

**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**  
**навісу автомобільного**

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

**Тарас СЯМРО**

Керівник

**Богдан БЕРЕЖЕНКО**

Рецензент

м. Тернопіль – 2024

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

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

ЗАТВЕРДЖУЮ  
Голова циклової комісії  
\_\_\_\_\_ Марія ДРАНІВСЬКА

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2024 року

З А В Д А Н Н Я

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

**СЯМРО Тарасу Васильовичу**

**Тема роботи** \_\_\_\_\_ Проект \_\_\_\_\_ вдосконалення \_\_\_\_\_ технологічного \_\_\_\_\_ процесу  
виготовлення навісу автомобільного \_\_\_\_\_

**Керівник роботи** \_\_\_\_\_ БЕРЕЖЕНКО Богдан Миколайович  
(прізвище, ім'я, по батькові)

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

**Термін подання студентом роботи** \_\_\_\_\_ 20.06.2024р.

**Вихідні дані до роботи** \_\_\_\_\_ креслення виробу, базовий технологічний процес  
виготовлення виробу \_\_\_\_\_

**Зміст розрахунково-пояснювальної записки**

**1 АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ** \_\_\_\_\_

1.1 Опис конструкції зварного виробу \_\_\_\_\_

1.2 Характеристика матеріалу зварного виробу \_\_\_\_\_

1.3 Технічні умови на виготовлення зварного виробу (зварної конструкції) \_\_\_\_\_

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

**2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ** \_\_\_\_\_

2.1 Технічне обґрунтування вибраного способу зварювання \_\_\_\_\_

2.2 Вибір зварювальних матеріалів \_\_\_\_\_

2.3 Вибір та розрахунок параметрів режиму зварювання \_\_\_\_\_

2.4 Вибір і обґрунтування зварювального устаткування \_\_\_\_\_

2.5 Вибір методу контролю якості виробу \_\_\_\_\_

2.6 Опис вибраного технологічного процесу виготовлення зварного  
виробу (конструкції) \_\_\_\_\_

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

### 3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

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

3.2 Опис роботи зварювального пристосування

### 4 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ

4.1 Розрахунок кількості обладнання

4.2 Розрахунок кількості працівників

4.3 Визначення витрат і вартості основних матеріалів

4.4 Розрахунок фонду оплати праці

4.5 Калькуляція собівартості деталі

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

4.7 Основні техніко-економічні показники розробленого технологічного процесу

### 5 ОХОРОНА ПРАЦІ

5.1 Захист від світлової радіації при зварюванні та різанні металоконструкцій

5.2 Порядок проведення атестації робочих місць за умовами праці

5.3 Обґрунтування вимог охорони праці та пожежної безпеки під час виконання зварювальних робіт виготовлення навісу автомобільного

### **Перелік графічного матеріалу**

1. Технологічний процес виготовлення навісу автомобільного – 1.0 (форм. А1)

2. Складальне креслення навісу автомобільного – 1.0 (форм. А3)

3. Складальне креслення апарату зварювального Jasic – 1.0 (форм. А1)

4. Складальне креслення електричного ланцюгового підймача SWF – 1.0 (форм. А1)

### **Консультанти розділів роботи**

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

Дата видачі завдання 20.05.2024р.

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

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

Студент

\_\_\_\_\_

( підпис )

Тарас СЯМРО

\_\_\_\_\_

(ім'я, прізвище)

Керівник роботи

\_\_\_\_\_

( підпис )

Богдан БЕРЕЖЕНКО

\_\_\_\_\_

(ім'я, прізвище)

## **АНОТАЦІЯ**

Процеси зварювання відіграють важливу роль при виготовленні металевих конструкцій будь-якого рівня складності. Особливістю технологічного процесу виготовлення навісу автомобільного 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 car canopy 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 . . . . .	9
1.3 Технічні умови на виготовлення зварної конструкції . . . . .	10
1.3.1 Вимоги до матеріалів і напівфабрикатів . . . . .	10
1.3.2 Вимоги до шорсткості, геометричності форми та розмірів	11
1.3.3 Вимоги до зварних з'єднань виробу . . . . .	11
1.3.4 Вимоги до складання . . . . .	12
1.3.5 Вимоги до якості зварної конструкції . . . . .	12
1.4 Аналіз базового технологічного процесу виготовлення зварної конструкції та постановка задач на виконання кваліфікаційної роботи . . . . .	13
2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ . . . . .	16
2.1 Технічне обґрунтування вибраного способу зварювання . . . . .	16
2.2 Вибір зварювальних матеріалів . . . . .	18
2.3 Вибір та розрахунок параметрів режиму зварювання . . . . .	19
2.4 Вибір і обґрунтування зварювального устаткування . . . . .	23
2.5 Вибір методу контролю якості виробу . . . . .	26
2.6 Опис вибраного технологічного процесу виготовлення зварної конструкції . . . . .	28
2.6.1 Заготівельні операції . . . . .	29
2.6.2 Складальні операції . . . . .	31
2.6.3 Складально-зварювальні операції . . . . .	31

					<i>КР.422.21.00.00.000.ПЗ</i>					
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>Проект вдосконалення техноло- гічного процесу виготовлення навісу автомобільного Пояснювальна записка</i>					
<i>Розроб.</i>	<i>Сямро</i>							<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>	<i>Береженко</i>								4	73
<i>Реценз.</i>								<i>ВСП «ТФК ТНТУ», гр. ПМ-422ск</i>		
<i>Н. Контр.</i>	<i>Залуцька</i>									
<i>Затв.</i>	<i>Дранівська</i>									

2.6.4	Опоряджувальні операції	. . . . .	32
2.6.5	Допоміжні операції	. . . . .	32
2.6.6	Контроль якості	. . . . .	33
2.7	Нормування технологічного процесу виготовлення зварної конструкції і витрат матеріалів та електроенергії	. . . . .	33
3	КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ	. . . . .	37
3.1	Обґрунтування вибору типу пристосувань, які застосовуються при виготовленні конструкції.	. . . . .	37
3.2	Опис роботи зварювального пристосування	. . . . .	40
4	ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ	. . . . .	42
4.1	Розрахунок кількості обладнання	. . . . .	42
4.2	Розрахунок кількості працівників	. . . . .	48
4.3	Визначення витрат і вартості основних матеріалів	. . . . .	51
4.4	Розрахунок фонду оплати праці	. . . . .	52
4.5	Калькуляція собівартості виробу	. . . . .	58
4.6	Розрахунок суми капіталовкладень для розробленого технологічного процесу та його економічної ефективності	. . . . .	59
4.7	Основні техніко-економічні показники розробленого технологічного процесу	. . . . .	60
5	ОХОРОНА ПРАЦІ	. . . . .	63
5.1	Захист від світлової радіації при зварюванні та різанні металоконструкцій	. . . . .	63
5.2	Порядок проведення атестації робочих місць за умовами праці	. . . . .	65
5.3	Обґрунтування вимог ОП та пожежної безпеки під час виконання зварювальних робіт виготовлення навісу автомобільного	. . . . .	67
	ВИСНОВКИ	. . . . .	70
	ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	. . . . .	71
	ДОДАТКИ	. . . . .	73

## 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 економію 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].

					<i>КР.422.21.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6



# 1 АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ

## 1.1 Опис конструкції зварного виробу

Навіс автомобільний – це металева зварна конструкція, яка використовується з метою протидії випаданню атмосферних опадів на тій ділянці, де відповідно вона встановлена. Зображення навісу показане на рисунку 1.1.

Навіс автомобільний є відповідальною конструкцією, який встановлюється на тверду основу, за допомогою чотирьох стовпів на яких монтується накриття – балки, прогони, дуги, декори, стійки та розкоси. Для забезпечення високої міцності, жорсткості та надійності навіс виготовляється з металу.

Для виготовлення автомобільного навісу використовується профільний прокат із труб 100x100x4,0; 60x60x3,0; 50x50x3,0; 40x40x2,0; 30x30x2,0. Конструкція має такі габаритні розміри: висота – 3700 мм, ширина – 7200 мм, глибина – довжина 6200 мм.

### 1.1.1 Технічні вимоги до зварного виробу

Виготовлення автомобільного навісу повинно виконуватись із забезпеченням вимог:

- 1) процес складання має відповідати вимогам креслень та технічних умов;
- 2) деталі конструкції повинні забезпечувати потрібну точність та бути чистими без забруднень та окалини;
- 3) процес зварювання повинен здійснюватися на робочих місцях спеціалізованих діляниць та майстерень;
- 4) перед виконанням зварювання, складені деталі конструкції повинні бути прийняті технічним контролем;

					КР.422.21.00.00.000.ПЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

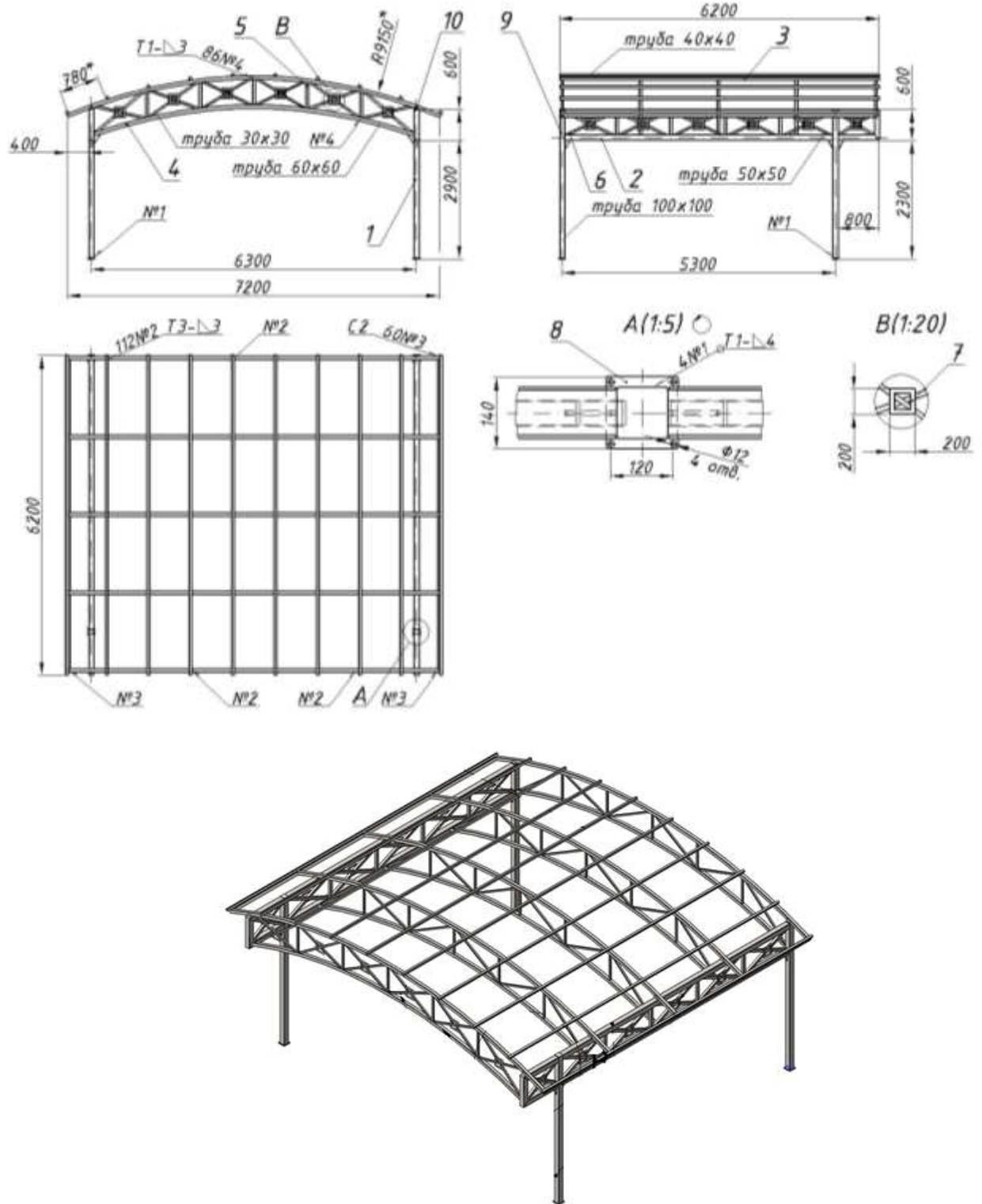


Рисунок 1.1 – Навіс автомобільний

1 – стовп, 2 – балка, 3 – прогін, 4 – дуга, 5 – стійка, 6 – розкіс, 7 – декор,  
8 – фланець, 9 – косинець, 10 – заглушка

					КР.422.21.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

5) використовуване обладнання повинно задовольняти відповідні параметри режиму роботи;

6) використовувати найбільш придатний та продуктивний спосіб зварювання, ручне використовується тільки тоді, якщо будь-який інший спосіб буде непридатний або малоефективний.

