи, що отримали певні знання за спеціальністю, які підтверджуються документом встановленого зразка;

– до роботи допускаються особи, які пройшли всі необхідні інструктажі (ввідний, первинний, повторний, позаплановий, цільовий) і

стажування, які передбачені КЗоТ і правилами допущення до робіт конкретного підприємства;

- стимулювання належного виконання правил охорони праці і невідворотність покарання за їх порушення.

в) Для виключення можливості ураження електричним струмом, передбачено:

- організаційні заходи: допуск до роботи людей не молодше 18 років, які пройшли медичне обстеження, навчання по спеціальності, окреме навчання по електробезпеці, атестація на 2, 3 групи електричної безпеки, відповідно НПАОП 0.00.-4.12-05 «Типовое положение про порядок проведения обучения и проверки знаний по вопросам охраны труда».

- технічні заходи: використання захисного заземлення відповідно ПУЕ-2011 «Правила устаткування електроустановок». Установка захисного відключення електроустановок при аварійній ситуації відповідно до ГОСТ 12.4.155-85 «ССБТ. Устройство защитного отключения. Классификация. Общие технические требования».

Проводка до трансформаторів на всьому своєму протязі повинна підвішуватись на висоті, що забезпечує недосяжність ($>2\text{м}$). Спуск проводів виконується по колонам, щоб виключити механічне пошкодження.

Прокладання проводів по землі не допускається. Напруга більше 65 В є небезпечною для життя. Заборонена подача напруги через металеві листи, рейки і т.д.

Зварювальні проводи повинні бути гнучкими, з легкою і міцною ізоляцією. Довжина провода, від електродотримача, не повинна перевищувати 2...3 м. З'єднувати гнучкий кабель електродотримача необхідно за допомогою мідних кабельних наконечників, з'єднаних болтами і шайбами.

Для уникнення ураження електричним струмом при зміні електроду необхідно використовувати сухі брезентові рукавиці, або використовувати більш складні технічні способи захисту: включати в ланцюг вторинної

обмотки трансформатора додаткові контактори і катушки, які при розімкненні дуги знеструмлюють вторинну обмотку.

Ввімкнення джерел живлення зварювального поста здійснюється тільки через рубильник.

У тому числі захист від удару електричним струмом забезпечується використанням індивідуальних засобів захисту: гумові килими по ГОСТ 4997-75 «Ковры диэлектрические резиновые. Технические условия », наличие запорных устройств для прерывания цепи при неправильных действиях персонала по ГОСТ 17242-86 «Предохранители плавкие силовые низковольтные. Общие технические условия »

г) Для захисту органів дихання та запобіганню отруєння у робочій зоні при автоматичному зварюванні під флюсом застосовуються такі методи:

- використання місцевої витяжної вентиляції в режимі витoku, зі швидкістю руху повітря у робочому перерізі витяжної шафи не менше ніж 1,5м/с

- використання індивідуальних засобів захисту – респіраторів згідно з ГОСТ 12.028-76

д) Для виключення небезпеки пов'язаної з раптовим руйнуванням судин для зберігання аргону передбачені наступні заходи.

Балони повинні бути атестовані. Експлуатація балонів з простроченим строком атестації категорично забороняється.

Балони повинні зберігатися в спеціальних приміщеннях. Наповнені балони повинні зберігатися в вертикальному положенні. Їх укріплюють спеціальними хомутами. В приміщенні для зберігання підлога повинна бути рівною, неслизькою, виконана з матеріалів, які виключають іскроутворення.

Переміщення балонів допускається тільки за допомогою спеціальних візків, транспортування вручну суворо забороняється, через можливість падіння, механічних ушкоджень. Транспортування балонів повинно здійснюватись тільки при наявності запобіжного клапану на горловині балонів. Ці міри безпеки посилюються в період холодів, коли знижується

пластичність матеріалів, з яких балон виготовляється. Експлуатація балонів в зимовий час потребує витримки в теплому приміщенні.

