

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

Відділення транспорту та інженерної механіки

Циклова комісія зварювальних технологій

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до кваліфікаційної роботи

фахового молодшого бакалавра

на тему: Проект вдосконалення технологічного процесу виготовлення
баку авіаційного

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

Михайло КУЛІЙ

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

КУЛЮ Михайлу Володимировичу

Тема роботи Проект вдосконалення технологічного процесу виготовлення
баку авіаційного

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 Вимоги до робочих місць під час проведення зварювальних робіт

5.2 Пожежна безпека на зварювальній ділянці

Перелік графічного матеріалу

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

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

3. Складальне креслення складально-зварювального стапеля – 1.0 (форм. А1)

4. Складальне креслення роликового стенду Т 306 – 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)

Михайло КУЛІЙ

(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 баку авіаційного 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 aircraft tank manufacturing. The main improvements are change welding process, equipment, materials and others operations of manufacture. The technological process of constructions manufacturing are present of technological operations, such as procurement, assembling, welding, equipment, additional and control. The economic calculations allow estimating the possibility of practical applying the technological process. The safety equipment and fire protection is consider in this report yet.

ЗМІСТ

	с.
ВСТУП	6
1 АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ	7
1.1 Опис конструкції зварного виробу	7
1.1.1 Технічні вимоги до зварного виробу	8
1.2 Характеристика матеріалу зварного виробу	9
1.3 Технічні умови на виготовлення зварної конструкції	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	12
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	14
2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ	17
2.1 Технічне обґрунтування вибраного способу зварювання	17
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	27
2.6.1 Заготівельні операції	28
2.6.2 Складальні операції	30
2.6.3 Складально-зварювальні операції	30

					КР.422.08.00.00.000.ПЗ						
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							
Розроб.		Кулій			Проект вдосконалення технологічного процесу виготовлення баку авіаційного Пояснювальна записка			Літ.	Арк.	Аркушів	
Перевір.		Сенчишин								4	70
Реценз.		Береженко						ВСП «ТФК ТНТУ», гр. ПМ-422ск			
Н. Контр.		Залуцька									
Затв.		Дранівська									

2.6.4	Опоряджувальні операції	.	.	.	.	.	31
2.6.5	Допоміжні операції	.	.	.	.	.	32
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	.	.	.	.	.	38
4	ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ	.	.	.	.	.	41
4.1	Розрахунок кількості обладнання	.	.	.	.	.	41
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	.	.	.	.	.	55
4.6	Розрахунок суми капіталовкладень для розробленого						
	технологічного процесу та його економічної ефективності	.	.	.	.	.	56
4.7	Основні техніко-економічні показники розробленого						
	технологічного процесу	.	.	.	.	.	59
5	ОХОРОНА ПРАЦІ	.	.	.	.	.	61
5.1	Вимоги до робочих місць під час проведення зварювальних						
	робіт	.	.	.	.	.	61
5.2	Пожежна безпека на зварювальній дільниці.	.	.	.	.	.	63
	ВИСНОВКИ	.	.	.	.	.	66
	ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	.	.	.	.	.	67
	ДОДАТКИ	.	.	.	.	.	70

ВСТУП

Наша країна є батьківщиною електродугового зварювання. Наші співвітчизники першими в світі в багатьох країнах запатентували спосіб електродугового зварювання. Найпершим спосіб електродугового зварювання графітовим електродом запропонував Бенардос, потім пізніше Славянов розробив спосіб електродугового зварювання металевим електродом. Вони також винайшли ряд інших процесів і варіантів зварювання, а також пристрій для механізованого подавання електрода в дугу, використання подрібненого скла в якості флюсу для захисту зварювальної ванни від повітря та ін.

В подальшому у Швеції Кельберг запропонував використання товстого покриття на електродах з метою захисту зварювальної ванни та стабілізації дуги.

Велика увага до процесів зварювання обумовлена універсальністю цього технологічного процесу отримання нероз'ємних з'єднань, можливість економії металу до 20%, підвищення міцності та герметичності з'єднань, можливість виготовлення унікальних конструкцій, виготовлення яких неможливе будь-яким іншим способом.

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

					КР.422.08.00.00.000.ПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1 АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Опис конструкції зварного виробу

Бак є оболонковою зварною конструкцією конусної форми. Його область застосування – це авіаційна галузь, а саме літакобудування. Він є обов’язковим елементом конструкції всіх літаків і призначений для збирання і зберігання відходів. Він так і маркується «Вакуум відходи». Загальний вигляд авіаційного баку показано на рисунку 1.1.

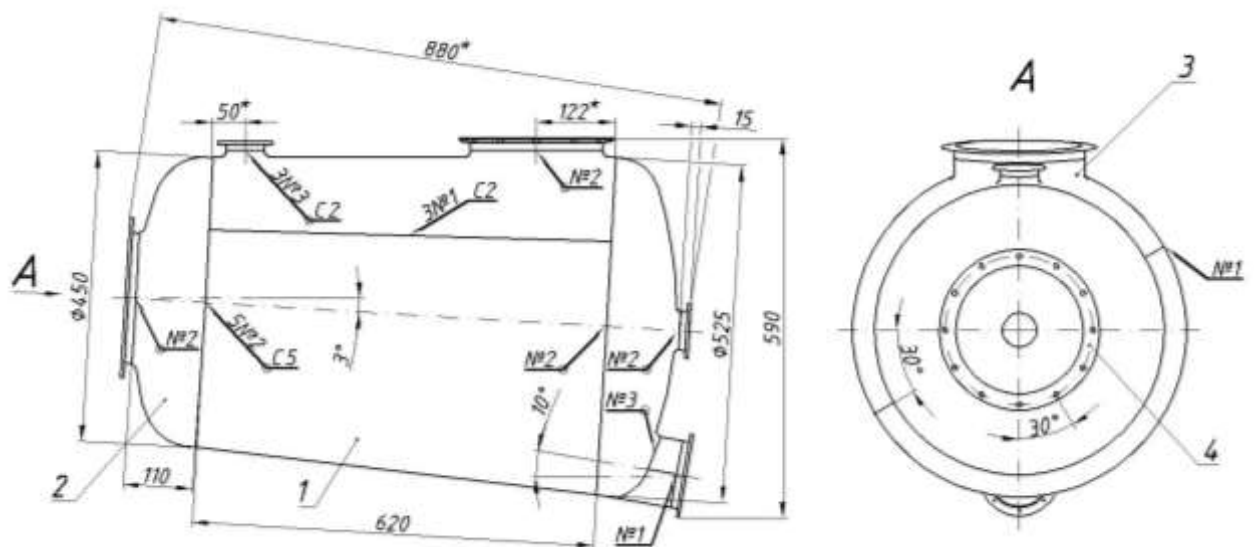


Рисунок 1.1 – Бак авіаційний

До складу авіаційного баку входять наступні деталі (див. рис. 1.1):

- 1) обичайка 1 шт.;
- 2) днище 2 шт.;
- 3) горловина 5 шт.;
- 4) фланець 5 шт.

Конусна форма баку необхідна для кращого відливу відходів, без лишнього затримання їх залишків всередині. Його пряма циліндрична форма буде недоцільною, так як це не дозволить повністю видаляти відходи із

середини, що спричинить певний дискомфорт при постійному використанні цього авіаційного баку.

Габаритні розміри конструкції мають наступні показники: довжина 880 мм, висота 590 мм, при забезпеченні найбільшого діаметру 525 мм та найменшого 450 мм відповідно. При цьому маса авіаційного баку буде становити 10,7 кг.

1.1.1 Технічні вимоги до зварного виробу

Бак авіаційний є зварною конструкцією, яка експлуатується в умовах вакууму. Основний вплив на неї відбувається із середини за рахунок тиску розрідження, що створює вакуум. В процесі своєї експлуатації бак повинен працювати в нормальних умовах без додаткових впливів різних динамічних навантажень.

Оскільки авіаційний бак є відповідальною конструкцією, то технологічний процес його виготовлення повинен задовольняти такі умови:

- відповідність геометричних розмірів та зазорів між кромками кресленням та технічним умовам на виготовлення конструкції;
- добрі умови виконання всіх технологічних операцій виготовлення баку авіаційного, а особливо зварювання, якість якого безпосередньо залежить від чистоти деталей та інших зовнішніх факторів;
- проведення контролю якості протягом всього виробничого циклу, починаючи від використовуваних матеріалів і закінчуючи приймальним контролем готової продукції;
- використання найбільш придатного способу зварювання виходячи з технологічності конструкції;
- застосування зварювального обладнання, яке за своїми технічними характеристиками задовольняє вибрані або розраховані параметри режиму.

					КР.422.08.00.00.000.ПЗ	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.2 Характеристика матеріалу зварного виробу

Враховуючи умови роботи баку, які пов'язані із вакуумом та корозійним впливом внутрішнього середовища, то доцільним буде виготовлення конструкції зі сталі аустенітного класу.

Тому в якості основного матеріалу для виготовлення авіаційного баку буде використовуватись високолегована, нержавіюча, корозійностійка, хромонікелева сталь 12X18H10T. Це з однієї сторони призведе до зростання собівартості конструкції, а з іншої, це виправданий варіант, тому що висока корозійностійкість сталі забезпечить довговічність конструкції зі збереженням її високих експлуатаційних показників.

Хімічний склад сталі 12X18H10T, яка використовується для виготовлення баку авіаційного приведено в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Хімічний склад сталі 12X18H10T, % [2]

Вміст елементів, %								
C	Si	Mn	Cr	Ni	Ti	S	P	Cu
						не більше		
до 0,12	до 0,8	до 2,0	17,0- 19,0	9,0- 11,0	0,8	0,020	0,035	0,30

Механічні властивості сталі приведені в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 – Механічні властивості сталі 12X18H10T [2]

$\sigma_{0,2}$, МПа	σ_B , МПа	δ_5 , %	ψ , %	КСУ, Дж/см ²
не менше				
315	529	40	80	2,2

Аустенітна структура хромонікелевих сталей зберігається при швидкому охолодженні із підвищених температур. Враховуючи особливості цих сталей, в зварних швах повинна бути присутня феритна фаза біля 2...3%, в іншому випадку не буде досягнута стійкість проти утворення гарячих тріщин.

