

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
регістру опалювального

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

Дмитро-Богдан ГАВДЬО

Керівник

Віталій СЕНЧИШИН

Рецензент

Богдан БЕРЕЖЕНКО

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

ГАВДЬО Дмитру-Богдану Левовичу

Тема роботи Проект вдосконалення технологічного процесу виготовлення
реєстру опалювального

Керівник роботи СЕНЧИШИН Віталій Степанович
(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 Пожежна безпека зварювальних робіт

5.2 Розрахунок виробничого штучного освітлення

Перелік графічного матеріалу

1. Технологічний процес виготовлення реєстру опалювального – 1.0 (форм. А1)

2. Складальне креслення реєстру опалювального – 1.0 (форм. А3)

3. Складальне креслення стола зварювального – 1.0 (форм. А1)

4. Складальне креслення притискача пневматичного – 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)

Дмитро-Богдан ГАВДЬО

(ім'я, прізвище)

Керівник роботи

(підпис)

Віталій СЕНЧИШИН

(ім'я, прізвище)

АНОТАЦІЯ

Процеси зварювання відіграють важливу роль при виготовленні металевих конструкцій будь-якого рівня складності. Особливістю технологічного процесу виготовлення реєстру опалювального 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 heating register 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	8
1.1 Опис конструкції зварного виробу	8
1.1.1 Технічні вимоги до зварного виробу	9
1.2 Характеристика матеріалу зварного виробу	10
1.3 Технічні умови на виготовлення зварної конструкції	11
1.3.1 Вимоги до матеріалів і напівфабрикатів	11
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	13
1.3.5 Вимоги до якості зварної конструкції	14
1.4 Аналіз базового технологічного процесу виготовлення зварної конструкції та постановка задач на виконання кваліфікаційної роботи	15
2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ	17
2.1 Технічне обґрунтування вибраного способу зварювання	17
2.2 Вибір зварювальних матеріалів	19
2.3 Вибір та розрахунок параметрів режиму зварювання	20
2.4 Вибір і обґрунтування зварювального устаткування	24
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	30
2.6.3 Складально-зварювальні операції	31

					<i>КР.422.02.00.00.000.ПЗ</i>			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.	Гавдьо				Проект вдосконалення техно- логічного процесу виготовлення реєстру опалювального Пояснювальна записка	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.	Генчишин						4	71
Реценз.	Береженко					ВСП «ТФК ТНТУ», гр. ПМ-422ск		
Н. Контр.	Залуцька							
Затв.	Дранівська							

2.6.4	Опоряджувальні операції	.	.	.	.	.	31
2.6.5	Допоміжні операції	.	.	.	.	.	31
2.6.6	Контроль якості	.	.	.	.	.	32
2.7	Нормування технологічного процесу виготовлення зварної						
	конструкції і витрат матеріалів та електроенергії	.	.	.	.	.	33
3	КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ	.	.	.	.	.	36
3.1	Обґрунтування вибору типу пристосувань, які застосовуються при						
	виготовленні конструкції.	.	.	.	.	.	36
3.2	Опис роботи зварювального пристосування	.	.	.	.	.	37
4	ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ	.	.	.	.	.	40
4.1	Розрахунок кількості обладнання	.	.	.	.	.	40
4.2	Розрахунок кількості працівників	.	.	.	.	.	46
4.3	Визначення витрат і вартості основних матеріалів	.	.	.	.	.	49
4.4	Розрахунок фонду оплати праці	.	.	.	.	.	50
4.5	Калькуляція собівартості виробу	.	.	.	.	.	56
4.6	Розрахунок суми капіталовкладень для розробленого						
	технологічного процесу та його економічної ефективності	.	.	.	.	.	56
4.7	Основні техніко-економічні показники розробленого						
	технологічного процесу	.	.	.	.	.	58
5	ОХОРОНА ПРАЦІ	.	.	.	.	.	61
5.1	Пожежна безпека зварювальних робіт	.	.	.	.	.	61
5.2	Розрахунок виробничого штучного освітлення	.	.	.	.	.	63
	ВИСНОВКИ	.	.	.	.	.	68
	ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	.	.	.	.	.	69
	ДОДАТКИ	.	.	.	.	.	71

ВСТУП

Виготовлення металевих конструкцій здійснюється з використанням різних технологічних процесів. Але все ж таки основну роль відіграє зварювання завдяки своїй високій технологічності та якості вже готових виробів.

Технологічний процес зварювання полягає у формуванні з'єднань зварювальних деталей за рахунок їх нагрівання або пластичного деформування, що дозволяє формуватися новим атомно-молекулярним зв'язкам між контактуючими поверхнями.

Важливість зварювання в сучасному промисловому комплексі є дуже великою. Оскільки даним процесом можна з'єднувати різні метали товщинами від декількох мікрометрів до одного метра. В залежності від використовуваної енергії процеси зварювання можна поділити на наступні класи: термічний – для формування з'єднань використовується тепло нагрівання, механічний – утворення з'єднань проходить із використанням енергії стискання, термомеханічний – поєднує в собі способи зварювання, де дія нагрівання та стискання є рівноцінною. Беручи до уваги, на сьогоднішній день все ж таки більша доля зварних конструкцій виготовляється методами зварювання плавленням, де використовуються процеси нагрівання, які розплавляють тверді кромки з'єднувальних поверхонь формуючи при цьому єдину зварювальну ванну.

Враховуючи потреби теперішнього ринку праці переважаючими є вакансії, що стосуються електродугових способів зварювання, в яких плавлення металу відбувається за рахунок горіння електричної дуги між торцем електроду або дроту та зварюваною деталлю. Електрична дуга – це розряд між двома елементами, які під'єднані до різних клем «–» і «+». До електродугових методів зварювання відносяться: ручне покритими електродами, механізоване в захисних газах, автоматичне як в захисних газах, так і під шаром флюсу, аргонодугове, електрошлакове.

					КР.422.02.00.00.000.ПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Важливість вибору способу зварювання залежить від особливостей виробу або конструкції, організації технологічного процесу виготовлення, а також не менш важливий вплив має його економічна ефективність.

					КР.422.02.00.00.000.ПЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1 АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Опис конструкції зварного виробу

Регістр опалювальний є зварною конструкцією та використовується в різноманітних системах опалення. Основне місце його застосування – це промислові і технічні приміщення. Завдяки можливості вміщати більші об'єми теплоносія, за рахунок особливостей конструкції порівняно зі звичайними радіаторами, то і охолодження регістрів буде відбуватися повільніше, що дозволить на триваліший час зберігати приміщення в теплі, де вони встановлені. На рисунку 1.1 зображений регістр опалювальний із вказівкою деталей з яких він складається.

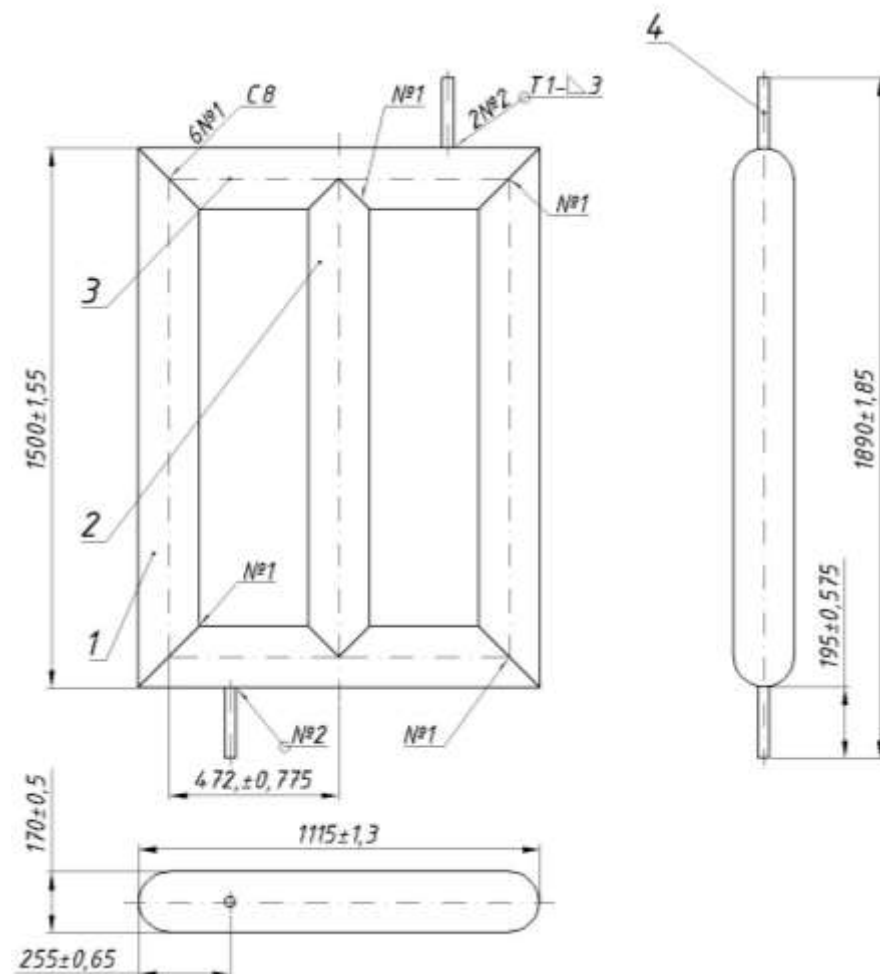


Рисунок 1.1 – Регістр опалювальний

					КР.422.02.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

Будова опалювального реєстра включає наступні деталі (див. рис. 1.1):

- 1) труба бокова вертикальна- 2 шт. ($\varnothing 270 \times 5,5$);
- 2) труба центральна вертикальна – 1 шт. ($\varnothing 270 \times 5,5$);
- 3) труба горизонтальна – 2 шт. ($\varnothing 270 \times 5,5$);
- 4) патрубок – 2 шт. ($\varnothing 32 \times 3,0$).

Конструкція реєстру опалювального передбачає наступні габаритні розміри – ширина 1115 мм, висота 1500 мм. Вигляд моделі опалювального реєстра представлено на рисунку 1.2.



Рисунок 1.2 – Регістр опалювальний (модель)

1.1.1 Технічні вимоги до зварного виробу

Регістр опалювальний є зварною конструкцією, тому основні вимоги стосуватимуться процесу зварювання, а саме можливості одержання швів, які своїми властивостями повністю задовольнятимуть відповідні вимоги. Для цього потрібно особливу увагу звернути на режими зварювання, які повинні зберігатись впродовж усього циклу виготовлення конструкції, тому що від цього залежить її міцність, а відповідно і надійність в процесі роботи.

Даний виріб відноситься до середньої категорії функціональності. Тому технологія зварювання повинна бути такою, щоб зовнішні поверхні швів

					КР.422.02.00.00.000.ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

мали гарний вигляд і прилягаючі поверхні деталей якомога менше забруднювались бризками чи шлаком, або взагалі не забруднювались. Як тільки виріб пройшов операцію контролю якості, то на його поверхні відразу наносять шар антикорозійного покриття, що в подальшому послужить захисним бар'єром від корозійних процесів, які відбуватимуться у навколишньому середовищі.

1.2 Характеристика матеріалу зварного виробу

Регістр опалювальний відноситься до конструкцій середнього класу відповідальності, тому для його виготовлення достатньо буде підібрати матеріал, що володіє звичайною якістю. Найкращі умови будуть задовольнятися при виготовленні даної конструкції – це використання конструкційної, низьковуглецевої сталі СтЗсп, яка забезпечує необхідний хімічний склад і механічні властивості, що зображені в таблицях 1.1 та 1.2 відповідно [1].

Таблиця 1.1 – Хімічний склад сталі СтЗсп, % [1]

C	Mn	Si	P	S	Cr	Ni	Cu	As
			не більше					
0,14-0,22	0,40-0,65	0,12-0,30	0,04	0,05	0,30	0,30	0,30	0,08

Таблиця 1.2 – Механічні властивості сталі СтЗсп [1]

Стан постачання	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5
	МПа		%
	не менше		
Прокат гарячекатаний	225	370-480	23

Дана сталь повинна визначати добрі властивості зварювання, тому її зварюваність треба розраховувати за еквівалентним вмістом вуглецю по формулі [2, с.127]:

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

де С, Mn, Ni, Cr, Mo, Cu, V, B – вміст відповідного елемента в сталі, %.

Підставивши відповідні значення, одержимо:

$$C_e = 0,22 + \frac{0,65}{6} + \frac{0,30}{10} + \frac{0,30}{5} + \frac{0,30}{15} = 0,44 \quad \%$$

Розрахувавши числові значення сталі СтЗсп вони становлять менше 0,45%. Отже дана конструкційна сталь володіє доброю зварюваністю, тому її зварні шви формуються без присутніх дефектів та мають якісні характеристики.