Всі операції комутації балонів з установкою виконуються обмідненими гайковими ключами – для уникнення іскроутворення. Перед використанням балону слід провести огляд, при якому особливу увагу слід приділити відсутності жирових або масляних забруднень на вентилі балону. Робота в промаслених або забруднених рукавицях категорично заборонена. Перед комутацією балона слід продуту вентиль відкривши його на $\frac{1}{4}$ оберту на 1...2 с. Відстань від будь-якого джерела тепла повинна бути не менше 5м.

Відкриття вентиля повинно бути плавним, а тиск на манометрі редуктора не повинен перевищувати технологічного. Протічки газів по з'єднанням не допускаються. Повне опорожнення балонів не допускається, надлишковий тиск в балоні повинен бути не менше 1-2 атм. Ця міра попереджує потрапляння в балон сторонніх газів.

Для виключення руйнування внаслідок надмірного підвищення тиску треба слідкувати щоб температура балону не перевищувала 40° С.

При зварюванні в середовищі аргону можна застосовувати тільки редуктори згідно ГОСТ Р 54791–2011 «Обладнання для газового зварювання, різання і споріднених процесів» із справними манометрами;

При експлуатації редуктора можуть виникати наступні несправності, які можуть привести до травматизму:

- Самоплин – при закритому вентилі газ надходить до робочої камери редуктора. Це може привести до надмірного підвищення тиску в робочій камері, розірвання мембрани і потужному викиду газу до системи.

Причини:

- потрапляння під клапани забруднень (стружка, окалина, неметалеві частинки).

- Зрив редуктора;

– призводить до моментального викиду великих об'ємів газу, що приводить до механічного травмування. Причина – спрацьованість різьби на штуцері або накидній гайці. Використовувати такі редуктори забороняється.

е) Плазмова дуга – є інтенсивним джерелом світлового, ультрафіолетового, інфрачервоного випромінювання. Для захисту від шкідливого впливу променевої енергії необхідно:

– для захисту зору та обличчя необхідно використовувати зварювальні маски або щитки зі світлофільтрами Э-200, Э300, Э-400 згідно ДСТУ 24560-94 «Зварювання дугове. Вимоги безпеки». Крім того, рекомендується користуватися окулярами зі світлофільтрами типу В-2, В-3 для короточасної роботи без маски (при прихваченні та запалюванні дуги).

– стіни приміщення, де знаходиться установка автоматичного зварювання повинні бути окрашені у матовий колір для запобігання потрапляння бліків у очі;

– для захисту шкіри від впливу інтенсивного інфрачервоного випромінювання необхідно використовувати захисні костюми згідно ГОСТ 12.4.045-87 «Костюмы для защиты от повышенных температур. Технические условия».

є) Для запобігання термічним опікам передбачено використання індивідуальних засобів захисту, зокрема брезентових рукавиць ГОСТ 12.4.010-75 ССБТ «Средства индивидуальной защиты. Рукавицы специальные. Технические условия. » [16]

5.3 Заходи щодо забезпечення виробничої санітарії та гігієни праці

ж) Для забезпечення оптимальних параметрів повітряного середовища на зварювальній ділянці передбачено влаштування загальнообмінної механічної вентиляції згідно ГОСТ 12.4.021–75 «Система стандартів безпеки

праці. Системи вентиляційні. Загальні вимоги », а також пристрої системи водяного або парового опалення відповідно до СНіП 2.04.05–91 «Будівельні норми. Опалення, вентиляція і кондиціонування», враховувалися вимоги згідно ГОСТ 12.1.005-88 «Система стандартів безпеки праці. Загальні санітарно–гігієнічні вимоги до повітря робочої зони » і СП 245–71« Санітарні норми проектування промислових підприємств », що забезпечує оптимальні параметри, які вказані в табл. 5.1.

Таблиця 5.1 – Метеорологічні умови в приміщені дільниці

Період року	Категорія робіт	Температура, °С	Відносна вологість, %	Швидкість руху повітря, м/с
Холодний і перехідний	Середньої тяжкості	18 – 22	40 – 60	0,1 – 0,3
Теплий	Середньої тяжкості	20 – 23	40 – 60	0,1 – 0,4

з) Для забезпечення достатнього освітлення передбачено проектування і застосування бічного і верхнього природного, штучного рівномірного освітлення згідно з ДБН В.2.5–28–2006 «Природне і штучне освітлення».