## 1.2 Характеристика матеріалу зварного виробу

Навіс автомобільний виготовляється із низьколегованої конструкційної сталі марки 09Г2С, яка характеризується підвищеною міцністю, корозійностійкістю в агресивних умовах, високою витривалістю та має достатню пластичність навіть при мінусових температурах.

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

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

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

Таблиця 1.2 – Механічні властивості сталі 09Г2С [2]

Переріз, мм	$\sigma_T$ , МПа	$\sigma_B$ , МПа	$\delta_5$ , %
До 10	не менше		
	345	490	21

Зварюваність розраховується для визначення схильності металу до утворення зварних дефектів за результатами обчислення еквівалентного вмісту вуглецю  $C_{екв}$  [3, с.127]:

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

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

Одержимо:

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

Еквівалентний вміст вуглецю перевищує 0,45, тому для якісного зварювання сталі марки 09Г2С з формуванням монолітних швів потрібно використовувати попередній підігрів, що дозволить зменшити швидкість охолодження, а відповідно і утворення тріщин.

### 1.3 Технічні умови на виготовлення зварної конструкції

#### 1.3.1 Вимоги до матеріалів і напівфабрикатів

Виготовлення автомобільного навісу здійснюється тільки із застосуванням якісних матеріалів та напівфабрикатів, які відповідають технічним умовам конструкції та мають супроводжуючу документацію, яка підтверджує їх якість.

Основний матеріал вибирається із врахуванням типу зварюваності та класу конструкції, яка залежить від умов експлуатації.

Напівфабрикати не повинні мати дефектів та зазнавати попередніх впливів, які б знижували їх експлуатаційну надійність. Якщо напівфабрикати містять допустимі дефекти, які не впливають на експлуатаційну міцність, то їх видаляють за допомогою механічних методів.

Основними вимогами, які ставляться до матеріалів та напівфабрикатів –

					<i>КР.422.21.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

це відповідність хімічного складу та механічних властивостей технічним умовам, які розробляються ще на етапі проектування.

### 1.3.2 Вимоги до шорсткості, геометричності форми та розмірів

Якість та економічність зварної конструкції залежить від точності отримуваних заготовок під зварювання, чистоти їх поверхонь та правильності і послідовності виконання складальних операцій. Розроблення кромek виконується методами механічного різання із забезпеченням рівної поверхні різку, при цьому величина можливих нерівностей не повинна перевищувати 0,5 мм.

Важливою технічною вимогою, яка висувається до конструкції є її належна жорсткість, яка повинна витримувати навантаження, які виникатимуть в процесі експлуатації.

Шорсткість має важливе значення для поверхонь, які між собою контактують, але враховуючи тип даної конструкції загальна її шорсткість становить  $R_a = 50$ .

Точність розмірів автомобільного навісу повинна бути досягнута відразу ж після зварювального процесу, без додаткового використання рихтувальних робіт. В технічних умовах на виготовлення конструкції повинні міститися вимоги, які стосуються геометричної форми, розмірів, можливого перекосу і зміщення деталей одна відносно іншої в процесі виконання технологічних операцій.

### 1.3.3 Вимоги до зварних з'єднань виробу

Вимоги, які пред'являються до зварних з'єднань характеризують відповідність їх властивостей основному металу. Надійність з'єднань характеризується їх достатньою міцністю, витривалістю до діючих зовнішніх навантажень та несприятливих умов оточуючого середовища.

					КР.422.21.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

Великий вплив на міцність зварних з'єднань мають дефекти, такі як тріщини, непровари, включення, крихкість металу шва і зони термічного впливу та ін. Тому в ході розроблення технологічного процесу виготовлення автомобільного навісу велику увагу треба приділити вибору матеріалів, способу зварювання, застосуванню складально-зварювальних пристосувань, які б зменшували або взагалі виключали імовірність утворення дефектів.

При виконанні зварювання потрібно забезпечити зручність накладання швів, при цьому потрібно слідкувати, щоб осі деталей конструкції перетиналися в центрі складального вузла.

### **1.3.4 Вимоги до складання**

Перш ніж приступити до процесу складання, потрібно перевірити відповідність отриманих заготовок кресленням, їх габаритні розміри, якість підготовки поверхонь та наявність кромки. Відповідність та зазори між складальними деталями повинні відповідати стандартам:

- ручне дугове зварювання покритими електродами – 5264;
- автоматичне зварювання під флюсом – 8713;
- механізоване зварювання в захисних газах – 14771.

Виконання складальних операцій повинно здійснюватися на спеціалізованих пристосуваннях, для того щоб задовільнити умови високої точності виконання процесу.

Місця стикування деталей повинні бути попередньо очищені від іржі, окалини та інших забруднень, які можуть спричинити появу дефектів у зварних з'єднаннях.

### **1.3.5 Вимоги до якості зварної конструкції**

Якість зварної конструкції безпосередньо залежить від її технологічності, яка визначає мінімальні перерізи зварних швів при збереженні їх відповідних показників міцності та високої якості. Також

					<i>КР.422.21.00.00.000.ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		12

потрібно забезпечити можливість виконання зварювання в нижньому положенні, так як тут досягаються найкращі умови для формування шва.

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

Найнебезпечнішим дефектом, який може бути присутнім в навісі автомобільному є тріщини, як в металі шва, так і зоні термічного впливу, тому що вони мають здатність рости і з часом можуть викликати руйнування конструкції.

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

В базовому технологічному процесі виготовлення автомобільного навісу використовується спосіб ручного зварювання покритими електродами згідно відповідного стандарту. В якості обладнання застосовуються інверторні зварювальні апарати марки ІСА-230/Т Протон, з номінальним зварювальним струмом 230 А.

В якості зварювальних матеріалів використовуються електроди класу Е46, марки АНО-21, з рутиловим покриттям Р11, діаметром 3 мм.

Зварювання автомобільного навісу виконується на параметрах режиму, які представлені в таблиці 1.3.

Таблиця 1.3 – Параметри режиму зварювання автомобільного навісу

Параметри	Значення
Струм зварювання, А	140
Діаметр покритого електрода, мм	3,0
Товщина зварюваного металу, мм	4,0

Для виготовлення металевих конструкції різної конфігурації та розмірів все ширше застосовується процес зварювання, незважаючи на те, що існує висока імовірність утворення дефектів у зварних з'єднаннях, таких як напливів, підрізів, непроварів, пор, тріщин, різного роду включень та інших дефектів. Тобто процес зварювання виконується із забезпеченням потрібної якості конструкції, яка є сукупністю всіх властивостей, що відповідають призначенню конструкції.

Визначення технологічних властивостей зварних з'єднань обумовлюється проведенням ряду механічних випробувань, які дозволяють визначити показники міцності та пластичності зварних швів та співставити їх з технічними умовами на виготовлення конструкції.

Найбільш використовуваними механічними випробуваннями зварних з'єднань є:

- 1) статичні випробування на розтяг, які дозволяють визначити границю міцності;
- 2) динамічні випробування, за допомогою яких визначається ударна в'язкість та пластичність.

Контролюють якість зварної конструкції зовнішнім оглядом, який найбільше використовується завдяки своїй доступності та достатній інформаційності.

Базовий технологічний процес виготовлення автомобільного навісу має декілька недоліків, а саме:

- зварювання виконується ручним дуговим способом, що не відповідає необхідній продуктивності в умовах серійного виробництва;
- використання додаткових робіт, які пов'язані із зачищенням швів від шлаку, що утворюється із застосуванням вищезгаданого способу зварювання;
- оновлення технологічного складального устаткування, що дозволить підвищити рівень виконання складальних операцій.

					<i>КР.422.21.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14



В оновленому технологічному процесі виготовлення автомобільного навісу існуючі недоліки можна виправити наступним чином:

- зварювання конструкції виконувати напівавтоматичним способом в захисній суміші аргону та вуглекислого газу;
- використання механізованого продуктивного устаткування для виконання слюсарних робіт;
- застосування спеціального складального устаткування, яке дозволяє прикладати та знімати притискне зусилля без створення додаткових перешкод виконанню процесу зварювання.

					<i>КР.422.21.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

## 2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

### 2.1 Технічне обґрунтування вибраного способу зварювання

Доцільність застосування того чи іншого способу зварювання ще аналізується на стадії проектування конструкції та залежить від її технологічності, зварюваності основного металу, техніко-економічних показників, а також ефективності механізації та автоматизації зварювальних процесів. Вибір способу зварювання має важливе значення, тому що це основна операція при виготовленні зварних конструкцій від якої залежить якість виготовлюваної продукції.

Навіс автомобільний зварюється швами невеликої довжини, що знаходяться в різних просторових положеннях, тому це буде мати вирішальний вплив для вибору способу зварювання. Найбільш доцільними способами зварювання для даної конструкції будуть ручне дугове та напівавтоматичне зварювання в середовищу захисних газів. Конфігурації конструкції навісу не дозволяє використання автоматичних способів зварювання.

Так як автомобільний навіс виготовляється у великих кількостях, то ручне дугове зварювання не забезпечує необхідної продуктивності процесу, тому що потрібно вручну змінювати електроди по ходу їх використання, а також додаткове знімання шлаку з поверхонь швів, який виконує захисну функцію в процесі горіння дуги та плавлення металу. Хоча спосіб є відносно простим, загальнодоступним, універсальним та дозволяє отримувати якісні шви. Його в основному застосовують тоді, коли використання інших способів є неможливим або недоцільним.

Напівавтоматичне зварювання має багато переваг порівняно з ручним, а саме: механізована подача зварювального дроту, що робить його більш продуктивним, захист металу зварювальної ванни захисними газами без формування шлакового шару на поверхні шва, тому непотрібні роботи по

					<i>КР.422.21.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

додатковому його зніманні, висока універсальність, маневреність, що дозволяє зварювати шви різної довжини та в різних просторових положеннях, хоча нижнє положення забезпечує найкращі умови для формування швів. Зварювання в захисних газах має багато переваг, але і цьому способу притаманні недоліки, які пов'язані з надмірним розбризкуванням, що потребує додаткового зачищення прилягаючих поверхонь зварних деталей, а також виконання цього способу зварювання можливе тільки в закритих приміщеннях без протягів, тому що відкритий простір негативно впливає на захисні функції газового середовища здуваючи його.

Тому в технологічному процесі виготовлення навісу автомобільного використовується спосіб напівавтоматичного зварювання в середовищі захисних газів, а саме у суміші аргону 82% і вуглекислого газу 18%.

Схема даного способу зварювання приведена на рисунку 2.1.

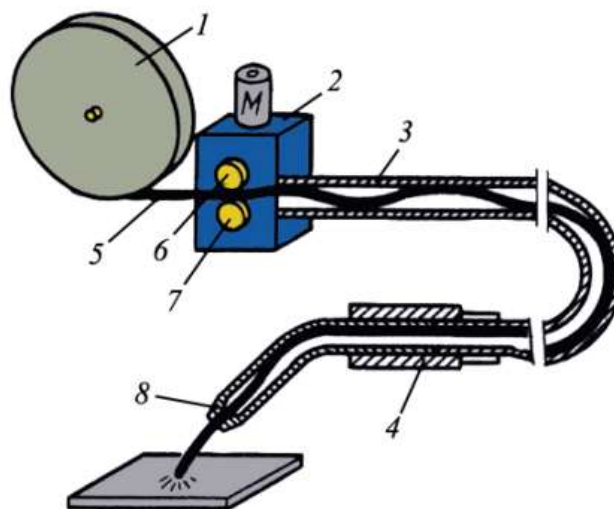


Рисунок 2.1 - Схема напівавтоматичного зварювання у суміші захисних газів [1, с.163]

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

					КР.422.21.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

## 2.2 Вибір зварювальних матеріалів

Зварювання в захисних сумішах має деякі переваги порівняно з традиційним вуглекислим газом. Так не змінюючи технології та устаткування можна досягнути вищу швидкість зварювання за рахунок покращення стабільності горіння дуги, що дозволяє отримати струменеве з додатковим нагнітанням перенесення металу в зварювальну ванну підвищуючи при цьому якість на надійність утворених швів. Швидкість подачі дроту в зону зварювання може бути збільшена з 6 до 14 м/хв, без негативного впливу на зварювальний процес. Зварювання в захисних сумішах забезпечує ідеальне формування зварних швів при мінімальному забрудненні прилягаючих поверхонь, так як перенесення електродного металу відбувається струменевим методом.

