

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
розширювача парогазової суміші

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

Павло КОРОЛЬ

Керівник

Володимир ГАВРИЛЮК

Рецензент

Віктор СЕНЧИШИН

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

«__» _____ 2025 року

З А В Д А Н Н Я

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

КОРОЛЮ Павлу Костянтиновичу

Тема роботи Проект вдосконалення технологічного процесу виготовлення
розширювача парогазової суміші

Керівник роботи ГАВРИЛЮК Володимир Ярославович
(прізвище, ім'я, по батькові)

затверджений наказом від 29. 04. 2025 року № 4/9-209

Термін подання студентом роботи 20.06.2025р.

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 Характеристика захисного заземлення, яке може бути встановлене в спроектованому цеху

5.2 Розрахунок витяжної вентиляції

Перелік графічного матеріалу

1. Технологічний процес виготовлення розширювача суміші – 1.0 (форм. А1)

2. Складальне креслення розширювача парогазової суміші – 1.0 (форм. А3)

3. Складальне креслення кондуктора складального – 1.0 (форм. А1)

4. Складальне креслення установки для зварювання кільцевих швів – 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	Лілія СЕМКІВ, викладач	 (підпис) (дата)	 (підпис) (дата)

Дата видачі завдання 19.05.2025р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналітичний розділ	22.05.2025	
2	Технологічний розділ	26.05.2025	
3	Конструкторський розділ	04.06.2025	
4	Організаційно-економічний розділ	09.06.2025	
5	Охорона праці	12.06.2025	
6	Графічна частина	16.06.2025	
7	Перевірка на плагіат	18.06.2025	

Студент

(підпис)

Павло КОРОЛЬ

(ім'я, прізвище)

Керівник роботи

(підпис)

Володимир ГАВРИЛЮК

(ім'я, прізвище)

АНОТАЦІЯ

Процеси зварювання відіграють важливу роль при виготовленні металевих конструкцій будь-якого рівня складності. Особливістю технологічного процесу виготовлення розширювача парогазової суміші 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 steam-gas mixture expander 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	8
1.3 Технічні умови на виготовлення зварної конструкції	10
1.3.1 Вимоги до матеріалів і напівфабрикатів	10
1.3.2 Вимоги до шорсткості, геометричності форми та розмірів	11
1.3.3 Вимоги до зварних з'єднань виробу	11
1.3.4 Вимоги до складання	12
1.3.5 Вимоги до якості зварної конструкції	13
1.4 Аналіз базового технологічного процесу виготовлення зварної конструкції та постановка задач на виконання кваліфікаційної роботи	13
2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ	16
2.1 Технічне обґрунтування вибраного способу зварювання	16
2.2 Вибір зварювальних матеріалів	18
2.3 Вибір та розрахунок параметрів режиму зварювання	19
2.4 Вибір і обґрунтування зварювального устаткування	23
2.5 Вибір методу контролю якості виробу	27
2.6 Опис вибраного технологічного процесу виготовлення зварної конструкції	28
2.6.1 Заготівельні операції	29
2.6.2 Складальні операції	31
2.6.3 Складально-зварювальні операції	32

					<i>КР.422.07.00.00.000.ПЗ</i>			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Король			Проект вдосконалення техно- логічного процесу виготовлення розширювача парогазової суміші Пояснювальна записка	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Гаврилюк					4	73
Реценз.		Сенчишин				ВСП «ТФК ТНТУ», гр. ПМ-422ск		
Н. Контр.		Залуцька						
Затв.		Дранівська						

2.6.4	Опоряджувальні операції	.	.	.	.	.	32
2.6.5	Допоміжні операції	.	.	.	.	.	32
2.6.6	Контроль якості	.	.	.	.	.	33
2.7	Нормування технологічного процесу виготовлення зварної						
	конструкції і витрат матеріалів та електроенергії	.	.	.	.	.	34
3	КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ	.	.	.	.	.	37
3.1	Обґрунтування вибору типу пристосувань, які застосовуються при						
	виготовленні конструкції.	.	.	.	.	.	37
3.2	Опис роботи зварювального пристосування	.	.	.	.	.	39
4	ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ	.	.	.	.	.	42
4.1	Розрахунок кількості обладнання	.	.	.	.	.	42
4.2	Розрахунок кількості працівників	.	.	.	.	.	48
4.3	Визначення витрат і вартості основних матеріалів	.	.	.	.	.	51
4.4	Розрахунок фонду оплати праці	.	.	.	.	.	52
4.5	Калькуляція собівартості виробу	.	.	.	.	.	58
4.6	Розрахунок суми капіталовкладень для розробленого						
	технологічного процесу та його економічної ефективності	.	.	.	.	.	59
4.7	Основні техніко-економічні показники розробленого						
	технологічного процесу	.	.	.	.	.	60
5	ОХОРОНА ПРАЦІ	.	.	.	.	.	63
5.1	Характеристика захисного заземлення, яке може бути						
	встановлене в спроектованому цеху	.	.	.	.	.	63
5.2	Розрахунок витяжної вентиляції	.	.	.	.	.	65
	ВИСНОВКИ	.	.	.	.	.	69
	ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	.	.	.	.	.	70
	ДОДАТКИ	.	.	.	.	.	73

ВСТУП

Зварювання є одним із основних технологічних процесів виготовлення та ремонту виробів у різних галузях промисловості, будівництва й транспорту. Без зварювання неможливе виробництво автомобілів, кораблів, літаків, мостів, котлів, турбін, реакторів та інших конструкцій. Зварювання дозволило створити принципово нові конструкції машин, внести корінні зміни в конструкцію й технологію виробництва. Порівняно з іншими способами виготовлення конструкцій зварні є легшими та дешевшими. При цьому економія металу становить від 10 до 50%. За допомогою зварювання одержують нероз'ємні з'єднання майже всіх металів і сплавів різної товщини. Поряд з традиційними конструкційними сталями зварюють спеціальні сталі та сплави на основі титану, цирконію, молібдену, ніобію та інших матеріалів. [1, с. 3].

Зварювальні з'єднання по міцності, як правило, не поступаються міцності того металу, з якого виготовлені вироби. Зварні конструкції добре працюють при знакозмінних і динамічних навантаженнях, при високих температурах і значних тисках.

Особливо потрібно відмітити, що умови праці при виконанні зварювання з точки зору, як гігієни, так і безпеки значно кращі чим при клепанні, а особливо при литві.

					КР.422.07.00.00.000.ПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1 АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Опис конструкції зварного виробу

Розширювач призначений для розділення парогазової суміші, який виготовляється із металу методом зварювання і показаний на рисунку 1.1.

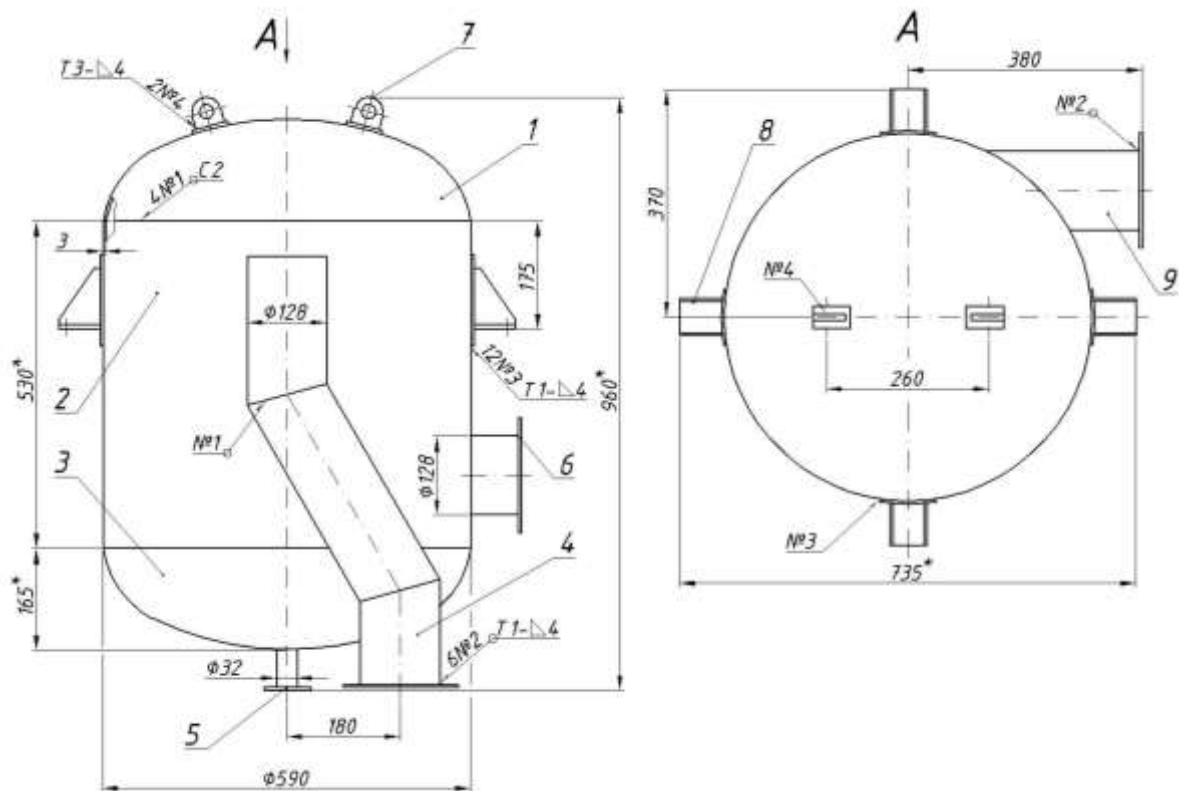


Рисунок 1.1 – Розширювач парогазової суміші

1 – верхнє днище; 2 – обичайка; 3 – нижнє днище; 4 – патрубок виводу газу; 5 – патрубок виводу рідини; 6 – фланець; 7 – петля; 8 – кронштейн; 9 – патрубок введення парогазової суміші

Форма розширювача (див. рис. 1.1) представляє собою балон до складу якого входить обичайка, два днища і патрубки. В свою чергу патрубки призначені для подачі парогазової суміші та відведення води і газу.

Габаритні розміри розширювача парогазової суміші є наступними:

					КР.422.07.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

- довжина 960 мм;
- ширина 735 мм;
- діаметр (обичайки) 590 мм.

1.1.1 Технічні вимоги до зварного виробу

Величина тиску, в умовах яких працює розширювач парогазової суміші є нормальною. Статичні і динамічні навантаження практично не впливають при експлуатації конструкції.

Хімічне середовище є активним, швидкість руху парогазової суміші відносно внутрішньої поверхні є достатньо високою. Це викликає появу тертя між частинками суміші та стінками розширювача.

Тому, як висновок впливає, що найбільш руйнівним фактором, який діє на конструкцію є агресивне хімічно-активне внутрішнє середовище. Отже, розширювач парогазової суміші відноситься до відповідальних конструкцій.

1.2 Характеристика матеріалу зварного виробу

Розширювач працює в зовнішньому середовищі повітря та зазнає шкідливих впливів зсередини, оскільки це відносно негативне середовище, тому для його виготовлення необхідно використовувати леговану марку сталі.

В якості основного матеріалу використовується конструкційна низьколегована сталь марки 09Г2С, яка володіє підвищеною міцністю і стійкістю до старіння, корозійною стійкістю в навколишньому середовищі, не руйнується при від'ємних температурах.

Хімічний склад сталі 09Г2С приведений в таблиці 1.1, а механічні властивості в таблиці 1.2.

					КР.422.07.00.00.000.ПЗ	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

C	Si	Mn	Cr	Cu	Ni	P	S
			не більше				
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

Важливою умовою протікання безперешкодного процесу зварювання є зварюваність, яка оцінюється за еквівалентом вуглецю і пояснює можливість матеріалу підлягати зварюванню та формувати зварні з'єднання при прийнятій технології виконання даного процесу. Тобто властивості зварного шва та основного металу повинні бути ідентичними.

