

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
причепу автомобільного Сармат 2112

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

Любомир ПРИШЛЯК

Керівник

Ігор ГУМЕНЮК

Рецензент

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

« 11 » травня 2026 року

З А В Д А Н Н Я

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

ПРИШЛЯКУ Любомиру Івановичу

Тема роботи Проект вдосконалення технологічного процесу виготовлення
прицепу автомобільного Сармат 2112

Керівник роботи ГУМЕНЮК Ігор Всеволодович
(прізвище, ім'я, по батькові)

затверджений наказом від 20. 04. 2026 року № 4/9-200

Термін подання студентом роботи 19.06.2026р.

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 Вплив компонентів зварювального аерозолі на здоров'я працівника

5.2 Правила охорони праці та пожежної безпеки під час виготовлення причепа автомобільного Сармат 2112

Перелік графічного матеріалу

1. Технологічний процес виготовлення причепа автомобільного Сармат 2112 – 1.0 (форм. А1)

2. Складальне креслення причепа автомобільного Сармат 2112 – 1.0 (форм. А3)

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

4. Складальне креслення кантувача – 1.0 (форм. А1)

Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Організаційно-економічний розділ	Наталія ІГНАТОВА, викладач	(підпис)	(підпис)
		(дата)	(дата)
Охорона праці	Геннадій ГОРЯЧЕК, викладач	(підпис)	(підпис)
		(дата)	(дата)

Дата видачі завдання 18.05.2026р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналітичний розділ	21.05.2026	
2	Технологічний розділ	25.05.2026	
3	Конструкторський розділ	03.06.2026	
4	Організаційно-економічний розділ	08.06.2026	
5	Охорона праці	11.06.2026	
6	Графічна частина	15.06.2026	
7	Перевірка на плагіат	19.06.2026	

Студент

(підпис)

Любомир ПРИШЛЯК

(ім'я, прізвище)

Керівник роботи

(підпис)

Ігор ГУМЕНЮК

(ім'я, прізвище)

АНОТАЦІЯ

Процеси зварювання відіграють важливу роль при виготовленні металевих конструкцій будь-якого рівня складності. Особливістю технологічного процесу виготовлення причепа автомобільного Сармат 2112 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, опоряжувальними, 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 car trailer Sarmat 2112 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	7
1.2 Характеристика матеріалу зварного виробу	8
1.3 Технічні умови на виготовлення зварної конструкції	9
1.3.1 Вимоги до матеріалів і напівфабрикатів	9
1.3.2 Вимоги до шорсткості, геометричності форми та розмірів	10
1.3.3 Вимоги до зварних з'єднань виробу	11
1.3.4 Вимоги до складання	12
1.3.5 Вимоги до якості зварної конструкції	12
1.4 Аналіз базового технологічного процесу виготовлення зварної конструкції та постановка задач на виконання кваліфікаційної роботи	13
2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ	15
2.1 Технічне обґрунтування вибраного способу зварювання	15
2.2 Вибір зварювальних матеріалів	16
2.3 Вибір та розрахунок параметрів режиму зварювання	17
2.4 Вибір і обґрунтування зварювального устаткування	22
2.5 Вибір методу контролю якості виробу	26
2.6 Опис вибраного технологічного процесу виготовлення зварної конструкції	28
2.6.1 Заготівельні операції	28
2.6.2 Складальні операції	28
2.6.3 Складально-зварювальні операції	29

					<i>КР.422.19.00.00.000.ПЗ</i>			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.	Пришляк				Проект вдосконалення техно- логічного процесу виготовлення прицепу автомобільного Сармат 2112 Пояснювальна записка	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.	Гуменюк						4	67
Реценз.						ВСП «ТФК ТНТУ», гр. ПМ-422ск		
Н. Контр.	Залуцька							
Затв.	Дранівська							

2.6.4	Опоряджувальні операції	.	.	.	.	.	29
2.6.5	Допоміжні операції	.	.	.	.	.	30
2.6.6	Контроль якості	.	.	.	.	.	30
2.7	Нормування технологічного процесу виготовлення зварної						
	конструкції і витрат матеріалів та електроенергії	.	.	.	.	.	31
3	КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ	.	.	.	.	.	34
3.1	Обґрунтування вибору типу пристосувань, які застосовуються при						
	виготовленні конструкції.	.	.	.	.	.	34
3.2	Опис роботи зварювального пристосування	.	.	.	.	.	35
4	ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ	.	.	.	.	.	38
4.1	Розрахунок кількості обладнання	.	.	.	.	.	38
4.2	Розрахунок кількості працівників	.	.	.	.	.	44
4.3	Визначення витрат і вартості основних матеріалів	.	.	.	.	.	47
4.4	Розрахунок фонду оплати праці	.	.	.	.	.	48
4.5	Калькуляція собівартості виробу	.	.	.	.	.	54
4.6	Розрахунок суми капіталовкладень для розробленого						
	технологічного процесу та його економічної ефективності	.	.	.	.	.	54
4.7	Основні техніко-економічні показники розробленого						
	технологічного процесу	.	.	.	.	.	57
5	ОХОРОНА ПРАЦІ	.	.	.	.	.	59
5.1	Вплив компонентів зварювального аерозолю на здоров'я						
	працівника	.	.	.	.	.	59
5.2	Правила охорони праці та пожежної безпеки під час виготовлення						
	прицепу автомобільного Сармат 2112.	.	.	.	.	.	61
	ВИСНОВКИ	.	.	.	.	.	64
	ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	.	.	.	.	.	65
	ДОДАТКИ	.	.	.	.	.	67

ВСТУП

Сучасні технології зварювання мають майже необмежені можливості. Сьогодні зварюють як тонкостінні оболонки для радіоактивних ізотопів із високолегованих сталей товщиною 0,8 мм, так і масивні елементи – наприклад, захисні кожухи атомних реакторів або деталі пресів завтовшки до 3400 мм. Крім металів, зварюванню піддаються також пластмаси, скло, кварц та інші матеріали.

Зварювання широко використовується в більшості сфер народного господарства, проте провідне значення воно має саме в машинобудуванні та будівельній галузі.

Ключові напрями розвитку зварювального виробництва включають: заміну клепаних, литих і кованих конструкцій більш економічно вигідними зварними; нарощування обсягів випуску зварювальних матеріалів; а також впровадження високопродуктивних технологій автоматизованого зварювання.

Застосування зварювання дало змогу виготовляти унікальні гідравлічні та парові турбіни, що складаються з деталей і вузлів складної геометрії та значної товщини. У процесі виробництва використовуються різні леговані сталі та біметали – маловуглецеві або низьколеговані основи товщиною понад 6 мм, покриті шаром високолегованої сталі або алюмінієво-магнієвого сплаву.

Завдяки високій продуктивності, надійності та якості зварних з'єднань, а також раціональному використанню металу, зварювання стало основним технологічним методом у виробництві металевих конструкцій різного типу.

					КР.422.19.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

1 АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Опис конструкції зварного виробу

Виріб представляє собою раму, що входить до складу автомобільного причепа САРМАТ 2112. Для досягнення високої міцності та жорсткості конструкції, її виготовлено зі сталі марки 09Г2С.

Причіп складається з рами, дишла та бруса, виготовлених із прямокутних профільних труб, а також додаткових деталей – кронштейнів, стійок, дуг та інших конструктивних елементів, що монтуються на рамну основу.

У цьому випадку причіп призначений для встановлення на легкові автомобілі з метою перевезення різноманітних вантажів. Його довжина становить 2,3 метра.

Зовнішній вигляд автомобільного причепа САРМАТ 2112 представлено на рисунку 1.1.

1.1.1 Технічні вимоги до зварного виробу

До виробу та процесу його зварювання висуваються основні технічні вимоги, серед яких – точне дотримання розмірів деталей і параметрів зварювального режиму. Останні мають гарантувати належну якість з'єднань відповідно до встановлених норм, що залежать від типу шва, товщини деталей, марки сталі та використовуваних зварювальних матеріалів. Після завершення зварювання шви обов'язково очищаються від шлаку.

Фарбування виробу дозволяється лише після його приймання контрольним відділом. виправлення після зварювання можливе за умови збереження міцності зварних з'єднань. На виробі обов'язково має бути клеймо зварника, майстра або бригадира, а решта технічних вимог зазначена в кресленнях.

					КР.422.19.00.00.000.ПЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

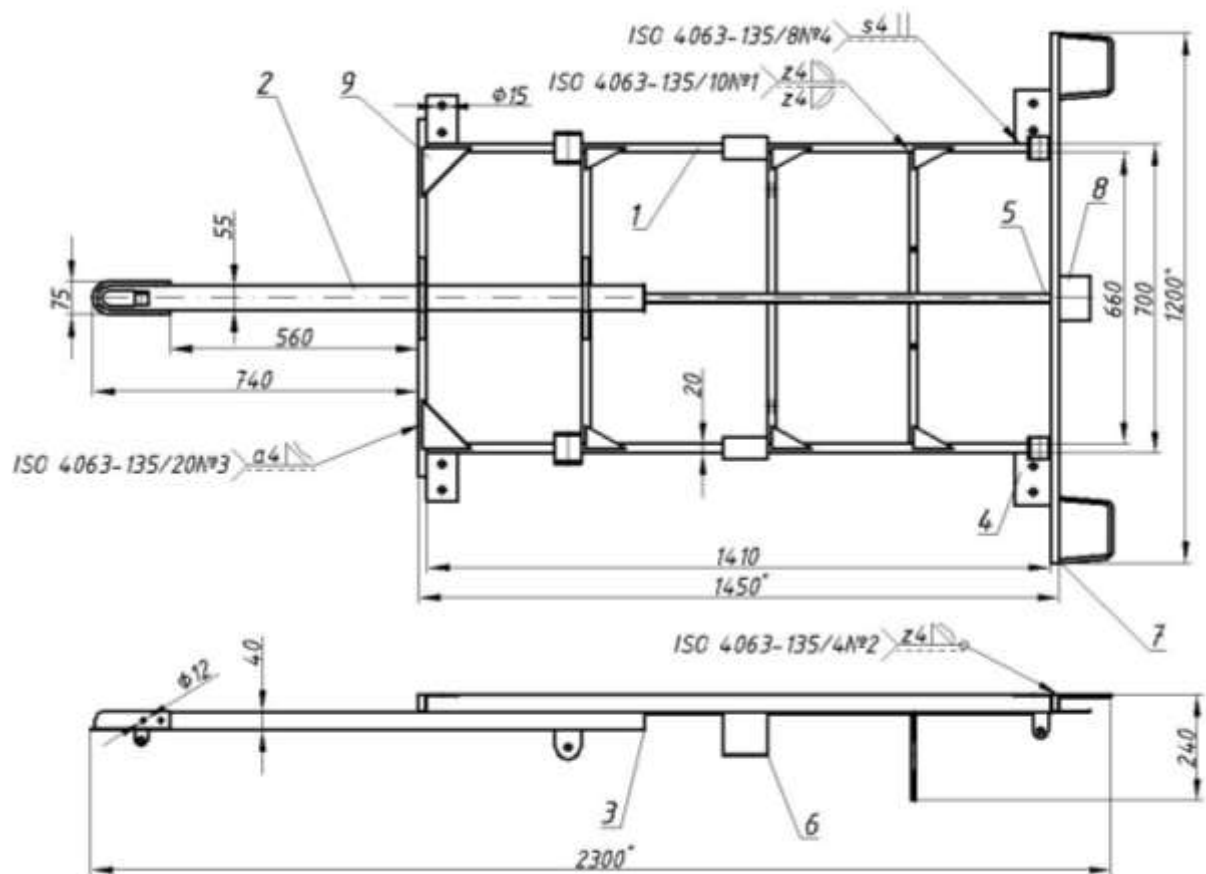


Рисунок 1.1 – Загальний вигляд рами причепа автомобільного САРМАТ 2112

1.2 Характеристика матеріалу зварного виробу

Для виробництва автомобільного причепа застосовується конструкційна низьколегована сталь марки 09Г2С. Її механічні характеристики наведено в таблиці 1.1, а хімічний склад – у таблиці 1.2.