– Вибір системи освітлення. Для IV розряду зорових робіт вибираємо загальне освітлення з освітленістю 300 лк. У темному кольорі фону і малому контрасті об'єкта з фоном.

– Визначення рівня нормованої освітленості $E_n = 300$ лк.

– Джерелом світла вибираємо газорозрядні лампи типу ДРЛ 1000 ($\Phi_{\text{л}} = 5900$ лм).

– Вибір типу світильників – РПП.

– Оцінка коефіцієнта запасу і коефіцієнта нерівномірності освітлення: $k_3 = 2,0$; $z = 1,15$ – для газорозрядних ламп.

– Оцінка коефіцієнтів відбиття поверхонь приміщення: приміщення з незначним пиловиділенням $\rho_c = 50\%$; $\rho_{ст} = 30\%$; $\rho_{п} = 10\%$ [16].

Визначаємо загальний потік освітлювальної установки в даному виробничому приміщенні:

$$\Phi_{\Sigma} = \frac{E_n \cdot S \cdot k_z \cdot z}{\eta} = \frac{300 \cdot 216 \cdot 2,0 \cdot 1,15}{0,41} = 363\,512 \text{ лм} \quad (5.1)$$

де: S – площа освітлюваної поверхні, m^2 .

Визначаємо максимальну відстань L_{max} між рядами і сусідніми світильниками у ряді:

$$L_{max} = [L/h] \cdot h = 1,6 \cdot 3,75 = 6 \text{ м} \quad (5.2)$$

Визначити кількість рядів світильників у приміщенні:

$$N_p = \frac{B}{L_{max}} = \frac{12}{6} = 2 \quad (5.3)$$

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

$$N^* = \frac{AB}{L_{max}^2} = \frac{18 \cdot 12}{6^2} = 6 \quad (5.4)$$

Визначаємо загальну розрахункову освітленість E_p в приміщенні, що створюється при застосуванні ламп ДРЛ 1000:

$$E_p = \frac{\Phi_{\Sigma}}{\Phi_{л}} = \frac{363512}{59000} = 6,16 \approx 6 \text{ ламп} \quad (5.5)$$

Схема розташування світильників в плані приміщення дільниці та над робочою поверхнею приведені на рис.5.1 і 5.2.