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

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

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

$$C_e = 0,12 + \frac{1,7}{6} + \frac{0,30}{10} + \frac{0,30}{5} + \frac{0,30}{15} = 0,513 \quad \%$$

Еквівалент вуглецю більший 0,45, отже зварюваність даної сталі задовільна, тому для отримання якісних швів потрібно виконувати попереднє підігрівання, це робиться з метою унеможливлення виникнення холодних тріщин після закінчення зварювального процесу.

1.3 Технічні умови на виготовлення зварної конструкції

1.3.1 Вимоги до матеріалів і напівфабрикатів

Метал з якого виготовляється конструкція повинен мати всі сертифікати відповідності, які затверджують його якість і надійність. При цьому в даному сертифікаті повинна бути інформація про: марку, тип прокату, хімічний склад, механічні властивості, кількість, розміри та ін. Коли такі сертифікати відсутні, то додатково проводяться його випробування, задля отримання необхідних даних і висновків, щодо можливості подальшого застосування металу для виготовлення конструкції.

Всі деталі, що застосовуються для виготовлення конструкції повинні бути виправленими, очищеними від продуктів корозії, окалини та інших забруднень, сухими – без надмірної вологості, що призводить до появи майбутніх зварних дефектів. Торці деталей, які підлягають зварюванню повинні очищатись до металевого блиску на відстані 10 – 20 мм, щоб створити стабільне формування швів без дефектів.

Основним матеріалом є зварювальний дріт, тому при його виборі потрібно врахувати наступні вимоги:

- марка дроту;
- повинна міститись інформація про виробника;
- відповідне непошкоджене упакування;
- рекомендації, щодо умов його зберігання;
- сертифікат відповідності якості продукції із зазначенням хімічного складу та механічних властивостей;

					КР.422.07.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

- чиста поверхня дроту без різного роду забруднень, що досягається обмідненням його поверхні та герметичністю упакування.

Застосовуючи певну марку зварювального дроту в технологічний процес виготовлення зварної конструкції, повинні попередньо бути ним зварені дослідні зразки, які будуть об'єктом дослідження для визначення механічних властивостей, таких як міцності пластичності та ін.

1.3.2 Вимоги до шорсткості, геометричності форми та розмірів

Форма і розміри конструкції, які розробляються на етапі її проектування повинні відповідати технічним умовам та кресленням. Тому важливим завданням є забезпечення та збереження форми і розмірів при виконанні технологічного процесу протягом всіх робіт, які виконуються над заготовками чи виробом в цілому. Для вирішення цього завдання потрібно:

- врахувати всі технологічні особливості виготовлення ще на стадії проектування конструкції;
- дотримання конструктивної форми, розмірів відповідно до типу зварних з'єднань, враховуючи метод підготовки металу до зварювання, скіс кромки та допуски на розміри;
- дотримуватись технології здійснення процесу, коли відсутня можливість або зводиться до мінімуму виникнення зварювальних напружень і деформацій.

1.3.3 Вимоги до зварних з'єднань виробу

Важливою вимогою при виготовленні зварної конструкції є отримання зварних з'єднань, які за своїми властивостями нічим не поступаються основному металу. Тому основні властивості зварної конструкції будуть залежати від характеристик зварювального матеріалу, швів та зони термічного впливу – ділянки, яка розділює метал і шов. Для цієї зони характерні

					КР.422.07.00.00.000.ПЗ	Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

послаблені механічні властивості, так як вона піддавалася впливу підвищених температур в процесі зварювання.

Великий вплив на зварювальний процес має чистота поверхонь деталей, тому перед зварюванням їх рекомендується зачищати до металевого блиску, щоб не було забруднень у швах. Також для повного проплавлення металів більших товщин потрібно скошувати кромки, точність виконання цієї операції впливає на характер заповнення стика розплавленим присадним металом. Скіс кромок мусить безпосередньо відповідати вибраному типу зварного з'єднання згідно затвердженого стандарту.

Якщо зварна конструкція є особливою, тобто вона зварюється нестандартними з'єднаннями, то обов'язково інформація про них має бути в технічних умовах, а також конструктивні характеристики цих з'єднань повинні вказуватись на кресленнях.

Рациональне розміщення на конструкції зварних швів сприяє кращому сприйнятті діючих навантажень та меншому виникненню внутрішніх напружень у з'єднаннях під час виконання зварювання.

1.3.4 Вимоги до складання

Для отримання необхідної точності складання виконується із застосуванням спеціального устаткування, яке дозволяє складати та зварювати різної форми та розмірів конструкції. Також потрібно врахувати осаджувальну дію металу за рахунок зварювання, тому складання деталей потрібно виконувати з відповідним припуском.

Також потрібно забезпечити при складанні необхідні затискні зусилля, щоб унеможливити деформівну дію металу від зварювального процесу та можливі зміщення їх відносно проектного положення.

Прихоплення деталей зварної конструкції повинні виконуватися згідно вибраної технології, у відповідних місцях визначеної величини.

					КР.422.07.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

Процес складання полягає у проектному встановленні деталей, які попередньо повинні бути очищені від забруднень, продуктів корозії та окалини, наявність яких може викликати появу дефектів у зварних з'єднаннях.

1.3.5 Вимоги до якості зварної конструкції

Якість зварної конструкції визначається присутністю дефектів, які в основному виникають у зварних з'єднаннях, тому їх величина повинна відповідати технічним умовам на виготовлення продукції.

Для забезпечення потрібної якості зварних швів потрібно врахувати ряд умов, а саме:

- використання найбільш придатних зварювальних матеріалів відповідно до марки основного металу;
- загальна довжина виявлених дефектів не повинна перевищувати 5% від загальної довжини шва;
- відсутність тріщин будь-якої форми та напрямку, як в зварних швах, так і в зоні термічного впливу, тому що це дуже небезпечний вид дефекту;
- виправлення дефектів, якщо це можливо, за допомогою методів механічної обробки металів;
- використання найбільш придатного методу контролю якості відповідно до умов призначення конструкції та вимог, що до неї пред'являються;
- висока якість зварювання, що є основою при виготовленні зварних конструкцій.

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

Технологічний процес зварювання розширювача парогазової суміші складається із наступних етапів:

- 1) складання поздовжнього шва для формування обичайки;

					КР.422.07.00.00.000.ПЗ	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- 2) зварювання поздовжнього шва обичайки;
- 3) складання першого кільцевого шва обичайки з нижнім днищем;
- 4) складання другого кільцевого шва обичайки з верхнім днищем;
- 5) зварювання кільцевих швів;
- 6) приварювання кронштейнів, петель та патрубків разом із фланцями.

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 розширювача.

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 – $d_{\text{е}}=1,2$ мм, $I_{\text{зв}}=170-180$ А, $U_{\text{д}}=30-32$ В, $V_{\text{под}}=360$ м/год, $Q_{\text{г}}=12-16$ л/хв.

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

Кільцевий шов обичайки з нижнім і верхнім днищами.

Прихоплення виконати в CO_2 дротом Св-08Г2С – $d_{\text{е}}=1,2$ мм, $I_{\text{зв}}=170-180$ А; $U_{\text{д}}=30-32$ В; $V_{\text{под}}=360$ м/год, $Q_{\text{г}}=12-16$ 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 ОСЦ-45, дріт Св-08ГА, $d_{\text{ел}}=3$ мм, $I_{\text{зв}}=250-300$ А; $U_{\text{д}}=30-34$ 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.

					КР.422.07.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

Зварювання поздовжніх швів виконується автоматом типу А-1416. Для складання цього типу швів використовуються спеціальні зовнішні центратори з гвинтовими притисками. Зварювання кільцевих швів проходить на спеціалізованій установці, при цьому швидкість зварювання забезпечується обертанням виробу за допомогою обертача. Транспортування деталей, складових частин, а також конструкції в цілому виконується цеховим краном.

Існуючий технологічний процес виготовлення розширювача парогазової суміші 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 розширювача парогазової суміші, 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.

					КР.422.07.00.00.000.ПЗ	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Технічне обґрунтування вибраного способу зварювання

Важливу увагу слід приділити способу зварювання при виготовленні розширювача парогазової суміші, який залежить від марки матеріалу, його товщини та загальних вимог, що будуть пред'являтися до конструкції.

Складові частини розширювача можна зварювати ручним дуговим зварюванням покритим електродом, напіваавтоматичним зварюванням в захисному газі, імпульсно-дуговим зварюванням у вуглекислому газі та автоматичним зварюванням під флюсом.

Не дивлячись на невисоку продуктивність ручного дугового способу він все ж таки знайшов своє використання в багатьох галузях промисловості, а особливо в ремонтних роботах, завдяки своїй простоті та універсальності. Якість з'єднання визначається типом використовуваних покритих електродів, так для відповідальних виробів і конструкцій застосовується фтористо-кальцієве фтористо-кальцієво-рутилове покриття типу Е 42А, вони забезпечують високу пластичність зварних швів, що перешкоджає розвитку утворення тріщин.

Цей спосіб при велико-серійних виробництвах обмежено використовується через свою малу продуктивність та необхідність видалення шлакового покриття з поверхонь швів після зварювання. Він має велике застосування для зварювання металоконструкцій при виконанні монтажних і ремонтних робіт.

Напіваавтоматичне зварювання в захисних газах має таку ж високу мобільність, як і ручне електродне зварювання, але його продуктивність більша. Це відбувається завдяки механізованій подачі зварювального дроту та відсутній потребі оббивання шлаку після зварювання. Тому з кожним роком все більше процес механізованого зварювання витісняє ручне покритими електродами.

					КР.422.07.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

Автоматичне зварювання під флюсом володіє ще більшою продуктивністю процесу та якістю зварних з'єднань порівняно з попередніми способами. Але все ж таки має обмежене використання, яке пояснюється неможливістю виконання швів у горизонтальному, вертикальному і стельовому положеннях, а тільки в нижньому. Також цей спосіб в основному використовується для зварювання швів середньої і великої довжини, для коротких – непридатний. Оскільки процес є автоматизованим, то і необхідне устаткування дороге вартісне, що необхідно враховувати при розробленні технологічного процесу виготовлення конструкцій.

Останнім часом має застосування процес імпульсно-дугового зварювання для виготовлення конструкцій. Відмінність його від інших способів зварювання є те, що дуга горить не постійно, а періодично – імпульсно, час імпульсів задається в налаштуваннях параметрів режиму зварювання. Даний спосіб є високоефективним і маловитратним, але все ж таки обмежено використовується через високу вартість обладнання і матеріалів.

Враховуючи переваги і недоліки кожного із запропонованих способів зварювання та особливостей технології процесу і техніки виконання зварювання низьколегованих сталей, для зварювання розширювача парогазової суміші вибираємо автоматичне зварювання під шаром флюсу. Схема виконання даного процесу показана на рисунку 2.1.

Цей вибір дозволить виконати поставлені технологічні вимоги, що стосуються показників міцності і надійності даної зварної конструкції.

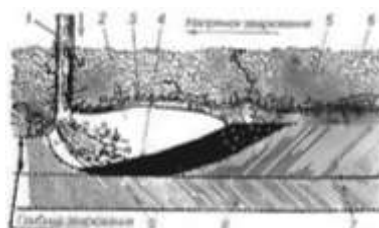


Рисунок 2.1 - Автоматичне зварювання під флюсом [1, с. 189]

1 – електродний дріт; 2 – порожнина; 3 – рідкий шлак; 4 – рідкий метал;
5 – флюс; 6 – шлакова кірка; 7 – зварний шов; 8 – основний метал; 9 - дуга

					КР.422.07.00.00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

2.2 Вибір зварювальних матеріалів

Розширювач парогазової суміші виготовляється зі сталі марки 09Г2С.