Таблиця 1.1 – Механічні властивості сталі 09Г2С [1]

Стан постачання	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5 , %
	МПа		не менше
Прокат сортовий і фасонний	345	490	21

Таблиця 1.2 – Хімічний склад сталі 09Г2С, % [1]

C	Mn	Si	P	S	Cr	Ni	Cu	As
			не більше					
0,12	1,3-1,7	0,5-0,8	0,040	0,035	0,30	0,30	0,30	0,08

Однією з ключових технологічних властивостей сталі є її зварюваність – здатність матеріалу утворювати зварне з'єднання, яке відповідає вимогам конструкції та умовам експлуатації. Під технологічною зварюваністю розуміють ступінь відповідності характеристик зварного шва властивостям основного металу.

Оцінка зварюваності металу здійснюється на основі розрахунку еквівалентного вмісту вуглецю C_e [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 C, Mn, Ni, Cr, Mo, Cu, V, B – вміст відповідного елемента в сталі, %.

Отже:

$$C_e = 0.12 + \frac{1.7}{6} + \frac{0.30}{10} + \frac{0.30}{5} + \frac{0.30}{15} = 0.51 \quad \%.$$

Оскільки еквівалентний вміст вуглецю перевищує 0,45, для запобігання утворенню тріщин після зварювання необхідно здійснювати попередній підігрів до температури 350 °С.

1.3 Технічні умови на виготовлення зварної конструкції

1.3.1 Вимоги до матеріалів і напівфабрикатів

Для гарантування високої якості зварних з'єднань необхідно застосовувати сертифіковані матеріали. Якість матеріалів і напівфабрикатів підтверджується відповідними сертифікатами. У випадках виявлення

					КР.422.19.00.00.000.ПЗ	Арк.
						9
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

зовнішніх дефектів або відсутності сертифікатів, допуск до виробництва можливий лише після проведення хімічного аналізу, механічних випробувань та перевірки зварюваності.

Напівфабрикати та готові деталі слід зберігати в закритих приміщеннях. Поверхневі дефекти сприяють накопиченню вологи та забруднень, що прискорює процес корозії та знижує стійкість металу. Для покращення антикорозійних властивостей необхідно забезпечити високу чистоту поверхні та ретельне згладжування дрібних нерівностей.

Усі матеріали та напівфабрикати повинні супроводжуватися сертифікатами постачальника або відповідними паспортами. За їх відсутності допуск до виробництва можливий лише після проведення необхідних випробувань. Якість і властивості матеріалів мають бути підтверджені виробником у сертифікатах якості, а у разі їх відсутності – відповідні дані надає заводська лабораторія після перевірки.

Зварювальний дріт підлягає перевірці на чистоту поверхні та має зберігатися в умовах, що виключають його забруднення та окислення. Захисні гази також проходять контроль на наявність шкідливих домішок і вологи.

1.3.2 Вимоги до шорсткості, геометричності форми та розмірів

Шорсткість поверхні – це показник мікронерівностей, виражений числово, який характеризує ступінь відхилення реального профілю від ідеально гладкої поверхні на визначеній базовій довжині згідно з заданою геометричною формою.

Міцність деталей значною мірою визначається шорсткістю їх поверхні. Особливо при змінних навантаженнях руйнування часто спричинене концентрацією напружень, що виникає через наявність мікронерівностей.

До основних вимог належать:

- 1) зменшення шорсткості поверхні знижує ризик утворення тріщин, спричинених втомою металу;

					КР.422.19.00.00.000.ПЗ	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2) точне дотримання розмірів деталей згідно з кресленнями в межах допустимих відхилень;

3) низька шорсткість поверхні також необхідна для забезпечення естетичного вигляду виробу та зручності в очищенні поверхонь.

Під час виготовлення та проектування автомобільного причепа необхідно забезпечити точність геометричних розмірів, відповідність форми виробу та чистоту поверхонь. Для досягнення цих вимог передбачено низку заходів, зокрема:

- розробку конструкції з урахуванням технологічних особливостей виробництва;
- правильне оформлення зварних з'єднань з урахуванням способу їх обробки, форми підготовки кромки і допустимих відхилень розмірів;
- дотримання технологічного процесу з метою запобігання виникненню внутрішніх напружень і деформацій.

1.3.3 Вимоги до зварних з'єднань виробу

Під час виготовлення автомобільного причепа його конструкція та розташування зварних з'єднань мають забезпечувати:

- виконання зварювальних робіт відповідно до встановлених технічних вимог;
- зручне розміщення нагрівальних пристроїв у разі потреби локального підігріву;
- доступність для проведення контролю якості зварних з'єднань згідно з передбаченими методами;
- можливість здійснення ремонтних робіт у разі необхідності.

Зварні з'єднання конструкції, як правило, мають відповідати властивостям основного металу. З цією метою встановлюються мінімально допустимі значення механічних характеристик, зокрема міцності, ударної в'язкості та пластичності.

					КР.422.19.00.00.000.ПЗ	Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.3.4 Вимоги до складання

Складання деталей і вузлів перед зварюванням повинно виконуватись у спеціальних пристосуваннях, стендах або установках, які забезпечують точність виготовлення зварних вузлів та конструкції загалом. При цьому розміри основних елементів, що визначають габарити вузлів і всієї конструкції, слід задавати з урахуванням усадки металу після зварювання.

Під час визначення базових розмірів складально-зварювальних пристосувань, стендів та установок слід враховувати деформації, які виникають у процесі зварювання окремих вузлів і конструкції загалом.

Прихоплення конструктивних елементів слід здійснювати виключно в тих точках і в тій послідовності, що визначені технологічним процесом. Під час складання перед зварюванням основний метал у зонах зварювання має бути ретельно очищений від іржі, мастила, вологи, окалини та інших забруднень, які можуть спричинити дефекти зварних з'єднань.

1.3.5 Вимоги до якості зварної конструкції

Якість зварної конструкції гарантується за умови дотримання таких вимог:

- проведення аналізу технологічності конструкції на етапі проектування;
- точне дотримання параметрів режиму зварювання;
- забезпечення високої точності складання елементів;
- використання виключно якісних матеріалів під час зварювальних робіт;
- здійснення контролю якості зварювання відповідними методами;
- повна відсутність дефектів у зварних з'єднаннях.

					КР.422.19.00.00.000.ПЗ	Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

Під час виготовлення автомобільного причепа САРМАТ 2112 застосовуються заготовки з профільного прокату – зокрема кутники та прямокутні профільні труби – а також з листового металопрокату.

Технологічний процес виготовлення причепа включає такі основні етапи: розмічування; різання матеріалів; первинне складання; зварювання; транспортування виробу; контроль якості; завершальне складання та додаткове зварювання.

Правлення заготовок здійснюється на листопрямильних вальцях у холодному стані. Розмічування деталей виконується на спеціалізованих розмічувальних станах. Різання матеріалу проводять газополуменевим методом або механічним способом, зокрема за допомогою кутових шліфувальних машинок. Для очищення заготовок застосовують як механічні, так і хімічні методи. Забруднення, ржавчину та окалину видаляють механічно – кутовими шліфувальними машинками, а хімічне очищення включає операції знежирення та травлення поверхні виробу.

Заготовки повинні відповідати таким вимогам:

- бути придатними для зварювання у складально-зварювальних пристосуваннях;
- забезпечувати зручний доступ до зон зварювання;
- дозволяти виконання зварювання у нижньому положенні;
- мати зварні шви, розташовані на ділянках, що не зазнали значних пластичних деформацій у попередніх технологічних операціях;
- гарантувати отримання розмірів, передбачених кресленням, з можливістю їх точного контролю.

Під час виготовлення причепа використовується метод ручного дугового зварювання з застосуванням плавких електродів. Зварювальні роботи

					КР.422.19.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

виконуються інверторними апаратами марки Патон ВДІ-200Е, які мають номінальний зварювальний струм 200 А.

Параметри режиму зварювання приведені в таблиці 1.3.

Таблиця 1.3 - Параметри режиму ручного дугового зварювання

Катет шва, мм	4
Діаметр електроду, мм	3
Струм зварювання, А	120

Під час зварювання покритими електродами спостерігається інтенсивне розбризкування металу, що перевищує рівень інших способів зварювання. Частина розплавлених крапель, які вилітають із зони дуги, може прилипати або сплавлятися з поверхнею деталі.

Суттєвим недоліком чинного технологічного процесу є застосування ручних затискних пристроїв, які потребують прямої участі складальника-зварювальника. Це призводить до збільшення часу складання та підвищення трудомісткості виготовлення виробу.

З огляду на виявлені недоліки, доцільно реалізувати такі заходи:

- оптимізувати процеси різання та очищення заготовок при виготовленні автомобільного причепа;
- розробити та впровадити більш ефективну технологію зварювання для підвищення продуктивності;
- модернізувати затискні пристрої, замінивши ручні механізованими;
- оновити виробниче обладнання, інтегруючи сучасні технічні рішення.

2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Технічне обґрунтування вибраного способу зварювання

Під час виготовлення даної зварної конструкції можуть застосовуватись такі способи зварювання:

1. Ручне дугове зварювання (РДЗ) – забезпечує якісне з'єднання, але потребує значних трудових витрат з боку зварників і слюсарів, зокрема через необхідність видалення шлаку після зварювання.

2. Напівавтоматичне зварювання під флюсом – також дає якісні шви, однак, як і РДЗ, вимагає оббивання шлаку. Ефективне для швів середньої довжини, тоді як шви рами є короткими.

3. Напівавтоматичне зварювання в захисних газах – найбільш економічний варіант, не потребує очищення від шлаку, і значно знижує витрати ручної праці.

4. Газове зварювання – можливе, але менш ефективне: якість нижча, продуктивність і швидкість роботи низькі. Крім того, потребує горючих газів, спеціального обладнання та суворого дотримання техніки безпеки.

Таким чином, з урахуванням форми, геометричних параметрів і конструктивних особливостей виробу, доцільно обрати напівавтоматичне зварювання в середовищі захисного газу як економічно вигідний і мобільний спосіб з'єднання елементів конструкції.