1.3 Технічні умови на виготовлення зварної конструкції

1.3.1 Вимоги до матеріалів і напівфабрикатів

Перевірка якості і відповідності застосовуваному в технологічному процесі виготовлення конструкції передбачена вхідним контролем. Даний контроль виконується із використанням спеціалізованого обладнання та інструментів.

Головним матеріалом, який підлягає ретельному контролю є основний метал, що має мати гарантований склад і механічні властивості без наявних у ньому дефектів.

До матеріалів та напівфабрикатів ставлять ряд вимог:

					КР.422.02.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

- а) матеріали та напівфабрикати повинні мати документацію, де підтверджується їх якість;
- б) у випадку необхідності, матеріали можуть піддаватись додатковим випробуванням на підприємстві;
- в) всі матеріали, які застосовуються в зварювальному процесі повинні відповідати нормативно-технічним документам на виготовлення потрібної продукції;
- г) зберігання їх у закритих складських приміщеннях задовільної чистоти;
- д) відсутність будь-яких дефектів, пошкоджень, забруднень та сторонніх включень;
- е) якщо є присутні некритичні дефекти у зварних з'єднаннях, то вони видаляються вирізанням та шліфуванням;
- є) заборонено використання пошкоджених та забруднених присадних матеріалів;
- ж) захисні гази повинні мати склад, який вимагається технічними умовами, без різних шкідливих домішок та надмірної вологи.

1.3.2 Вимоги до шорсткості, геометричності форми та розмірів

В процесі виробництва реєстра опалювального повинні враховуватись наступні рекомендації:

- поверхні деталей, що виготовляються з металопрокату і які додатково не обробляються механічною обробкою, повинні бути без заусенців, тріщин, задирів, відшарувань, окалини та ін.;
- враховуючи конструктивні особливості виробу та умови роботи, шорсткість всіх поверхонь не повинна перевищувати 1000 мкм;
- радіуси округлень гострих кутів з'єднувальних деталей не мають бути більшими ніж 7 мм;

					КР.422.02.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

- при виконанні механічних робіт при виготовленні деталей повинна бути досягнута прямолінійність крайок, яка не повинна перевищувати 1 мм по загальній довжині виробу.

1.3.3 Вимоги до зварних з'єднань виробу

Виготовлення опалювального регістру відбувається за допомогою зварювання, тому розміщення зварних швів і послідовність їх виконання повинна бути згідно прийнятої технології, в якій передбачено:

- виконання зварювання по встановлених вимогах;
- при необхідності нагрівання виробу потрібно забезпечити вільне встановлення нагрівачів;
- контроль якості зварних з'єднань та конструкції в цілому;
- ремонтпридатність конструкції.

Міцність зварних з'єднань і основного металу повинні бути однаковими, так як їх розбіжність може призвести до послаблення міцності конструкції. Тому для випробування встановлюються мінімально допустимі значення міцності, пластичності, ударної в'язкості. Конструктивні елементи зварних швів повинні відповідати стандартам, у випадку наявності нестандартних швів на виробі, розробник повинен вказати їх конструктивні елементи на кресленні. Важливим елементом є маркування зварних швів, це дає змогу визначити роботу зварника, якщо виявлена деяка їх невідповідність до конструкторської документації.

1.3.4 Вимоги до складання

Складання повинно виконуватись з дотриманням всіх вимог, які ставляться для виготовлення даного роду конструкцій. Основне правило складання – це розміщення деталей таким чином, що дозволить отримати

					КР.422.02.00.00.000.ПЗ	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

необхідну форму і розміри конструкції, з дотриманням всіх зазорів та врахуванням деформацій, які виникатимуть при зварюванні.

Складання опалювального реєстру полягає в наступному:

- стикування бокових, вертикальних та горизонтальних труб, виконання прихоплень і загального зварювання;
- до звареної одиниці у відповідному місці прикласти центральну вертикальну трубу, виконати їх прихоплення та зварювання;
- на горизонтальні труби у зазначених для цього місцях встановити патрубки та виконати їх зварювання кільцевими герметичними швами.

Для покращення продуктивності виконання та якості, складання і зварювання зварної конструкції відбувається на спеціальному устаткуванні.

1.3.5 Вимоги до якості зварної конструкції

Якість зварної конструкції безпосередньо залежить від її технологічності, яка визначає мінімальні перерізи зварних швів при збереженні їх відповідних показників міцності та високої якості. Також потрібно забезпечити можливість виконання зварювання в нижньому положенні, так як тут досягаються найкращі умови для формування шва.

Якщо в зварних швах є присутні незначні дефекти, які не впливають на загальну працездатність конструкції, то їх можна не виправляти, але потрібно врахувати, що довжина дефектної ділянки не повинна перевищувати 15% від загальної довжини шва.

Найнебезпечнішим дефектом, який може бути присутнім в опалювальному реєстрі є тріщини, як в металі шва, так і зоні термічного впливу, тому що вони мають здатність рости і з часом можуть викликати утворення течей та загальне руйнування конструкції.

					КР.422.02.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

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

Регістр опалювальний виготовляється із гладко стінних труб різного діаметру.

Розмічування деталей виконується ручним способом із використанням вимірювальних інструментів. Вирізання заготовок, а також механічне очищення та зачищення здійснюється кутовими шліфувальними машинками, а також ручними щітками.

Виготовлені заготовки повинні відповідати таким правилам:

- можливість їх легкого встановлення у складально-зварювальні пристосування;
- легкий доступ до місць виконання прихоплень та подальшого зварювання;
- можливість виконання зварювання в нижньому положенні;
- виконання зварних швів на ділянках без значних внутрішніх напружень;
- забезпечення розмірів відповідно до креслення з можливістю подальшого контролю якості.

В існуючому технологічному процесі виготовлення реєстру опалювального застосовується спосіб ручного дугового зварювання покритими електродами.

Зварювання виконується інверторними зварювальними апаратами марки Dnipro-M SAB-255, з номінальним зварювальним струмом 250 А.

Процес здійснюється постійним струмом прямої полярності, для кращого горіння дуги потрібно підтримувати сталу відстань між торцем електроду та зварювальною поверхнею в межах 1 – 3 мм, при куті його нахилу – 75°. Завдяки цьому процес зварювання протікає більш стабільно, що дозволяє отримувати шви доброї якості. Зварювання виконується кутом

					КР.422.02.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

назад, електродом класу E46, марки АНО-21, з рутиловим покриттям P11, ø 3 мм.

Контроль якості конструкції виконується методом зовнішнього огляду та випробуванням під тиском для визначення герметичності швів. Перевіряється якість виготовлення заготовок та подальше їх складання під зварювання, безпосередньо виконання процесу зварювання, якість отриманих зварних з'єднань та загальну якість конструкції. Тільки після проведення контролю якості та виправлення присутніх дефектів конструкція може переміщатись для виконання наступних операцій технологічного процесу.

Використовуючи ручне зварювання, формування швів відбувається під шаром покриття, тому потім потрібно знімати цей шлак з поверхні зварних швів, це призводить до додаткового використання слюсарних робіт, також не забезпечується необхідна продуктивність виконання процесу, за рахунок частой зміни використаних покритих електродів.

Зварювання конструкції без використання будь-яких складально-зварювальних пристосувань є також одним із недоліків існуючого технологічного процесу.

Проаналізувавши присутні недоліки технологічного процесу виготовлення регістру опалювального потрібно прийняти певні міри по покращенню технології виготовлення конструкції, а саме:

- вдосконалити операції різання, для забезпечення кращої якості отримуваних заготовок;
- розробити і впровадити таку технологію зварювання, яка б дозволила підвищити продуктивність процесу;
- використовувати відповідне складально-зварювальне обладнання, для забезпечення комплексної механізації.

					КР.422.02.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Технічне обґрунтування вибраного способу зварювання

Спосіб зварювання має важливе застосування в обраній технології, його впровадження розглядається ще на етапі проектування і залежить від форми конструкції та її технологічності, довжини зварних з'єднань і їх просторового розміщення, масовості виробництва та його техніко-експлуатаційних показників. Зварювання є найважливішим процесом утворення нероз'ємних з'єднань конструкцій від якого безпосередньо залежить їх якість і надійність.

Регістр опалювальний відноситься до конструкцій середньої відповідальних, що з'єднуються швами відносно невеликої довжини з нижнім і горизонтальним розміщенням, ці вимоги мають вагоме значення для вибору методу зварювання. Для зварювання конструкції можуть застосовуватися в основному ручний спосіб покритими електродами та механізований в захисних газах. Методи автоматичного зварювання є не надто доцільними, оскільки вони не будуть мати істотної переваги через велику кількість з'єднань, які розміщуються не на одній площині.

Виготовлення реєстрів є серійним виробництвом, тому використання ручного зварювання є не зовсім придатним, оскільки призначення способу відбувається в монтажних умовах, важкодоступних місцях або коли застосування будь-якого іншого способу є недоцільним. Ручне дугове зварювання є досить простим та універсальним, однак не забезпечує високої продуктивності процесу за рахунок постійної зміни покритих електродів, які швидко згорають, так як заливаються у стик деталей і захищають зону плавлення від небажаного впливу повітря покриттям обмазки, яка переводиться в шлак, що остигає на поверхні з'єднання.

Використання напівавтоматичних механізованих способів над ручним дуговим мають свої переваги, що стосується автоматичної подачі дроту в

					КР.422.02.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

зону зварювання без постійної його заміни, що збільшує виконання продуктивності робіт, відсутність шлаку на поверхнях з'єднань через застосування захисного газу. Також висока універсальність, легкість виконання робіт, зручність формування швів у різних просторових положеннях зробили спосіб найбільш використовуваним у сьогодишніх умовах виробництва. Крім багатьох переваг даному методу зварювання притаманні і недоліки, що стосуються надмірного розбризкування електродного металу, який осідає на прилягаючі поверхні з'єднуваних деталей змушуючи при цьому застосовувати механічні операції по їх зачищенню. Зварювання в захисних газах може застосовуватися тільки в закритих приміщеннях, так як виконання процесу на відкритому повітрі є неприпустимим через присутність продувань, які видаляють газовий захист зі зварювальної зони, що спричиняє утворення дефектів у зварних швах.

Зварювання реєстра опалювального буде відбуватися напівавтоматичним способом в захисному середовищі, тільки з метою уникнення розбризкування застосовуватиметься газова суміш, яка в своєму складі містить інертний газ аргон 75% та активний вуглекислий газ 25%. Схема зварювання є показана на рисунку 2.1 [3, с.163].

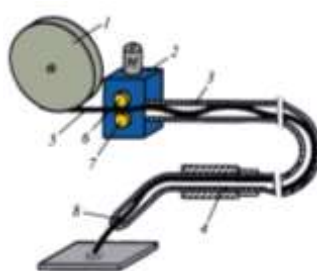


Рисунок 2.1 - Напівавтоматичне зварювання в захисній суміші [3, с.163]

1 - котушка; 2 - механізм для подавання дроту; 3 - рукав; 4 -тримач; 5 - зварювальний дріт; 6 - коробка швидкостей ведучого та притискувального ролика; 7 – притискувальний ролик; 8 - наконечник; М – електродвигун

					КР.422.02.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

2.2 Вибір зварювальних матеріалів

Правильний вибір зварювальних матеріалів є основним в проекті розроблення технологічного процесу виготовлення конструкції, тому що від нього залежить структура металу шва, а відповідно і технологічні властивості. Вибирають матеріали в залежності від хімічного складу основного металу, які повинні мати такий же склад хімічних елементів або коливатися в межах $\pm 1\%$, тому що при зварюванні спостерігається вигорання та випаровування складових компонентів.

Регістр опалювальний виготовляється зі сталі марки СтЗсп, тому найкращим матеріалом буде марка зварювального дроту Св-08Г2С, яка забезпечить формування швів високої якості з хімічним складом, що відповідає марці основного металу. Хімічний склад зварювального дроту Св-08Г2С представлений в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Хімічний склад дроту Св-08Г2С [2, с. 177]

Марка дроту	Вміст, %						
	С	Mn	Si	Cr	Ni	S	P
						не більше	
Св-08Г2С	0,5-0,11	1,8-2,1	0,7-0,95	0,20	0,25	0,025	0,030

Так як зварювання конструкції відбувається в захисному середовищі, то в якості захисного газу використовується захисна суміш К25, яка складається із 75% аргону та 25% вуглекислого газу. Ця зварювальна суміш є найбільш поширеною, тому що забезпечує струминне перенесення зварювального металу, знижується імовірність появи пор, а утворювані шви є більш пластичними порівняно зі звичайним вуглекислим газом.