Тому для виготовлення автомобільного навісу використовується захисна суміш, яка складається з аргону та вуглекислого газу вищих сортів в пропорціях – 82% Ar+18% CO<sub>2</sub>.

Отримання необхідних механічних характеристик зварних з'єднань при зварюванні сталі СтЗсп досягається використанням зварювального дроту марки Св-08Г2С. Необхідна кількість в його складі марганцю та кремнію забезпечує добре розкислення зварювальної ванни із забезпеченням достатньої пластичності наплавленого металу. Хімічний склад зварювального дроту представлений в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 - Хімічний склад зварювального дроту Св-08Г2С [3, с.177]

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

Цей дрiт поставляється з обмiдною поверхнею, щоб вберегти його вiд рiзного роду забруднень та дефектiв та протидiї протiкання корозiйних процесiв.

### 2.3 Вибiр та розрахунок параметрiв режиму зварювання

Вибiр чи розрахунок параметрiв режиму зварювання виконується з умови забезпечення вiдповiдної мiцностi зварних з'єднань, для стикових – це ширина шва, а для кутових – величина катета шва. Оскiльки навiс автомобiльний зварюються великою кiлькiстю таврових з'єднань, то розрахунок буде проводитися для шва Т1 з катетом 4 мм, який з'єднує стовпи iз фланцями, що крiпляться до основи, тому вiн є найбільш вiдповiдальним. Зображення таврового з'єднання типу Т1 показано на рисунку 2.2.

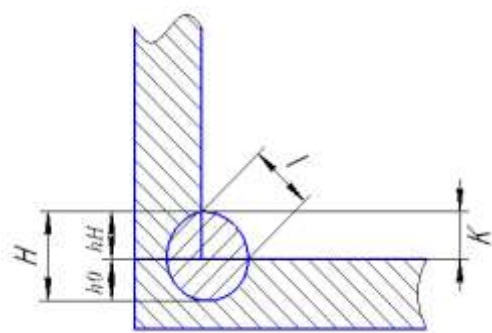


Рисунок 2.2 - Схема таврового з'єднання типу Т1

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

Визначаємо площу наплавленого металу  $F_n$  за формулою [4, с.196]:

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

					КР.422.21.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Пiдпис	Дата		19

де  $K$  – катет шва,  $K=4$  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.192]:

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

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

Визначаємо ширину шва  $l$ , за формулою [4, с.192]:

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

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

Визначаємо загальну висоту шва  $H$  за формулою [4, с.193]:

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

Будемо мати:

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

вибираємо значення  $\psi_m$ , яке знаходиться в інтервалі величин 0,8 – 2,0 мм [4,с.196],  $\psi_m=1,25$ .

Одержимо наступне:

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

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

					<i>KP.422.21.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

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

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

Для отримання зварного шва з величиною катета 4 мм, будемо використовувати зварювальний 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].

$$I_{зв} = \frac{1,697}{1,45} \cdot 100 = 117,034 \quad I_{зв} \approx 120 \text{ А.}$$

Тому, величина зварювального струму буде рівною 120 А.

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

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

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

$\rho$  – густина зварювального дроту, для сталі  $\rho=7,8 \times 10^3$  кг/м<sup>3</sup>;

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

$$F_{ел} = \frac{\pi \cdot d_e^2}{4} = \frac{3,14159 \cdot 1,2^2}{4} = 1,1309 \text{ мм}^2.$$

Тоді:

$$V_{н.д.} = \frac{12 \cdot 10^{-3} \cdot 120}{1,1309 \cdot 10^{-6} \cdot 7,8 \cdot 10^3} = 163,2468 \text{ м/год.}$$

					<i>КР.422.21.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

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

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

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

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

Округлюємо  $U_{\delta}=25$  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 дроту, в даному випадку для  $d_e = 1,2$  мм –  $A = 2 \cdot 10^3 \text{ А} \cdot \text{м} / \text{год}$  [4, с.194]:

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

Швидкість зварювання буде рівною  $V_{зв}=16$  м/год.

Перевіряємо правильність вибраного діаметра дроту за формулою [4, с.193]:

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

де  $\gamma$  – допустима густина електричного струму, для дроту діаметром 1,2 мм  $\gamma=75 \dots 300 \text{ А/мм}^2$  [4, с.193],

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

що задовольняє умову вибору.

					<i>КР.422.21.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22



Виліт зварювального дроту буде складати  $l_d = 12$  мм [5, с.103].

Витрати захисного газу  $Q_{\Gamma} = 5$  л/хв [6, с.287].

Значення параметрів зварювання навісу автомобільного представлені в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Параметри режиму зварювання автомобільного навісу

Назва	Символ	Одиниці вимірювання	Значення
Сила зварювального струму	$I_{зв}$	А	120
Напруга на дузі	$U_d$	В	25
Діаметр зварювального дроту	$d_e$	мм	1,2
Виліт зварювального дроту	$l_d$	мм	12
Швидкість зварювання	$V_{зв}$	м/год	16
Швидкість подачі дроту	$V_{п.д.}$	м/год	165
Витрати захисного газу	$Q_{\Gamma}$	л/хв	5

#### 2.4 Вибір і обґрунтування зварювального устаткування

Зварювання автомобільного навісу виконується інверторним напівавтоматом марки Jasic MIG-350P, який призначений для механізованого зварювання.

Jasic MIG-350P – це зварювальний інвертор промислового типу для механізованого способу на постійному струмі (DC) в захисних газах із застосуванням дроту суцільного перерізу (MIG/MAG) та ручним дуговим зварюванням (MMA) [7].

Особливість інверторного напівавтомата Jasic MIG-350P – це виконання зварювальних робіт в напівавтоматичному імпульсному режимі (MIG/MAG

Pulse), який забезпечує мінімальне розбризкування, контроль ступені проплавлення і контрольоване дрібнокапельне перенесення електродного металу. Однак при зварюванні нержавіючих сталей, нікелю та інших сплавів потрібно враховувати властивість цих матеріалів до надлишкового тепло вкладення, яке притаманне зварювальним процесам. Імпульсне зварювання в цьому варіанті – оптимальне вирішення, оскільки рівень вкладення тепла низький, відповідно менша імовірність деформації деталей і отримання бракованих виробів. Для зварювання тонкого алюмінію використовується режим зварювання з подвійним імпульсом MIG/MAG Double Pulse (Twin Pulse), що ще більше делікатний до рівня вкладання тепла.

Керування інвертором відбувається за допомогою високошвидкісного процесора. Основні параметри зварювання задаються програмою, і в подальшому не потребують радикального залучення зварювальника. Синергетичне керування забезпечує вибір найбільш придатного режиму зварювання залежно від типу і товщини дроту, а також виду використовуваного захисного газу. Вибраний синергетичний процес автоматичної підтримки необхідної робочої напруги, що забезпечує стійке горіння зварювальної дуги в процесі роботи і полегшує зварювальнику вибір оптимальних параметрів режиму зварювання. Панель керування сенсорна з двома дисплеями для індикації параметрів.

Інверторний напівавтомат Jasic MIG-350P – це апарат великої потужності, з метою підвищення його продуктивності до комплекту входять маневрений пальник та блок охолодження рідинного типу. Подавальний механізм 4-х роликів, що винесений в окремий корпус з тримачем для пальника. Потужність пристрою достатня для роботи пальниками зі шланг-пакетом до 5 м. Для надійного захисту дроту від попадання вологи та інших забруднень використовується спеціальний бокс, який виготовлений із міцного пластику. Також на апараті передбачена можливість встановлення катушок дроту вагою до 15 кг. Щоб зручніше було транспортувати зварювальний

					<i>КР.422.21.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

апарат, а також блок охолодження використовується спеціальний візок з платформою для великого газового балону. Механізм подачі дроту монтується на турель, що дозволяє виконувати його обертання на 360°. Комплект даного зварювального устаткування є добре продуманим тому це забезпечує зручність у роботі всього комплексу: підвищена його прохідність за рахунок використання високих коліс, можливість закріплення балонів на візку за допомогою ланцюгів, з обох боків вертикальні стійки для кріплення кабелів і шлангів [7].

Технічні характеристики напівавтомату представлені у таблиці 2.3, а його загальний вигляд на рисунку 2.3.

Таблиця 2.3 – Технічні характеристики напівавтомата Jasic MIG-350P [7]

Найменування	Показник
Вид зварювання	MMA MIG MAG
Напруга мережі живлення, В	380 ± 15% (3 фази)
Тип зварювального струму	DC
Регулювання зварювального струму (MMA), А	10 – 350
Регулювання зварювального струму (MIG/MAG), А	60 – 350
Періодичність вмикання (40 °С), %	60
Напруга холостого ходу, В	65
Діапазон робочої напруги, В	17 – 31,5
Кількість роликів	4
Повна споживча потужність, кВА	18
Швидкість подачі дроту, м/хв	1 – 18
Коефіцієнт корисної дії, %	85
Коефіцієнт потужності ( $\cos \varphi$ )	0,85
Клас ізоляції	F
Ступінь захисту	IP21S
Габаритні розміри (Д х Ш х В), мм	780 x 380 x 610
Маса, кг	40



Рисунок 2.3 – Загальний вигляд напівавтомата Jasic MIG-350P [7]

## 2.5 Вибір методу контролю якості виробу

Вхідні зварювальні матеріали повинні відповідати вимогам, що до них пред'являються, в даному випадку це основний метал, зварювальний дріт та захисна суміш. Відповідність їх якості має бути підтверджена сертифікатами відповідно до використовуваного технологічного процесу на основі нормативної документації та існуючих стандартів.

Контролю підлягають не тільки використовувані основні та допоміжні матеріали, але і зварювальне устаткування. Так у зварювальних апаратах перевіряється стан контрольних приладів, регулюючих механізмів, надійність ізоляції та довжину провідників, стан і надійність електричних контактів. Якщо зварювальний процес відбувається у захисних газах, то перевіряється технічний стан пальників, шлангів, редукторів тиску та витратомірів.

Правильність режимів зварювання контролюється за значеннями зварювального струму, напруги, швидкості переміщення пальника чи

					<i>КР.422.21.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

електродотримача, по відповідних приладах або за якістю формування зварного шва. Також можуть використовуватись еталони зварних швів для їх порівняння з робочими зразками.

Контроль якості зварних з'єднань виконується зовнішнім оглядом, як одним із найдешевших, простих та інформативних методів виявлення дефектів. Ним контролюється якість підготовки деталей та їх поверхонь до зварювання, а також вже готових зварних швів. Цей метод використовується для виявлення зовнішніх дефектів, таких як поверхневих тріщин, подрізів, напливів, незаварених кратерів та ін. Зовнішні розміри швів, а також їх підсилення контролюються еталонними шаблонами і обмірюваннями.

Тому для загального контролю якості автомобільного навісу використовуються одночасно два методи контролю:

- візуально-оптичний метод (зовнішнім оглядом);
- метод ультразвукової дефектоскопії (вибірковий).

Наявність внутрішніх дефектів у зварних з'єднаннях конструкції визначають ультразвуковим контролем ехо-імпульсним методом. Суть його полягає у відбиванні ультразвукових хвиль від дефектів, які зустрічаються на їхньому шляху, за рахунок різного акустичного опору порівняно з основним металом. Ці хвилі реєструються на спеціальному приладі – дефектоскопі, якщо дефект присутній, то на його екран йде сповіщення у вигляді ехо-сигналу. Метод називається імпульсним, тому що введення ультразвукових коливань не відбувається постійно, а імпульсно – переривчасто. Цим методом контролюють всі види з'єднань з їх розміщенням у всіх положеннях та місцях конструкції. Ультразвукова дефектоскопія дозволяє виявляти дефекти, що залягають на глибині до 5000 мм. Перевагою ехо-імпульсного контролю також є можливість виконувати перевірку з'єднань тільки з однієї сторони, так як двосторонній доступ не завжди можна забезпечити, тому введення і приймання сигналів здійснюється одним перетворювачем. Схеми контролю різних типів зварних з'єднань показано на рисунку 2.4.