Основна умова, яка ставиться до вибору зварювальних матеріалів – це забезпечення бездефектних зварних швів, що володіють властивостями, які необхідні в процесі експлуатації конструкції.

В даному випадку для виготовлення виробу використовується низьколегована сталь, тому для запобігання виникненню пор у зварних швах використовують кремніємарганцеві присадні матеріали, це забезпечить малу забрудненість металу шва оксидними включеннями, які суттєво впливають на структуру металу, знижуючи його міцність.

Тому для зварювання розширювача використовуємо металевий зварювальний дріт суцільного перерізу марки Св-08Г2С. Цей дріт використовують для зварювання у всіх просторових положеннях, а зварний шов добре формується за рахунок розкислення кремнієм і марганцем володіє високою міцністю і пластичністю.

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

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

Вміст елементів, %						
C	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

Для зварювання під флюсом металу 09Г2С зварювальним дротом марки Св-08Г2С рекомендується застосовувати флюс АН-348А та ОСЦ-45.

Так як розширювач парогазової суміші є відповідальною конструкцією, тому що через нього проходять хімічно-активні речовини, то для захисту

					КР.422.07.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

розплавленого металу використовуємо флюс марки ОСЦ-45, оскільки він менше реагує на відхилення хімічного складу, як основного, так і електродного металу. Використання комбінації дроту Св-08Г2С з флюсом ОСЦ-45 в процесі зварювання дозволяє отримувати метал зварного з'єднання з механічними властивостями, що відповідає основному матеріалу.

Хімічний склад флюсу ОСЦ-45 приведено в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Хімічний склад флюсу ОСЦ-45 [4, с.108]

Вміст елементів, %								
SiO ₂	MnO	CaO	MgO	Al ₂ O ₃	CaF ₂	Fe ₂ O ₃	S	P
38-44	34-41	6,5	2,5	5,0	6-9	2,0	0,15	0,15

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 $\varphi_{np} = \frac{l}{n}$ - повинен бути в межах 0,8-4;

б) коефіцієнт підсилення шва $\varphi_b = \frac{l}{g}$ - не повинен бути більшим ніж 7...10.

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

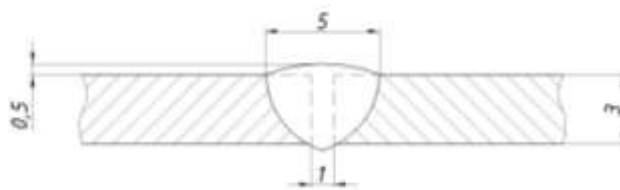


Рисунок 2.2 – Схема стикового з'єднання С2

При виготовленні розширювача парогазової суміші використовується автоматичне зварювання під флюсом.

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, $h = 3$ мм;
 k – коефіцієнт пропорційності, величина якого залежить від умов проведення зварювання (рід струму, полярність), мм/100А.

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

$$I_{зв} = \frac{3}{1,45} \cdot 100 = 206,9 \sim 207 \text{ А.}$$

Зварювальний струм становить 207 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;

$$d_e = 1,13 \sqrt{\frac{207}{70}} = 1,94 \text{ мм.}$$

В даному випадку діаметр електродного дроту рівний 2 мм.

					КР.422.07.00.00.000.ПЗ	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Напругу на дузі визначається за формулою:

$$U_{\partial} = 20 + \frac{50 \cdot 10^{-3}}{d_e^{0,5}} \cdot I_{36} \pm 1, \quad [5, \text{с.194}] \quad (2.3)$$

де I_{36} – струм зварювальний, A ;

d_e – діаметр електродного дроту, $мм$;

$$U_{\partial} = 20 + \frac{50 \cdot 10^{-3}}{2^{0,5}} \cdot 207 \pm 1 = 27,32 \text{ В.}$$

Приймаємо напругу на дузі 27 В.

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

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, $м$;

$$F_1 = 0,75 \cdot 1 \cdot 10^{-3} \cdot 0,5 \cdot 10^{-3} = 0,38 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2.$$

Площу наплавленого металу в зазорі шва визначається за формулою:

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

де $h_{ш}$ – висота шва, $м$;

l – ширина зазору шва, $м$;

h_p – висота розроблення, $м$;

α – кут розроблення;

$$F_2 = 3 \cdot 1 = 3 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2.$$

					КР.422.07.00.00.000.ПЗ	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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 ;

$$F = 0,38 \cdot 10^{-6} + 3,0 \cdot 10^{-6} = 3,38 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2.$$

Коефіцієнт наплавлення розраховується за формулою:

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

де A – коефіцієнт пропорційності, при постійному струмі, $A=4,3$;

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

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

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

$$\alpha_n = 4,3 + 0,065 \cdot \frac{207}{2} = 11,0 \frac{\text{г} \cdot A}{\text{год}}.$$

Швидкість подачі електродного дроту в зону зварювання визначається за формулою:

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

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

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

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

$d_{ел}$ – діаметр електрода, мм ;

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

					КР.422.07.00.00.000.ПЗ	Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$V_{\text{п.д.}} = \frac{4 \cdot 11,0 \cdot 207}{3,14 \cdot 2^2 \cdot 7,8} = 93 \text{ м/год.}$$

Швидкість зварювання розраховується за формулою:

$$V_{36} = \frac{\alpha_n \cdot I_{36}}{F_n \cdot \gamma \cdot 100}, \quad [4, \text{с.250}] \quad (2.9)$$

де α_n – коефіцієнт наплавлення, $\text{г} \cdot \text{А} / \text{год}$;

I_{36} – сила зварювального струму, А ;

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

γ – густина наплавленого металу, $\text{кг} / \text{м}^3$;

$$V_{36} = \frac{11,0 \cdot 10^{-3} \cdot 207}{3,38 \cdot 10^{-6} \cdot 7800 \cdot 100} = 20,07 \approx 20 \text{ м/год.}$$

Результати розрахунків параметрів режиму зварювання заносимо в таблицю 2.3.

Таблиця 2.3 – Параметри режиму автоматичного зварювання під флюсом стикового шва С2 розширювача парогазової суміші

Діаметр електродного дроту, мм	Сила зварювального струму, А	Напруга на дузі, В	Швидкість зварювання, м/год	Швидкість подачі дроту, м/год
2	207	27	20	93

2.4 Вибір і обґрунтування зварювального устаткування

Виготовлення розширювача парогазової суміші виконується автоматичним зварюванням під флюсом, тому потрібно раціонально вибрати зварювальне обладнання, яке забезпечить найкращі умови виконання даного

технологічного процесу із дотриманням необхідних параметрів режиму зварювання.

Основним обладнанням, що використовується при зварюванні розширювача парогазової суміші є автомат марки А-1401, а його живлення проходить за допомогою джерела живлення – випрямляча КІУ-501 компанії «KZESO».

Автомат А-1406 призначений для електродугового зварювання і наплавлення маловуглецевих і легованих сталей плавкими електродами на постійному струмі (суцільним, порошковим дротом і порошковою стрічкою) [6].

Широкий діапазон зварювання досягається зміною швидкості подачі зварювального дроту шляхом заміни змінних шестерень. Автомат має плавне регулювання подачі зварювального дроту [6].

Автомат А-1406 забезпечує наплавлення наступними способами:

- в середовищі захисного газу відкритою дугою суцільним і порошковим дротом та порошковою стрічкою;
- під шаром флюсу суцільним дротом;
- відкритою дугою розщепленим електродом (спеціальний заказ) [6].

Наявність коливального пристрою електроду дозволяє вести наплавлення стрічкою і зварювальним дротом на необхідну довжину [6].

Зварювання виконується постійним струмом з незалежними від параметрів дуги швидкостями зварювання і подачі зварювального дроту. Автомат, встановлюється на наплавлювальні верстати, забезпечує наплавлення зовнішніх, внутрішніх, циліндричних і конічних поверхонь, а також плоских горизонтальних поверхонь [6].

Загальний вигляд автомату показаний на рисунку 2.3, а його технічні характеристики представлені у таблиці 2.4.

					КР.422.07.00.00.000.ПЗ	Арк.
						24
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 2.3 – Загальний вигляд зварювального автомату А-1406 [6]

Таблиця 2.4 - Технічна характеристика автомату для зварювання під флюсом А-1406 [7, с.290-291]

Параметри	Значення
Напруга мережі живлення, В	380
Номінальний зварювальний струм, А	500/1000
Діаметр електродного дроту, мм	1,2...5
Швидкість подачі електродного дроту, м/год	17-553
Швидкість зварювання, м/год	12-120
Вертикальний хід зварювальної головки, мм	500
Габаритні розміри, мм:	
висота	1725
ширина	1010
довжина	890
Маса, кг	195

Як було сказано раніше, для живлення автомату А-1406 застосовується універсальний випрямляч КІУ-501 (рис. 2.4), технічні характеристики якого приведені в таблиці 2.5.



Рисунок 2.4 – Зварювальний випрямляч КІУ-501 [8]

Таблиця 2.5 – Технічна характеристика випрямляча КІУ-501 [7, с.256-257]

Параметри	Значення
Номінальний зварювальний струм, А	500
Номінальний режим роботи, ТВ %	60
Номінальна робоча напруга, В	48
Напруга холостого ходу, В	85
Діапазон регулювання сили зварювального струму, А	50-500
Первинна потужність, кВт·А	40
Габаритні розміри, мм:	
висота	860
ширина	600
довжина	790
Маса, кг	260

Універсальний зварювальний випрямляч КІУ-501 призначений для автоматичного і напіваавтоматичного зварювання в захисних газах і під флюсом, а також для ручного дугового зварювання стрижневими електродами

всіх типів. Встановлюється силовий тиристорний блок з коефіцієнтом потужності по струму $K=1,25$ на випрямлячі [8].

Наявність спеціальної схеми випрямлення з низьким коефіцієнтом пульсації забезпечує високу якість шва, мінімальне розбризкування та економію зварювальних матеріалів [8].

2.5 Вибір методу контролю якості виробу

Контроль якості використовується з метою виявлення присутності або відсутності дефектів, даючи інформацію про їх розміри та характер поширення. Як результат це дозволяє визначити причини, що спричиняють їх появу, а також можливий ремонт та намічання потрібних робіт, які дозволять в майбутньому позбутися цих дефектів. Тому для контролю розширювача парогазової суміші можуть використовуватись такі методи, як візуально-оптичний огляд та ультразвукова, радіаційна чи електромагнітна дефектоскопія, а також пневмо-гідравлічний контроль.

Ультразвукова дефектоскопія базується на використанні пружних механічних коливань, які ще називаються акустичними, бо знаходяться вище порогу чутливості людини. Дані коливання проходять через контрольований виріб і відбиваються від його нижньої поверхні, якщо в ньому є присутній дефект, то ці коливання відіб'ються від дефекту і повернуться назад за менший проміжок часу, про що сповістить відповідне обладнання.

Радіаційні методи контролю використовують для виявлення дефектів гамма- та рентгенівське випромінювання. Цей вид випромінювання використовується того, що він має високу проникаючу здатність, яка дозволяє виявляти дефекти з високою точністю. Присутність дефектів у контрольованому матеріалі визначається втратою енергії даних видів випромінювання через їх проходження по місцях, де залягають дефекти.

Електромагнітні методи контролю придатні для феромагнітних матеріалів. Суть їх полягає у створенні електромагнітного поля, яке проходить

					КР.422.07.00.00.000.ПЗ	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

через контрольований об'єкт. У випадку присутності дефекту – нещільності, магнітні лінії будуть його обминати і зосереджувати більшу потужність за рахунок скупчення магнітних потоків, це і буде причиною зосередження дефекту в тому місці.