Основні переваги застосування газових зварювальних сумішей:

- збільшується ефективність процесу зварювання;
- підвищується продуктивність праці;

					КР.422.02.00.00.000.ПЗ	Арк.
						19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- зменшується розбризкування зварювального металу;
- підвищується інтенсивність розплавлення металу;
- збільшується щільність і пластичність отримуваних зварних швів;
- стабільне горіння електричної дуги;
- знижується рівень задимленості при виконанні зварювальних робіт.

2.3 Вибір та розрахунок параметрів режиму зварювання

Для якісного зварювання швів, потрібно правильно налаштувати на обладнанні параметри режиму зварювання, а саме: діаметр і марку електродного дроту d_e , мм; зварювальний струм $I_{зв}$, А; напругу на дузі U_d , В; швидкість подачі електродного дроту $V_{п.д.}$, м/год; швидкість зварювання $V_{зв.}$, м/год; виліт електродного дроту l_d , мм; витрати захисного газу Q_g , л/хв.

Оскільки реєстр опалювальний зварюється тавровими з'єднаннями типу Т1, то розрахунок будемо виконувати саме для них, при цьому потрібно забезпечити формування шва із катетом величиною 3 мм для шва, який з'єднує труби між собою. Схема цього типу з'єднання показана на рисунку 2.2.

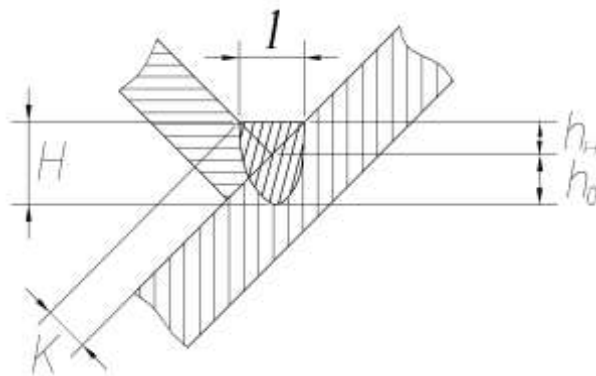


Рисунок 2.2 - Схема таврового з'єднання Т1

K - катет шва; H - висота шва; h_n - висота наплавленого металу; h_0 - глибина проплавлення основного металу; l - ширина шва

					КР.422.02.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

Згідно вказаних типів з'єднань зварювання виконується без розроблення кромки, але із встановленням мінімального зазору.

Площа наплавленого металу F_H визначається за формулою [4, с.196]:

$$F_H = \frac{K^2}{2}, \quad (2.1)$$

де K – катет шва, $K=3$ мм,

$$F_H = \frac{3^2}{2} = \frac{9}{2} = 4,5 \text{ мм}^2.$$

Висота наплавленого металу h_H визначається за формулою [4, с.197]:

$$h_H = \sqrt{F_H}, \quad (2.2)$$

$$h_H = \sqrt{4,5} = 2,12 \text{ мм.}$$

Ширина шва l визначається за формулою [4, с.197]:

$$l = \sqrt{2K^2}, \quad (2.3)$$

$$l = \sqrt{2 \cdot 9} = 4,24 \text{ мм.}$$

Загальну висота шва H визначається за формулою [4, с.196]:

$$\psi_M = \frac{l}{H}. \quad (2.4)$$

Виконавши перестановки:

$$H = \frac{l}{\psi_M}, \quad (2.5)$$

значення ψ_M становить $0,8 - 2,0$ мм [4,с.196], вибираємо $\psi_M=1,2$.

					КР.422.02.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

Потім:

$$H = \frac{4,24}{1,2} = 3,54 \text{ мм.}$$

Глибина проплавлення h_0 визначається за формулою [4, с.197]:

$$h_0 = H - h_n, \quad (2.6)$$

$$h_0 = 3,54 - 2,12 = 1,41 \text{ мм.}$$

Зварювання таврового шва з катетом 3 мм повинно виконуватись електродним дротом діаметром 0,8 мм.

Зварювальний струм $I_{зв}$ визначається за формулою [4, с.192]:

$$I_{зв} = \frac{h_0}{K_a} \cdot 100, \quad (2.7)$$

де K_a – коефіцієнт пропорційності, $K_a=1,45$ [4, с.193].

$$I_{зв} = \frac{1,41}{1,45} \cdot 100 = 97,5 \text{ А.}$$

Виконавши розрахунок сила зварювального струму складатиме 100 А.

Швидкість подачі електродного дроту визначається за формулою [5,с.212]:

$$V_{п.д.} = \frac{\alpha_p \cdot I_{зв}}{F_{ел} \cdot \rho}, \quad (2.8)$$

де α_p – коефіцієнт розплавлення, $\alpha_p=12$ г/А·год [5, с.212];

ρ – густина електродного дроту, для сталі $\rho=7,8 \times 10^3$ кг/м³;

$F_{ел}$ – площа поперечного перерізу електрода, яку розраховують за формулою:

					КР.422.02.00.00.000.ПЗ	Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$F_{\text{ел}} = \frac{\pi \cdot d_{\text{е}}^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 0,8^2}{4} = 0,5 \text{ мм}^2.$$

Тоді:

$$V_{\text{п.д.}} = \frac{12 \cdot 10^{-3} \cdot 100}{0,5 \cdot 10^{-6} \cdot 7800} = 306,22 \text{ м/год.}$$

Швидкість подачі електродного дроту $V_{\text{п.д.}} = 306 \text{ м/год.}$

Напруга на дузі визначається за формулою [4, с.194]:

$$U_{\text{д}} = 20 + \frac{50 \cdot I_{\text{зв}}}{1000 \cdot \sqrt{d_{\text{е}}}} \pm 1, \quad (2.9)$$

$$U_{\text{д}} = 20 + \frac{50 \cdot 100}{1000 \cdot \sqrt{0,8}} = 24,47 \pm 1 \text{ В.}$$

Напруга становить $U_{\text{д}} = 24 \text{ В.}$

Швидкість зварювання визначається за формулою [4, с.194]:

$$V_{\text{зв}} = \frac{A}{I_{\text{зв}}}, \quad (2.10)$$

де A – коефіцієнт, який залежить від діаметра електродного дроту, Якщо $d_{\text{е}} = 0,8 \text{ мм}$ – $A = 2 \cdot 10^3 \text{ А} \cdot \text{м/год}$ [4, с.194]:

$$V_{\text{зв}} = \frac{2,0 \cdot 10^3}{100} = 20 \text{ м/год.}$$

Швидкість буде рівною $V_{\text{зв}} = 20 \text{ м/год.}$

Виконуємо перевірку діаметра електродного дроту за формулою [4, с.193]:

$$d_{\text{е}} = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{I_{\text{зв}}}{\gamma}}, \quad (2.11)$$

					КР.422.02.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

де γ – допустима густина електричного струму, для дроту $\varnothing 0,8$ мм $\gamma=75\dots300$ А/мм² [4, с.193],

$$d_e = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{100}{210}} = 0,8 \text{ мм},$$

що задовольняє відповідну умову.

Виліт електродного дроту – $l_d = 10$ мм [6, с.103].

Витрати захисного газу – $Q_g = 7$ л/хв [6, с.105].

Параметри режиму зварювання реєстра опалювального приведені в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Параметри режиму зварювання реєстра опалювального

ПАРАМЕТР			значення
назва	символ	одиниці вимірювання	
Сила зварювального струму	$I_{зв}$	А	100
Напруга на дузі	U_d	В	24
Діаметр електродного дроту	d_e	мм	0,8
Виліт електрода	l_d	мм	10
Швидкість зварювання	$V_{зв}$	м/год	20
Швидкість подачі електродного дроту	$V_{п.д.}$	м/год	306
Витрати захисного газу	Q_g	л/хв	7

2.4 Вибір і обґрунтування зварювального устаткування

Регістр опалювальний зварюється механізованим способом в захисній суміші, тому в якості зварювального обладнання буде використовуватися професійний, промисловий зварювальний апарат REBEL EMP 215IC

					КР.422.02.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

шведської компанії ESAB. Модель даного напівавтомата показана на рисунку 2.3 [7].



Рисунок 2.3 – Зварювальний апарат REBEL EMP 215IC ESAB [7]

Зварювальні апарати серії Rebel мають універсальне живлення 120/230 В та підтримують новітні технології зварювання. У революційній конструкції Rebel використані ідеї професійних зварювальників, що дозволило створити готову портативну машину для зварювання найрізноманітніших металів, наприклад, вуглецевої сталі, MIG алюмінію, нержавіючої сталі [7].

Переваги інверторного напівавтомата REBEL EMP 215IC [7].

Справжній багатофункціональний зварювальний апарат для MIG/MAG зварювання суцільним або порошковим дротом, MMA зварювання навіть найскладнішими електродами, та TIG зварювання з контактним підпалом дуги [7].

Унікальна функція sMIG («інтелектуальний MIG») з безперервною адаптацією до методу зварювання для забезпечення стабільної дуги та високоякісних однорідних зварних швів, підвищення продуктивності для досвідченого зварника та зниження часу навчання новачків [7].

Новий інтерфейс користувача з великим яскравим РК-дисплеєм добре відображає параметри та налаштування зварювання, видимі навіть з відстані. Дисплей дозволяє використовувати ексклюзивні функції - посібник користувача, список запасних частин різними мовами [7].

					КР.422.02.00.00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

Унікальна сталева моноблочна конструкція корпусу з п'ятьма ручками та захисними дугами для промислових умов експлуатації; апарат легкий та дуже компактний [7].

Апарат Rebel EMP 215ic поставляється готовим до зварювання з професійним пальником ESAB MXL 200 MIG з євророз'ємом, електродотримачем та комплектом кабелів, з газовим пальником із швидкокороз'ємним з'єднувачем, з контактними наконечниками та приводними роликками для дроту діаметром 0,6 - 1,0 мм [7].

Галузі промислового застосування зварювального апарату Rebel EMP 215ic [7]:

- автомобілебудування;
- ремонт автомобілів;
- цивільне будівництво;
- сільськогосподарське устаткування;
- легка промисловість;
- ремонт і технічне обслуговування.

Технічні характеристики зварювального апарату Rebel EMP 215ic приведені в таблиці 2.3 [7].

Таблиця 2.3 – Технічні характеристики зварювального апарату Rebel EMP 215ic [7]

Параметри	Значення
Напруга мережі живлення	220 В
Частота струму	50 ГЦ
Діаметр дроту	0,6 – 1,0 мм
Максимальний зварювальний струм	180 А
Споживча потужність	6,9 кВт
Клас захисту	IP23
Габаритні розміри в мм (ДхШхВ)	449x198x347
Вага	18,2 кг

2.5 Вибір методу контролю якості виробу

Виготовлення реєстра опалювального повинно відбуватись згідно схем ефективного управління якістю, тому контроль проводиться на всіх стадіях технологічного процесу виготовлення конструкції. Контроль проектної документації і самих проектів повинен бути передбачений у відповідних організаціях. При цьому важливо брати до уваги, що помилки на стадії проектування обходяться в сотні, тисячі разів дорожче порівняно з виробничими дефектами. Має важливе місце додаткове вкладання засобів для виконання високоякісного проекту, чим виправляти наслідки цих недоробок. Тому ці фактори повинні бути враховані проектантами та ретельно контролюватись в процесі виробництва [8, с. 14].

Контроль вхідних матеріалів (основного металу, зварювального дроту, захисних газів і т. п.) повинен задовольняти вимоги нормативно-технічної документації і сертифікатів. Якщо немає гарантії виробників або якості вхідних матеріалів викликає підозру, то їх додатково перевіряють на відповідність нормативно-технічній документації і стандартам. Якість і зварюваність матеріалів перевіряють в двох випадках [8, с. 14]:

- 1) при виборі матеріалів і розробленні технології зварювання, тобто при підготовці виробництва на стадії проекту;
- 2) при запуску матеріалів у виробничий цикл, тобто при технологічній підготовці виробництва.

Остання перевірка пов'язана з можливими відхиленнями якості основного металу та зварювального дроту від сертифікаційних значень. Ці відхилення можуть різко погіршити зварюваність металу [8, с. 14].