Серед технічних переваг зварювання в середовищі захисного газу варто відзначити відносну простоту процесу, можливість його реалізації як у напівавтоматичному, так і в автоматичному режимі, а також здатність виконувати зварювання у різних просторових положеннях.

Таким чином, під час виготовлення автомобільного причепа САРМАТ 2112 використовується метод напівавтоматичного зварювання в середовищі вуглекислого газу. Схематичне зображення цього процесу наведено на рисунку 2.1.

					КР.422.19.00.00.000.ПЗ	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

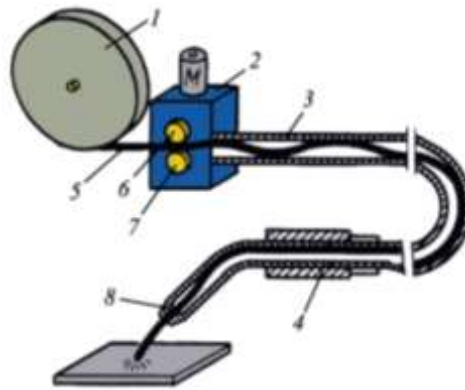


Рисунок 2.1 - Схема напіваавтоматичного зварювання у вуглекислому газі [3, с.163]

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

2.2 Вибір зварювальних матеріалів

Вибір зварювальних матеріалів є важливим етапом технологічної розробки. Тільки за умови правильного підбору основних і допоміжних матеріалів можна забезпечити високу якість зварних з'єднань, що відповідають вимогам рівномірності між металом шва та основним матеріалом.

Коректний підбір зварювальних матеріалів також визначає механічні та фізико-хімічні характеристики металу шва, що мають відповідати вимогам надійності конструкції в умовах її експлуатації.

Під час вибору зварювальних матеріалів слід враховувати низку важливих вимог, зокрема:

- забезпечення формування шва без пористості;
- досягнення високої технологічної міцності зварних з'єднань.

Під час напіваавтоматичного зварювання конструкції в середовищі захисного газу використовується вуглекислий газ, який є одним із найбільш

					КР.422.19.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

економічних варіантів серед аналогів. Основним зварювальним матеріалом виступає зварювальний дріт, а допоміжним – захисний газ. Для забезпечення належної якості з'єднань застосовується вуглекислий газ вищого сорту з допустимим вмістом домішок не більше 0,2%.

З метою запобігання пороутворенню під час зварювання вуглецевих сталей у середовищі вуглекислого газу було розроблено близько 30 марок електродного дроту. Їх класифікація базується на властивостях металу шва, що визначають придатність дроту для зварювання сталі конкретної марки відповідно до технічних умов і вимог державних стандартів (ДСТУ). Ці характеристики відображаються в умовному позначенні дроту, структура якого регламентується відповідним стандартом.

Для зварювання виробу використовується дріт марки Св-08Г2С. Завдяки оптимальному легуванню та ефективному розкисленню зварювальної ванни досягається висока міцність шва при збереженні необхідної пластичності, що забезпечує рівномірність з'єднання з основним металом.

Хімічний склад зварювального дроту Св-08Г2С наведений в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 - Хімічний склад зварювального дроту Св-08Г2С [4,с.87]

Марка дроту	Вміст, %						
	C	Mn	Si	Cr	Ni	S	P
						не більше	
Св-08Г2С	0,5-0,11	1,8-2,1	0,70-0,95	0,20	≤0,25	0,025	0,030

2.3 Вибір та розрахунок параметрів режиму зварювання

Для забезпечення необхідних розмірів, форми та якості зварних швів при виготовленні конструкції доцільно не просто обирати параметри режиму зварювання, а здійснювати їх точний розрахунок. Оскільки при зварюванні

автомобільного причепа САРМАТ 2112 переважно застосовуються таврові та кутові з'єднання, розрахунок режиму проводиться для зварного шва з катетом 4 мм. Схематичне зображення кутового з'єднання наведено на рисунку 2.2.

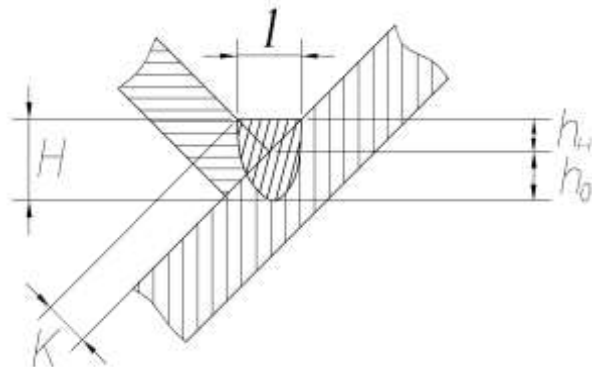


Рисунок 2.2 - Схема таврового з'єднання

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

Основними параметрами режиму зварювання в вуглекислому газі, які суттєво впливають на розміри і форму швів, є:

- діаметр і марка електродного дроту d_e , мм;
- зварювальний струм $I_{зв}$, А;
- напруга 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 , м³/с

При розрахунку параметрів режиму зварювання необхідно забезпечити одержання катету шва, відповідної величини.

Визначаємо площу наплавленого металу F_n за формулою [4, с.181]:

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

де К – катет шва, К=4 мм,

$$F_n = \frac{4^2}{2} = \frac{16}{2} = 8 \quad \text{мм}^2.$$

Визначаємо висоту наплавленого металу h_n за формулою [4, с.191]:

$$h_n = \sqrt{F_n}, \quad (2.2)$$

$$h_n = \sqrt{8} = 2,8284 \quad \text{мм}.$$

Визначаємо ширину шва l, за формулою [4, с.191]:

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

$$l = \sqrt{2 \cdot 16} = 5,6568 \quad \text{мм}.$$

Визначаємо загальну висоту шва Н за формулою [4, с.192]:

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

Тоді:

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

попередньо вибравши значення ψ_m , яке знаходиться в інтервалі величин 0,8 – 2,0 мм [4, с.192], приймаємо $\psi_m=1,25$.

Отже:

					КР.422.19.00.00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

$$H = \frac{5,6568}{1,25} = 4,5254 \quad \text{мм.}$$

Менше значення ψ_m відповідає великим струмам, відповідно великій продуктивності зварювання.

Визначаємо глибину проплавлення h_0 , за формулою [4, с.192]:

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

$$h_0 = 4,5254 - 2,8284 = 1,697 \quad \text{мм.}$$

Для зварювання виробу із низьколегованої сталі з катетом 4 мм, вибираємо електродний дріт діаметром 1,2 мм.

Визначаємо зварювальний струм $I_{зв}$ 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].

$$I_{зв} = \frac{1,697}{1.45} \cdot 100 = 117,034 \quad I_{зв} \approx 120 \quad \text{А.}$$

Отже, приймаємо силу зварювального струму 120 А.

Визначаємо швидкість подачі електродного дроту за формулою [4,с.194]:

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

де α_p – коефіцієнт розплавлення, $\alpha_p=12$ Г/А×год [4, с.189];

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

$F_{ел}$ – площа поперечного перерізу електрода, яка визначається за формулою:

					КР.422.19.00.00.000.ПЗ	Арк.
						20
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$F_{el} = \frac{\pi \cdot d_e^2}{4} = \frac{3.14159 \cdot 1.2^2}{4} = 1.1309 \quad \text{мм}^2.$$

Отже:

$$V_{n.d.} = \frac{12 \cdot 10^{-3} \cdot 120}{1.1309 \cdot 10^{-6} \cdot 7.8 \cdot 10^3} = 163.2468 \quad \text{м/год.}$$

Швидкість подачі електродного дроту $V_{п.д.}=165$ м/год.

Розраховуємо напругу на дузі за формулою [4, с.194]:

$$U_{\delta} = 20 + \frac{50 \cdot I_{3\phi}}{1000 \cdot \sqrt{d_e}} \pm 1, \quad (2.9)$$

$$U_{\delta} = 20 + \frac{50 \cdot 120}{1000 \cdot \sqrt{1.2}} \pm 1 = 25.4774 \pm 1 \quad \text{В.}$$

Приймаємо $U_{\delta}=25$ В.

Визначаємо швидкість зварювання за формулою [4, с.194]:

$$V_{3\phi} = \frac{A}{I_{3\phi}}, \quad (2.10)$$

де A – коефіцієнт, який залежить від діаметра електродного дроту, в даному випадку для $d_e = 1,2$ мм – $A = 2 \cdot 10^3 \text{ А} \cdot \text{м/год}$ [4, с.194]:

$$V_{3\phi} = \frac{2 \cdot 10^3}{120} = 16.6 \text{ м/год.}$$

Приймаємо $V_{зв}=16$ м/год.

Перевіряємо діаметр електродного дроту за формулою [4, с.193]:

$$d_e = 1.13 \cdot \sqrt{\frac{I_{3\phi}}{\gamma}}, \quad (2.11)$$

					КР.422.19.00.00.000.ПЗ	Арк.
						21
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де γ – допустима густина електричного струму, для електродного дроту діаметром 1.2 мм $\gamma=75\ldots300$ А/мм² [4, с.193],

$$d_e = 1.13 \cdot \sqrt{\frac{120}{110}} = 1.1802 \text{ мм},$$

що є допустимо.

Виліт електродного дроту приймаємо $l_d = 15$ мм [4, с.223].

Витрати захисного газу $Q_g = 1,6 \times 10^{-4}$ м³/с [5, с.105].

Розраховані параметри режиму зварювання приведено в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Параметри режиму зварювання

ПАРАМЕТР			значення
назва	СИМВОЛ	одиниці вимірювання	
Сила зварювального струму	$I_{зв}$	А	120
Напруга на дузі	U_d	В	25
Діаметр електродного дроту	d_e	мм	1,2
Виліт електрода	l_d	мм	15
Швидкість зварювання	$V_{зв}$	м/год	16
Швидкість подачі електродного дроту	$V_{п.д.}$	м/год	165
Витрати захисного газу	Q_g	м ³ /с	$1,6 \times 10^{-4}$

2.4 Вибір і обґрунтування зварювального устаткування

Обладнання для дугового зварювання в середовищі захисних газів може бути як універсальним, так і спеціалізованим. Його конструкція включає вузли та пристрої, що забезпечують захист металу шва і зони термічного впливу від

дії повітря. Технічні характеристики джерела живлення, зварювального напівавтомата та систем керування визначаються вимогами відповідного технологічного процесу.

Для зварювання автомобільного причепа застосовується зварювальний напівавтомат PATON ProMIG-350-15-4-400 V AC/DC WK, призначений для виконання процесу механізованим способом.

PATON ProMIG-350-15-4-400 V AC/DC WK призначений для напівавтоматичного зварювання (MIG/MAG), ручного дугового зварювання (MMA) та аргонодугового зварювання (TIG). Номінальний зварювальний струм становить 350 А, дозволяє працювати з електродами діаметром 1,6-6 мм, суцільним дротом 0,6-1,4 мм [6].