В своєму складі високолеговані сталі містять елементи, які класифікуються на дві основні групи: аустенітоутворюючі (C, N, Ni, Mn, Cu, Co та ін.) та феритоутворюючі (Cr, Si, Mo, V, Nb, Ti, W, Al та ін). Враховуючи співвідношення аустеніто- та феритоутворюючих елементів в металі шва, його структура може бути однофазною (аустенітна, феритна, мартенситна) або двофазною (аустенітно-феритна, аустенітно-мартенситна, мартен-ситно-феритна та ін.).

Визначення вмісту фериту в зварних швах та в наплавленому металі користуються діаграмою, яку запропонував Шефлер (рис. 1.2) та емпіричними формулами для визначення еквівалентних значень хрому ($Cr_{екв}$) і нікелю ($Ni_{екв}$) [3, с.19]:

$$Cr_{екв} = \%Cr + \%Si \cdot 1,5 + \%Ni \cdot 0,5 + \%Nb \cdot 0,5 + \%Mo + \%V \cdot 0,8 + \%Ti \cdot 4,0; \quad (1.1)$$

$$Ni_{екв} = \%Ni + \%C \cdot 30 + \%Mn \cdot 0,5, \quad (1.2)$$

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

$$Cr_{екв} = 0,12 + 0,8 \cdot 1,5 + 11 \cdot 0,5 + 0,8 \cdot 4,0 = 10,02;$$

$$Ni_{екв} = 11 + 0,12 \cdot 30 + 2,0 \cdot 0,5 = 15,6.$$

					КР.422.08.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

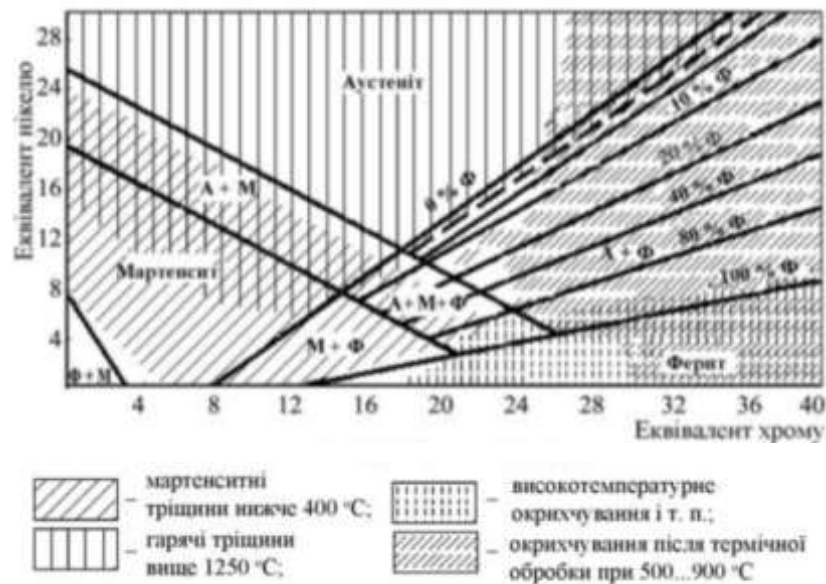


Рисунок 1.2 – Діаграма Шефлера [3, с.20]

При виконанні розрахунків отримали $Cr_{екв}=10,2$; $Ni_{екв}=15,6$, дивлячись на діаграму Шефлера при зварюванні утворюватиметься структура аустеніт (див. рис. 1.2), який вказує на те, що можливе утворення гарячих тріщин при температурах $\geq 1250\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Щоб запобігти цьому небажаному явищу, потрібно забезпечити повільне охолодження та виконати відпуск металу шва і зони термічного впливу після виконання зварювання.

1.3 Технічні умови на виготовлення зварної конструкції

1.3.1 Вимоги до матеріалів і напівфабрикатів

Матеріали і напівфабрикати для виготовлення авіаційного баку повинні мати відповідність стандартам і технічним умовам. Тобто повинна бути забезпечена їх відповідність механічним властивостям і хімічному складові.

Що стосується якості, то всі матеріали, які необхідні для виготовлення конструкції повинні мати відповідні сертифікати, які надає підприємство, що

їх доставляє. Якщо ці сертифікати відсутні, то потрібно попередньо перевірити їх характеристики у спеціалізованій лабораторії.

При виборі матеріалів для виготовлення баків повинні враховуватися: розрахунковий тиск, температура стінок, хімічний склад, характер середовища, технологічні особливості і необхідна корозійна стійкість матеріалів.

На сталевих листах не допускається наявність вигинів, заусениць, тріщин та інших дефектів, які призводять до зниження експлуатаційної надійності.

Тому якість і властивості матеріалів та напівфабрикатів мають відповідати вимогам стандартів і технічних умов. Матеріали і напівфабрикати повинні бути сертифікованими заводами-виробниками, або сторонніми організаціями, якщо виробник не надає такого документу.

1.3.2 Вимоги до шорсткості, геометричності форми та розмірів

Загальний показник шорсткості авіаційного баку складає R_a 6,3, але поверхні, які будуть контактувати з іншими деталями в процесі експлуатації повинні мати шорсткість R_a 0,8.

Технологічний процес виготовлення повинен забезпечувати стабільну точність і якість поверхонь відповідно до допусків на зварювання. Висока точність також залежить від правильності проведення заготівельних операцій.

Для того, щоб отримати високу точність, потрібне використання додаткових фіксуючих пристосувань або спеціальних пристроїв в технологічному процесі виготовлення авіаційних баків.

1.3.3 Вимоги до зварних з'єднань виробу

Характеристики зварних з'єднань, що стосується їх зовнішнього вигляду залежать від використовуваного способу, а також просторового положення шва.

					КР.422.08.00.00.000.ПЗ	Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Зварювання є основним способом виготовлення конструкції, тому до з'єднань висуваються наступні вимоги:

- розташування та конструктивні елементи зварних з'єднань повинні відповідати технічним умовам та кресленням;
- метал для виготовлення зварної конструкції повинен допустимо мінімально містити сірку і фосфор;
- по можливості забезпечити сприятливі умови протікання процесу кристалізації, що дозволить отримати дрібнозернисту конструкцію.

На якість зварних з'єднань також впливає наявний захист розплавленого металу від шкідливої дії повітря, так при доброму захисті поверхня шва повинна мати металевий блиск.

1.3.4 Вимоги до складання

Прилягаючі торці поверхонь по яких буде накладатися зварний шов, мають бути зачищені до металевого блиску, оскільки присутня окалина, а також іржа будуть слугувати джерелами утворення дефектів.

В процесі виконання складання накладаються технологічні прихоплення, які потрібні для формування правильної геометрії зварної конструкції та надання їй необхідної жорсткості при виконанні перевантажувальних робіт. Однак потрібно врахувати можливість повного проплавлення попередньо виконаних прихоплень при наступному зварюванні швів. Якщо місця виконання прихоплень не передбачені технологією накладання по них зварних швів, то після закінчення процесу зварювання, вони повинні бути зачищені до рівня основного металу. Для виконання прихоплень використовуються такі ж матеріали і обладнання, як і для зварювання основного металу, забезпечуючи їх рівномірність основному металу.

					КР.422.08.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

1.3.5 Вимоги до якості зварної конструкції

Якість зварної конструкції насамперед залежить від вибраного способу зварювання, що в свою чергу повинен задовольняти умову отримання зварних з'єднань з відповідними механічними властивостями. Важливою умовою є забезпечення необхідної корозійної стійкості конструкції, яка прописується в технічних умовах на її виготовлення.

Зовнішній вигляд конструкції залежить від правильності геометричних форм, а також якості зварних швів, у яких повинні бути відсутні зовнішні дефекти, а саме:

- подрізи та напливи;
- пористість шва;
- наявність свищів;
- присутність тріщин, як в швах, так і в будь-якому місці конструкції;
- не до кінця заварені кратери та ін.

Тому потрібно прийняти заходи, які усунуть можливі причини виникнення даних дефектів, які пов'язані із раціональністю вибору способу зварювання та правильністю параметрів режимів здійснення технологічного процесу.

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

Існуюча технологія виготовлення авіаційного баку використовує спосіб напівавтоматичного зварювання плавким електродом в середовищі аргону. Для виконання процесу використовується напівавтомат Сталь MIG-240.

Режими зварювання баку відповідно до заводського технологічного процесу, приведені в таблиці 1.3.

Оскільки товщина зварюваних деталей становить 2 мм, то зварювання ведеться без розроблення кромки.

					КР.422.08.00.00.000.ПЗ	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1.3 - Параметри режиму зварювання баку авіаційного

Параметри	Значення
Струм зварювання, А	110
Напруга на дузі, В	20
Діаметр електродного дроту, мм	0,8
Швидкість зварювання, м/год	24
Марка електродного дроту	Св-01Х19Н9
Захисний газ	Ar
Товщина зварюваного металу, мм	2

Технологічний процес виготовлення авіаційного баку складається з таких операцій: формують обичайку на спеціальних вальцях, штамнують днища за допомогою пресового устаткування, виготовляють горловини і фланці за допомогою металорізальних операцій; дані заготовки встановлюються у складально-зварювальному пристосуванні, центруються і зварюються.

Проте заводська технологія виготовлення має деякі недоліки, які пов'язані із:

1) використання напівавтоматичного способу зварювання у аргоні, яке потребує залучення висококваліфікованих зварників, тому що якість зварних швів залежить саме від них;

2) зварювання проводиться без застосування складального обладнання, що негативно впливає на точність геометричних розмірів конструкції, а відповідно на якість;

3) використання промислових економічних джерел живлення зварювальної дуги.

Тому вдосконалення технологічного процесу виготовлення баку авіаційного полягає в наступному:

					КР.422.08.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

1) використовувати спосіб автоматичного зварювання в аргоні – це дозволить пришвидшити виконання зварювальних робіт та забезпечить стабільну якість зварних швів;

2) застосовувати спеціальні складально-зварювальні пристосування та устаткування з метою усунення можливості ведення металу під час зварювання і надійної фіксації елементів конструкції;

3) впровадження ефективних сучасних зразків зварювального обладнання.

					КР.422.08.00.00.000.ПЗ	Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Технічне обґрунтування вибраного способу зварювання

Найбільш раціональним способом при виготовленні авіаційного баку є автоматичне зварювання в захисних газах (MIG), тому що цей спосіб є високопродуктивним та забезпечує формування швів високої якості за рахунок надійного захисту реакційної зони зварювання. Схема зварювання методом MIG показана на рисунку 2.1.