Візуальний контроль є найбільш розповсюдженим, тому що він простий, дешевий і не потребує дорогого обладнання. На відміну від оптичного методу, де може застосовуватись спеціальне обладнання, таке як ендоскопи, відеоскопи та ін. Цей контроль проводиться на всіх стадіях виробництва розширювача парогазової суміші. Також для більш точного виявлення дефектів порушення герметичності конструкції використовується ще додатково пневмо-гідравлічний контроль якості.

2.6 Опис вибраного технологічного процесу виготовлення зварної конструкції

Технологічний процес виготовлення розширювача парогазової суміші складається з відповідних операцій, схема послідовності їх виконання показана на рисунку 2.5.

					КР.422.07.00.00.000.ПЗ	Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 2.5 - Схема технологічного процесу виготовлення розширювача парогазової суміші

2.6.1 Заготівельні операції

Технологічний процес виготовлення розширювача парогазової суміші включає наступні заготівельні операції:

- розмічування;
- різання;
- вальцювання;
- штампування.

Розмічування виконується тільки для дрібних деталей, оскільки всі інші формуються за допомогою верстатів із числовим програмним керуванням. Для здійснення даної операції використовуються ручний вимірний інструмент та засоби.

Деталі, що входять до складу розширювача, як правило виготовляються із листового металу та круглих труб. Тому різання листового металу буде

виконуватися на верстаті плазмового різання TigerTec (рис. 2.6), а розділення труб здійснюватиметься на дисковому відрізному верстаті TTMC CS 275, що показаний на рисунку 2.7.



Рисунок 2.6 – Верстат плазмового різання TigerTec [9]



Рисунок 2.7 – Дисковий відрізний верстат TTMC CS 275 [10]

Для одержання заготовки обичайки виконується операція вальцювання із застосуванням вальцювального верстату MAST Metalltechnik M-ESR [11], який зображений на рисунку 2.8.

Верхнє і нижнє днище розширювача отримуються методом штампування, для цього застосовуватиметься гідравлічний штампувальний прес HİDROLIKSAN серії HSA [12] (див. рис. 2.9).

					<i>KP.422.07.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						30
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 2.8 – Вальцювальний верстат MAST Metalltechnik M-ESR [11]



Рисунок 2.9 – Гідравлічний штампувальний прес HIDROLIKSAN серії HSA [12]

2.6.2 Складальні операції

Виконання складання полягає у правильному встановленні деталей зі збереженням потрібних зазорів між стикувальними поверхнями за рахунок використання відповідного устаткування, засобів та інструментів. Складальна конструкція повинна мати розміри, які відповідають кресленню і технічним умовам на її виготовлення. Не допускається порушення геометричних розмірів конструкції вище допустимих значень. У випадку, коли такі порушення є, то конструкція вважається бракованою і відправляється на переробку.

					КР.422.07.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

2.6.3 Складально-зварювальні операції

Виконання цих операцій здійснюється із застосуванням спеціалізованого пристосування, яке забезпечує відповідну точність складання, надійність закріплення та високу продуктивність, що особливо важливо, так як процес складання займає найбільше часу серед усіх технологічних операцій виробничого циклу.

Складально-зварювальні операції при виготовленні розширювача парогазової суміші виконуються в такій послідовності:

- встановити у пристосування деталі обичайку разом із днищами, закріпити їх;
- виконати прихоплення відповідно до технології та зварювання цього вузла;
- прикласти петлі, кронштейни і патрубки разом з фланцями до попередньо звареної складальної одиниці та зафіксувати їх притискачами;
- провести загальне зварювання конструкції;
- вивільнити зварну конструкцію із пристосування.

2.6.4 Опоряджувальні операції

Опоряджувальні операції потрібні для додаткової обробки зварних швів та прилягаючих до них ділянок основного металу. Для їх виконання потрібно мати все необхідне обладнання та інструменти, а саме: окуляри захисні Truper Active Cipi, молоток слюсарний Tolsen 500 г, кутова шліфувальна машина Felisatti KШМ-180/2000/F84233, щітка дискова 180 x 32 мм Verto 62H212.

2.6.5 Допоміжні операції

Виконання технологічного процесу виготовлення розширювача парогазової суміші неможливе без допоміжних операцій, які пов'язані із його

					КР.422.07.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

підготовкою, а також з переміщенням деталей та вузлів по ходу його здійснення.

Такими операціями є безпосередньо доставка матеріалів, встановлення та знімання деталей і виробів у складальних пристосуваннях, а також технологічні переміщення відповідного обладнання, пристосувань та інструментів. В якості устаткування у даній технології застосовується тельфер електричний Sturm EH72121 [13], його вигляд представлений на рисунку 2.10.



Рисунок 2.10 – Тельфер електричний Sturm EH72121

2.6.6 Контроль якості

На кожному етапі виготовлення конструкції відбуваються контрольні операції, які стосуються перевірки:

- матеріалів зварювальних і ін. без яких неможливе виготовлення конструкції;
- поопераційний контроль складання, зварювання, виконання заготівельних, опоряджувальних і допоміжних робіт;
- контроль готової продукції.

Контролювання готової продукції проходить в два етапи:

					КР.422.07.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

I етап. Візуально-оптичний контроль, який дозволяє виявити зовнішні дефекти зварних швів і біляшовних зон.

II етап. Випробування конструкції виробу на герметичність, це дає змогу виявити порушення нещільності матеріалу, наявності протікань – теч, а також деяких внутрішніх дефектів.

Для проведення цих етапів контролю використовується спеціальний комплект Novotest VT-1 (рис. 2.11) та обладнання для проведення пневмо-гідравлічних випробувань.



Рисунок 2.11 – Загальний вигляд комплекту для візуально-оптичного контролю Novotest VT-1 [14]

В особливих випадках можливе використання ультразвукової дефектоскопії для контролю якості зварних з'єднань.

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.

					КР.422.07.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

Розрахунок витрат при зварюванні розширювача парогазової суміші 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:

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

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, $L=7,1$ м.

$$M = 3,38 \cdot 10^{-6} \cdot 7800 \cdot 7,1 = 0,19 \text{ кг};$$

$$H_b = 0,19 \cdot 1,1 = 0,21 \text{ кг}.$$

Витрати флюсу ОСЦ-45 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, $K_\phi=1,7$;

					КР.422.07.00.00.000.ПЗ	Арк.
						35
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$Q_{\phi} = 0,21 \cdot 1,7 = 0,35 \text{ кг.}$$

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;

$$Q_e = \frac{27}{11 \cdot 0,75 \cdot 0,2} = 16,36 \text{ кВт} \cdot \text{год.}$$

Час зварювання для кожного шва визначаються за формулою:

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

$$t_o = \frac{0,21 \cdot 10^3}{207 \cdot 11} = 0,09 \text{ год} \approx 5 \text{ хв.}$$

					КР.422.07.00.00.000.ПЗ	Арк.
						36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

3.1 Обґрунтування вибору типу пристосувань, які застосовуються при виготовленні конструкції

Застосовуваний тип складального, зварювального чи складально-зварювального обладнання в технологічному процесі виготовлення зварних конструкцій має велике значення. Тому що від цього залежить стабільність і якість виготовлюваних виробів, необхідна продуктивність виробництва, а також зменшення частки ручної праці на виконання складання при необхідній механізації обладнання, пристосувань або окремих їх елементів.

Будь-який вид складальних чи зварювальних пристосувань обов'язково складається із масивного каркасу або рами – це викликано для того щоб було нерухоме стаціонарне його положення, яке не призведе до виникнення певних похибок, що вплинуть на точність складання деталей конструкції. Також в робочій частині пристосування обладнується різними упорами, фіксаторами, притискачами, затискачами, шаблонами та іншими допоміжними інструментами. Їх присутність потрібна для того, щоб забезпечити проектне положення деталей відносно форми конструкції.

Затискні (закріплюючі) елементи, до яких відносяться затискачі та притискачі, призначені для закріплення деталей зварювального виробу в процесі складання і зварювання після їх встановлення в пристосування [16, с.59].

Притискачі та затискачі повинні забезпечувати [16, с.59-60]:

- правильне прикладання і напрямок притискного зусилля для закріплення деталей без зсувів відносно установчих баз;
- надійне закріплення деталей протягом всього процесу складання і зварювання;
- швидкодію;

					КР.422.07.00.00.000.ПЗ	Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- можливість зручного встановлення деталей в пристосуванні, зручність виконання зварювання, а також можливість знімання виробу із пристосування після зварювання;

- зручний підхід до них для легкого приведення їх в дію (для ручних пристосувань);

- безпечність при виконанні робіт [16, с. 59-60].

Притискачі та затискачі бувають клинові, гвинтові, ексцентрикові, важільні, байонетні та пружинні [16, с.60].

Технологічне устаткування, що використовується в процесі виготовлення розширювача парогазової суміші обладнане притискачами, що мають механізми притискання важільного типу.

Важільні притискачі бувають різними по конструктивних схемах і широко використовуються в складально-зварювальному виробництві. Для збільшення робочих зусиль в 2-4 рази використовуються прості (однорічильні) притискачі, а для більшого підвищення – складні багатоланкові механізми, наприклад шарнірно-важільні, які дозволяють збільшити зусилля притискання в 3-7 раз [16, с.63].

Широко використовуються ручні шарнірно-важільні притискачі, які працюють за рахунок переходу важелів через мертву точку. Притискач складається із стійки на якій шарнірно закріплені рукоятка та важіль по відповідних осях. Рукоятка і важіль зв'язані між собою планками з'єднаними з певними осями. В кінці важеля закріплений натискний гвинт, довжина якого регулюється за допомогою гайок [16, с.63].

При переміщенні рукоятки вліво планки натискають на важіль і гвинт закріплює деталі. При зворотному переміщенні рукоятки важіль прокручується навколо осі, відводить гвинт та звільняє деталі [16, с.63].

В закріпленому стані поздовжня вісь рукоятки повинна перейти у вертикальне положення. Надійне закріплення деталі забезпечується розміщенням рукоятки під невеликим кутом відносно планки. Подальший хід рукоятки обмежується упором. Оскільки невеликі коливання товщини деталі

					КР.422.07.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

значно змінюють цей кут, то довжина натискного гвинта повинна бути відрегульованою. В гіршому випадку можливе самовільне відкриття притискача, що являється суттєвим недоліком шарнірно-важільних притискачів, яке обмежує їх використання [16, с.63-64].

Важільні системи широко застосовуються в механізованих (пневматичних і гідравлічних) притискачах, де забезпечується постійне прикладання зусилля і відповідно не може виконуватися самовільне їх відкриття [16, с.64].

3.2 Опис роботи зварювального пристосування

Від послідовності та правильності виконуваних операцій при складанні залежить загальна якість конструкції. Тому потрібно встановлювати деталі в правильному проектному положенні із забезпеченням потрібного зусилля притискання, при цьому будь-які їх зміщення недопустимі.

Складання, прихоплювання і часткове зварювання розширювача парогазової суміші виконується із використанням кондукторів. На яких виконується встановлення, фіксування та закріплення деталей в положенні, яке регламентується технічними умовами на виготовлення продукції. Потім відбувається їх прихоплення та подальше зварювання у відповідних місцях. Загальний вигляд складального кондуктора показаний на рисунку 3.1.