Технічний рівень і стан обладнання потрібно підтримувати в заданих межах, виконуючи графік технічного обслуговування та вимог відповідних інструкцій. В зварювальних апаратах перевіряються справність регулювальних механізмів, наявність приладів, якість і довжину струмопровідних кабелів, стан електричних контактів і струмопровідних

					КР.422.02.00.00.000.ПЗ	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

мундштуків. В установках для зварювання в захисних газах перевіряють справність газових редукторів, витратомірів, рукавів, сопел пальників і газозахисних пристосувань та ін. [8, с. 14-15].

Якість підготовки і складання заготовок під зварювання перевіряють зовнішнім оглядом та обмірюванням. Технічно це відносно прості контрольні операції. Однак їх недооцінка може призвести до появи небезпечних зварювальних дефектів. Недопустимі великі або нерівномірні зазори, випуклість, вм'ятини, неправильні кути розроблення кромки, їх окисленість, забрудненість і т. п. Для вимірювання зазорів, кутів розроблення кромки використовують лінійки, а також спеціальні та універсальні шаблони [8, с. 15].

Відповідно до технологічних та конструктивних вимог, при виготовленні реєстру опалювального використовуються такі методи контролю:

- візуально-оптичний метод (зовнішнім оглядом);
- метод контролю якості під тиском (пневмо-гідравлічний).

Пневмо-гідравлічний контроль реєстру відбувається в такій послідовності: виріб наповнюється контрольованою речовиною або звичайною водою, герметизується та насосом або компресором створюється в ньому потрібне значення випробувального тиску. Потім виріб витримується заданий проміжок часу та обстукується спеціальним молотком з метою виявлення порушень герметичності. Виявлення дефектів відбувається за допомогою спеціального фільтрувального паперу на якому з'являються мокрі плями відповідного діаметру.

2.6 Опис вибраного технологічного процесу виготовлення зварної конструкції

Технологічний процес виготовлення реєстру опалювального складається із ряду послідовних операцій, починаючи виготовленням

					КР.422.02.00.00.000.ПЗ	Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

заготовок і закінчуючи контролем якості готових конструкцій. Цей процес включає основні технологічні операції, а також допоміжні та опоряджувальні операції, без яких виготовлення зварних конструкцій було б неможливим.

2.6.1 Заготівельні операції

Заготовки, які необхідні для виготовлення регістру опалювального, отримуються використанням таких операцій як: розмічування, різання, фрезерування та очищення вже готової конструкції.

Заготовки виготовляються із трубного прокату. Процес розмічування виконується за допомогою шаблонів механізованим способом.

Різання труб виконується за допомогою монтажної пили марки GTM CM3000/220CI, яка представлена на рисунку 2.4.

Крім того трубні заготовки потребують додаткового оброблення торців для кращого їх прилягання, для цього буде використовуватися фрезерний верстат по металу марки Procraft VMM1100, який зображений на рисунку 2.5.



Рисунок 2.4 – Монтажна пила GTM CM3000/220CI [9]

					КР.422.02.00.00.000.ПЗ	Арк.
						29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 2.5 – Фрезерний верстат по металу Procraft VMM1100 [10]

Після виконання зварювальних операцій необхідно зачистити зварні шви для надання їм відповідної форми, тому для цього буде використовуватися кутова шліфувальна машинка WORCRAFT WAG13-125V, яка показана на рисунку 2.6.



Рисунок 2.6 – Шліфувальна машинка кутова WORCRAFT WAG13-125V [11]

2.6.2 Складальні операції

Складальні операції полягають у правильному встановленні деталей складального виробу або конструкції на складальному, складально-зварювальному устаткуванні та пристосуваннях, згідно технічних умов та креслень виробів чи конструкцій.

					КР.422.02.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30

2.6.3 Складально-зварювальні операції

До даних операцій відносяться виконання прихоплень в процесі складання, а також зварювання окремих складових частин конструкції або її загальне зварювання.

Основна увага приділяється тут зварюванню, тому необхідно забезпечення правильне налаштування устаткування та апаратури із забезпеченням необхідних параметрів режиму зварювання, в залежності від вибраного способу зварювання.

2.6.4 Опоряджувальні операції

Присутність опоряджувальних операцій в технологічному процесі виготовлення реєстру опалювального дозволяє в деякій степені вплинути на хід виконання всіх інших робіт. Дані операції використовують кутові шліфмашинки «Болгарки» WORCRAFT WAG13-125V, які в залежності від виконуваних робіт обладнуються зачисними крутами Bosch Standard для металу 125х6 мм або дисковими щітками Vitals 125х22,2 мм. Крім того можливе рихтування конструкції з використанням молотків Stark 500 г, а захист робітників відбувається при застосуванні окулярів захисних прозорих Werk.

2.6.5 Допоміжні операції

До допоміжних операцій відносяться такі роботи:

- налагодження технологічного обладнання та інструментів;
- різні вантажні роботи, без яких виконання технологічного процесу було б неможливим;
- транспортування обладнання і матеріалів;
- роботи з приймання- видавання інструменту, матеріалів.

					КР.422.02.00.00.000.ПЗ	Арк.
						31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Перед початком зварювання потрібно налаштувати обладнання, а саме: встановити витрати захисного газу, початковий виліт зварювального дроту, перевірити заземлення та цілісність ізоляції на кабелях живлення.

Різні навантажувальні і транспортні операції стосуються встановлення деталей у пристосуваннях, доставка їх з одного цеху на інший, транспортування обладнання і виготовлених конструкцій.

2.6.6 Контроль якості

При виготовленні регістру опалювального присутні такі види контролю якості:

- контроль вхідних матеріалів;
- контроль стану технологічного обладнання згідно інструкцій;
- контроль підготовчих робіт, складання і зварювання;
- контроль готової продукції.

Виявлення зовнішніх дефектів, а також залишкових зварювальних деформацій проводиться зовнішнім візуальним оглядом. Після чого також проводять герметичний контроль якості для виявлення наскрізних дефектів. Випробування проводиться під тиском пневмо-гідравлічним способом із використанням компресора повітряного марки Metabo Basic 250-24 W, який показаний на рисунку 2.7.



Рисунок 2.7 – Загальний вигляд компресора повітряного Metabo Basic 250-24 W [12]

					КР.422.02.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

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

Виготовлення регістру опалювального здійснюється методом напіваавтоматичного зварювання в захисній суміші. Тому нормуванню підлягають витрати електроенергії, яку споживає обладнання, а також витрати зварювального дроту і захисної суміші на один виріб.

Виконання обчислень регламентується національним стандартом ДСТУ 3159-95 [13].

Маса наплавленого металу знаходиться за формулою [13,с.6]:

$$Q_H = \alpha_H \cdot I_{зв} \cdot l_{ш}, \quad (2.12)$$

де α_H – коефіцієнт наплавлення, він визначає кількість наплавленого металу протягом 1 години горіння дуги, при силі струму 1 А, він становить $\alpha_H = 12$ г/Атод;

$I_{зв}$ – сила зварювального струму, $I_{зв} = 100$ А;

$l_{ш}$ – загальна довжина зварних швів, $l_{ш} = 5,3$ м.

Одержимо:

$$Q_H = 12 \cdot 10^{-3} \cdot 100 \cdot 5,3 = 6,36 \text{ кг.}$$

Витрати присаджувального матеріалу знаходяться за формулою [13,с.7]:

$$H_{ел} = Q_p + Q_{нп}, \quad (2.13)$$

де Q_p – маса розплавленого електродного матеріалу,

$$Q_p = Q_H \cdot K_p, \quad (2.14)$$

де K_p – коефіцієнт витрат зварювального дроту, $K_p = 0,7$;

					КР.422.02.00.00.000.ПЗ	Арк.
						33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$Q_p = 6,36 \cdot 0,7 = 4,45 \text{ кг},$$

$Q_{\text{нп}}$ – маса наплавленого металу,

$$Q_{\text{нп}} = Q_n \cdot K_0, \quad (2.15)$$

де K_0 – коефіцієнт втрат зварювального дроту, $K_0=0,5$;

$$Q_{\text{нп}} = 6,36 \cdot 0,5 = 3,18 \text{ кг}.$$

Підставивши:

$$H_{\text{ел}} = 4,45 + 3,18 = 7,63 \text{ кг}.$$

Норми витрат захисного газу знаходяться за формулою [13,с.10]:

$$H_r = Q_p \cdot K_r, \quad (2.16)$$

де K_r – коефіцієнт, що виражає відношення маси витраченого газу до маси розплавленого електродного дроту, $K_r=0,85\dots0,9$;

$$H_r = 4,45 \cdot 0,87 = 3,87 \text{ л/хв}.$$

Витрати електроенергії на 1 кг наплавленого металу знаходяться за формулою:

$$E = \frac{U_d}{\alpha_n \cdot \eta_n \cdot K_n}, \quad (2.17)$$

де U_d напруга на дузі, В;

η_n – коефіцієнт корисної дії, %;

K_n – коефіцієнт корисної дії джерела дуги, $K_n=0,75$;

					КР.422.02.00.00.000.ПЗ	Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$E = \frac{24}{12 \cdot 0,9 \cdot 0,75} = 2,96 \text{ кВт.}$$

Витрати електроенергії на 1 м шва знаходяться за формулою:

$$E = \frac{0,01 \cdot U_d \cdot I_{зв} \cdot t_0}{\eta_n \cdot K_n}, \quad (2.18)$$

де t_0 – час зварювання одного метра шва, $t_0=0,05$ год;

$$E = \frac{0,01 \cdot 24 \cdot 100 \cdot 0,05}{0,9 \cdot 0,75} = 1,78 \text{ кВт} \cdot \text{год.}$$

Витрати електроенергії на зварювання виробу повністю знаходяться:

$$E_{\Sigma} = E \cdot l_{ш}, \quad (2.19)$$

$$E_{\Sigma} = 1,78 \cdot 5,3 = 9,42 \text{ кВт.}$$

					КР.422.02.00.00.000.ПЗ	Арк.
						35
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

3.1 Обґрунтування вибору типу пристосувань, які застосовуються при виготовленні конструкції

Тип використовуваних складальних пристосувань залежить від програми випуску продукції, тому вони можуть бути універсальними, спеціалізованими та спеціальними.

Універсальне обладнання призначено для широкої номенклатури виготовлюваних виробів, спеціалізоване – для групи однотипних виробів, а спеціальне – для одного-двох конкретних виробів. Тому вибір складального обладнання визначається їх типом, масштабами виробництва, а також конструкцією виготовлюваних виробів. Спеціальне обладнання завжди забезпечує велику продуктивність процесу та кращу якість виготовлюваних виробів порівняно з універсальним. Обґрунтованість використання спеціального обладнання тільки в масовому і велико-серійному виробництві. Спеціалізоване може використовуватись в серійному та велико-серійному виробництві.

При одиничному і дрібносерійному виробництві необхідно використовувати універсальне обладнання, яке після закінчення виготовлення одного виробу може бути повторно використане для іншого.

Складальне пристосування складається із основи, установчих та затискних елементів. Установчі елементи забезпечують правильне встановлення деталей зварюваного виробу, затиску – для затиску і закріплення деталей. Установчі і затискні елементи можуть бути ручними, а також механізованими. Установчі і затискні елементи розміщуються на основі складального пристосування, де також монтуються приводи, площадки обслуговування, елементи керування та інші частини пристосування [14, с. 51].

					КР.422.02.00.00.000.ПЗ	Арк.
						36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Найкращий варіант використання того чи іншого пристосування базується на основі кращого техніко-економічного рішення на основі порівняння між собою різних можливих варіантів. Як правило вибирається варіант найбільш раціональний в технічному виконанні та рентабельний з економічної точки зору.

Технічне обґрунтування правильного вибору полягає в:

- прогресивності пристосування, а саме його продуктивності, можливості механізації, раціональності конструкції, забезпечення високої якості складальних виробів, забезпечення техніки безпеки та екологічність;
- часі виробничого циклу, габаритних розмірах та масі пристосування, масштабності виробництва (використовувані площі); кількості робітників, які задіяні в технологічному процесі; питомій продуктивності; завантаженості обладнання; безвідходності виробництва; економічних витратах на енергоресурси та матеріали.

Економічне обґрунтування використовуваного обладнання та пристосувань полягає у доцільності їх використання врахувавши капітальні витрати на виробництво виробів, їх собівартість та мінімальний термін окупності капіталовкладень для організації відповідного технологічного процесу.

Тому враховуючи вищесказане, для виготовлення опалювального регістру використовуватиметься спеціалізоване обладнання, яке забезпечить відповідну точність складання. Потрібно врахувати, що після операції складання зразу виконується зварювання, це впливає на якість конструкції, тому що вона не зазнає переустановлень і проміжного транспортування.

