

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
опори телескопічної

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

Віталій ЛУКОВИЧ

Керівник

Ігор ГУМЕНЮК

Рецензент

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

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

ЗАТВЕРДЖУЮ
Голова циклової комісії
Марія ДРАНІВСЬКА

« 11 » травня 2026 року

З А В Д А Н Н Я

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

ЛУКОВИЧУ Віталію Франковичу

Тема роботи Проект вдосконалення технологічного процесу виготовлення
опори телескопічної

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

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

Термін подання студентом роботи 19.06.2026р.

Вихідні дані до роботи креслення виробу, базовий технологічний процес
виготовлення виробу

Зміст розрахунково-пояснювальної записки

1 АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Опис конструкції зварного виробу

1.2 Характеристика матеріалу зварного виробу

1.3 Технічні умови на виготовлення зварного виробу (зварної конструкції)

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

2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Технічне обґрунтування вибраного способу зварювання

2.2 Вибір зварювальних матеріалів

2.3 Вибір та розрахунок параметрів режиму зварювання

2.4 Вибір і обґрунтування зварювального устаткування

2.5 Вибір методу контролю якості виробу

2.6 Опис вибраного технологічного процесу виготовлення зварного
виробу (конструкції)

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

3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

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

3.2 Опис роботи зварювального пристосування

4 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ

4.1 Розрахунок кількості обладнання

4.2 Розрахунок кількості працівників

4.3 Визначення витрат і вартості основних матеріалів

4.4 Розрахунок фонду оплати праці

4.5 Калькуляція собівартості деталі

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

4.7 Основні техніко-економічні показники розробленого технологічного процесу

5 ОХОРОНА ПРАЦІ

5.1 Умови праці на підприємстві та шляхи їх поліпшення

5.2 Безпека праці під час зварювальних робіт опори телескопічної

Перелік графічного матеріалу

1. Технологічний процес виготовлення опори телескопічної – 1.0 (форм. А1)

2. Складальне креслення опори телескопічної – 1.0 (форм. А3)

3. Складальне креслення кондуктора для складання та зварювання опори – 1.0 (форм. А1)

4. Складальне креслення автоматичного зварювального обертача TRAV 300 BACB – 1.0 (форм. А1)

Консультанти розділів роботи

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

Дата видачі завдання 18.05.2026р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

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

Студент

(підпис)

Віталій ЛУКОВИЧ

(ім'я, прізвище)

Керівник роботи

(підпис)

Ігор ГУМЕНЮК

(ім'я, прізвище)

АНОТАЦІЯ

Процеси зварювання відіграють важливу роль при виготовленні металевих конструкцій будь-якого рівня складності. Особливістю технологічного процесу виготовлення опори телескопічної 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 telescopic support 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	9
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	12
1.3.4 Вимоги до складання	13
1.3.5 Вимоги до якості зварної конструкції	13
1.4 Аналіз базового технологічного процесу виготовлення зварної конструкції та постановка задач на виконання кваліфікаційної роботи	14
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	20
2.4 Вибір і обґрунтування зварювального устаткування	26
2.5 Вибір методу контролю якості виробу	28
2.6 Опис вибраного технологічного процесу виготовлення зварної конструкції	30
2.6.1 Заготівельні операції	31
2.6.2 Складальні операції	31
2.6.3 Складально-зварювальні операції	32

					<i>КР.422.15.00.00.000.ПЗ</i>			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.	Лукавич				Проект вдосконалення технологічного процесу виготовлення опори телескопічної Пояснювальна записка	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.	Гуменюк						4	71
Реценз.						ВСП «ТФК ТНТУ», гр. ПМ-422ск		
Н. Контр.	Залуцька							
Затв.	Дранівська							

2.6.4	Опоряджувальні операції	.	.	.	.	.	32
2.6.5	Допоміжні операції	.	.	.	.	.	32
2.6.6	Контроль якості	.	.	.	.	.	33
2.7	Нормування технологічного процесу виготовлення зварної						
	конструкції і витрат матеріалів та електроенергії	.	.	.	.	.	34
3	КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ	.	.	.	.	.	37
3.1	Обґрунтування вибору типу пристосувань, які застосовуються при						
	виготовленні конструкції.	.	.	.	.	.	37
3.2	Опис роботи зварювального пристосування	.	.	.	.	.	39
4	ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ	.	.	.	.	.	41
4.1	Розрахунок кількості обладнання	.	.	.	.	.	41
4.2	Розрахунок кількості працівників	.	.	.	.	.	46
4.3	Визначення витрат і вартості основних матеріалів	.	.	.	.	.	49
4.4	Розрахунок фонду оплати праці	.	.	.	.	.	50
4.5	Калькуляція собівартості виробу	.	.	.	.	.	55
4.6	Розрахунок суми капіталовкладень для розробленого						
	технологічного процесу та його економічної ефективності	.	.	.	.	.	56
4.7	Основні техніко-економічні показники розробленого						
	технологічного процесу	.	.	.	.	.	59
5	ОХОРОНА ПРАЦІ	.	.	.	.	.	61
5.1	Умови праці на підприємстві та шляхи їх поліпшення	.	.	.	.	.	61
5.2	Безпека праці під час зварювальних робіт опори телескопічної	.	.	.	.	.	65
	ВИСНОВКИ	.	.	.	.	.	68
	ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	.	.	.	.	.	69
	ДОДАТКИ	.	.	.	.	.	71

ВСТУП

Зварювання – це технологічний процес створення нероз’ємного з’єднання матеріалів шляхом формування міжатомних зв’язків між деталями, що з’єднуються. Такий зв’язок утворюється в результаті місцевого нагрівання, пластичної деформації або їх комбінованої дії. За допомогою зварювання можна з’єднувати: однорідні метали та їх сплави, різнорідні метали, метали з неметалевими матеріалами і термопластичні полімери.

Зварювання – це економічно ефективний, високопродуктивний і переважно механізований технологічний процес, який знайшов широке застосування у всіх сферах машинобудування.

Фізична природа процесу зварювання полягає в утворенні міцного міжатомного зв’язку між поверхнями з’єднуваних заготовок. Для забезпечення такого зв’язку необхідно виконати низку умов: очищення поверхонь, активація поверхневих атомів та зближення поверхонь.

Усі способи зварювання класифікуються залежно від форми енергії, яка використовується для створення зварного з’єднання. Відповідно до цього критерію, зварювання поділяється на три основні класи: термічне, термомеханічне і механічне зварювання.

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].

Зварювання в середовищі захисних газів набуло широкого застосування в промисловості, особливо при використанні газових сумішей. Така популярність зумовлена низькою вартістю окремих видів захисних газів, а також значним підвищенням якості та продуктивності зварювального процесу.

					КР.422.15.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

1 АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Опис конструкції зварного виробу

Конструкція виробу представляє собою телескопічну опору, що складається з чотирьох секцій, виготовлених із круглих сталевих труб. Для забезпечення високої міцності, жорсткості та надійності експлуатації, як матеріал обрано сталь марки 17ГС.

Телескопічна опора складається з чотирьох секцій, виготовлених із круглих сталевих труб наступних розмірів: $\varnothing 159 \times 3,5$ мм, $\varnothing 133 \times 3$ мм, $\varnothing 102 \times 3$ мм, $\varnothing 76 \times 3$ мм. До нижньої частини першого сегмента приварюється опорна підшва товщиною 12 мм, яка забезпечує стійкість конструкції. Для точного позиціонування та центрування сегментів між собою використовуються три неповні центрувальні кільця різного діаметра.

Телескопічна опора призначена для встановлення вуличних світильників з можливістю регулювання напрямку оптичної осі, що дозволяє ефективно освітлювати різні ділянки території. Конструкція застосовується для освітлення тротуарів, прибудинкових зон, алей, площ та парків.

Вигляд опори телескопічної представлено на рисунку 1.1.

					КР.422.15.00.00.000.ПЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

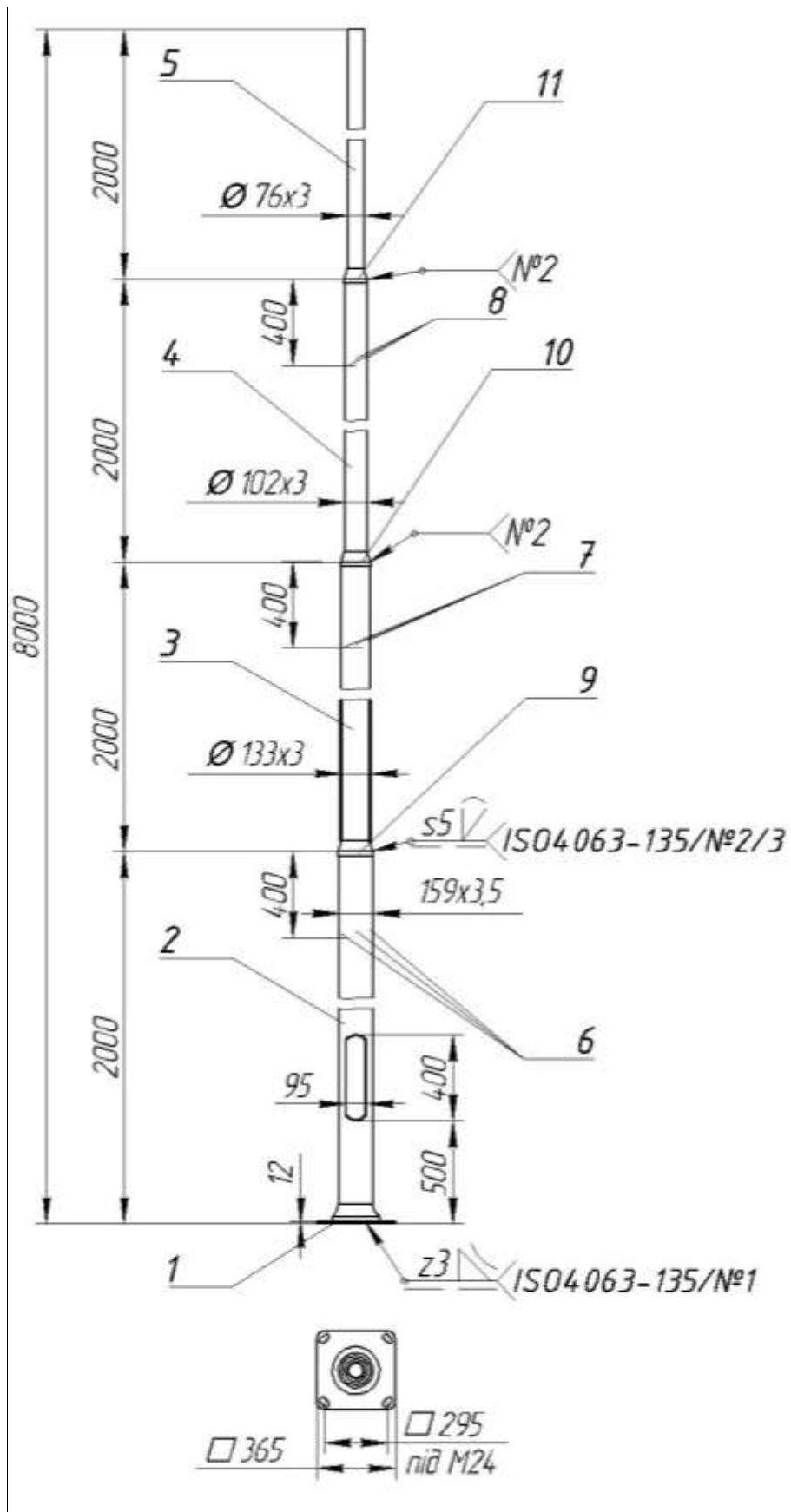


Рисунок 1.1 – Загальний вигляд опори телескопічної

					КР.422.15.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

1.1.1 Технічні вимоги до зварного виробу

Основними технічними вимогами, які пред'являються до конструкції та процесу її зварювання є точне дотримання розмірів і параметрів режиму зварювання. Останні повинні забезпечувати належну якість зварних з'єднань відповідно до вимог, встановлених для кожного типу з'єднання залежно від товщини деталей, марки сталі та використовуваних зварювальних матеріалів. Зварні шви мають бути очищені від шлаку. Подальша обробка конструкції допускається лише після проходження контролю якості. Правлення виробу після зварювання можливе за умови збереження міцності зварних з'єднань.