					КР.422.21.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

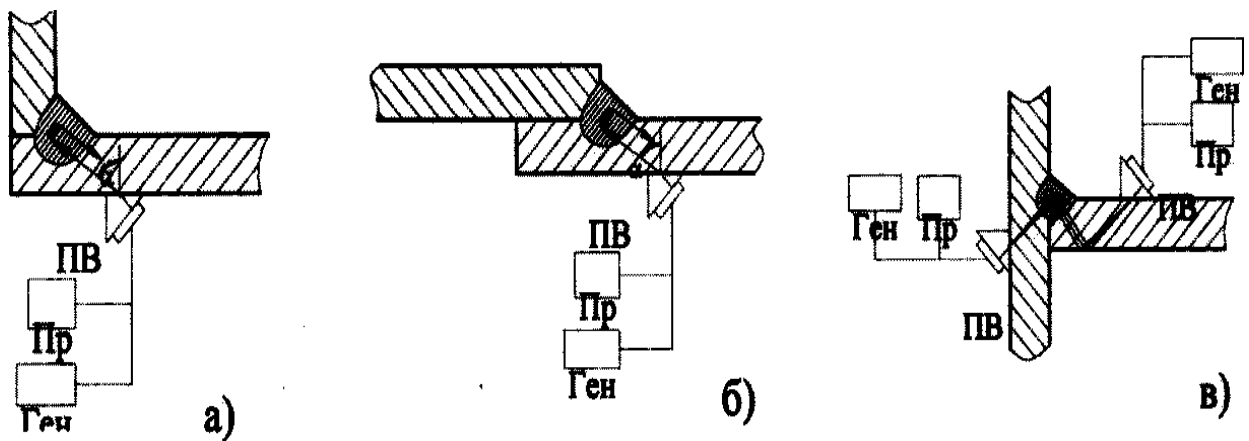


Рисунок 2.4 - Схеми ультразвукового контролю зварних з'єднань

а) - схема контролю кутових з'єднань; б) - схема контролю напусккових з'єднань; в) - схема контролю таврових з'єднань; ПВ - перетворювач випромінювання; Пр - приймач; Ген - генератор;  $\alpha$  - кут введення ультразвукової хвилі

## 2.6 Опис вибраного технологічного процесу виготовлення зварної конструкції

Технологічний процес виготовлення навісу автомобільного зазнав деяких змін порівняно із базовим, а саме:

- зварювання відбувається на розрахованих параметрах режиму відповідно до типу з'єднання;
- використання сучасного ефективного зварювального устаткування;
- зміна способу зварювання з ручного на механізоване в суміші захисних газів.

Ці зміни дозволяють покращити якість отриманих зварних швів, зменшити забрудненість контактуючих поверхонь зварювальних деталей присадним матеріалом, зменшити трудомісткість виконуваних операцій та підвищити продуктивність виконання технологічного процесу, що дасть значний економічний ефект.

					КР.422.21.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

## 2.6.1 Заготівельні операції

Технологічний процес виготовлення автомобільного навісу розпочинається із заготівельних операцій, які виконують з метою отримання деталей, що в подальшому сформуєть саму зварну конструкцію.

Першим відбувається очищення металопрокату від забруднень у дробоструменевих камерах.

Розмічування виконується за допомогою рулетки, лінійки металевої, маркера, кернера та відповідних шаблонів, які дозволяють суттєво підвищити продуктивність та зменшити трудові затрати.

Різання заготовок, що представляють собою профільні труби різного перерізу, здійснюється за допомогою відрізної пили марки Makita 2114, яка зображена на рисунку 2.5.



Рисунок 2.5 – Загальний вигляд відрізної пили Makita 2114 NB [8]

Для виконання отворів у фланцях, які служать місцями закріплення навісу до твердої, використовується операція свердління із застосуванням свердлильного верстата марки Bosch PBD 40, який представлений на рисунку 2.6.

					КР.422.21.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29



Рисунок 2.6 – Загальний вигляд свердлильного верстата Bosch PBD 40 [9]

Одержання дугових заготовок для яких характерним є певний радіальний вигин потрібно використовувати згинальні операції. Тому в технологічному процесі буде застосовуватись дорновий трубозгинальний верстат Cansa CNC38 R1 [10], який показаний на рисунку 2.7.



Рисунок 2.7 – Дорновий трубозгинальний верстат Cansa CNC38 R1 [10]

Додаткове очищення зварної конструкції проводиться з метою видалення наявних забруднень, для цього використовуються кутові шліфувальні машини марки DWT WS13-180D (рис. 2.8) та щітки 6-рядні Intertool BT-0009.

					<i>КР.422.21.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30





Рисунок 2.8 – Загальний вигляд кутової шліфувальної машини марки DWT WS13-180D [11]

### 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

Виготовлення автомобільного навісу відбувається із використанням складально-зварювальних операцій, які полягають в одночасному виконанні складання і зварювання на спеціальному пристосуванні.

Суть виконання цих операцій полягає в наступному:

- встановити у пристосуванні деталі накриття: балки, прогони, дуги, стійки, розкоси і декори, зафіксувати їх та прихопити;
- зварити складену одиницю;
- звільнити її з пристосування;

					<i>КР.422.21.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

- аналогічним чином виконати складання та зварювання стовпів із фланцями і косинцями, які сформуєть ще чотири окремі складальні одиниці;
- встановити дані складальні одиниці в пристосуванні згідно проектного положення, вставити їх із дотриманням необхідних зазорів;
- виконати прихоплення цих складальних одиниць;
- виконати загальне зварювання конструкції;
- звільнити зварену конструкцію із пристосування та доставити її на іншу ділянку для виконання наступних операцій технологічного процесу.

#### **2.6.4 Опоряджувальні операції**

Конструкція виготовляється способом механізованого зварювання, яке супроводжується налипанням крапель на поверхні з'єднаних деталей. Тому потрібно виконати їх видалення застосовуючи слідуючий інструмент: окуляри захисні Truper Active Cipi, молоток слюсарний Tolsen 500 г, зубило слюсарне Juso 400 мм, кутова шліфувальна машина DWT WS13-180D, щітка 6-рядна INTERTOOL BT-0009.

#### **2.6.5 Допоміжні операції**

До цих операцій відноситься цілий цикл робіт, які полягають в налаштуваннях використовуваного технологічного обладнання, наприклад на зварювальному напівавтоматі встановлюють величини зварювального струму, швидкості подачі зварювального дроту та витрати захисного газу.

Коли відбувається складання, потрібно доставити деталі на складальну ділянку та виконати роботи по їх встановленні у пристосування, після цього потрібно звільнити зварену конструкцію та доставити її до ділянки зачищення і контролю якості.

					<i>КР.422.21.00.00.000.ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		32

## 2.6.6 Контроль якості

Якість автомобільного навісу контролюють використовуючи для цього:

- вхідний контроль – перевірка матеріалів, які необхідні для виготовлення конструкції;
- поопераційний контроль – перевірка виконання операцій заготівельних, складальних, зварювальних опоряджувальних, допоміжних відповідності технологічному процесові виготовлення конструкції;
- кінцевий контроль якості – перевірка зварних з'єднань на наявність дефектів та контрольні вимірювання габаритних розмірів конструкції.

Кінцевий контроль проводиться із застосуванням зовнішнього огляду та ультразвукового ехо-імпульсного методу із використанням дефектоскопа УД 2301 Novotest, що показаний на рисунку 2.9.



Рисунок 2.9 – Ультразвуковий дефектоскоп УД 2301 Novotest [12]

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

Так як для виготовлення конструкції використовується спосіб напівавтоматичного зварювання в захисних газах, то нормуванню підлягають витрати електричної енергії, зварювального дроту та захисної суміші. Методи визначення витрат матеріалів у зварювальному виробництві та їх загальні

					<i>КР.422.21.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

правила встановлюються стандартом ДСТУ 3159-95 «Ресурсозбереження. Нормування витрат зварювальних матеріалів. Загальні вимоги, методи визначення нормативів ручного і механізованого електрозварювання».

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

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

де  $\alpha_n$  – коефіцієнт наплавлення, він визначає кількість наплавленого металу протягом 1 години горіння дуги, при силі струму 1 А, для нашої ситуації  $\alpha_n = 14$  г/Агод;

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

$l_{ш}$  – загальна довжина зварних швів,  $l_{ш}=10,8$  м.

Підставивши значення отримаємо:

$$Q_n = 14 \cdot 10^{-3} \cdot 120 \cdot 10,8 = 18,14 \text{ кг.}$$

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

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

де  $Q_p$  – маса розплавленого електродного матеріалу,

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

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

$$Q_p = 18,14 \cdot 0,7 = 12,7 \text{ кг,}$$

$Q_{нп}$  – маса наплавленого металу,

					<i>КР.422.21.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

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

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

$$Q_{нп} = 18,14 \cdot 0,5 = 9,07 \text{ кг.}$$

Тоді:

$$H_{ел} = 12,7 + 9,07 = 21,77 \text{ кг.}$$

Норми витрат захисного газу обчислюються за формулою [13, 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 зварювального дроту,  $K_z=0,85\dots 0,9$ ;

$$H_z = 12,7 \cdot 0,9 = 11,43 \text{ кг.}$$

Обчислюємо витрати електроенергії на 1 кг наплавленого металу за формулою:

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

де –  $U_d$  напруга на дузі, В;

$\eta_n$  – коефіцієнт корисної дії, %;

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

$$E = \frac{25}{14 \cdot 0,85 \cdot 0,75} = 2,8 \text{ кВт.}$$

Витрати електроенергії на 1 м шва обчислюються за формулою:

					КР.422.21.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

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

де  $t_0$  – час зварювання одного метра шва,  $t_0=0,063$  год;

$$E = \frac{0,01 \cdot 25 \cdot 120 \cdot 0,063}{0,85 \cdot 0,75} = 2,97 \text{ кВт} \cdot \text{год.}$$

Витрати електроенергії на зварювання цілого виробу обчислюються:

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

$$E_{\Sigma} = 2,97 \cdot 10,8 = 31,02 \text{ кВт.}$$

					<i>КР.422.21.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

## 3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

### 3.1 Обґрунтування вибору типу пристосувань, які застосовуються при виготовленні конструкції

Виготовлення зварних конструкцій можливе із застосуванням складально-зварювальних пристосувань, які розділяються на три групи, кожна з яких включає в себе ще різні їх типи.

1. Складальні пристрої. Вони призначені для фіксації і закріплення складальних конструкцій із забезпеченням необхідної точності складання і якості зварювальних конструкцій. Конструкція цих пристроїв визначається габаритними розмірами і формою складального виробу, технологічним процесом зварювання, а також типом і об'ємом виготовлюваної продукції.

За призначенням ці пристрої бувають тільки складальними, які використовуються суто для виконання складальних операцій та складально-зварювальними, в яких крім складання також виконуються зварювання виробу чи конструкції.

Будова цих пристроїв складається із силової конструкції (каркасу або рами), притискачів, притискачів, фіксаторів, силових механізмів притискання, обертання чи переміщення виробів.

Складальні пристрої класифікуються на наступні типи:

- елементи закріплення та фіксації складальних деталей – опори, упори, фіксатори, затискачі, притискачі, пальці, гнізда та ін.;
- прості переносні пристрої – стяжки, струбцини, домкрати, різного роду механічні притискачі та ін.;
- неповоротні пристрої – складальні плити, столи і стелажі;
- універсальні складальні пристрої, які призначені для складання виробів будь-якої форми і які комплектуються самоцентрувальними патронами, бабками та іншими деталями;

					<i>КР.422.21.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

- стаціонарні складальні та складально-зварювальні стенди і кондуктори;

- поворотні складально-зварювальні кондуктори;

- спеціалізовані складально-зварювальні машини.

2. Поворотні пристосування. Їх призначення полягає в обертанні зварюваних виробів і конструкцій із маршовою та робочою швидкістю зварювання. Вони використовуються не тільки при виконанні зварювальних операцій, а також при додатковій механічній обробці, контролі якості та інших технологічних операцій. До цих пристосувань відносяться: обертачі, позиціонери, роликові стенди, маніпулятори, кантувачі, обертальні зварювальні столи та інше обладнання.