До даного комплекту входить: зварювальний апарат, пристрій подачі дроту, блок автономного охолодження Paton Cooler – 7, візок універсальний Paton, мідний кабель з електродотримачем ABICOR BINZEL DE2300, мідний кабель з клемою «маса» ABICOR BINZEL MK300, комплект роликів для 4-х діаметрів сталевго дроту і 2-х діаметрів алюмінієвого дроту, штуцер для швидкоз'ємного з'єднання газового шлангу, ремінь для перенесення на плечі, кейс [6].

Опис комплекту для зварювання PATON ProMIG-350-15-4-400 V AC/DC WK [6]:

- аргонодуговий зварювальний інвертор PATON ProMIG-350-15-4-400 V AC/DC WK найкращий варіант для зварювання постійним та змінним струмом широкого вибору матеріалів: алюмінію, алюмінієвих сплавів (режим TIG AC), матеріалів зі сталі, кольорових металів (режим TIG DC);

- апарат комплектується аксесуарами ABICOR BINZEL, які дозволяють працювати в режимах MMA, MIG/MAG;

- блок автономного охолодження Paton Cooler – 7 призначений для якісного охолодження пальників під час зварювальних робіт на високих токах;

					КР.422.19.00.00.000.ПЗ	Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- дана модель у режимі дугового зварювання може працювати з штучно покритими електродами;
- завдяки легкому, миттєвому запаленню та стабільній дузі гарантовано високоякісний зварювальний шов;
- контактний та безконтактний підпал дуги забезпечує вмонтований осцилятор;
- система стабілізації горіння дуги у режимі аргонного зварювання постійним струмом TIG AC;
- на будь-якому типі зварювання можна налаштувати імпульсний режим, при якому на струм зварювання йдуть додаткові імпульси з частотою 1-100 Гц;
- зварювальний інвертор PATON ProMIG-350-15-4-400 V AC/DC WK оснащений такими функціями: Anti-Stik, Arc-Force, Hot-Start, PULSE;
- за допомогою режиму електрозаклепок RIV можна робити високоякісні з'єднання внапуск;
- аргонодуговий зварювальний інвертор PATON ProMIG-350-15-4-400 V AC/DC WK оснащений зручною панеллю управління з РК-дисплеєм, що дозволяє швидко та точно налаштувати необхідний режим зварювання, відрегулювати необхідні параметри;
- наявність пам'яті на 10 налаштувань режимів дозволяє перемикає по необхідності на потрібний режим;
- зварювальний пристрій захищений класом захисту IP21, що дозволяє експлуатацію поза приміщенням, в умовах високої вологості [6].

Технічні параметри напівавтомата наведені в таблиці 2.3, а його зовнішній вигляд – на рисунку 2.3.

					КР.422.19.00.00.000.ПЗ	Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.3 – Технічні характеристики напівавтомата PATON ProMIG-350-15-4-400 V AC/DC WK [6]

Параметр	Значення
Напруга, В / кількість фаз	380/3
Максимальний зварювальний струм, А	350
Споживча потужність, кВт·А	10,5
Максимальна потужність, кВт·А	15
Діаметр зварювального дроту, мм	0,6 – 1,4
Діаметр покритого електроду, мм	1,6 – 6
Напруга холостого ходу, В	12
Клас захисту	IP 21



Рисунок 2.3 – Загальний вигляд напівавтомата PATON ProMIG-350-15-4-400 V AC/DC WK [6]

					КР.422.19.00.00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

2.5 Вибір методу контролю якості виробу

Контроль зварних швів має на меті виявлення дефектів, визначення їхніх розмірів і характеру. Отримана інформація дозволяє: оцінити доцільність та можливість проведення ремонту; встановити причини виникнення дефектів і розробити заходи для їх попередження. У даному випадку застосовуються такі методи контролю:

- радіаційна дефектоскопія;
- ультразвукова дефектоскопія;
- магнітна та електромагнітна дефектоскопія;
- візуально-оптичний метод контролю.

Радіаційна дефектоскопія – це метод контролю, заснований на використанні іонізуючого електромагнітного випромінювання, зокрема рентгенівських променів і гама-випромінювання. Обидва типи випромінювання мають надзвичайно коротку довжину хвилі: рентгенівське – від 6×10^{-13} до 6×10^{-9} мм; гама-випромінювання – від 1×10^{-13} до 4×10^{-12} мм, що значно менше, ніж довжина світлових хвиль (4×10^{-7} до 7×10^{-7} мм).

Завдяки високій енергії, ці види випромінювання мають потужну проникаючу здатність. Метод контролю зварних з'єднань ґрунтується на зміні інтенсивності рентгенівського або гама-випромінювання при проходженні через матеріал, що залежить від його густини та товщини. Це дозволяє виявляти внутрішні дефекти, які не видно зовні.

Ультразвукова дефектоскопія – це метод контролю, що базується на використанні пружних механічних коливань, які поширюються в матеріалі. Коливання з частотою понад 20 кГц, недоступні для слухового сприйняття людини, називаються ультразвуковими. У дефектоскопії застосовують хвилі з частотою в межах 0,5–20 МГц.

Принцип дії полягає в наступному: генератор-випромінювач створює акустичні коливання, які проходять крізь матеріал виробу. Якщо в ньому є

					КР.422.19.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

дефект, виникає відбите та дифраговане поле. При значних розмірах дефекту утворюється акустична тінь, а його поверхня відбиває ультразвукові хвилі.

Фіксуючи за допомогою приймача-шукача ослаблення сигналу або ехо-відбиття, можна визначити наявність і характер дефекту в досліджуваному зварному шві.

Магнітна та електромагнітна дефектоскопія базується на властивостях магнітних доменів – невеликих об'ємів матеріалу ($V=10^{-5} \dots 10^{-8} \text{ см}^3$), у яких локальні магнітні поля, спричинені обертанням електронів, взаємно компенсуються, і деталь перебуває в розмагніченому стані.

Під дією зовнішнього магнітного поля домени орієнтуються в його напрямку, утворюючи загальне магнітне поле – деталь намагнічується. Магнітні лінії проходять крізь матеріал, але при зустрічі з дефектом, який має значно нижчу магнітну проникність, силові лінії змінюють траєкторію, створюючи поле розсіювання.

Дефекти, розташовані вздовж магнітних ліній, майже не впливають на їх поширення, тому виявити їх складно. Натомість дефекти, що лежать перпендикулярно до напрямку магнітного потоку, спричиняють значне розсіювання і легко фіксуються. Важливо зазначити, що магнітні методи контролю застосовуються лише до феромагнітних матеріалів.

Візуально-оптичний метод контролю – один із найдавніших, який і сьогодні залишається актуальним. Зовнішній огляд зварних швів часто здійснюється неозброєним оком або з використанням луп. Для ділянок, недоступних для прямого спостереження, застосовують спеціальні оптичні прилади – ендоскопи, перископи тощо.

Своєчасне виявлення та усунення дефектів, а також аналіз причин їх виникнення, дозволяє оперативно коригувати технологічний процес і зменшити потребу в подальших етапах контролю.

					КР.422.19.00.00.000.ПЗ	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.6 Опис вибраного технологічного процесу виготовлення зварної конструкції

Технологічний процес виробництва автомобільного причепа включає такі основні етапи:

- підготовка заготовок;
- складання конструктивних елементів;
- виконання зварювальних робіт;
- виконання допоміжних операцій;
- проведення контролю якості.

2.6.1 Заготівельні операції

Для виготовлення заготовок, що входять до складу виробу, виконуються такі основні операції:

- розмічування – здійснюється оптичним методом без використання шаблонів, за допомогою проекції креслення на поверхню заготовки;
- різання – листовий прокат розрізається гільйотинними ножицями, а фасонні труби – на верстаті з зубчастим диском;
- очищення – проводиться для підготовки поверхні до подальших технологічних етапів.

2.6.2 Складальні операції

Перед складанням здійснюється візуальна перевірка заготовок на відповідність вимогам креслень. Під час монтажу конструкції забезпечується точне взаємне розташування елементів, яке має відповідати їх положенню в готовому виробі. Складальна конструкція повинна мати достатню жорсткість і міцність, щоб уникнути деформацій у процесі зварювання. Для виконання складання та зварювання деталей причепа застосовуються спеціальні складально-зварювальні кондуктори.

					КР.422.19.00.00.000.ПЗ	Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Складання конструкції виконується поетапно:

- дишло монтується у складально-зварювальному кондукторі: деталі встановлюються в пристосування, фіксуються упорами та притискачами, після чого здійснюється прихоплення у визначених точках;
- кронштейн кріплення ресор і брус також складаються у відповідних кондукторах: елементи розміщуються в пристосуваннях і прихоплюються в заданих місцях;
- готові складальні одиниці встановлюються в кондуктор для загального складання причепа, де виконується їх сумісне прихоплення. У результаті формується рамна конструкція, яка передається на наступний етап – зварювання.

2.6.3 Складально-зварювальні операції

На основі розрахованих параметрів зварювального режиму здійснюється налаштування напівавтомата: встановлюється сила зварювального струму, витрата захисного газу та швидкість подачі зварювального дроту.

Під час складання, коли всі елементи конструкції розміщені відповідно до проектного положення, виконують прихоплення в зонах майбутніх зварних швів. Після цього проводиться остаточне зварювання виробу.

2.6.4 Опоряджувальні операції

Після завершення зварювальних робіт здійснюється зачистка швів та видалення металевих бризок з поверхні конструкції. Для виконання опоряджувальних операцій застосовується наступне обладнання та інструмент: захисні окуляри DeWalt Protector, слюсарний молоток Стандарт ENF0800, вага 800 г, пікове зубило Bosh S-Plus, довжина 250 мм, кутова шліфувальна машина Sparky Professional MBA 2400P AVR, ручна щітка NovoTools, довжина 250 мм.

					КР.422.19.00.00.000.ПЗ	Арк.
						29
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.6.5 Допоміжні операції

Під час виготовлення автомобільного причепа САРМАТ 2112 виконуються такі допоміжні операції:

- налагоджувальні – перед початком зварювання здійснюється налаштування обладнання, регулюється витрата захисного газу та встановлюються параметри зварювального режиму;
- перевантажувальні та підіймально-транспортні – включають встановлення деталей у складальні кондуктори, переміщення заготовок до робочих зон, транспортування готових конструкцій на ділянці контролю якості, ґрунтування, фарбування та складування продукції.

2.6.6 Контроль якості

Контрольні операції охоплюють повний спектр перевірок на всіх етапах виготовлення зварної конструкції. До них належать:

- контроль вхідних зварюваних матеріалів;
- контроль зварювальних матеріалів;
- контроль якості заготівельних, складальних, опоряджувальних операцій та операції зварювання;
- контроль зварних з'єднань і готової продукції.

На початковому етапі здійснюється зовнішній огляд, під час якого перевіряють форму та розташування швів відповідно до креслень, а також виявляють можливі зовнішні дефекти й деформації конструкції.

