

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ВІДОКРЕМЛЕНИЙ СТРУКТУРНИЙ ПІДРОЗДІЛ «ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ
ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ ТЕРНОПІЛЬСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО
ТЕХНІЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ ІМЕНІ ІВАНА ПУЛЮЯ»

Відділення транспорту та інженерної механіки

Циклова комісія зварювальних технологій

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
до кваліфікаційної роботи

фахового молодшого бакалавра

на тему: Проект вдосконалення технологічного процесу виготовлення
баку АНОНА

Виконав: студент II курсу, групи ПМ-422ск
Спеціальності 131 «Прикладна механіка»

Назар РОМАНЮК

Керівник

Микола ПІДГУРСЬКИЙ

Рецензент

м. Тернопіль – 2024

ВІДОКРЕМЛЕНИЙ СТРУКТУРНИЙ ПІДРОЗДІЛ
«ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ ТЕРНОПІЛЬСЬКОГО
НАЦІОНАЛЬНОГО ТЕХНІЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ ІМЕНІ ІВАНА
ПУЛЮЯ»

Відділення _____ транспорту та інженерної механіки
Циклова комісія _____ зварювальних технологій
Освітньо-кваліфікаційний рівень _____ фаховий молодший бакалавр
Галузь знань _____ 13 Механічна інженерія
Спеціальність _____ 131 Прикладна механіка

ЗАТВЕРДЖУЮ
Голова циклової комісії
_____ Марія ДРАНІВСЬКА

«__» _____ 2024 року

З А В Д А Н Н Я

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

РОМАНІОКУ Назару Вікторовичу

Тема роботи _____ Проект _____ вдосконалення _____ технологічного _____ процесу
виготовлення баку АНОНА _____

Керівник роботи _____ ПІДГУРСЬКИЙ Микола Іванович _____
(прізвище, ім'я, по батькові)

затверджений наказом від _____ 17. 04. 2024 року № 4/9-185 _____

Термін подання студентом роботи _____ 20.06.2024р. _____

Вихідні дані до роботи _____ креслення виробу, базовий технологічний процес
виготовлення виробу _____

Зміст розрахунково-пояснювальної записки

1 АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ _____

1.1 Опис конструкції зварного виробу _____

1.2 Характеристика матеріалу зварного виробу _____

1.3 Технічні умови на виготовлення зварного виробу (зварної конструкції) _____

1.4 Аналіз базового технологічного процесу виготовлення зварного виробу
(конструкції) та постановка задач на виконання кваліфікаційної роботи _____

2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ _____

2.1 Технічне обґрунтування вибраного способу зварювання _____

2.2 Вибір зварювальних матеріалів _____

2.3 Вибір та розрахунок параметрів режиму зварювання _____

2.4 Вибір і обґрунтування зварювального устаткування _____

2.5 Вибір методу контролю якості виробу _____

2.6 Опис вибраного технологічного процесу виготовлення зварного
виробу (конструкції) _____

2.7 Нормування технологічного процесу виготовлення зварного виробу (конструкції) і витрат матеріалів та електроенергії

3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

3.1 Обґрунтування вибору типу пристосувань, які застосовуються при виготовленні виробу чи конструкції

3.2 Опис роботи зварювального пристосування

4 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ

4.1 Розрахунок кількості обладнання

4.2 Розрахунок кількості працівників

4.3 Визначення витрат і вартості основних матеріалів

4.4 Розрахунок фонду оплати праці

4.5 Калькуляція собівартості деталі

4.6 Розрахунок суми капіталовкладень для розробленого технологічного процесу та його економічної ефективності

4.7 Основні техніко-економічні показники розробленого технологічного процесу

5 ОХОРОНА ПРАЦІ

5.1 Контроль і нагляд за станом охорони праці на підприємстві

5.2 Наслідки впливу електричного струму на організм людини

5.3 Обґрунтування вимог охорони праці та пожежної безпеки під час виготовлення баку АНОНА

Перелік графічного матеріалу

1. Технологічний процес виготовлення баку АНОНА – 1.0 (форм. А1)

2. Складальне креслення баку АНОНА – 1.0 (форм. А3)

3. Складальне креслення позиціонера Р6PS-100 – 1.0 (форм. А1)

4. Складальне креслення центратора зовнішнього – 1.0 (форм. А1)

Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Організаційно-економічний розділ	Оксана РЕДЬКВА, викладач	(підпис) (дата)	(підпис) (дата)
Охорона праці	Любов КИЦКАЙ, викладач	(підпис) (дата)	(підпис) (дата)

Дата видачі завдання 20.05.2024р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналітичний розділ	23.05.2024	
2	Технологічний розділ	27.05.2024	
3	Конструкторський розділ	05.06.2024	
4	Організаційно-економічний розділ	10.06.2024	
5	Охорона праці	13.06.2024	
6	Графічна частина	17.06.2024	
7	Перевірка на плагіат	19.06.2024	

Студент

(підпис)

Назар РОМАНЮК

(ім'я, прізвище)

Керівник роботи

(підпис)

Микола ПІДГУРСЬКИЙ

(ім'я, прізвище)

АНОТАЦІЯ

Процеси зварювання відіграють важливу роль при виготовленні металевих конструкцій будь-якого рівня складності. Особливістю технологічного процесу виготовлення баку АНОНА є вдосконалення вже наявного заводського варіанту зі зміною способу зварювання, обладнання, матеріалів та інших виробничих операцій. В загальному технологія виготовлення конструкції представлена заготівельними, складальними, зварювальними, опоряджувальними, допоміжними та контрольними операціями. Виконання економічних розрахунків дозволяє оцінити можливість доцільності застосування даного технологічного процесу у виробництві. Дотримання вимог техніки безпеки та охорони праці займають важливе місце у технологічних процесах виготовлення конструкцій, оскільки від цього безпосередньо залежить здоров'я працівників підприємства.

ANNOTATION

Welding processes have an important part in the manufacture technology of metal constructions. Complication of metal constructions can be of different levels. The feature of technological process are the improvement of factory process of the ANONA tank manufacturing. The main improvements are change welding process, equipment, materials and others operations of manufacture. The technological process of constructions manufacturing are present of technological operations, such as procurement, assembling, welding, equipment, additional and control. The economic calculations allow estimating the possibility of practical applying the technological process. The safety equipment and fire protection is consider in this report yet.

ЗМІСТ

	с.
ВСТУП	6
1 АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ	7
1.1 Опис конструкції зварного виробу	7
1.1.1 Технічні вимоги до зварного виробу	8
1.2 Характеристика матеріалу зварного виробу	9
1.3 Технічні умови на виготовлення зварної конструкції	12
1.3.1 Вимоги до матеріалів і напівфабрикатів	12
1.3.2 Вимоги до шорсткості, геометричності форми та розмірів	12
1.3.3 Вимоги до зварних з'єднань виробу	13
1.3.4 Вимоги до складання	14
1.3.5 Вимоги до якості зварної конструкції	15
1.4 Аналіз базового технологічного процесу виготовлення зварної конструкції та постановка задач на виконання кваліфікаційної роботи	15
2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ	18
2.1 Технічне обґрунтування вибраного способу зварювання	18
2.2 Вибір зварювальних матеріалів	19
2.3 Вибір та розрахунок параметрів режиму зварювання	22
2.4 Вибір і обґрунтування зварювального устаткування	26
2.5 Вибір методу контролю якості виробу	31
2.6 Опис вибраного технологічного процесу виготовлення зварної конструкції	32
2.6.1 Заготівельні операції	33
2.6.2 Складальні операції	35
2.6.3 Складально-зварювальні операції	36

					КР.422.17.00.00.000.ПЗ			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	Проект вдосконалення технологічного процесу виготовлення баку АНОНА Пояснювальна записка	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Розроб.</i>		<i>Романюк</i>						
<i>Перевір.</i>		<i>Підгурський</i>					4	77
<i>Реценз.</i>						ВСП «ТФК ТНТУ», гр. ПМ-422ск		
<i>Н. Контр.</i>		<i>Залуцька</i>						
<i>Затв.</i>		<i>Дранівська</i>						

2.6.4	Опоряджувальні операції	36
2.6.5	Допоміжні операції	37
2.6.6	Контроль якості	37
2.7	Нормування технологічного процесу виготовлення зварної конструкції і витрат матеріалів та електроенергії	38
3	КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ	41
3.1	Обґрунтування вибору типу пристосувань, які застосовуються при виготовленні конструкції.	41
3.2	Опис роботи зварювального пристосування	44
4	ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ	47
4.1	Розрахунок кількості обладнання	47
4.2	Розрахунок кількості працівників	52
4.3	Визначення витрат і вартості основних матеріалів	55
4.4	Розрахунок фонду оплати праці	56
4.5	Калькуляція собівартості виробу	61
4.6	Розрахунок суми капіталовкладень для розробленого технологічного процесу та його економічної ефективності	62
4.7	Основні техніко-економічні показники розробленого технологічного процесу	65
5	ОХОРОНА ПРАЦІ	67
5.1	Контроль і нагляд за станом охорони праці на підприємстві	67
5.2	Наслідки впливу електричного струму на організм людини	70
5.3	Обґрунтування вимог охорони праці та пожежної безпеки під час виготовлення баку АНОНА	72
	ВИСНОВКИ	74
	ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	75
	ДОДАТКИ	77

ВСТУП

На початках минулого століття розпочалось доволі інтенсивне використання зварювання з проведенням випробувань по технології, металургії, міцності і розроблення зварювального обладнання. Особливу роль в розвитку і становленні зварювання відіграв академік Є.О. Патон, який організував в Києві лабораторію, а потім Інститут електрозварювання, де були розроблені процеси механізованого зварювання під флюсом, створений метод електрошлакового зварювання та електрошлакового переплавлення і ін. Пізніше були розробки Б.Є. Патона і винайдення способу зварювання в космосі, створення наноматеріалів та зварювання живих тканин.

Розвиток зварювального виробництва, впровадження прогресивних способів зварювання підвищують вимоги щодо рівня підготовки зварників. Підвищення теоретичних знань і практичних навичок у роботі, засвоєння нових методів і прийомів зварювання при сучасному рівні виробництва є одним із основних завдань освоєння й впровадження у виробництво досягнень науки і техніки в галузі зварювання [1, с. 3, 4].

Вплив зварювання на економіку країни є досить суттєвим на сьогоднішньому етапі розвитку промисловості. Однак для подальшого його вдосконалення і розвитку потрібно модернізувати існуючі і запроваджувати нові технологічні процеси виготовлення зварних конструкцій, які відповідають рівню сучасних технологій та науковому прогресу. Впровадження науково-технічних досягнень у виробництво вимагає підвищення рівня знань фахівців, що також потрібно враховувати і у зварювальному виробництві.

					<i>КР.422.17.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

1 АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Опис конструкції зварного виробу

Бак АНОНА 1500 л призначений для зберігання різного роду продуктів, які можуть бути, як нейтральними, так і хімічно активними, що призводить до подальшого прискорення корозійних процесів. Вигляд конструкції показаний на рисунку 1.1.

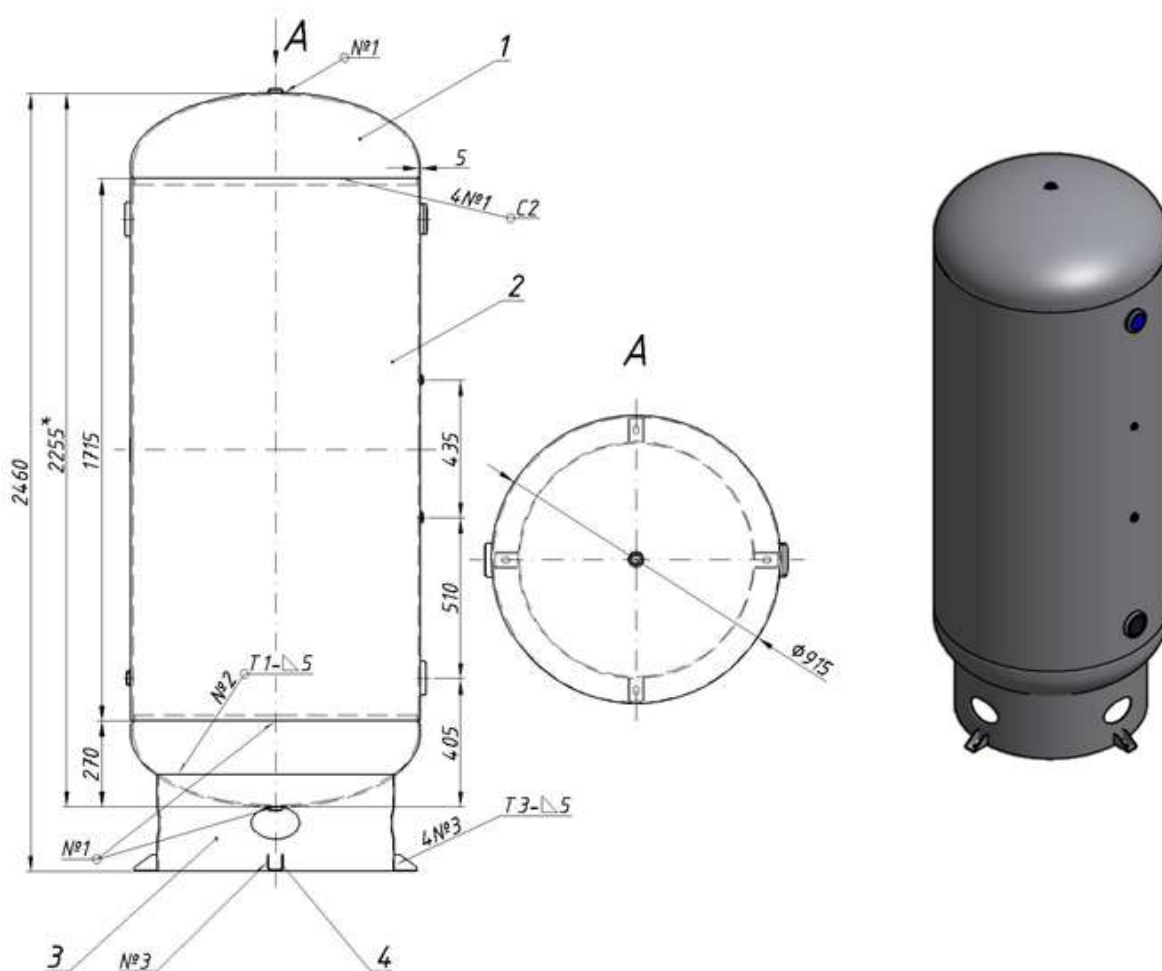


Рисунок 1.1 – Бак АНОНА 1500 л

1 – днище, 2 – обичайка, 3 – кільце, 4 – кронштейн

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КР.422.17.00.00.000.ПЗ

Арк.

7

Внутрішній об'єм баку АНОНА становить 1500 л. Ця конструкція є відповідальною, тому що працює під тиском і особлива увага повинна приділятися зварним з'єднанням, які повинні мати таку ж міцність, як і основний метал. Бак АНОНА складається із днищ 1, обичайки 2, кільця 3 та кронштейнів 4. Маса конструкції складає 745 кг, при наступних габаритних розмірах – $\varnothing 915 \times 2460$ мм. Зварні шви типу С2, Т1 та Т3 виконуються за один прохід. Зварювання виконується із зовнішнього боку без розроблення кромки. Складання під зварювання виконується із зазором між кромками 1,0 – 2,0 мм.