3. Пристосування для переміщення зварювального обладнання та зварників. Це обладнання призначене для встановлення та переміщення зварювальних апаратів з відповідною швидкістю, а також для розташування зварників для зручного виконання зварювального процесу. До цих пристосувань відносяться: зварювальні візки різного типу, підйомально-поворотні колони, пристрої спеціальної конструкції для переміщення зварювальних автоматів та головок, спеціальні площадки та балкони зварників, що дозволяють розміщатися персоналу при виконанні зварювальних робіт на висоті.

Більшість цих пристосувань є стандартизованими та уніфікованими та випускаються серійно. Однак їх застосування для виготовлення конкретних зварних конструкцій може бути недостатньо для повної механізації процесу. Тому розробляючи технологічний процес виготовлення зварних конструкцій потрібно при необхідності розробляти спеціальне устаткування з уніфікованими вузлами та механізмами, як для виконання основних операцій – виготовлення заготовок, складання та зварювання, так і допоміжних перевантажувальних і транспортних операцій. Це необхідно використовувати

					<i>КР.422.21.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38



для того, щоб отримати комплексну механізовану установку чи автоматизовану лінію при виготовленні зварних конструкцій.

Виготовлення навісу автомобільного відбувається із застосуванням складально-зварювальних пристосувань – пристроїв із об'ємною рамою на якій змонтовані фіксуючі та закріплюючі елементи. На даному обладнанні проводять складання і зварювання виробів, тому їх основа повинна бути жорсткою.

Якість виконання зварних швів на виробі залежить від їх положення при зварюванні. Найкращі умови протікання зварювального процесу забезпечуються, коли шви знаходяться в нижньому положенні. Тому виконання зварювання навісу передбачає постійне його кантування, отже з цією метою застосовуються електричні ланцюгові підіймачі моделі SWF (див. рис. 3.1).

Електричний ланцюговий підіймач SWF обладнаний двигуном потужністю 3,5 кВт, що дозволяє забезпечити максимальну вантажо підйомність 3200 кг зі швидкістю підймання 4 м/хв.

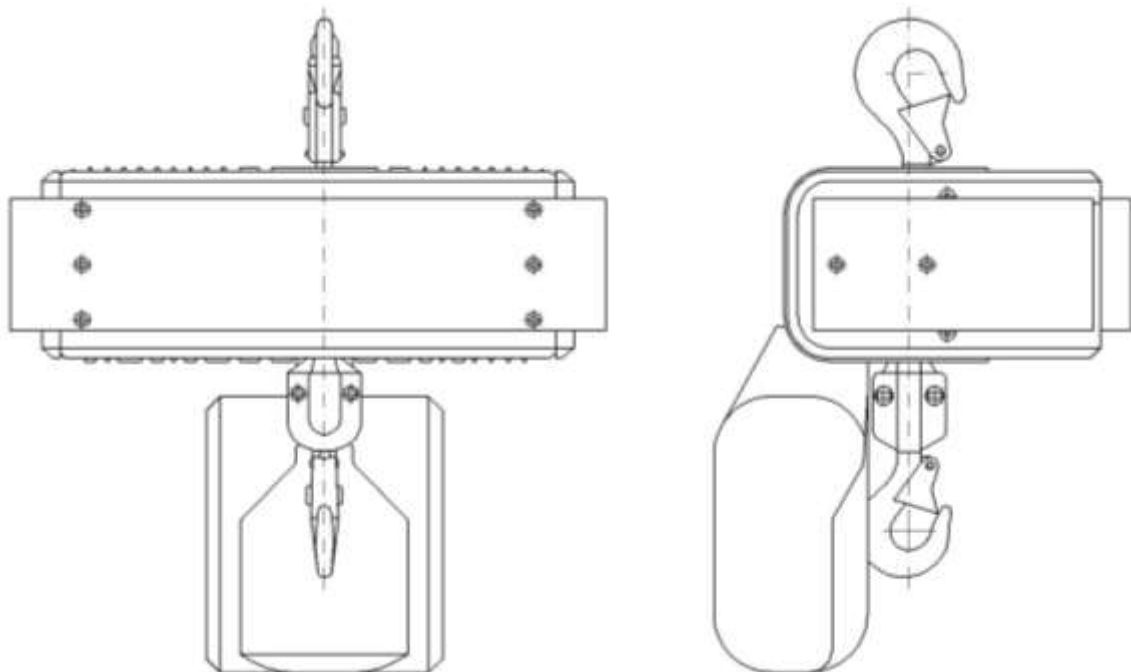


Рисунок 3.1 – Електричний ланцюговий підіймач моделі SWF

					<i>КР.422.21.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

### 3.2 Опис роботи зварювального пристосування

Технологічний процес виготовлення автомобільного навісу містить основні складально-зварювальні операції, які займаються найбільше часу порівняно з іншими. Тому для збереження потрібної точності та регламентованої якості конструкції використовується складально-зварювальне обладнання, яке в процесі роботи повинно забезпечувати:

- установлення деталей в зварюваному вузлі без приганяльних операцій;
- точність складання в межах установлених кресленнями допусків;
- вільний доступ до місця виконання прихоплень та зварювання;
- найбільш вигідний порядок складання та послідовність виконання зварних швів;
- надійне закріплення зварюваного виробу притискачами;
- можливість зварювання в нижньому положенні;
- швидке відведення тепла від місця інтенсивного нагрівання;
- зниження зварювальних деформацій та напружень у вузлі;
- захист усіх базових та установочних поверхонь;
- надійний захист базових та установочних елементів, силових елементів, корпусу оснастки від прилипання зварювальних бризок;
- необхідну міцність та жорсткість елементів пристрою;
- виключення можливості заклинювання затискних механізмів під дією зварювальних деформацій;
- вільне знімання (витягування) складеного або звареного виробу з пристрою;
- ремонтоспроможність (можливість зміни швидкозношуваних деталей та відновлення необхідної точності пристрою);
- технологічність пристрою;
- безпека експлуатації (наявність самогальмівних пристроїв та ін.);

					<i>КР.422.21.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

- широке використання типових уніфікованих, нормалізованих та стандартних деталей, вузлів і механізмів, що сприяє зменшенню їх собівартості, строків проектування та виготовлення [14, с.24-25].

Виконання складально-зварювальних операцій на пристосуванні при виготовленні автомобільного навісу відбувається наступним чином:

- встановити у пристосуванні деталі накриття: балки, прогони, дуги, стійки, розкоси і декори, зафіксувати їх та прихопити;
- зварити складену одиницю;
- звільнити її з пристосування;
- аналогічним чином виконати складання та зварювання стовпів із фланцями і косинцями, які сформують ще чотири окремі складальні одиниці;
- встановити дані складальні одиниці в пристосуванні згідно проектного положення, вставити їх із дотриманням необхідних зазорів;
- виконати прихоплення цих складальних одиниць;
- виконати загальне зварювання конструкції;
- звільнити зварену конструкцію із пристосування та доставити її на іншу ділянку для виконання наступних операцій технологічного процесу.

					<i>КР.422.21.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

## 4 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ

### 4.1 Розрахунок кількості обладнання

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

Таблиця 4.1 - Характеристика навісу автомобільного

Показник	Одиниці вимірюв.	Кількісна чи вартісна оцінка	
		фізичні дані	проектні дані
Габарити виробу	мм	7200x6200x3700	
Сума витрат по видах та марках основних матеріалів на виріб:			
профільний прокат 09Г2С	кг	947	
зварювальний дріт Св-08Г2С	кг	4,77	
захисний газ (суміш – Ar 82% +CO <sub>2</sub> 18%)	кг	11,4	
Розміри поворотних відходів на виріб	кг	18	
Ціна придбання матеріалу за кг:			
профільний прокат:			
сталь 09Г2С	грн	45,32	45,26
зварювальний дріт Св-08Г2С	грн	144,21	138,75
захисний газ (суміш – Ar 82% +CO <sub>2</sub> 18%)	грн	37,5	37
Ціна реалізації поворотних відходів	грн	90	

					КР.422.21.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

Таблиця 4.2 - Характеристика технологічного процесу виготовлення навісу автомобільного

Зміст операції	Варианти	Устаткування		Інструменти		Розряд роботи	Штучні норми часу
		Назва	Ціна, грн	Назва	Ціна, грн		
1	2	3	4	5	6	7	8
Розмічування	$\frac{3}{П}$			рулетка	193	IV	$\frac{4,4}{4,2}$
				лінійка	149		
				кернер	155		
				маркер	85		
Різання	$\frac{3}{П}$	Відрізна пилка Makita 2114 NB	20400			IV	$\frac{4,5}{4,4}$
Свердління	$\frac{3}{П}$	Свердлильний верстат Bosch PBD 40	14000	молоток	170	IV	1,7
Очищування	$\frac{3}{П}$	Дробоструменева камера	3240400	щіпка Intertool BT-0009	50	III	$\frac{3,9}{3,2}$
Складання	$\frac{3}{П}$	Пристосування	216000	молоток	170	IV	$\frac{5,5}{4,5}$
Зварювання	$\frac{3}{П}$	Зв. напівавтомат Jasic MIG-350P	170000			IV	$\frac{4,4}{4,2}$
Зачищування	$\frac{3}{П}$	Кутова шліф. машина DWT WS13-180D	3440	диск зачисний NovoAbrasive	91	III	$\frac{3,9}{3,1}$
				180x6,0x22,2			
				молоток	170		
Контроль якості	$\frac{3}{П}$	Ультразвуковий дефектоскоп УД 2301 «Novotest»	54500	лупа Економіх, 50 мм 3х	75	VI	3,0
Транспортні операції	$\frac{3}{П}$	Ланцюговий підйомач SWF	139000			IV	1,6

Штучна норма часу:

а) по технологічних операціях: по заводу 31,3;

по проекту 28,3;

					КР.422.21.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

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

Загальна штучна норма часу: по заводу 32,9;  
по проекту 29,9.

Для виготовлення навісу автомобільного застосовується технологічна форма організації виробництва. Режим роботи на ділянці приймаємо перервний при одній зміні в день. Дійсний фонд часу роботи устаткування визначаємо за формулою [15, с.9]:

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

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

$S$  - кількість робочих змін в добу;

$g$  - тривалість зміни, год;

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

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

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

Розрахунок проводять за формулою [15, с.10]:

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

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

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

$B_{пр}$  - програма випуску продукції, у нашому випадку  $B_{пр} = 1520 \text{ шт.}$

					<i>KP.422.21.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

Кількість робочих місць для виконання розмічування при виготовленні навісу автомобільного:

- заводський варіант:

$$n = \frac{4,4 \cdot 1520}{1903 \cdot 1,1} = 3,2 \approx 3 \text{шт.},$$

- проектний варіант:

$$n = \frac{4,2 \cdot 1520}{1903 \cdot 1,1} = 3,05 \approx 3 \text{шт.}$$

Для вирізання заготовок кількість робочих місць рівна:

- заводський варіант:

$$n = \frac{4,5 \cdot 1520}{1903 \cdot 1,1} = 3,27 \approx 3 \text{шт.},$$

- проектний варіант:

$$n = \frac{4,4 \cdot 1520}{1903 \cdot 1,1} = 3,19 \approx 3 \text{шт.}$$

Кількість робочих місць для свердління заготовок (за двома варіантами):

$$n = \frac{1,7 \cdot 1520}{1903 \cdot 1,1} = 1,23 \approx 1 \text{шт.}$$

Для очищування необхідно:

- заводський варіант:

$$n = \frac{3,9 \cdot 1520}{1903 \cdot 1,1} = 2,83 \approx 3 \text{шт.},$$

					КР.422.21.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

- проектний варіант:

$$n = \frac{3,2 \cdot 1520}{1903 \cdot 1,1} = 2,32 \approx 2 \text{шт.}$$

Для виконання складання кількість робочих рівна:

- заводський варіант:

$$n = \frac{5,5 \cdot 1520}{1903 \cdot 1,1} = 3,99 \approx 4 \text{шт.},$$

- проектний варіант:

$$n = \frac{4,5 \cdot 1520}{1903 \cdot 1,1} = 3,27 \approx 3 \text{шт.}$$

Для виконання процесу зварювання кількість робочих місць становить:

- заводський варіант:

$$n = \frac{4,4 \cdot 1520}{1903 \cdot 1,1} = 3,2 \approx 3 \text{шт.},$$

- проектний варіант:

$$n = \frac{4,2 \cdot 1520}{1903 \cdot 1,1} = 3,05 \approx 3 \text{шт.}$$

Кількість робочих місць для зачищення зварних швів:

- заводський варіант:

$$n = \frac{3,9 \cdot 1520}{1903 \cdot 1,1} = 2,83 \approx 3 \text{шт.},$$

					КР.422.21.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46



- проектний варіант:

$$n = \frac{3,1 \cdot 1520}{1903 \cdot 1,1} = 2,25 \approx 2 \text{шт.}$$

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

$$n = \frac{3,0 \cdot 1520}{1903 \cdot 1,1} = 2,18 \approx 2 \text{шт.}$$

Кількість транспортних засобів, які необхідні для виконання транспортних операцій визначається за формулою [15, с.12]:

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

де  $B_{mp}$  - кількість вантажних об'єктів іншого виду, що підлягають транспортуванню на протязі року, 1520 шт;

$m$  - кількість різновидів вантажних об'єктів;

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

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

$\Phi_n$  - номінальний річний фонд часу, год., приймається для однозмінної роботи рівним 2100 год;

$K_{кр}$  - коефіцієнт використання номінального фонду часу крана, приймається

$K_{кр} = 0,6 \dots 0,7$ .

$$n = \frac{1520 \cdot 1 \cdot 0,8}{2100 \cdot 0,7} = 0,83 \approx 1 \text{шт.}$$

Приймаємо один ланцюговий підіймач типу SWF для між операційного транспортування частин і виробу в цілому.