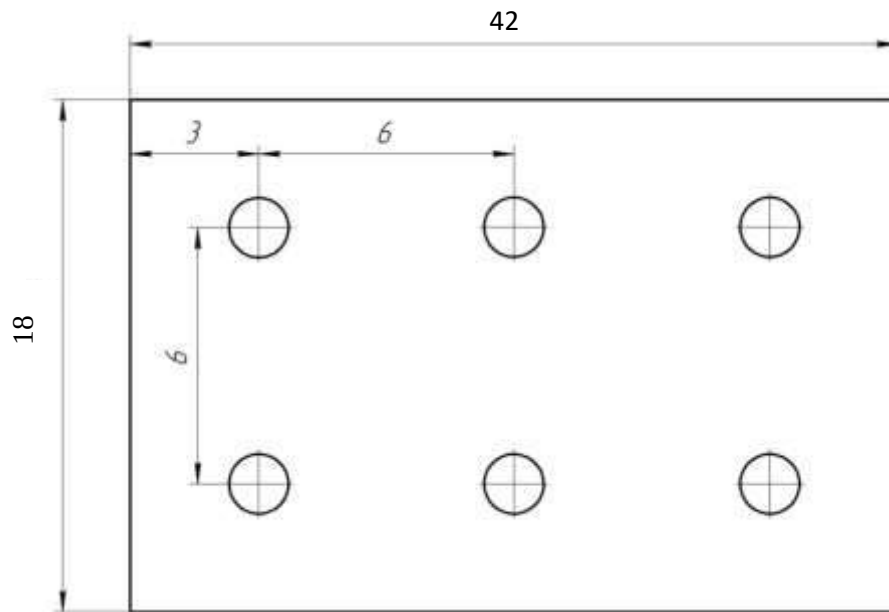


Рисунок 5.1 – Схема розміщення світильників на дільниці

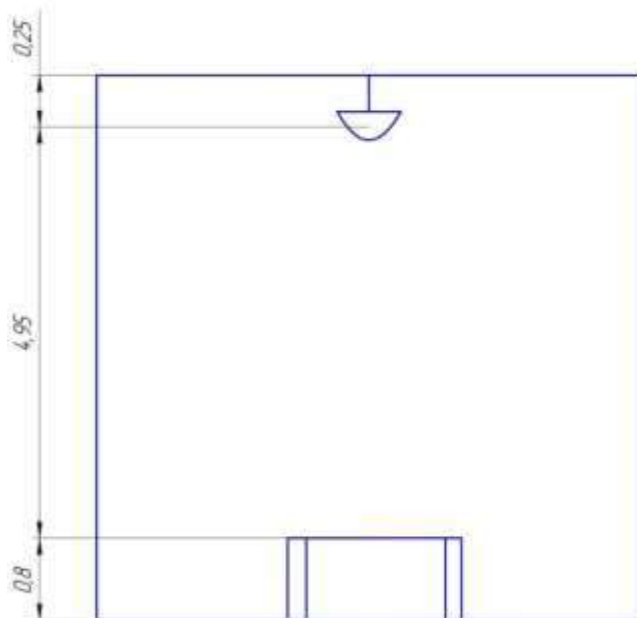


Рисунок 5.2 – Схема розміщення світильників над робочою поверхнею

5.4 Заходи по забезпеченню пожежної безпеки

Для виключення можливості загорянь, внаслідок порушення правил пожежної безпеки, необхідно проводити інструктаж і перевірку знань правил пожежної безпеки, відповідно до НПАОП 28.52-1.15-60 «Правила з техніки безпеки і виробничої санітарії при електрозварювальних роботах», НАПБ А.01.001-2004 «Правила пожежної безпеки України » та НПАОП 0.00-4.12-05« Типове положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці » [16].

Ділянка наплавлення робочої поверхні кранового колеса згідно НАПББ 03.002 - 2007 «Норми визначення категорій приміщень, будівель та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою» відноситься до категорії «Г», а клас можливої пожежі, згідно ДБН В.1.1.7-2002 «Пожежна безпека об'єктів будівництва», визначається як «С».

Площа ділянки складає 216 м². Виходячи з цього, згідно НАПБ.03.001-2004 «Типові норми причетності вогнегасників» вибирається шість порошкових вогнегасників ємністю 8 літрів.

На ділянці розташований пожежний щит. До складу щита входить:

- Вогнегасник ВВК – 6 шт .;
- Ящик з піском – 1 шт .;
- Покривало розміром 2 х 2 м – 1 шт .;
- Крюк – 3 шт .;
- Лопата – 2 шт .;
- Лом – 2 шт .;
- Сокира – 2 шт ..

5.5 Заходи щодо забезпечення безпеки в надзвичайних ситуаціях

Навчання населення діям в умовах надзвичайних ситуацій здійснюється:

- 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:

- Працюючого і непрацюючого населення – на центральний орган виконавчої влади, що забезпечує формування та реалізацію державної політики у сфері цивільного захисту, які розробляють і затверджують організаційно-методичні вказівки та програми з підготовки населення до дій в умовах НС. Місцеві державні адміністрації та органи місцевого самоврядування;

- Дітей дошкільного віку, учнів та студентів – на центральний орган виконавчої влади, що забезпечує формування та реалізацію державної політики у сфері освіти і науки, який розробляє і затверджує навчальні програми з вивчення заходів безпеки, способам захисту від впливу небезпечних факторів, викликаних надзвичайними ситуаціями, наданню 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 ситуаціях встановлюється Кабінетом Міністрів України. Громадські організації та позашкільні навчальні заклади проводять навчання діям в умовах надзвичайних ситуацій згідно 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, обладнується інформаційно довідковий куточок з питань цивільного захисту.