Відповідно до вимог стандарту, лицеві (видимі) поверхні виробу повинні бути ретельно очищені від зварювальних бризок. Для забезпечення належної якості зовнішнього вигляду та відповідності технічним умовам, такі поверхні мають бути чітко позначені в конструкторській документації.

Грунтування, шпаклювання та фарбування виробу дозволяється виконувати лише після його приймання службою технічного контролю. Виправлення конструкції після зварювання допускається за умови збереження міцності зварних з'єднань. На виробі обов'язково має бути нанесене тавро зварника, майстра або бригадира. Усі додаткові технічні вимоги зазначаються у відповідній конструкторській документації та кресленнях.

1.2 Характеристика матеріалу зварного виробу

Телескопічна опора виготовляється із конструкційної, низьколегованої сталі 17ГС. Основні механічні характеристики цієї сталі наведені в таблиці 1.1, а її хімічний склад – у таблиці 1.2.

					КР.422.15.00.00.000.ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1.1 – Механічні властивості сталі 17ГС [2]

Стан постачання	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5 , %
	МПа		
	не менше		
Прокат гарячекатаний	345	510	23

Таблиця 1.2 – Хімічний склад сталі 17ГС [2]

C	Mn	Si	P	S	Cr	Ni	Cu
			не більше				
0,14 – 0,20	1,0 – 1,4	0,4 – 0,6	0,040	0,035	0,30	0,30	0,30

Зварюваність металу оцінюють за результатами розрахунку еквівалентного вмісту вуглецю C_e [3, с.127]:

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

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

Отже:

$$C_e = 0,2 + \frac{1,4}{6} + \frac{0,30}{10} + \frac{0,30}{5} + \frac{0,30}{15} = 0,54 \quad \%$$

Оскільки еквівалентний вміст вуглецю перевищує 0,45, для запобігання утворенню холодних тріщин у зоні зварювання необхідно здійснювати попередній підігрів зварюваних елементів до температури 350 – 380 °С.

1.3 Технічні умови на виготовлення зварної конструкції

1.3.1 Вимоги до матеріалів і напівфабрикатів

Для забезпечення високої якості зварних з'єднань необхідно застосовувати сертифіковані та перевірені матеріали. Якість основних

					КР.422.15.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

матеріалів і напівфабрикатів визначається на підставі відповідних сертифікатів. У випадках виявлення зовнішніх дефектів або відсутності сертифікатів, допуск матеріалів до виробництва можливий лише після проведення хімічного аналізу, механічних випробувань та перевірки їх зварюваності.

Напівфабрикати та готові деталі слід зберігати в закритих приміщеннях, щоб запобігти впливу атмосферних чинників. Поверхневі дефекти сприяють накопиченню вологи та забруднень, що прискорює процес корозії та знижує загальну стійкість металу. Для підвищення корозійної стійкості необхідно забезпечити високу чистоту поверхні виробів і ретельно усувати дрібні нерівності шляхом механічної або хімічної обробки.

Усі матеріали та напівфабрикати, що використовуються у виробництві, повинні супроводжуватись сертифікатами заводу-постачальника або відповідними паспортами. У разі їх відсутності допуск до виробництва можливий лише після проведення попередніх випробувань для визначення основних характеристик. Якість і властивості матеріалів мають бути підтверджені виробником у сертифікатах якості, а за їх відсутності – відповідні дані надає заводська лабораторія після проведення необхідних досліджень.

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

1.3.2 Вимоги до шорсткості, геометричності форми та розмірів

Шорсткість поверхні – це параметр, що характеризує мікронерівності поверхні, виражені числовими значеннями, які відображають ступінь відхилення реального профілю від ідеально гладкої поверхні заданої геометричної форми на визначеній базовій довжині.

					КР.422.15.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

Міцність деталей значною мірою залежить від шорсткості їх поверхні. Особливо при дії змінних навантажень, наявність мікронерівностей сприяє концентрації напружень, що може призвести до передчасного руйнування елемента.

Основними вимогами до якості поверхні деталей є:

- 1) зменшення шорсткості знижує ймовірність утворення поверхневих тріщин, спричинених втомою металу;
- 2) необхідне точне дотримання розмірів деталей згідно з кресленнями, у межах встановлених допусків;
- 3) низька шорсткість поверхні також може бути важливою для забезпечення естетичного вигляду виробу та зручності очищення поверхонь.

Під час виготовлення телескопічної опори та на етапі її проектування необхідно забезпечити збереження геометричних розмірів і форми виробу. Це досягається шляхом встановлення таких вимог:

- розроблення конструкції відповідно до її технічних особливостей;
- правильне оформлення всіх зварних з'єднань з урахуванням способу їх обробки, форми підготовки кромки та допусків на розміри;
- дотримання технологічного процесу, що запобігає виникненню внутрішніх напружень і деформацій конструкції.

1.3.3 Вимоги до зварних з'єднань виробу

Під час виготовлення телескопічної опори її конструкція та розташування зварних з'єднань повинні забезпечувати:

- виконання зварювальних робіт з дотриманням усіх встановлених технологічних вимог;
- вільне розміщення нагрівальних пристроїв у разі потреби локального підігріву;

					КР.422.15.00.00.000.ПЗ	Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- можливість здійснення контролю якості зварних з'єднань відповідними методами;

- доступність для проведення ремонтних робіт у разі необхідності.

Властивості зварних з'єднань конструкції, як правило, мають відповідати характеристикам основного металу. З цією метою встановлюються мінімально допустимі показники механічних властивостей, зокрема: міцність, пластичність та ударна в'язкість.

1.3.4 Вимоги до складання

Складання деталей і вузлів перед зварюванням слід здійснювати у спеціалізованих складально-зварювальних пристосуваннях, стендах або установках, які гарантують точність і стабільність геометричних параметрів зварних вузлів та конструкції загалом. Розміри основних деталей, що визначають габарити виробу, необхідно задавати з урахуванням усадки металу, яка виникає внаслідок зварювального процесу.

Під час визначення базових розмірів складально-зварювальних пристосувань, стендів та установок необхідно враховувати деформації, що виникають у процесі зварювання окремих вузлів і конструкції в цілому.

Прихоплення елементів конструкції слід здійснювати виключно в передбачених технологічним процесом місцях і у визначеній послідовності.

Під час складання під зварювання основний метал у зонах зварювання повинен бути ретельно очищений від іржі, мастила, вологи, окалини та інших забруднень, які можуть спричинити дефекти зварного з'єднання.

1.3.5 Вимоги до якості зварної конструкції

Якість зварної конструкції забезпечується за умови дотримання таких вимог:

- на етапі проектування необхідно здійснювати аналіз конструкції на технологічність;

					КР.422.15.00.00.000.ПЗ	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- забезпечення відповідності параметрів зварювального режиму встановленим нормам;
- досягнення необхідної точності складання елементів конструкції;
- використання виключно сертифікованих та якісних матеріалів під час виконання зварювальних робіт;
- проведення контролю якості зварних з'єднань;
- недопущення наявності дефектів у з'єднаннях.

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

Для виготовлення телескопічної опори використовуються заготовки з труб різного діаметра і листовий метал.

Технологічний процес виготовлення телескопічної включає такі етапи: розмічування; різання; складання; зварювання; транспортування; операція контролю якості.

Розмічування деталей здійснюється на спеціалізованих розмічувальних станках. Різання матеріалу виконують газополуменевим методом або механічним способом, зокрема за допомогою ручної акумуляторної циркулярної пилки. Очищення заготовок проводиться як механічними, так і хімічними методами. Забруднення, іржу та окалину видаляють за допомогою кутових шліфувальних машин, а хімічна обробка включає операції знежирення та травлення поверхні виробу для забезпечення її чистоти та підготовки до подальших технологічних процесів.

Під час виготовлення телескопічної опори застосовується метод напівавтоматичного дугового зварювання в середовищі захисних газів. Зварювальні роботи виконуються за допомогою інверторного напівавтомата марки ПДГ-351 SELMA, призначеного для механізованого зварювання.

Зварювання телескопічної опори здійснюється на постійному струмі прямої полярності. Відстань між торцем зварювального дроту та поверхнею

					КР.422.15.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

виробу становить 1–3 мм, а кут нахилу пальника – приблизно 75°. Зварювання виконується кутом назад, із застосуванням зварювального дроту марки Св-08А, що забезпечує стабільність процесу та формування якісного зварного шва без дефектів.

Параметри режиму зварювання приведені в таблиці 1.3.

Таблиця 1.3 – Орієнтовні параметри режиму зварювання в захисних газах

Катет шва, мм	4
Діаметр електроду, мм	1,2
Швидкість зварювання м/год	20-25
Витрати газу л/хв	12-14
Струм зварювання, А	180-200

З огляду на виявлені недоліки, доцільно реалізувати такі заходи:

- оптимізувати технологічні процеси різання та очищення заготовок, що використовуються для виготовлення телескопічної опори;
- розробити та впровадити ефективнішу технологію зварювання, яка забезпечить підвищення продуктивності та зменшення розбризкування електродного металу;
- модернізувати ручні затискні пристрої з метою покращення точності та зручності складання.
- оновити виробниче обладнання, впровадивши сучасні технічні засоби, що відповідають вимогам сучасного виробництва.

2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Технічне обґрунтування вибраного способу зварювання

Вибір оптимального способу зварювання для виготовлення телескопічної опори здійснюється на основі комплексного аналізу таких чинників:

- технічні та економічні вимоги до якості зварних з'єднань;
- зварюваність застосовуваного матеріалу;
- необхідний рівень продуктивності виробничого процесу;
- можливість механізації та автоматизації зварювальних операцій;
- забезпечення безпечних і нешкідливих умов праці для персоналу.

Під час виготовлення даної конструкції вибір способу зварювання обмежується просторовим розташуванням швів та їхньою довжиною. У зв'язку з цим доцільно застосовувати один із таких методів зварювання:

- а) ручне дугове зварювання;
- б) напівавтоматичне під флюсом;
- в) напівавтоматичне зварювання в середовищі захисних газів;
- г) газове зварювання.

Ручне дугове зварювання має низку переваг, серед яких – простота обладнання та невисокі виробничі витрати порівняно з іншими методами. Однак цей спосіб супроводжується суттєвими недоліками: низька продуктивність праці, шкідливі умови роботи для зварника, потреба у висококваліфікованому персоналі, відсутність можливості автоматизації процесу та підвищений ризик виникнення дефектів у зварних з'єднаннях.

Напівавтоматичне зварювання під флюсом забезпечує отримання якісних зварних швів, однак, як і ручне дугове зварювання, потребує додаткової операції – видалення шлаку після зварювання. Цей метод є доцільним переважно для з'єднань середньої довжини, тоді як шви телескопічної опори мають коротку протяжність.

					КР.422.15.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

Напіваавтоматичне зварювання в середовищі захисних газів має низку суттєвих переваг, серед яких: відносно високий рівень автоматизації процесу, висока продуктивність праці, низькі виробничі витрати, стабільна якість зварних з'єднань, можливість візуального контролю дуги та зварювальної ванни завдяки відкритому зварювальному процесу, здатність виконувати зварювання в різних просторових положеннях, універсальність щодо товщини матеріалів – від 0,2–0,9 мм до 10–20 мм. Водночас цей метод має і певні недоліки: інтенсивне розбризкування електродного металу, що спричиняє забруднення обладнання, потреба у джерелі постійного струму, необхідність застосування засобів захисту від світлового та теплового випромінювання через відкриту дугу.