					<i>КР.422.21.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

## 4.2 Розрахунок кількості працівників

Розрахунок кількості основних працівників проводиться диференційовано для кожної професії. Хід розрахунку залежить від форми організації виробничого процесу. Для технологічної форми організації кількість основних робітників визначається за формулою [15, с.13]:

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

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

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

$B$  - об'єм випуску продукції на рік, приймаємо  $B_{np} = 1520$  шт;

$\Phi_{ef}$  - 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 розмічувальників:

- за заводським варіантом:

$$r_{oi} = \frac{1520 \cdot 4,4}{1850 \cdot 1,1} = 3,29 \approx 3 \text{ чол,}$$

- за проектним варіантом:

$$r_{oi} = \frac{1520 \cdot 4,2}{1850 \cdot 1,1} = 3,14 \approx 3 \text{ чол.}$$

Необхідна кількість різальників:

- за заводським варіантом:

					КР.422.21.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

$$r_{oi} = \frac{1520 \cdot 4,5}{1850 \cdot 1,1} = 3,36 \approx 3 \text{ чол,}$$

- за проектним варіантом:

$$r_{oi} = \frac{1520 \cdot 4,4}{1850 \cdot 1,1} = 3,29 \approx 3 \text{ чол.}$$

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

$$r_{oi} = \frac{1520 \cdot 1,7}{1850 \cdot 1,1} = 1,27 \approx 1 \text{ чол.}$$

Необхідна кількість робітників для виконання очищення:

- за заводським варіантом:

$$r_{oi} = \frac{1520 \cdot 3,9}{1850 \cdot 1,1} = 2,91 \approx 3 \text{ чол,}$$

- за проектним варіантом:

$$r_{oi} = \frac{1520 \cdot 3,2}{1850 \cdot 1,1} = 2,39 \approx 2 \text{ чол.}$$

Необхідна кількість складальників:

- за заводським варіантом:

$$r_{oi} = \frac{1520 \cdot 5,5}{1850 \cdot 1,1} = 4,1 \approx 4 \text{ чол,}$$

- за проектним варіантом:

					КР.422.21.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

$$r_{oi} = \frac{1520 \cdot 4,5}{1850 \cdot 1,1} = 3,36 \approx 3 \text{ чол.}$$

Необхідна кількість зварювальників:

- за заводським варіантом:

$$r_{oi} = \frac{1520 \cdot 4,4}{1850 \cdot 1,1} = 3,29 \approx 3 \text{ чол,}$$

- за проектним варіантом:

$$r_{oi} = \frac{1520 \cdot 4,2}{1850 \cdot 1,1} = 3,14 \approx 3 \text{ чол.}$$

Необхідна кількість зачищувальників:

- за заводським варіантом:

$$r_{oi} = \frac{1520 \cdot 3,9}{1850 \cdot 1,1} = 2,91 \approx 3 \text{ чол,}$$

- за проектним варіантом:

$$r_{oi} = \frac{1520 \cdot 3,1}{1850 \cdot 1,1} = 2,32 \approx 2 \text{ чол.}$$

Необхідна кількість контролерів (за двома варіантами):

$$r_{oi} = \frac{1520 \cdot 3,0}{1850 \cdot 1,1} = 2,24 \approx 2 \text{ чол.}$$

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

Результати розрахунків приведено у таблиці 4.3

					<i>КР.422.21.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

Таблиця 4.3 - Зведена відомість промислово-виробничого персоналу

Категорія працівників	Кількість		Середній розряд	
	З	П	З	П
1	2	3	4	5
Основні робітники:				
розмічувальники	3	3	IV	IV
різальники	3	3	IV	IV
свердлильники	1	1	IV	IV
очищувальники	3	2	III	III
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 ділянки	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.

					КР.422.21.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

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	45,32	45,26	42918,04	42861,22	65235420,8	65149054,4			
З/П	Зварюв. дріт Св-08Г2С	кг	144,21	138,75	687,88	661,84	1045580,18	1005993			
З/П	Захисна суміш – Ar 82% +CO <sub>2</sub> 18%	кг	37,5	37	427,5	421,8	649800	641136			
Р-ом					44033,42	43944,86	66930800,98	66796183,4			
В-нт	Транспортно-заготівельні витрати			Загальна сума, грн				Вартість поворотних відходів, грн			
	% ц. куп.	в грн. на один кг		на один виріб		на програму		на один виріб		на програму	
З/П	5	2,27	2,26	2145,9	2143,06	3261771,04	3257452,72	90	90	136800	136800
З/П	5	7,21	6,94	34,39	33,09	52279,01	50299,65				
З/П	5	1,88	1,85	21,38	21,09	32490	32056,8				
Р-ом		11,35	11,05	2201,67	2197,24	3346540,05	3339809,17	90	90	136800	136800

#### 4.4 Розрахунок фонду оплати праці

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

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

					КР.422.21.00.00.000.ПЗ						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							52

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

де  $y$  - кількість технологічних операцій;

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

Приймаємо заводські тарифні ставки для машинобудування (з врахуванням відповідних коефіцієнтів збільшення) [15, с.18].

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

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

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 [15, с.18]:

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

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 розмічувальників:

- заводський варіант:

$$Z_{oo} = 3,8 \cdot 26,5 \cdot 4,4 = 443,08 \text{ грн};$$

$$Z_{до} = 443,08 \cdot (0,2 + 0,15) = 155,08 \text{ грн};$$

$$Z_{но} = 443,08 \cdot 0,4 = 177,23 \text{ грн};$$

- проектний варіант:

$$Z_{oo} = 3,8 \cdot 26,5 \cdot 4,2 = 422,94 \text{ грн};$$

$$Z_{до} = 422,94 \cdot (0,2 + 0,15) = 148,03 \text{ грн};$$

					<i>КР.422.21.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

$$Z_{\text{по}} = 422,94 \cdot 0,4 = 169,18 \text{ грн.}$$

Затрати по оплаті праці різальників:

- заводський варіант:

$$Z_{\text{оо}} = 3,6 \cdot 27 \cdot 4,5 = 437,4 \text{ грн;}$$

$$Z_{\text{до}} = 437,4 \cdot (0,2 + 0,15) = 153,09 \text{ грн;}$$

$$Z_{\text{по}} = 437,4 \cdot 0,4 = 174,96 \text{ грн;}$$

- проектний варіант:

$$Z_{\text{оо}} = 3,6 \cdot 27 \cdot 4,4 = 427,68 \text{ грн;}$$

$$Z_{\text{до}} = 427,68 \cdot (0,2 + 0,15) = 149,69 \text{ грн;}$$

$$Z_{\text{по}} = 427,68 \cdot 0,4 = 171,07 \text{ грн.}$$

Затрати по оплаті праці свердлильників:

$$Z_{\text{оо}} = 9,7 \cdot 26,5 \cdot 1,7 = 436,99 \text{ грн;}$$

$$Z_{\text{до}} = 436,99 \cdot (0,2 + 0,15) = 152,95 \text{ грн;}$$

$$Z_{\text{по}} = 436,99 \cdot 0,4 = 174,79 \text{ грн.}$$

Затрати по оплаті праці очищувальників:

- заводський варіант:

$$Z_{\text{оо}} = 4,2 \cdot 27 \cdot 3,9 = 442,26 \text{ грн;}$$

$$Z_{\text{до}} = 442,26 \cdot (0,2 + 0,15) = 154,79 \text{ грн;}$$

$$Z_{\text{по}} = 442,26 \cdot 0,4 = 176,9 \text{ грн;}$$

- проектний варіант:

$$Z_{\text{оо}} = 4,2 \cdot 27 \cdot 3,2 = 362,88 \text{ грн;}$$

$$Z_{\text{до}} = 362,88 \cdot (0,2 + 0,15) = 127 \text{ грн;}$$

$$Z_{\text{по}} = 362,88 \cdot 0,4 = 145,15 \text{ грн.}$$

Затрати по оплаті праці складальників:

- заводський варіант:

$$Z_{\text{оо}} = 3,1 \cdot 28,5 \cdot 5,5 = 485,93 \text{ грн;}$$

$$Z_{\text{до}} = 485,93 \cdot (0,2 + 0,15) = 170,07 \text{ грн;}$$

$$Z_{\text{по}} = 485,93 \cdot 0,4 = 194,37 \text{ грн;}$$

- проектний варіант:

					<i>КР.422.21.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54



$$Z_{oo} = 3,1 \cdot 28,5 \cdot 4,5 = 397,58 \text{ грн};$$

$$Z_{до} = 397,58 \cdot (0,2 + 0,15) = 139,15 \text{ грн};$$

$$Z_{по} = 397,58 \cdot 0,4 = 159,03 \text{ грн.}$$

Затрати по оплаті праці зварювальників:

- заводський варіант:

$$Z_{oo} = 3,8 \cdot 29,5 \cdot 4,4 = 493,24 \text{ грн};$$

$$Z_{до} = 493,24 \cdot (0,2 + 0,15) = 172,63 \text{ грн};$$

$$Z_{по} = 493,24 \cdot 0,4 = 197,3 \text{ грн};$$

- проектний варіант:

$$Z_{oo} = 3,8 \cdot 29,5 \cdot 4,2 = 470,82 \text{ грн};$$

$$Z_{до} = 470,82 \cdot (0,2 + 0,15) = 164,79 \text{ грн};$$

$$Z_{по} = 470,82 \cdot 0,4 = 188,33 \text{ грн.}$$

Затрати по оплаті праці зачищувальників:

- заводський варіант:

$$Z_{oo} = 4,2 \cdot 27 \cdot 3,9 = 442,26 \text{ грн};$$

$$Z_{до} = 442,26 \cdot (0,2 + 0,15) = 154,79 \text{ грн};$$

$$Z_{по} = 442,26 \cdot 0,4 = 176,9 \text{ грн};$$

- проектний варіант:

$$Z_{oo} = 4,2 \cdot 27 \cdot 3,1 = 351,54 \text{ грн};$$

$$Z_{до} = 351,54 \cdot (0,2 + 0,15) = 123,04 \text{ грн};$$

$$Z_{по} = 351,54 \cdot 0,4 = 140,62 \text{ грн.}$$

Затрати по оплаті праці контролерів:

$$Z_{oo} = 5,2 \cdot 31 \cdot 3 = 483,6 \text{ грн};$$

$$Z_{до} = 483,6 \cdot (0,2 + 0,15) = 169,26 \text{ грн};$$

$$Z_{по} = 483,6 \cdot 0,4 = 193,44 \text{ грн.}$$

Затрати по оплаті праці транспортувальників:

$$Z_{oo} = 9 \cdot 31,5 \cdot 1,6 = 453,6 \text{ грн};$$

$$Z_{до} = 453,6 \cdot (0,2 + 0,15) = 158,76 \text{ грн};$$

$$Z_{по} = 453,6 \cdot 0,4 = 181,44 \text{ грн.}$$

					<i>КР.422.21.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

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

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

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

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

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

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

Затрати по оплаті праці налагоджувальників:

$$Z_{од} = 2 \cdot 36,25 \cdot 1850 = 134125 \text{ грн};$$

$$Z_{дд} = 134125 \cdot 0,35 = 46943,75 \text{ грн};$$

$$Z_{пд} = 134125 \cdot 0,4 = 53650 \text{ грн}.$$

Затрати по оплаті праці ремонтників:

$$Z_{од} = 2 \cdot 36,25 \cdot 1850 = 134125 \text{ грн};$$

$$Z_{дд} = 134125 \cdot 0,35 = 46943,75 \text{ грн};$$

$$Z_{пд} = 134125 \cdot 0,4 = 53650 \text{ грн}.$$

Затрати по оплаті праці електриків:

$$Z_{од} = 1 \cdot 36,25 \cdot 1850 = 67062,5 \text{ грн};$$

$$Z_{дд} = 67062,5 \cdot 0,35 = 23471,88 \text{ грн};$$

$$Z_{пд} = 67062,5 \cdot 0,4 = 26825 \text{ грн}.$$

Для інженерно-технічних робітників, службовців та молодшого обслуговуючого персоналу, розрахунок проводять на річну програму по місячному посадовому окладу одного працівника для кожної категорії працюючих за формулою [15, с.19]:

					КР.422.21.00.00.000.ПЗ	Арк.
						56
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

де  $Z_{on}$  - основна заробітна плата певних категорій працівників, грн;

$r_n$  - чисельність працівників відповідної категорії;

$O_m$  - місячний посадовий оклад одного працівника, грн;

12 - кількість місяців у році.