Рисунок 2.1 – Схема способу MIG зварювання

Хоча для зварювання авіаційного баку можна використовувати і інші способи, для прикладу:

- автоматичне зварювання під флюсом, цей спосіб має найкращу продуктивність виконання та високу якість з'єднань, однак він придатний для зварювання середніх і довгих швів у нижньому положенні, а в даному випадку конструкція зварюється в основному швами, як великої так і малої довжини;
- ручне дугове зварювання, цей спосіб є відносно простим, дешевим та універсальним, але він не забезпечує достатню продуктивність процесу в умовах масового виробництва, тому його основне застосування в монтажних

					КР.422.08.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

та ремонтних роботах, а також там, де неможливе використання більш продуктивного способу зварювання;

- газове зварювання, цей спосіб не потребує використання електричних джерел енергії і є відносно простим у застосуванні, однак він не є високопродуктивним, а характеризується підвищеною вибухонебезпечністю та низькими технологічними показниками утворених зварних з'єднань;

- плазмове зварювання, цей спосіб є високопродуктивним завдяки наявній його механізації та автоматизації, забезпечує формування швів високої якості, але все ж таки він обмежено застосовується через дорого вартісне обладнання, матеріали та обслуговування.

Таким чином для зварювання авіаційного баку застосовується автоматичне зварювання в аргоні (Ar).

2.2 Вибір зварювальних матеріалів

Від правильного вибору зварювальних матеріалів залежить якість виконання процесу зварювання, тому що саме вони визначають технологічні властивості утворюваних зварних з'єднань, які не повинні бути гіршими за властивості основного металу.

Так як для виготовлення авіаційного баку використовується високолегована сталь і зварювання виконується автоматичним способом, то необхідним захисним газом буде аргон. Це є інертний газ, який отримується з повітря методом низькотемпературної ректифікації з наступним добуванням кисню та азоту, що в свою чергу вже використовуються для інших цілей. Відповідно до технічних умов Державного стандарту для зварювання використовуватиметься аргон вищого сорту.

Бак авіаційний виготовлений з марки сталі 12Х18Н10Т тому зварювання буде виконуватись дротом марки Св-01Х19Н9. В складі дроту відсоток хрому більше ніж в основному металі, це пояснюється тим, що в процесі зварювання частина хрому йде на утворення інших сполук, тому доля його в наплавленому

					КР.422.08.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

металі буде меншою, чого може бути недостатньо для збереження високої загальної корозійної стійкості конструкції, для того і вибирається дрід з більшим відсотком хрому.

Хімічний склад зварювального дроту приведено в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Хімічний склад дроту Св-01Х19Н9 [3, с.194]

Вміст елементів, %						
С	Si	Mn	Cr	Ni	S	P
					не більше	
≤0,03	0,5-1,0	1,0-2,0	18,0-20,0	10,0	0,015	0,025

2.3 Вибір та розрахунок параметрів режиму зварювання

Основними параметрами автоматичного зварювання в захисному газі є сила зварювального струму, напруга на дузі, швидкість зварювання, діаметр електродного дроту і швидкість його подачі в зону зварювання.

Розрахунок параметрів режиму зварювання проводимо за типом з'єднання С2, тому що їх є велика кількість в конструкції авіаційного баку, схема його показана на рисунку 2.2.

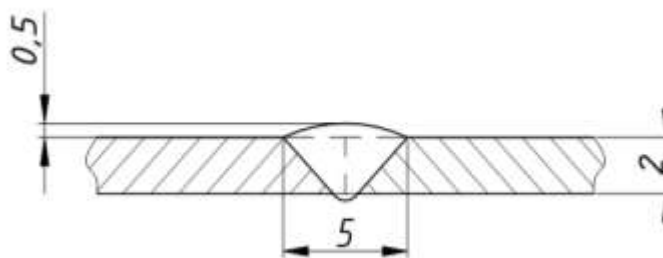


Рисунок 2.2 – Схема стикового з'єднання С2

Виготовлення авіаційного баку здійснюється згідно обраної технології автоматичним зварюванням в захисних газах.

Сила зварювального струму визначається за формулою:

$$I_{зв} = \frac{h}{k} \cdot 100, \quad [4, \text{с.192}] \quad (2.1)$$

де h – глибина проплавлення, мм, виходячи з умови повного проплавлення, приймаємо глибину проплавлення 2 мм;

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

Для електродного дроту діаметром 1 мм, $k=1,65$ мм/100А [4, с.193].

$$I_{зв} = \frac{2}{1,65} \cdot 100 = 121,21 \sim 120 \text{ А.}$$

Діаметр електродного дроту визначається за формулою:

$$d_e = 1,13 \sqrt{\frac{I_{зв}}{j}} \quad [4, \text{с.193}] \quad (2.2)$$

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

j – густина струму, А/мм²;

$$d_e = 1,13 \sqrt{\frac{120}{125}} = 1,04 \text{ мм.}$$

Діаметр електродного дроту складає 1 мм.

Напруга на дузі визначається за формулою:

$$U_d = 20 + \frac{50 \cdot 10^{-3}}{d_e^{0,5}} \cdot I_{зв} \pm 1, \quad [4, \text{с.194}] \quad (2.3)$$

де $I_{зв}$ – струм зварювальний, А;

d_e – діаметр електродного дроту, мм;

$$U_d = 20 + \frac{50 \cdot 10^{-3}}{1^{0,5}} \cdot 120 \pm 1 = 26 \text{ В.}$$

					КР.422.08.00.00.000.ПЗ	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Визначаємо площу наплавленого металу в поперечному перерізі шва, яка рівна сумі площ підсилення і величини зазору в поперечному перерізі шва.

Площа підсилення в поперечному перерізі шва визначається за формулою:

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

де l – ширина зазору шва, m ;

q – величина підсилення шва, m ;

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

Коефіцієнт наплавлення визначається за формулою:

$$\alpha_n = A + B \cdot \frac{I_{зв}}{d_{ел}}, \quad [5, \text{с.246}] \quad (2.5)$$

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

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

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

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

$$\alpha_n = 2,3 + 0,065 \cdot \frac{120}{1} = 17,9 \frac{\text{г} \cdot A}{\text{год}}.$$

Швидкість подачі електродного дроту в зону зварювання визначається за формулою:

$$V_{н.д.} = \frac{4 \cdot \alpha_n \cdot I_{зв}}{\pi \cdot d_{ел}^2 \cdot \gamma}, \quad [5, \text{с.246}] \quad (2.6)$$

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

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

					КР.422.08.00.00.000.ПЗ	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

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

$$V_{п.д.} = \frac{4 \cdot 17,9 \cdot 120}{3,14 \cdot 1^2 \cdot 7,8} = 69 \text{ м/год.}$$

Швидкість зварювання визначається за формулою:

$$V_{зв} = \frac{\alpha_n \cdot I_{зв}}{F_n \cdot \gamma \cdot 100}, \quad [5, \text{с.250}] \quad (2.7)$$

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

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

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

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

$$V_{зв} = \frac{17,9 \cdot 10^{-3} \cdot 120}{4,75 \cdot 10^{-6} \cdot 7800 \cdot 100} = 7,16 \approx 7 \text{ м/год.}$$

Результати розрахунків параметрів режиму зварювання заносимо в таблицю 2.2.

Таблиця 2.2 – Параметри режиму автоматичного зварювання в аргоні стикового шва баку авіаційного

Діаметр електродного дроту, мм	Сила зварювального струму, А	Напруга на дузі, В	Швидкість зварювання, м/год	Швидкість подачі дроту, м/год
1	120	26	7	69

2.4 Вибір і обґрунтування зварювального устаткування

Для виготовлення авіаційного баку використовується спосіб автоматичного зварювання в захисних газах. Тому в якості обладнання буде застосовуватися джерело живлення – зварювальний напівавтомат марки АОТАІ АМІG-280РМ, що зображений на рисунку 2.3.



Рисунок 2.3 – Зварювальний апарат АОТАІ АМІG-280РМ [6]

Апарати серії АМІG-РМ представляють собою багатофункціональні цифрові апарати для імпульсного напівавтоматичного зварювання. Завдяки передовій технології DSP і технології контролю форми хвилі забезпечується неперевершений контроль дуги і зварювальної ванни, що дозволяє отримати повну відсутність розбризкування і високу продуктивність [6].

Можливості та переваги апаратів АОТАІ АМІG-280РМ [6]:

- мінімізація утворення бризок і чудовий зовнішній вигляд валика;
- вбудована база даних – швидке і точне налаштування апарату по товщині зварюваного металу за рахунок використання бази даних на десятки тисяч співвідношень параметрів;
- повністю цифрове керування подавальним пристроєм – точна і стабільна подача дроту;
- цифрова панель керування;

					КР.422.08.00.00.000.ПЗ	Арк.
						23
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- сучасний цифровий інтерфейс зв'язку, підходить для автоматичного і роботизованого (автоматичного) зварювання [6].

В таблиці 2.3 представлені технічні характеристики зварювального апарату AOTAI AMIG-280PM.

Таблиця 2.3- Технічні характеристики зварювального апарату марки AOTAI AMIG-280PM [6]

Напруга мережі, В	380
Частота, Гц	50
Вживана потужність, кВА	14,3
Номінальний мережевий струм, А	21,5
Діапазон зварювальної напруги, В	15-28
Межі регулювання зварювального струму, А	20-280
Діаметр зварювального дроту, мм	0,8-1,2
Робочий цикл (ПВ), % (280 А)	40
ККД, В	107
VRD, В	16
Клас захисту	IP21S
Габаритні розміри, мм	630x280x480
Маса, кг	34

Як було сказано раніше процес зварювання відбувається в автоматичному режимі, то наявне обладнання потрібно доукомплектувати автоматизованою зварювальною кареткою DynaSwing 100K, яка показана на рисунку 2.4.

Зварювальна каретка з осцилятором — це універсальний і ефективний пристрій автоматизації зварювання, призначений для оптимізації процесів стикового і кутового зварювання. Він оснащений інтегрованою функцією осцилятора, яка забезпечує точні та контрольовані коливання пальника під час

зварювання, що приводить до ширшого зварювального шва та повного проплавлення в стиковому і кутовому з'єднанні. Ця автоматизована зварювальна каретка пропонує регульований контроль швидкості, що дозволяє зварникам оптимізувати швидкість зварювання відповідно до вимог проекту [7].