Газове зварювання має низку переваг, серед яких: плавний характер нагріву, що сприяє рівномірному прогріванню матеріалу, відсутність потреби в електричному джерелі живлення, простота та економічність обладнання і процесу загалом, можливість зварювання як чорних, так і кольорових металів та їхніх сплавів. Однак цей метод має і суттєві обмеження: підвищена вибухонебезпечність через використання горючих газів, складність механізації та автоматизації процесу, чутливість до зовнішніх факторів – протягів, низьких температур, обмеження щодо товщини матеріалу – ефективний переважно для тонких металів.

Таким чином, при виготовленні телескопічної опори застосовується напіваавтоматичне дугове зварювання в середовищі захисних газів, з використанням газової суміші MIX-2, яка містить 81% аргону, 18% вуглекислого газу та 1% кисню.

Схематичне зображення процесу наведено на рисунку 2.1.

					КР.422.15.00.00.000.ПЗ	Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

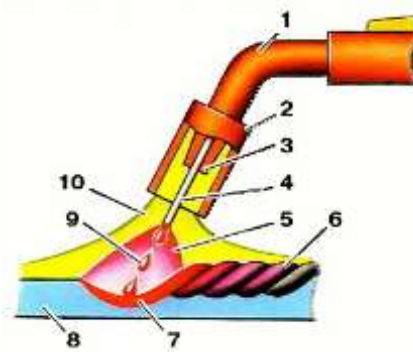


Рисунок 2.1 - Схема напіваавтоматичного зварювання у суміші захисних газів

1 - пальник; 2 - сопло; 3 – струмопровідний мундштук; 4 – електродний дріт; 5 - зварювальна дуга; 6 – зварний шов; 7 – зварювальна ванна; 8 - основний метал; 9 – краплі електродного металу; 10 – газовий захист

2.2 Вибір зварювальних матеріалів

У процесі виготовлення телескопічної опори застосовується конструкційна сталь марки 17ГС.

Застосування захисних зварювальних газових сумішей замість традиційного вуглекислого газу дозволяє істотно підвищити швидкість зварювання без необхідності зміни технології чи обладнання. Це досягається завдяки покращенню стабільності дуги, ефективнішому перенесенню та нагнітання металу в зварювальну ванну, що позитивно впливає на якість і надійність зварного шва. Крім того, значно розширюється робочий діапазон регулювання режимів зварювання – як за напругою, так і за силою струму. Наприклад, швидкість подачі зварювального дроту може зрости з 6–7 м/хв до 12–14 м/хв. У практичних умовах використання таких сумішей сприяє переходу до режиму струменевого перенесення, що забезпечує майже ідеальну форму зварного шва.

Для захисту зварювальної дуги під час виготовлення телескопічної опори застосовується газова суміш MIX-2, яка складається з 81% аргону, 18%

					КР.422.15.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

вуглекислого газу та 1% кисню. Такий склад забезпечує оптимальні умови для стабільного горіння дуги і якісного формування зварного шва.

У процесі напівавтоматичного електродугового зварювання в середовищі захисних газів основним зварювальним матеріалом виступає зварювальний дріт, а допоміжним – газова суміш.

Аргон у промисловості добувають із атмосферного повітря шляхом низькотемпературної ректифікації, під час якої основними продуктами є кисень і азот, а аргон – супутній компонент. Цей газ є інертним, тобто хімічно неактивним, і може постачатися як у рідкому, так і в газоподібному стані залежно від потреб виробництва. Згідно з технічними умовами ТУ 2114-001-76237928-2013, для зварювання телескопічної опори використовується газоподібний аргон високої чистоти з масовою часткою основного компонента 99,998%.

Вуглекислий газ, що використовується для зварювання, повинен відповідати встановленим технічним умовам. Залежно від масової частки діоксиду вуглецю (CO_2), газ класифікується за такими сортами:

- вищий сорт – вміст CO_2 не менше 99,8 %;
- I сорт – вміст CO_2 не менше 99,5 %;
- II сорт - вміст CO_2 не менше 98,8 %.

Під час зварювання конструкції як захисний газ застосовується вуглекислий газ вищого сорту, який характеризується високою чистотою – з максимально допустимим вмістом домішок не більше 0,2%.

Кисень у промисловості добувають із атмосферного повітря шляхом низькотемпературної ректифікації. Залежно від ступеня чистоти, технічний кисень класифікується на три сорти:

- 1) сорт №1 – вміст O_2 не менше 99,7%;
- 2) сорт №2 – вміст O_2 не менше 99,55%;
- 3) сорт №3 – вміст O_2 не менше 99,2%.

					КР.422.15.00.00.000.ПЗ	Арк.
						19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

У складі захисної газової суміші МІХ-2, що використовується для зварювання телескопічної опори, застосовується технічний кисень третього сорту.

Для виконання зварювальних робіт застосовується легований зварювальний дріт марки Св-08Г2С. Його хімічний склад наведено в таблиці 2.1.

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

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

З метою покращення стабільності процесу зварювання та забезпечення високої якості зварного шва, зварювальний дріт марки Св-08Г2С повинен постачатися з обмідненою поверхнею.

2.3 Вибір та розрахунок параметрів режиму зварювання

При визначенні параметрів режиму зварювання необхідно забезпечити формування зварних швів заданих розмірів, форми та якості. У зв'язку з цим доцільно не просто обирати параметри зварювання, а здійснювати їх технічний розрахунок відповідно до конструктивних особливостей виробу. Оскільки зварювання телескопічної опори виконується переважно у вигляді таврових з'єднань, розрахунок режиму проводиться для кутового з'єднання з розміром катета 3 мм. Схематичне зображення кутового з'єднання наведено на рисунку 2.2.

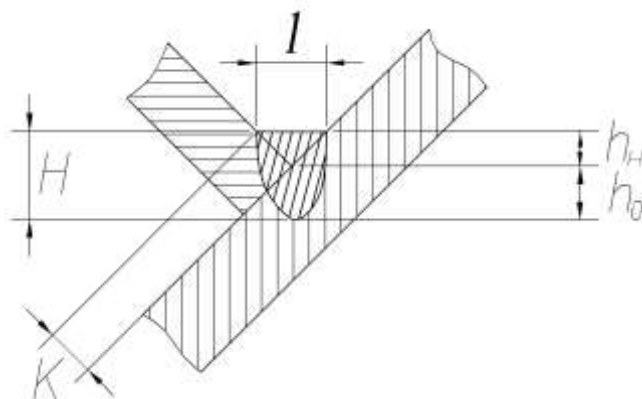


Рисунок 2.2 - Схема кутового з'єднання

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

Основними параметрами режиму зварювання у суміші захисних газів, які суттєво впливають на розміри і форму швів, є:

- діаметр і марка електродного дроту d_e , мм;
- зварювальний струм $I_{зв}$, А;
- напруга на дузі U_d , В;
- швидкість подачі електродного дроту $V_{п.д.}$, м/год;
- швидкість зварювання $V_{зв.}$, м/год;
- виліт електродного дроту l_d , мм;
- витрати захисного газу Q_g , л/хв.

Згідно з вимогами державного стандарту, при зварюванні металу в середовищі захисних газів необхідно виконувати розроблення кромки для деталей товщиною понад 10 мм. У таких випадках рекомендується: зменшувати кут розроблення до 40° , встановлювати величину притуплення у межах 1–2 мм, дотримуватися зазору між кромками 0–5 мм. Для стикових з'єднань з товщиною елементів від 1 мм до 10 мм допускається одnobічне зварювання без попереднього розроблення кромки.

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

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

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

де K – катет шва, $K=3$ мм,

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

Визначаємо висоту наплавленого металу h_n за формулою [4, с.192]:

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

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

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

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

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

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

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

Тоді:

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

					КР.422.15.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

попередньо вибравши значення ψ_m , яке знаходиться в інтервалі величин 0,8 – 2,0 мм [4,с.196], приймаємо $\psi_m=1,2$.

Отже:

$$H = \frac{4,24}{1,20} = 3,53 \text{ мм.}$$

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

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

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

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

Для зварювання виробу із низьколегованої сталі з катетом 3 мм, вибираємо електродний дріт діаметром 1.0 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].

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

Отже, приймаємо силу зварювального струму 120 А.

Визначаємо швидкість подачі електродного дроту за формулою [5,с.212]:

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

					КР.422.15.00.00.000.ПЗ	Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

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

$$F_{ел} = \frac{\pi \cdot d_e^2}{4} = \frac{3,14159 \cdot 1^2}{4} = 0,785 \text{ мм}^2.$$

Отже:

$$V_{н.д.} = \frac{12 \cdot 10^{-3} \cdot 120}{0,785 \cdot 10^{-6}} = 180 \text{ м/год.}$$

Швидкість подачі електродного дроту $V_{п.д.}=180$ м/год.

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

$$U_d = 20 + \frac{50 \cdot I_{зв}}{1000 \cdot \sqrt{d_e}} \pm 1, \quad (2.9)$$

$$U_d = 20 + \frac{50 \cdot 120}{1000 \cdot \sqrt{1,0}} \pm 1 = 25,4774 \pm 1 \text{ В.}$$

Приймаємо $U_d=25$ В.

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

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

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

$$V_{зв} = \frac{2 \cdot 10^3}{120} = 16,6 \text{ м/год.}$$

Приймаємо $V_{зв}=16$ м/год.

					КР.422.15.00.00.000.ПЗ	Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

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

$$d_e = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{120}{130}} = 1,086 \text{ мм},$$

що є допустимо.

Виліт електродного дроту приймаємо $l_d = 15 \text{ мм}$ [6, с.115].

Витрати захисного газу $Q_{\Gamma} = 14 \text{ л/хв}$ [6, с.105].

Розраховані параметри режиму зварювання приведено в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Параметри режиму зварювання

ПАРАМЕТР			значення
назва	СИМВОЛ	одиниці вимірювання	
Сила зварювального струму	$I_{зв}$	А	120
Напруга на дузі	U_d	В	25
Діаметр електродного дроту	d_e	мм	1
Виліт електрода	l_d	мм	15
Швидкість зварювання	$V_{зв}$	м/год	16
Швидкість подачі електродного дроту	$V_{п.д.}$	м/год	180
Витрати захисного газу	Q_{Γ}	л/хв	14

2.4 Вибір і обґрунтування зварювального устаткування

Зварювання телескопічної опори виконується за допомогою комбінованого інверторного зварювального напівавтомата марки TESLA MIG/MAG/MMA 350 S.

Даний напівавтомат розроблений для дугового зварювання електродними дротами суцільного перерізу (MIG/MAG), дугового зварювання порошковим дротом (FCAW), дугового зварювання штучним покритим електродом (MMA). Апарат обладнаний виносним подавальним механізмом, який обладнаний захистом від протягування дроту [7].

Даний напівавтомат виконаний у сучасному дизайні з примусовою вентиляцією, для стійкої і стабільної роботи. Він зарекомендував себе як надійний промисловий зварювальний апарат [7].

Особливості комбінованого інверторного зварювального апарату MIG/MAG/MMA 350 S [7]:

- універсальне використання в режимі напівавтомата MIG-MAG і в режимі ручного дугового зварювання MMA;
- висока стабільність горіння дуги, зменшена можливість утворення бризк;
- регулювання напруги на дузі;
- регулювання зварювального струму суміщене з регулюванням швидкості подачі електродного дроту;
- можливість встановлення котушки D300;
- стабільна довготривала робота на максимальних струмах;
- відкритий подавальний механізм, легкий і зручний для транспортування до місця роботи;
- два цифрових дисплея для відображення струму і напруги на дузі;
- розетка 36 В для підключення підігрівання редуктора;
- набір зварювальних аксесуарів для зварювання MIG/MAG і MMA;

					КР.422.15.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

- силовий блок на базі інверторної технології IGBT нового покоління;
- сучасний дизайн і зручний інтерфейс;
- чотирьох роликовий механізм подачі дроту;
- робота способом FCAW – порошковим самозахисним дротом [7].