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

$$Z_{оп} = 1 \cdot 9550 \cdot 12 = 114600 \text{ грн ;}$$

$$Z_{дп} = 114600 \cdot 0,35 = 40110 \text{ грн;}$$

$$Z_{пп} = 114600 \cdot 0,4 = 45840 \text{ грн.}$$

Затрати по оплаті праці МОП:

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

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

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

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

Таблиця 4.5 - Зведена відомість річного фонду оплати праці

Категорії працівників	Основна зар. плата, грн		Додаткова зар. плата, грн			
			за шкідливість		інші доплати	
	З	П	З	П	З	П
1	2		3		4	
<b>Основ. робітники:</b>						
розмічувальники	336297,72	321011,46	117704,2	112354,01	134519,09	128404,58
різальники	331986,6	324609,12	116195,31	113613,19	132794,64	129843,65

Продовження таблиці 4.5

свердлильники	110557,21		38695,02		44222,88	
очишувальники	335675,34	183617,28	117486,37	64266,05	134270,14	73446,91
складальники	491756,1	301759,43	172114,64	105615,8	196702,44	120703,77
зварювальники	374369,16	357352,38	131029,21	125073,33	149747,66	142940,95
зачишувальники	335675,34	177879,24	117486,37	62257,73	134270,14	71151,7
контролери	244701,6		85645,56		97880,64	
транспортувальники	114760,8		40166,28		45904,32	
<b>Доп. робітники:</b>						
налагоджувальники	134125		46943,75		53650	
ремонтники	134125		46943,75		53650	
електрики	67062,5		23471,88		26825	
ІТР	114600		40110		45840	
МОП	102000		35700		40800	
Разом	3227692,37	2688161,01	1129692,33	940856,35	1815393,82	1599581,28

#### 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:	44033,42	43944,86
сталь 09Г2С	42918,04	42861,22
зварювальний дріт Св-08Г2С	687,88	661,84
захисна суміш (Ar 82% +CO <sub>2</sub> 18%)	427,5	421,8
Поворотні відходи	90	
Паливо та енергія на технологічні цілі	140,80	140,35
Основна заробітна плата основних робітників	1760,38	1405,43
Додаткова заробітна плата основних робітників	616,13	491,9
Премії та надбавки основних робітників	704,15	562,17

Продовження таблиці 4.6

Відрахування на соціальне страхування	43,13	34,43
Відрахування на медичне страхування	77,02	61,49
Витрати на утримання та експлуатацію устаткування	595,62	595,62
Цехові (дільничні) витрати	384,75	384,75
Всього цехова собівартість	48265,4	47531

**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 в натуральних одиницях		Вартість одиниці, грн		Затрати на перевезення та монтаж, грн	
	З	П	З	П	З	П
Будівлі та споруди					-	-
Устаткування:						
різальне	3	3	20400	20400	1020	1020
свердлильне	1	1	14000	14000	700	700
очишувальне	3	2	3240400	3240400	162020	162020
складальне	4	3	216000	216000	10800	10800
зварювальне	3	3	170000	170000	8500	8500
зачишувальне	3	2	3440	3440	172	172
контрольне	2	2	54500	54500	2725	2725
транспортне	1	1	139000	139000	6950	6950
Інструменти:						
молоток	8	6	170	170	8,5	8,5
диск зачисний	6	4	91	91	4,55	4,55
щітка	6	4	50	50	2,5	2,5
рулетка	3	3	193	193	9,65	9,65
кернер	3	3	155	155	7,75	7,75

Продовження таблиці 4.7

лінійка	5	5	149	149	7,45	7,45
маркер	3	3	85	85	4,25	4,25
лупа	2	2	75	75	3,75	3,75
Разом						
Види капітальних затрат	Загальна вартість, грн		Норма амортиз. відрах, %	Річна сума амортиз. відрах., грн		
	З	П		З	П	
Будівлі та споруди	4725000	4725000	5	236250	236250	
Устаткування:						
різальне	62220	62220	8	4977,6	4977,6	
свердлильне	14700	14700	8	1176	1176	
очишувальне	9883220	6642820	8	790657,6	531425,6	
складальне	874800	658800	7	61236	46116	
зварювальне	518500	518500	6,5	33702,5	33702,5	
зачишувальне	10492	7052	8	839,36	564,16	
контрольне	111725	111725	6	6703,5	6703,5	
транспортне	145950	145950	7	10216,5	10216,5	
Інструменти:						
молоток	1368,5	1028,5	16	218,96	164,56	
диск зачисний	550,55	368,55		88,09	58,97	
щітка	302,5	202,5		48,4	32,4	
рулетка	588,65	588,65		94,18	94,18	
кернер	472,75	472,75		75,64	75,64	
лінійка	752,45	752,45		120,39	120,39	
маркер	259,25	259,25		41,48	41,48	
лупа	153,75	153,75		24,6	24,6	
Разом	16351055,4	12890593,4			1146470,8	871744,08

**4.7 Основні техніко-економічні показники розробленого технологічного процесу**

Річний економічний ефект визначається за формулою [15, с.27]:

					КР.422.21.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		60

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

де  $C_{nз}$  - повна собівартість виробу за заводськими даними, грн ( $C_{nз} = 64531,13$  грн);

$C_{mn}$  - повна собівартість виробу за проектними даними, грн ( $C_{mn} = 61075,25$  грн);

$\Phi_{мз}$  - фондомісткість продукції за заводськими даними, грн/шт ( $\Phi_{мз} = 48265,4$  грн/шт);

$\Phi_{mn}$  - фондомісткість продукції за проектними даними, грн/шт ( $\Phi_{mn} = 47531$  грн/шт);

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

$$E_{\phi} = ((64531,13 + 0,15 \cdot 48265,4) - (61075,25 + 0,15 \cdot 47531)) \cdot 1520 = 5420380,8 \text{ грн.}$$

Термін окупності капітальних вкладень визначається за формулою [15, с.28]:

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

де  $\Phi_{осз}$  - вартість основних виробничих фондів за заводським варіантом, грн ( $\Phi_{осз} = 88567998,4$  грн);

$\Phi_{осп}$  - вартість основних виробничих фондів за проектним варіантом, грн ( $\Phi_{осп} = 84265972,8$  грн);

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

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

$$E_{ур} = 1520 \cdot (64531,13 - 61075,25) = 5252937,6 \text{ грн;}$$

$$T_{ок} = \frac{88567998,4 - 84265972,8}{5252937,6} = 0,82 \text{ р.}$$

					КР.422.21.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		61

Порівняльний аналіз техніко-економічних показників показано у таблиці 4.8.

Таблиця 4.8 - Основні техніко-економічні показники розробленого технологічного процесу

Показники	Одиниці вимірюв.	Величина	
		З	П
1	2	3	4
Річна програма випуску продукції	шт	1520	1520
Кількість технологічного устаткування	шт	18	16
Собівартість товарної продукції	грн	64531,13	61075,25
Чисельність промислово-виробничого персоналу:			
- всього	чол	30	27
- основних робітників	чол	23	20
Фондомісткість продукції	грн/шт	48265,4	47531
Умовна річна економія	грн	-	5252937,6
Річний економічний ефект	грн	-	5420380,8
Термін окупності капітальних вкладень	роки	-	0,82
Місячний оклад основних робітників:			
- розмічувальники	грн	16283,19	15543,05
- різальники	грн	16074,45	15717,24
- свердлильники	грн	16059,2	16059,2
- очищувальники	грн	16253,06	13335,84
- складальники	грн	17857,74	14610,88
- зварювальники	грн	18126,57	17302,64
- зачищувальники	грн	16253,06	12919,1
- контролери	грн	17772,3	17772,3
- транспортувальники	грн	16669,8	16669,8



## 5 ОХОРОНА ПРАЦІ

### 5.1 Захист від світлової радіації при зварюванні та різанні металоконструкцій

Для захисту очей і обличчя зварника від світлової радіації електричної дуги застосовують ручні щитки, маски або каски.

Ці вимоги регламентують захисні характеристики (відсутність проникнення випромінювання дуги, стійкість матеріалу корпусу до бризок розплавленого металу, питома електрична міцність матеріалу корпусу, опір ізоляції каски), а також масу, габаритні розміри й міцність щитка. Найважливішим і відповідальним елементом щитків є світлофільтри, призначені для захисту очей від ультрафіолетового, видимого та інфрачервоного випромінювання. Світлове випромінювання дуги повинне бути послаблене світлофільтрами в  $10^2 - 10^6$  разів. При цьому світлофільтри повинні мати достатню величину пропускання у видимій області спектра, що необхідно для спостереження за місцем зварювання [1, с.465].

Нині широко застосовують скляні світлофільтри серії С, які поділяють на 13 класів. Вони забезпечують захист очей від випромінювань при зварюванні та струмах від 5 до 1000 А [1, с.465].

Щитки випускають двох видів: із світлофільтром для нормального огляду (розміром 52x102 мм) і збільшеного (90x120 мм). Від подряпин, пропалів та інших пошкоджень зовні світлофільтр захищає скло товщиною до 2,5 мм. Усередині також установлюють прокладку з оргскла товщиною не більше 2 мм [1, с.465].

Захисні ручки й наголовні щитки для електрозварників із світлофільтрами для нормального та збільшеного огляду призначені для зварювання швів складної конфігурації (перехід із нижнього положення у

					КР.422.21.00.00.000.ПЗ	Арк.
						63
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

стельове, вертикальне та в зворотному напрямку, для зварювання з підвищеною швидкістю або у важко доступних місцях).

Для захисту очей робітників застосовують відповідні окуляри. У випадках, коли зварювання можна здійснювати без захисного щитка або для спостереження за процесом при механізованому (автоматичному) зварюванні, використовують захисні окуляри із світлофільтрами. Для захисту очей допоміжних робітників застосовують окуляри В-1 і В-2 [1, с.466].

Широко застосовують щитки з автоматичним затемненням, у яких встановлено світлофільтр із змінним пропусканням світла. Принцип дії заснований на зміні коефіцієнта пропускання (прозорість фільтра) світлового випромінювання при запалюванні зварної дуги. Фільтр має три робочих стани: відкрите, закрите й проміжне. Забороняється зварювання «всліпу» і при частій зміні положення щитка при заміні електродів, контролю шва.

Робітників від світлової дуги захищають: обладнанням кабін для зварників (при зварюванні в стаціонарних умовах і порівняно невеликих розмірах зварних виробів); переносними щитками або ширмами з негорючих матеріалів (при непостійному робочому місці зварника і великих виробках).

Для послаблення контрасту між яскравістю світла дуги, поверхнею стін цеху (або кабін) і обладнання їх фарбують у світлі тони з розсіюваним відображенням світла, а також забезпечують хороше освітлення оточуючих предметів.

При ураженні очей світловою радіацією дуги необхідно негайно звернутися до лікаря, у випадку відсутності швидкої медичної допомоги очі промивають слабким розчином питної соди [1, с.467].