Рисунок 2.4 – Автоматизована зварювальна каретка DynaSwing 100K [7]

Особливості зварювальної каретки DynaSwing 100K [7]:

- функція осциляції: точне коливання пальника для ширшого шва та повного зварювання;
- регульований контроль швидкості: оптимізована швидкість зварювання відповідно до вимог процесу;
- зручний інтерфейс: просте керування та налаштування параметрів;
- програмовані параметри: послідовні та повторювані результати з індивідуальними налаштуваннями;
- сумісність із різними процесами: універсальність для зварювання MIG/MAG, TIG та дугового зварювання під флюсом;
- компактний і портативний дизайн: легке транспортування та маневреність;

- підвищення продуктивності: зменшення ручної праці та незмінна якість зварювання;
- покращена якість зварного шва: ширший шов і повне проплавлення для міцних зварних швів;
- ефективність зварювання: спрощений рух пальника для ефективного і точного стикового і кутового зварювання;
- універсальне застосування: підходить для різноманітних процесів стикового і кутового зварювання.

Технічні характеристики автоматизованої коливально-зварювальної каретки DynaSwing 100K представлені в таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 – Технічні характеристики автоматизованої коливально-зварювальної каретки DynaSwing 100K [7]

Напруга мережі, В	220
Частота, Гц	50
Двигун для переміщення, В	DC24
Напрямок руху	зліва-направо, справа-наліво
Кут нахилу, °	10-45
Швидкість переміщення, мм/хв	30-1100
Види з'єднань	стикові (BW), кутові (FW)
Коливальні рухи	пряма лінія, трикутник, трапеція
Система переміщення	рейка, шестерня
Сила горизонтального переміщення, Н	350
Сила вертикального переміщення, Н	150
Габаритні розміри, мм	440x290x300
Маса, кг	8,5

2.5 Вибір методу контролю якості виробу

Контроль якості даної конструкції може здійснюватися всіма відомими методами. Але враховуючи, що бак авіаційний відноситься до відповідальних конструкцій, то перевірки підлягатимуть 100% виготовленої продукції.

Для виявлення зовнішніх дефектів використовується найбільш простий і дешевий метод – візуально-оптичний. Проведення даного контролю може відбуватися, як неозброєним оком (без додаткових засобів), так і з використанням лупи. Цей контроль виконується на кожному етапі виготовлення конструкцію і він дозволяє виявити наявні дефекти, а вже потім треба виконати аналіз всіх чинників, що спричинили їх появу.

Виявлення внутрішніх дефектів у зварних швах конструкції можливе за допомогою ультразвукового методу контролю якості. Суть його полягає у спрямуванні ультразвукових хвиль в контрольований об'єкт (зварне з'єднання). У випадку присутності там дефектів, хвилі від них частково відбиваються або послаблюються, залежно від методу контролю. Ця інформація фіксується ультразвуковим приладом, який дає відповідні сигнали сповіщення і при подальших дослідженнях, контролери можуть визначити кількість дефектів, їх розміри, глибину залягання та інші важливі характеристики.

Отже, для виявлення внутрішніх і зовнішніх дефектів використовуємо зовнішній огляд, і так як конструкція є відповідальною, то перевіряємо її ще ультразвуковим методом контролю.

2.6 Опис вибраного технологічного процесу виготовлення зварної конструкції

Виготовлення авіаційного баку супроводжується використанням всіх необхідних операцій технологічного процесу виготовлення. Дані операції підрозділяються на складальні, зварювальні, заготівельні, контрольні та ін.

					КР.422.08.00.00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

2.6.1 Заготівельні операції

Дані операції здійснюються з метою отримання заготовок майбутньої конструкції авіаційного баку. Оскільки він складається із обичайки, днищ, горловин і фланців, які одержуються із листового прокату і круглих труб.

Так як для виготовлення баку використовується корозійностійка нержавіюча сталь, то попередньо очищувати метал не потрібно.

Першою операцією буде вирізання листових заготовок, які будуть використовуватися для формування обичайки і торцевих днищ. Для цього будуть використовуватися гільйотинні ножиці гідравлічного типу DURMARK QC11K-E30/E21S [8], які показані на рисунку 2.5.



Рисунок 2.5 – Гідравлічні гільйотинні ножиці DURMARK QC11K-E30/E21S [8]

Для одержання заготовки конусної обичайки потрібно виконати операцію вальцювання. Тому в якості обладнання будуть застосовуватися чотиривалкові гідравлічні вальці Sahinler 4R HMS [9], що зображені на рисунку 2.6.



Рисунок 2.6 – Чотиривалкові гідравлічні вальці Sahinler 4R HMS [9]

					КР.422.08.00.00.000.ПЗ	Арк.
						28
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Формування днищ баку відбувається із застосуванням пресового обладнання, а саме механічного штампувального пресу типу HP 80 PK AEP MS [10], що показано на рисунку 2.7.



Рисунок 2.7 – Механічний штампувальний прес HP 80 PK AEP MS [10]

Горловини виготовляються із труб різних діаметрів, тому їх різання буде відбуватися на лобзиковому стрічковому верстаті JET HBS-1321VS [11] (рис. 2.8). Отримання заготовок типу фланець, а також формування в них отворів буде виконуватися на лазерних верстатах з ЧПК Cormak FIBER LF3015EPT [12], як показано на рисунку 2.9.



Рисунок 2.8 – Лобзиковий стрічковий верстат JET HBS-1321VS [11]

					<i>KP.422.08.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						29
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 2.9 – Лазерний верстат з ЧПК Cormak FIBER LF3015EPT [12]

2.6.2 Складальні операції

Складальні операції виконуються на складально-зварювальному пристосуванні, вони полягають у правильному встановленні та фіксуванні деталей в проектному положенні. Послідовність їх виконання повинна бути описана в технічних умовах на виготовлення конструкції чи іншій конструкторській документації.

Виконання цих операцій займає багато часу, тому в технологічному процесі повинні прийматись міри по їх механізації, що дозволить зменшити трудоемкість їх виконання та підвищити продуктивність складання.

2.6.3 Складально-зварювальні операції

Виконання складально-зварювальних операцій авіаційного баку відбувається із застосування спеціального складально-зварювального стапеля. Дане пристосування повинно забезпечувати необхідну точність складання, величину затискаючих зусиль, що відповідають за величину закріплення деталей та високу продуктивність виконання складально-зварювальних робіт.

Основними етапами складально-зварювальних операцій в технологічному процесі виготовлення авіаційного баку є:

- виконання зварювання поздовжнього шва обичайки;

					КР.422.08.00.00.000.ПЗ	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- встановлення фланців на горловини, їх прихоплювання та подальше зварювання кільцевими швами;
- стикування конусної обичайки разом із днищами, їх прихоплювання і зварювання відповідно;
- встановлення горловин разом із фланцями на раніше сформовану конструкцію, здійснення їх прихоплень і загального зварювання.

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 складально-зварювального стапеля.

2.6.4 Опоряджувальні операції

Після завершення зварювання конструкції виконуємо шліфування зварних швів, видалення крапель металу з контактуючих поверхонь та поліруємо конструкцію пастою Volax для надання їй естетичного зовнішнього вигляду. Для виконання цих операцій потрібні окуляри захисні Delta Plus Volcano Clear, молоток Stanley Graphite 300 г, зубило для металу Stanley 25 x 300 мм та кутова шліфувальна машина Hyundai G 650-125, яка зображена на рисунку 2.10.



Рисунок 2.10 – Кутова шліфувальна машинка Hyundai G 650-125 [13]

					КР.422.08.00.00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

2.6.5 Допоміжні операції

Ці операції займають проміжне місце в технологічному процесі виготовлення авіаційного баку, однак без них він неможливий. Для прикладу, до цих операцій перед початком зварювання відносяться налагоджувальні роботи з обладнанням, а саме встановлюються витрати захисного газу, швидкість подачі та виліт зварювального дроту, оптимальні величини напруги, що дозволить отримати якісні зварні шви без дефектів.

2.6.6 Контроль якості

Бак авіаційний є відповідальною конструкцією, яка встановлюється у літаках. Тому контрольні операції відіграють досить важливу роль, про що свідчить суцільний 100% контроль, як комплектуючих деталей, так і готового виробу.

Першим етапом є виконання зовнішнього огляду із використанням візуально-оптичного контролю якості. Даний метод використовується для визначення правильності геометричних форм конструкції та можливу присутність зовнішніх дефектів зварних швів.

Далі проходить перевірка зварних швів для визначення внутрішніх дефектів. Даний контроль буде відбуватися з використанням ультразвукової дефектоскопії за допомогою професійного дефектоскопа німецького виробництва PCE-FD20 [14], який показаний на рисунку 2.11.



Рисунок 2.11 – Ультразвуковий дефектоскоп PCE-FD20 [14]

					КР.422.08.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

Крім цього перевірка міцності конструкції здійснюється наповнюванням її дистильованою водою при максимальному тиску 0,3 МПа та витримка її під цим навантаженням протягом 5 хвилин.

Також перевіряється герметичність зварних швів авіаційного баку. Його наповнюють повітрям із досягненням максимального значення тиску 25 МПа та наступна витримка протягом 3 хвилин.

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

Формули виконання обчислень авіаційного баку описуються відповідно до ДСТУ 3159-95 «Ресурсозбереження. Нормування витрат зварювальних матеріалів. Загальні вимоги, методи визначення нормативів ручного і механізованого електрозварювання» [15].

Відповідно до обраної технології конструкція зварюється механізовано в захисному газі, отже основними нормувальними показниками буде власне електроенергія, зварювальний дріт і захисний газ.

Розраховуємо масу наплавленого металу за формулою [15, с.6]:

$$Q_H = \alpha_H \cdot I_{зв} \cdot l_{ш}, \quad (2.8)$$

де α_H – коефіцієнт наплавлення, він визначає кількість наплавленого металу протягом 1 години горіння дуги, при силі струму 1 А, $\alpha_H=17,9$ г/А·год;

$I_{зв}$ – сила зварювального струму, $I_{зв}=120$ А;

$l_{ш}$ – загальна довжина зварних швів, $l_{ш}=12,5$ м.