3.2 Опис роботи зварювального пристосування

Виготовлення регістру опалювального відбувається із застосуванням технологічного складально-зварювального устаткування, що дозволяє здійснювати на ньому наступні дії: збільшення продуктивності складальних

					КР.422.02.00.00.000.ПЗ	Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

операцій за рахунок підвищення швидкості встановлення та закріплення деталей, стабільність їх виконання з дотриманням необхідної точності згідно заданих допусків, зручність проведення робіт та зменшення їх тривалої монотонності.

Технологічний процес складання і зварювання регістру опалювального відбувається із використанням відповідних зварювальних столів, один з яких показаний на рисунку 3.1.

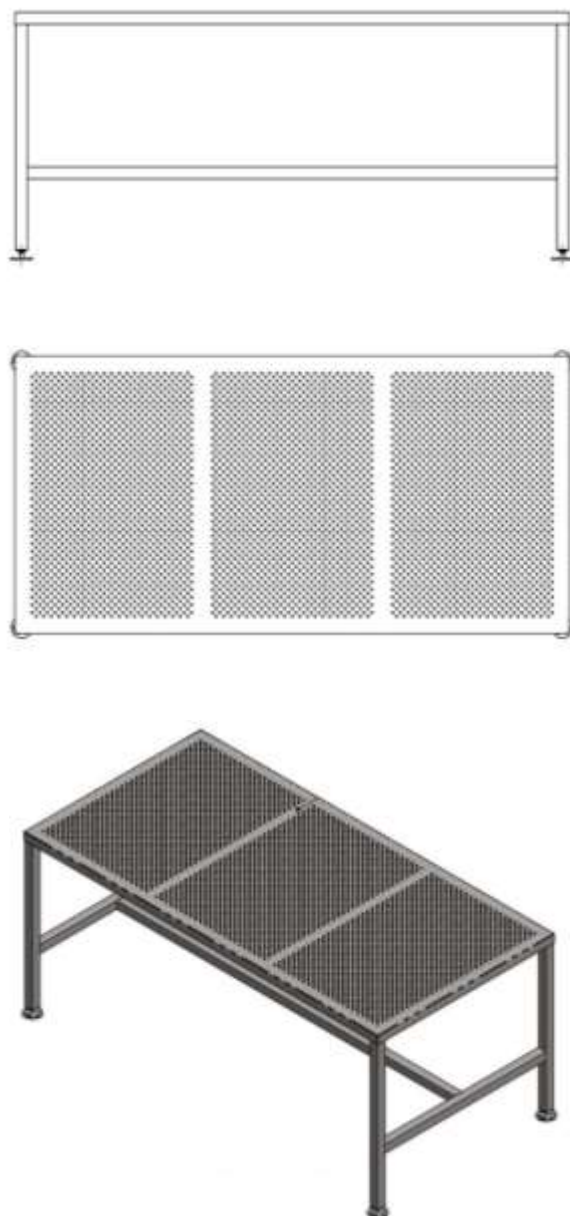


Рисунок 3.1 – Стіл зварювальний

Перфорація – це присутність отворів і канавок на стільниці стола, які призначенні для закріплення в них відповідних фіксаторів, упорів, притискачів чи затискачів, що забезпечують відповідні зусилля при надійному закріпленні деталей, вузлів або виробів в загальному. Крім того наявність цих елементів власне і пришвидшує виконання дій на ньому зі збереженням необхідної точності, а відповідно і якості конструкції.

Також для складання деталей конструкції – труб і патрубків, що виготовляються із відповідного прокату застосовуються відповідні пневматичні притискачі, які дозволяють швидко та надійно притиснути і зафіксувати складальні деталі. Вигляд пневматичного притискача зображений на рисунку 3.2.

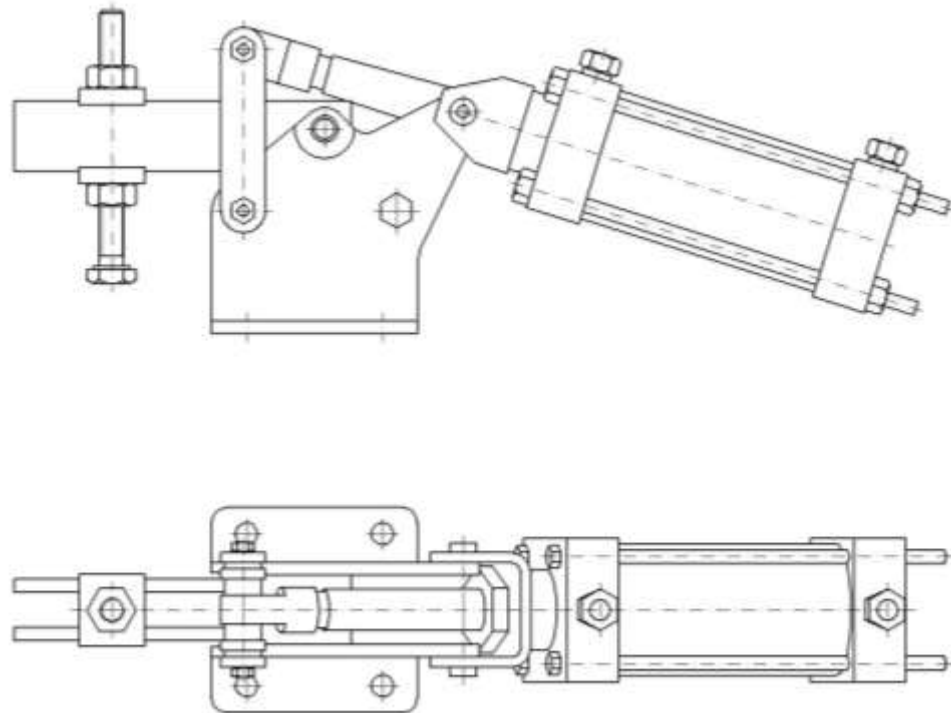


Рисунок 3.2 – Притискач пневматичний

Перед зварюванням обов’язково проводиться прихоплювання деталей для фіксації потрібних зазорів. Також після закінчення зварювального процесу проходить зняття притискних зусиль із конструкції та знімання її зі зварювального стола.

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 реєстру опалювального

Показник	Одиниці виміру	Кількісна чи вартісна оцінка	
		фактичні дані	проектні дані
Габаритні розміри виробу	мм	1500x1115x70	
Сума витрат по видах та марках основних матеріалів на виріб:			
профільний прокат Ст3сп	кг	132	
зварювальний дріт Св-08Г2С	кг	3,9	
захисний газ (суміш– Ar 75% +CO ₂ 25%)	л/хв	7,6	
Розміри поворотних відходів на виріб	кг	3,6	
Ціна придбання матеріалу за кг:			
профільний прокат:			
сталь Ст3сп	грн	53,4	52,8
зварювальний дріт Св-08Г2С	грн	130	129,6
захисний газ (суміш– Ar 75% +CO ₂ 25%)	грн	45	44,4
Ціна реалізації поворотних відходів	грн	18	

					КР.422.02.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

Таблиця 4.2 - Характеристика технологічного процесу виготовлення реєстру опалювального

Зміст операції	Варіанти	Устаткування		Інструменти		Розряд роботи	Штучні норми часу
		Назва	Ціна, грн	Назва	Ціна, грн		
1	2	3	4	5	6	7	8
Розмічування	$\frac{3}{П}$			рулетка лінійка кернер маркер	450 120 185 240	III	$\frac{2,6}{2,4}$
Різання	$\frac{3}{П}$	Монтажна пила GTM CM3000/220CI	15000			IV	$\frac{2,7}{2,5}$
Фрезерування	$\frac{3}{П}$	Фрезерний верстат по металу Procraft VMM1100	40000	молоток	200	IV	$\frac{2,8}{2,6}$
Складання	$\frac{3}{П}$	Стіл зварювальний, притискач пневматичний	134500	молоток	200	IV	$\frac{3,3}{2,5}$
Зварювання	$\frac{3}{П}$	Зварювальний напівавтомат REBEL EMP 215IC ESAB	150500			IV	$\frac{3,4}{2,6}$
Зачищування	$\frac{3}{П}$	Кутова шліфувальна машина WORCRAFT WAG13-125V	2600	щіпка Vitals 125x22,2 диск зачисн. Bosch Standart 125x6,0	80 50	III	$\frac{2,9}{2,5}$
Контроль якості	$\frac{3}{П}$	Компресор повітряний Metabo Basic 250-24 W1	11000			VI	1,8
Транспортні операції	$\frac{3}{П}$	Кран	400000			IV	$\frac{1,6}{1,4}$

Штучна норма часу:

а) по технологічних операціях: по заводу 19,5;

по проекту 16,9;

б) по допоміжних і транспортних операціях: по заводу 1,6;

по проекту 1,4.

Загальна штучна норма часу: по заводу 21,1;

по проекту 18,3.

Для виготовлення реєстру опалювального застосовується технологічна форма організації виробництва. Режим роботи на ділянці приймаємо перервний при одній зміні в день. Дійсний фонд часу роботи устаткування визначаємо за формулою [15, 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, $K_p = 0,03...0,1$.

$$\Phi_{yc} = 253 \cdot 1 \cdot 8 \cdot (1 - 0,07) \approx 1882 \text{ год.}$$

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 [15, с.10]:

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

					КР.422.02.00.00.000.ПЗ	Арк.
						42
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, $K_{вн}=1,1$.

$B_{пр}$ – програма випуску продукції, у нашому випадку $B_{пр} = 2400 шт.$

Кількість робочих місць для виконання розмічування при виготовленні регістру опалювального:

- заводський варіант:

$$n = \frac{2,6 \cdot 2400}{1882 \cdot 1,1} = 3,01 \approx 3 \text{ шт.}$$

- проектний варіант:

$$n = \frac{2,4 \cdot 2400}{1882 \cdot 1,1} = 2,78 \approx 3 \text{ шт.}$$

Для вирізання заготовок кількість робочих місць рівна:

- заводський варіант:

$$n = \frac{2,7 \cdot 2400}{1882 \cdot 1,1} = 3,13 \approx 3 \text{ шт.}$$

- проектний варіант:

$$n = \frac{2,5 \cdot 2400}{1882 \cdot 1,1} = 2,9 \approx 3 \text{ шт.}$$

Для виконання фрезерних операцій необхідно:

- заводський варіант:

$$n = \frac{2,8 \cdot 2400}{1882 \cdot 1,1} = 3,25 \approx 3 \text{ шт.}$$

					КР.422.02.00.00.000.ПЗ	Арк.
						43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- проектний варіант:

$$n = \frac{2,6 \cdot 2400}{1882 \cdot 1,1} = 3,01 \approx 3 \text{ шт.}$$

Для виконання складання кількість робочих рівна:

- заводський варіант:

$$n = \frac{3,3 \cdot 2400}{1882 \cdot 1,1} = 3,83 \approx 4 \text{ шт,}$$

- проектний варіант:

$$n = \frac{2,5 \cdot 2400}{1882 \cdot 1,1} = 2,9 \approx 3 \text{ шт.}$$

Для виконання процесу зварювання кількість робочих місць становить:

- заводський варіант:

$$n = \frac{3,4 \cdot 2400}{1882 \cdot 1,1} = 3,94 \approx 4 \text{ шт,}$$

- проектний варіант:

$$n = \frac{2,6 \cdot 2400}{1882 \cdot 1,1} = 3,01 \approx 3 \text{ шт.}$$

Кількість робочих місць для зачищення зварних швів:

- заводський варіант:

$$n = \frac{2,9 \cdot 2400}{1882 \cdot 1,1} = 3,36 \approx 3 \text{ шт,}$$

- проектний варіант:

					КР.422.02.00.00.000.ПЗ	Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$n = \frac{2,5 \cdot 2400}{1882 \cdot 1,1} = 2,9 \approx 3 \text{ шт.}$$

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

$$n = \frac{1,8 \cdot 2400}{1882 \cdot 1,1} = 2,09 \approx 2 \text{ шт.}$$

Кількість транспортних засобів, які необхідні для виконання транспортних операцій визначається за формулою [15, 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, 2400 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

$K_{кр} = 0,6...0,7$.

$$n = \frac{2400 \cdot 2 \cdot 0,6}{2100 \cdot 0,7} = 1,96 \approx 2 \text{ шт.}$$

Приймаємо два настінних крани для між операційного транспортування частин і виробу в цілому.