Основне використання комбінованого інверторного зварювального апарату TESLA MIG/MAG/MMA 350 S [7]:

- монтаж металоконструкцій;
- будівництво трубопроводів;
- машинобудування;
- котельне виробництво [7].

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

Таблиця 2.3 – Технічні характеристики напівавтомата Tesla Weld MIG MAG MMA 350 S [7]

Характеристика	Значення
Номінальний зварювальний струм, А	40 - 350
Напруга холостого ходу, В	52
Діаметр електродного дроту, мм	0,8 - 1 - 1,2-1,6
Маса котушки для зварювального дроту, кг	15
Напруга мережі живлення, В	380 (±10%)
Частота мережі живлення, Гц	50
Споживча потужність, кВт	11,9
Коефіцієнт корисної дії, %	85
Клас захисту	IP21S
Габаритні розміри, мм	630x285x870
Вага, кг	26



Рисунок 2.3 – Загальний вигляд напівавтомата Tesla Weld MIG MAM350 S [7]

Одним із ключових елементів будь-якого зварювального апарата є зварювальний пальник. Саме за його допомогою збуджується зварювальна дуга, а також формується і спрямовується потік захисного газу до зони зварювання. Конструкція пальника повинна відповідати таким вимогам: забезпечення безпечних умов роботи, стабільність процесу зварювання, ефективний захист зони зварювання від атмосферного впливу, мінімізація налипання розплавленого металу на сопло, зручність обслуговування та швидка заміна зношених елементів. Для зварювання телескопічної опори використовується пальник марки ABICOR BINZEL MB 36 довжиною 3,15 м.

2.5 Вибір методу контролю якості виробу

Якість – це сукупність властивостей продукції, що визначають її здатність задовольняти встановлені вимоги відповідно до призначення. У контексті зварювання, показник якості зварного з'єднання формується на основі таких характеристик: міцність, надійність, відсутність деформацій структура металу шва і біляшовної зони та кількість і характер виправлених дефектів.

					КР.422.15.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

Надійність – це здатність зварного виробу стабільно виконувати задані функції та зберігати експлуатаційні характеристики у встановлених межах протягом визначеного терміну служби.

Згідно зі стандартом, термін «дефект» визначається як будь-яка окрема невідповідність продукції вимогам, встановленим нормативно-технічною документацією.

У зварювальному виробництві дефекти прийнято класифікувати за етапами їх виникнення. Зокрема, виділяють: дефекти, що виникають на стадії складання виробів та ті, які власне спричинені процесом зварювання.

Зварювальні деформації класифікуються на зовнішні (поверхневі) та внутрішні. Внутрішні дефекти пов'язані зі змінами мікроструктури металу в зоні шва та прилеглих ділянках.

Для виявлення зовнішніх дефектів зварних з'єднань застосовується оптично-візуальний контроль якості, який є одним із найпростіших і економічно доступних методів.

Під час зовнішнього огляду неозброєним оком здійснюється перевірка на наявність тріщин, пропалень та інших видимих дефектів зварного шва.

Для виявлення внутрішніх дефектів зварних з'єднань існує широкий спектр методів контролю. Вибір конкретного способу залежить від умов зварювання, конструктивних особливостей виробу та вимог до його експлуатаційної надійності. У даному випадку обрано ультразвуковий контроль, як ефективний і не руйнівний метод діагностики внутрішніх дефектів. Найчастіше для зварних з'єднань застосовують три основні методи ультразвукового контролю, серед яких: ехо-імпульсний, дзеркальний і тіньовий. Для контролю якості нашого з'єднання обрано ехо-імпульсний метод, який базується на принципі відбиття ультразвукових хвиль від внутрішніх перешкод. При проходженні хвилі через матеріал, наявність дефекту спричиняє зменшення амплітуди відбитого сигналу. Чим більший дефект – тим слабший сигнал повертається до приймача.

					КР.422.15.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

Ехо-імпульсний метод ультразвукового контролю, як показано на схемі, не потребує двостороннього доступу до зварного з'єднання. Це значно розширює можливості його застосування, особливо у випадках, коли доступ до зворотного боку конструкції обмежений або неможливий. Крім того, цей метод забезпечує високу достовірність виявлення поверхневих та підповерхневих дефектів.

На рисунку 2.4 приведено схему контролю кутових з'єднань ехо-імпульсним методом ультразвукової дефектоскопії.

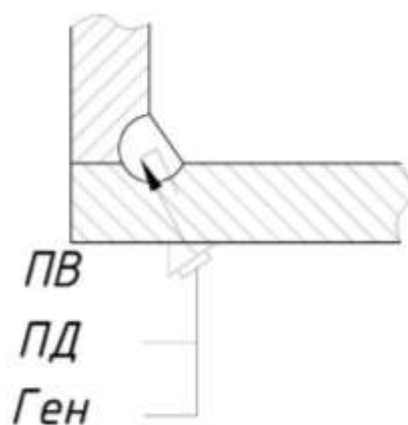


Рисунок 2.4 - Схема ультразвукового контролю зварних з'єднань ехо-імпульсним методом

ПВ - перетворювач випромінювання; ПД -приймач; Ген - генератор

2.6 Опис вибраного технологічного процесу виготовлення зварної конструкції

Технологічний процес виготовлення телескопічної опори включає послідовне виконання таких основних операцій. Зокрема – це підготовка матеріалів, різання, обробка кромek, свердління отворів тощо; позиціонування та фіксація елементів конструкції відповідно до креслень; виконання зварних з'єднань згідно з технологічними вимогами; очищення швів, шліфування,

					КР.422.15.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30

нанесення антикорозійного покриття; транспортування, тимчасове кріплення, підготовка робочого місця; перевірка якості зварних з'єднань, геометричних параметрів та відповідності виробу технічним умовам.

2.6.1 Заготівельні операції

Для виготовлення заготовок, що входять до складу виробу, необхідно виконати такі технологічні операції: розмічування і наступне різання.

Розмічування заготовок здійснюється із застосуванням шаблонів, рулетки, кернера, олівця та упорів.

Операція різання трубчастих елементів виконується за допомогою ручної дискової пилки марки Makita HS 7601 K.

2.6.2 Складальні операції

Перед складанням деталей проводиться візуальна перевірка їх відповідності кресленням. Під час складання забезпечується таке взаємне розташування елементів, яке вони повинні мати у готовому виробі. Складальна конструкція повинна бути достатньо жорсткою та міцною, щоб уникнути деформацій у процесі зварювання. Для виконання складальних і зварювальних робіт використовуються спеціальні пристрої – складально-зварювальні кондуктори та автоматичні зварювальні обертачі.

Складання конструкції здійснюється в такій послідовності:

- перша частина опори складається у складально-зварювальному кондукторі; для цього деталі встановлюють у пристосування, фіксують за допомогою упорів і притискачів, після чого виконують прихоплення підосви у визначених точках;
- наступні частини опори також монтуються у складально-зварювальному кондукторі; деталі встановлюють у пристосування відповідно до креслень і здійснюють прихоплення у потрібних місцях;

					КР.422.15.00.00.000.ПЗ	Арк.
						31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- прихоплену та частково зварену конструкцію знімають із кондуктора та передають на автоматичний зварювальний обертач, де виконується остаточне зварювання телескопічної опори.

2.6.3 Складально-зварювальні операції

Відповідно до розрахованих параметрів режиму зварювання здійснюється налаштування напівавтомата: встановлюється сила зварювального струму, регулюється витрата захисного газу та задається оптимальна швидкість подачі електродного дроту.

Після встановлення елементів виробу у відповідне проектне положення, у зонах майбутніх зварних швів виконують прихоплювання. Це забезпечує фіксацію деталей перед остаточним зварюванням. Завершальним етапом є повне зварювання конструкції, що формує готовий виріб.

2.6.4 Опоряджувальні операції

Після завершення зварювальних робіт здійснюється зачистка швів та видалення металевих бризок із поверхні конструкції. Для виконання опоряджувальних операцій застосовуються відповідні інструменти та засоби індивідуального захисту, зокрема: захисні окуляри Dnipro-M GP, слюсарний молоток Vitals, вага 800 г, плоске зубило Toptul HCAB2220, кутова шліфувальна машина Angle Grinder 9556HB, зачисний диск А.Т.Т. 125×6,0×22,2, металева щітка TOPTUL NBCB0326.

2.6.5 Допоміжні операції

У процесі виготовлення телескопічної опори виконуються такі допоміжні операції:

- підготовка та регулювання обладнання перед основними технологічними етапами;

					КР.422.15.00.00.000.ПЗ	Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- переміщення заготовок і виробів між робочими зонами;
- використання вантажопідіймальних засобів для переміщення важких елементів конструкції;
- доставка деталей, вузлів або готової продукції до місця складання, зварювання чи зберігання.

Під час виконання перевантажувальних і підіймально-транспортних операцій здійснюється встановлення деталей у складально-зварювальні кондуктори та обертачі, переміщення заготовок до робочих зон, транспортування готових виробів на ділянку контролю якості, а також до зон ґрунтування, фарбування та складування готової продукції. Для транспортування використовується однобалковий мостовий кран вантажопідіймальністю 10 тон.

2.6.6 Контроль якості

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

- перевірка якості вхідних матеріалів, призначених для зварювання;
- контроль характеристик зварювальних матеріалів (електродів, дроту, газів тощо);
- оцінка якості виконання заготівельних, складальних, опоряджувальних та зварювальних операцій;
- контроль зварних з'єднань і готової продукції на відповідність технічним вимогам та стандартам.

Під час зовнішнього огляду перевіряється відповідність форми та розташування зварних швів кресленням, а також виявляються можливі зовнішні дефекти й деформації конструкції. Після цього здійснюється вибірковий ультразвуковий контроль ехо-імпульсним методом, який дозволяє оцінити якість виготовленої продукції та виявити внутрішні дефекти зварних з'єднань.

					КР.422.15.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

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

Нормування витрат зварювальних матеріалів проводиться з метою визначення їх кількості, необхідної для виготовлення зварної конструкції, а також забезпечення економного та раціонального використання ресурсів у зварювальному виробництві підприємств промисловості та будівництва. Загальні положення щодо нормування витрат і відходів зварювальних матеріалів, а також методи їх визначення регламентуються стандартом ДСТУ 3159-95 «Ресурсозбереження. Нормування витрат зварювальних матеріалів. Загальні вимоги, методи визначення нормативів ручного і механізованого електрозварювання» [8].

При напівавтоматичному зварюванні у захисних газах нормуванню підлягають витрати електродного дроту та захисного газу.

Визначаємо масу наплавленого металу за формулою [8, с.6]:

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

де α_n – коефіцієнт наплавлення, він визначає кількість наплавленого металу протягом 1 години горіння дуги, при силі струму 1 А, в нашому випадку $\alpha_n = 12$ г/А·год;

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

$l_{ш}$ – загальна довжина зварних швів, $l_{ш} = 2,0$ м.