Основним елементом баку є обичайка циліндричної форми товщина якої складає 5 мм. Спосіб отримання обичайки – механічне різання, розроблення кромки та подальше вальцювання.

Іншими важливими елементами є днища випуклої форми, які також мають товщину 5 мм. Вони виготовляються методом штампування і подальшого торцювання на верстаті.

1.1.1 Технічні вимоги до зварного виробу

Виготовлення баку АНОНА 1500 л повинно виконуватись згідно технічних умов:

- конструкції, що працюють в умовах підвищеного тиску, повинні виготовлятися згідно технічних умов на виробництво посудин та затверджених виробничих інструкцій;
- застосування інших способів зварювання для виготовлення конструкції допускається тільки підтвердження їх технологічності, контролю властивостей зварних з'єднань та затвердженого висновку дослідницької лабораторії;
- перед виконанням процесу зварювання повинна перевірятись якість складених деталей, стан їх поверхонь та правильність скосу кромки;

					<i>КР.422.17.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

- при збільшених зазорах не рекомендується припасовувати кромки, тому що це призведе до появи додаткових напружень;
- виконання прихоплень тільки тими матеріалами, які рекомендують технічними умовами для даних посудин;
- потрібно забезпечити таку послідовність і порядок виконання зварювання, при якому будуть мінімальними внутрішні напруження, що виникатимуть у зварних з'єднаннях;
- в залежності від вибору способу і технології зварювання, залежить якість зварних з'єднань;
- допустимі відхилення конструктивних елементів зварних швів повинні відповідати стандартам;
- зварний шов повинен плавно переходити до основного металу без напливів та підрізів і мати гладку або рівномірну лускувату поверхню по довжині;
- всі деталі, що підлягають зварюванню повинні бути зачищені до металевого блиску від різних забруднень шириною 5-10 мм;
- при виконанні зварювальних робіт температура навколишнього середовища повинна бути не нижче +5°C;
- операція виконання складання повинна проходити під наглядом контролера із відділу технічного контролю.

1.2 Характеристика матеріалу зварного виробу

Матеріал для виготовлення конструкції вибирається в залежності від технічних умов на її виготовлення, креслення та відповідних стандартів. Конструкція має виготовлятися із якісних матеріалів, це підтверджується сертифікатами якості.

Вибір матеріалу для виготовлення баку АНОНА 1500 л має відповідати наступному:

					<i>КР.422.17.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

- добра зварюваність;
- забезпечення працездатності конструкції протягом заданого терміну експлуатації в різних кліматичних умовах;
- відповідний хімічний склад і механічні властивості;
- надійна експлуатація конструкції при дії на неї різних статичних і динамічних навантажень.

Враховуючи ці побажання найбільш придатною буде низьколегована сталь марки 09Г2С, яка зварюється всіма існуючими способами.

Для забезпечення доброї зварюваності потрібно враховувати технологію зварювання конструкції зі збереженням її хімічного складу.

Хімічний склад та механічні властивості сталі 09Г2С приведені в таблицях 1.1 і 1.2.

Таблиця 1.1 - Хімічний склад сталі 09Г2С у % [2]

C	Si	Mn	Cr	Cu	Ni	P	S
0,12	0,6 - 0,8	1,3-1,7	0,30	0,30	0,30	0,035	0,040

Таблиця 1.2 – Механічні властивості сталі 09Г2С [2]

Переріз, мм	σ_T , МПа	σ_B , МПа	δ_5 , %
До 10	не менше		
	345	490	21

Для виконання якісного з'єднання технологія зварювання повинна забезпечувати основну умову – це рівнозначна міцність металу основного і

шва та відсутність будь-яких дефектів. Як наслідок всі механічні властивості зварного з'єднання і біляшовної зони повинні бути не нижче цих же властивостей основного металу. Тільки в окремих випадках для конкретних умов допускаються деякі гірші властивості порівняно з основою, але це тоді, коли вже більше неможливо забезпечити кращу якість будь-якими прийомами. У зварних з'єднаннях не повинно бути тріщин, пор, будь-яких включень, напливів, підрізів та інших дефектів, які б призвели до зниження працездатності конструкції. Метал шва повинен мати достатню стійкість до переходу в крихкий стан.

Наявність деформацій конструкції після виконання зварювання повинна бути в межах допустимих норм і якщо це не впливає на її працездатність.

Отримання якісних зварних швів при прийнятій технології характеризується поняттям, що називається зварюваністю. В залежності від формування з'єднань вона може бути доброю, задовільною, обмеженою та поганою.

Зварюваність низьколегованої сталі 09Г2С визначають за еквівалентом вуглецю, який визначається за формулою [3, с.127]:

$$C_{\text{екв}} = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Si}{24} + \frac{Ni}{10} + \frac{Cr}{5} + \frac{Mo}{4} + \frac{Cu}{15} + \frac{V}{14} + 5B, \quad (1.1)$$

де C, Mn, Si, Ni, Cr, Mo, Cu, V, B – вміст хімічних елементів у сталі, %.

Підставивши значення, отримаємо:

$$C_{\text{екв}} = 0,12 + \frac{1,7}{6} + \frac{0,8}{24} + \frac{0,30}{10} + \frac{0,30}{5} + \frac{0,30}{15} = 0,54\%.$$

Виконавши розрахунки отримали $C_{\text{екв}}$ більшим 0,45%, це вказує на задовільну зварюваність цієї сталі і для формування якісних зварних з'єднань потрібний попередній підігрів, який виконується для того, щоб запобігти утворенню холодних тріщин після закінчення процесу зварювання.

					<i>КР.422.17.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

1.3 Технічні умови на виготовлення зварної конструкції

1.3.1 Вимоги до матеріалів і напівфабрикатів

Для виготовлення бака використовуються відповідні матеріали до яких пред'являються певні вимоги:

1) матеріали повинні відповідати стандартам та задовольняти технічні умови на виготовлення конструкції;

2) матеріали повинні постачатися з сертифікатами відповідності якості підприємства-постачальника, у випадку відсутності цієї документації є необхідність проведення додаткових випробувань на підприємстві, де здійснюється технологічний процес передбаченими нормами;

3) металопрокат, який використовується для виготовлення конструкції має бути очищений від різних забруднень, виправлений та проконтрольований на рівномірність розподілу домішок по перерізу та відсутності розшарувань.

Бак АНОНА 1500 л складається із деталей, до яких в свою чергу також висуваються певні вимоги:

- відсутність у прокатних деталях заусенець, відшарувань та необроблених кромки;

- при газовому різанні кромки повинні бути чистими, без грату, крапель, шлаку та напливів;

- наплавлення кромки можливе тільки в тому випадку, коли його не заперечує технологія;

- незаварені кратери, раковини, свищі в зварних з'єднаннях можуть бути виправлені тільки без порушень технологічного процесу.

1.3.2 Вимоги до шорсткості, геометричності форми та розмірів

Виготовлення конструкцій повинно виконуватись відповідно до

					КР.422.17.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

операцій технологічного процесу, в якому існують певні неточності, відхилення, які повинні знаходитись в полі допусків, які передбачені відповідними стандартами або технічними умовами на виготовлення подібних конструкцій. Так допускається відхилення зовнішнього діаметра обичайки $\pm 1\%$ від номінального розміру діаметра.

Зміщення кромки одна відносно іншої при стикуванні листів не повинно бути більшим 10% номінальної товщини листа.

Допустимі відхилення на зазор між кромками з примусовим формуванням кореня шва, при виконанні зварювання автоматичним способом – $\pm 1,5$ мм.

Показники шорсткості поверхонь приймаються наступними: при товщині деталі менше 60 мм – $R_z < 1000$ мкм, а якщо товщина деталей більша, то значення шорсткості вже не регламентується, але воно повинно знаходитись в полі допуску значень відповідного лінійного розміру.

Також потрібно врахувати можливість деформування конструкції при її кантуванні і транспортуванні та вживати певних заходів для збереження геометричної форми і розмірів, які були задані ще на етапі складання.

1.3.3 Вимоги до зварних з'єднань виробу

Бак АНОНА 1500 л відноситься до відповідальних конструкцій, тому при його виготовленні повинна бути рівномірність зварних з'єднань і основного металу, яка забезпечується повним проплавленням. Типи зварних з'єднань повинні задовольняти умову міцності, від якої залежить термін експлуатації конструкції. Так конструкція працює під тиском, то з'єднувальні кромки не повинні мати різну товщину. Оскільки бак зварюється протяжними швами, то найбільш придатним способом буде автоматичне зварювання під шаром флюсу, яке дозволяє отримувати якісні шви при повному проплавленні. В зварних швах не повинно бути дефектів, тому що вони слугуватимуть

					<i>КР.422.17.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

концентраторами напружень і в місцях їх великого зосередження можливе руйнування конструкції. Метал зварного з'єднання повинен мати достатню міцність і пластичність, що відповідають умовам експлуатації баку АНОНА 1500 л.

1.3.4 Вимоги до складання

Конструкція складається із деталей, які не повинні мати будь-яких забруднень, але крім того їх поверхні, які знаходяться в зоні виконання зварного шва повинні бути зачищені до металевого блиску шириною 10 – 20 мм, це дозволить уникнути забруднення металу шва і підвищити його якість.

Складання під зварювання бака повинно виконуватись із дотриманням наступних вимог:

- прихоплення повинні мати маленькі розміри, але величина і кількість їх повинна бути достатньою, щоб сформувати правильну геометрію конструкції, а в подальшому повністю переплавитись;
- виконання прихоплень виконується тими ж матеріалами, що і загальне зварювання;
- якщо виконані прихоплення неякісні, то їх потрібно видалити і заново накласти;
- складальні операції виконуються з використанням спеціального обладнання, яке дозволяє точно встановлювати елементи конструкції, із забезпеченням правильних зазорів, співвісності або перпендикулярності стиків та інше;
- наявність кратерів на закінченні зварного шва заборонена, їх потрібно заварювати, або шов закінчувати на вивідних планках;
- властивості сформованих швів повинні бути такими ж, як і в основного металу, але ніяк не гіршими.

					<i>КР.422.17.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

1.3.5 Вимоги до якості зварної конструкції

Якість баку АНОНА 1500 л характеризується безвідмовністю його роботи зі збереженням його важливих характеристик та безпечності для людей і довкілля протягом відведеного терміну служби. В нашому випадку конструкція є відповідальною, тому її якість залежить від певних чинників:

- використання придатного основного матеріалу, який задовольнить умови експлуатації;
- виготовлення якісних деталей в процесі заготівельних робіт;
- правильне встановлення і орієнтування деталей в складальному пристосуванні;
- виконання прихоплень необхідними зварювальними матеріалами із забезпеченням правильної геометричної форми конструкції, яка відповідає кресленню;
- використання відповідного зварювального обладнання, яке забезпечуватиме правильний режим зварювання;
- якісні шви без дефектів;
- контроль якості матеріалів, виконуваних робіт та готової продукції.

1.4 Аналіз базового технологічного процесу виготовлення зварної конструкції та постановка задач на виконання кваліфікаційної роботи

Технологічний процес зварювання баку АНОНА 1500 л складається із наступних етапів:

- 1) складання поздовжнього шва для формування обичайки;
- 2) зварювання поздовжнього шва обичайки;
- 3) складання першого кільцевого шва обичайки з днищем;
- 4) складання другого кільцевого шва обичайки з днищем;
- 5) зварювання кільцевих швів.

					<i>КР.422.17.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

Зварювання поздовжнього і двох кільцевих швів здійснюється автоматичним зварюванням під флюсом з використанням зварювальних головок.

Базовий технологічний процес має наступні режими зварювання:

Поздовжній шов обичайки баку.

Прихоплення виконати електродами марки УОНИ-13/45 – $d_{\text{ел}}=3$ мм, $I_{\text{зв}}=70-100$ А або АНО-4 – $d_{\text{ел}}=3$ мм, $I_{\text{зв}}=90-140$ А. Процес здійснюється постійним струмом зворотної полярності або напівавтоматом в CO_2 дротом Св-08Г2С – $d_e=1,2$ мм, $I_{\text{зв}}=170-180$ А, $U_d=30-32$ В, $V_{\text{под}}=360$ м/год, $Q_r=12-16$ л/хв.

Зварювання виконати під шаром флюсу 60-70 мм – $d_e=2$ мм, $V_{\text{под}}=177$ м/год, $I_{\text{зв}}=280-310$ А, $U_d=30-32$ В, $V_{\text{зв}}=18-18,5$ м/год.

Кільцевий шов обичайки з днищем.

Прихоплення виконати в CO_2 дротом Св-08Г2С – $d_e=1,2$ мм, $I_{\text{зв}}=170-180$ А; $U_d=30-32$ В; $V_{\text{под}}=360$ м/год, $Q_r=12-16$ л/хв. Довжина прихоплень 40-50 мм з кроком 60 мм.

В процесі зварювання потрібно слідкувати за віссю, щоб при обертанні конструкції кінець зварювального дроту був направлений в цент стика між розробленими кромками. Допускається максимально можливе його зміщення з zenіту назустріч обертанню – 50 мм.

Зварювати кільцевий шов під шаром флюсу АН-348А, дріт Св-08ГА, $d_{\text{ел}}=3$ мм, $I_{\text{зв}}=250-300$ А; $U_d=30-34$ В; $V_{\text{зв}}=30-32$ м/год. За 100 мм до замикання першого шва закінчити зварювання, очистити від шлаку і видалити дефектну частину шва, перекрити початок і кінець на 40...50 мм.

Зварювання поздовжніх швів виконується автоматом типу А-1416. Для складання цього типу швів використовуються спеціальні зовнішні центратори з гвинтовими притискачами. Зварювання кільцевих швів проходить на спеціалізованій установці, при цьому швидкість зварювання забезпечується

					<i>КР.422.17.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

обертанням виробу за допомогою обертача. Транспортування деталей, складових частин, а також конструкції в цілому виконується цеховим краном.

Існуючий технологічний процес виготовлення баку АНОНА 1500 л має деякі недоліки, які потрібно вдосконалити. А саме процес зварювання конструкції здійснюється покритими електродами, що утруднює процеси механізації та автоматизації. Удосконалень також потребує складально-зварювальна оснастка та зварювальне устаткування.

Враховуючи вищесказане є можливість вдосконалення технологічного процесу виготовлення баку АНОНА 1500 л, яка полягає в тому, що потрібно:

- замінити складально-зварювальне обладнання на більш продуктивне і технологічне;
- використання установки з пневмоприводом для виконання операції запресування днищ;
- змінити зварювальне обладнання на більш новіше, економніше;
- об'єднати різні процеси почергового складання в єдиний процес загального зварювання обичайки з днищами.

					<i>КР.422.17.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Технічне обґрунтування вибраного способу зварювання

Бак АНОНА може зварюватись будь-якими способами дугового зварювання. Однак при виборі потрібно враховувати геометричні розміри конструкції і товщину металу, вимоги, що ставляться до зварних з'єднань та програму випуску.