					КР.422.02.00.00.000.ПЗ	Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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 [15, 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 $B_{np} = 2400$ 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 розмічувальників:

- за заводським варіантом:

$$r_{oi} = \frac{2400 \cdot 2,6}{1850 \cdot 1,2} = 2,81 \approx 3 \text{ чол},$$

- за проектним варіантом:

$$r_{oi} = \frac{2400 \cdot 2,4}{1850 \cdot 1,2} = 2,6 \approx 3 \text{ чол.}$$

Необхідна кількість різальників:

- за заводським варіантом:

					КР.422.02.00.00.000.ПЗ	Арк.
						46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$r_{oi} = \frac{2400 \cdot 2,7}{1850 \cdot 1,2} = 2,92 \approx 3 \text{ чол},$$

- за проектним варіантом:

$$r_{oi} = \frac{2400 \cdot 2,5}{1850 \cdot 1,2} = 2,7 \approx 3 \text{ чол.}$$

Необхідна кількість робітників для виконання фрезерування:

- за заводським варіантом:

$$r_{oi} = \frac{2400 \cdot 2,8}{1850 \cdot 1,2} = 3,03 \approx 3 \text{ чол},$$

- за проектним варіантом:

$$r_{oi} = \frac{2400 \cdot 2,6}{1850 \cdot 1,2} = 2,81 \approx 3 \text{ чол.}$$

Необхідна кількість складальників:

- за заводським варіантом:

$$r_{oi} = \frac{2400 \cdot 3,3}{1850 \cdot 1,2} = 3,57 \approx 4 \text{ чол},$$

- за проектним варіантом:

$$r_{oi} = \frac{2400 \cdot 2,5}{1850 \cdot 1,2} = 2,7 \approx 3 \text{ чол.}$$

Необхідна кількість зварювальників:

					КР.422.02.00.00.000.ПЗ	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- за заводським варіантом:

$$r_{oi} = \frac{2400 \cdot 3,4}{1850 \cdot 1,2} = 3,68 \approx 4 \text{ чол.}$$

- за проектним варіантом:

$$r_{oi} = \frac{2400 \cdot 2,6}{1850 \cdot 1,2} = 2,81 \approx 3 \text{ чол.}$$

Необхідна кількість зачищувальників:

- за заводським варіантом:

$$r_{oi} = \frac{2400 \cdot 2,9}{1850 \cdot 1,2} = 3,14 \approx 3 \text{ чол.}$$

- за проектним варіантом:

$$r_{oi} = \frac{2400 \cdot 2,5}{1850 \cdot 1,2} = 2,7 \approx 3 \text{ чол.}$$

Необхідна кількість контролерів (за двома варіантами):

$$r_{oi} = \frac{2400 \cdot 1,8}{1850 \cdot 1,2} = 1,95 \approx 2 \text{ чол.}$$

Виходячи з кількості транспортувального обладнання приймаємо необхідну кількість транспортувальників $r_{oi} = 2$ чол.

Результати розрахунків приведено у таблиці 4.3

					КР.422.02.00.00.000.ПЗ	Арк.
						48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 4.3 - Зведена відомість промислово-виробничого персоналу

Категорія працівників	Кількість		Середній розряд	
	З	П	З	П
1	2	3	4	5
Основні робітники:				
розмічувальники	3	3	III	III
різальники	3	3	III	III
фрезерувальники	3	3	IV	IV
складальники	4	3	IV	IV
зварювальники	4	3	IV	IV
зачищувальники	3	3	III	III
контролери	2	2	VI	VI
транспортувальники	2	2	IV	IV
Допоміжні робітники:				
налагоджувальники	2	2	IV	IV
ремонтники	2	2	IV	IV
електрики	1	1	IV	IV
ІТР:				
майстер ділянки	1	1		
МОП: прибиральники	1	1	-	-
Разом	31	29	-	-

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 СтЗсп	кг	53,4	52,8	7048,8	6969,6	16917120	16727040
З/П	Зв. дріт Св-08Г2С	кг	130	129,6	507	505,44	1216800	1213056
З/П	Захисна суміш	кг	45	44,4	342	337,44	820800	809856
Р-ом					7897,8	7812,48	18954720	18749952

Продовження таблиці 4.4

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	2,67	2,64	352,44	348,48	845856	836352	18	18	43200	43200
З/П	5	6,5	6,48	25,35	25,27	60840	60652,8				
З/П	5	2,25	2,22	17,1	16,87	41040	40492,8				
Р-ом		11,42	11,34	394,89	390,62	947736	937497,6	18	18	43200	43200

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 [15, с.18]:

$$3_{oo} = \sum_1^y C_{pi} \cdot T_{um}, \quad (4.5)$$

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) [15, с.18].

Додаткова заробітна плата основних робітників визначається за формулою [15, с.18]:

					<i>KP.422.02.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						50
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

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

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 [15, с.18]:

$$З_{no} = З_{oo} \cdot P, \quad (4.7)$$

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 розмічувальників:

- заводський варіант:

$$З_{oo} = 6 \cdot 20,7 \cdot 2,6 = 322,92 \text{ грн};$$

$$З_{до} = 322,92 \cdot (0,2 + 0,15) = 113,02 \text{ грн};$$

$$З_{по} = 322,92 \cdot 0,4 = 129,17 \text{ грн};$$

- проектний варіант:

$$З_{oo} = 6 \cdot 20,7 \cdot 2,4 = 298,08 \text{ грн};$$

$$З_{до} = 298,08 \cdot (0,2 + 0,15) = 104,33 \text{ грн};$$

$$З_{по} = 298,08 \cdot 0,4 = 119,23 \text{ грн}.$$

Затрати по оплаті праці різальників:

- заводський варіант:

$$З_{oo} = 6 \cdot 21,5 \cdot 2,7 = 348,3 \text{ грн};$$

$$З_{до} = 348,3 \cdot (0,2 + 0,15) = 121,91 \text{ грн};$$

$$З_{по} = 348,3 \cdot 0,4 = 139,32 \text{ грн};$$

- проектний варіант:

$$З_{oo} = 6 \cdot 21,5 \cdot 2,5 = 322,5 \text{ грн};$$

$$З_{до} = 322,5 \cdot (0,2 + 0,15) = 112,88 \text{ грн};$$

$$З_{по} = 322,5 \cdot 0,4 = 129 \text{ грн}.$$

					КР.422.02.00.00.000.ПЗ	Арк.
						51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Затрати по оплаті праці фрезерувальників:

- заводський варіант:

$$З_{\text{оо}} = 7 \cdot 22 \cdot 2,8 = 431,2 \text{ грн};$$

$$З_{\text{до}} = 431,2 \cdot (0,2 + 0,15) = 150,92 \text{ грн};$$

$$З_{\text{по}} = 431,2 \cdot 0,4 = 172,48 \text{ грн};$$

- проектний варіант:

$$З_{\text{оо}} = 7 \cdot 22 \cdot 2,6 = 400,4 \text{ грн};$$

$$З_{\text{до}} = 400,4 \cdot (0,2 + 0,15) = 140,14 \text{ грн};$$

$$З_{\text{по}} = 400,4 \cdot 0,4 = 160,16 \text{ грн.}$$

Затрати по оплаті праці складальників:

- заводський варіант:

$$З_{\text{оо}} = 6 \cdot 21,7 \cdot 3,1 = 429,66 \text{ грн};$$

$$З_{\text{до}} = 429,66 \cdot (0,2 + 0,15) = 150,38 \text{ грн};$$

$$З_{\text{по}} = 429,66 \cdot 0,4 = 171,86 \text{ грн};$$

- проектний варіант:

$$З_{\text{оо}} = 6 \cdot 21,7 \cdot 2,5 = 325,5 \text{ грн};$$

$$З_{\text{до}} = 325,5 \cdot (0,2 + 0,15) = 113,93 \text{ грн};$$

$$З_{\text{по}} = 325,5 \cdot 0,4 = 130,2 \text{ грн.}$$

Затрати по оплаті праці зварювальників:

- заводський варіант:

$$З_{\text{оо}} = 6 \cdot 21,5 \cdot 3,4 = 438,6 \text{ грн};$$

$$З_{\text{до}} = 438,6 \cdot (0,2 + 0,15) = 153,51 \text{ грн};$$

$$З_{\text{по}} = 438,6 \cdot 0,4 = 175,44 \text{ грн};$$

- проектний варіант:

$$З_{\text{оо}} = 6 \cdot 21,5 \cdot 2,6 = 335,4 \text{ грн};$$

$$З_{\text{до}} = 335,4 \cdot (0,2 + 0,15) = 117,39 \text{ грн};$$

$$З_{\text{по}} = 335,4 \cdot 0,4 = 134,16 \text{ грн.}$$

Затрати по оплаті праці зачищувальників:

- заводський варіант:

					КР.422.02.00.00.000.ПЗ	Арк.
						52
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$З_{\text{оо}} = 7 \cdot 18,5 \cdot 2,9 = 375,55 \text{ грн};$$

$$З_{\text{до}} = 375,55 \cdot (0,2 + 0,15) = 131,44 \text{ грн};$$

$$З_{\text{по}} = 375,55 \cdot 0,4 = 150,22 \text{ грн};$$

- проектний варіант:

$$З_{\text{оо}} = 7 \cdot 18,5 \cdot 2,5 = 323,75 \text{ грн};$$

$$З_{\text{до}} = 323,75 \cdot (0,2 + 0,15) = 113,31 \text{ грн};$$

$$З_{\text{по}} = 323,75 \cdot 0,4 = 129,5 \text{ грн}.$$

Затрати по оплаті праці контролерів:

$$З_{\text{оо}} = 8 \cdot 32,5 \cdot 1,8 = 468 \text{ грн};$$

$$З_{\text{до}} = 468 \cdot (0,2 + 0,15) = 163,8 \text{ грн};$$

$$З_{\text{по}} = 468 \cdot 0,4 = 187,2 \text{ грн}.$$

Затрати по оплаті праці транспортувальників:

- заводський варіант:

$$З_{\text{оо}} = 11 \cdot 25 \cdot 1,6 = 440 \text{ грн};$$

$$З_{\text{до}} = 440 \cdot (0,2 + 0,15) = 154 \text{ грн};$$

$$З_{\text{по}} = 440 \cdot 0,4 = 176 \text{ грн};$$

- проектний варіант:

$$З_{\text{оо}} = 11 \cdot 25 \cdot 1,4 = 385 \text{ грн};$$

$$З_{\text{до}} = 385 \cdot (0,2 + 0,15) = 134,75 \text{ грн};$$

$$З_{\text{по}} = 385 \cdot 0,4 = 154 \text{ грн}.$$

Для допоміжних робітників розрахунок проводять на річну програму окремо для кожної категорії за формулою [15, с.19]:

$$З_{\text{од}} = r_{\text{д}} \cdot C_p \cdot \Phi_{\text{эф}}, \quad (4.8)$$

де $З_{\text{од}}$ - основна заробітна плата допоміжних робітників, грн;

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

C_p - годинна тарифна ставка робітника відповідного розряду для погодинної оплати праці, грн.