Отже:

$$Q_n = 12 \cdot 120 \cdot 2 \cdot 10^{-3} = 3,6 \quad \text{кг.}$$

Визначаємо витрати присаджувального матеріалу за формулою [8, с.7]:

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

					КР.422.15.00.00.000.ПЗ	Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де Q_p – маса розплавленого електродного матеріалу,

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

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

$$Q_p = 3,6 \cdot 0,7 = 2,52 \quad \text{кг},$$

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

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

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

$$Q_{\text{нп}} = 3,6 \cdot 0,5 = 1,8 \quad \text{кг}.$$

Отже:

$$H_{\text{ел}} = 2,52 + 1,8 = 4,32 \quad \text{кг}.$$

Визначаємо норми витрат захисного газу за формулою [8,с.10]:

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

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

$$H_z = 2,52 \cdot 0,9 = 2,268 \quad \text{л / хв.}$$

Визначаємо 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;

					КР.422.15.00.00.000.ПЗ	Арк.
						35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

η_n – коефіцієнт корисної дії, %;

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

$$E = \frac{25 \pm 1}{12 \cdot 0,9 \cdot 0,75} = 2,469 \quad \kappa Bm.$$

Визначаємо витрати електроенергії на 1 м шва за формулою:

$$E = \frac{0,01 \cdot U_d \cdot I_{36} \cdot t_0}{\eta_n \cdot K_n}, \quad (2.18)$$

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

$$E = \frac{0,01 \cdot 25 \cdot 120 \cdot 0,05}{0,9 \cdot 0,75} = 2,22 \quad \kappa Bm.$$

					КР.422.15.00.00.000.ПЗ	Арк.
						36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

3.1 Обґрунтування вибору типу пристосувань, які застосовуються при виготовленні конструкції

Вибір і розробка пристосувань є важливим етапом технологічної підготовки виробництва. Проектування нових пристосувань або вдосконалення наявних здійснюється на основі:

- вивчення креслень і технічних умов на зварну конструкцію є початковим етапом у процесі її технологічної підготовки. Під час розробки зварних виробів питання технологічності часто залишаються поза увагою конструктора. Тому при проектуванні технологічного процесу, а також при виборі та конструюванні зварювальних пристосувань, виникає потреба в детальному аналізі технологічності конструкції. Особливу увагу слід приділяти геометрії деталей, що входять до складу відповідних складальних одиниць, точності виготовлення заготовок та стану їх поверхонь;

- розробка технологічного процесу виготовлення конструкції передбачає створення оптимальної послідовності операцій складання та зварювання виробу. Раціональний технологічний процес має бути опрацьований у форматі маршрутної або детальної (розгорнутої) технологічної схеми та ретельно проаналізований конструктором пристосувань з урахуванням особливостей виробу та умов виробництва;

- аналіз виробничої програми випуску виробу передбачає оцінку складності конструкції пристосування, а також визначення потреби та доцільності його оснащення засобами механізації й автоматизації.

Таким чином, тип пристосування обирається з урахуванням способу зварювання та складання, конструктивних особливостей виробу, матеріалу та поперечного перерізу деталей, вимог до якості складання і зварювання – зокрема точності розмірів – а також відповідно до заданого рівня продуктивності.

					КР.422.15.00.00.000.ПЗ	Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

При цьому важливо враховувати необхідність суттєвого зниження трудомісткості складальних і допоміжних операцій, забезпечення стабільної якості продукції, а також створення комфортних і безпечних умов праці для робітників. У серійному та масовому виробництві перевага надається використанню механізованих високошвидкісних пристосувань, які функціонують за рахунок енергії стисненого повітря, рідини або електроенергії, а не фізичних зусиль працівника. У таких умовах роль людини зводиться до керування механізованими пристроями, а також до завантаження і вивантаження виробів — у випадках, коли повна механізація або автоматизація процесу є технічно складною або економічно недоцільною.

Вибір конкретного пристосування з-поміж можливих варіантів здійснюється на основі техніко-економічного аналізу. Як правило, перевага надається тому рішенню, яке є найбільш доцільним з технічної точки зору та економічно вигідним у межах заданих виробничих умов.

Складально-зварювальне обладнання класифікується на універсальне, спеціальне та спеціалізоване.

Універсальне обладнання призначене для обробки широкої номенклатури виробів і забезпечує гнучкість у виробничому процесі.

Спеціальне обладнання розробляється для виготовлення одного або кількох конкретних виробів. Воно забезпечує високу продуктивність і якість, тому застосовується переважно в масовому та крупносерійному виробництві.

Спеціалізоване обладнання використовується в серійному виробництві та поєднує риси універсальності й вузької спеціалізації, що дозволяє ефективно обробляти обмежений асортимент виробів.

Вибір типу пристосувань здійснюється з урахуванням способу зварювання та складання, конструктивних особливостей виробу, матеріалу і поперечного перерізу деталей, вимог до точності складання та заданої продуктивності виробництва. При цьому важливо прагнути до істотного зниження трудомісткості складальних і допоміжних операцій, забезпечення

					КР.422.15.00.00.000.ПЗ	Арк.
						38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

стабільної якості виробів, а також створення комфортних і безпечних умов праці для робітників.

Точність підготовки деталей до зварювання, чистота їх поверхонь та якість складання безпосередньо впливають на несучу здатність і економічну ефективність зварної конструкції. Складання конструкції передбачає точне встановлення та надійну фіксацію елементів у проектному положенні, що забезпечує відповідність геометричних параметрів виробу. Для цього застосовуються спеціальні технологічні пристосування та оснащення.

Під час виготовлення телескопічної опори застосовуються складально-зварювальні кондуктори – спеціальні пристрої, що забезпечують точне позиціонування та фіксацію деталей у процесі складання і зварювання. Кондуктор, як правило, має просторову раму, на якій розміщені установчі та затискні елементи. Оскільки в ньому здійснюється як складання, так і зварювання виробу, основа кондуктора повинна мати достатню жорсткість.

3.2 Опис роботи зварювального пристосування

Процес складання зварного виробу включає низку послідовних технологічних операцій. Спочатку необхідно подати деталі, що входять до складу виробу або зварного вузла, до місця складання. Далі ці елементи встановлюються у складальному пристосуванні у визначеному проектному положенні. У цьому положенні деталі фіксуються за допомогою затискних елементів, після чого виконується зварювання. Подавання та позиціонування деталей здійснюється за допомогою універсального або спеціального транспортного обладнання. Точність розташування забезпечується установчими елементами пристосування або взаємодією з суміжними деталями конструкції.

Таким чином, основне призначення складального обладнання у зварювальному виробництві полягає у точному встановленні, фіксації та надійному закріпленні зварювальних деталей.

					КР.422.15.00.00.000.ПЗ	Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для складання та зварювання телескопічної опори застосовуються спеціальні складальні кондуктори.

Складальний кондуктор – це пристрій, що складається з площинної або просторової рами (або плити), на якій розміщені установчі та затискні елементи. У таких кондукторах здійснюється процес складання та зварювання виробу, тому їх основа повинна мати достатню жорсткість і міцність для сприйняття зусиль, що виникають у конструкції під час зварювання.

Зварювальний кондуктор призначений для встановлення виробу у зручне положення, що забезпечує комфортне та якісне виконання зварювальних робіт, а також для подальшого обертання виробу навколо власної осі, яка проходить поблизу центра ваги. Для виготовлення телескопічної опори застосовується спеціальний кондуктор зі змінними пристосуваннями. Такий кондуктор має низку переваг: універсальність знімних елементів, швидкість і зручність їх закріплення на основі, простота конструкції, компактність і економічність у виготовленні та експлуатації.

Загальне зварювання конструкції здійснюється за допомогою двостійкового автоматичного універсального обертача.

Зварювальні обертачі (маніпулятори) – це автоматизоване обладнання, призначене для полегшення процесу з'єднання металевих елементів шляхом забезпечення зручного положення виробу під час зварювання. З розвитком промислового виробництва такі пристрої набули широкого застосування.

Універсальні зварювальні обертачі (маніпулятори) характеризуються максимально можливою кількістю ступенів вільності, що дозволяє їм виконувати широкий спектр зварювальних операцій. Крім зварювання, універсальні обертачі можуть використовуватись для виконання інших технологічних операцій.

Виготовлення телескопічної опори здійснюється із використанням складально-зварювальних кондукторів та універсальних зварювальних обертачів.

					КР.422.15.00.00.000.ПЗ	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ

4.1 Розрахунок кількості обладнання

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

Таблиця 4.1 - Характеристика опори телескопічної

Показник	Одиниці виміру	Кількісна чи вартісна оцінка	
		фізичні дані	проектні дані
Габарити виробу	мм	365x800	365x800
Сума витрат по видах та марках основних матеріалів на виріб:			
профільний прокат 17ГС	кг	158	
зварювальний дріт Св-08Г2С	кг	4	
захисний газ (суміш МІХ-2 – Ar 81% +CO ₂ 18% + O ₂ 1%)	кг	3	
Розміри поворотних відходів на виріб	кг	8,5	
Ціна придбання матеріалу за кг:			
профільний прокат:			
сталь 17ГС	грн	67,56	67,37
зварювальний дріт Св-08Г2С	грн	164,5	164,3
захисний газ (суміш МІХ-2 – Ar 81% +CO ₂ 18% + O ₂ 1%)	грн	36,45	36,25
Ціна реалізації поворотних відходів	грн	34	

Таблиця 4.2 - Характеристика технологічного процесу виготовлення опори телескопічної

Зміст операції	Варіанти	Устаткування		Потужність електрод вигунів, кВт	Інструменти		Розряд роботи	Штучні норми часу
		Назва	Ціна, грн		Назва	Ціна, грн		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Розмічування	$\frac{3}{П}$				рулетка шаблон кернер олівець	279 605 172 68	III	$\frac{3,7}{3,5}$
Різання	$\frac{3}{П}$	Дискова пила Makita HS 7601K	6000	1,2			III	$\frac{3,8}{3,4}$
Складання	$\frac{3}{П}$	Складально-зварювальний кондуктор Автоматичний обертач	761500		молоток зубило	294 730	IV	$\frac{5,8}{5,1}$
Зварювання	$\frac{3}{П}$	Зв. напівавтом. Tesla Weld MIG/MAG/MM A 350 S	67500	11,9			IV	$\frac{5,7}{5,0}$
Зачищування	$\frac{3}{П}$	Кутова шліф. машина Angle Grinder 9556HB	1500	0,72	диск зачисн. А.Т.Т. 125×6,0×22,2 щітка TORPTUL NBCB0326 молоток	53 175 294	III	$\frac{3,7}{3,4}$
Контроль якості	$\frac{3}{П}$	Ультразвуковий дефектоскоп A1214 Expert	196000				VI	3,1
Транспортні операції	$\frac{3}{П}$	Кран мостовий однобалочний 10 т	435000	8			III	2,2

Штучна норма часу:

а) по технологічних операціях: по заводу 25,8;

					КР.422.15.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

по проекту 23,5;

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

по проекту 2,2.

Загальна штучна норма часу: по заводу 28,0;

по проекту 25,7.

Для виготовлення опори телескопічної застосовується технологічна форма організації виробництва. Режим роботи на ділянці приймаємо перервний при одній зміні в день. Дійсний фонд часу роботи устаткування визначаємо за формулою [9, с.8]:

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

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

S - кількість робочих змін в добу;

g - тривалість зміни, год;

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

$$\Phi_{yc} = 253 \cdot 1 \cdot 8 \cdot (1 - 0,08) \approx 1862 \text{ год.}$$

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 [9, с.9]:

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

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

$K_{вн}$ - коефіцієнт виконання, $K_{вн} = 3,1$.