Одержимо:

$$Q_H = 17,9 \cdot 10^{-3} \cdot 120 \cdot 12,5 = 26,85 \text{ кг.}$$

					КР.422.08.00.00.000.ПЗ	Арк.
						33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розраховуємо витрати присаджувального матеріалу за формулою [15,с.7]:

$$H_{\text{ел}} = Q_p + Q_{\text{нп}}, \quad (2.9)$$

де Q_p – маса розплавленого електродного матеріалу,

$$Q_p = Q_n \cdot K_p, \quad (2.10)$$

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

$$Q_p = 26,85 \cdot 0,7 = 18,8 \text{ кг},$$

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

$$Q_{\text{нп}} = Q_n \cdot K_0, \quad (2.11)$$

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

$$Q_{\text{нп}} = 26,85 \cdot 0,5 = 13,43 \text{ кг}.$$

Тоді:

$$H_{\text{ел}} = 18,8 + 13,43 = 32,22 \text{ кг}.$$

Розраховуємо норми витрат захисного газу за формулою [15, с.10]:

$$H_{\text{г}} = Q_p \cdot K_{\text{г}}, \quad (2.12)$$

де $K_{\text{г}}$ – коефіцієнт, що виражає відношення маси витраченого газу до маси розплавленого зварювального дроту, $K_{\text{г}}=0,85\dots0,9$;

$$H_{\text{г}} = 18,8 \cdot 0,87 = 16,35 \text{ кг}.$$

Визначаємо витрати електроенергії на 1 кг наплавленого металу за формулою:

					КР.422.08.00.00.000.ПЗ	Арк.
						34
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$E = \frac{U_d}{\alpha_H \cdot \eta_H \cdot K_H}, \quad (2.13)$$

де U_d напруга на дузі, В;

η_H – коефіцієнт корисної дії, %;

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

$$E = \frac{26}{17,9 \cdot 0,9 \cdot 0,75} = 2,15 \text{ кВт.}$$

Визначаємо витрати електроенергії на 1 м шва за формулою:

$$E = \frac{0,01 \cdot U_d \cdot I_{зв} \cdot t_0}{\eta_H \cdot K_H}, \quad (2.14)$$

де t_0 – час зварювання одного метра шва, $t_0=0,14$ год;

$$E = \frac{0,01 \cdot 26 \cdot 120 \cdot 0,14}{0,9 \cdot 0,75} = 6,47 \text{ кВт} \cdot \text{год.}$$

Розраховуємо витрати електроенергії на зварювання цілого виробу:

$$E_{\Sigma} = E \cdot l_{ш}, \quad (2.15)$$

$$E_{\Sigma} = 6,47 \cdot 12,5 = 80,89 \text{ кВт.}$$

					КР.422.08.00.00.000.ПЗ	Арк.
						35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

3.1 Обґрунтування вибору типу пристосувань, які застосовуються при виготовленні конструкції

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

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

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

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

					КР.422.08.00.00.000.ПЗ	Арк.
						36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- безперешкодне знімання вже готового звареного виробу з пристосування;
- надійну і безпечну експлуатацію.

Для якісного виготовлення баку авіаційного всі ці вимоги повинні бути неодмінно виконані.

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

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

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

Фіксатори повинні відповідати наступним вимогам:

- забезпечення необхідної точності установлення деталей зварного виробу;
- зручність установлення деталей в складальному пристрої;
- вільний доступ до місць виконання прихоплень та зварювання;
- достатня міцність та жорсткість, що відвертає деформацію виробу в процесі зварювання;
- забезпечення можливості вільного знімання звареного виробу з пристроєм.

Для установлення та нерухомого закріплення деталі при складанні необхідно позбавити її 6-ти ступенів свободи, тобто забезпечити шість точок

					КР.422.08.00.00.000.ПЗ	Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

опори для кожної деталі. Три точки опори фіксують установочну поверхню, за котру вибирають найбільшу за площею або механічно оброблену. Дві точки опори фіксують напрямну поверхню, а одна точка опори фіксує упорну поверхню. Бажано кожну деталь вузла, що складається, фіксувати незалежно [16, с.116].

3.2 Опис роботи зварювального пристосування

Для того щоб виготовити бак спочатку проводиться розмічування і різання листів із застосуванням гільйотинних ножиць. Суть принципу роботи цього обладнання полягає в тому, що ніж під тиском вдавлюється у деталь та розділяє її в місці контакту – різку на дві заготовки, розміри яких задаються упорами даного типу обладнання, переміщаючи які є можливість змінювати розміри одержуваної деталі.

Для формування деталі – обичайки баку використовуються вальцювальні верстати. Листи пропускають через вальці, які заздалегідь розміщені між собою таким чином, щоб формувати конусну оболонку діаметрами 450 і 525 мм.

Однією з перших зварювальних операцій на даному етапі є прихоплювання кромки стиків при складанні. Першим проводять складання конічної обичайки на спеціальному складальному пристосуванні в якому забезпечують збереження необхідного зазору і паралельність кромки, що дуже важливо при наступних етапах формування виробу.

Наступним етапом є виконання зварювальних операцій із застосуванням зварювального апарату АОТАІ АМІG-280РМ, що комплектується автоматизованою зварювальною кареткою DynaSwing 100K з максимально робочим зварювальним струмом 280 А.

Стикування обичайки із днищами виконується із застосуванням складально-зварювального стапеля. Особливістю даного обладнання є те, що величина зазору встановлюється заздалегідь і зберігається однаковою

					КР.422.08.00.00.000.ПЗ	Арк.
						38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

протягом зварювання декількох таких стиків. Правильність складання забезпечується за рахунок центрування виробу за допомогою спеціальних інструментів та пристосувань. Загальний вигляд складально-зварювального стапеля показаний на рисунку 3.1.

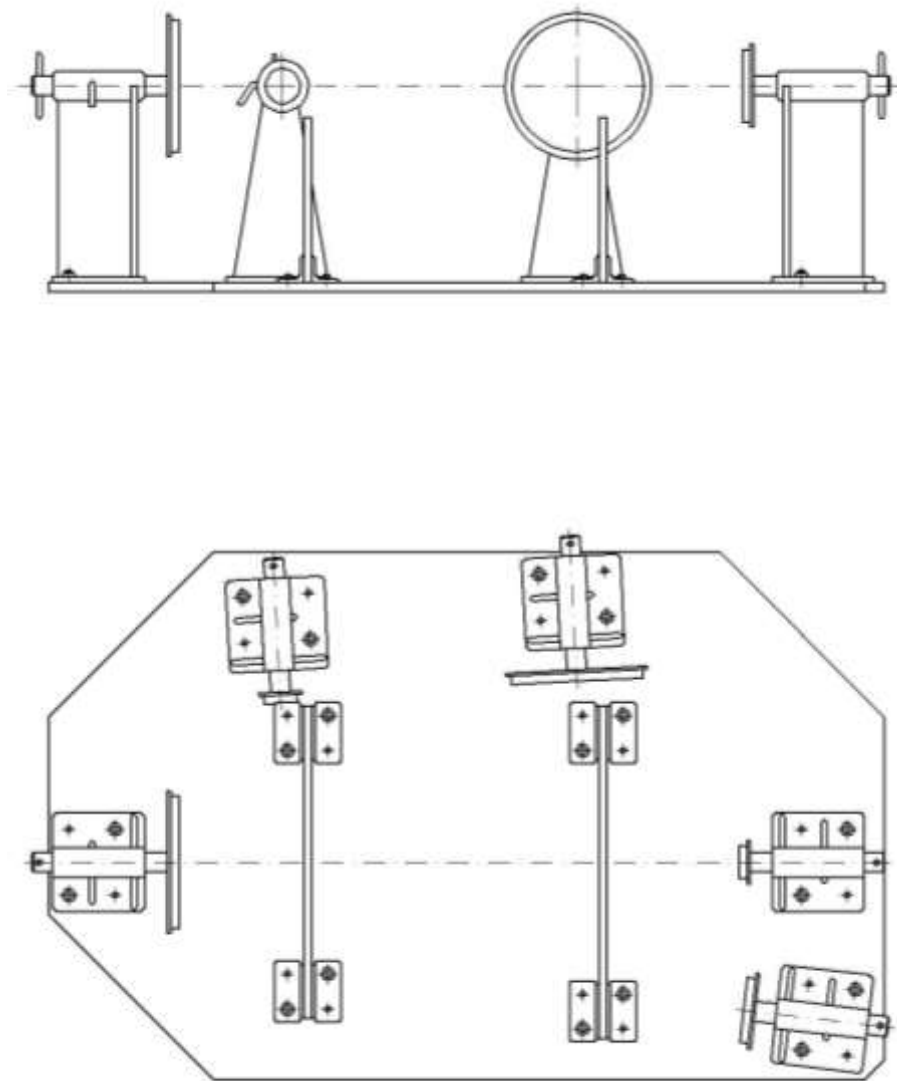


Рисунок 3.1 – Складально-зварювальний стапель

Як правило зварювання прямолінійних швів відбувається при нерухомому виробі, а формування шва відбувається при переміщенні пальника вздовж лінії стика з виконанням основних робочих рухів. Також всі

допоміжні та коректувальні переміщення виконуються зварювальником, це пояснюється через велику складність рівномірного переміщення виробу.

Забезпечення плавного переміщення виробу зі швидкістю зварювання досягається використанням роликів стелів. Виріб встановлюється на роликостопи, які забезпечують обертання виробу із зварювальною швидкістю, тому в пристосуванні, одна роликостоп є привідною, що під'єднана до силового приводу, а інша – ведена. Для того, щоб швидкість обертання була пальною, стопи мають прорезинені поверхні, що дозволяє уникати проковзувань. Оскільки це впливає на якість утворюваних зварних швів, яка напряду залежить від потрібної швидкості зварювання, тобто обертання. Загальний вигляд роликостелу Т 306 показаний на рисунку 3.2.