Додатково проводиться вибірковий ультразвуковий контроль ехо-імпульсним методом, що дозволяє оцінити внутрішню якість зварних з'єднань і підтвердити відповідність продукції встановленим вимогам.

					КР.422.19.00.00.000.ПЗ	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

Нормування витрат зварювальних матеріалів проводиться з метою визначення їх необхідної кількості для виготовлення зварної конструкції, а також для забезпечення економного та раціонального використання ресурсів у зварювальному виробництві промислових і будівельних підприємств. Загальні принципи нормування витрат і утворення відходів, а також методи їх розрахунку у зварювальному процесі регламентуються відповідними положеннями ДСТУ 3159-95 «Ресурсозбереження. Нормування витрат зварювальних матеріалів. Загальні вимоги, методи визначення нормативів ручного і механізованого електрозварювання» [7].

При механізованому зварюванні плавким електродом у захисних газах нормуванню підлягають витрати електродного дроту та захисного газу.

Визначаємо масу наплавленого металу за формулою [7, с.6]:

$$Q_n = \alpha_n \cdot I_{зв} \cdot l_{ш}, \quad (2.12)$$

де α_n – коефіцієнт наплавлення, він визначає кількість наплавленого металу протягом 1 години горіння дуги, при силі струму 1 А, в нашому випадку $\alpha_n = 15$ г/А·год;

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

$l_{ш}$ – загальна довжина зварних швів, $l_{ш} = 2,20$ м.

Отже:

$$Q_n = 15 \cdot 120 \cdot 2,20 \cdot 10^{-3} = 3,96 \quad \text{кг.}$$

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

$$H_{ел} = Q_p + Q_{нт}; \quad (2.13)$$

					КР.422.19.00.00.000.ПЗ	Арк.
						31
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де Q_p – маса розплавленого електродного матеріалу,

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

де K_p – коефіцієнт витрат зварювального дроту, $K_p=0.7$;

$$Q_p = 3.96 \cdot 0.7 = 2.77 \quad \text{кг},$$

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

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

де K_0 – коефіцієнт витрат зварювального дроту, $K_0=0.5$;

$$Q_{\text{нп}} = 3.96 \cdot 0.5 = 1.98 \quad \text{кг}.$$

Отже:

$$H_{\text{ел}} = 2.77 + 1.98 = 4.75 \quad \text{кг}.$$

Визначаємо норми витрат захисного газу за формулою [7,с.10]:

$$H_z = Q_p \cdot K_z, \quad (2.16)$$

де K_z – коефіцієнт, що виражає відношення маси витраченого газу до маси розплавленого електродного дроту, $K_z=0.85\dots0.9$;

$$H_z = 2.77 \cdot 0.9 = 2.49 \quad \text{л / хв.}$$

Визначаємо витрати електроенергії на 1 кг наплавленого металу за формулою:

					КР.422.19.00.00.000.ПЗ	Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

де U_{δ} напруга на дузі, В;

η_n – коефіцієнт корисної дії, %;

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

$$E = \frac{25 \pm 1}{15 \cdot 0.9 \cdot 0.75} = 2.469 \quad \kappa Bm.$$

Визначаємо витрати електроенергії на 1 м шва за формулою:

$$E = \frac{0.01 \cdot U_{\delta} \cdot I_{зв} \cdot t_0}{\eta_n \cdot K_n}, \quad (2.18)$$

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

$$E = \frac{0.01 \cdot 25 \cdot 120 \cdot 0.05}{0.9 \cdot 0.75} = 2.22 \quad \kappa Bm.$$

					КР.422.19.00.00.000.ПЗ	Арк.
						33
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

3.1 Обґрунтування вибору типу пристосувань, які застосовуються при виготовленні конструкції

Повне зварювання попередньо прихоплених виробів виконується на спеціальних складально-зварювальних пристосуваннях.

Вибір і розробка пристосувань є важливою складовою технологічної підготовки виробництва. Проектування нових або вдосконалення наявних пристосувань базується на таких аспектах:

- аналіз креслень і технічних умов зварної конструкції. Оскільки питання технологічності часто залишаються поза увагою конструктора, при розробці технологічного процесу виникає потреба в оцінці конструкції з точки зору її придатності до зварювання. Особливу увагу слід звертати на форму деталей, точність виготовлення та стан поверхонь;

- опрацювання технологічного процесу виготовлення виробу. Ефективна схема складання і зварювання має бути детально розроблена (на рівні маршрутного або розгорнутого процесу) і ретельно проаналізована при конструюванні пристосування;

- оцінка виробничої програми. Вивчається складність конструкції, а також доцільність оснащення пристосувань засобами механізації чи автоматизації залежно від обсягів випуску та вимог до ефективності виробництва.

Вибір типу пристосування визначається способом зварювання та складання, конструктивними особливостями виробу, матеріалом і поперечним перерізом деталей, вимогами до якості та точності, а також заданою продуктивністю.

При цьому важливо прагнути до зниження трудомісткості складальних і допоміжних операцій, стабільного забезпечення якості продукції та покращення умов праці. У серійному й масовому виробництві перевага

					КР.422.19.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

надається механізованим високошвидкісним пристосуванням, які працюють за рахунок енергії повітря, рідини або електрики, а не фізичних зусиль працівника. Людина виконує функції керування, завантаження та вивантаження виробів, особливо в тих випадках, коли повна механізація або автоматизація є технічно складною чи економічно недоцільною.

Вибір пристосування здійснюється шляхом техніко-економічного аналізу доступних варіантів. Перевага надається рішення, яке є найбільш доцільним з технічної точки зору та економічно вигідним.

Складально-зварювальне обладнання класифікується на:

- універсальне – призначене для роботи з широким спектром виробів;
- спеціальне – розраховане на виготовлення одного або кількох конкретних виробів;
- спеціалізоване – застосовується у серійному виробництві для обмеженої номенклатури продукції.

Вибір типу обладнання залежить від конструкції виробу, обсягу виробництва та його організаційної форми. У масовому та великосерійному виробництві перевагу надають спеціальному обладнанню, яке забезпечує високу продуктивність і якість.

Складальне обладнання поділяється на такі групи:

- а) складальні кондуктори;
- б) складальні стенди і установки;
- в) переносні складальні пристрої.

3.2 Опис роботи зварювального пристосування

Процес складання зварювального виробу включає низку послідовних операцій. Спочатку деталі, що входять до складу виробу або вузла, подають до місця складання. Далі їх розміщують у складальному пристосуванні у заданому положенні, де вони фіксуються затискними елементами. Після цього виконується зварювання. Подавання та встановлення деталей здійснюється за

					КР.422.19.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

допомогою універсального або спеціального транспортного обладнання. Точне положення визначається установчими елементами пристосування або суміжними деталями конструкції.

У конструкції розроблених пристосувань застосовуються пневматичні притискачі, упори та призми різних типів. Основна функція складального обладнання в зварювальному виробництві – забезпечення надійної фіксації та закріплення деталей перед зварюванням.

Для складання та зварювання технологічних вузлів автомобільного причепа САРМАТ 2112 застосовують складальні кондуктори – спеціальні пристрої, що складаються з площинної або просторової рами (або плити) з розміщеними на ній установчими та затискними елементами.

У таких кондукторах здійснюється точне позиціювання, фіксація та зварювання деталей. Основа пристосування повинна бути достатньо жорсткою і міцною, щоб витримувати навантаження, які виникають у процесі зварювання.

Для остаточного складання та зварювання автомобільного причепа застосовується кантувач, який дозволяє розміщувати виріб у зручному положенні шляхом обертання навколо горизонтальної осі.

Для виготовлення рамної конструкції використовується двохстійковий кантувач з постійною віссю, що має низку переваг: універсальність, простота конструкції, компактність, економічність та низька потужність приводу. Обертання здійснюється навколо поздовжньої осі, розташованої поблизу центра ваги виробу, що забезпечує стабільність і зручність у роботі.

Фактично це спрощений горизонтальний обертач із фіксованою маршовою швидкістю обертання.

На відміну від обертача, який забезпечує обертання виробу зі швидкістю зварювання та використовується переважно для кільцевих швів із поворотом на 360°, кантувач призначений для зварювання швів різної конфігурації на виробах складної форми. У більшості випадків повне обертання виробу не є

					КР.422.19.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

необхідним.

Одну зі сторін виробу, де немає зварних швів, можна використати для кріплення, що особливо актуально при зварюванні довгих конструкцій. У таких випадках недостатньо фіксації лише за торці на планшайбах стояків, а застосування додаткових опор між стійками часто є технічно неможливим або недоцільним. Кантувач забезпечує надійне утримання виробу та зручний доступ до зон зварювання.

					КР.422.19.00.00.000.ПЗ	Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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 причепа автомобільного САРМАТ 2112

Показник	Одиниці виміру	Кількісна чи вартісна оцінка	
		фізичні дані	проектні дані
Габарити виробу	мм	2300х1200х240	2300х1200х240
Сума витрат по видах та марках основних матеріалів на виріб:			
сталь 09Г2С	кг	126,5	
зварювальний дріт Св-08Г2С	кг	1,75	
вуглекислий газ (CO ₂)	кг	2,49	
Розміри поворотних відходів на виріб	кг	7,5	
Ціна придбання матеріалу за кг:			
прокат:			
сталь 09Г2С	грн	60	59,5
зварювальний дріт Св-08Г2С	грн	147	140
вуглекислий газ (CO ₂)	грн	17	16,75
Ціна реалізації поворотних відходів	грн	45	

Таблиця 4.2 - Характеристика процесу виготовлення автомобільного причепа САРМАТ 2112

Зміст операції	Варианти	Устаткування		Потужність електрод вигунів, кВт	Інструменти		Розряд роботи	Штучні норми часу
		Назва	Ціна, грн		Назва	Ціна, грн		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Правлення	$\frac{3}{П}$	Правилом Dahhus UR4	138500	-	молоток	302	III	2,1
Розмічування	$\frac{3}{П}$				прилад лінійка маркер	3322 221 60	III	$\frac{2,4}{2,0}$
Різання	$\frac{3}{П}$	Гільйотина НГ16*3200	530500	18,5			III	$\frac{2,6}{2,1}$
		Верстат відрізний 8Г632	142500	3,0				
Очищування	$\frac{3}{П}$	Кутова шліф. машина Sparky Professional MBA 2400 P AVR	4065	2,4	щітка металева NovoTools диск зачисний	35 49	III	2,0
Складання	$\frac{3}{П}$	Складальний кондуктор Пристосування	458500 205400	-	молоток зубило	302 284	IV	$\frac{2,9}{2,4}$
Зварювання	$\frac{3}{П}$	Напівавтомат PATON ProMIG-350-15-4-400 V AC/DC WK	80000	1,45			IV	$\frac{3,3}{3,0}$
Зачищування	$\frac{3}{П}$	Кутова шліф. машина Sparky Professional MBA 2400 P AVR	4065	2,4	щітка металева NovoTools диск зач. молоток	35 49 302	III	$\frac{2,7}{2,1}$
Контроль якості	$\frac{3}{П}$	Дефектоскоп УД2-50 Ультракон	72000				VI	1,9
Транспортні операції	$\frac{3}{П}$	Вилковий навантажувач Toyota 7FD	870000	5 (т)			III	1,1

Штучна норма часу:

а) по технологічних операціях: по заводу 19,9;

по проекту 17,6;

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

по проекту 1,1.