Найбільш доцільними для даного баку буде використання автоматичних способів зварювання, тому що шви великої довжини та розміщені в доступних місцях. Крім того конструкція має форму тіла обертання, а це дозволяє використовувати пристосування, що забезпечать її обертання зі зварювальною швидкістю для виконання кільцевих швів.

Кожен спосіб має свої переваги і недоліки. Так ручне дугове зварювання покритими електродами має високу універсальність та простоту процесу, але продуктивність невисока порівняно з другими способами зварювання. Напівавтоматичне в захисних газах має високу маневреність, універсальність, але характеризується також високим розбризуванням дроту, що забруднює поверхні деталей, які зварюються. Автоматичне зварювання під флюсом володіє найбільшою продуктивністю процесу, тому що він автоматичний, можливість зварювати великі товщини за один прохід та надійний захист зони зварювання, що забезпечує високу якість з'єднань, але цей спосіб має обмежене використання через невисоку маневреність і здатність утворювати шви тільки в нижньому положенні.

Враховуючи всі переваги і недоліки кожного з способів, зварювання баку АНОНА 1500 л буде виконуватися автоматичним зварюванням під флюсом. Тому що форма конструкції та використовуване обладнання забезпечать можливість виконання зварювання у нижньому положенні при високій продуктивності процесу.

					<i>КР.422.17.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

Схема виконання автоматичного зварювання під флюсом показана на рисунку 2.1.

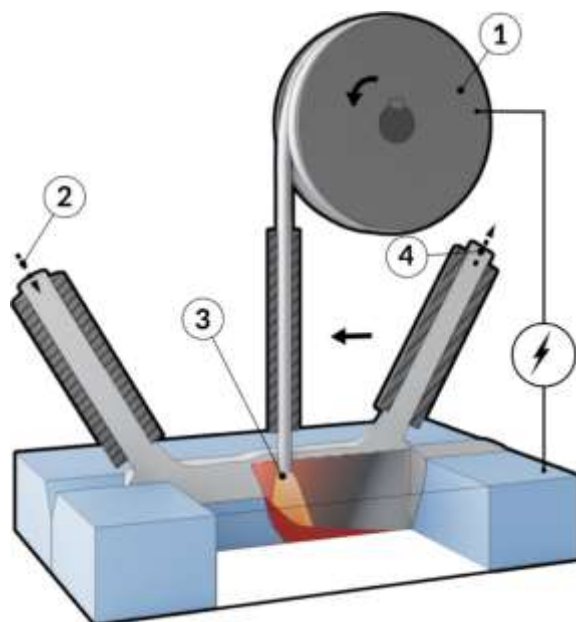


Рисунок 2.1 - Схема автоматичного зварювання під флюсом

1 – котушка зі зварювальним дротом; 2 – флюсоподавач; 3 – зварювальна дуга; 4 флюсовідсмоктувач

В цьому процесі захист розплавленого металу відбувається розплавленим флюсом, який подається із флюсоподавача 2 і плавиться за рахунок тепла зварювальної дуги 3, яка збуджується при контакті зварювального дроту котушки 1 з основним металом, залишки нерозплавленого флюсу видаляються з поверхні шва флюсовідсмоктувачем 4.

2.2 Вибір зварювальних матеріалів

Бак АНОНА 1500 л виготовляється із конструкційної низьколегованої сталі марки 09Г2С.

В процесі виготовлення конструкції зварні з'єднання мають володіти не тільки достатньою міцністю, але і бути пластичними, тому ці характеристики

					КР.422.17.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

відповідають за їх експлуатаційну надійність. Тому вибрані зварювальні матеріали мають формувати зварні з'єднання, що мають відповідні механічні властивості згідно технічних умов, які пред'являються для виготовлення посудин. Потрібно також врахувати, що легування шва елементами, які входять до складу основного металу не дуже добре, так як це дозволить підвищити його міцність, але пластичність при цьому буде меншою. Однак невеликий відсоток легування металу шва за рахунок основного також можливий, тому що це підвищить властивості з'єднання до потрібного рівня.

Якщо для зварювання конструкції використовується низьколегований зварювальний дріт, то для забезпечення потрібної технологічної міцності, вміст у ньому вуглецю не повинен бути більшим ніж 0,15%. Легують, як правило зварювальний метал елементами, які в деякій степені дозволяють підвищити міцність, без суттєвого зниження його ударної в'язкості. Важливою вимогою, яка повинна виконуватися при зварюванні низьколегованих сталей – це отримання металу шва з гарантованими механічними властивостями, тому що це є важливо при експлуатації.

Вибір зварювального дроту залежить від:

- здатності забезпечувати потрібний хімічний склад наплавленого металу;
- гарного формування швів без утворення холодних тріщин;
- технологічних властивостей утворених з'єднань;
- продуктивності процесу зварювання.

Враховуючи марку основного металу, зварювання баку АНОНА 1500 л виконуватиметься дротом Св-08Г2С. Вміст марганцю і кремнію в складі дозволяє якісно розкислювати метал шва та забезпечувати високі механічні властивості.

Хімічний склад дроту Св-08Г2С приведено в таблиці 2.1.

					<i>КР.422.17.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

Таблиця 2.1 – Хімічний склад дроту Св-08Г2С [4, с. 76]

Вміст елементів, %						
С	Si	Mn	Cr	Ni	S	P
			не більше			
0,05- 0,11	0,70- 0,95	1,8-2,1	0,20	0,25	0,025	0,03

Флюс призначений для захисту зони зварювання, так як процес здійснюється дротом Св-08Г2С, то для нього рекомендують флюси АН-348А та ОСЦ-45.

Флюс АН-348-А масово використовується завдяки можливості виконання зварювання на підвищених швидкостях та зварювальним дротом меншого діаметра, цей флюс є склоподібним. Його використання забезпечує надійний захист металу шва без утворення дефектів, також спостерігається плавний перехід від зварного шва до основного металу.

Флюс АН-348-А забезпечує необхідні технологічні властивості зварного шва, що дуже важливо при зварюванні низьколегованих сталей, тому він рекомендується для зварювання різних конструкцій:

- кранів, дорожньої, будівельної та шахтної техніки та конструкцій металевих мостів;
- резервуарів, цистерн і різних ємкостей, які працюють під тиском.

Хімічний склад флюсу АН-348-А приведений в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Хімічний склад флюсу АН-348-А [4, с.108-109]

Вміст елементів, %								
SiO ₂	MnO	CaO	MgO	Al ₂ O ₃	CaF ₂	Fe ₂ O ₃	S	P
41-44	34-38	6,5	5-7,5	4,5	4-5,5	2,0	0,15	0,12

2.3 Вибір та розрахунок параметрів режиму зварювання

Для правильного формування зварних швів при зварюванні під флюсом потрібно правильно вибрати – розрахувати параметри режиму зварювання, а саме напругу на дузі, силу зварювального струму, швидкість подачі дроту і зварювання та діаметр електродного (зварювального) дроту.

Отримання необхідних показників міцності, а відповідно і експлуатаційної надійності забезпечується при таких умовах:

- а) коефіцієнт форми провару $\varphi_{np} = l/n$ - повинен бути в межах 0,8-4;
- б) коефіцієнт підсилення шва $\varphi_b = l/g$ - не повинен бути більшим ніж 7...10.

Розрахунок параметрів режиму зварювання під флюсом виконується за типом зварного з'єднання показаним на рисунку 2.2.

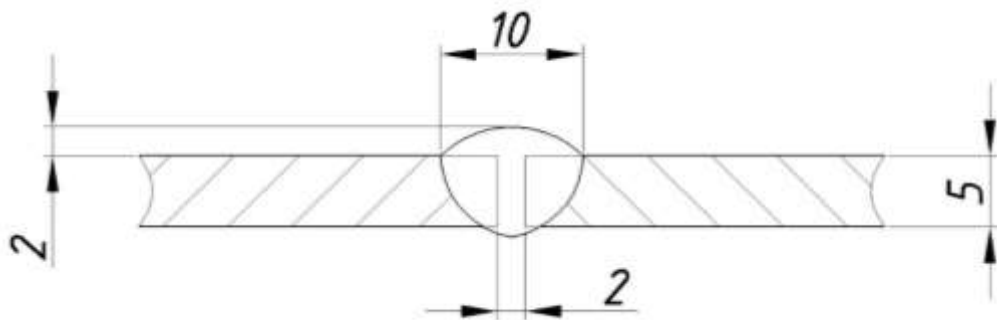


Рисунок 2.2 – Схема стикового з'єднання С2

При виготовленні обичайки баку використовується автоматичне зварювання під флюсом, його ескіз показаний на рисунку 2.2.

Силу зварювального струму визначаємо за формулою:

$$I_{зв} = \frac{h}{k} \cdot 100, \quad [5, \text{с.192}] \quad (2.1)$$

де h – глибина проплавлення, мм, при повному проплавленні, $h = 5$ мм;

κ – коефіцієнт пропорційності, величина якого залежить від умов проведення зварювання (рід струму, полярність), $мм/100А$.

Для електродного дроту діаметром 2 мм, $\kappa=1,45$ мм/100А [5, с.193].

$$I_{зв} = \frac{5}{1,45} \cdot 100 = 344,83 \sim 345 \text{ А.}$$

Зварювальний струм становить 345 А.

Діаметр електродного дроту визначається за формулою:

$$d_e = 1,13 \sqrt{\frac{I_{зв}}{j}} \quad [5, \text{с.193}] \quad (2.2)$$

де $I_{зв}$ – сила зварювального струму, А;

j – густина струму, А/мм²;

$$d_e = 1,13 \sqrt{\frac{345}{100}} = 2,1 \text{ мм.}$$

В даному випадку діаметр електродного дроту рівний 2 мм.

Напругу на дузі визначається за формулою:

$$U_d = 20 + \frac{50 \cdot 10^{-3}}{d_e^{0,5}} \cdot I_{зв} \pm 1, \quad [5, \text{с.194}] \quad (2.3)$$

де $I_{зв}$ – струм зварювальний, А;

d_e – діаметр електродного дроту, мм;

$$U_d = 20 + \frac{50 \cdot 10^{-3}}{2^{0,5}} \cdot 345 \pm 1 = 32,2 \text{ В.}$$

Приймаємо напругу на дузі 32 В.

Площа наплавленого металу в поперечному перерізі шва дорівнює сумі площ підсилення і величини зазору в у перерізі.

					<i>КР.422.17.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

Площа підсилення в поперечному перерізі шва визначається за формулою:

$$F_1 = 0,75 \cdot l \cdot q, \quad (2.4)$$

де l – ширина зазору шва, м;

q – величина підсилення шва, м;

$$F_1 = 0,75 \cdot 2 \cdot 10^{-3} \cdot 2 \cdot 10^{-3} = 3 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2.$$

Площу наплавленого металу в зазорі шва визначається за формулою:

$$F_2 = h_{ш} \cdot l + h_p \cdot \text{tg} \alpha \cdot h_p, \quad (2.5)$$

де $h_{ш}$ – висота шва, м;

l – ширина зазору шва, м;

h_p – висота розроблення, м;

α – кут розроблення;

$$F_2 = 5 \cdot 2 + 3 \cdot \text{tg} 30 \cdot 3 = 9,94 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2.$$

Тоді площа наплавленого металу в поперечному перерізі шва буде рівна:

$$F = F_1 + F_2, \quad (2.6)$$

де F_1 – площа поперечного перерізу підсилення шва, м^2 ;

F_2 – площа наплавленого металу в поперечному перерізі шва, м^2 ;

$$F = 3 \cdot 10^{-6} + 9,94 \cdot 10^{-6} = 12,94 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2.$$

Коефіцієнт наплавлення розраховується за формулою:

$$\alpha_n = A + B \cdot \frac{I_{3\phi}}{d_{ел}}, \quad [4, \text{с.246}] \quad (2.7)$$

					<i>КР.422.17.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де A – коефіцієнт пропорційності, при постійному струмі, $A=2,3$;

B – коефіцієнт пропорційності при постійному струмі, $B=0,065$;

$I_{зв}$ – сила зварювального струму, A ;

$d_{ел}$ – діаметр зварювального дроту, $мм$;

$$\alpha_n = 2,3 + 0,065 \cdot \frac{345}{2} = 13,5 \frac{г \cdot A}{год}$$

Швидкість подачі електродного дроту в зону зварювання визначається за формулою:

$$V_{п.д.} = \frac{4 \cdot \alpha_n \cdot I_{зв}}{\pi \cdot d_{ел}^2 \cdot \gamma}, \quad [4, с.246] \quad (2.8)$$

де α_n – коефіцієнт наплавлення, $г \cdot A/год$;

$I_{зв}$ – сила зварювального струму, A ;

π – геометрична константа, $\pi=3,14$;

$d_{ел}$ – діаметр електрода, $мм$;

γ – густина наплавленого металу, $кг/м^3$. Густина сталі рівна $7800кг/м^3$;

$$V_{п.д.} = \frac{4 \cdot 13,5 \cdot 345}{3,14 \cdot 2^2 \cdot 7,8} = 190,16 \text{ м/год}$$

Швидкість зварювання розраховується за формулою:

$$V_{зв} = \frac{\alpha_n \cdot I_{зв}}{F_n \cdot \gamma \cdot 100}, \quad [4, с.250] \quad (2.9)$$

де α_n – коефіцієнт наплавлення, $г \cdot A/год$;

$I_{зв}$ – сила зварювального струму, A ;

F_n – площа поперечного перерізу наплавленого металу, $м^2$;

γ – густина наплавленого металу, $кг/м^3$;

					<i>КР.422.17.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$V_{зв} = \frac{13,5 \cdot 10^{-3} \cdot 345}{12,94 \cdot 10^{-6} \cdot 7800 \cdot 100} = 35,32 \approx 35 \text{ м/год.}$$

Результати розрахунків параметрів режиму зварювання заносимо в таблицю 2.3.

Таблиця 2.3 – Параметри режиму автоматичного зварювання під флюсом стикового шва С2 баку АНОНА 1500 л

Діаметр електродного дроту, мм	Сила зварювального струму, А	Напруга на дузі, В	Швидкість зварювання, м/год	Швидкість подачі дроту, м/год
2	345	32	35	190

2.4 Вибір і обґрунтування зварювального устаткування

Автоматичне зварювання під флюсом здійснюється зварювальними головками – автоматами, які комплектуються джерелами живлення заданої потужності.

Зварювальна головка – автомат вибирається в залежності від конфігурації зварюваної конструкції, забезпечення потрібних параметрів режиму зварювання та конструктивних елементів зварних з'єднань.

Для забезпечення безперебійного процесу зварювання до зварювальних автоматів ставлять ряд вимог:

- налаштування потрібних режимів зварювання і їх стабільна підтримка протягом всього процесу;
- плавна подача дроту в зону зварювання;
- надійний захист зварювальної ванни від навколишнього середовища;
- зручний і надійний механізм подачі зварювального дроту.

Вибираючи зварювальне обладнання мають враховуватись експлуатаційна якість і техніко-економічні показники.