Таким чином, світлова радіація електричної дуги має негативний вплив на здоров'я зварників, особливо це стосується очей і незахищених ділянок шкіри. Тому під час виконання зварювальних робіт потрібно застосовувати захисні щитки, маски, каски, окуляри та захисний одяг, що унеможливить шкідливий вплив даного випромінювання.

					<i>КР.422.21.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		64

## 5.2 Порядок проведення атестації робочих місць за умовами праці

Атестація робочих місць за умовами праці проводиться на підприємствах і в організаціях незалежно від форм власності й господарювання, де технологічний процес, використовуване обладнання, сировина та матеріали є потенційними джерелами шкідливих і небезпечних виробничих факторів, що можуть несприятливо впливати на стан здоров'я працівників, а також на їхніх нащадків як тепер, так і в майбутньому [16, с.172].

Основна мета атестації – регулювання відносин між власником або уповноваженим ним органом і працівниками в галузі реалізації прав на здорові й безпечні умови праці, пільгове пенсійне забезпечення, пільги та компенсації за роботу в несприятливих умовах.

Атестація робочих місць за умовами праці проводиться згідно з Постановою Кабінету Міністрів України № 442 від 1.08.1992 р. про «Порядок проведення атестації робочих місць за умовами праці» атестаційною комісією, склад і повноваження якої визначаються наказом по підприємству, організації в строки, передбачені колективним договором, але не рідше одного разу на п'ять років. До складу комісії включається уповноважений представник виборного органу первинної профспілкової організації, а в разі відсутності профспілкової організації –уповноважена найманими працівниками особа.

Відповідальність за своєчасне та якісне проведення атестації покладається на керівника підприємства, організації.

Позачергово атестація проводиться в разі докорінної зміни умов і характеру праці з ініціативи роботодавця, профспілкового комітету, трудового колективу або його виборного органу, органів Держпраці.

До проведення атестації можуть залучатися проектні та науково-дослідні організації, технічні інспекції праці профспілок, територіальні органи Держпраці [16, с.173].

					КР.422.21.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		65

Атестація робочих місць за умовами праці передбачає [16, с.173]:

- встановлення факторів і причин виникнення несприятливих умов праці;
- санітарно-гігієнічне дослідження факторів виробничого середовища, важкості й напруженості трудового процесу на робочому місці;
- комплексну оцінку факторів виробничого середовища і характеру праці на відповідність їхніх характеристик стандартам безпеки праці, будівельним та санітарним нормам і правилам;
- встановлення ступеня шкідливості й небезпечності праці та її характеру за Гігієнічною класифікацією праці;
- обґрунтування віднесення робочого місця до категорії зі шкідливими (особливо шкідливими), важкими (особливо важкими) умовами праці;
- визначення (підтвердження) права працівників на пільгове пенсійне забезпечення за роботу в несприятливих умовах;
- складання переліку робочих місць, виробництв, професій та посад з пільговим пенсійним забезпеченням працівників;
- аналіз реалізації технічних і організаційних заходів, спрямованих на оптимізацію рівня гігієни, характеру та безпеки праці.

Гігієнічні дослідження факторів виробничого середовища і трудового процесу проводяться лабораторіями, атестованими Держпраці і МОЗ в порядку, визначеному Мінсоцполітики разом з МОЗ [16, с.174].

Оцінка умов праці під час атестації робочих місць проводиться з метою встановлення класів (ступенів) шкідливих умов праці відповідно до Державних санітарних норм та правил «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу», затверджених МОЗ наказом № 248 від 08 квітня 2014 р.

Відомості про результати атестації робочих місць заносяться до карти умов праці, форма якої затверджена Мінсоцполітики разом з МОЗ.

					<i>КР.422.21.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		66

Перелік робочих місць, виробництв, професій та посад з пільговим пенсійним забезпеченням працівників погоджується з профспілковим комітетом та затверджується наказом по підприємству, організації і зберігається протягом 50 років. Витяги з наказу додаються до трудової книжки працівників, професії та посади яких внесено до переліку.

Результати атестації використовуються для розроблення заходів поліпшення умов праці й оздоровлення працівників та під час визначення права на пенсію за віком на пільгових умовах, пільг і компенсацій за рахунок підприємств, установ та організацій, обґрунтування пропозицій про внесення змін до списків виробництв, робіт, професій, посад і показників, зайнятість в яких дає право на пенсію за віком на пільгових умовах [16, с.174].

Контроль за якістю проведення атестації, правильністю застосування списків №1 і №2 виробництв, робіт, професій, посад, що дають право на пільгове пенсійне забезпечення, пільги і компенсації, покладається на Держпраці.

Таким чином проведення атестації робочих місць за умовами праці має важливе значення для якісного функціонування організації чи підприємства з відповідним захистом безпеки їх працівників.

### **5.3 Обґрунтування вимог охорони праці та пожежної безпеки під час виконання зварювальних робіт виготовлення навісу автомобільного**

Навіс автомобільний виготовляється методом механізованого зварювання в захисних газах, тому вимоги охорони праці і пожежної безпеки будуть безпосередньо стосуватися даного технологічного процесу.

Вибираючи технологію процесу зварювання перевагу слід надавати тому процесу, при якому буде забезпечуватися більша безпека праці. Необхідно використовувати ті види та марки зварювальних матеріалів (електроди, дріт, флюси, захисні гази тощо), які в процесі зварювання забезпечують мінімальне виділення в повітря шкідливих речовин. Не

					<i>КР.422.21.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		67

допускається використання зварювальних матеріалів, що не пройшли гігієнічну оцінку в установленому порядку [17, с.113].

При створенні технологічних процесів зварювання слід передбачити максимально можливу механізацію та автоматизацію процесів зварювання та його окремих елементів. Допустимі показники важкості та напруженості праці зварників повинні бути не вищі II класу.

Зварювальне обладнання, що застосовується у технологічних процесах зварювання, повинно відповідати загальним вимогам таких нормативних документів: ДНАОП 0.00-1.21-98 «Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів» та ДНАОП 0.00-1.32-01 «Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок» [17, с.113].

Обов'язковим етапом проектування технологічних процесів зварювання є розробка відповідних засобів та заходів колективного захисту від впливу характерних для даного процесу шкідливих та небезпечних виробничих факторів. Одним із таких заходів є застосування пристроїв місцевої витяжної вентиляції з системами очищення видаленого повітря від аерозолів та газів. Механізоване зварювальне обладнання повинно мати вмонтовані повітроприймальні пристрої для уловлювання цих аерозолів і газів. Треба враховувати, що зварювання з недіючою місцевою витяжною вентиляцією не допускається.

Безпека праці процесів дугового і електрошлакового зварювання має відповідати вимогам ДСТУ 2456-94, контактного зварювання – ДСТУ 2489-94 [17, с.113].

*Механізоване дугове зварювання в захисних газах.*

Місцевими повітроприймачами необхідно видаляти повітря [17, с.113, 114]:

- під час дугового зварювання в CO<sub>2</sub> – не менше ніж 50 м<sup>3</sup>/год;
- під час дугового зварювання в інертних газах та сумішах газів, а також під час автоматичного зварювання в CO<sub>2</sub> – не менше ніж 150 м<sup>3</sup>/год.

					КР.422.21.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		68

Експлуатація балонів, контейнерів зі стиснутим і скрапленим газом, рамп, повинна здійснюватися у відповідності з відповідними нормами.

Балони зі стиснутими газами слід розташовувати на відстані не ближче 5 м від зварювального пальника і 1 м – від опалювальних приладів. У разі наявності на опалювальних приладах екранів, що захищають балони від нагрівання, відстань від балона до екрана має бути не меншою 0,1 м [17, с. 114].

Таким чином, безпечне виконання зварювальних процесів при виготовленні автомобільного навісу має вирішальне значення, тому що від цього залежить життя людей, які задіяні в даному виробничому процесі.

					<i>КР.422.21.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		69

## ВИСНОВКИ

Базовий технологічний процес виготовлення автомобільного навісу має декілька недоліків, а саме:

- зварювання виконується ручним дуговим способом, що не відповідає необхідній продуктивності в умовах серійного виробництва;
- використання додаткових робіт, які пов'язані із зачищенням швів від шлаку, що утворюється із застосуванням вищезгаданого способу зварювання;
- оновлення технологічного складального устаткування, що дозволить підвищити рівень виконання складальних операцій.

В оновленому технологічному процесі виготовлення автомобільного навісу існуючі недоліки можна виправити наступним чином:

- зварювання конструкції виконувати напівавтоматичним способом в захисній суміші аргону та вуглекислого газу;
- використання механізованого продуктивного устаткування для виконання слюсарних робіт;
- застосування спеціального складального устаткування, яке дозволяє прикладати та знімати притискне зусилля без створення додаткових перешкод виконанню процесу зварювання.

Під час виготовлення більша частина робіт припадає на складання, тому для підвищення продуктивності праці та зменшення трудових затрат працівників використовується спеціальне складально-зварювальне обладнання.

					<i>КР.422.21.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		70



## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Гуменюк І.В., Іваськів О.Ф., Гуменюк О.В. Технологія електродугового зварювання: підручник. Київ: Грамота, 2006. 512 с.
2. Сталь 09Г2С. Довідник. Сталі низьколеговані: веб-сайт. URL: <https://metinvest-smc.com/ua/steel/stal-09g2s/> (дата звернення: 21.03.2024).
3. Квасницький В.В. Теорія процесів зварювання. Дослідження фізико-хімічних і металургійних процесів та здатності металів до зварювання: навч. посіб. Миколаїв: УДМТУ, 2002. 181 с.
4. Гаєвський О.А., Гаєвський В.О. Координація зварювальних робіт: навчальний посібник. Київ: Центр учбової літератури, 2017. 368 с.
5. Биковський О.Г., Пінковський І.В. Довідник зварника. Київ: Техніка, 2002. 336 с.
6. Кривов Г.О., Зворикін К.О. Виробництво зварних конструкцій: підручник. Київ: КВІЦ, 2012. 896 с.
7. Напівавтомат Jasic MIG-350P. Інверторний напівавтомат Jasic MIG-350P опис: веб-сайт. URL: <https://911ua.com.ua /invertornyj-poluavtomat-jasic-mig-350p-n316> (дата звернення: 26.05.2024).
8. Монтажна пила Makita 2414 NB технічні характеристики. Монтажна пила Makita 2414 NB: веб-сайт. URL: <https://makita.com.ua/makita-2414-nb> (дата звернення: 26.05.2024).
9. Свердлильний верстат BOSCH PBD 40. Інструменти BOSCH: веб-сайт. URL: [https://www.foxtrot.com.ua/uk/shop/tools\\_dif\\_bosch\\_pbd-40.html?gclid=Cj0KCQiAst2BBhDJARIsAGo2ldUH50Eg1EPTyhyUAYw9eYyRayCIIrOsoIJtxJB57ih3sEMh5zzJO88aArbIEALw\\_wcB](https://www.foxtrot.com.ua/uk/shop/tools_dif_bosch_pbd-40.html?gclid=Cj0KCQiAst2BBhDJARIsAGo2ldUH50Eg1EPTyhyUAYw9eYyRayCIIrOsoIJtxJB57ih3sEMh5zzJO88aArbIEALw_wcB) (дата звернення: 26.05.2024).
10. Дорновий трубозгинальний верстат Cansa CNC38 R1. Автоматичні трубозгинальні верстати: веб-сайт. URL: <https://cansa.com.ua/dornovyi-trubohybochnyi-standok-cansa-cnc38-r1/> (дата звернення: 26.05.2024).

					КР.422.21.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		71

11. Кутова шліфувальна машина DWT WS13-180D. Шліфувальні та полірувальні машини (болгарки) DWT: веб-сайт. URL: [https://rozetka.com.ua/dwt\\_ws13\\_180d/p2695612/](https://rozetka.com.ua/dwt_ws13_180d/p2695612/) (дата звернення: 26.05.2024).

12. Ультразвуковий дефектоскоп УД2301. Ультразвуковий контроль: веб-сайт. URL: <https://novotest.ua/katalog-priborov/ultrazvukovoj-defektoskop-ud2301.html> (дата звернення: 26.05.2024).

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

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

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

16. 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.

17. Левченко О.Г. Охорона праці у зварювальному виробництві: навчальний посібник. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. 181 с.

					<i>КР.422.21.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		72

# ДОДАТКИ

					КР.422.21.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		73