					КР.422.02.00.00.000.ПЗ	Арк.
						53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

Затрати по оплаті праці наладжувальників:

$$Z_{\text{од}} = 2 \cdot 35 \cdot 1850 = 129500 \text{ грн};$$

$$Z_{\text{дд}} = 129500 \cdot 0,35 = 45325 \text{ грн};$$

$$Z_{\text{пд}} = 129500 \cdot 0,4 = 51800 \text{ грн}.$$

Затрати по оплаті праці ремонтників:

$$Z_{\text{од}} = 2 \cdot 35 \cdot 1850 = 129500 \text{ грн};$$

$$Z_{\text{дд}} = 129500 \cdot 0,35 = 45325 \text{ грн};$$

$$Z_{\text{пд}} = 129500 \cdot 0,4 = 51800 \text{ грн}.$$

Затрати по оплаті праці електриків:

$$Z_{\text{од}} = 1 \cdot 35 \cdot 1850 = 64750 \text{ грн};$$

$$Z_{\text{дд}} = 64750 \cdot 0,35 = 22662,5 \text{ грн};$$

$$Z_{\text{пд}} = 64750 \cdot 0,4 = 25900 \text{ грн}.$$

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 [15, 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 ($Z_{\partial\partial}$) та премії і надбавки ($Z_{\partial\partial}$) розраховуються так само, як для основних робітників. Затрати по оплаті праці ІТР:

					КР.422.02.00.00.000.ПЗ	Арк.
						54
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$З_{оп} = 1 \cdot 9100 \cdot 12 = 109200 \text{ грн};$$

$$З_{до} = 109200 \cdot 0,35 = 38220 \text{ грн};$$

$$З_{по} = 109200 \cdot 0,4 = 43680 \text{ грн}.$$

Затрати по оплаті праці МОП:

$$З_{оп} = 1 \cdot 8500 \cdot 12 = 102000 \text{ грн};$$

$$З_{до} = 102000 \cdot 0,35 = 35700 \text{ грн};$$

$$З_{по} = 102000 \cdot 0,4 = 40800 \text{ грн}.$$

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:						
розмічувальники	245096,28	226242,72	85783,7	79184,95	98038,51	90497,09
різальники	264359,7	244777,5	92525,9	85672,13	105743,88	97911
фрезерувальники	327280,8	303903,6	114548,28	106366,26	130912,32	121561,44
складальники	434815,92	247054,5	152185,57	86469,08	173926,37	98821,8
зварювальники	443863,2	254568,6	155352,12	89099,01	177545,28	101827,44
зачищувальники	285042,45	245726,25	99764,86	86004,19	114016,98	98290,5
контролери	236808		82882,8		94723,2	
транспортувальники	222640	194810	77924	68183,5	89056	77924
Допоміжні роб.:						
налагоджувальники	129500		45325		51800	
ремонтники	129500		45325		51800	
електрики	64750		22662,5		29500	
ІТР	109200		38220		43680	
МОП	102000		35700		40800	
Разом	2994856,35	2488841,17	1048199,72	871094,41	1706145,04	1503738,97

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
1	2	3
Основні матеріали:	7897,8	7812,48
сталь СтЗсп	7048,8	6969,6
зварювальний дріт Св-08Г2С	507	505,44
захисний газ (суміш– Ar 75% +CO ₂ 25%)	342	337,44
Поворотні відходи	18	
Паливо та енергія на технологічні цілі	98,9	98,6
Основна заробітна плата основних робітників	1024,96	814,12
Додаткова заробітна плата основних робітників	358,74	284,94
Премії та надбавки основних робітників	409,98	352,65
Відрахування на соціальне страхування	25,11	19,95
Відрахування на медичне страхування	44,84	35,62
Витрати на утримання та експлуатацію устаткування	364,22	364,22
Цехові (дільничні) витрати	237,6	237,6
Всього цехова собівартість	10444,15	10002,18

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

Необхідні визначення проектної суми капітальних витрат подано у таблиці 4.7.

					КР.422.02.00.00.000.ПЗ	Арк.
						56
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 4.7 - Зведена відомість капітальних витрат

Види капітальних затрат	Кількість натуральних одиницях		Вартість одиниці, грн		Затрати на перевезення та монтаж, грн	
	З	П	З	П	З	П
Будівлі та споруди					-	-
Устаткування:						
різальне	3	3	15000	15000	750	750
фрезерне	1	1	40000	40000	2000	2000
складальне	4	3	134500	134500	6725	6725
зварювальне	4	3	150500	150500	7525	7525
зачищувальне	3	3	2600	2600	130	130
контрольне	2	2	11000	11000	550	550
транспортне	2	2	400000	400000	20000	20000
Інструменти:						
молоток	10	8	200	200	10	10
диск зачисний	3	3	50	50	2,5	2,5
щітка	3	3	80	80	4	4
рулетка	9	8	450	450	22,5	22,5
кернер	3	3	185	185	9,25	9,25
лінійка	9	8	120	120	6	6
маркер	9	8	240	240	12	12
Разом						
Види капітальних затрат	Загальна вартість, грн		Норма амортиз. відрах, %	Річна сума амортиз. відрахувань, грн		
	З	П		З	П	
Будівлі та споруди	6990500	6990500	5	349525	349525	
Устаткування:						
різальне	45750	45750	8,5	3888,75	3888,75	
фрезерне	42000	42000	8,5	3570	3570	

Продовження таблиці 4.7

складальне	544725	410225	7	38130,75	28715,75
зварювальне	609525	459025	7,5	45714,38	34426,88
зачищувальне	7930	7930	8,5	674,05	674,05
контрольне	22550	22550	6,5	1465,75	1465,75
транспортне	820000	820000	7,5	61500	61500
Інструменти:			15		
молоток	2010	1610		301,5	241,5
диск зачисний	152,5	152,5		22,88	22,88
щітка	244	244		36,6	36,6
рулетка	4072,5	3622,5		610,88	543,38
кернер	564,25	564,25		84,64	84,64
лінійка	1086	966		162,9	144,9
маркер	2172	1932		325,8	289,8
Разом	9093281,25	8807071,25		506013,86	485129,86

4.7 Основні техніко-економічні показники розробленого технологічного процесу

Річний економічний ефект визначається за формулою [15, 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 ($C_{nz} = 16812,57$ грн);

C_{nn} - повна собівартість виробу за проектними даними, грн ($C_{nn} = 15886,81$ грн);

Φ_{mz} - фондомісткість продукції за заводськими даними, грн/шт ($\Phi_{mz} = 10444,15$ грн/шт);

Φ_{mn} - фондомісткість продукції за проектними даними, грн/шт ($\Phi_{mn} = 10002,18$ грн/шт);

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

$$E_{\phi} = ((16812,57 + 0,15 \cdot 10444,15) - (15886,81 + 0,15 \cdot 10002,18)) \cdot 2400 = 2380933,2 \text{ грн.}$$

Термін окупності капітальних вкладень визначається за формулою [15,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 ($\Phi_{ocz}= 33653232$ грн);

Φ_{ocn} - вартість основних виробничих фондів за проектним варіантом, грн ($\Phi_{ocn}= 32327184$ грн);

E_{yp} - умовна річна економія, грн, яка розраховується за формулою [15, с.28]:

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

$$E_{yp} = 2400 \cdot (16812,57 - 15886,81) = 2221824 \text{ грн;}$$

$$T_{ок} = \frac{33653232 - 32327184}{2221824} = 0,6 \text{ р.}$$

Порівняльний аналіз техніко-економічних показників показано у таблиці 4.8.

					КР.422.02.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59

Таблиця 4.8 - Основні техніко-економічні показники розробленого технологічного процесу

Показники	Одиниця виміру	Величина	
		З	П
1	2	3	4
Річна програма випуску продукції	шт	2400	2400
Кількість технологічного устаткування	шт	18	17
Собівартість товарної продукції	грн	16812,57	15886,81
Чисельність промислово-виробничого персоналу:			
- всього	чол	31	29
- основних робітників	чол	24	22
Фондомісткість продукції	грн/шт	10444,15	10002,18
Умовна річна економія	грн	-	2221824
Річний економічний ефект	грн	-	2380933,2
Термін окупності капітальних вкладень	роки	-	0,6
Місячний оклад основних робітників:			
- розмічувальники	грн	11867,31	10954,44
- різальники	грн	12800,03	11851,88
- фрезерувальники	грн	15846,6	14714,7
- складальники	грн	15790,01	11962,13
- зварювальники	грн	16118,55	12325,95
- зачищувальники	грн	13801,46	11897,81
- контролери	грн	17199	17199
- транспортувальники	грн	16170	14148,75

5 ОХОРОНА ПРАЦІ

5.1 Пожежна безпека зварювальних робіт

Основні вимоги до проведення зварювальних робіт. До зварювальних робіт, відповідно до чинного законодавства України, допускаються працівники, не молодше 18 років, визнані придатними для цієї роботи медичною комісією, які пройшли спеціальне навчання за програмою пожежно-технічного мінімуму та щорічну перевірку знань.

Перед початком роботи зварювальник проходить вступний інструктаж з охорони праці, виробничої санітарії та пожежної безпеки, а також безпосередньо на робочому місці первинний інструктаж, який слід проводити при кожному переході на іншу роботу або при зміні умов праці. Технологічне обладнання, на якому передбачається проведення зварювальних робіт, повинне бути приведене в пожежовибухобезпечний стан до початку цих робіт.

Під час перерв у роботі, а також у кінці робочої зміни зварювальна апаратура повинна відключатися, зокрема, від електромережі, шланги від'єднуватися і звільнятися від горючих рідин та газів, а у паяльних лампах тиск повинен бути повністю знижений. Після закінчення робіт уся апаратура й устаткування мають бути прибрані в спеціально відведені приміщення (місця).

Місце для проведення зварювальних та різальних робіт у будівлях і приміщеннях, у конструкціях яких використані горючі матеріали, має бути обгороджене суцільною перегородкою з негорючого матеріалу.

Під час проведення вогневих робіт у вибухопожежонебезпечних місцях має бути встановлений пильний контроль за станом повітряного середовища шляхом проведення експрес-аналізів із застосуванням газоаналізаторів.

Для проведення зварювальних робіт облаштовують постійні і тимчасові місця. Постійні місця визначаються наказами або інструкціями власника підприємства. Вільна площа постійного місця (без обладнання) повинна бути не менше 3 м² для кожного зварювального поста, підлога щільна, з вогнестійких

					КР.422.02.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		61

матеріалів, стіни пофарбовані світлою матовою фарбою, стіл заземлений, стілець на ніжках з регулятором висоти сидіння, під ногами килимок.

Робочі місця зварювальників мають бути відокремлені від інших робочих місць та проходів негорючими екранами (ширмами, перегородками) з висотою не менше 1,8 м. Для запобігання розлітання розпечених часток зазор між перегородкою та підлогою повинен бути не більше 50 мм, огорожений сіткою з негорючого матеріалу з розміром отворів не більше 1 мм х 1 мм.

Особливості пожежної безпеки при проведенні газозварювальних та газорізальних робіт. Пересувні (переносні) ацетиленові генератори слід встановлювати на відкритих майданчиках. Дозволяється їх тимчасова робота в добре провітрюваних приміщеннях. Ацетиленові генератори необхідно обгороджувати й розміщувати на відстані не ближче 10 м від місць проведення зварювальних робіт, а також від відкритого вогню, нагрітих предметів, місць забору повітря компресорами, вентиляторами та на відстані не менше 5 м від балонів з киснем та горючими газами. У місцях встановлення ацетиленових генераторів слід вивішувати таблички (плакати) з написом: «Стороннім вхід заборонено: вогнебезпечно», «Не проходити з вогнем».

Паління і застосування джерел відкритого вогню в радіусі менше 10 м від місць зберігання мулу забороняється, про що повинні повідомляти відповідні таблички чи знаки заборони.

Закріплення газопідвідних шлангів на приєднувальних ніпелях апаратури, пальників, різаків та редукторів повинно бути надійними. З цією метою треба застосовувати спеціальні хомутики.

Балони з газом під час їх зберігання, транспортування та експлуатації повинні бути захищені від дії сонячного проміння та інших джерел тепла. Балони, що встановлюються у приміщеннях, повинні розміщуватися на відстані не менше 1 м від приладів опалення та печей, а від джерел тепла з відкритим вогнем — не менше 5 м. Відстань від пальників (по горизонталі) до перепускних рампових (групових) установок має бути не менше 10 м, а до окремих балонів з киснем та горючими газами — не менше 5 м.

					КР.422.02.00.00.000.ПЗ	Арк.
						62
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Під час проведення газозварювальних та газорізальних робіт забороняється:

- приступати до роботи за несправності апаратури.
- розміщати постійні місця для проведення робіт у пожежонебезпечних та вибухопожежонебезпечних приміщеннях.
- проводити зварювання, різання свіжопофарбованих конструкцій та виробів до повного висихання фарби.
- виконуючи роботи, користуватися одягом та рукавицями зі слідами масел та жирів, бензину, гасу й інших ГР.
- зберігати у зварювальних кабінах одяг, ГР та інші горючі предмети і матеріали.
- допускати контакт електричних проводів з балонами зі стисненими, зрідженими й розчиненими газами
- виконувати роботи на апаратах і комунікаціях, заповнених горючими й токсичними матеріалами, а також на тих, що перебувають під тиском негорючих рідин, газів, парів та повітря або під електричною напругою.

5.2 Розрахунок виробничого штучного освітлення

Штучне освітлення передбачається у всіх виробничих та побутових приміщеннях для компенсації нестачі природного світла та для освітлення приміщення в темний період доби.

Від того, наскільки кваліфіковано воно спроектовано залежить безпека праці та самопочуття працівників, продуктивність їхньої праці та якість продукції. Відомо, що раціонально виконане штучне освітлення приміщень при одній і тій же витраті електроенергії підвищує продуктивність праці на 15-20%. Разом з тим неправильно вибране та недостатнє освітлення робочих місць може бути причиною функціональних зорових порушень у працівників.

					КР.422.02.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		63

Найчастіше для освітлення виробничих та адміністративних приміщень використовують люмінесцентні лампи, які енергетично є більш економнішими. Окрім того, вони за спектральними характеристиками максимально наближаються до природного світла, що важливо при використанні суміщеного освітлення.