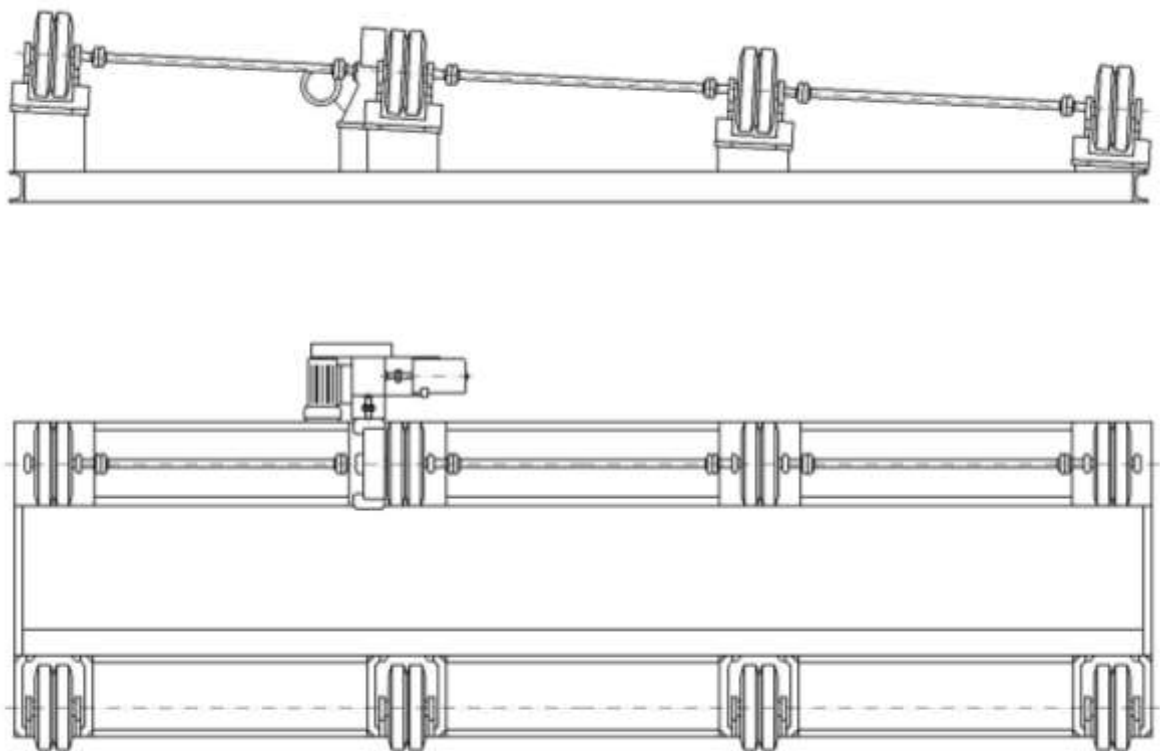


Рисунок 3.2 – Стелд роликостелу Т 306

					КР.422.08.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

4 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ

4.1 Розрахунок кількості обладнання

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

Таблиця 4.1 - Характеристика баку авіаційного

Показник	Одиниці вимірю- вання	Кількісна чи вартісна оцінка	
		фактичні дані	проектні дані
Габаритні розміри виробу	мм	ø525x590x880	
Сума витрат по видах та марках основних матеріалів на виріб:			
металевий прокат 12X18Н10Т	кг	10,7	
зварювальний дріт Св-01Х19Н9	кг	2,2	
захисний газ аргон (Ar)	л	6,5	
Розміри поворотних відходів на виріб	кг	0,75	
Ціна придбання матеріалу за кг:			
профільний прокат:			
Сталь 12X18Н10Т	грн	203,0	202,8
зварювальний дріт Св-01Х19Н9	грн	420	419,5
захисний газ аргон (Ar)	грн	50,0	49,6
Ціна реалізації поворотних відходів	грн	38	

Таблиця 4.2 - Характеристика технологічного процесу виготовлення баку авіаційного

Зміст операції	Варіанти	Устаткування		Інструменти		Розряд роботи	Штучні норми часу
		Назва	Ціна, грн	Назва	Ціна, грн		
1	2	3	4	6	7	8	9
Заготівельні	$\frac{3}{П}$	Гільйот. ножиці DURMARK QC11K-E30/E21S,	1121000	окуляри зах. Delta Plus Volcano Clear	315	IV	$\frac{5,5}{5,3}$
		лобзик.стрічков. верстат JET HBS-1321VS,	690000				
		лазерний верстат Cormak FIBER LF3015EPT	3710000				
Формозмінні	$\frac{3}{П}$	Гідравл. вальці Sahinler 4R HMS,	550000	слюсарний молоток Stanley Graphite 300 г	150	IV	$\frac{5,6}{5,5}$
		мех. штампув. прес HP 80 PK AEP MS	480000				
Складання	$\frac{3}{П}$	Склад.-зварюв. стапель, роликовий стенд Т 306	411000	молоток Stanley Graphite 300 г	150	IV	$\frac{7,1}{6,3}$
Зварювання	$\frac{3}{П}$	Зварювальний апарат AOTAI AMIG-280PM,	140000			IV	$\frac{5,7}{5,4}$
		автом. зварюв. каретка DynaSwing 100K	185000				
Зачищування	$\frac{3}{П}$	Кутова шліф. машина Hyundai G 650-125	1700	окуляри зах. Delta Plus Volcano Clear	315	III	$\frac{5,4}{4,5}$
				щітка дискова,	195		
				зубило Stanley	175		
Контроль якості	$\frac{3}{П}$	УЗ дефектоск. PCE-FD20	300000	збільш. лупа	305	VI	3,5
Транспортні операції	$\frac{3}{П}$	Кран підвісний	356000			IV	2,1

Штучна норма часу:

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

по проекту 30,5;

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

по проекту 2,1.

Загальна штучна норма часу: по заводу 34,9;

по проекту 32,6.

Для виготовлення баку авіаційного 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 $D_{роб} \sim$ кількість робочих днів в році, $D_{роб} = 253$ дні;

S - кількість робочих змін в добу;

g - тривалість зміни, год;

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

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

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

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

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

					КР.422.08.00.00.000.ПЗ	Арк.
						43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

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

Кількість робочих місць для виконання заготівельних операцій при виготовленні баку авіаційного становить:

- заводський варіант:

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

- проектний варіант:

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

Для виконання формозмінних операцій кількість робочих місць рівна:

- заводський варіант:

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

- проектний варіант:

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

Для виконання складання кількість робочих рівна:

- заводський варіант:

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

- проектний варіант:

					КР.422.08.00.00.000.ПЗ	Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

Для виконання процесу зварювання кількість робочих місць становить:

- заводський варіант:

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

- проектний варіант:

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

Кількість робочих місць для зачищення зварних швів:

- заводський варіант:

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

- проектний варіант:

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

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

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

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

					КР.422.08.00.00.000.ПЗ	Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

m - кількість різновидів вантажних об'єктів;

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

t_{kp} - тривалість одної операції, год;

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

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

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

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

4.2 Розрахунок кількості працівників

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

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

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

					КР.422.08.00.00.000.ПЗ	Арк.
						46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

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

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

$K_{вн}=1,5...1,6$;

Необхідна кількість заготівельників:

- за заводським варіантом:

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

- за проектним варіантом:

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

Необхідна кількість верстатників:

- за заводським варіантом:

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

- за проектним варіантом:

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

Необхідна кількість складальників:

- за заводським варіантом:

					КР.422.08.00.00.000.ПЗ	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

- за проектним варіантом:

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

Необхідна кількість зварювальників:

- за заводським варіантом:

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

- за проектним варіантом:

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

Необхідна кількість зачищувальників:

- за заводським варіантом:

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

- за проектним варіантом:

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

Необхідна кількість контролерів (за двома варіантами):

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

					КР.422.08.00.00.000.ПЗ	Арк.
						48
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:				
заготівельники	3	3	IV	IV
верстатники	3	3	IV	IV
складальники	4	3	IV	IV
зварювальники	3	3	IV	IV
зачищувальники	3	2	III	III
контролери	2	2	VI	VI
транспортувальники	1	1	IV	IV
Допоміжні робітники:				
налагоджувальники	2	2	IV	IV
ремонтники	2	2	IV	IV
електрики	1	1	IV	IV
ІТР:				
майстер дільниці	1	1		
МОП: прибиральники	1	1	—	—
Разом	26	24	—	—

4.3 Визначення витрат і вартості основних матеріалів

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

Результати розрахунків подано у таблиці 4.4.

Таблиця 4.4 - Зведена відомість витрат на матеріальні ресурси

В- нт	Назва матеріалів ресурсів	Од. вим.	Ціна придб. за од. вим., грн/кг		Затрати в натуральних одиницях, грн			
					на один виріб		на програму	
З/П	Сталь 12Х18Н10Т	кг	203	202,8	2172,1	2169,96	3258150	3254940
З/П	Зв. др. Св-01Х19Н9	кг	420	419,5	924	922,9	1386000	1384350
З/П	Захисний газ Аг	кг	50,0	49,6	325	322,4	487500	483600
Р- ом					3421,1	3415,26	5131650	5122890

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	10,15	10,14	108,61	108,5	162907,5	162747	38	38	57000	57000
З/П	5	21	20,98	46,2	46,15	69300	69217,5				
З/П	5	2,5	2,48	16,25	16,12	24375	24180				
Р- ом		33,65	33,6	171,06	170,76	256582,5	256144,5	38	38	57000	57000

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]:

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

					<i>KP.422.08.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						50
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

де y - кількість технологічних операцій;

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Затрати по оплаті праці заготівельників:

- заводський варіант:

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

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

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

- проектний варіант:

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

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

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

Затрати по оплаті праці верстатників:

					КР.422.08.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

- заводський варіант:

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

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

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

- проектний варіант:

$$З_{\text{оо}} = 5,3 \cdot 14 \cdot 5,5 = 408,1 \text{ грн};$$

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

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

Затрати по оплаті праці складальників:

- заводський варіант:

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

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

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

- проектний варіант:

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

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

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

Затрати по оплаті праці зварювальників:

- заводський варіант:

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

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

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

- проектний варіант:

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

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

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

Затрати по оплаті праці зачищувальників:

- заводський варіант:

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

					КР.422.08.00.00.000.ПЗ	Арк.
						52
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

- проектний варіант:

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

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

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

Затрати по оплаті праці контролерів:

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

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

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

Затрати по оплаті праці транспортувальників:

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

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

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

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

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

де $З_{од}$ - 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 ($З_{од}$) та премії і надбавки ($З_{нд}$) допоміжних робітників розраховується так само, як для основних робітників (формули 4.6, 4.7).