В нашому випадку, для зварювання кільцевих і повздовжніх швів використовуємо установку оснащену зварювальною головкою SAW серії MZ9-630B/C з контролерами для зварювання під флюсом.

SAW головка з високою ступінню надійності і продуктивності має наступні характеристики:

- цифровий індикатор; використовується для встановлення зварювального струму і напруги перед початком зварювання і для контролю параметрів в процесі зварювання; перемикач встановлює час зростання струму при запалюванні дуги;

- трьохпозиційний перемикач режимів встановлення параметрів запалювання дуги, зварювання і гасіння дуги (заварювання кратера);

- кольорові індикатори вибраних режимів;

- перемикач цифровий – встановлює час заварювання кратера;

- регулятори встановлення параметрів трьох режимів: запалювання дуги, зварювання і гасіння дуги; перемикач встановлює час допалювання дроту при закінченні зварювання;

- перемикач способу запалювання дуги і полярності.

Технічна характеристика зварювальної головки SAW серії MZ9-630B/C приведена в таблиці 2.4, а її загальний вигляд показаний на рисунку 2.3.

Контролер зварювальної головки містить:

- цифрові індикатори, які використовуються для встановлення зварювального струму і напруги перед початком зварювання і для контролю параметрів в процесі зварювання;

- ручку для встановлення зварювального струму;

- ручку для встановлення напруги на дузі;

- перемикач діаметрів використовуваного дроту;

- кнопку переміщення зварювального дроту вгору;

- кнопку переміщення зварювального дроту вниз;

- мережевий вмикач [6].

					<i>КР.422.17.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

Таблиця 2.4 - Технічна характеристика зварювальної головки SAW серії MZ9-630B/C [6]

Параметри	Значення
Діаметр електродного дроту, мм	2,0; 2,4; 3,2; 4,0
Спосіб запалювання дуги	дотиком/черканням
Швидкість зварювання, м/год	20–300
Кут нахилу зварювальної головки вліво/вправо °	45
Кут нахилу зварювальної головки вліво/вправо °	45
Об'єм ємкості для флюсу, л	8
Маса котушки для дроту, кг	25



Рисунок 2.3 –Зварювальна головка SAW серії MZ9 [6]

Для живлення зварювальної головки SAW серії MZ9, яка використовується для зварювання баку АНОНА 1500 л, приймаємо універсальний зварювальний випрямляч ZD5-630B (рис. 2.4).



Рисунок 2.4 – Універсальний зварювальний випрямляч ZD5-630B [7]

Універсальний зварювальний випрямляч ZD5-630B з тиристорним управлінням розроблений як джерело постійного струму для автоматичного зварювання під флюсом (SAW), ручного дугового зварювання покритими електродами (SMAW), електрошлакового зварювання (ESW) і повітряно-дугового стругання (САAG).

Зварювально-технологічні особливості універсального зварювального випрямляча ZD5-630B:

- функція компенсації коливань напруги мережі;
- зручне і ефективне тиристорне управління, що забезпечує високу якість зварювального струму; використання в конструкції джерела живлення зі схемою подвійного випрямляючого моста із зворотнім зв'язком, який гарантує низьку пульсацію дуги і добре крапельне перенесення металу при зварюванні на будь-яких струмах;
- мале споживання струму на холостому ході;
- зручна панель керування з цифровим дисплеєм, на якому виставляється струм і напруга зварювання, а в процесі зварювання показується їх реальне значення;

					<i>КР.422.17.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

- багатofункціональність джерела, яка дозволяє його використовувати для різних видів зварювання: дугове під флюсом (SAW), ручне дугове покритими електродами (SMAW), електрошлакове (ESW) і стругання вугільним електродом (CAAG);

- можливість роботи при повному навантаженні у важких умовах з високою температурою;

- можливість підключення потужного подавального механізму (використання для подачі наплавлювальної стрічки);

- плати керування, які покриті лаком [7].

Технічні характеристики випрямляча ZD5-630В приведені в таблиці 2.5.

Таблиця 2.5 – Технічні характеристики випрямляча випрямляч ZD5-630В [7]

Параметри	Значення
Напруга мережі живлення / фаз, В	380/3ф
Зварювальний струм при ПВ 100%, А	630
Напруга холостого ходу, В	68
Діапазон регулювання сили зварювального струму, А	100-630
Діапазон регулювання зварювальної напруги, В	24-44
Максимальна потужність, кВ·А	60
Габаритні розміри, мм:	
висота	900
ширина	580
довжина	880
Маса, кг	320

2.5 Вибір методу контролю якості виробу

Враховуючи специфіку конструкції, контролювати її якість можна всіма відомими методами.

Візуально-оптичний контроль якості може виконуватись методами зовнішнього огляду та контрольних замірювань. Переваги цього методу полягають в його простоті, універсальності, дешевизні та великій продуктивності виконання. Крім того цей спосіб має суттєвий недолік – ним можна контролювати тільки зовнішні дефекти зварних швів, внутрішні дефекти ним виявити неможливо. Тому в поєднанні з цим методом потрібно використовувати також інший метод неруйнівного контролю якості.

Завдяки своїй інформативності та безпечності виконання все більше застосовуються методи ультразвукової дефектоскопії.

Для контролю якості зварних з'єднань найбільше використовуються п'ять основних методи ультразвукового контролю. Перший з них – це імпульсний ехо-метод, або просто ехо-метод. Він базується на відбиванні ультразвукових коливань від нещільності (відбивача), при цьому амплітуда ехо-сигналу пропорційна площі цього відбивача.

Наступними за поширеністю використання можна вважати тіньовий і дзеркально-тіньовий методи. Вони засновані на зменшенні амплітуди ультразвукових коливань внаслідок наявності нещільності на їх шляху. Чим більший дефект, тим слабший сигнал, що приходить і фіксується на приймачі. Ультразвуковий промінь йде прямо від генератора до приймача через контрольований стик. Дзеркально-тіньовий метод відрізняється від тіньового тим, що реєструє зменшені ультразвукові коливання, які відбиваються від нижньої поверхні листа.

Відносно недавно з'явився ехо-дзеркальний метод ультразвукового контролю. Принцип його роботи полягає у порівнянні амплітуд зворотно-відбитого і дзеркально-відбитого сигналів від дефекту.

					КР.422.17.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

Інколи використовують також ехо-тіньовий метод, коли судять про наявність дефекту одночасно по ехо-імпульсу від нещільності та за послабленням відбитого сигналу.

Терміни та визначення акустичних методів регламентовані відповідним стандартом.

Схеми з'єднань шукачів обумовлені, як методом ультразвукового контролю, так і видом з'єднань. Широко використовується при ехо-методі суміщена схема, коли один п'єзоелемент служить спочатку випромінювачем зондувального імпульсу, а потім приймачем відбитого від дефекту сигналу.

В тіньовому і дзеркальному методах використовується роздільна схема з'єднання шукачів: один із них служить випромінювачем енергії від генератора, а інший приймає пройдений через контрольване з'єднання імпульс.

Для ехо-дзеркального та ехо-тіньового методів використовують роздільно-суміщену схему з'єднання двох шукачів, коли кожний із них може по чергово бути або випромінювачем, або приймачем [8, с. 71-72].

Сутність будь-якого методу контролю якості – це не тільки виявлення дефектів, це також визначення основних причин, що зумовили їх появу.

Враховуючи габарити конструкції та технологічний процес виготовлення, контроль якості баку АНОНА 1500 л проходить із використанням двох методів:

- зовнішнього огляду;
- ультразвукового ехо-методу.

2.6 Опис вибраного технологічного процесу виготовлення зварної конструкції

Перш ніж виготовити бак АНОНА 1500 л потрібно провести комплекс робіт, які стосуються заготівельних операцій, складання, зварювання,

					<i>КР.422.17.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

контролю якості та різних опоряджувальних і допоміжних операцій технологічного процесу.

2.6.1 Заготівельні операції

Ці операції описують методи і способи отримання заготовок. Тому виготовлення баку АНОНА можливе при виконанні:

- а) очищення;
- б) різання;
- в) вальцювання;
- г) штампування.

Очищення листового металопрокату проводиться на дробометній установці OMSG, загальний вигляд якої представлений на рис. 2.5. Зачищенню піддаються тільки забруднені листи, або частково забруднені.



Рисунок 2.5 – Вигляд дробометної установки OMSG [9]

Операцію різання проводять на механічних гільйотинних ножицях марки МНГ-13 (рис. 2.6) подача листів відбувається за допомогою спеціального обладнання.



Рисунок 2.6 –Механічні гільйотинні ножиці марки МНГ-13 [10]

Вальцювання виконується з метою формування обичайок із листового металопрокату, для цього використовується гідравлічний 3-валковий згинальний верстат KRB 2513 (рис. 2.7).



Рисунок 2.7 – Загальний вигляд гідравлічного 3-валкового згинального верстата KRB 2513 [11]

Штампуванням забезпечують утворення напівсферичної поверхні днищ, дану операцію, як правило проводять з металевими листами на гідравлічному пресі Formakine 1000T (рис. 2.8).



Рисунок 2.8 – Загальний вигляд гідравлічного пресу Formakine 1000T [12]

2.6.2 Складальні операції

Складання конструкції може виконуватись, як окрема технологічна операції, так і комплексно в поєднанні зі зварюванням.

На дану операцію відводиться найбільше часу серед всіх виконуваних робіт у технологічному процесі виготовлення конструкції. Тому потрібно вживати певних заходів для механізації та автоматизації процесу складання, якщо це дозволяє робити конфігурація конструкції та інші додаткові чинники.

В процесі складання потрібно витримати необхідні зазори в стиках, а також правильність розміщення деталей в просторі, які сформують майбутню конструкцію. Тому геометричні розміри виробу повинні відповідати кресленню і технічним умовам на виготовлення, якщо є присутні недопустимі відхилення, то виріб вважатиметься бракованим.

Для підвищення ефективності технологічного процесу виготовлення баку АНОНА 1500 л використовуються спеціальні пристосування.

					<i>КР.422.17.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

2.6.3 Складально-зварювальні операції

Ці операції можуть виконуватись суміщено або незалежно одна від другої.

Виконання складально-зварювальних операцій при виготовленні бака АНОНА полягає в наступному:

- прихоплювання сформованої обичайки;
- зварювання поздовжнього шва;
- торцювання днищ до обичайки та прихоплення складальної одиниці;
- зварювання кільцевих швів;
- прихоплення до конструкції кільця та їх подальше зварювання;
- прихоплення кронштейнів до кільця у місцях, які зазначені в креслення та їх загальне зварювання.

2.6.4 Опоряджувальні операції

Опоряджувальні операції виконуються з метою придання конструкції потрібного зовнішнього вигляду після виконання складально-зварювальних робіт. Виконання цих робіт проходить із застосуванням захисних окулярів Delta Plus Thunder Clear, слюсарного молотка Dnipro-M Ultra 400 г, зубила по металу Stanley 12 x 150 мм. Знімання нерозплавлених крапель металу та поверхневих шлакових включень відбувається за допомогою кутової шліфувальної машини Bosch Professional GWS 22-230 JH, яка показана на рисунку 2.9 та дискової щітки з плетеного дроту 180 x 22,2 мм Mastertool.



Рисунок 2.9 – Загальний вигляд кутової шліф машинки марки Bosch Professional GWS 22-230 JH [13]

					<i>КР.422.17.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

2.6.5 Допоміжні операції

До допоміжних операцій відноситься ремонт і налаштування обладнання на правильні режими роботи. Що стосується зварювального обладнання, то перед виконанням зварювання його потрібно налаштувати на розраховані чи підібрані параметри режиму, а саме встановити силу струму, напругу, швидкість подачі дроту, швидкість зварювання та витрати флюсу. Крім цього ще потрібно встановити на апарат котушку зварювального дроту потрібного діаметру.

Також в склад цих операцій входять різні транспортні та розвантажувальні роботи без якого технологічний процес виготовлення баку АНОНА був би неможливим.

2.6.6 Контроль якості

Контроль якості є невід'ємною частиною технологічного процесу. Він здійснюється на кожному етапі виготовлення конструкції. Контролюють якість, як матеріалів на наявність сертифікатів відповідності, так і технологічне устаткування, його справність та робочі характеристики.

Особливого контролю потребують зварні шви, так як вони є місцем накопичення дефектів та концентраторами напружень.

Для контролю якості баку АНОНА використовуються неруйнівні методи. Зовнішнім оглядом виявляються дефекти, які залягають на поверхні з'єднань. А для визначення внутрішніх дефектів використовується ультразвуковий контроль ехо-методом із застосуванням дефектоскопа Olympus OmniScan X3 (рис. 2.10).

					КР.422.17.00.00.000.ПЗ	Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 2.10 – Ультразвуковий дефектоскоп Olympus OmniScan X3 [14]

2.7 Нормування технологічного процесу виготовлення зварної конструкції і витрат матеріалів та електроенергії

Нормуванню витрат при автоматичному зварюванні під шаром флюсу є підлягають зварювальний дріт, флюс та загальні витрати електроенергії, яку споживає зварювальне устаткування. Суть нормування зводиться до визначення питомих показників, які при дуговому способі характеризують витрати зварювальних матеріалів на 1 метр зварного шва.

Розрахунок витрат при зварюванні баку АНОНА виконують для всіх типів з'єднань, згідно ДСТУ 3159-95 [15].

Витрати зварювального дроту для виконання зварювальних швів визначаються за формулою:

$$H_b = M \cdot k_b, \quad (2.10)$$

де M – маса наплавленого металу, кг;

k_b – коефіцієнт витрат матеріалу, що враховує технологічні втрати і відходи зварювальних матеріалів, $k_b=1,10$.

Маса наплавленого металу визначаються за формулою:

					КР.422.17.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

$$M = F \cdot \rho \cdot L, \quad (2.11)$$

де F_n – площа поперечного перерізу наплавленого металу шва, m^2 ;

ρ – густина наплавленого металу, $кг/м^3$;

L – довжина всіх швів виробу, $м$.

Згідно креслень довжина всіх швів становить, $L=9,7 м$.

$$M = 12,94 \cdot 10^{-6} \cdot 7800 \cdot 9,7 = 0,98 \text{ кг};$$

$$H_b = 0,98 \cdot 1,1 = 1,08 \text{ кг}.$$

Витрати флюсу АН-348-А для зварювання швів визначаються за формулою:

$$Q_\phi = H_b \cdot K_\phi, \quad (2.12)$$

де H_b – витрати зварювального дроту на зварювання шва, $кг$;

K_ϕ – коефіцієнт який враховує відношення маси витраченого дроту до маси витраченого флюсу, $K_\phi=1,7$;

$$Q_\phi = 1,08 \cdot 1,7 = 1,83 \text{ кг}.$$

Витрати електроенергії для кожного зварного шва визначаються за формулою:

$$Q_e = \frac{U_\delta}{\alpha_n \cdot n \cdot R_u}, \quad (2.13)$$

де R_u – коефіцієнт роботи дуги, $R_u=0,2$;

n – коефіцієнт пропорційності, $n=0,75$;

U_δ – напруга на дузі;

α_n – коефіцієнт наплавлення;

					<i>КР.422.17.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

$$Q_e = \frac{32}{17,74 \cdot 0,75 \cdot 0,2} = 12,03 \text{ кВт} \cdot \text{год.}$$

Час зварювання для кожного шва визначаються за формулою:

$$t_o = \frac{H_b}{I_{зв} \cdot \alpha_n}, \quad (2.14)$$

$$t_o = \frac{1,08 \cdot 10^3}{345 \cdot 17,74} = 0,18 \text{ год} \approx 11 \text{ хв.}$$

					<i>КР.422.17.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

3.1 Обґрунтування вибору типу пристосувань, які застосовуються при виготовленні конструкції

Пристосування, які використовуються для складання конструкції в процесі роботи повинні забезпечувати:

- встановлення і фіксування деталей повинно бути швидким, не трудомістким;
- відсутність додаткового розмічування;
- можливість встановлення виробу в найзручніше для зварювання положення;
- вимагається менша кваліфікація до персоналу, оскільки виріб буде жорстко закріплений.