Штучне освітлення приміщення, в якому виконуються роботи високої точності розряду IIIa відповідно до таблиці 2.10 [16], становить 500лк. Як світлові пристрої приймаємо світильники ЛПО01 (з чотирма лампами), які доцільно використовувати в даному випадку. Оскільки світильники кріпляться до стелі, то їх висота над підлогою майже рівна висоті приміщення $h = 3,5$ м, що не суперечить вимогам СНіП II-4-79, відповідно до яких $h_{\min} = 2,6-4$ м, коли в світильнику менше 4-ох ламп, і $h_{\min} = 3,2-4,5$ м – при 4-ох і більше лампах.

Площа ділянки відповідно до корисної площі, що займають апарати і допоміжної площі і становить 31,23 кв.м. Для розрахунку площі приміщення округлює до цілих одиниць довжини і ширини приміщення. Отже площа ділянки для розрахунку становить 35 кв.м.

Визначимо висоту світильника над робочою поверхнею:

$$h = h_0 - h_p, \quad (5.1)$$

$$h = 3,5 - 1,1 = 2,4 \text{ (м)}.$$

Показник приміщення (i) становить

$$i = \frac{ab}{h \cdot (a + b)}, \quad (5.2)$$

де a і b – довжина і ширина приміщення, м;

$$a = 7 \text{ м};$$

$$b = 5 \text{ м};$$

					КР.422.02.00.00.000.ПЗ	Арк.
						64
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

h - висота світильника над робочою поверхнею, м.

$$i = \frac{7 \cdot 5}{2,4 \cdot (7 + 5)} = 1,21.$$

Згідно таблиці 2.7 [16] приймаємо $i=1,25$. При $i= 1,25$, $\rho_{стел}=70\%$, $\rho_{стін} = 50\%$ для світильника ЛПО01 коефіцієнт використання дорівнює $\eta = 0,55$ [16] (табл.2.8).

Визначаємо необхідну кількість світильників (N), для забезпечення необхідної нормованої освітленості робочих поверхонь, якщо відомо, що в кожному світильнику встановлено по чотири лампи ДРЛ-80, світловий потік однієї такої лампи становить $\Phi_{л}= 3200$ лм, потужність 125 Вт таблиця 2.6, [16].

$$N = \frac{E \cdot S \cdot K_z \cdot Z}{n \cdot \Phi_{л} \cdot \eta}, \quad (5.3)$$

де E – нормована освітленість, лк; [16] $E= 500$ лк;

S – площа приміщення, що освітлюється, м²; $S = 35$ м²;

K_z – коефіцієнт запасу, що враховує зниження освітленості в результаті забруднення та старіння ламп; $K_z = 1,5$; [16] таблиця А6.

Z – коефіцієнт нерівномірності освітлення; $Z = 1,1$; [16].

$\Phi_{л}$ – світловий потік, $\Phi_{л}= 3200$ лм; таблиця 2.6, [16].

η - коефіцієнт використання; $\eta = 0,46$.

$$N = \frac{500 \cdot 35 \cdot 1,5 \cdot 1,1}{4 \cdot 3200 \cdot 0,55} = 4,10.$$

Для правильного розміщення світильників в приміщенні приймаємо 6 світильників, які для забезпечення рівномірності освітлення розташовуємо в

					КР.422.02.00.00.000.ПЗ	Арк.
						65
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

два ряди по 3 штуки в кожному. Оскільки довжина світильника мало що більша за довжину люмінесцентної лампи, встановленої в нього, то загальна довжина усіх світильників ($\sum L_{cb}$) у ряді становить:

$$\sum L_{cb} = l \cdot n, \quad (5.4)$$

де l – довжина люмінесцентної лампи, м; $l = 1,2$ м;

n – кількість ламп, шт.; $n = 2$ шт.

$$\sum L_{cb} = 1,2 \cdot 3 = 3,6 \text{ м.}$$

Визначимо сумарну електричну потужність ($\sum P_{cb}$) усіх світильників, встановлених в приміщенні визначаємо за формулою:

$$\sum P_{cb} = P_l \cdot N \cdot n, \quad (5.5)$$

$$\sum P_{cb} = 80 \cdot 6 \cdot 4 = 1920 \text{ Вт.}$$

Схема визначення підвісу світильників вказана на рис.5.1

Схема розташування світильників на дільниці вказана на рис.5.2.

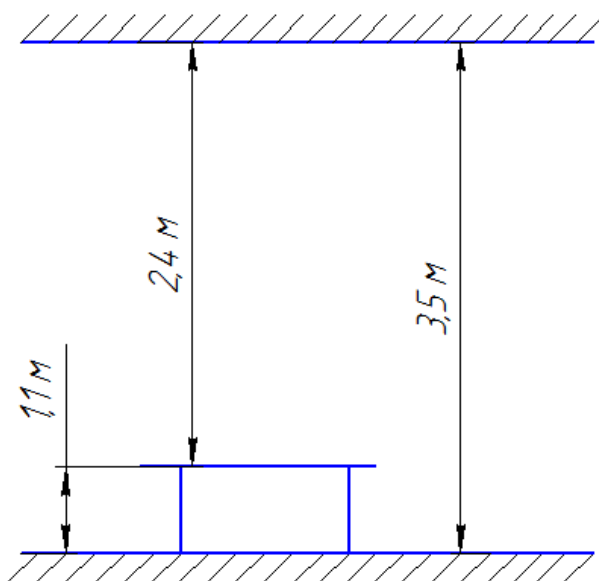


Рисунок 5.1 - Схема визначення підвісу світильників

					КР.422.02.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		66

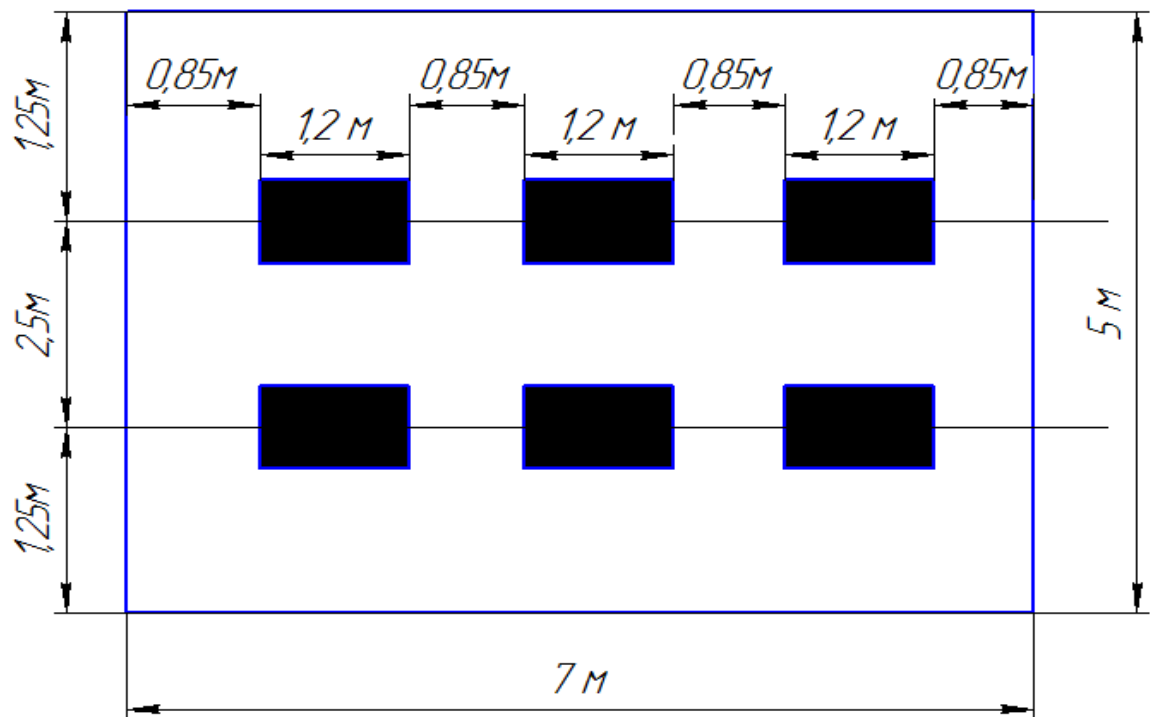


Рисунок 5.2 - Схема розташування світильників

Отже, штучне освітлення передбачається у всіх виробничих та побутових приміщеннях, де недостатньо природного світла, а також для освітлення приміщень в темний період доби. Ефективна організація штучного освітлення забезпечує сприятливі гігієнічні умови під час виробничої діяльності зварників.

ВИСНОВКИ

Технологічний процес виготовлення реєстру опалювального зазнав певних удосконалень. Зокрема, запропоновано вдосконалити операції різання металопрокату, щоб досягти більшої продуктивності, також відбувається комплексна механізація складальних операцій за рахунок впровадження відповідного устаткування та заміна способу зварювання, для покращення умов виконання та якості процесу загалом.

Регістр опалювальний є зварною конструкцією та використовується в різноманітних системах опалення. Основне місце його застосування – це промислові і технічні приміщення. Завдяки можливості вміщати більші об'єми теплоносія, за рахунок особливостей конструкції порівняно зі звичайними радіаторами, то і охолодження реєстрів буде відбуватися повільніше, що дозволить на триваліший час зберігати приміщення в теплі, де вони встановлені.

Виготовлення реєстру опалювального проходить способом напіваавтоматичного зварювання у захисній суміші – аргон 75%, вуглекислий газ 25%. Для цього використовуються промислові зварювальні апарати REBEL EMP 215IC шведської компанії ESAB.

					КР.422.02.00.00.000.ПЗ	Арк.
						68
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Сталь Ст3сп. Метінвест: веб-сайт. URL: <https://metinvestholding.com/ua/products/steel-grades/st3sp> (дата звернення: 22.05.2025).

2. Квасницький В.В. Теорія процесів зварювання. Дослідження фізико-хімічних і металургійних процесів та здатності металів до зварювання: навч. посіб. Миколаїв: УДМТУ, 2002. 181 с.

3. Гуменюк І.В., Іваськів О.Ф., Гуменюк О.В. Технологія електродугового зварювання: підручник. Київ: Грамота, 2006. 512 с.

4. 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: 29.05.2025).

5. 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: 29.05.2025).

6. Биковський О.Г., Пінковський І.В. Довідник зварника. Київ: Техніка, 2002. 336 с.

7. Зварювальний апарат REBEL EMP 215IC ESAB. Інверторні напівавтомати: веб-сайт. URL: <https://svarcentr.com.ua/ua/svarochny-apparat-rebel-emp-215ic-esab> (дата звернення: 30.05.2025).

8. Контроль якості зварних конструкцій. Науково-технічна бібліотека ІФНТУНГ: веб сайт. URL: <https://library.nung.edu.ua/kontrol-kachestva-svarnykh-konstruktsii.html> (дата звернення: 02.06.2025).

9. Відрізна машина GTM CM3000/220CI. Пили монтажні: веб-сайт. URL: https://king-tools.com.ua/ua/catalog/pili_montazhni/otreznaya_mashina_

					КР.422.02.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		69

gtm_cm3000_220ci_so_stalnoy_staninoi_84005_220/?lang=ua (дата звернення: 03.06.2025).

10. Фрезерний верстат по металу Procraft VMM1100. Верстати по металу: веб-сайт. URL: https://procraft.ua/ua/stanki/stanki-po-metallu/frezernyj-stanok-po-metallu-pro-craft-wmm1100?gclid=CjwKCAjw-JG5BhBZEiwAt7JR68L3WWN6spIIxFatcLMbmHWA2altCVOP3wmahvG50GeuNJVHA12qRoCKPgQAvD_BwE (дата звернення: 03.06.2025).

11. Шліфувальна машинка кутова WORCRAFT WAG13-125V. Болгарки (КШМ): веб-сайт. URL: <https://worcraft.com.ua/ua/products/shlifmashina-uglovaya-wag13-125v> (дата звернення: 03.06.2025).

12. Компресор Metabo Basic 250-24 W. Компресори: веб-сайт. URL: <https://epicentrk.ua/ua/shop/kompressor-metabo-basic-250-24-w-601533000.html> (дата звернення: 04.06.2025).

13. 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).

14. 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: 06.06.2025).

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

16. Жидецький В.Ц., Джигерей В.С., Сторожук В.М. Практикум з охорони праці. Навчальний посібник. Львів: Афіша, 2000. 352с.

					КР.422.02.00.00.000.ПЗ	Арк.
						70
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ДОДАТКИ

					КР.422.02.00.00.000.ПЗ	Арк.
						71
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		