Затрати по оплаті праці налагоджувальників:

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

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

					КР.422.08.00.00.000.ПЗ	Арк.
						53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

Затрати по оплаті праці ремонтників:

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

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

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

Затрати по оплаті праці електриків:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Затрати по оплаті праці МОП:

					КР.422.08.00.00.000.ПЗ	Арк.
						54
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

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

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

Таблиця 4.5 - Зведена відомість річного фонду оплати праці

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

4.5 Калькуляція собівартості виробу

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

Таблиця 4.6 - Калькуляція собівартості виробу

Статті калькуляції	Сума затрат, грн	
	З	П
1	2	3
Основні матеріали:	3421,1	3415,26
сталь 12X18H10T	2172,1	2169,96
зварювальний дріт Св-01Х19Н9	924	922,9
захисний газ аргон (Ar)	325	322,4
Поворотні відходи	38	
Паливо та енергія на технологічні цілі	215	215
Основна заробітна плата основних робітників	1512,83	1278,14
Додаткова заробітна плата основних робітників	529,49	447,35
Премії та надбавки основних робітників	605,13	511,26
Відрахування на соціальне страхування	37,06	31,32
Відрахування на медичне страхування	66,19	55,92
Витрати на утримання та експлуатацію устаткування	541,13	541,13
Цехові (дільничні) витрати	349,92	349,92
Всього цехова собівартість	7239,85	6807,34

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:						
	3	3	5621000	5621000	281050	281050
	2	2	1030000	1030000	51500	51500
	4	3	411000	411000	20550	20550
	3	3	325000	325000	16250	16250
	3	2	1700	1700	85	85
	2	2	300000	300000	15000	15000
	1	1	356000	356000	17800	17800
Інструменти:						
	9	8	150	150	7,5	7,5
	7	5	175	175	8,75	8,75
	4	3	315	315	15,75	15,75
	4	3	195	195	9,75	9,75
	2	2	305	305	15,25	15,25
Разом						

Продовження таблиці 4.7

Види капітальних затрат	Загальна вартість, грн		Норма амортиз. відрах, %	Річна сума амортиз. відрах., грн	
	З	П		З	П
Будівлі та споруди	9725000	9725000	5	486250	486250
Устаткування:					
заготівельне	17144050	17144050	8	1371524	1371524
формозмінне	2111500	2111500	8	168920	168920
складальне	1664550	1253550	7	116518,5	87748,5
зварювальне	991250	991250	6,5	64431,25	64431,25
зачищувальне	5185	3485	8	414,8	278,8
контрольне	615000	615000	7	43050	43050
транспортне	373800	373800	7	26166	26166
Інструменти:			16		
молоток	1357,5	1207,5		217,2	193,2
зубило	1233,75	883,75		197,4	141,4
захисні окуляри	1275,75	960,75		204,12	153,72
щітка	789,75	594,75		126,36	95,16
збільшувальне лупа	625,25	625,25		100,04	100,04
Разом	32635617	32221907		2278119,67	2249052,07

4.7 Основні техніко-економічні показники розробленого технологічного процесу

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

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

де C_{nz} - повна собівартість виробу за заводськими даними, грн ($C_{nz} = 31187,74$ грн);

C_{nn} - повна собівартість виробу за проектними даними, грн ($C_{nn} = 30087,8$ грн);

Φ_{mz} - фондомісткість продукції за заводськими даними, грн/шт ($\Phi_{mz} = 7239,85$ грн/шт);

Φ_{mn} - фондомісткість продукції за проектними даними, грн/шт ($\Phi_{mn} = 6807,34$ грн/шт);

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

$$E_{\phi} = ((31187,74 + 0,15 \cdot 7239,85) - (30087,8 + 0,15 \cdot 6807,34)) \cdot 1500 = 1747224,75 \text{ грн.}$$

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

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

де Φ_{ocz} - вартість основних виробничих фондів за заводським варіантом, грн ($\Phi_{ocz} = 41217270$ грн);

Φ_{ocn} - вартість основних виробничих фондів за проектним варіантом, грн ($\Phi_{ocn} = 40183860$ грн);

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

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

					КР.422.08.00.00.000.ПЗ	Арк.
						59
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$E_{yp} = 1500 \cdot (31187,74 - 30087,8) = 1649910 \text{ грн};$$

$$T_{ок} = \frac{41217270 - 40183860}{1649910} = 0,63 \text{ р.}$$

Порівняльний аналіз техніко-економічних показників показано у таблиці 4.8.

Таблиця 4.8 - Основні техніко-економічні показники розробленого технологічного процесу

Показники	Одиниця вимірювання	Величина	
		З	П
1	2	3	4
Річна програма випуску продукції	шт	1500	1500
Кількість технологічного устаткування	шт	14	12
Собівартість товарної продукції	грн	31187,74	30087,8
Чисельність промислово-виробничого персоналу:			
- всього	чол	26	24
- основних робітників	чол	19	17
Фондомісткість продукції	грн/шт	7239,85	6807,34
Умовна річна економія	грн	-	1649910
Річний економічний ефект	грн	-	1747224,75
Термін окупності капітальних вкладень	роки	-	0,63
Місячний оклад основних робітників:			
- заготівельники	грн	15806,18	15231,41
- верстатники	грн	15270,36	14997,68
- складальники	грн	18669,18	16565,61
- зварювальники	грн	18831,8	17840,66
- зачищувальники	грн	15479,1	12899,25
- контролери	грн	21126,66	21126,66
- транспортувальники	грн	16530,89	16530,89

5 ОХОРОНА ПРАЦІ

5.1 Вимоги до робочих місць під час проведення зварювальних робіт

Організація праці на робочому місці – це комплекс заходів, що забезпечують трудовий процес та ефективне використання знарядь виробництва і предметів праці.

Робоче місце, як було зазначено вище, це зона, оснащена технічними засобами і в якій відбувається трудова діяльність працівника чи групи людей.

Організація праці на робочому місці полягає у виборі робочої пози та системи робочих рухів, визначенні розмірів робочої зони та розміщених в ній органів керування, інструментів, заготовок, матеріалів, пристроїв тощо, а також у виборі оптимального режиму праці та відпочинку [18, с.195].

Оснащення й обладнання робочого місця залежить від виконуваної роботи (технологічних операцій), від характеру роботи (розумова, фізична, тяжка, монотонна) та від умов праці (комфортні, нормальні, несприятливі).

Безпосередньо на робочому місці слід передбачати інформаційне устаткування та органи управління, а також технологічну оснастку (опорні елементи, швидкодіючі затискачі, шарнірні монтажні головки, настільні бункери і касети з гніздами тощо.); додаткове обладнання (робочий стіл, сидіння оператора, підставка для ніг, шафа для інструментів та ін.); транспортні засоби (транспортери, підвісні конвеєри тощо); пристрої для укладання матеріалів, заготовок, готових виробів; засоби сигналізації; засоби безпеки [18, с.197].

Вимоги, які пред'являються до робочого місця. Кожне робоче місце повинно [18, с.199]:

- обладнуватись необхідними засобами колективного захисту;
- укомплектовуватись необхідними засобами індивідуального захисту;
- мати параметри санітарно-гігієнічних факторів такими, що не перевищують гранично допустимих значень відповідних нормативних документів.
- мати достатнє природне та штучне освітлення;

					КР.422.08.00.00.000.ПЗ	Арк.
						61
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- мати параметри мікроклімату відповідно до санітарних норм;
- мати вентиляцію.

Організація робочого місця зварника.

Зварювальним постом називається робоче місце зварника, обладнане всім необхідним для виконання зварювальних робіт [19].

Зварювальний пост електрозварника укомплектовують джерелом живлення (трансформатор, випрямляч, перетворювач, ацетиленовий генератор), зварювальними кабелями, електродотримачем або пальником, пристосуваннями, інструментами, засобами захисту.

Зварювальні пости можуть бути стаціонарні й пересувні [19].

Стаціонарні пости - це відкриті зверху kabіни для зварювання виробів невеликих розмірів. Каркас kabіни висотою 1800-2000 мм виготовляють із сталі. Для кращої вентиляції стіни kabіни піднімають над підлогою на 200-250 мм, їх виготовляють зі сталі, азбестоцементних плит, інших негорючих матеріалів і фарбують вогнетривкою фарбою (цинкові, титанові білила, жовтий крон), яка добре поглинає ультрафіолетові промені зварювальної дуги. Дверний проміжок закривають брезентовою ширмою. Підлогу роблять з бетону, цегли, цементу.

Kабіни повинні освітлюватись денним і штучним світлом і добре провітрюватись. Для роботи сидячи, використовують столи висотою 500-600 мм, а при роботі стоячи - близько 900 мм. Кришку стола площею 1 м² виготовляють зі сталі товщиною 15-20 мм або з чавуну товщиною 25 мм. До стола під'єднують струмопровідний кабель від джерела живлення. Поряд з столом розміщують кишені для електродів та їх відходів, інструменти (молоток, зубило, сталева щітка тощо) й технологічну документацію. Для зручності при зварюванні встановлюють металеве крісло з діелектричним сидінням. Під ногами має бути гумовий килимок, а все обладнання kabіни - надійно заземлене [19].

Пересувні пости використовують при зварюванні великих виробів безпосередньо на виробничих дільницях.

На зварювальному столі повинно бути передбачено наступне [19]:

					КР.422.08.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		62

- засоби — пристосування для кантування деталей, виробів і конструкцій;
- швидкий доступ до витратних матеріалів і легка зміна електрода;
- розташування інструментів (молотка, напильника, ліхтарика, шлаковідділювача, щітки для металу та ін.);
- запалювання електроду на чорновий поверхні металу;
- установки нестандартних конструкцій з виступами в спеціальні отвори.

Важливим атрибутом робочого місця електрогазозварника є витяжка. Вона забезпечує видалення шкідливих важких газів від плавиться металу і покриття електродів [19].

Таким чином правильна організація робочого місця зварника дозволяє підвищити працездатність виконуваних робіт, а також уберегти сусідніх працівників дільниці або майстерні від шкідливого впливу зварювального випромінювання.

5.2 Пожежна безпека на зварювальній дільниці

Пожежна безпека підприємств забезпечується шляхом проведення організаційних, технічних та інших заходів, спрямованих на попередження та зменшення негативних наслідків пожеж, створення умов для швидкого виклику пожежних підрозділів та успішного гасіння пожеж.