Технологічне устаткування повинно мати таку конструкцію і будову, щоб його конструктивне виконання забезпечувало:

- механізацію виконуваних завантажувально-розвантажувальних і транспортних операцій;
- потрібну точність складання, яка відповідає кресленню;
- легко-доступність для можливості виконання складання, а також і зварювання;
- правильність і послідовність виконання складальних операцій без виконання додаткових переналаштувань;
- забезпечення розрахункового зусилля притискання для складальних деталей, без їх пошкодження, але із збереженням надійності;
- виконання зварювання в нижньому положенні для кращого формування швів;
- збереження установчих поверхонь пристосувань в чистоті та використовувати різні прийоми, які б зменшували їх зношування;

					КР.422.17.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

- безперешкодне знімання вже готового звареного виробу з пристосування;

- надійну і безпечну експлуатацію.

Для якісного виготовлення баку АНОНА 1500 л всі ці вимоги повинні бути неодмінно виконані.

В технологічному процесі виготовлення конструкції використання складально-зварювального устаткування дозволяє забезпечити: точні геометричні розміри при виготовленні складальної одиниці або конструкції в цілому, полегшити та прискорити складально-зварювальні операції, загальне зниження трудомісткості технологічного процесу, зменшення відсотка використання ручної праці, відсутність залишкових деформації після виконання процесу зварювання.

Тому використання у зварювальному виробництві складально-зварювального обладнання та пристосувань необхідне для фіксації деталей конструкції в проектному положенні та подальшого їх закріплення.

Для цього в устаткуванні використовуються установчі елементи (фіксатори), які формують базові поверхні пристосування та фіксують заготовку у проектному положенні при виконання складальних робіт за правилами базування (опорних точок).

Фіксатори повинні відповідати наступним вимогам:

- забезпечення необхідної точності установлення деталей зварного виробу;

- зручність установлення деталей в складальному пристрої;

- вільний доступ до місць виконання прихоплень та зварювання;

- достатня міцність та жорсткість, що відвертає деформацію виробу в процесі зварювання;

- забезпечення можливості вільного знімання звареного виробу з пристрою.

					<i>КР.422.17.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

Для установлення та нерухомого закріплення деталі при складанні необхідно позбавити її 6-ти ступенів свободи, тобто забезпечити шість точок опори для кожної деталі. Три точки опори фіксують установочну поверхню, за котру вибирають найбільшу за площею або механічно оброблену. Дві точки опори фіксують напрямну поверхню, а одна точка опори фіксує упорну поверхню. Бажано кожну деталь вузла, що складається, фіксувати незалежно [16, с.116].

Складання та зварювання баку АНОНА виконується із застосуванням позиціонера Р6PS-100, який показаний на рисунку 3.1.

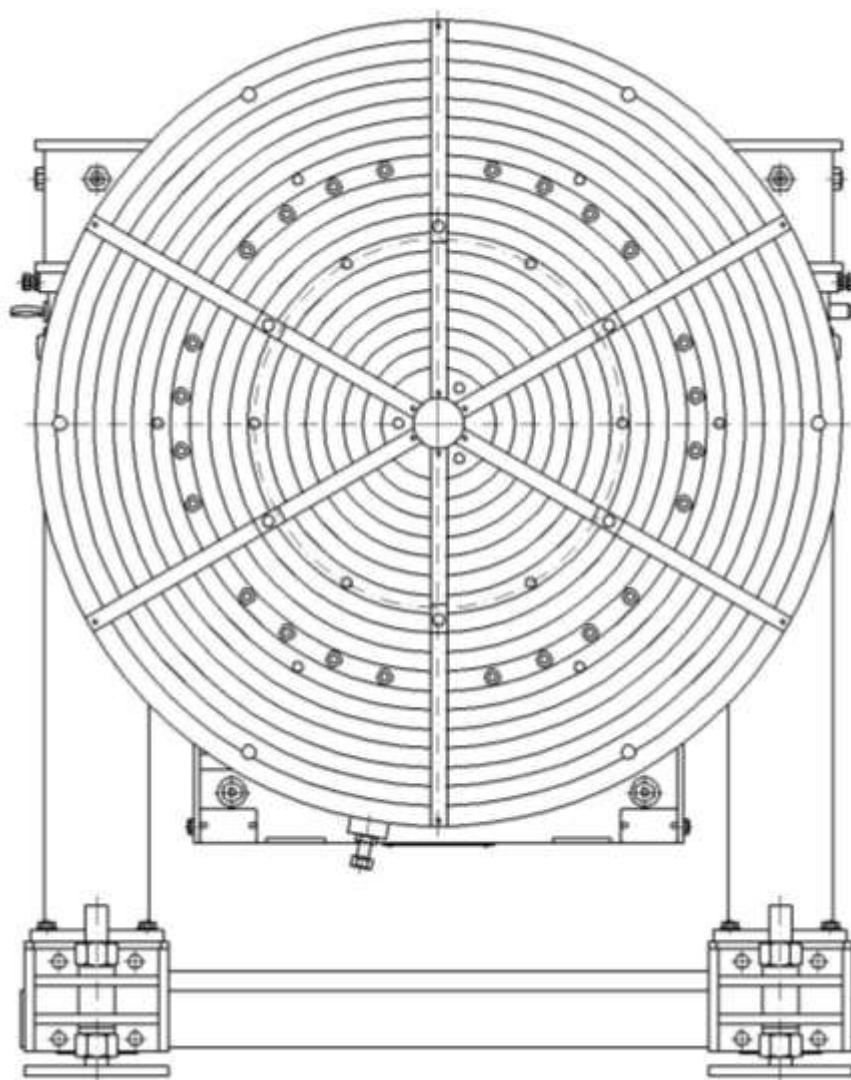


Рисунок 3.1 – Позиціонер Р6PS-100

					КР.422.17.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

Для забезпечення виконання якісного зварювання необхідно правильне стикування обичайки з днищами, тому для цього застосовуються спеціальні пристосування – зовнішні центратори, один з яких зображений на рисунку 3.2.

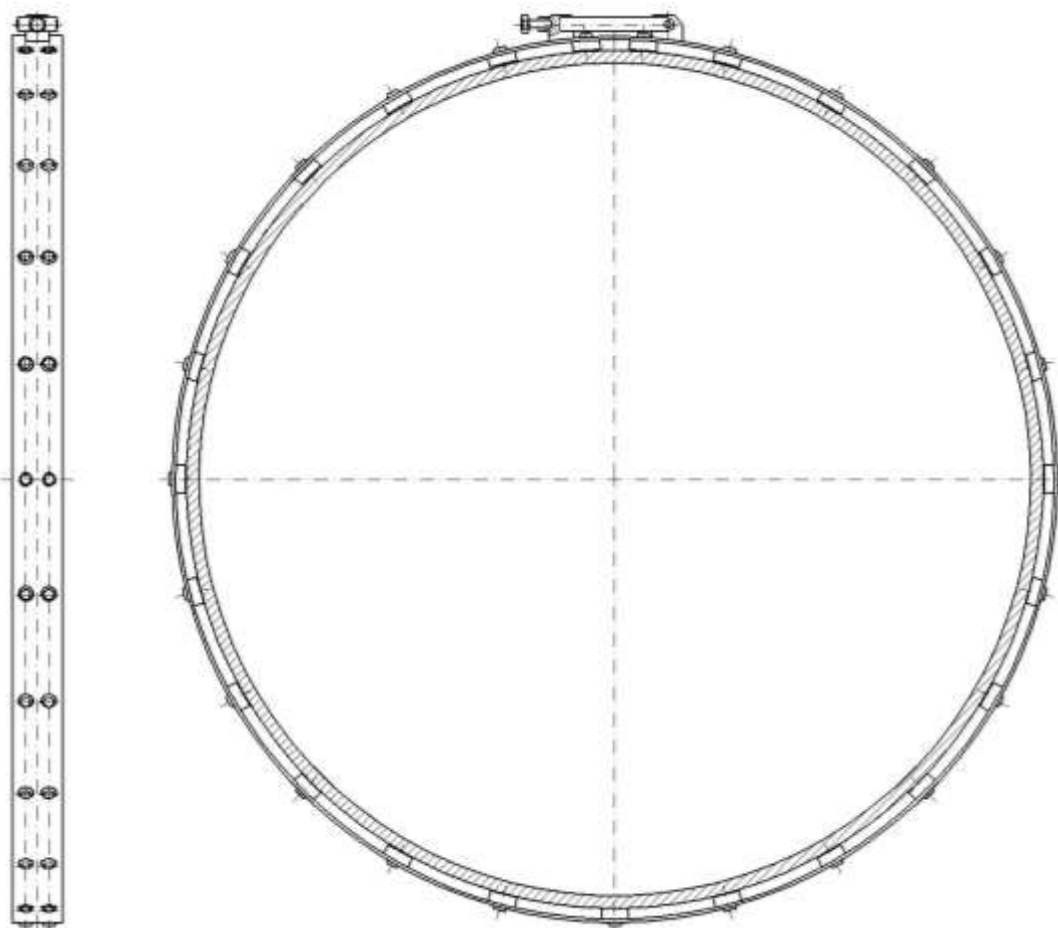


Рисунок 3.2 – Центратор зовнішній

3.2 Опис роботи зварювального пристосування

Технологічна схема виготовлення баку АНОНА 1500 л повинна відповідати таким вимогам:

- виконання складально-зварювальних операцій в ході проведення яких має бути забезпечена відповідна точність складання, кількість і порядок виконання зварних з'єднань та мінімальні залишкові внутрішні напруження;

					КР.422.17.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

- використання прогресивної технології складання зі зменшеною трудомісткістю робіт;
- легкість транспортування деталей конструкції з одного робочого місця на інше;
- менша кількість переустановлень конструкції при виконанні складально-зварювальних операцій;
- простота виконання процесу складання.

Враховуючи вищенаведені вимоги, вибираємо наступний порядок складання і зварювання конструкції. Виготовлення зварної конструкції складається з п'яти етапів складально-зварювальних операцій. Послідовність виконання складальних і зварювальних операцій представлена на кресленнику проекту.

Перший етап полягає у складанні і виконанні прихоплень на поздовжньому стику обичайки. Другий етап полягає у зварюванні поздовжнього шва обичайки. Третій етап складально-зварювальних операцій – це складання днищ з готовою (звареною) обичайкою і прихоплювання днищ до обичайки. Четвертий етап полягає у зварюванні двох кільцевих швів з'єднань обичайки з днищами одночасно. Прихоплення днищ до обичайки виконується одночасно з метою збільшення продуктивності праці технологічного процесу. Останнім п'ятим етапом виготовлення є приварювання кільця разом із кронштейнами до сформованої складальної одиниці.

Для точності та надійності закріплення деталей при складанні і зварюванні, на складальному устаткуванні монтуються притискні механізми, які повинні відповідати наступним вимогам:

- забезпечення необхідного напрямку дії сили притиску заготовок, що виключало б зсуви та перекидання заготовок відносно установочних баз;
- забезпечення розрахункової сили притиску заготовок протягом процесу складання та зварювання виробу;

					<i>КР.422.17.00.00.000.ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		45

- притискачі не повинні спричиняти деформацію деталей та пошкодження їх поверхонь;
- швидкодія притискних механізмів;
- зручність та безпека в експлуатації;
- вільне знімання складеного виробу з пристрою;
- зручний доступ до притискачів для приведення їх у дію;
- надійне закріплення деталей протягом складання та зварювання;
- вільний доступ до місць виконання прихоплень та зварювання швів [16, с.127].

					<i>КР.422.17.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

4 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ

4.1 Розрахунок кількості обладнання

Всі вихідні дані, необхідні для розрахунку наведені в таблицях 4.1 і 4.2.

Таблиця 4.1 - Характеристика баку АНОНА 1500 л

Показник	Одиниці вимірювання	Кількісна чи вартісна оцінка	
		фактичні дані	проектні дані
Габаритні розміри виробу	мм	ø915x2460	
Сума витрат по видах та марках основних матеріалів на виріб:			
металевий прокат 09Г2С	кг	745	
зварювальний дріт Св-08Г2С	кг	1,1	
зварювальний флюс АН-348-А	кг	1,8	
Розміри поворотних відходів на виріб	кг	17,5	
Ціна придбання матеріалу за кг:			
профільний прокат:			
Сталь 09Г2С	грн	49,0	48,8
зварювальний дріт Св-08Г2С	грн	137	135,5
зварювальний флюс АН-348-А	грн	57,9	55,5
Ціна реалізації поворотних відходів	грн	70	

Таблиця 4.2 - Характеристика технологічного процесу виготовлення баку АНОНА 1500 л

Зміст операції	Варіанти	Устаткування		Інструменти		Розряд роботи	Штучні норми часу
		Назва	Ціна, грн	Назва	Ціна, грн		
1	2	3	4	6	7	8	9
Заготівельні	$\frac{3}{II}$	Дробометна установка OMSG, ножиці гільйотинні МНГ-13	317000 296000	окуляри зах. Delta Plus Thunder Clear	315	IV	$\frac{5,5}{5,3}$
Формозмінні	$\frac{3}{II}$	Гідр. згинальний верстат KRB 2513, прес гідр. Formakine 1000T	1350000 1500000	слюсарний молоток Dnipro-M Ultra 400 г	150	IV	$\frac{5,6}{5,5}$
Складання	$\frac{3}{II}$	Позиціонер P6PS-100	411000	слюсарний молоток Dnipro-M Ultra 400 г	150	IV	$\frac{7,1}{6,3}$
Зварювання	$\frac{3}{II}$	Зв.головка SAW серії MZ9, універс. зварюв. випрямляч ZD5-630B	120000 95000			IV	$\frac{5,7}{5,4}$
Зачищування	$\frac{3}{II}$	Кутова шліф. машина Bosh Professional GWS 22-230 JH	3940	окуляри зах. Delta Plus Thunder Clear щітка дискова Mastertool 180x22,2, зубило Stanley 12 x 150 мм	315 195 175	III	$\frac{5,4}{4,5}$
Контроль якості	$\frac{3}{II}$	УЗ дефектоск. Olympus OmniScan X3	210000	збільш. лупа THE "EYE" GARDNER 5x	305	VI	3,5
Транспортні операції	$\frac{3}{II}$	Кран підвісний	356000			IV	2,1

Штучна норма часу:

а) по технологічних операціях: по заводу 32,8;

по проекту 30,5;

б) по допоміжних і транспортних операціях: по заводу 2,1;

по проекту 2,1.