При прийнятті на роботу, а також щорічно, працівники проходять інструктаж з питань цивільного захисту, пожежної безпеки та дій 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 і 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, у зоні яких можуть виявитися непрацюючі громадяни, а також про способи захисту від впливу небезпечних чинників [16].

ВИСНОВОК

Розроблена технологія збирання і зварювання ємності для змішування фарб, з урахуванням недоліків базової технології виготовлення..

До одного з недоліків базової технології виготовлення можна віднести те, що технологія зварювання дна з обичайкою внутрішнього стакану була доцільною. У масовому виробництві доцільніше використовувати не не точкове дугове а автоматичне зварювання . Це зменшує час зварювання та нейтралізує ризик пов'язаний з нахождення зварника в стислих умовах . Ще одним з недоліків базової технології є те, що збирання деталей корпусу відбувалось з застосуванням застарілих технологій зварювання. Було вирішено спеціальні оснастки на слюсарній ділянці, після чого деталь зібрана на оснастці відправляється на ділянку зварювання, де вона встановлюється на зварювальний маніпулятор. У масовому виробництві такий технологічний маршрут не доцільніший, тому що займає менше часу на встановлення та зняття оснастки з маніпулятора.

Спроектована спеціальна технологічна оснастка для збирання і зварювання. Підібрано технологічне обладнання для зварювання (зварювальний автомат, колона, маніпулятор, джерело живлення зварювальної дуги). Розроблена маршрутна карта технологічного процесу. Спроектована дільниця збирання і зварювання ємностей. Проведено техніко – економічне обґрунтування дипломного проекту. Розроблена технологія виготовлення корпусу є економічно вигідною, оскільки повна собівартість виробу в цьому випадку на 30 % менша у порівнянні з повною собівартістю у базовій технології. Розроблені загальні заходи з техніки безпеки і охорони навколишнього середовища.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Зубченко, А.С. Марочник сталей и сплавов [Текст] / под ред. А.С. Зубченко. – М.: Машиностроение, 2003. – 784 с.
2. Макарова, Э.Л. Свариваемость материалов: справочное пособие [Текст] / под редакцией Макарова, Э.Л. - М.: Металлургия, 1991. - 528 с.
3. Каховский, Н.И. Сварка высоколегированных сталей [Текст] / Каховский, Н.И. Киев: Техника, 1975.-376 с.
4. Ульянин, Е.А. Коррозионностойкие стали и сплавы. Справочник [Текст] / Ульянин Е.А М.: Металлургия, 1980.-208 с.
5. Шепель, Г.Г. Повышение коррозионной стойкости и надежности труб из аустенитных и аустенитно-ферритных сталей [Текст] / Г.Г. Шепель, В.С. Вахрушева, Т.А. Дергач, С.А. Панченко, А.А. Терещенко // Сталь. - №12. - С. 59-60.
6. Куркин, С.А. и др. Технология, механизация и автоматизация производства сварных конструкций. Атлас [Текст] / Куркин, С.А.М.: Машиностроение, 1989.
7. Рыжков, Н.И. Производство сварных конструкций в тяжелом машиностроении [Текст] / Рыжков, Н.И. М.: Машиностроение, 1983.
8. Виноградов, В.С. Технологическая подготовка производства сварных конструкций в машиностроении [Текст] / Виноградов, В.С. М.: Машиностроение, 1981.
9. РД 26.17-051-85 Полуавтоматическая сварка химической и нефтяной аппаратуры из углеродистых и низколегированных сталей в защитной среде углекислого газа.
10. Потапьевский А.Г. Сварка в защитных газах плавящимся электродом. Часть 1. Сварка в активных газах [Текст] / А.Г. Потапьевский – Киев: Екотехнология, 2007. – 192 с.
11. Биковський О. Г., Довідник зварника. [Текст] / Биковський О. Г.,

Піньковський І. В. – К,: Техніка, 2002. – 336 с.