Відповідальність за протипожежний стан підприємств покладається на їх керівників та відповідальних осіб, уповноважених наказом керівництва та посадовою інструкцією. Керівники підприємств зобов'язані:

- розробляти комплексні заходи щодо забезпечення пожежної безпеки;
- розробляти відповідні положення та інструкції;
- організовувати навчання персоналу правилам пожежної безпеки;
- утримувати у справному стані засоби протипожежного захисту і зв'язку;
- створювати службу пожежної безпеки та підрозділи пожежної охорони;

					КР.422.08.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		63

- здійснювати заходи щодо впровадження автоматичних засобів виявлення та гасіння пожеж;

- проводити службове розслідування випадків пожеж.

З метою залучення працівників до проведення заходів щодо запобігання пожежам та організації їх гасіння на підприємствах повинні створювати добровільні пожежні дружини та команди. На підприємствах з кількістю працюючих 50 і більше чоловік за рішенням трудового колективу створюються пожежно-технічні комісії.

На кожному підприємстві повинна бути розроблена загальнооб'єктова інструкція про заходи пожежної безпеки й інструкції для усіх вибухопожежонебезпечних та пожежонебезпечних приміщень.

На кожному підприємстві повинен бути встановлений відповідний протипожежний режим, яким мають бути визначені відповідні положення: - можливість і місця застосування відкритого вогню та паління; - порядок проведення тимчасових пожежонебезпечних робіт, у т.ч. зварювальних; - правила проїзду та стоянки транспортних засобів; - місця для зберігання і допустима кількість сировини; - порядок відключення від мережі електрообладнання в разі пожежі; - дії працівників у разі виявлення пожежі тощо.

Для кожного цеху, дільниці, лабораторії чи територій повинна бути розроблена інструкція про заходи щодо пожежної безпеки. Ці інструкції повинні перероблятися на основі аналізу протипожежного стану об'єкта, відповідних наказів і вказівок міністерства, а також при заміні керівника, але не рідше 1 разу в 3 роки.

Усі працівники повинні проходити спеціальні протипожежні навчання. Протипожежне навчання працівників має такі види: - протипожежні інструктажі: вступний, первинний, повторний, позаплановий та цільовий; - спеціальне навчання з пожежно-технічного мінімуму; - протипожежні тренування.

На кожному підприємстві повинна бути така документація з пожежної безпеки:

					КР.422.08.00.00.000.ПЗ	Арк.
						64
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- загальнооб'єктова інструкція про заходи ПБ на підприємстві; - інструкції ПБ в цехах, лабораторіях, майстернях та ін.;
- інструкція з обслуговування установок пожежогасіння; - інструкція з обслуговування установок пожежної сигналізації;
- оперативні плани пожежогасіння на підприємстві; - оперативні карти дій на випадок виникнення пожежі;
- плани та графіки проведення навчань і перевірки знань персоналу.

Кількість вогнегасників та інших первинних засобів пожежогасіння для таких виробничих приміщень і ділянок має вибиратися у відповідності з вищезазначеними Типовими правилами. Приміщення, в яких виконується газове зварювання і різання металів, повинні бути збудовані з елементів конструкцій за IV категорією протипожежної безпеки (протипожежна стійкість – не менше 2 годин).

Місця, призначені для проведення зварювальних робіт та встановлення обладнання мають бути очищені від легкозаймистих матеріалів у радіусі не менше 5 м. Зварювальні роботи за межами виробничого приміщення можуть виконуватися тільки за умови узгодження з заводською протипожежною охороною.

Забороняється виконувати зварювання щойно пофарбованих конструкцій до повного висихання фарби, а також посудин, апаратів, трубопроводів комунікацій, що знаходяться під електричною напругою, підвищеним тиском, заповнених горючими та токсичними матеріалами. Поблизу сховища карбіду кальцію мають бути розташовані засоби пожежогасіння (сухий пісок, вуглекислотні вогнегасники, тетрахлорні або порошкові вогнегасники). В місцях зберігання карбіду кальцію повинні бути добре видимі плакати такого змісту: «Не використовувати воду для гасіння пожежі», «Для відкривання барабанів використовувати неіскровий інструмент».

З метою пожежо- та вибухонебезпеки слід контролювати концентрацію легкозаймистих і горючих речовин, яка не повинна перевищувати 50 % нижньої границі вибуховості.

					КР.422.08.00.00.000.ПЗ	Арк.
						65
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

Сутність роботи полягає у частковому удосконаленні технологічного процесу виготовлення авіаційного баку. А саме запропоновано використовувати спосіб автоматичного зварювання в аргоні із застосуванням новітнього зварювального обладнання. Крім того вдосконалення також стосуються виконання складальних робіт, які потребують спеціалізованих складально-зварювальних пристосувань. Це відбувається з метою збільшення продуктивності виробництва та часткового зменшення собівартості продукції.

Бак є оболонковою зварною конструкцією конусної форми. Його область застосування – це авіаційна галузь, а саме літакобудування. Він є обов'язковим елементом конструкції всіх літаків і призначений для збирання і зберігання відходів. Він так і маркується «Вакуум відходи». Враховуючи умови його експлуатації, він виготовлятиметься із нержавіючої, корозійностійкої, хромонікелевої сталі 12Х18Н10Т.

Зварювання авіаційного баку буде виконуватися автоматичним способом в захисному газі аргоні. Дане захисне середовище вибирається з умови зварювання високолегованих сталей. Для виконання даного процесу застосовуються зварювальні апарати АОТАІ АМІG-280РМ, які комплектуються автоматизованими каретками DynaSwing 100К. Складальні роботи виконуються на спеціальних стапелях в поєднанні із роликowymi стендами типу Т 306.

					КР.422.08.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		66

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Гуменюк І.В., Іваськів О.Ф., Гуменюк О.В. Технологія електродугового зварювання: підручник. Київ: Грамота, 2006. 512 с.
2. Сталь 12Х18Н10Т. Сталі леговані й спеціальні сплави: веб-сайт. URL: <https://metinvest-smc.com/ua/steel/stal-12h18n10t/> (дата звернення: 22.05.2025).
3. Костін О.М. Зварювальні матеріали: навч. посібник. Миколаїв: НУК, 2004. 225 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: 26.05.2025).
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: 26.05.2025).
6. Зварювальний апарат АОТАІ АМІG-280РМ. Зварювальні апарати MIG/MAG: веб-сайт. URL: <https://aotaiua.com.ua/ua/p1606244810-svarochnyj-poluavtomat-aotai.html> (дата звернення: 27.05.2025).
7. Автоматизована коливально-зварювальна каретка DynaSwing 100K. Зварювальне обладнання: веб-сайт. URL: <https://www.indiamart.com/proddetail/automated-oscillation-welding-carriage-2851623838391.html> (дата звернення: 27.05.2025).
8. Гідравлічні гільйотинні ножиці DURMARK QC11K-E30/E21S. Гільйотини для листового металу: веб-сайт. URL: https://mast-group.com.ua/catalog/obrobka_listovogo_metalu/gilyotini_dlya_listovogo_metalu/gidravlichni_gilyotinni_nozhitsi/7021/?utm_source=google&utm_medium=cpc&utm_campaign=iw/pmax/ua/obladnannia_dlia_lystovoho_metalu&utm_term=&gad

					КР.422.08.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		67

_source=1&gclid=Cj0KCQiAvbm7BhC5ARIsAFjwNHuEko4dor7dh1k4bStDuTYCJsx6VWW07OxWashxvATofTp46WqBhBwaAnq7EALw_wcB (дата звернення: 28.05.2025).

9. Чотиривалькові гідравлічні вальці Sahinler 4R HMS. Згинальні верстати: веб-сайт. URL: https://prom.ua/ua/p1149628106-valtsy-hss-hms.html?utm_source=google_product&utm_medium=cpc&utm_content=pla&utm_campaign=KT_cpc_1_5297199152&gad_source=1&gclid=Cj0KCQiAvbm7BhC5ARIsAFjwNHtjsDPu4svs_M5biovy133l4WQxtplbHlXk-agGp_93mj7fKbSVbHsaAuELEALw_wcB (дата звернення: 28.05.2025).

10. Механічний штампувальний прес HP 80 PK AEP MS. Кривошипні преси HICO: веб-сайт. URL: <https://slavles.in.ua/mekhanichniyi-pres-hp-80-pk-aep-ms/?srsltid=AfmBOordxfzys8fvR0awPveYjN8BVpFdUl6pZMaaZ6b7NRbvrdbbA1qakw0> (дата звернення: 28.05.2025).

11. Лобзиковий стрічковий верстат JET HBS-1321VS. Верстати JET: веб-сайт. URL: https://kulibin.com.ua/ua/catalog/lobzikovye_stanki/jet-414471t/ (дата звернення: 28.05.2025).

12. Лазерний верстата з ЧПК Cormak FIBER LF3015EPT. Плазмово-лазерне обладнання з ЧПУ: веб-сайт. URL: <https://prostotools.com.ua/ua/p2014472478-lazernyj-standok-chpu.html> (дата звернення: 29.05.2025).

13. Кутова шліфувальна машина Hyundai G 650-125. Шліфувальні та полірувальні машини (болгарки) Hyundai: веб-сайт. URL: https://rozetka.com.ua/ua/hyundai_g_650_125/p17515753/ (дата звернення: 29.05.2025).

14. Ультразвуковий дефектоскоп PCE-FD20. Pragmatic European Technologies: веб-сайт. URL: https://pragmatic.com.ua/pce_fd20?utm_source=google&utm_medium=cpc&utm_campaign=PR_Performance_5000_more_new&utm_content=&utm_term=1640&gad_source=1&gclid=Cj0KCQiAvbm7BhC5ARIsAFjwNHtKyXf-wnlPCe7nHeVv19o52WwjdtDpf1KsjldRMMagJgYBJAGHUN8aAuleEALw_wcB (дата звернення: 30.05.2025).

					КР.422.08.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		68

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

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

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

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

19. Організація робочого місця зварника. Зварювання: веб-сайт. URL: <https://strojsoc.ptu.org.ua/wp-content/uploads/2020/05> (дата звернення: 12.06.2025).

					КР.422.08.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		69

ДОДАТКИ

					КР.422.08.00.00.000.ПЗ	Арк.
						70
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		