Загальна штучна норма часу: по заводу 34,9;

по проекту 32,6.

Для виготовлення баку АНОНА 1500 л застосовується технологічна форма організації виробництва. Режим роботи на ділянці приймаємо перервний при одній зміні в день. Дійсний фонд часу роботи устаткування визначаємо за формулою [17, с.9]:

$$\Phi_{yc} = D_{роб} \cdot S \cdot g \cdot (1 - K_p), \quad (4.1)$$

де $D_{роб}$ ~ кількість робочих днів в році, $D_{роб} = 253$ дні;

S - кількість робочих змін в добу;

g - тривалість зміни, год;

K_p - нормативний коефіцієнт простою устаткування в ремонті, обумовлений конструктивними та виробничими характеристиками, $K_p = 0,03 \dots 0,1$.

$$\Phi_{yc} = 253 \cdot 1 \cdot 8 \cdot (1 - 0,05) \approx 1903 \text{ год.}$$

Потреба в устаткуванні (робочих місцях) розраховується по кожній операції технологічного процесу або по сумі трудомісткості операцій, що виконуються на однотипному устаткуванні.

Розрахунок проводять за формулою [17, с.10]:

$$n = \frac{T_{ит} \cdot B_{пр}}{\Phi_{yc} \cdot K_{вн}}, \quad (4.2)$$

					КР.422.17.00.00.000.ПЗ	Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де $T_{шт}$ - штучний час на операції, що виконуються на однотипному устаткуванні, нормованих в машино-год. (таблиця 4.2);

$K_{вн}$ – коефіцієнт виконання, $K_{вн}=1,5$.

$B_{пр}$ – програма випуску продукції, у нашому випадку $B_{пр} = 1500 шт.$

Кількість робочих місць для виконання заготівельних операцій при виготовленні баку АНОНА 1500 л становить:

- заводський варіант:

$$n = \frac{5,5 \cdot 1500}{1903 \cdot 1,5} = 2,89 \approx 3 \text{ шт.},$$

- проектний варіант:

$$n = \frac{5,3 \cdot 1500}{1903 \cdot 1,5} = 2,79 \approx 3 \text{ шт.}$$

Для виконання формозмінних операцій кількість робочих місць рівна:

- заводський варіант:

$$n = \frac{5,6 \cdot 1500}{1903 \cdot 1,5} = 2,94 \approx 3 \text{ шт.},$$

- проектний варіант:

$$n = \frac{5,5 \cdot 1500}{1903 \cdot 1,5} = 2,89 \approx 3 \text{ шт.}$$

Для виконання складання кількість робочих рівна:

- заводський варіант:

$$n = \frac{7,1 \cdot 1500}{1903 \cdot 1,5} = 3,73 \approx 4 \text{ шт.},$$

- проектний варіант:

					<i>КР.422.17.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$n = \frac{6,3 \cdot 1500}{1903 \cdot 1,5} = 3,31 \approx 3 \text{ шт.}$$

Для виконання процесу зварювання кількість робочих місць становить:

- заводський варіант:

$$n = \frac{5,7 \cdot 1500}{1903 \cdot 1,5} = 3 \text{ шт.}$$

- проектний варіант:

$$n = \frac{5,4 \cdot 1500}{1903 \cdot 1,5} = 2,84 \approx 3 \text{ шт.}$$

Кількість робочих місць для зачищення зварних швів:

- заводський варіант:

$$n = \frac{5,4 \cdot 1500}{1903 \cdot 1,5} = 2,84 \approx 3 \text{ шт.}$$

- проектний варіант:

$$n = \frac{4,5 \cdot 1500}{1903 \cdot 1,5} = 2,37 \approx 2 \text{ шт.}$$

Кількість робочих місць для контролю якості виробу (за двома варіантами):

$$n = \frac{3,5 \cdot 1500}{1903 \cdot 1,5} = 1,84 \approx 2 \text{ шт.}$$

Кількість транспортних засобів, які необхідні для виконання транспортних операцій визначається за формулою [17, с.12]:

					<i>КР.422.17.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

$$n = \frac{\sum_1^m B_{mp} \cdot N_{кр} \cdot t_{кр}}{\Phi_n \cdot K_{кр}}, \quad (4.3)$$

де B_{mp} - кількість вантажних об'єктів іншого виду, що підлягають транспортуванню на протязі року, 1500 шт;

m - кількість різновидів вантажних об'єктів;

$N_{кр}$ - кількість кранових операцій на один i -тий об'єкт;

$t_{кр}$ - тривалість одної операції, год;

Φ_n - номінальний річний фонд часу, год., приймається для однозмінної роботи рівним 2100 год;

$K_{кр}$ - коефіцієнт використання номінального фонду часу крана, приймається $K_{кр} = 0,6...0,7$.

$$n = \frac{1500 \cdot 2 \cdot 0,6}{2100 \cdot 0,7} = 1,23 \approx 1 \text{ шт.}$$

Приймаємо один підвісний кран для між операційного транспортування частин і виробу в цілому.

4.2 Розрахунок кількості працівників

Розрахунок кількості основних працівників проводиться диференційовано для кожної професії. Хід розрахунку залежить від форми організації виробничого процесу. Для технологічної форми організації кількість основних робітників визначається за формулою [17, с.13]:

$$r_{oi} = \frac{B \cdot \sum_1^y T_{um} i}{\Phi_{ef} \cdot K_{вн}}, \quad (4.4)$$

де r_{oi} - кількість основних працівників i -тої професії, чол;

					<i>КР.422.17.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

$\sum_1^y T_{um}^i$ - штучна норма часу по i -тим операціям, год;

B - об'єм випуску продукції на рік, приймаємо $B_{np} = 1500$ шт;

Φ_{ef} - ефективний річний фонд часу роботи одного робітника, приймається 1850 год;

$K_{вн}$ - коефіцієнт виконання норм часу основними робітниками, приймається $K_{вн} = 1,5 \dots 1,6$;

Необхідна кількість заготівельників:

- за заводським варіантом:

$$r_{oi} = \frac{1500 \cdot 5,5}{1850 \cdot 1,6} = 2,79 \approx 3 \text{ чол.}$$

- за проектним варіантом:

$$r_{oi} = \frac{1500 \cdot 5,3}{1850 \cdot 1,6} = 2,69 \approx 3 \text{ чол.}$$

Необхідна кількість верстатників:

- за заводським варіантом:

$$r_{oi} = \frac{1500 \cdot 5,6}{1850 \cdot 1,6} = 2,84 \approx 3 \text{ чол.}$$

- за проектним варіантом:

$$r_{oi} = \frac{1500 \cdot 5,5}{1850 \cdot 1,6} = 2,79 \approx 3 \text{ чол.}$$

Необхідна кількість складальників:

- за заводським варіантом:

					<i>КР.422.17.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$r_{oi} = \frac{1500 \cdot 7,1}{1850 \cdot 1,6} = 3,6 \approx 4 \text{ чол,}$$

- за проектним варіантом:

$$r_{oi} = \frac{1500 \cdot 6,3}{1850 \cdot 1,6} = 3,19 \approx 3 \text{ чол.}$$

Необхідна кількість зварювальників:

- за заводським варіантом:

$$r_{oi} = \frac{1500 \cdot 5,7}{1850 \cdot 1,6} = 2,89 \approx 3 \text{ чол,}$$

- за проектним варіантом:

$$r_{oi} = \frac{1500 \cdot 5,4}{1850 \cdot 1,6} = 2,74 \approx 3 \text{ чол.}$$

Необхідна кількість зачищувальників:

- за заводським варіантом:

$$r_{oi} = \frac{1500 \cdot 5,4}{1850 \cdot 1,6} = 2,74 \approx 3 \text{ чол,}$$

- за проектним варіантом:

$$r_{oi} = \frac{1500 \cdot 4,5}{1850 \cdot 1,6} = 2,28 \approx 2 \text{ чол.}$$

Необхідна кількість контролерів (за двома варіантами):

$$r_{oi} = \frac{1500 \cdot 3,5}{1850 \cdot 1,6} = 1,77 \approx 2 \text{ чол.}$$

					КР.422.17.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

Виходячи з кількості транспортних засобів приймаємо необхідну кількість транспортувальників $r_{oi} = 1$ чол.

Результати розрахунків приведено у таблиці 4.3.

Таблиця 4.3 - Зведена відомість промислово-виробничого персоналу

Категорія працівників	Кількість		Середній розряд	
	З	П	З	П
1	2	3	4	5
Основні робітники:				
заготівельники	3	3	IV	IV
верстатники	3	3	IV	IV
складальники	4	3	IV	IV
зварювальники	3	3	IV	IV
зачищувальники	3	2	III	III
контролери	2	2	VI	VI
транспортувальники	1	1	IV	IV
Допоміжні робітники:				
налагоджувальники	2	2	IV	IV
ремонтники	2	2	IV	IV
електрики	1	1	IV	IV
ІТР:				
майстер дільниці	1	1		
МОП: прибиральники	1	1	—	—
Разом	26	24	—	—

4.3 Визначення витрат і вартості основних матеріалів

Вихідними даними для розрахунків є норми затрат матеріальних ресурсів на виріб та розмір поворотних відходів, ціни придбання матеріалів з врахуванням транспортно-заготівельних витрат (5...8% від преїскурантної ціни) та ціни реалізації відходів, обсяг випуску продукції.

Результати розрахунків подано у таблиці 4.4.

Таблиця 4.4 - Зведена відомість витрат на матеріальні ресурси

В-нт	Назва матеріалів ресурсів	Од. вим.	Ціна придб. за од. вим., грн/кг		Затрати в натуральних одиницях, грн							
					на один виріб		на програму					
З/П	Сталь 09Г2С	кг	49	48,8	36505	36356	54757500	54534000				
З/П	Зв. дрiт Св-08Г2С	кг	137	135,5	150,7	149,05	226050	223575				
З/П	Флюс АН-348-А	кг	57,9	55,5	104,22	99,9	156330	149850				
Р-ом					36759,92	36604,95	55139880	54907425				
В-нт	Транспортно-заготівельні витрати			Загальна сума, грн				Вартість поворотних відходів, грн				
	%ц. куп.	в грн. на один кг		на один виріб		на програму		на один виріб		на програму		
З/П	5	2,45	2,44	1825,25	1817,8	2737875	2726700	70	70	105000	105000	
З/П	5	6,85	6,78	7,54	7,45	11302,5	11178,75					
З/П	5	2,9	2,78	5,21	5	7816,5	7492,5					
Р-ом		12,2	12	1838	1830,25	2756994	2745371,25	70	70	105000	105000	

4.4 Розрахунок фонду оплати праці

Приймаємо, що всі основні робітники оплачуються по відрядній системі оплати праці, допоміжні - по погодинній, ІТР та МОП - по штатно-окладній системі. Розрахунки проводяться по двох напрямках: на один виріб (для обчислення калькуляції собівартості виробу) та на програму (для визначення об'ємних економічних характеристик). В калькуляцію собівартості виробу безпосередньо включаються затрати по оплаті праці основних (виробничих) робітників.

Основна заробітна плата основних робітників визначається за формулою [17, с.18]:

$$Z_{oo} = \sum_1^y C_{pi} \cdot T_{um}, \quad (4.5)$$

											Арк.
											56
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	КР.422.17.00.00.000.ПЗ						

де y - кількість технологічних операцій;

C_{pi} - годинна тарифна ставка робітника відповідного розряду для відрядної оплати праці, грн.

Приймаємо заводські тарифні ставки для машинобудування (з врахуванням відповідних коефіцієнтів збільшення) [17, с.18].

Додаткова заробітна плата основних робітників визначається за формулою [17, с.18]:

$$Z_{до} = Z_{oo} (D_1 + D_2), \quad (4.6)$$

де D_1 - доплата за шкідливість, грн, $D_1 = 12...24\%$, приймаємо $D_1 = 20\%$; D_2 - інші доплати, грн, $D_2 = 15...20\%$, приймаємо $D_2 = 15\%$.

Премії та надбавки основним робітникам визначаються за формулою [17, с.18]:

$$Z_{по} = Z_{oo} \cdot P, \quad (4.7)$$

де P - розмір премій та надбавок, грн, $P = 40\%$.

Для визначення річного фонду оплати праці основних робітників результати розрахунків за формулами (4.5), (4.6) та (4.7) множаться на кількість виробів (B).

Затрати по оплаті праці заготівельників:

- заводський варіант:

$$Z_{oo} = 6,8 \cdot 11,5 \cdot 5,5 = 430,1 \text{ грн};$$

$$Z_{до} = 430,1 \cdot (0,2 + 0,15) = 150,54 \text{ грн};$$

$$Z_{по} = 430,1 \cdot 0,4 = 172,04 \text{ грн};$$

- проектний варіант:

$$Z_{oo} = 6,8 \cdot 11,5 \cdot 5,3 = 414,46 \text{ грн};$$

$$Z_{до} = 414,46 \cdot (0,2 + 0,15) = 145,06 \text{ грн};$$

$$Z_{по} = 414,46 \cdot 0,4 = 165,78 \text{ грн}.$$

Затрати по оплаті праці верстатників:

					<i>КР.422.17.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

- заводський варіант:

$$Z_{oo} = 5,3 \cdot 14 \cdot 5,6 = 415,52 \text{ грн};$$

$$Z_{до} = 415,52 \cdot (0,2 + 0,15) = 145,43 \text{ грн};$$

$$Z_{по} = 415,52 \cdot 0,4 = 166,21 \text{ грн};$$

- проектний варіант:

$$Z_{oo} = 5,3 \cdot 14 \cdot 5,5 = 408,1 \text{ грн};$$

$$Z_{до} = 408,1 \cdot (0,2 + 0,15) = 142,84 \text{ грн};$$

$$Z_{по} = 408,1 \cdot 0,4 = 163,24 \text{ грн}.$$

Затрати по оплаті праці складальників:

- заводський варіант:

$$Z_{oo} = 5,3 \cdot 13,5 \cdot 7,1 = 508 \text{ грн};$$

$$Z_{до} = 508 \cdot (0,2 + 0,15) = 177,8 \text{ грн};$$

$$Z_{по} = 508 \cdot 0,4 = 203,2 \text{ грн};$$

- проектний варіант:

$$Z_{oo} = 5,3 \cdot 13,5 \cdot 6,3 = 450,77 \text{ грн};$$

$$Z_{до} = 450,77 \cdot (0,2 + 0,15) = 157,77 \text{ грн};$$

$$Z_{по} = 450,77 \cdot 0,4 = 180,31 \text{ грн}.$$

Затрати по оплаті праці зварювальників:

- заводський варіант:

$$Z_{oo} = 6,2 \cdot 14,5 \cdot 5,7 = 512,43 \text{ грн};$$

$$Z_{до} = 512,43 \cdot (0,2 + 0,15) = 179,35 \text{ грн};$$

$$Z_{по} = 512,43 \cdot 0,4 = 204,97 \text{ грн};$$

- проектний варіант:

$$Z_{oo} = 6,2 \cdot 14,5 \cdot 5,4 = 485,46 \text{ грн};$$

$$Z_{до} = 485,46 \cdot (0,2 + 0,15) = 169,91 \text{ грн};$$

$$Z_{по} = 485,46 \cdot 0,4 = 194,18 \text{ грн}.$$

Затрати по оплаті праці зачищувальників:

- заводський варіант:

$$Z_{oo} = 6,5 \cdot 12 \cdot 5,4 = 421,2 \text{ грн};$$

					<i>КР.422.17.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58

$$Z_{до} = 421,2 \cdot (0,2 + 0,15) = 147,42 \text{ грн};$$

$$Z_{по} = 421,2 \cdot 0,4 = 168,48 \text{ грн};$$

- проектний варіант:

$$Z_{оо} = 6,5 \cdot 12 \cdot 4,5 = 351 \text{ грн};$$

$$Z_{до} = 351 \cdot (0,2 + 0,15) = 122,85 \text{ грн};$$

$$Z_{по} = 351 \cdot 0,4 = 140,4 \text{ грн}.$$

Затрати по оплаті праці контролерів:

$$Z_{оо} = 7,3 \cdot 22,5 \cdot 3,5 = 574,88 \text{ грн};$$

$$Z_{до} = 574,88 \cdot (0,2 + 0,15) = 201,21 \text{ грн};$$

$$Z_{по} = 574,88 \cdot 0,4 = 229,95 \text{ грн}.$$

Затрати по оплаті праці транспортувальників:

$$Z_{оо} = 11,9 \cdot 18 \cdot 2,1 = 449,82 \text{ грн};$$

$$Z_{до} = 449,82 \cdot (0,2 + 0,15) = 157,44 \text{ грн};$$

$$Z_{по} = 449,82 \cdot 0,4 = 179,93 \text{ грн}.$$

Для допоміжних робітників розрахунок проводять на річну програму окремо для кожної категорії за формулою [17, с.19]:

$$Z_{од} = r_{д} \cdot C_{р} \cdot \Phi_{еф}, \quad (4.8)$$

де $Z_{од}$ - основна заробітна плата допоміжних робітників, грн;

$r_{д}$ - чисельність допоміжних робітників даної категорії;

$C_{р}$ - годинна тарифна ставка робітника відповідного розряду для погодинної оплати праці, грн.

Додаткова заробітна плата ($Z_{од}$) та премії і надбавки ($Z_{нд}$) допоміжних робітників розраховується так само, як для основних робітників (формули 4.6, 4.7).

Затрати по оплаті праці налагоджувальників:

$$Z_{од} = 2 \cdot 32,5 \cdot 1850 = 120250 \text{ грн};$$

$$Z_{нд} = 120250 \cdot 0,35 = 42087,5 \text{ грн};$$

					<i>КР.422.17.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59

$$Z_{\text{пд}} = 120250 \cdot 0,4 = 48100 \text{ грн.}$$

Затрати по оплаті праці ремонтників:

$$Z_{\text{од}} = 2 \cdot 32,5 \cdot 1850 = 120250 \text{ грн;}$$

$$Z_{\text{дд}} = 120250 \cdot 0,35 = 42087,5 \text{ грн;}$$

$$Z_{\text{пд}} = 120250 \cdot 0,4 = 48100 \text{ грн.}$$

Затрати по оплаті праці електриків:

$$Z_{\text{од}} = 1 \cdot 32,5 \cdot 1850 = 60125 \text{ грн;}$$

$$Z_{\text{дд}} = 60125 \cdot 0,35 = 21043,75 \text{ грн;}$$

$$Z_{\text{пд}} = 60125 \cdot 0,4 = 24050 \text{ грн.}$$

Для інженерно-технічних робітників, службовців та молодшого обслуговуючого персоналу, розрахунок проводять на річну програму по місячному посадовому окладу одного працівника для кожної категорії працюючих за формулою [17, с.19]:

$$Z_{\text{он}} = r_n \cdot O_m \cdot 12, \quad (4.9)$$

де $Z_{\text{он}}$ - основна заробітна плата певних категорій працівників, грн;

r_n - чисельність працівників відповідної категорії;

O_m - місячний посадовий оклад одного працівника, грн;

12 - кількість місяців у році.

Додаткова заробітна плата ($Z_{\text{он}}$) та премії і надбавки ($Z_{\text{нн}}$) розраховуються так само, як для основних робітників. Затрати по оплаті праці ІТР:

$$Z_{\text{он}} = 1 \cdot 8100 \cdot 12 = 97200 \text{ грн ;}$$

$$Z_{\text{дд}} = 97200 \cdot 0,35 = 34020 \text{ грн;}$$

$$Z_{\text{пд}} = 97200 \cdot 0,4 = 38880 \text{ грн.}$$

Затрати по оплаті праці МОП:

					<i>КР.422.17.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		60

$$З_{оп} = 1 \cdot 8100 \cdot 12 = 97200 \text{ грн ;}$$

$$З_{дп} = 97200 \cdot 0,35 = 34020 \text{ грн;}$$

$$З_{пш} = 97200 \cdot 0,4 = 38880 \text{ грн.}$$

Результати розрахунків затрат по оплаті праці основних, допоміжних, інженерно-технічних робітників та молодшого обслуговуючого персоналу приведені в таблиці 4.5.

Таблиця 4.5 - Зведена відомість річного фонду оплати праці

Категорії працівників	Основна зар. плата, грн		Додаткова зар. плата, грн			
			за шкідливість		інші доплати	
	З	П	З	П	З	П
1	2		3		4	
Основні робітники:						
заготівельники	326445,9	314575,14	114256,1	110101,3	130578,36	125830,06
верстатники	315379,68	309747,9	110382,89	108411,77	126151,87	123899,16
складальники	514101,06	342130,64	179935,37	119745,72	205640,42	136852,25
зварювальники	388934,37	368464,14	136127,03	128962,45	155573,75	147385,66
зачищувальники	319690,8	177606	111891,78	62162,1	127876,32	71042,4
контролери	290886,75		101810,36		116354,7	
транспортувальники	113804,46		39831,56		45521,78	
Допоміжні робітники:						
налагоджувальники	120250		42087,5		48100	
ремонтники	120250		42087,5		48100	
електрики	60125		21043,75		24050	
ІТР	97200		34020		38880	
МОП	97200		34020		38880	
Разом	2764268,02	2412240,03	967493,81	844284,01	1575980,96	1435169,76

4.5 Калькуляція собівартості виробу

В розрахунках по визначенню порівняльної економічності варіантів використовується калькуляційний розріз затрат, при якому всі затрати на виробництво групуються відносно до калькуляційних одиниць.

Таблиця 4.6 - Калькуляція собівартості виробу

Статті калькуляції	Сума затрат, грн	
	3	П
1	2	3
Основні матеріали:	36759,92	36604,95
сталь 09Г2С	36505	36356
зварювальний дріт Св-08Г2С	150,7	149,05
зварювальний флюс АН-348-А	104,22	99,9
Поворотні відходи	70	
Паливо та енергія на технологічні цілі	215	215
Основна заробітна плата основних робітників	1512,83	1278,14
Додаткова заробітна плата основних робітників	529,49	447,35
Премії та надбавки основних робітників	605,13	511,26
Відрахування на соціальне страхування	37,06	31,32
Відрахування на медичне страхування	66,19	55,92
Витрати на утримання та експлуатацію устаткування	541,13	541,13
Цехові (дільничні) витрати	349,92	349,92
Всього цехова собівартість	40546,67	39965,03

4.6 Розрахунок суми капіталовкладень для розробленого технологічного процесу та його економічної ефективності

Необхідні визначення проектної суми капітальних витрат подано у таблиці 4.7.

Таблиця 4.7 - Зведена відомість капітальних витрат

Види капітальних затрат	Кількість натуральних одиниць		Вартість одиниці, грн		Затрати на перевезення та монтаж, грн	
	З	П	З	П	З	П
Будівлі та споруди					-	-
Устаткування:						
заготівельне	3	3	3466000	3466000	173300	173300
формозмінне	2	2	2850000	2850000	142500	142500
складальне	4	3	411000	411000	20550	20550
зварювальне	3	3	215000	215000	10750	10750
зачищувальне	3	2	3940	3940	197	197
контрольне	2	2	210000	210000	10500	10500
транспортне	1	1	356000	356000	17800	17800
Інструменти:						
молоток	9	8	150	150	7,5	7,5
зубило	7	5	175	175	8,75	8,75
захисні окуляри	4	3	315	315	15,75	15,75
щітка	4	3	195	195	9,75	9,75
збільшувальна лупа	2	2	305	305	15,25	15,25
Разом						

Продовження таблиці 4.7

Види капітальних затрат	Загальна вартість, грн		Норма амортиз. відрах, %	Річна сума амортиз. відрах., грн	
	З	П		З	П
Будівлі та споруди	9725000	9725000	5	486250	486250
Устаткування:					
заготівельне	10571300	10571300	8	845704	845704
формозмінне	5842500	5842500	8	467400	467400
складальне	1664550	1253550	7	116518,5	87748,5
зварювальне	655750	655750	6,5	42623,75	42623,75
зачищувальне	12017	8077	8	961,36	646,16
контрольне	430500	430500	7	30135	30135
транспортне	373800	373800	7	26166	26166
Інструменти:					
молоток	1357,5	1207,5	16	217,2	193,2
зубило	1233,75	883,75		197,4	141,4
захисні окуляри	1275,75	960,75		204,12	153,72
щітка	789,75	594,75		126,36	95,16
збільшувальне лупа	625,25	625,25		100,04	100,04
Разом	29280699	28864749			2016603,73

4.7 Основні техніко-економічні показники розробленого технологічного процесу

Річний економічний ефект визначається за формулою [17, с.27]:

$$E_{\phi} = ((C_{nz} + E_n \cdot \Phi_{mz}) - (C_{nn} + E_n \cdot \Phi_{mn})) \cdot B, \quad (4.10)$$

де C_{nz} - повна собівартість виробу за заводськими даними, грн ($C_{nz} = 64099,23$ грн);

C_{nn} - повна собівартість виробу за проектними даними, грн ($C_{nn} = 62841,34$ грн);

Φ_{mz} - фондомісткість продукції за заводськими даними, грн/шт ($\Phi_{mz} = 40546,67$ грн/шт);

Φ_{mn} - фондомісткість продукції за проектними даними, грн/шт ($\Phi_{mn} = 39965,03$ грн/шт);

E_n - нормативний коефіцієнт ефективності капітальних вкладень, ($E_n = 0,15$).

$$E_{\phi} = ((64099,23 + 0,15 \cdot 40546,67) - (62841,34 + 0,15 \cdot 39965,03)) \cdot 1500 = 2017704 \text{ грн.}$$

Термін окупності капітальних вкладень визначається за формулою [17, с.28]:

$$T_{ок} = \frac{\Phi_{ocz} - \Phi_{ocn}}{E_{yp}}, \quad (4.11)$$

де Φ_{ocz} - вартість основних виробничих фондів за заводським варіантом, грн ($\Phi_{ocz} = 88084095$ грн);

Φ_{ocn} - вартість основних виробничих фондів за проектним варіантом, грн ($\Phi_{ocn} = 86824935$ грн);

E_{yp} - умовна річна економія, грн, яка розраховується за формулою [17, с.28]:

$$E_{yp} = B \cdot (C_{nz} - C_{nn}), \quad (4.12)$$

					КР.422.17.00.00.000.ПЗ	Арк.
						65
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$E_{ур} = 1500 \cdot (64099,23 - 62841,34) = 1886835 \text{ грн};$$

$$T_{ок} = \frac{88084095 - 86824935}{1886835} = 0,68р.$$

Порівняльний аналіз техніко-економічних показників показано у таблиці 4.8.

Таблиця 4.8 - Основні техніко-економічні показники розробленого технологічного процесу

Показники	Одиниця вимірювання	Величина	
		З	П
1	2	3	4
Річна програма випуску продукції	шт	1500	1500
Кількість технологічного устаткування	шт	14	12
Собівартість товарної продукції	грн	64099,23	62841,34
Чисельність промислово-виробничого персоналу:			
- всього	чол	26	24
- основних робітників	чол	19	17
Фондомісткість продукції	грн/шт	40546,67	39965,03
Умовна річна економія	грн	-	1886835
Річний економічний ефект	грн	-	2017704
Термін окупності капітальних вкладень	роки	-	0,68
Місячний оклад основних робітників:			
- заготівельники	грн	15806,18	15231,41
- верстатники	грн	15270,36	14997,68
- складальники	грн	18669,18	16565,61
- зварювальники	грн	18831,8	17840,66
- зачищувальники	грн	15479,1	12899,25
- контролери	грн	21126,66	21126,66
- транспортувальники	грн	16530,89	16530,89

5 ОХОРОНА ПРАЦІ

5.1 Контроль і нагляд за станом охорони праці на підприємстві

Для забезпечення виконання вимог законодавства з охорони праці в Україні створено систему державного нагляду, відомчого і громадського контролю цих питань [18, с.275].

Державний нагляд за дотриманням законів та інших НПАОП, відповідно до Закону «Про охорону праці» здійснюють:

– спеціально уповноважений центральний орган виконавчої влади з нагляду за охороною праці (з лютого 2015 – Державна служба України з питань праці, далі «Держпраці»). Свою роботу уповноважений центральний орган виконавчої влади з нагляду за охороною праці проводить через територіальні (обласні) управління, галузеві державні інспекції охорони праці, експертно-технічні центри;

– спеціально уповноважений державний орган з питань радіаційної безпеки (Комітет ядерного регулювання Міністерства охорони природного середовища);

– спеціально уповноважений державний орган з питань пожежної безпеки;

– спеціально уповноважений державний орган з питань гігієни праці.

Органи державного нагляду за охороною праці не залежать від будь-яких господарських органів, суб'єктів підприємництва, об'єднань громадян, політичних формувань, місцевих державних адміністрацій і органів місцевого самоврядування. Діяльність органів державного нагляду за охороною праці регулюється законами України «Про охорону праці», «Про використання ядерної енергії і радіаційну безпеку», «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення», іншими нормативно-правовими актами та положеннями про ці органи, що затверджуються Президентом України або Кабінетом Міністрів України.

					КР.422.17.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		67

Інспектори наглядових органів мають право [18, с.276]:

- безперешкодно відвідувати підконтрольні підприємства (об'єкти виробництва) та здійснювати в присутності роботодавця або його представника перевірку дотримання законодавства з охорони праці;
- одержувати пояснення, висновки обстежень, аудитів, звіти про рівень і стан профілактичної роботи, причини порушень законодавства та вжиті заходи щодо їх усунення;
- видавати обов'язкові для виконання приписи (розпорядження) про усунення порушень і прорахунків з охорони праці;
- забороняти, зупиняти, припиняти, обмежувати експлуатацію виробництв, робочих місць, будівель, устаткування, виконання певних робіт, застосування нових небезпечних речовин, реалізацію продукції, а також скасовувати або припиняти дію виданих ними дозволів і ліцензій до усунення порушень, які створюють загрозу життю працівників;
- притягати до адміністративної відповідальності працівників, винних у порушенні законодавства про охорону праці;
- надсилати роботодавцям подання про невідповідність окремих осіб їхній посаді, передавати матеріали органам прокуратури для притягнення цих осіб до відповідальності згідно із законом.