Загальна штучна норма часу: по заводу 21,0;

по проекту 18,7.

Для виготовлення автомобільного причепа застосовується технологічна форма організації виробництва. Режим роботи на ділянці приймаємо перервний при одній зміні в день. Дійсний фонд часу роботи устаткування визначаємо за формулою [8, с.8]:

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

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, $K_p = 0,03...0,1$.

$$\Phi_{yc} = 253 \cdot 1 \cdot 8 \cdot (1 - 0,09) \approx 1842_{год}.$$

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 [8, с.9]:

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

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

					КР.422.19.00.00.000.ПЗ	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

$B_{пр}$ – програма випуску продукції, у нашому випадку $B_{пр} = 2500 \text{ шт.}$

Кількість робочих місць для виконання правлення заготовок (за двома варіантами):

$$n = \frac{2,1 \cdot 2500}{1842 \cdot 1,2} = 2,38 \approx 2 \text{ шт.}$$

Кількість робочих місць для виконання розмічування при виготовленні автомобільного причепа:

- заводський варіант:

$$n = \frac{2,4 \cdot 2500}{1842 \cdot 1,2} = 2,71 \approx 3 \text{ шт.},$$

- проектний варіант:

$$n = \frac{2 \cdot 2500}{1842 \cdot 1,2} = 2,26 \approx 2 \text{ шт.}$$

Для вирізання заготовок кількість робочих місць рівна:

- заводський варіант:

$$n = \frac{2,6 \cdot 2500}{1842 \cdot 1,2} = 2,94 \approx 3 \text{ шт.},$$

- проектний варіант:

$$n = \frac{2,1 \cdot 2500}{1842 \cdot 1,2} = 2,38 \approx 2 \text{ шт.}$$

Для очищування необхідно (за двома варіантами):

					КР.422.19.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

$$n = \frac{2,0 \cdot 2500}{1842 \cdot 1,2} = 2,26 \approx 2_{шт},$$

Для виконання складання кількість робочих рівна:

- заводський варіант:

$$n = \frac{2,9 \cdot 2500}{1842 \cdot 1,2} = 3,28 \approx 3_{шт},$$

- проектний варіант:

$$n = \frac{2,4 \cdot 2500}{1842 \cdot 1,2} = 2,71 \approx 3_{шт}.$$

Для виконання процесу зварювання кількість робочих місць становить:

- заводський варіант:

$$n = \frac{3,3 \cdot 2500}{1842 \cdot 1,2} = 3,73 \approx 4_{шт},$$

- проектний варіант:

$$n = \frac{3 \cdot 2500}{1842 \cdot 1,2} = 3,59 \approx 4_{шт}.$$

Кількість робочих місць для зачищення зварних швів:

- заводський варіант:

$$n = \frac{2,7 \cdot 2500}{1842 \cdot 1,2} = 3,05 \approx 3_{шт},$$

- проектний варіант:

					КР.422.19.00.00.000.ПЗ	Арк.
						42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$n = \frac{2,1 \cdot 2500}{1842 \cdot 1,2} = 2,37 \approx 2 \text{шт.}$$

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

$$n = \frac{1,9 \cdot 2500}{1842 \cdot 1,2} = 2,15 \approx 2 \text{шт.}$$

Кількість транспортних засобів, які необхідні для виконання транспортних операцій визначається за формулою [8, с.13]:

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

де B_{mp} - кількість вантажних об'єктів іншого виду, що підлягають транспортуванню на протязі року, 2500 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

$K_{кр} = 0,6...0,7$.

$$n = \frac{2500 \cdot 1 \cdot 0,8}{2100 \cdot 0,7} = 1,36 \approx 1 \text{шт.}$$

Приймаємо один вилковий навантажувач для між операційного транспортування частин і виробу в цілому.

					КР.422.19.00.00.000.ПЗ	Арк.
						43
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 [8, 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 $B_{np} = 2500 \text{ шт}$;

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

$K_{вн}$ - коефіцієнт виконання норм часу основними робітниками, приймається $K_{вн} = 1,1 \dots 1,2$;

Необхідна кількість працівників (за двома варіантами):

$$r_{oi} = \frac{2500 \cdot 2,1}{1850 \cdot 1,2} = 2,36 \approx 2 \text{ чол.}$$

Необхідна кількість розмічувальників:

- за заводським варіантом:

$$r_{oi} = \frac{2500 \cdot 2,4}{1850 \cdot 1,2} = 2,7 \approx 3 \text{ чол.}$$

- за проектним варіантом:

$$r_{oi} = \frac{2500 \cdot 2}{1850 \cdot 1,2} = 2,25 \approx 2 \text{ чол.}$$

					КР.422.19.00.00.000.ПЗ	Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Необхідна кількість різальників:

- за заводським варіантом:

$$r_{oi} = \frac{2500 \cdot 2,6}{1850 \cdot 1,2} = 2,93 \approx 3 \text{чол},$$

- за проектним варіантом:

$$r_{oi} = \frac{2500 \cdot 2,1}{1850 \cdot 1,2} = 2,36 \approx 2 \text{чол}.$$

Необхідна кількість робітників для виконання очищення (за двома варіантами):

$$r_{oi} = \frac{2500 \cdot 2}{1850 \cdot 1,2} = 2,25 \approx 2 \text{чол}.$$

Необхідна кількість складальників:

- за заводським варіантом:

$$r_{oi} = \frac{2500 \cdot 2,9}{1850 \cdot 1,2} = 3,27 \approx 3 \text{чол},$$

- за проектним варіантом:

$$r_{oi} = \frac{2500 \cdot 2,4}{1850 \cdot 1,2} = 2,7 \approx 3 \text{чол}.$$

Необхідна кількість зварювальників:

- за заводським варіантом:

$$r_{oi} = \frac{2500 \cdot 3,3}{1850 \cdot 1,2} = 3,72 \approx 4 \text{чол},$$

					КР.422.19.00.00.000.ПЗ	Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- за проектним варіантом:

$$r_{oi} = \frac{2500 \cdot 3}{1850 \cdot 1,2} = 3,58 \approx 4 \text{чол.}$$

Необхідна кількість зачищувальників:

- за заводським варіантом:

$$r_{oi} = \frac{2500 \cdot 2,7}{1850 \cdot 1,2} = 3,04 \approx 3 \text{чол.}$$

- за проектним варіантом:

$$r_{oi} = \frac{2500 \cdot 2,1}{1850 \cdot 1,2} = 2,36 \approx 2 \text{чол.}$$

Необхідна кількість контролерів (за двома варіантами):

$$r_{oi} = \frac{2500 \cdot 1,9}{1850 \cdot 1,2} = 2,14 \approx 2 \text{чол.}$$

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:				
правильники	2	2	III	III
розмічувальники	3	2	III	III
різальники	3	2	III	III
очищувальники	2	2	III	III
складальники	3	3	III	III
зварювальники	4	4	IV	IV
зачищувальники	3	2	III	III

Продовження таблиці 4.3

контролери	2	2	VI	VI
транспортувальники	1	1	III	III
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	30	27	—	—

4.3 Визначення витрат і вартості основних матеріалів

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

Результати розрахунків подано у таблиці 4.4.

Таблиця 4.4 - Зведена відомість витрат на матеріальні ресурси

В- нт	Назва матеріалів ресурсів	Од. вим ·	Ціна придб. за од. вим., грн/кг		Затрати в натуральних одиницях, грн			
					на один виріб		на програму	
З/П	Сталь 09Г2С	кг	60	59,5	7590	7526,75	18975000	18816875
З/П	Зв. дрiт Св-08Г2С	кг	147	140	257,25	245	643125	612500
З/П	Вуглекислий газ (CO ₂)	кг	17	16,75	42,33	41,71	105825	104268,75
Р- ом					7889,6	7813,5	19723950	19533643,75

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	
3/П	5	3	2,98	379,5	376,34	948750	940843,75	45	45	112500	112500
3/П	5	7,35	7	12,86	12,25	32156,25	30625				
3/П	5	0,85	0,84	2,12	2,09	5291,25	5213,44				
Р-ом		11,2	10,81	394,48	390,67	986197,5	976682,19	45	45	112500	112500

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 [8, с.16]:

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

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) [8, с.16].

					<i>КР.422.19.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						48
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Додаткова заробітна плата основних робітників визначається за формулою [8, с.16]:

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

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 [8, с.17]:

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

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 правильників (за двома варіантами):

$$З_{ос} = 5 \cdot 52,8 \cdot 2,1 = 554,4 \text{ грн};$$

$$З_{до} = 554,4 \cdot (0,2 + 0,15) = 194,04 \text{ грн};$$

$$З_{по} = 554,4 \cdot 0,4 = 221,76 \text{ грн};$$

Затрати по оплаті праці розмічувальників:

- заводський варіант:

$$З_{ос} = 5,3 \cdot 52,5 \cdot 2,4 = 667,8 \text{ грн};$$

$$З_{до} = 667,8 \cdot (0,2 + 0,15) = 233,73 \text{ грн};$$

$$З_{по} = 667,8 \cdot 0,4 = 267,12 \text{ грн};$$

- проектний варіант:

$$З_{ос} = 5,3 \cdot 52,5 \cdot 2 = 556,5 \text{ грн};$$

$$З_{до} = 556,5 \cdot (0,2 + 0,15) = 194,78 \text{ грн};$$

$$З_{по} = 556,5 \cdot 0,4 = 222,6 \text{ грн}.$$

Затрати по оплаті праці різальників:

- заводський варіант:

$$З_{ос} = 5 \cdot 53,5 \cdot 2,6 = 695,5 \text{ грн};$$

					КР.422.19.00.00.000.ПЗ	Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$З_{до} = 695,5 \cdot (0,2 + 0,15) = 243,43 \text{ грн};$$

$$З_{по} = 695,5 \cdot 0,4 = 278,2 \text{ грн};$$

- проектний варіант:

$$З_{оо} = 5 \cdot 53,5 \cdot 2,1 = 561,75 \text{ грн};$$

$$З_{до} = 561,75 \cdot (0,2 + 0,15) = 196,61 \text{ грн};$$

$$З_{по} = 561,75 \cdot 0,4 = 224,7 \text{ грн}.$$

Затрати по оплаті праці очищувальників (за двома варіантами):

$$З_{оо} = 5,2 \cdot 53,5 \cdot 2,0 = 556,4 \text{ грн};$$

$$З_{до} = 556,4 \cdot (0,2 + 0,15) = 194,74 \text{ грн};$$

$$З_{по} = 556,4 \cdot 0,4 = 222,56 \text{ грн}.$$

Затрати по оплаті праці складальників:

- заводський варіант:

$$З_{оо} = 4,8 \cdot 53,5 \cdot 2,9 = 744,72 \text{ грн};$$

$$З_{до} = 744,72 \cdot (0,2 + 0,15) = 260,65 \text{ грн};$$

$$З_{по} = 744,72 \cdot 0,4 = 297,89 \text{ грн};$$

- проектний варіант:

$$З_{оо} = 4,8 \cdot 53,5 \cdot 2,4 = 616,32 \text{ грн};$$

$$З_{до} = 616,32 \cdot (0,2 + 0,15) = 215,71 \text{ грн};$$

$$З_{по} = 616,32 \cdot 0,4 = 246,53 \text{ грн}.$$

Затрати по оплаті праці зварювальників:

- заводський варіант:

$$З_{оо} = 4,0 \cdot 54,5 \cdot 3,3 = 719,4 \text{ грн};$$

$$З_{до} = 719,4 \cdot (0,2 + 0,15) = 251,79 \text{ грн};$$

$$З_{по} = 719,4 \cdot 0,4 = 287,76 \text{ грн};$$

- проектний варіант:

$$З_{оо} = 4,0 \cdot 54,5 \cdot 3 = 654 \text{ грн};$$

$$З_{до} = 654 \cdot (0,2 + 0,15) = 228,9 \text{ грн};$$

$$З_{по} = 654 \cdot 0,4 = 261,6 \text{ грн}.$$

Затрати по оплаті праці зачищувальників:

					КР.422.19.00.00.000.ПЗ	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- заводський варіант:

$$З_{\text{до}} = 5,0 \cdot 53,5 \cdot 2,7 = 722,25 \text{ грн};$$

$$З_{\text{до}} = 722,25 \cdot (0,2 + 0,15) = 252,79 \text{ грн};$$

$$З_{\text{по}} = 722,25 \cdot 0,4 = 288,9 \text{ грн};$$

- проектний варіант:

$$З_{\text{до}} = 5,0 \cdot 53,5 \cdot 2,1 = 561,75 \text{ грн};$$

$$З_{\text{до}} = 561,75 \cdot (0,2 + 0,15) = 196,61 \text{ грн};$$

$$З_{\text{по}} = 561,75 \cdot 0,4 = 224,7 \text{ грн}.$$

Затрати по оплаті праці контролерів:

$$З_{\text{до}} = 6,0 \cdot 57,5 \cdot 1,9 = 655,5 \text{ грн};$$

$$З_{\text{до}} = 655,5 \cdot (0,2 + 0,15) = 229,43 \text{ грн};$$

$$З_{\text{по}} = 655,5 \cdot 0,4 = 262,2 \text{ грн}.$$

Затрати по оплаті праці транспортувальників:

$$З_{\text{до}} = 10,0 \cdot 56 \cdot 1,1 = 616 \text{ грн};$$

$$З_{\text{до}} = 616 \cdot (0,2 + 0,15) = 215,6 \text{ грн};$$

$$З_{\text{по}} = 616 \cdot 0,4 = 246,4 \text{ грн}.$$

Для допоміжних робітників розрахунок проводять на річну програму окремо для кожної категорії за формулою [8, с.16]:

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

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.

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

Затрати по оплаті праці налагоджувальників:

					КР.422.19.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

$$З_{од} = 2 \cdot 59,4 \cdot 1850 = 219780 \text{ грн};$$

$$З_{дд} = 219780 \cdot 0,35 = 76923 \text{ грн};$$

$$З_{пд} = 219780 \cdot 0,4 = 87912 \text{ грн.}$$

Затрати по оплаті праці ремонтників:

$$З_{од} = 2 \cdot 59,4 \cdot 1850 = 219780 \text{ грн};$$

$$З_{дд} = 219780 \cdot 0,35 = 76923 \text{ грн};$$

$$З_{пд} = 219780 \cdot 0,4 = 87912 \text{ грн.}$$

Затрати по оплаті праці електриків:

$$З_{од} = 1 \cdot 59,4 \cdot 1850 = 109890 \text{ грн};$$

$$З_{дд} = 109890 \cdot 0,35 = 38461,5 \text{ грн};$$

$$З_{пд} = 109890 \cdot 0,4 = 43956 \text{ грн.}$$

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[8, с.17]:

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

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 ($З_{пн}$) розраховуються так само, як для основних робітників. Затрати по оплаті праці ІТР:

$$З_{оп} = 1 \cdot 15350 \cdot 12 = 184200 \text{ грн};$$

$$З_{дп} = 184200 \cdot 0,35 = 64470 \text{ грн};$$

$$З_{пп} = 184200 \cdot 0,4 = 73680 \text{ грн.}$$

					КР.422.19.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

Затрати по оплаті праці МОП:

$$З_{оп} = 1 \cdot 14013 \cdot 12 = 168156 \text{ грн};$$

$$З_{до} = 168156 \cdot 0,35 = 58854,6 \text{ грн};$$

$$З_{по} = 168156 \cdot 0,4 = 67262,4 \text{ грн}.$$

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 заробітна плата, грн			
			за шкідливість		інші доплати	
	З	П	З	П	З	П
1	2		3		4	
Основні робітники:						
правильники	280526,4		98184,24		112210,56	
розмічувальники	506860,2	281589	177401,1	98556,15	202744,08	112635,6
різальники	527884,5	284245,5	184759,58	99485,93	211153,8	113698,2
очищувальники	281538,4		98538,44		112615,36	
складальники	565242,48	467786,88	197834,87	163725,41	226096,99	187114,75
зварювальники	728032,8	661848	254811,48	231646,8	291213,12	264739,2
зачищувальники	548187,75	284245,5	191865,71	99485,93	219275,1	113698,2
контролери	331683		116089,05		132673,2	
транспортувальники	155848		54546,8		62339,2	
Допоміжні робітники:						
налагоджувальники	219780		76923		87912	
ремонтники	219780		76923		87912	
електрики	109890		38461,5		43956	
ІТР	184200		64470		73680	
МОП	168156		58854,6		67262,4	
Разом	4827609,53	3931116,68	1689663,34	1375890,84	2787759,51	2429162,37

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	
	2	3
1	З	П
Основні матеріали:	7889,58	7813,46
сталь 09Г2С	7590	7526,75
зв. дріт Св-08Г2С	257,25	245
вуглекислий газ (CO ₂)	42,33	41,71
Поворотні відходи	45,0	
Паливо та енергія на технологічні цілі	94,8	94,62
Основна заробітна плата основних робітників	1570,32	1211,72
Додаткова заробітна плата основних робітників	549,61	424,1
Премії та надбавки основних робітників	628,13	484,69
Відрахування на соціальне страхування	38,47	29,69
Відрахування на медичне страхування	68,7	53,01
Витрати на утримання та експлуатацію устаткування	593,41	593,41
Цехові (дільничні) витрати	380,54	380,54
Всього цехова собівартість	11768,56	11040,24

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

Визначення проектної суми капітальних витрат подано у таблиці 4.7.

					КР.422.19.00.00.000.ПЗ	Арк.
						54
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
Будови та споруди					-	-
Устаткування:						
правильне	2	2	138500	138500	6925	6925
різальне	3	2	673000	673000	33650	33650
очищувальне	2	2	4065	4065	203,25	203,25
складальне	3	3	663900	663900	33195	33195
зварювальне	4	4	80000	80000	4000	4000
зачищувальне	3	2	4065	4065	203,25	203,25
контрольне	2	2	72000	72000	3600	3600
транспортне	1	1	870000	870000	43500	43500
Інструменти:						
молоток	5	5	302	302	15,1	15,1
зубило	8	7	284	284	14,2	14,2
диск зачисний	5	4	49	49	2,45	2,45
щітка	5	4	35	35	1,75	1,75
прилад	3	2	3322	3322	166,1	166,1
маркер	6	5	60	60	3	3
лінійка	6	5	221	221	11,05	11,05
Разом						

Продовження таблиці 4.7

Види капітальних затрат	Загальна вартість, грн		Норма амортиз. відрах, %	Річна сума амортиз. відрах., грн	
	З	П		З	П
Будови та споруди	9560000	9560000	5	478000	478000
Устаткування:					
правильне	283925	283925	8,5	24133,63	24133,63
різальне	2052650	1379650	8,5	174475,25	117270,25
очищувальне	8333,25	8333,25	8,5	708,33	708,33
складальне	2024895	2024895	7	141742,65	141742,65
зварювальне	324000	324000	7,5	24300	24300
зачищувальне	12398,25	8333,25	8,5	1053,85	708,33
контрольне	147600	147600	6,5	9594	9594
транспортне	913500	913500	7,5	68512,5	68512,5
Інструменти:			15		
молоток	1525,1	1525,1		228,77	228,77
зубило	2286,2	2002,2		342,93	300,33
диск зачисний	247,45	198,45		37,12	29,77
щітка	176,75	141,75		26,5125	21,2625
прилад	10132,1	6810,1		1519,82	1021,52
маркер	363	303		54,45	45,45
лінійка	1337,05	1116,05		200,56	167,41
Разом	15343369,15	14662333,15		924930,35	866784,18

4.7 Основні техніко-економічні показники розробленого технологічного процесу

Річний економічний ефект визначається за формулою [8,с.26]:

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

де $C_{nз}$ - повна собівартість виробу за заводськими даними, грн ($C_{nз}=21652,43$ грн);

C_{nn} - повна собівартість виробу за проектними даними, грн ($C_{nn}=20043,6$ грн);

$\Phi_{мз}$ - фондомісткість продукції за заводськими даними, грн/шт ($\Phi_{мз}=11768,56$ грн/шт);

Φ_{mn} - фондомісткість продукції за проектними даними, грн/шт ($\Phi_{mn}=11040,24$ грн/шт);

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

$$E_{\phi} = ((21652,43 + 0,15 \cdot 11768,56) - (20043,6 + 0,15 \cdot 11040,24)) \cdot 2500 = 4295195 \text{ грн.}$$

Термін окупності капітальних вкладень визначається за формулою [8,с.27]:

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

де $\Phi_{осз}$ - вартість основних виробничих фондів за заводським варіантом, грн ($\Phi_{осз}=38579068$ грн);

$\Phi_{осп}$ - вартість основних виробничих фондів за проектним варіантом, грн ($\Phi_{осп}=36428612$ грн);

$E_{ур}$ - умовна річна економія, грн, яка розраховується за формулою [8,с.26]:

					КР.422.19.00.00.000.ПЗ	Арк.
						57
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

$$E_{yp} = 2500 \cdot (21652,43 - 20043,6) = 4022075 \text{ грн};$$

$$T_{ок} = \frac{38579068 - 36428612}{4022075} = 0,54 \text{ р.}$$

Порівняльний аналіз техніко-економічних показників показано у таблиці 4.8.