12. Сварка и контроль качества сварки. Технологическая инструкция 77.25290.00074. – ЗМКБ “Прогресс” им. А.Г. Ивченко, 1988 – 147 с

13. Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни “Контроль якості зварювання” для студентів спеціальності 7.092301 та 7.092303 усіх форм навчання / Укл. Доц. Матвіїшин Є.М – Запоріжжя: ЗНТУ, 2008 – 67 с.

14. Гитлевич А.Д. Техническое нормирование технологических процессов в сварочных цехах.[Текст] / А.Д. Гитлевич, Л.А. Животинский, Д.Ф. Жмакин – М.: МАШГИЗ, 1962. – 172 с.

15. Леженко Э.А. Методические указания по экономическому обоснованию дипломных проектов для студентов специальности «Оборудование и технология сварочного производства». [Текст] / Э.А. Леженко – Запорожье: ЗГТУ. – 2005. – 36 с.

16. Методичні вказівки до розділу охорона праці та безпека в галузі до дипломного проекту для студентів спеціальності 8.092301 "Технологія та устаткування зварювання", 8.092303 “Технологія та устаткування відновлення та підвищення зносостійкості машин і конструкцій” [Текст] / Нестеров, А.В. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2011. – 36с.

[illegible]

[illegible]

Копировал

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				<u>Документация</u>		
				<u>Детали</u>		
д/к		1		Склад сировини	1	
д/к		2		Установка плазмового різання	1	
д/к		3		Склад різаних заготовок	1	
д/к		4		Вальцювальна ділянка	1	
д/к		5		Склад звальцьованих обичайок	1	
A1		6	ГКІЮ 13782018. 005	Ділянка збирання та прихвачення обичайок	1	
д/к		7		Склад зібраних обичайок	1	
A1		8	ГКІЮ 13782018. 002	Ділянка автоматичного зварювання обичайок	1	
д/к		9		Склад зварених обичайок	1	
A1		10		Ділянка зварювання ребер жорсткості	1	
д/к		11	ГКІЮ 13782018. 004	Стенд для прихвачення ребер жорсткості до корпусу	1	
д/к		12		Склад складальних одиниць	1	
д/к		13		Склад зібраних корпусів	1	
A1		14	ГКІЮ 13782018. 003	Ділянка автоматичного кільцевих швів	1	
д/к		15		Ділянка контролю якості	1	
д/к		16		Склад готових виробів	1	
д/к		17		Кран балка $Q=3\text{Тон.}$	1	
д/к		18		Балонна рама	2	

ГКІЮ 13782018. 008

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Панько А.С.		16.12.14
Пров.		Буковський В.Г.		16.12.14
Т.контр.		Нетребока В.В.		
Н.контр.				
Утв.		Вичніков		

План

дільниці

Лист	Лист	Листов
	1	1
ЗНТУ. каф. ОТЗВ		
група Іф-413м		

ДОДАТОК А

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

Розроб.	Панько		4.12.18
Перевір.	Биковський		4.12.18
Н. контр.	Нетребко		
Листів 5		Лист 1	

	ГКІЮ 13782018	
	ДП	

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

УЗГОДЖЕНО

КОМПЛЕКТ ДОКУМЕНТІВ

ЗАТВЕРДЖУЮ

Овчинников Олександр

Володимирович

Нормоконтроль: В.В. Нетребко

Дата

Впровадження у виробництво

Акт № _____ Дата _____

Зав. кафедрою ОТЗВ: Овчинніков О.В.