Відомчий контроль покладено на адміністрацію підприємства та на господарські організації вищого рівня. Цей контроль здійснюють відповідні служби охорони праці [18, с.276].

Громадський контроль за дотриманням законодавства про охорону праці, створенням безпечних і нешкідливих умов праці, належних виробничих і санітарно-побутових умов, забезпеченням працівників спецодягом, спецвзуттям, іншими засобами індивідуального та колективного захисту здійснюють професійні спілки в особі своїх виборних органів і представників (уповноважених осіб). У разі загрози життю або здоров'ю працівників професійні спілки мають право вимагати від роботодавця негайного

					<i>КР.422.17.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		68

припинення робіт на період, необхідний для усунення загрози життю або здоров'ю працівників. Професійні спілки також мають право: проводити незалежну експертизу умов праці, а також об'єктів виробничого призначення, що проектуються, будуються чи експлуатуються, на відповідність їх НПАОП; брати участь у розслідуванні причин нещасних випадків та професійних захворювань і надавати свої висновки про них, вносити роботодавцям, державним органам управління і нагляду подання з питань охорони праці та отримувати від них аргументовану відповідь [18, с.277].

У разі відсутності професійної спілки на підприємстві громадський контроль здійснює уповноважена найманими працівниками особа з питань охорони праці, яка має право безперешкодно перевіряти на підприємствах виконання вимог з охорони праці і вносити обов'язкові для розгляду роботодавцем пропозиції про усунення виявлених порушень НПАОП. Для виконання цих обов'язків роботодавець за свій рахунок організовує навчання, забезпечує необхідними засобами і звільняє уповноважених з охорони праці від роботи на передбачений колективним договором термін із збереженням за ними середнього заробітку. Не можуть бути проігноровані будь-які законні інтереси працівників у зв'язку з виконанням ними обов'язків уповноважених з охорони праці. Звільнення або притягнення працівників до дисциплінарної чи матеріальної відповідальності здійснюються лише в порядку, визначеному колективним договором [18, с.277].

Якщо уповноважені з охорони праці вважають, що профілактичні заходи вжиті роботодавцем є недостатніми, вони можуть звернутися за допомогою до органу державного нагляду за охороною праці. Вони також мають право брати участь і вносити відповідні пропозиції під час інспекційних перевірок підприємств чи виробництв [18, с.277].

Отже, контроль і нагляд за станом охорони праці на підприємстві має важливе значення, оскільки від цього залежить здоров'я самих працівників, а також збереження навколишнього середовища.

					<i>КР.422.17.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		69

5.2 Наслідки впливу електричного струму на організм людини

Протікання електричного струму через тіло людини супроводжується термічним, електролітичним, біологічним та механічним ефектами [18, с.209].

Термічна дія струму полягає в нагріванні тканин і випаровуванні вологи, викликає опіки, обвуглення тканин та їх розриви парою.

Електролітична дія струму проявляється в розкладі органічної речовини на катіони й аніони (її електролізі), у тому числі і крові, що зумовлює зміну її фізико-хімічних і біохімічних властивостей.

Біологічна дія струму проявляється в порушенні біологічних процесів, що протікають в організмі, супроводжується руйнуванням і збудженням тканин та скороченням м'язів.

Механічна дія струму полягає в розшаруванні, розриві та інших подібних пошкодженнях різних тканин організму (в тому числі м'язової тканини, стінок кровоносних судин та судин легеневої тканини) внаслідок електродинамічного ефекту, а також миттєвого вибухоподібного утворення пари від перегрітої струмом тканинної рідини та крові.

Сукупний результат термічної, електролітичної, біологічної та механічної дії електричного струму призводить до електричної травми. *Електротравма* – травма, зумовлена дією на людину електричного струму, електричної дуги або електромагнітного поля. Відповідно явище, яке характеризується сукупністю електротравм називається *електротравматизм* [18, с.209, 210].

Небезпека прямого дотику до струмовідних частин однофазних мереж і мереж постійного струму.

В однофазних мережах змінного струму і мережах постійного струму можуть бути два види прямого дотику [18, с.225]:

– однополюсний прямий дотик – це дотик людини, що стоїть на провідній основі (землі), до одного полюса мережі;

					КР.422.17.00.00.000.ПЗ	Арк.
						70
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

– двополюсний прямий дотик – це дотик людини до двох полюсів мережі.

Порівнюючи випадки прямого дотику в однофазних мережах змінного і постійного струму, можна стверджувати наступне [18, с.225]:

– найбільш небезпечний випадок двополюсного прямого дотику через те, що в цьому випадку сила струму через людину $I_{лд}$ матиме найбільше значення, оскільки опір тіла людини буде мінімальним, а струм протікатиме за найбільш небезпечним шляхом;

– найменш небезпечний випадок однополюсного прямого дотику в мережі ізольованій від землі, тому що у цьому випадку сила струму через людину обмежується великим значенням опору витоку.

Небезпека прямого дотику до струмовідних частин трифазних електричних мереж.

У трифазних електричних мережах (далі ЕМ) можуть бути три види прямого дотику [18, с.225]:

– однофазний прямий дотик – це дотик людини, що стоїть на провідній основі, до одного фазного провідника;

– двофазний прямий дотик – це одночасний дотик людини до двох різних фазних провідників;

– одночасний дотик до фазного і N-, PE- чи PEN- провідників у мережах напругою до 1 кВ з глухозаземленою нейтраллю.

Аналізуючи розглянуті випадки прямих дотиків людини до струмовідних частин трифазних ЕМ, можемо зробити такі висновки [18, с.226]:

– найбільш небезпечними є випадки прямих однофазних дотиків як за силою струму, що протікає через людину, так і за шляхом струму – за верхньою стандартною петлею;

– найменш небезпечними є випадки прямих однофазних дотиків у ЕМ з ізольованою нейтраллю;

– небезпечними є також випадки прямих однофазних дотиків у разі аварійного стану ЕМ з ізольованою нейтраллю, коли людина потрапляє під лінійну напругу.

					<i>КР.422.17.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		71

5.3 Обґрунтування вимог охорони праці та пожежної безпеки під час виготовлення баку АНОНА

Бак АНОНА призначений для зберігання різного роду продуктів, які можуть бути, як нейтральними, так і хімічно активними, що призводить до подальшого прискорення корозійних процесів.

Технологічний процес виготовлення баку АНОНА відбувається із використанням способу автоматичного зварювання під флюсом. Оскільки даний тип зварювання використовує електричну енергію, тому потрібно взяти певних заходів, щодо забезпечення електробезпеки [1, с.464]:

1) необхідно надійно заземляти: корпуси зварювальних апаратів і установок; затискачі вторинного кола зварювальних трансформаторів, призначені для підключення зворотного проводу; зварні вироби й конструкції;

2) не торкатися незахищеними руками (без діелектричних рукавиць) струмонесучих частин зварювальних установок, а також проводів без ізоляції або з пошкодженою ізоляцією;

3) перед початком роботи слід перевірити ізоляцію зварювальних проводів, зварювального інструменту та обладнання, а також надійність усіх контактних з'єднань зварювального кола;

4) при тривалих перервах зварювального процесу відключити джерело зварювального струму;

5) металеві конструкції й трубопроводи (без гарячої води або вибухонебезпечного середовища) рекомендується застосовувати у якості зворотного проводу зварювального кола тільки у випадках, коли їх зварюють; забороняється використовувати в якості зворотного проводу зварювального кола контури заземлення, труби санітарно-технічних пристроїв, металоконструкції закінчених заходів будов і технологічного обладнання;

6) при прокладанні зварювальних проводів і їх переміщення не допускати пошкодження ізоляції та контакту проводів з водою, маслом,

					<i>КР.422.17.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		72

сталевими канатами, рукавами (шлангами) і трубопроводами з горючими газами й киснем, а також з гарячими трубопроводами;

7) гнучкі проводи електричного керування зварювальної установки при значній їх протяжності для захисту від пошкоджень розміщують у гумові або брезентові рукави; при необхідності зварювальний провід додатково обмотують брезентовою стрічкою;

8) надійно заземляти металевий корпус осцилятора, конструкція якого повинна забезпечувати автоматичне виключення струму при відкриванні його дверей;

9) не ремонтувати зварювальне обладнання та установки, які знаходяться під напругою;

10) при зварюванні в особливо небезпечних умовах (всередині металевих ємкостей, трубопроводів, у тунелях, на понтонах) необхідно:

– електрозварювальні установки оснащувати пристроями автоматичного відключення напруги холостого ходу або обмеження його до напруги 12 В з витримкою не більше 0,5 с;

– виділяти допоміжного робітника, який повинен знаходитися поза ємкістю для спостереження за безпекою роботи зварника; зварнику видають пояс із шнурком, кінець якого не менше 2 м повинен бути в руках допоміжного працівника;

11) не допускати до дугового зварювання або різання зварників у мокрих рукавицях, взутті та спецодязі [1, с.464].

Заходи пожежної безпеки при виготовленні баку АНОНА пов'язані із безпечним виконанням зварювального процесу відносно вибухонебезпечних та легкозаймистих місць, де знаходяться відповідні продукти та речовини.

Отже, технологія виготовлення баку АНОНА повинна бути чітко розписаною відносно питань охорони праці та пожежної безпеки, які мають безпосередній вплив на безпечність виконання робіт, в тому числі і зварювальних.

					КР.422.17.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		73

ВИСНОВКИ

Технологічний процес виготовлення баку АНОНА 1500 л відбувається із використанням устаткування:

- для виконання заготівельних робіт: дробометна установка OMSG, механічні гільйотинні ножиці МНГ-13, гідравлічний 3-валковий згинальний верстат KRB 2513, гідравлічний прес Formakine 1000T, кутова шліфувальна машина Bosh GWS 22-230 JH.

- для складально-зварювальних операцій: позиціонер P6PS-100, зварювальна головка SAW серії MZ9 в поєднанні з випрямлячем ZD5-630B:

- для проведення контролю якості: збільшувальна лупа THE "EYE" GARDNER, ультразвуковий дефектоскоп Olympus OmniScan X3.

Оскільки в процесі виготовлення більша частина робіт припадає на складання, тому для підвищення продуктивності праці та зменшення трудових затрат робітників використовуються спеціальне складально-зварювальне устаткування.

Розділ «Охорона праці» включає розгляд питань контролю і нагляду за станом охорони праці на підприємстві, дії електричного струму при дотику людини, а також вимог безпеки праці при виготовленні баку АНОНА.

					<i>КР.422.17.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		74

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Гуменюк І.В., Іваськів О.Ф., Гуменюк О.В. Технологія електродугового зварювання: підручник. Київ: Грамота, 2006. 512 с.
2. Сталь 09Г2С. Довідник. Сталі низьколеговані: веб-сайт. URL: <https://metinvest-smc.com/ua/steel/stal-09g2s/> (дата звернення: 18.03.2024).
3. Квасницький В.В. Теорія процесів зварювання. Дослідження фізико-хімічних і металургійних процесів та здатності металів до зварювання: навч. посіб. Миколаїв: УДМТУ, 2002. 181 с.
4. Кривов Г.О., Зворикін К.О. Виробництво зварних конструкцій: підручник. Київ: КВЦ, 2012. 896 с.
5. Гаєвський О.А., Гаєвський В.О. Координація зварювальних робіт: навчальний посібник. Київ: Центр учбової літератури, 2017. 368 с.
6. Зварювальні головки SAW серії MZ9. Зварювальні головки з контролерами для зварювання під флюсом: веб-сайт. URL: <https://www.uniprofit.ua/catalog/avtomatizaciy-svarki/sgksnf/mz9-saw/> (дата звернення: 31.05.2024).
7. ZD5-630B. Джерела постійного струму для зварювання під флюсом: веб-сайт. URL: <https://www.uniprofit.ua/catalog/avtomatizaciy-svarki/stsf/kaiyuan/iptsf/> (дата звернення: 31.05.2024).
8. Камель Г.І., Гасило Ю.А., Івченко П.С., Романюк Р.Я. Контроль якості зварювання. Том 1. Неруйнівні методи контролю: навчальний посібник. Кам'янське: ДДТУ, 2018. 241 с.
9. Дробометна установка. Виробниче обладнання: веб-сайт. URL: <https://prom.ua/ua/p48738341-drobemetnaya-ustanovka.html?&primelead=MS41> (дата звернення: 31.05.2024).
10. Гільйотинні ножиці механічні МНГ-13. Гільйотинні ножиці: веб-сайт. URL: https://rustan.ua/t_1083_mng16.htm (дата звернення: 31.05.2024).
11. KRB 2513 – Гідравлічний 3-валковий згинальний верстат. Верстати: веб-сайт. URL: <https://knuth-industry.ua/catalog/pressoshtampovochnoe->

					<i>КР.422.17.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						75
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

oborudovanie/stanki-krugovoj-gibki1/ gidravlicheskij-3-valkovij-gibochnyj-
stanok/krb-2513/ (дата звернення: 31.05.2024).

12. Formakine 1000T. Гідравлічний штампувальний прес: веб-сайт. URL:
<http://ua.fmstamping.com/stamping-press/hydraulic-stamping-press/straight-side-hydraulic-deep-drawing-press.html> (дата звернення: 31.05.2024).

13. Болгарка Bosch GWS 22-230 JH. Електроінструмент: веб-сайт. URL:
https://bosch-power.com.ua/bolgarka-bosch-gws-22-230-jh.html?gclid=Cj0KCQjwutaCBhDfARIsAJHWnHsFV_dMv4GozK3yckDQvRwZ5sGWVY1Uh3zI4pN3wbt5zzRbcSNStRwaAhVHEALw_wcB (дата звернення: 31.05.2024).

14. Ультразвуковий дефектоскоп Olympus OmniScan X3. Ультразвукові дефектоскопи: веб-сайт. URL: <https://dp-ndt.com.ua/ua/p1072229228-ultrazvukovoj-defektoskop-olympus.html> (дата звернення: 02.06.2024).

15. ДСТУ 3159-95. Ресурсозбереження. Нормування витрат зварювальних матеріалів. Загальні вимоги, методи визначення нормативів ручного і механізованого електрозварювання. [Чинний від 1996-07-01]. Київ, 1995. 36 с. (Держстандарт України).

16. Карпенко А.С. Технологічна оснастка у зварювальному виробництві: навч. посібник. Вид. 2-ге, переробл. і допов. Київ: Арістей, 2006. 272 с.

17. Редьква О.З. Економіка та організація виробництва: методичні вказівки до виконання дипломного проекту. Тернопіль: ВСП «ТФК ТНТУ», 2022. 30 с.

18. Охорона праці та цивільний захист: підручник для студентів, які навчаються за спеціальностями галузей знань «Автоматизація та приладобудування» / Левченко О.Г., Полукаров О.І., Зацарний В.В., Полукаров Ю.О., Землянська О.В.; за ред. О.Г. Левченка. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. 420 с.

					<i>КР.422.17.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		76

ДОДАТКИ

					КР.422.17.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		77