					КР.422.07.00.00.000.ПЗ	Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

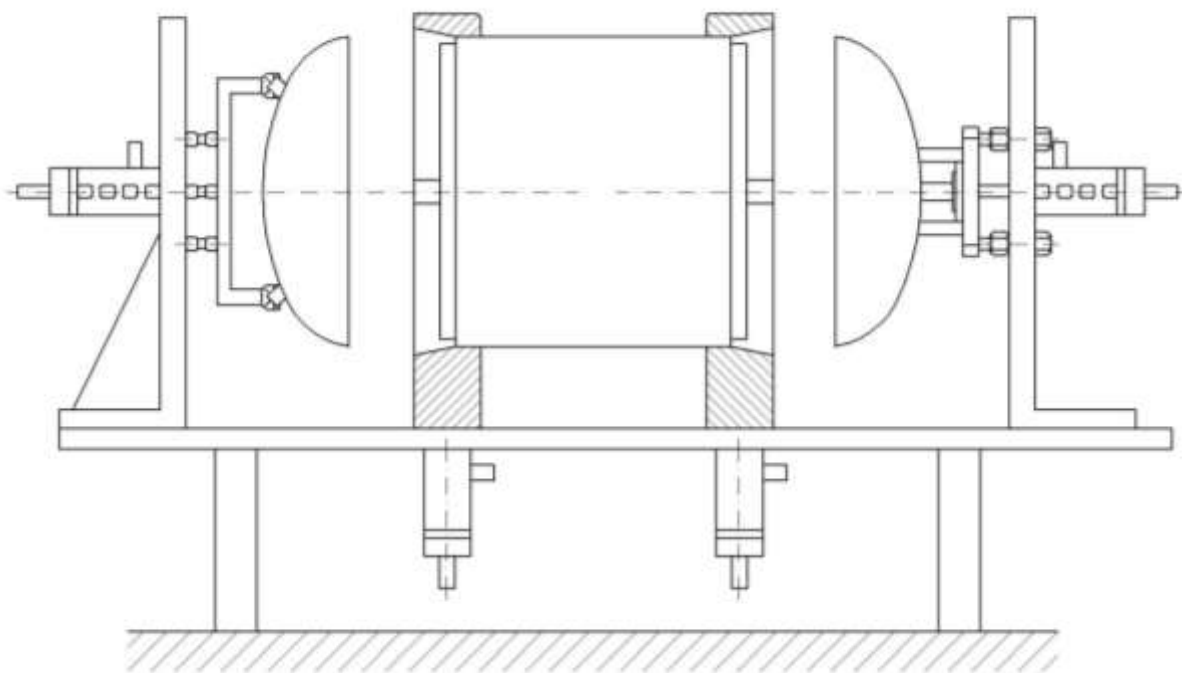


Рисунок 3.1 – Кондуктор складальний

Наступним етапом виготовлення зварної конструкції буде застосування спеціалізованої установки для зварювання кільцевих швів. Вона обладнана рейковим шляхом, по якому буде переміщатися зварювальний автомат А-1406 та виконуватиме зварювальний процес під шаром флюсу. Також до її складу входить роликовий обертач, який власне і задає основний зварювальний рух при з'єднанні обичайки з днищами розширювача парогазової суміші. Вигляд установки для зварювання кільцевих швів представлений на рисунку 3.2.

					КР.422.07.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

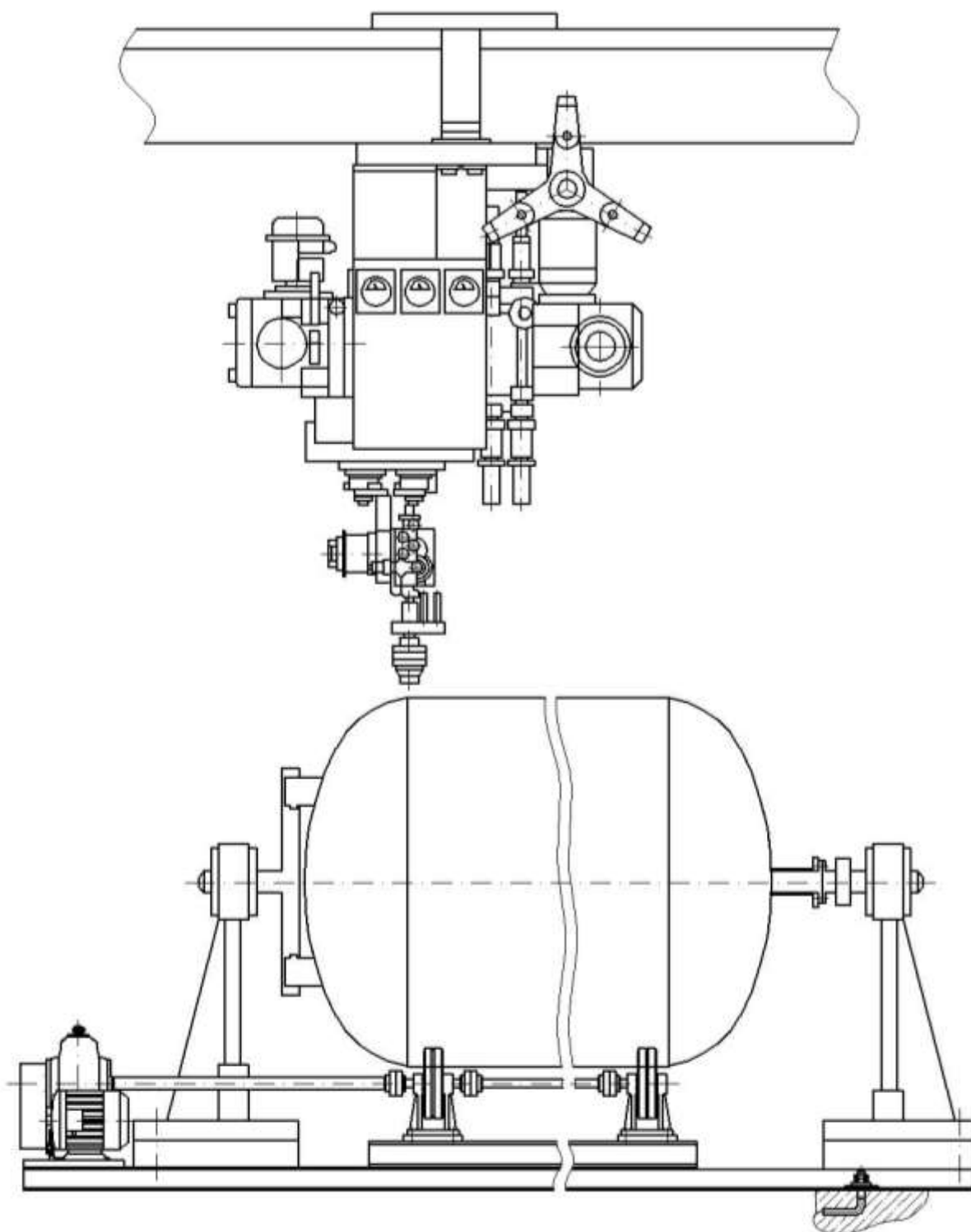


Рисунок 3.2 – Установка для зварювання кільцевих швів

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КР.422.07.00.00.000.ПЗ

Арк.

41

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 розширювача парогазової суміші

Показник	Одиниці вимірюв.	Кількісна чи вартісна оцінка	
		фізичні дані	проектні дані
Габаритні розміри виробу	мм	960хø590	
Сума витрат по видах та марках основних матеріалів на виріб:			
прокат 09Г2С	кг	76	
зварювальний дріт Св-08Г2С	кг	0,21	
флюс марки ОСЦ-45	кг	0,35	
Розміри поворотних відходів на виріб	кг	3,0	
Ціна придбання матеріалу за кг:			
прокат:			
сталь 09Г2С	грн	36,2	36,08
зварювальний дріт Св-08Г2С	грн	154,5	154,3
флюс марки ОСЦ-45	грн	36,0	35,25
Ціна реалізації поворотних відходів	грн	15	

Таблиця 4.2 - Характеристика технологічного процесу виготовлення розширювача парогазової суміші

Зміст операції	Варіанти	Устаткування		Інструменти		Розряд роботи	Штучні норми часу
		Назва	Ціна, грн	Назва	Ціна, грн		
1	2	3	4	5	6	7	8
Штампування	$\frac{3}{П}$	Штамп. прес HIDROLIKS AN серії HSA	8680000	молоток	441	IV	2,2
Розмічування	$\frac{3}{П}$			рулетка лінійка маркер	187 168 97	IV	$\frac{5,6}{5,3}$
Різання	$\frac{3}{П}$	Верстат відріз. TPMC CS 275, плазм. верст. TigerTec	67000 1252000			IV	$\frac{5,8}{5,6}$
Вальцювання	$\frac{3}{П}$	Вальцювальний верстат MAST Metalltechnik M-ESR	275000			IV	$\frac{3,3}{2,4}$
Складання	$\frac{3}{П}$	Кондуктор складальний	254400	молоток	441	IV	$\frac{6,9}{6,1}$
Зварювання	$\frac{3}{П}$	Автомат А-1406 Випрямляч КІУ-501	391000			IV	$\frac{5,6}{5,3}$
Зачищування	$\frac{3}{П}$	Кутова шліф. машина Felisatti КШМ-180/2000/F84233	3620	Щітка диск. 180 x 32 мм Verto 62H212 молоток	43 441	IV	$\frac{5,3}{4,4}$
Контроль якості	$\frac{3}{П}$	Комплект контролю Novotest VT-1	13500			VI	3,7
Транспортні операції	$\frac{3}{П}$	Тельфер ел. Sturm EH72121	29000			IV	2,5

Штучна норма часу:

а) по технологічних операціях: по заводу 38,4;

по проекту 35,0;

					КР.422.07.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

б) по допоміжних і транспортних операціях: по заводу 2,5;
по проекту 2,5.

Загальна штучна норма часу: по заводу 40,9;
по проекту 37,5.

Для виготовлення розширювача парогазової суміші 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, $K_p = 0,03...0,1$.

$$\Phi_{yc} = 253 \cdot 1 \cdot 8 \cdot (1 - 0,06) \approx 1903_{год}.$$

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]:

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

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

$K_{вн}$ - коефіцієнт виконання, $K_{вн} = 2,1$.

					КР.422.07.00.00.000.ПЗ	Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

B_{np} – програма випуску продукції, у нашому випадку $B_{np} = 2100$ шт.

Кількість робочих місць для виконання штампування при виготовленні розширювача парогазової суміші (за заводським і проектним варіантами):

$$n = \frac{2,2 \cdot 2100}{1903 \cdot 2,1} = 1,15 \approx 1 \text{ шт.}$$

Кількість робочих місць для виконання розмічування при виготовленні розширювача парогазової суміші:

- заводський варіант:

$$n = \frac{5,6 \cdot 2100}{1903 \cdot 2,1} = 2,94 \approx 3 \text{ шт.},$$

- проектний варіант:

$$n = \frac{5,3 \cdot 2100}{1903 \cdot 2,1} = 2,79 \approx 3 \text{ шт.}$$

Для вирізання заготовок кількість робочих місць рівна:

- заводський варіант:

$$n = \frac{5,8 \cdot 2100}{1903 \cdot 2,1} = 3,05 \approx 3 \text{ шт.},$$

- проектний варіант:

$$n = \frac{5,6 \cdot 2100}{1903 \cdot 2,1} = 2,94 \approx 3 \text{ шт.}$$

Для виконання вальцювання необхідно:

- заводський варіант:

					КР.422.07.00.00.000.ПЗ	Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$n = \frac{3,3 \cdot 2100}{1903 \cdot 2,1} = 1,73 \approx 2_{шт},$$

- проектний варіант:

$$n = \frac{2,4 \cdot 2100}{1903 \cdot 2,1} = 1,26 \approx 1_{шт}.$$

Для виконання складання кількість робочих рівна:

- заводський варіант:

$$n = \frac{6,9 \cdot 2100}{1903 \cdot 2,1} = 3,63 \approx 4_{шт},$$

- проектний варіант:

$$n = \frac{6,1 \cdot 2100}{1903 \cdot 2,1} = 3,2 \approx 3_{шт}.$$

Для виконання процесу зварювання кількість робочих місць становить:

- заводський варіант:

$$n = \frac{5,6 \cdot 2100}{1903 \cdot 2,1} = 2,94 \approx 3_{шт},$$

- проектний варіант:

$$n = \frac{5,3 \cdot 2100}{1903 \cdot 2,1} = 2,79 \approx 3_{шт}.$$

Кількість робочих місць для зачищення зварних швів:

- заводський варіант:

					КР.422.07.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

$$n = \frac{5,3 \cdot 2100}{1903 \cdot 2,1} = 2,79 \approx 3 \text{шт},$$

- проектний варіант:

$$n = \frac{4,4 \cdot 2100}{1903 \cdot 2,1} = 2,31 \approx 2 \text{шт}.$$

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

$$n = \frac{3,7 \cdot 2100}{1903 \cdot 2,1} = 1,94 \approx 2 \text{шт}.$$

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

$$n = \frac{\sum_{i=1}^m B_{mp} \cdot N_{кр} \cdot t_{кр}}{\Phi_n \cdot K_{кр}}, \quad (4.3)$$

де B_{mp} - кількість вантажних об'єктів іншого виду, що підлягають транспортуванню на протязі року, 2100 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

$K_{кр} = 0,6...0,7$.