Дата 20.12.2018

Комплект документів

відповідає

ТД

[illegible]

Дубл.														
Взам.														
Подл.														
												Листів 5	Лист 3	
Розроб.			Панько									ГКІЮ 13782018		
Перевір.			Биковський											
Н. контр.			Нетребко											
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код найменування операції					Позначення документу				
Б	Код найменування обладнання				СМ	Проф.	Р	УТ	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тип	Тшт
К/М	Найменування деталі, збир. одиниці або матеріалу				Обозначение, код					ОП	ЕВ	ЕН	КИ	Н. расх
А 22					Транспортна <i>Слюсар. IV</i>									
О 23	Кран-балка <i>Q=3т</i>													
Б 24	Доставка зібраних обичайок									3				
А 25					Зварювання <i>Зварник, слюсар (IV; V)</i>									
О 26	Зварювання повздовжніх швів обичайок									91				
Б 27	Зварювальна колонна ВТ-2Б													
Б 28	Зварювальний автомат А1416													
Б 29	Джерело живлення ВДУ-506МТ													
Б 30	Роликовий стенд НГК-10													
М 31	09Г2С, 10Х17Н15М3Т, флюси АН-26С, АН-348А													
М 32	Зварювальний дріт Св-07Х25Н12Г2Т									2,3				
Р 33	$d_e = 3 \text{ мм}; I_{зв} = 450-470 \text{ А}; U_d = 31...33 \text{ В}$ постійний струм зворотна полярність				<i>витрати флюсу 0,4 кг</i>									
М 34	Зварювальний дріт Св08Г2С									2,0				
Р 35	$d_e = 3 \text{ мм}; I_{зв} = 450...470 \text{ А}; U_d = 28...32 \text{ В};$ постійний струм пряма полярність				<i>витрати флюсу 0,3 кг</i>									
А 36					Збирання <i>Зварник, слюсар (IV; IV)</i>									
О 37	Прихвачення ребер жорсткості та опори									162				
Б 38	Установка для збирання обичайки з ребром жорсткості													
Б 39	Звар. Апарат ВДУ-504 Подаючий механізм Урал-5													
М 40	Св-07Х25Н12Г2Т, <i>звар суміш (Ag + CO₂)</i>									0,6				
Р 41	$d_e = 1,6 \text{ мм}; I_{зв} = 170-200 \text{ А}; U_d = 20...25 \text{ В}$ постійний струм зворотна полярність				<i>витрати флюсу 10 л/хв</i>									

Дубл.														
Взам.														
Подл.														
											Листів 5	Лист 4		
Розроб.			Панько								ГКНО 13782018			
Перевір.			Биковський											
Н. контр.			Нетребко											
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код найменування операції						Позначення документу			
Б	Код найменування обладнання				СМ	Проф.	Р	УТ	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпз	Тшт
К/М	Найменування деталі, збир. одиниці або матеріалу				Обозначение, код				ОП	ЕВ	ЕН	КИ	Н. расх	
М 22	Св08Г2С, зварюв. суміш (Ag+CO2)												0,62	
Р 23	d _e = 1,6 мм; I _{зв} = 260-280 А; U _д = 27...29В постійний струм пряма полярність, витрати газу 40 л/хв.													
А 24	Транспортна Слосор. IV													
О 25	Кран-балка Q = 3тон													
Б 26	Доставка зібраного корпусу												3	
27														
А 28	Зварювання зварюв. суміш. Слосор. (V, IV)													
О 29	Зварювання кільцевих швів обичайок												126	
Б 30	Зварювальна колонна ВТ-2Б													
Б 31	Зварювальний автомат А1416													
Б 32	Джерело живлення ВДУ-506МТ													
Б 33	Роликовий стенд НГК-10													
М 34	09Г2С, 10Х17Н15М3Т, флюси АН-26С, АН-348А													
М 35	Зварювальний дріт Св-07Х25Н12Г2Т												3,4	
Р 36	d _e = 3 мм; I _{зв} = 450-470 А; U _д = 31...33В постійний струм зворотна полярність, зміщення с зеніту 50мм, витрати флюсу 0,7кг.													
М 37	Зварювальний дріт Св08Г2С												3,6	
Р 38	d _e = 3 мм; I _{зв} = 450...470А; U _д = 28...32В; постійний струм пряма полярність зміщення с зеніту 50 мм, витрати флюсу 0,7кг.													
А 39	Транспортна Дорожні кн. персонал													
Б 40	Кран-балка Q = 3тон													
О 41	Доставка звареного корпусу												3	