$B_{пр}$ - програма випуску продукції, у нашому випадку $B_{пр} = 3600 \text{ шт.}$

					КР.422.15.00.00.000.ПЗ	Арк.
						43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Кількість робочих місць для виконання розмічування при виготовленні опори телескопічної становить:

- заводський варіант:

$$n = \frac{3,7 \cdot 3600}{1862 \cdot 3,1} = 2,31 \approx 2_{шт},$$

- проектний варіант:

$$n = \frac{3,5 \cdot 3600}{1862 \cdot 3,1} = 2,18 \approx 2_{шт}.$$

Для вирізання заготовок кількість робочих місць рівна:

- заводський варіант:

$$n = \frac{3,8 \cdot 3600}{1862 \cdot 3,1} = 2,37 \approx 2_{шт},$$

- проектний варіант:

$$n = \frac{3,4 \cdot 3600}{1862 \cdot 3,1} = 2,12 \approx 2_{шт}.$$

Для виконання складання кількість робочих рівна:

- заводський варіант:

$$n = \frac{5,8 \cdot 3600}{1862 \cdot 3,1} = 3,62 \approx 4_{шт},$$

- проектний варіант:

$$n = \frac{5,1 \cdot 3600}{1862 \cdot 3,1} = 3,18 \approx 3_{шт}.$$

					КР.422.15.00.00.000.ПЗ	Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для виконання процесу зварювання кількість робочих місць становить:

- заводський варіант:

$$n = \frac{5,7 \cdot 3600}{1862 \cdot 3,1} = 3,55 \approx 4 \text{шт.},$$

- проектний варіант:

$$n = \frac{5,0 \cdot 3600}{1862 \cdot 3,1} = 3,12 \approx 3 \text{шт.}$$

Кількість робочих місць для зачищення зварних швів:

- заводський варіант:

$$n = \frac{3,7 \cdot 3600}{1862 \cdot 3,1} = 2,31 \approx 2 \text{шт.},$$

- проектний варіант:

$$n = \frac{3,4 \cdot 3600}{1862 \cdot 3,1} = 2,12 \approx 2 \text{шт.}$$

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

$$n = \frac{3,1 \cdot 3600}{1862 \cdot 3,1} = 1,93 \approx 2 \text{шт.}$$

Кількість транспортних засобів, які необхідні для виконання транспортних операцій визначається за формулою [9, с.13]:

					КР.422.15.00.00.000.ПЗ	Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

де B_{mp} - кількість вантажних об'єктів іншого виду, що підлягають транспортуванню на протязі року, 3600 шт;

m - кількість різновидів вантажних об'єктів;

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

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

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

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

$K_{кр} = 0,6...0,7$.

$$n = \frac{3600 \cdot 1 \cdot 0,5}{2100 \cdot 0,7} = 1,24 \approx 1 \text{ шт.}$$

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

4.2 Розрахунок кількості працівників

Розрахунок кількості основних працівників проводиться диференційовано для кожної професії. Хід розрахунку залежить від форми організації виробничого процесу. Для технологічної форми організації кількість основних робітників визначається за формулою [9, с.13]:

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

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

					КР.422.15.00.00.000.ПЗ	Арк.
						46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

B - об'єм випуску продукції на рік, приймаємо $B_{np} = 3600$ шт;

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

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

$K_{вн} = 3,1 \dots 3,2$;

Необхідна кількість розмічувальників:

- за заводським варіантом:

$$r_{oi} = \frac{3600 \cdot 3,7}{1850 \cdot 3,1} = 2,32 \approx 2 \text{чол.}$$

- за проектним варіантом:

$$r_{oi} = \frac{3600 \cdot 3,5}{1850 \cdot 3,1} = 2,2 \approx 2 \text{чол.}$$

Необхідна кількість різальників:

- за заводським варіантом:

$$r_{oi} = \frac{3600 \cdot 3,8}{1850 \cdot 3,1} = 2,39 \approx 2 \text{чол.}$$

- за проектним варіантом:

$$r_{oi} = \frac{3600 \cdot 3,4}{1850 \cdot 3,1} = 2,13 \approx 2 \text{чол.}$$

Необхідна кількість складальників:

- за заводським варіантом:

					КР.422.15.00.00.000.ПЗ	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$r_{oi} = \frac{3600 \cdot 5,8}{1850 \cdot 3,1} = 3,64 \approx 4 \text{чол},$$

- за проектним варіантом:

$$r_{oi} = \frac{3600 \cdot 5,1}{1850 \cdot 3,1} = 3,2 \approx 3 \text{чол}.$$

Необхідна кількість зварювальників:

- за заводським варіантом:

$$r_{oi} = \frac{3600 \cdot 5,7}{1850 \cdot 3,1} = 3,58 \approx 4 \text{чол},$$

- за проектним варіантом:

$$r_{oi} = \frac{3600 \cdot 5,0}{1850 \cdot 3,1} = 3,14 \approx 3 \text{чол}.$$

Необхідна кількість зачищувальників:

- за заводським варіантом:

$$r_{oi} = \frac{3600 \cdot 3,7}{1850 \cdot 3,1} = 2,23 \approx 2 \text{чол},$$

- за проектним варіантом:

$$r_{oi} = \frac{3600 \cdot 3,4}{1850 \cdot 3,1} = 2,12 \approx 2 \text{чол}.$$

Необхідна кількість контролерів (за двома варіантами):

$$r_{oi} = \frac{3600 \cdot 3,95}{1850 \cdot 3,1} = 1,95 \approx 2 \text{чол}.$$

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

Результати розрахунків приведено у таблиці 4.3

					КР.422.15.00.00.000.ПЗ	Арк.
						48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 4.3 - Зведена відомість промислово-виробничого персоналу

Категорія працівників	Кількість		Середній розряд	
	З	П	З	П
1	2	3	4	5
Основні робітники:				
розмічувальники	2	2	III	III
різальники	2	2	III	III
складальники	4	3	III	III
зварювальники	4	3	IV	IV
зачищувальники	2	2	III	III
контролери	2	2	VI	VI
транспортувальники	1	1	III	III
Допоміжні робітники:				
налагоджувальники	1	1	IV	IV
ремонтники	2	2	IV	IV
електрики	1	1	IV	IV
ІТР:				
майстер ділянки	1	1		
МОП: прибиральники	1	1	—	—
Разом	23	21	—	—

4.3 Визначення витрат і вартості основних матеріалів

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

Результати розрахунків подано у таблиці 4.4.

					КР.422.15.00.00.000.ПЗ	Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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 17ГС	кг	67,56	67,37	10674,48	10644,46	38428128	38320056				
З/П	Зв. дріт Св-08Г2С	кг	164,5	164,3	658	657,2	2368800	2365920				
З/П	Захисна суміш MIX-2 – Ar 81% +CO ₂ 18% + O ₂ 1%)	кг	36,45	36,25	109,35	108,75	393660	391500				
Р- ом					11441,83	11410,41	41190588	41077476				
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	3,38	3,37	533,72	532,22	1921406,4	1916002,8	34	34	122400	122400	
З/П	5	8,23	8,22	32,9	32,86	118440	118296					
З/П	5	1,82	1,81	5,47	5,44	19683	19575					
Р- ом		13,43	13,4	572,09	570,52	2059529,4	2053873,8	34	34	122400	122400	

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 [9, с.16]:

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

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) [9, с.16].

Додаткова заробітна плата основних робітників визначається за формулою [9, с.16]:

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

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 [9, с.17]:

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

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:

$$Z_{oo} = 3 \cdot 52,5 \cdot 3,7 = 582,75 \text{ грн};$$

$$Z_{до} = 582,75 \cdot (0,2 + 0,15) = 203,96 \text{ грн};$$

$$Z_{по} = 582,75 \cdot 0,4 = 233,1 \text{ грн};$$

- проектний варіант:

					КР.422.15.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

$$З_{\text{оо}} = 3 \cdot 52,5 \cdot 3,5 = 551,25 \text{ грн};$$

$$З_{\text{до}} = 551,25 \cdot (0,2 + 0,15) = 192,94 \text{ грн};$$

$$З_{\text{по}} = 551,25 \cdot 0,4 = 220,5 \text{ грн}.$$

Затрати по оплаті праці різальників:

- заводський варіант:

$$З_{\text{оо}} = 3,2 \cdot 53 \cdot 3,8 = 644,48 \text{ грн};$$

$$З_{\text{до}} = 644,48 \cdot (0,2 + 0,15) = 225,57 \text{ грн};$$

$$З_{\text{по}} = 644,48 \cdot 0,4 = 257,79 \text{ грн};$$

- проектний варіант:

$$З_{\text{оо}} = 3,2 \cdot 53 \cdot 3,4 = 576,64 \text{ грн};$$

$$З_{\text{до}} = 576,64 \cdot (0,2 + 0,15) = 201,82 \text{ грн};$$

$$З_{\text{по}} = 576,64 \cdot 0,4 = 230,66 \text{ грн}.$$

Затрати по оплаті праці складальників:

- заводський варіант:

$$З_{\text{оо}} = 2,5 \cdot 53,5 \cdot 5,8 = 775,75 \text{ грн};$$

$$З_{\text{до}} = 775,75 \cdot (0,2 + 0,15) = 271,51 \text{ грн};$$

$$З_{\text{по}} = 775,75 \cdot 0,4 = 310,3 \text{ грн};$$

- проектний варіант:

$$З_{\text{оо}} = 2,5 \cdot 53,5 \cdot 5,1 = 682,13 \text{ грн};$$

$$З_{\text{до}} = 682,13 \cdot (0,2 + 0,15) = 238,74 \text{ грн};$$

$$З_{\text{по}} = 682,13 \cdot 0,4 = 272,85 \text{ грн}.$$

Затрати по оплаті праці зварювальників:

- заводський варіант:

$$З_{\text{оо}} = 2,7 \cdot 54,5 \cdot 5,7 = 838,76 \text{ грн};$$

$$З_{\text{до}} = 838,76 \cdot (0,2 + 0,15) = 293,56 \text{ грн};$$

$$З_{\text{по}} = 838,76 \cdot 0,4 = 335,5 \text{ грн};$$

- проектний варіант:

$$З_{\text{оо}} = 2,7 \cdot 54,5 \cdot 5,0 = 735,75 \text{ грн};$$

$$З_{\text{до}} = 735,75 \cdot (0,2 + 0,15) = 257,51 \text{ грн};$$

					КР.422.15.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

$$З_{по} = 735,75 \cdot 0,4 = 294,3 \text{ грн.}$$

Затрати по оплаті праці зачищувальників:

- заводський варіант:

$$З_{оо} = 3,3 \cdot 53 \cdot 3,7 = 647,13 \text{ грн;}$$

$$З_{до} = 647,13 \cdot (0,2 + 0,15) = 226,5 \text{ грн;}$$

$$З_{по} = 647,13 \cdot 0,4 = 258,85 \text{ грн;}$$

- проектний варіант:

$$З_{оо} = 3,3 \cdot 53 \cdot 3,4 = 594,66 \text{ грн;}$$

$$З_{до} = 594,66 \cdot (0,2 + 0,15) = 208,13 \text{ грн;}$$

$$З_{по} = 594,66 \cdot 0,4 = 237,86 \text{ грн.}$$

Затрати по оплаті праці контролерів:

$$З_{оо} = 4,5 \cdot 54,5 \cdot 3,1 = 760,28 \text{ грн;}$$

$$З_{до} = 760,28 \cdot (0,2 + 0,15) = 266,1 \text{ грн;}$$

$$З_{по} = 760,28 \cdot 0,4 = 304,11 \text{ грн.}$$

Затрати по оплаті праці транспортувальників:

$$З_{оо} = 6 \cdot 54 \cdot 2,2 = 712,8 \text{ грн;}$$

$$З_{до} = 712,8 \cdot (0,2 + 0,15) = 249,48 \text{ грн;}$$

$$З_{по} = 712,8 \cdot 0,4 = 285,12 \text{ грн.}$$

Для допоміжних робітників розрахунок проводять на річну програму окремо для кожної категорії за формулою [9, с.16]:

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

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

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

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

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

					КР.422.15.00.00.000.ПЗ	Арк.
						53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Затрати по оплаті праці наладжувальників:

$$З_{од} = 1 \cdot 52,5 \cdot 1850 = 97125 \text{ грн};$$

$$З_{дд} = 97125 \cdot 0,35 = 33993,75 \text{ грн};$$

$$З_{пд} = 97125 \cdot 0,4 = 38850 \text{ грн}.$$

Затрати по оплаті праці ремонтників:

$$З_{од} = 2 \cdot 52,5 \cdot 1850 = 194250 \text{ грн};$$

$$З_{дд} = 194250 \cdot 0,35 = 67987,5 \text{ грн};$$

$$З_{пд} = 194250 \cdot 0,4 = 77700 \text{ грн}.$$

Затрати по оплаті праці електриків:

$$З_{од} = 1 \cdot 52,5 \cdot 1850 = 97125 \text{ грн};$$

$$З_{дд} = 97125 \cdot 0,35 = 33993,75 \text{ грн};$$

$$З_{пд} = 97125 \cdot 0,4 = 38850 \text{ грн}.$$

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[9, с.17]:

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

де $З_{он}$ - основна заробітна плата певних категорій працівників, грн;

r_n - чисельність працівників відповідної категорії;

O_m - місячний посадовий оклад одного працівника, грн;

12 - кількість місяців у році.