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	2500	2500
Кількість технологічного устаткування	шт	15	14
Собівартість товарної продукції	грн	21652,43	20043,6
Чисельність промислово-виробничого персоналу:			
- всього	чол	30	27
- основних робітників	чол	23	20
Фондомісткість продукції	грн/шт	11768,56	11040,24
Умовна річна економія	грн	-	4022075
Річний економічний ефект	грн	-	4295195
Термін окупності капітальних вкладень	роки	-	0,54
Місячний оклад основних робітників:			
- правильники	грн	20374,2	20374,2
- розмічувальники	грн	24541,65	20451,38
- різальники	грн	25559,63	20644,31
- очищувальники	грн	20447,7	20447,7
- складальники	грн	27368,46	22649,76
- зварювальники	грн	26437,95	24034,5
- зачищувальники	грн	26542,69	20644,31
- контролери	грн	24089,63	24089,63
- транспортувальники	грн	22638	22638

5 ОХОРОНА ПРАЦІ

5.1 Вплив компонентів зварювального аерозолію на здоров'я працівника

Незважаючи на те, що зварювальні матеріали та обладнання створюються з метою задовольнити вимоги щодо якості шва і забезпечити високу продуктивність праці, усе суворішими стають вимоги щодо забезпечення необхідної чистоти повітря у виробничому приміщенні. Для задоволення цих взаємо-суперечливих вимог усе частіше приходять до компромісних рішень, які дозволяють певною мірою поліпшити і гігієнічні характеристики процесів зварювання. Широкі можливості для зменшення виділень зварювальних аерозолів (далі ЗА) та його токсичності можна здійснити шляхом зміни складу зварювального матеріалу. Багато з таких змін можна здійснювати, уникаючи негативного впливу на зварювальний процес. Це необхідно враховувати на стадії розробки нових матеріалів або вдосконалення вже існуючих, керуючись при ньому викладеними в даному розділі закономірностями. При розробці технології зварювання вибір режиму необхідно здійснювати в кожному конкретному випадку з урахуванням вимог до зварюваної конструкції. Деяких поліпшень гігієнічних характеристик можна досягти шляхом специфічних змін зварювального обладнання: застосуванням джерел живлення, що дозволяють керувати переносом електродного металу, використанням під час зварювання модульованого струму, а також зміною (при зварюванні в захисних газах) конструкції пальника. Слід також враховувати, що існують різні способи зварювання, не завжди взаємозамінні, однак залежно від конкретних умов зварювання та вимог до швів усе ж таки є можливості вибирати в деяких випадках ті способи, які дозволяють значно поліпшити умови праці [9, с.50-51].

Для забезпечення максимального поліпшення гігієнічних характеристик зварювальних процесів необхідно керуватися системним підходом. Для того

					КР.422.19.00.00.000.ПЗ	Арк.
						59
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

щоб звести шкідливість ЗА та його дію на організм до мінімуму необхідно вибирати оптимальне поєднання таких технологічних способів зниження рівня виділення шкідливих речовин [9, с.51]:

- по можливості необхідно застосовувати способи зварювання та види зварювальних матеріалів, що забезпечують знижений рівень виділень ЗА;

- необхідно вибирати режими зварювання, які забезпечують мінімальне виділення ЗА, або уникати режимів, при яких утворюється підвищена кількість аерозолі;

- для зменшення виділень ЗА (при зварюванні покритими електродами, під флюсом та порошковим дротом) необхідно збільшувати у складі зварювальних шлаків вміст структуроутворюючих аніонів кремнію, титану та алюмінію при одночасному скороченні в ньому вмісту калію, натрію, магнію та кальцію. При можливості необхідно використовувати зварювальні матеріали зі шлаковою основою рутилового типу;

- для зниження у складі ЗА канцерогенного шестивалентного хрому слід зменшити у складі шлакоутворюючої основи вміст оксидів калію та натрію;

- бажано обмежувати у складі шлаку вміст летких сполук марганцю і фтору;

- легувати метал зварного шва бажано шляхом введення хрому, нікелю та марганцю до складу стрижня електрода, а не в покриття;

- знижувати токсичність ЗА можна шляхом введення до складу зварювальних матеріалів певної кількості елемента-регулятора, що має високу відносну летючість пари (на 2...3 порядки вище порівняно зі шкідливою речовиною, вміст якої необхідно зменшити у складі ЗА) та значну (більше 5мг/м³) гранично допустиму концентрацію його аерозолі;

- при зварюванні в захисних газах для послаблення виділень ЗА необхідно зменшити окислювальну здатність захисного газу (суміші) шляхом введення до його складу інертного газу (аргону);

					КР.422.19.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		60

- при механізованому зварюванні в захисних газах доцільно застосовувати зварювальні дроти малих діаметрів;

- при зварюванні в захисних газах бажано збільшувати площу поверхні газового захисту шляхом застосування спеціального сопла з подвійною подачею газу;

- знижувати рівень утворення ЗА можна шляхом застосування спеціальних джерел струму, які дозволяють керувати переносом електродного металу, послабляти його розбризкування та зменшувати непотрібний надлишок енергії дуги, що йде на випаровування [9, с.51].

Отже, вплив зварювальних аерозолів має дуже негативний ефект на здоров'я зварювальників, тому що від цього страждає їх дихальна система та виникають різні захворювання, щоб цього не було, то повинна бути справною система вентиляції у приміщенні, де виконуються зварювальні роботи.

5.2 Правила охорони праці та пожежної безпеки під час виготовлення причепа автомобільного Сармат 2112

Зварювання причепа автомобільного Сармат 2112 відбувається у вуглекислому газі плавким електродом, при цьому процес супроводжується сильним розбризкуванням металу, особливо при малій густині струму. Це може привести до виникнення певного роду небезпеки. Загоряння може виникати і через несправність зварювального обладнання і через проведення електрозварювальних робіт в приміщеннях, які погано захищені від пожеж, поблизу легко займистих матеріалів і речовин. Тому необхідно вжити заходів, які б запобігли можливості виникнення вибухів і пожеж.

В пожежо- і вибухонебезпечних місцях зварювальні роботи можна проводити лише після ретельного прибирання вибухопожежонебезпечної продукції, очистки апаратури і приміщення до повного видалення вибухонебезпечного пилу і речовин, горючих рідин і їх парів. Приміщення необхідно безперервно вентилювати і встановлювати систематичний контроль

					<i>КР.422.19.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						61
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

за станом повітряного середовища шляхом проведення експрес-аналізу із застосуванням газоаналізаторів.

Зварювальні роботи за межами зварювального цеху можуть проводитись лише при узгодженні із заводською пожежною охороною, яка вказує, які заходи пожежної безпеки необхідно вжити перед початком робіт.

Місця, які відведені для проведення зварювальних робіт та встановлення зварювальних агрегатів і трансформаторів, повинні бути очищені від легкозаймистих матеріалів в радіусі не менше 5м. При проведенні зварювальних робіт в будівлях і спорудах та інших місцях при наявності поблизу цих робіт легкозаймистих конструкцій, останні повинні бути надійно захищені від займання металевими екранами або іншими захисними пристроями, при цьому повинні бути вжиті заходи, які зменшують утворення іскор і попадання їх на конструкції.

При проведенні зварювальних робіт забороняється користуватись оджею і рукавицями із слідами мастил і жирів, бензину та інших горючих рідин, зберігати в зварювальних кабінах спецодяг, горючі рідини та інші легкозаймисті матеріали чи предмети. Забороняється також проводити зварювання свіжопофарбованих конструкцій до повного висихання фарби, зварювальних апаратів і комунікацій під напругою, які заповнені горючими і токсичними матеріалами, негорючими рідинами, газами, парами, повітрям, які знаходяться під тиском.

Перед початком зварювальних робіт необхідно перевірити справність зварювальної апаратури, підготувати робоче місце відповідно до вимог пожежної безпеки, зокрема наявність засобів пожежогасіння, внутрішніх пожежних кранів, піску, вогнегасників. Якщо робоче місце не відповідає вимогам, то до виконання зварювальних робіт приступати не можна. Під час роботи не слід допускати попадання іскор розплавленого металу на конструкції і матеріали, які загоряються, а після роботи необхідно ретельно оглянути робоче місце.

					КР.422.19.00.00.000.ПЗ	Арк.
						62
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Особи, які не пройшли інструктаж з техніки безпеки при зварювальних роботах, а також ті, які не пройшли попередню перевірку знань з правил пожежної безпеки, до виконання зварювальних робіт, навіть тимчасових не допускаються.

Отже дотримання основних вимог, щодо правил з охорони праці та пожежної безпеки відіграє важливу роль при виготовленні причепа автомобільного Сармат 2112, тому що від цього залежить життя і здоров'я людей, які там працюють, а це є найважливішим фактором для життєдіяльності всього підприємства.

					КР.422.19.00.00.000.ПЗ	Арк.
						63
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

У межах даної роботи проведено аналіз технології зварювання автомобільного причепа САРМАТ 2112 та обладнання, що використовується для його виготовлення. Виявлено низку недоліків, які стримують підвищення продуктивності та не забезпечують належної якості виробу.

На основі отриманих результатів запропоновано вдосконалення технологічного процесу зварювання, що дозволяє досягти стабільної якості зварних швів і підвищити ефективність виробництва.

Для підтвердження доцільності впровадження нової технології виконано економічне обґрунтування та здійснено вибір оптимального обладнання.

Зварювальні роботи виконуються із застосуванням комплекту для зварювання РАТОН ProMIG-350-15-4-400 V AC/DC WK. В якості матеріалів використовується зварювальний дріт Св-08Г2С та вуглекислий газ вищого сорту.

					КР.422.19.00.00.000.ПЗ	Арк.
						64
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Сталь 09Г2С. Низьколеговані сталі: веб-сайт. URL: https://metinvest-smc.com/ua/steel/stal-09g2s/?srsltid=AfmBOornZHhtGRLg5d8lk3rdqRnrlG39_xSYRY3TykTJtsbuzWzBVD9s (дата звернення: 20.05.2026).
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://drawings.zp.ua/index.php/literatura/87-metallurgiya/zwariuvannia-i-sporidneni-protsessy/zahal-na-literatura-po-zwariuvanniu/558-A-a-i-tekhnologiya-i-obladnannia-zwariuvannia-plavlenniam> (дата звернення: 24.05.2026).
5. Биковський О.Г., Пінковський І.В. Довідник зварника. Київ: Техніка, 2002. 336 с.
6. Комплект для зварювання PATON ProMIG-350-15-4-400 V AC/DC WK. Зварювальні апарати Патон: веб-сайт. URL: https://rozetka.com.ua/ua/350304711/p350304711/?gad_source=1&gad_campaignid=16905247628&gbraid=0AAAAACciNTy0z9MFXPgQ6wZZeGAp-RNEP&gclid=CjwKCAjw3tzHBhBREiwAlMJ0UmJ9M5lZvKmlB8K_QRpsXXJDgIj5iDiNol9lEdLVeRmri6o14d4choCQV0QAvD_BwE (дата звернення: 24.05.2026).
7. 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).
8. Редьква О.З. Економіка та організація виробництва: методичні вказівки до виконання дипломного проекту. Тернопіль: ВСП «ТФК ТНТУ», 2022. 30 с.

					КР.422.19.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		65

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

					КР.422.19.00.00.000.ПЗ	Арк.
						66
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ДОДАТКИ

					КР.422.19.00.00.000.ПЗ	Арк.
						67
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		