					КР.422.07.00.00.000.ПЗ	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$n = \frac{2100 \cdot 1 \cdot 0,8}{2100 \cdot 0,7} = 1,14 \approx 1 \text{ шт.}$$

Приймаємо один електричний тельфер Sturm EH72121 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;

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

B - об'єм випуску продукції на рік, приймаємо $B_{np} = 2100 \text{ шт.}$;

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

$K_{вн}$ - коефіцієнт виконання норм часу основними робітниками, приймається

$K_{вн} = 2,1 \dots 2,2$.

Необхідна кількість штампувальників (за двома варіантами):

$$r_{oi} = \frac{2100 \cdot 2,2}{1850 \cdot 2,2} = 1,14 \approx 1 \text{ чол.}$$

Необхідна кількість розмічувальників:

- за заводським варіантом:

					КР.422.07.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

$$r_{oi} = \frac{2100 \cdot 5,6}{1850 \cdot 2,2} = 2,89 \approx 3 \text{ чол},$$

- за проектним варіантом:

$$r_{oi} = \frac{2100 \cdot 5,3}{1850 \cdot 2,2} = 2,74 \approx 3 \text{ чол.}$$

Необхідна кількість різальників:

- за заводським варіантом:

$$r_{oi} = \frac{2100 \cdot 5,8}{1850 \cdot 2,2} = 2,99 \approx 3 \text{ чол},$$

- за проектним варіантом:

$$r_{oi} = \frac{2100 \cdot 5,6}{1850 \cdot 2,2} = 2,89 \approx 3 \text{ чол.}$$

Необхідна кількість робітників для виконання вальцювання:

- за заводським варіантом:

$$r_{oi} = \frac{2100 \cdot 3,3}{1850 \cdot 2,2} = 1,7 \approx 2 \text{ чол},$$

- за проектним варіантом:

$$r_{oi} = \frac{2100 \cdot 2,4}{1850 \cdot 2,2} = 1,24 \approx 1 \text{ чол.}$$

Необхідна кількість складальників:

- за заводським варіантом:

					КР.422.07.00.00.000.ПЗ	Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$r_{oi} = \frac{2100 \cdot 6,9}{1850 \cdot 2,2} = 3,56 \approx 4 \text{ чол.}$$

- за проектним варіантом:

$$r_{oi} = \frac{2100 \cdot 6,1}{1850 \cdot 2,2} = 3,15 \approx 3 \text{ чол.}$$

Необхідна кількість зварювальників:

- за заводським варіантом:

$$r_{oi} = \frac{2100 \cdot 5,6}{1850 \cdot 2,2} = 2,89 \approx 3 \text{ чол.}$$

- за проектним варіантом:

$$r_{oi} = \frac{2100 \cdot 5,3}{1850 \cdot 2,2} = 2,74 \approx 3 \text{ чол.}$$

Необхідна кількість зачищувальників:

- за заводським варіантом:

$$r_{oi} = \frac{2100 \cdot 5,3}{1850 \cdot 2,2} = 2,74 \approx 3 \text{ чол.}$$

- за проектним варіантом:

$$r_{oi} = \frac{2100 \cdot 4,4}{1850 \cdot 2,2} = 2,27 \approx 2 \text{ чол.}$$

Необхідна кількість контролерів (за двома варіантами):

$$r_{oi} = \frac{2100 \cdot 3,7}{1850 \cdot 2,2} = 1,9 \approx 2 \text{ чол.}$$

					КР.422.07.00.00.000.ПЗ	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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:				
штампувальники	1	1	IV	IV
розмічувальники	3	3	IV	IV
різальники	3	3	IV	IV
вальцювальники	2	1	IV	IV
складальники	4	3	IV	IV
зварювальники	3	3	IV	IV
зачищувальники	3	2	IV	IV
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	29	26	—	—

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	36,2	36,08	2751,2	2742,08	5777520		5758368	
З/П	Зварювальн. дрiт Св-08Г2С			кг	154,5	154,3	32,45	32,4	68134,5		68046,3	
З/П	Флюс марки ОСЦ-45			кг	36,0	35,25	12,6	12,34	26460		25908,75	
Р- ом							2796,25	2786,82	5872114,5		5852323,05	
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	1,81	1,8	137,56	137,1	288876	287918,4	15	15	31500	31500	
З/П	5	7,73	7,72	1,62	1,62	3406,73	3402,32					
З/П	5	1,8	1,76	0,63	0,62	1323	1295,44					
Р- ом		11,34	11,28	139,81	139,34	293605,73	292616,15	15	15	31500	31500	

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]:

					<i>KP.422.07.00.00.000.ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		<i>52</i>

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

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]:

$$З_{до} = З_{oo} (Д_1 + Д_2), \quad (4.6)$$

де $Д_1$ - доплата за шкідливість, грн, $Д_1 = 12...24 \%$, приймаємо $Д_1 = 20 \%$; $Д_2$ - інші доплати, грн, $Д_2 = 15...20 \%$, приймаємо $Д_2 = 15 \%$.

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

$$З_{по} = З_{до} \cdot P, \quad (4.7)$$

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 штампувальників (за двома варіантами):

$$З_{oo} = 7,5 \cdot 26,5 \cdot 2,2 = 437,25 \text{ грн};$$

$$З_{до} = 437,25 \cdot (0,2 + 0,15) = 153,04 \text{ грн};$$

$$З_{по} = 437,25 \cdot 0,4 = 174,9 \text{ грн}.$$

Затрати по оплаті праці розмічувальників:

- заводський варіант:

$$З_{oo} = 2,9 \cdot 26,5 \cdot 5,6 = 430,36 \text{ грн};$$

$$З_{до} = 430,36 \cdot (0,2 + 0,15) = 150,63 \text{ грн};$$

					КР.422.07.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

$$З_{по} = 430,36 \cdot 0,4 = 152,14 \text{ грн};$$

- проектний варіант:

$$З_{оо} = 2,9 \cdot 26,5 \cdot 5,3 = 407,31 \text{ грн};$$

$$З_{до} = 407,31 \cdot (0,2 + 0,15) = 142,56 \text{ грн};$$

$$З_{по} = 407,31 \cdot 0,4 = 162,92 \text{ грн}.$$

Затрати по оплаті праці різальників:

- заводський варіант:

$$З_{оо} = 2,8 \cdot 26,5 \cdot 5,8 = 430,36 \text{ грн};$$

$$З_{до} = 430,36 \cdot (0,2 + 0,15) = 150,63 \text{ грн};$$

$$З_{по} = 430,36 \cdot 0,4 = 172,14 \text{ грн};$$

- проектний варіант:

$$З_{оо} = 2,8 \cdot 26,5 \cdot 5,6 = 415,52 \text{ грн};$$

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

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

Затрати по оплаті праці вальцювальників:

- заводський варіант:

$$З_{оо} = 4,8 \cdot 27,5 \cdot 3,3 = 435,6 \text{ грн};$$

$$З_{до} = 435,6 \cdot (0,2 + 0,15) = 152,46 \text{ грн};$$

$$З_{по} = 435,6 \cdot 0,4 = 174,24 \text{ грн};$$

- проектний варіант:

$$З_{оо} = 4,8 \cdot 27,5 \cdot 2,4 = 316,8 \text{ грн};$$

$$З_{до} = 316,8 \cdot (0,2 + 0,15) = 110,88 \text{ грн};$$

$$З_{по} = 316,8 \cdot 0,4 = 126,72 \text{ грн}.$$

Затрати по оплаті праці складальників:

- заводський варіант:

$$З_{оо} = 2,5 \cdot 28,5 \cdot 6,9 = 491,63 \text{ грн};$$

$$З_{до} = 491,63 \cdot (0,2 + 0,15) = 172,07 \text{ грн};$$

$$З_{по} = 491,63 \cdot 0,4 = 196,65 \text{ грн};$$

- проектний варіант:

					КР.422.07.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

$$З_{\text{оо}} = 2,5 \cdot 28,5 \cdot 6,1 = 434,63 \text{ грн};$$

$$З_{\text{до}} = 434,63 \cdot (0,2 + 0,15) = 152,12 \text{ грн};$$

$$З_{\text{по}} = 434,63 \cdot 0,4 = 173,85 \text{ грн.}$$

Затрати по оплаті праці зварювальників:

- заводський варіант:

$$З_{\text{оо}} = 3,1 \cdot 29,5 \cdot 5,6 = 512,12 \text{ грн};$$

$$З_{\text{до}} = 512,12 \cdot (0,2 + 0,15) = 179,24 \text{ грн};$$

$$З_{\text{по}} = 512,12 \cdot 0,4 = 204,85 \text{ грн};$$

- проектний варіант:

$$З_{\text{оо}} = 3,1 \cdot 29,5 \cdot 5,3 = 484,69 \text{ грн};$$

$$З_{\text{до}} = 484,69 \cdot (0,2 + 0,15) = 169,64 \text{ грн};$$

$$З_{\text{по}} = 484,69 \cdot 0,4 = 193,87 \text{ грн.}$$

Затрати по оплаті праці зачищувальників:

- заводський варіант:

$$З_{\text{оо}} = 3 \cdot 26,5 \cdot 5,3 = 421,35 \text{ грн};$$

$$З_{\text{до}} = 421,35 \cdot (0,2 + 0,15) = 147,47 \text{ грн};$$

$$З_{\text{по}} = 421,35 \cdot 0,4 = 168,54 \text{ грн};$$

- проектний варіант:

$$З_{\text{оо}} = 3 \cdot 26,5 \cdot 4,4 = 349,8 \text{ грн};$$

$$З_{\text{до}} = 349,8 \cdot (0,2 + 0,15) = 122,43 \text{ грн};$$

$$З_{\text{по}} = 349,8 \cdot 0,4 = 139,92 \text{ грн.}$$

Затрати по оплаті праці контролерів:

$$З_{\text{оо}} = 4,5 \cdot 30,5 \cdot 3,7 = 507,83 \text{ грн};$$

$$З_{\text{до}} = 507,83 \cdot (0,2 + 0,15) = 177,74 \text{ грн};$$

$$З_{\text{по}} = 507,83 \cdot 0,4 = 203,13 \text{ грн.}$$

Затрати по оплаті праці транспортувальників:

$$З_{\text{оо}} = 6,5 \cdot 29 \cdot 2,5 = 471,25 \text{ грн};$$

$$З_{\text{до}} = 471,25 \cdot (0,2 + 0,15) = 164,94 \text{ грн};$$

$$З_{\text{по}} = 471,25 \cdot 0,4 = 188,5 \text{ грн.}$$

					КР.422.07.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

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

$$Z_{од} = r_{од} \cdot C_p \cdot \Phi_{ef}, \quad (4.8)$$

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

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

C_p - 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 наладжувальників:

$$Z_{од} = 2 \cdot 33,5 \cdot 1850 = 123950 \text{ грн};$$

$$Z_{дд} = 123950 \cdot 0,35 = 43382,5 \text{ грн};$$

$$Z_{нд} = 123950 \cdot 0,4 = 49580 \text{ грн}.$$

Затрати по оплаті праці ремонтників:

$$Z_{од} = 2 \cdot 33,5 \cdot 1850 = 123950 \text{ грн};$$

$$Z_{дд} = 123950 \cdot 0,35 = 43382,5 \text{ грн};$$

$$Z_{нд} = 123950 \cdot 0,4 = 49580 \text{ грн}.$$

Затрати по оплаті праці електриків:

$$Z_{од} = 1 \cdot 33,5 \cdot 1850 = 61975 \text{ грн};$$

$$Z_{дд} = 61975 \cdot 0,35 = 21691,25 \text{ грн};$$

$$Z_{нд} = 61975 \cdot 0,4 = 24790 \text{ грн}.$$

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]:

					КР.422.07.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

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

де Z_{on} - 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_{on}) та премії і надбавки (Z_{nn}) розраховуються так само, як для основних робітників. Затрати по оплаті праці ІТР:

$$Z_{оп} = 1 \cdot 8600 \cdot 12 = 103200 \text{ грн};$$

$$Z_{дп} = 103200 \cdot 0,35 = 36120 \text{ грн};$$

$$Z_{пп} = 103200 \cdot 0,4 = 41280 \text{ грн}.$$

Затрати по оплаті праці МОП:

$$Z_{оп} = 1 \cdot 8600 \cdot 12 = 103200 \text{ грн};$$

$$Z_{дп} = 103200 \cdot 0,35 = 36120 \text{ грн};$$

$$Z_{пп} = 103200 \cdot 0,4 = 41280 \text{ грн}.$$

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:						
штампувальники	110624,25		38718,49		44249,7	
розмічувальники	326643,24	309144,5	114325,13	108200,57	130657,3	123657,8

Продовження таблиці 4.5

різальники	326643,24	315379,68	114325,13	110382,89	130657,3	126151,87
вальцювальники	220413,6	80150,4	77144,76	28052,64	88165,44	32060,16
складальники	497524,5	329880,38	174133,58	115458,13	199009,8	131952,15
зварювальники	388699,08	367875,92	136044,68	128756,57	155479,63	147150,37
зачищувальники	319804,65	176998,8	111931,63	61949,58	127921,86	70799,52
контролери	256959,45		89935,81		102783,78	
транспортувальники	119226,25		41729,19		47690,5	
Допоміжні робітники:	123950		43382,5		49580	
налагоджувальники						
ремонтники						
електрики						
ІТР	103200		36120		41280	
МОП	103200		36120		41280	
Разом	3082813,26	2582514,61	1078984,64	903880,12	1723586,55	1523467,1

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	
	З	П
Основні матеріали:	2796,25	2786,82
сталь 09Г2С	2751,2	2742,08
зварювальний дріт Св-08Г2С	32,45	32,4
флюс марки ОСЦ-45	12,6	12,34
Поворотні відходи	15	
Паливо та енергія на технологічні цілі	185	184,92
Основна заробітна плата основних робітників	1222,16	983,92
Додаткова заробітна плата основних робітників	427,76	344,37
Премії та надбавки основних робітників	488,86	393,57
Відрахування на соціальне страхування	29,94	24,11
Відрахування на медичне страхування	53,47	43,05
Витрати на утримання та експлуатацію устаткування	398,41	398,41
Цехові (дільничні) витрати	265,37	265,37
Всього цехова собівартість	5852,22	5409,54

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:						
штампувальне	1	1	8680000	8680000	434000	434000
різальне	3	3	1319000	1319000	65950	65950
вальцювальне	2	1	275000	275000	13750	13750
складальне	4	3	254400	254400	12720	12720
зварювальне	3	3	391000	391000	19550	19550
зачищувальне	3	2	3620	3620	181	181
контрольне	2	2	13500	13500	675	675
транспортне	1	1	29000	29000	1450	1450
Інструменти:						
молоток	7	5	441	441	22,05	22,05
щітка дискова	6	5	43	43	2,15	2,15
рулетка	3	3	187	187	9,35	9,35
лінійка	5	5	168	168	8,4	8,4
маркер	9	8	97	97	4,85	4,85
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	6250000	6250000	5	312500	312500
Устаткування:					
штампувальне	9114000	9114000	8	729120	729120
різальне	4022950	4022950	8	321836	321836
вальцювальне	563750	288750	8	45100	23100
складальне	1030320	775920	7	72122,4	54314,4
зварювальне	1192550	1192550	6,5	77515,75	77515,75
зачищувальне	11041	7421	8	883,28	593,68
контрольне	27675	27675	6	1660,5	1660,5
транспортне	30450	30450	7	2131,5	2131,5
Інструменти:			16		
молоток	3109,05	2227,05		497,45	356,33
щітка дискова	260,15	217,15		41,62	37,47
рулетка	570,35	570,35		91,26	91,26
лінійка	848,4	848,4		135,74	135,74
маркер	877,85	780,85		140,46	124,94
Разом	22248401,8	21714359,8		1251275,96	1211014,84

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 $C_{пз}$ - повна собівартість виробу за заводськими даними, грн ($C_{пз} = 18793,22$ грн);

$C_{пн}$ - повна собівартість виробу за проектними даними, грн ($C_{пн} = 17698,03$ грн);

$\Phi_{мз}$ - фондомісткість продукції за заводськими даними, грн/шт ($\Phi_{мз} = 5852,22$ грн/шт);

$\Phi_{мн}$ - фондомісткість продукції за проектними даними, грн/шт ($\Phi_{мн} = 5409,54$ грн/шт);

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

$$E_{\phi} = ((18793,22 + 0,15 \cdot 5852,22) - (17698,03 + 0,15 \cdot 5409,54)) \cdot 2100 = 2439343,2 \text{ грн.}$$

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

$$T_{ок} = \frac{\Phi_{осз} - \Phi_{осн}}{E_{ур}}, \quad (4.11)$$

де $\Phi_{осз}$ - вартість основних виробничих фондів за заводським варіантом, грн ($\Phi_{осз} = 33286785$ грн);

$\Phi_{осн}$ - вартість основних виробничих фондів за проектним варіантом, грн ($\Phi_{осн} = 31863384$ грн);

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

$$E_{ур} = B \cdot (C_{пз} - C_{пн}), \quad (4.12)$$

$$E_{ур} = 2100 \cdot (18793,22 - 17698,03) = 2299899 \text{ грн;}$$

$$T_{ок} = \frac{33286785 - 31863384}{2299899} = 0,62 \text{ р.}$$

					КР.422.07.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		61

Порівняльний аналіз техніко-економічних показників показано у таблиці 4.8.

Таблиця 4.8 - Основні техніко-економічні показники розробленого технологічного процесу

Показники	Одиниці вимірювання	Величина	
		З	П
1	2	3	4
Річна програма випуску продукції	шт	2100	2100
Кількість технологічного устаткування	шт	19	16
Собівартість товарної продукції	грн	18793,22	17698,03
Чисельність промислово-виробничого персоналу:			
- всього	чол	29	26
- основних робітників	чол	22	19
Фондомісткість продукції	грн/шт	5852,22	5409,54
Умовна річна економія	грн	-	2299899
Річний економічний ефект	грн	-	2439343,2
Термін окупності капітальних вкладень	роки	-	0,62
Місячний оклад основних робітників:			
- штампувальники	грн	16068,94	16068,94
- розмічувальники	грн	15815,73	14968,46
- різальники	грн	15815,73	15270,36
- вальцювальники	грн	16008,3	11642,4
- складальники	грн	18067,22	15972,47
- зварювальники	грн	18820,41	17812,17
- зачищувальники	грн	15484,61	12855,15
- контролери	грн	18662,57	18662,57
- транспортувальники	грн	17318,44	17318,44

5 ОХОРОНА ПРАЦІ

5.1 Характеристика захисного заземлення, яке може бути встановлене в спроектованому цеху

Захисним заземленням називають заздалегіть з'єднані з землею металічні частини устаткування, які не знаходяться під напругою в звичайних умовах, на які можуть опинитися під напругою внаслідок порушення ізоляції електроустановки [18, с.285].

Основним призначенням захисного заземлення є ліквідація небезпеки ураження людей електричним струмом при наявності напруги на конструктивних частинах електроустаткування тобто при «замиканні на корпус».

Принцип дії захисного заземлення – зниження до безпечних значень напруги доторкання і крок, обумовлений замиканням на корпус. Це досягається зниженням потенціалу заземленого устаткування, а також вирівнювання потенціалів за рахунок піднімання потенціалів основи, на якій стоїть людина, до потенціалу, близького за величиною до потенціалу заземленого устаткування.

Заземлювальним пристроєм називається сукупність заземлювача – металевих провідників, які знаходяться в безпосередньому контакті з землею, і заземлюючих провідників, які з'єднують заземлюючі частини електроустаткування з заземлювачами [18, с.286]. Розрізняють два типи заземлюючих пристроїв: виносні (чи концентровані) і контурні (чи розсіяні).

Виносні заземлюючі пристрої характеризуються тим, що заземлювач його винесений за межі площадки, на якій розміщене устаткування, яке заземлюють, чи зосереджене на деякій частині цієї площадки.

					КР.422.07.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		63

Недоліком виносного заземлення є віддаленість заземлювача від устаткування, внаслідок чого коефіцієнт дотику $\alpha=1$. Тому цей тип заземлення застосовується при малих величинах напруги замикання на землю.

Перевагою такого типу заземлення є можливість вибору місця розміщення електродів з найменшим опором ґрунту.

Контурне заземлення характеризується тим, що його заземлювачі розміщуються по контуру площадки, на якій знаходиться заземлювальний пристрій, чи розподілюється по всій площадці по можливості рівномірно.

Безпека при контурному заземленні забезпечується вирівнюванням потенціалу на території до такої величини, щоб максимальні значення напруги дотику і крок не перевищували допустимих, це досягається шляхом відповідного розміщення одиночних заземлювачів.

Всередині приміщення вирівнювання потенціалу відбувається звичайним чином через металоконструкцію, трубопровід, кабелі і подібні їм провідникові предмети, зв'язані з розгалуженою мережею заземлень.

Розрізняють заземлювачі штучні і призначені виключно для мети заземлення і природні, які знаходяться в землі металічні предмети іншого призначення.

Для штучного заземлення застосовують звичайно вертикальні і горизонтальні електроди.

В якості вертикальних електродів використовують сталі труби діаметром 3 – 5 см, і кутник розміром 40 х 40 до 60 х 60 мм довжиною 2,5 – 3 м [18, с.287]. В останні роки знаходять застосування металеві прутки діаметром 10 – 12 мм і довжиною до 10 м.

Для зв'язку вертикальних електродів і в якості самостійного горизонтального електрода використовують полосову сталь перерізом не менше як 4 х 12 мм чи сталь круглого перерізу діаметром не менше 6 мм [18, с.287].

					КР.422.07.00.00.000.ПЗ	Арк.
						64
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для встановлення вертикальних заземлювачів попередньо викопують траншею глибиною 0,7 - 0,8 м, після чого з допомогою спеціальних механізмів забивають трубу чи кутник.

В якості природніх заземлювачів можна використовувати: прокладені в землі водопровідні труби, і інші металеві предмети, за винятком трубопроводів з мастилом чи пальним.

Природні заземлення, як правило, володіють низьким опором розтікання струму і тому використовуються з метою економії коштів на встановлення спеціального заземлення.

Захисному заземленню підлягають захисні і робочі металеві частини конструкцій і устаткування, які не повинні знаходитися під напругою.