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

$$З_{оп} = 1 \cdot 14000 \cdot 12 = 168000 \text{ грн};$$

$$З_{дп} = 168000 \cdot 0,35 = 58800 \text{ грн};$$

$$З_{пп} = 168000 \cdot 0,4 = 67200 \text{ грн}.$$

Затрати по оплаті праці МОП:

					КР.422.15.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

$$З_{оп} = 1 \cdot 13800 \cdot 12 = 165600 \text{ грн};$$

$$З_{до} = 165600 \cdot 0,35 = 57960 \text{ грн};$$

$$З_{по} = 165600 \cdot 0,4 = 66240 \text{ грн}.$$

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

Таблиця 4.5 - Зведена відомість річного фонду оплати праці

Категорії працівників	Основна зар. плата, грн		Додаткова заробітна плата, грн			
			за шкідливість		інші доплати	
	З	П	З	П	З	П
1	2		3		4	
Основні робітники:						
розмічувальники	294871,5	278932,5	103205,03	97626,38	117948,6	111573
різальники	326106,88	291779,84	114137,41	102122,94	130442,75	116711,94
складальники	785059	517732,88	274770,65	181206,51	314023,6	207093,15
зварювальники	848820,06	558434,25	297087,02	195451,99	339528,02	223373,7
зачищувальники	327447,78	300897,96	114606,72	105314,29	130979,11	120359,18
контролери	384699,15		134644,7		153879,66	
транспортувальники	180338,4		63118,44		72135,36	
Допоміжні робітники:						
налагоджувальники	97125		33993,75		38850	
ремонтники	194250		67987,5		77700	
електрики	97125		33993,75		38850	
ІТР	168000		58800		67200	
МОП	165600		57960		66240	
Разом	3869442,77	3234914,98	1354304,97	1132220,24	2233772,11	1979961

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	3	П
Основні матеріали:	11441,83	11410,41
сталь 17ГС	10674,48	10644,46
зв. дріт Св-08Г2С	658	657,2
захисна суміш МІХ-2 (Аг 81% +CO ₂ 18%+ O ₂ 1%)	109,35	108,75
Поворотні відходи	34	
Паливо та енергія на технологічні цілі	233	229,9
Основна заробітна плата основних робітників	874,26	698
Додаткова заробітна плата основних робітників	305,99	244,3
Премії та надбавки основних робітників	349,71	279,2
Відрахування на соціальне страхування	21,42	17,1
Відрахування на медичне страхування	38,25	30,54
Витрати на утримання та експлуатацію устаткування	291,38	291,38
Цехові (дільничні) витрати	250,2	250,2
Всього цехова собівартість	13772,04	13417,03

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

Необхідні визначення проектної суми капітальних витрат подано у таблиці 4.7.

Таблиця 4.7 - Зведена відомість капітальних витрат

Види капітальних затрат	Кількість натуральних одиницях		Вартість одиниці, грн		Затрати на перевезення та монтаж, грн	
	З	П	З	П	З	П
Будови та споруди					-	-
Устаткування:						
різальне	2	2	6000	6000	300	300
складальне	4	3	761500	761500	38075	38075
зварювальне	4	3	67500	67500	3375	3375
зачищувальне	2	2	1500	1500	75	75
контрольне	2	2	196000	196000	9800	9800
транспортне	1	1	435000	435000	21750	21750
Інструменти						
молоток	7	5	294	294	14,7	14,7
зубило	4	3	730	730	36,5	36,5
диск зачисний	2	2	53	53	2,65	2,65
щітка	2	2	175	175	8,75	8,75
рулетка	2	2	279	279	13,95	13,95
кернер	2	2	172	172	8,6	8,6
шаблон	2	2	605	605	30,25	30,25
олівець	2	2	68	68	3,4	3,4
Разом						

Продовження таблиці 4.7

Види капітальних затрат	Загальна вартість, грн		Норма амортиз. відрах, %	Річна сума амортиз. відрах., грн	
	З	П		З	П
Будови та споруди	8900000	8900000	5	445000	445000
Устаткування:					
різальне	12300	12300	8	984	984
складальне	3084075	2322575	7	215885,25	162580,25
зварювальне	273375	205875	6,5	17769,38	13381,88
зачищувальне	3075	3075	8	246	246
контрольне	401800	401800	6	24108	24108
транспортне	456750	456750	7	31972,5	31972,5
Інструменти:			16		
молоток	1778,7	1484,7		284,59	237,55
зубило	2956,5	2226,5		473,04	356,24
диск зачисний	108,65	108,65		17,38	17,38
щітка	358,75	358,75		57,4	57,4
рулетка	571,95	571,95		91,51	91,51
кернер	352,6	352,6		56,42	56,42
шаблон	1240,25	1240,25		198,44	198,44
олівець	139,4	139,4		22,3	22,3
Разом	13138881,8	12308857,8		737166,21	679309,87

4.7 Основні техніко-економічні показники розробленого технологічного процесу

Річний економічний ефект визначається за формулою [9,с.26]:

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

де C_{nz} - повна собівартість виробу за заводськими даними, грн ($C_{nz}=19860,58$ грн);

C_{nn} - повна собівартість виробу за проектними даними, грн ($C_{nn}=18981,06$ грн);

Φ_{mz} - фондомісткість продукції за заводськими даними, грн/шт ($\Phi_{mz}=13772,04$ грн/шт);

Φ_{mn} - фондомісткість продукції за проектними даними, грн/шт ($\Phi_{mn}=13417,03$ грн/шт);

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

$$E_{\phi} = ((19860,58 + 0,15 \cdot 13772,04) - (18981,06 + 0,15 \cdot 13417,03)) \cdot 3600 = 3357977,4 \text{ грн.}$$

Термін окупності капітальних вкладень визначається за формулою [9,с.27]:

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

де Φ_{ocz} - вартість основних виробничих фондів за заводським варіантом, грн ($\Phi_{ocz}=61981056$ грн);

Φ_{ocn} - вартість основних виробничих фондів за проектним варіантом, грн ($\Phi_{ocn}=59930856$ грн);

E_{yp} - умовна річна економія, грн, яка розраховується за формулою [9,с.26]:

					КР.422.15.00.00.000.ПЗ	Арк.
						59
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

$$E_{yp} = 3600 \cdot (19860,58 - 18981,06) = 3166272 \text{ грн};$$

$$T_{ок} = \frac{61981056 - 59930856}{3166272} = 0,65 \text{ р.}$$

Порівняльний аналіз техніко-економічних показників показано у таблиці 4.8.

Таблиця 4.8 - Основні техніко-економічні показники розробленого технологічного процесу

Показники	Одиниця виміру	Величина	
		З	П
1	2	3	4
Річна програма випуску продукції	шт	3600	3600
Кількість технологічного устаткування	шт	13	11
Собівартість товарної продукції	грн	19860,58	18981,06
Чисельність промислово-виробничого персоналу:			
- всього	чол	23	21
- основних робітників	чол	17	15
Фондомісткість продукції	грн/шт	13772,04	13417,03
Умовна річна економія	грн	-	3166272
Річний економічний ефект	грн	-	3357977,4
Термін окупності капітальних вкладень	роки	-	0,65
Місячний оклад основних робітників:			
- розмічувальники	грн	21416,06	20258,44
- різальники	грн	23684,64	21191,52
- складальники	грн	28508,81	25068,09
- зварювальники	грн	30824,25	27038,81
- зачищувальники	грн	23782,03	21853,76
- контролери	грн	27940,11	27940,11
- транспортувальники	грн	26195,4	26195,4

5 ОХОРОНА ПРАЦІ

5.1 Умови праці на підприємстві та шляхи їх поліпшення

При виготовленні телескопічної опори повинні бути забезпечені максимально комфортні умови праці для робітників, які задіяні в даному виробничому технологічному процесі.

Сприятливі умови забезпечують як соціальну гармонію особи людини, так і ставлення її до праці та задоволення працею. Актуальність питання поліпшення умов праці обумовлюється і тим, що рівень освіти працівників висуває на перше місце необхідність задоволення потреб у змістовній праці в небезпечних умовах. Тому створення сприятливих умов праці має бути одним із головних завдань суспільства, невід'ємною частиною державної соціальної і економічної політики, важливою складовою менеджменту персоналу [10].

На державних підприємствах трудовим колективам надані великі повноваження щодо поліпшення умов праці. Вони мають право брати участь в обговоренні та затвердженні комплексних планів інженерно-технічних заходів з досягнення встановлених нормативів безпеки, гігієни праці та виробничого середовища; контролювати використання коштів на виконання планів, ставити питання про притягнення до відповідальності за порушення норм з охорони праці тощо.

В умовах розвитку ринкових відносин поліпшенню умов праці сприяє і необхідність використовувати у конкурентній боротьбі новітні технології, які базуються на досягненнях науково-технічного прогресу, прагнення досягти зниження витрат на виробництво продукції та відповідного зростання прибутку на підприємствах будь-якої форми власності [10].

Умови праці – це обстановка, в якій здійснюється трудова діяльність, тобто характер устаткування та організації робочих місць, рівень дотримання санітарно-гігієнічних і естетичних норм, психологічний клімат, це сукупність

					КР.422.15.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		61

факторів виробничого середовища, що впливають на здоров'я та працездатність людини в процесі праці [10].

Умови праці поділяються на соціально економічні, які розглядаються у широкому контексті і характеризують відношення до них суспільства, та виробничі, тобто умови праці безпосередньо на робочих місцях.

У відповідності з Державними санітарними нормами та правилами «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу», затвердженими наказом Міністерства охорони здоров'я України від 08.04.2014 р. № 248 умови праці визначаються як сукупність факторів виробничого середовища і трудового процесу, які впливають на здоров'я і працездатність людини під час виконання нею трудових обов'язків [10].

На формування умов праці впливають фактори, які поділяються на три групи [10]:

1. Перша група – соціально-економічні фактори, дія яких обумовлює характер умов праці. Серед них виділяються підгрупи:

- нормативно-правові (закони, норми, стандарти а також форми адміністративного та громадського контролю за їх виконанням);
- економічні (матеріальне та економічне стимулювання, моральне заохочення, система пільг та компенсацій за несприятливі умови праці);
- соціально-психологічні (відношення працівників до праці, психологічний клімат);
- суспільно-політичні (форми руху працівників за створення сприятливих умов, винахідництво і раціоналізація).

2. Друга група – техніко-організаційні фактори. Вони впливають на формування умов праці на робочих місцях, дільницях, цехах. Серед них виділяються такі підгрупи:

- предмети праці та їх продукти (сировина, матеріали, готові вироби);
- технологічні процеси;

					КР.422.15.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		62

- засоби праці;
- організаційні форми виробництва, праці та управління.

3. Третя група – природні фактори, дія яких не лише обумовлюється особливостями природного середовища, а й висуває додаткові вимоги до устаткування, технології, організації виробництва та праці. Серед них виділяються такі підгрупи:

- географічні (кліматичні зони);
- біологічні (особливості рослинного та тваринного світу у сільському господарстві);
- геологічні (характер добування корисних копалин).

Усі ці фактори впливають на формування умов праці одночасно і у нерозривній єдності, обумовлюючи поряд з іншими параметрами виробниче середовище. Класифікація факторів допомагає на рівні галузі, об'єднання, окремого виробництва [10]:

- формувати та поліпшувати умови праці, аналізувати їх стан;
- планувати заходи щодо поліпшення умов праці;
- розробляти проекти устаткування, споруджень, технологічних процесів, спрямованих на поліпшення умов праці;
- зосереджувати ресурси (фінансові, матеріальні, трудові) на поліпшення умов праці;
- прогнозувати зміни в умовах праці у зв'язку зі змінами технології, устаткування, впровадження нових матеріалів і технологій.

Свій вплив на людину система факторів спричиняє опосередковано через сукупність системи елементів, які безпосередньо визначають умови праці на робочих місцях [10].

Виділяються такі елементи умов праці [10]:

1. Санітарно-гігієнічні, що характеризують виробниче середовище, на яке впливають предмети та засоби праці, а також технологічні процеси (промисловий шум, вібрація, токсичні речовини, промисловий пил,

					КР.422.15.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		63

температура повітря та інші). Усі вони кількісно оцінюються за допомогою методів санітарно-гігієнічних досліджень і нормуються шляхом установлення стандартів, санітарних норм і вимог.

2. Психофізіологічні елементи обумовлені змістом праці та її організацією (фізичне навантаження, нервово-психологічна напруга, монотонність трудового процесу тощо). Елементи цієї групи, за винятком фізичних зусиль і монотонності, не мають затверджених нормативів.

3. Естетичні елементи сприяють формуванню позитивних емоцій у працівника (художньо-конструктивне рішення робочого місця, освітлення, функціональна музика тощо). Кількісних оцінок елементи цієї групи не мають. Визначення естетичного рівня умов праці здійснюється за допомогою методів експертного оцінювання.

4. Соціально-психологічні елементи характеризують взаємовідносини у трудовому колективі, створюючи відповідний психологічний настрій працюючих (соціальний клімат). Вони не мають одиниць виміру, норм і стандартів. Але соціологічні дослідження у вигляді усного опитування, анкетування сприяють їх об'єктивному оцінюванню.

5. Технічні елементи визначаються рівнем механізації праці. Праця, а відповідно умови й охорона праці, є реаліями різних систем, з одного боку, «людина – машина (технологічний процес)», «людина – виробниче середовище», «людина – машина (технологічний процес) – виробниче середовище», а з іншого «людина – колектив – суспільство», – «людина – суспільство – природа».

Для перших трьох систем умови праці розглядаються у межах робочого місця, ділянки, цеху, виробництва, а для останніх двох – у межах підприємства, галузі, регіону [10].

Забезпечення необхідних умов трудової діяльності здійснюється за трьома напрямками [10]:

					КР.422.15.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		64

- формування сприятливих умов праці, збагачення її змісту;
- поліпшення умов праці у зв'язку з наявністю несприятливих факторів чи зростаючими потребами суспільства, а при неможливості поліпшення умов праці підтримання їх на досягнутому рівні;
- захист працівників від наявних та можливих небезпек та виробничих шкідливостей, тобто охорона праці.

Найбільш ефективними є заходи, спрямовані на формування сприятливих умов, на нових підприємствах або в порядку реконструкції на діючих.

Для більшості підприємств характерним є планомірне поліпшення умов праці та захист працівників від небезпечних і шкідливих виробничих чинників [10].

Отже, постійне поліпшення умов праці на підприємстві при виготовленні опори телескопічної має важливе значення, як для підвищення виробничого комфорту, так і для збереження здоров'я робітників. Для поліпшення умов праці на підприємстві планують такі заходи та шляхи їх впровадження: встановлення ефективної системи вентиляції, для виведення зварювальних аерозолів; монтування захисних огорожень, для запобігання негативним впливам різних факторів на працівників; якісне освітлення та правильний мікроклімат виробничих приміщень; використання засобів індивідуального та колективного захисту працівників на виробництві.

5.2 Безпека праці під час зварювальних робіт опори телескопічної

Техніка безпеки при зварювальних роботах – це сукупність норм і правил, яких необхідно дотримуватися по відношенню до зберігання матеріалів, користуванню устаткуванням, зварювального процесу і одягу майстра. Зварювання має високий рівень небезпеки з двох причин. По-перше, більшість процесів ведуться відкритим вогнем, по-друге при багатьох видах

					КР.422.15.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		65

зварювання застосовуються гази у балонах. Розглянемо базові і додаткові правила і вимоги безпеки при виконанні з'єднання деталей. Охорона праці при використанні зварювальних агрегатів забезпечується підприємством-працедавцем, а вимоги безпеки – при зварювальних роботах [11].

Окрім техніки безпеки при зварювальних роботах, треба дотримуватися правил зберігання і експлуатації матеріалів по зварюванню і устаткування. Основні елементарні вимоги до устаткування та його комплектуючих [11]:

1. Генератори при роботі із зварюванням треба встановлювати так, щоб вони не падали, не хиталися і не ударилися про наближенні техніки, що стоїть. Генератори без водяного затвора застосовувати у дії строго заборонено. Він повинен знаходитися строго вертикально і обов'язково в робочому стані. Техніка безпеки зі зварювальним устаткуванням “говорить” про те, що використовуючи його при температурі нижче нуля, важливо проконтролювати стан води. Якщо вона замерзла, спочатку необхідно шланг і водяний затвор відігріти, а потім використовувати.

2. Рукави мають бути не менше 20 метрів довжини. Для монтажу можна використовувати рукави до 40 метрів. Під'єднувати різні пристосування для живлення декількох пальників суворо заборонено. Основні вимоги до рукава – це його цілісність і справність. При газовому зварюванні не можна міняти місцями рукави, призначені для подання кисню і ацетилену. Вони мають бути щільно закріплені на редукторі і пальнику за допомогою хомутів або дроту. Складаючи їх, слід пам'ятати норми для зберігання зварювальних матеріалів, по яких рукави складаються кільцями так, щоб не переламувалися і придавлювалися.

Основні вимоги безпеки при зварювальних роботах [11]:

- в якості основного правила безпеки при з'єднанні металу, між балоном з газом і генератором треба дотриматися відстані не менше п'яти метрів;
- при тривалій обробці металу рукави треба підвішувати, щоб уникнути їх ушкодження;

					КР.422.15.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		66

- при роботі зі зварювальним устаткуванням в приміщеннях, де є інші установки або люди, необхідно захищати зварювальний простір, щоб захистити їх від опіків;

- техніка безпеки при роботі із зварювальним агрегатом з використанням газів: спочатку треба трохи відкрити вентиль з киснем, потім з ацетиленом (щоб продути рукав), а потім вже здійснювати підпал. При забрудненому пальнику можуть виникнути хлопання і розбризкування матеріалів;

- заборонено користуватися газом в масляному середовищі. Також треба уникати зворотного удару, який може виникнути, якщо наконечник пальника замаслений. Якщо полум'я починає рухатися у зворотному напрямі, необхідно відразу перекрити вентилі, щоб уникнути вибуху. При аргонодуговому зварюванні треба дотримуватися чистоти устаткування, щоб в зварювальний процес не потрапило мастило.

Отже, правильна організація і дотримання вимог безпеки праці в процесі виготовлення телескопічної опори є обов'язковою вимогою, якої потрібно дотримуватись на всіх стадіях виробничого циклу конструкції.

					КР.422.15.00.00.000.ПЗ	Арк.
						67
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

У межах роботи проведено аналіз чинної технології зварювання телескопічної опори та обладнання, що використовується для її виготовлення. У результаті дослідження виявлено низку недоліків, які перешкоджають підвищенню продуктивності та не забезпечують належного рівня якості готової продукції. Це свідчить про необхідність удосконалення технологічного процесу, модернізації оснащення та впровадження більш ефективних технічних рішень.

На основі проведеного аналізу запропоновано вдосконалення чинної технології зварювання виробу, що дає змогу забезпечити необхідну якість виконання зварних швів, підвищити продуктивність праці та оптимізувати загальний виробничий процес. Запропоновані технічні рішення спрямовані на усунення виявлених недоліків, покращення умов роботи та досягнення стабільних показників якості продукції.

З метою обґрунтування доцільності впровадження розробленого технологічного процесу та вибору відповідного обладнання проведено економічний розрахунок. Результати розрахунку підтверджують ефективність запропонованих рішень, їх здатність забезпечити оптимальне співвідношення між витратами на виробництво та якістю готової продукції.

					КР.422.15.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		68

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Гуменюк І.В., Іваськів О.Ф., Гуменюк О.В. Технологія електродугового зварювання: підручник. Київ: Грамота, 2006. 512 с.
2. Сталь 17ГС. Характеристики сталі 17ГС: веб-сайт. URL: <https://metinvestholding.com/ua/products/steel-grades/17gs> (дата звернення: 21.05.2026).
3. Квасницький В.В. Теорія процесів зварювання. Дослідження фізико-хімічних і металургійних процесів та здатності металів до зварювання: навч. посіб. Миколаїв: УДМТУ, 2002. 181 с.
4. Технологія і обладнання зварювання плавленням. Зварювання і споріднені процеси: веб-сайт. URL: <http://drawings.zp.ua/index.php/literatura/87-metallurgiya/zwariuvannia-i-sporidneni-protsessy/zahal-na-literatura-po-zwariuvanniu/558-A-a-i-tekhnologiya-i-obladnannia-zwariuvannia-plavlenniam> (дата звернення: 25.05.2026).
5. Технологія електричного зварювання плавленням. Загальна література по зварюванню: веб-сайт. URL: <http://drawings.zp.ua/index.php/literatura/87-metallurgiya/zwariuvannia-i-sporidneni-protsessy/zahal-na-literatura-po-zwariuvanniu/337-D-s-i-tekhnologiya-elektriynogo-zwariuvannia-plavlenniam> (дата звернення: 25.05.2026).
6. Биковський О.Г., Пінковський І.В. Довідник зварника. Київ: Техніка, 2002. 336 с.
7. Зварювальний напівавтоматичний апарат Tesla Weld MIG/MAG/MMA 350 S. Характеристики: веб-сайт. URL: <https://ua.teslaweld.com/svarochnyy-poluavtomaticheskiiy-apparat-tesla-weld-mig-mag-mma-350> (дата звернення: 25.05.2026).
8. ДСТУ 3159-95. Ресурсозбереження. Нормування витрат зварювальних матеріалів. Загальні вимоги, методи визначення нормативів ручного і

					КР.422.15.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		69

механізованого електрозварювання. [Чинний від 1996-07-01]. Київ, 1995. 36 с. (Держстандарт України).

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

10. Створення сприятливих умов праці на виробництві. Управління Держпраці: веб-сайт. URL: <https://oppb.com.ua/news/stvorennya-spryyatlyvyh-umov-praci-na-vyrobnyctvi> (дата звернення: 09.06.2026).

11. Норми і правила безпеки зварювальника. Довідник зварника: веб-сайт. URL: <https://zvarka.info/normi-i-pravila-bezpeki-zvaryvalnika/> (дата звернення: 09.06.2026).

					КР.422.15.00.00.000.ПЗ	Арк.
						70
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ДОДАТКИ

					КР.422.15.00.00.000.ПЗ	Арк.
						71
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		