В приміщеннях і цехах з підвищеною небезпекою заземлення є обов'язковим при нормальній напрузі в 86 В, чи 110 В. А в приміщеннях без підвищеної небезпеки при напрузі 500 В.

5.2 Розрахунок витяжної вентиляції

В даному технологічному процесі, при виготовленні розширювача парогазової суміші використовуємо напіваавтоматичне зварювання в захисних газах. При цьому умови праці зовсім несприятливі, хоча розплавлений метал сприяє утворенню шкідливих оксидів, сам він є джерелом випаровування шкідливих речовин, які виділяються при зварюванні. Щоб локалізувати шкідливе виділення, необхідно встановлювати витяжну вентиляцію.

Найбільш ефективним способом очищення повітря від пилу і газів є місцевий відсмоктувач безпосередньо від джерела їх виділення. Для цього використовуємо нахилену панель рівномірного всмоктування (рис. 5.1) [19, с.65].

Всмоктуючий отвір розташований під кутом 45° до вертикалі. Встановлена в ньому решітка сприяє рівномірному розподілу повітря по площі

					КР.422.07.00.00.000.ПЗ	Арк.
						65
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

всмоктуючого отвору. Панель встановлюють над столом з протилежного боку від зварника. Найбільш широко використовуються панелі розмірами 600 x 645; 750 x 645; 900 x 647.

Нахилена сторона панелей рівна $H = 645$ мм, живий переріз вхідного отвору панелей при коефіцієнті місцевого отвору панелей $E = 1,0$ складає 25 % від габаритного.

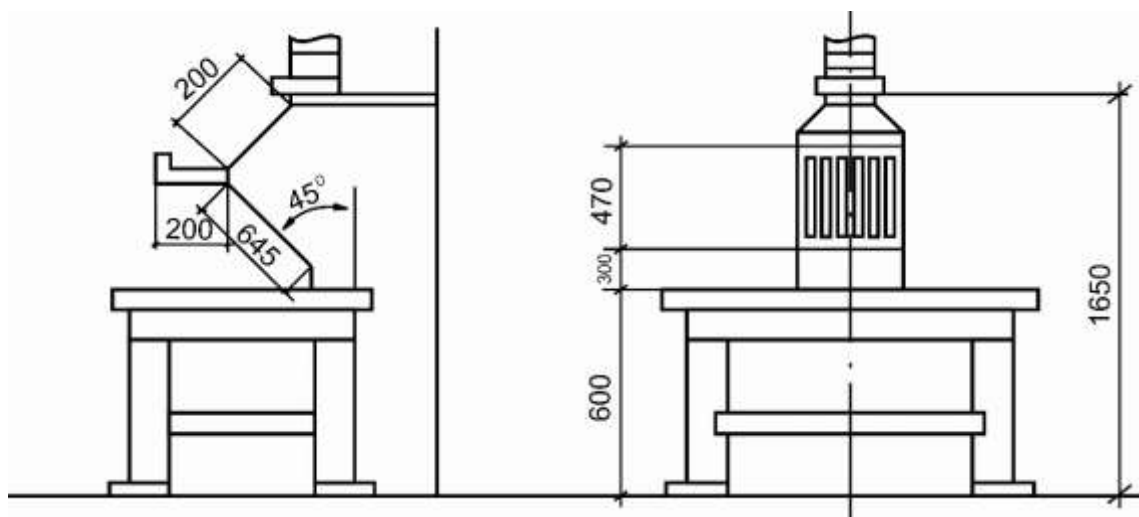


Рисунок 5.1 — Панель рівномірного всмоктування

Для того, щоб відсмоктувач зміг вловити пил і гази, швидкість руху повітря у всмоктуючому потоці в зоні зварювання повинна бути більше 0,2 м/с, в той же час, для запобігання порушення газового захисту зварювальної ванни не повинно перевищувати при зварюванні в захисних газах 0,5 м/с [19, с.76].

Необхідний повітрообмін можна визначити з умов наплавлення 1 кг металу (таблиця 5.1) [19, с.76].

При наплавленні 0,4 кг металу отримаємо:

$$Q = 0,4 \cdot 820 = 168 \text{ м}^3.$$

Таблиця 5.1 – Необхідний повітрообмін при наплавленні 1 кг металу

Спосіб зварювання	Загальна запиленість, г/кг	Необхідний повітрообмін, м ³
Зварювання в захисних газах	4,1	820

Середня швидкість всмоктувача V_o по відношенню до габаритного розміру панелі рівна 0,9 м/с.

Швидкість повітря V в місці розташування зварювальної дуги вибираємо 0,3 м/с [19,с.77]:

$$\frac{l}{H} = 0,43, \quad (5.1)$$

де l – відстань виробу від всмоктуючої панелі , мм;

H – нахилена сторона панелей дорівнює 645мм;

$$l = 645 \cdot 0,43 = 277 \text{ мм.}$$

Для двох панелей 645 х 600 мм об'єм видаленого повітря при середній швидкості у всмоктуючому отворі рівний 0,9 м/с [19 , с.77]:

$$V = V_o \cdot F_{\text{пер}}, \quad (5.2)$$

де V_o – середня швидкість всмоктувача, м/с;

$F_{\text{пер}}$ – площа поперечного перерізу панелі, м².

Для двох панелей $F_{\text{пер}}$ буде рівною:

$$F_{\text{пер}} = 2 \cdot 645 \cdot 600 = 774000 \text{ мм} = 0,774 \text{ м}^2.$$

$$V = 0,9 \cdot 0,774 = 0,6966 \text{ м}^3/\text{сек} = 2507,76 \text{ м}^3/\text{год}.$$

					КР.422.07.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		67

Таким чином, зварювальний цех обладнаний двома панелями вентиляції, кожна з яких має наступні характеристики: габаритні розміри 600х645 мм, середня швидкість всмоктування 0,9 м/с, оптимальна відстань до джерела забруднення 277 мм.

					КР.422.07.00.00.000.ПЗ	Арк.
						68
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

У традиційному технологічному процесі виготовлення розширювача парогазової суміші існують деякі недоліки. Тому основні його удосконалення будуть стосуватися використання спеціалізованого складально-зварювального обладнання. А також заміна почергового складання конструкції – суцільним, тобто за один цикл. Дані рекомендації дозволять суттєво підвищити продуктивність виконання робіт даного технологічного процесу.

Форма розширювача парогазової суміші представляє собою балон до складу якого входить обичайка, два днища і патрубки. В свою чергу патрубки призначені для подачі парогазової суміші та відведення води і газу. Основним матеріалом при виготовленні розширювача буде низьколегована сталь марки 09Г2С.

Конструкція буде зварюватися автоматичним способом під флюсом із застосуванням зварювального автомату А-1406 та джерела живлення КІУ-501.

Складально-зварювальні роботи будуть виконуватися на складальних кондукторах та спеціалізованих установках для зварювання кільцевих швів.

					КР.422.07.00.00.000.ПЗ	Арк.
						69
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Гуменюк І.В., Іваськів О.Ф., Гуменюк О.В. Технологія електродугового зварювання: підручник. Київ: Грамота, 2006. 512 с.
2. Сталь 09Г2С. Сталі низьколеговані: веб-сайт. URL: <https://metinvest-smc.com/ua/steel/stal-09g2s/> (дата звернення: 22.05.2025).
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. Технологія електричного зварювання плавленням. Загальна література по зварюванню: веб-сайт. URL: <http://chertezhi.zp.ua/index.php/literatura/87-metallurgiya/svarka-i-rodstvennye-protsessy/obshchaya-literatura-po-svarke/337-dumov-s-i-tekhnologiya-elektricheskoy-svarki-plavleniem> (дата звернення: 26.05.2025).
5. Технологія і обладнання зварювання плавленням. Зварювання і споріднені процеси: веб-сайт. URL: <http://chertezhi.zp.ua/index.php/literatura/87-metallurgiya/svarka-i-rodstvennye-protsessy/obshchaya-literatura-po-svarke/558-akulov-a-i-tekhnologiya-i-oborudovanie-svarki-plavleniem> (дата звернення: 26.05.2025).
6. А-1406. Автомати для дугового зварювання і наплавлення: веб-сайт. URL: <https://kzes.com/catalog/electric-welding-equipment/machines-for-arc-welding-and-facing/a-1406/> (дата звернення: 27.05.2025).
7. Биковський О.Г., Пінковський І.В. Довідник зварника. Київ: Техніка, 2002. 336 с.
8. Зварювальний випрямляч ВДУ-506К (КІУ-501). Випрямлячі: веб-сайт. URL: <https://kzes.com/catalog/electric-welding-equipment/rectifiers/vdu-506k-kiu-501-welding-rectifier/> (дата звернення: 28.05.2025).

					КР.422.07.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		70

9. Верстат плазмового різання TigerTec. Обладнання для плазмового зварювання та різання: веб-сайт. URL: <https://prom.ua/ua/p1106731170-stanok-plazmennoj-rezki.html> (дата звернення: 29.05.2025).

10. Дисковий відрізний верстат TTMC CS 275. Відрізні верстати, пилки: веб-сайт. URL: https://prom.ua/ua/p1518318998-diskovyj-otreznoj-stanok.html?utm_source=google_pmax&utm_medium=cpc&utm_content=pmax&utm_campaign=Pmax_cpa_50_b2b&gad_source=1&gclid=Cj0KCQiAs5i8BhDmARIsAGE4xHwTILUo5F-clRyjW6z0kOe1qEPl0e_-3bTsjX_rhLV83fGYgFzBiDQaAtt2EALw_wcB (дата звернення: 29.05.2025).

11. Вальцювальний верстат MAST Metalltechnik M-ESR. Електромеханічні вальцювальні верстати: веб-сайт. URL: <https://kma.ua/uk/elektromekhanichni-valcyuvalni-verstati/5655-valcyuvalnij-verstat-mast-metalltechnik-m-esr-2020x30-400v.html> (дата звернення: 29.05.2025).

12. Гідравлічний штампувальний прес HIDROLIKSAN серії HSA. Гідравлічні преси: веб-сайт. URL: <https://araise.com.ua/gdravlchnijj-shtampuvalnijj-pres-hidrolik-san-ser-hsa> (дата звернення: 29.05.2025).

13. Тельфер електричний Sturm EH72121. Тельфери: веб-сайт. URL: https://sertan.com.ua/products/eh72121?gad_source=1&gclid=Cj0KCQiAs5i8BhDmARIsAGE4xHxqe3hiQ5gKPs72GKMsdNii9PGbz8MQWCOriQb4hlHuQresQwCTgKEaAmSpEALw_wcB (дата звернення: 29.05.2025).

14. Комплект для візуально-оптичного контролю Novotest VT-1. Портативні прилади неруйнівного контролю: веб-сайт. URL: <https://chemtest.com.ua/ua/komplekt-dlya-vizualnooptichnogo-kontrolyu-novotest-vt-1-nabir> (дата звернення: 30.05.2025).

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).

					КР.422.07.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		71

16. Механізація і автоматизація зварювального виробництва. Електронний каталог науково-технічної бібліотеки Вінницького національного технічного університету: веб-сайт. URL: https://ec.lib.vntu.edu.ua/DocDescription?doc_id=254263 (дата звернення: 05.06.2025).

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

18. Охорона праці в машинобудуванні. Перелік бібліотечних фондів: веб-сайт. URL: http://www.datamining.zntu.edu.ua/book_info.pl?id=69492 (дата звернення: 12.06.2025).

19. Левченко О.Г. Гігієна праці та виробнича санітарія у зварювальному виробництві. Навчальний посібник для студентів зварювальних спеціальностей. Київ: Основа, 2004. 98 с.

					КР.422.07.00.00.000.ПЗ	Арк.
						72
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ДОДАТКИ

					КР.422.07.00.00.000.ПЗ	Арк.
						73
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		