

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
платформи насосної

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

Віктор МАТЮХ

Керівник

Володимир ГАВРИЛЮК

Рецензент

м. Тернопіль – 2024

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

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

ЗАТВЕРДЖУЮ
Голова циклової комісії
_____ Марія ДРАНІВСЬКА

«__» _____ 2024 року

З А В Д А Н Н Я

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

МАТЮХУ Віктору Андрійовичу

Тема роботи _____ Проект _____ вдосконалення _____ технологічного _____ процесу
_____ виготовлення платформи насосної _____

Керівник роботи _____ ГАВРИЛЮК Володимир Ярославович
(прізвище, ім'я, по батькові)

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

Термін подання студентом роботи _____ 20.06.2024р.

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

Зміст розрахунково-пояснювальної записки

1 АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Опис конструкції зварного виробу _____

1.2 Характеристика матеріалу зварного виробу _____

1.3 Технічні умови на виготовлення зварного виробу (зварної конструкції) _____

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

2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Технічне обґрунтування вибраного способу зварювання _____

2.2 Вибір зварювальних матеріалів _____

2.3 Вибір та розрахунок параметрів режиму зварювання _____

2.4 Вибір і обґрунтування зварювального устаткування _____

2.5 Вибір методу контролю якості виробу _____

2.6 Опис вибраного технологічного процесу виготовлення зварного _____

виробу (конструкції)

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

3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

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

3.2 Опис роботи зварювального пристосування

4 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ

4.1 Розрахунок кількості обладнання

4.2 Розрахунок кількості працівників

4.3 Визначення витрат і вартості основних матеріалів

4.4 Розрахунок фонду оплати праці

4.5 Калькуляція собівартості деталі

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

4.7 Основні техніко-економічні показники розробленого технологічного процесу

5 ОХОРОНА ПРАЦІ

5.1 Аналіз розділу «Охорона праці» колективного договору підприємства

5.2 Вимоги безпеки при газополумених роботах

5.3 Вимоги охорони праці та пожежної безпеки під час розробки проекту вдосконалення технологічного процесу виготовлення платформи насосної

Перелік графічного матеріалу

1. Технологічний процес виготовлення платформи насосної – 1.0 (форм. А1)

2. Складальне креслення платформи насосної – 1.0 (форм. А3)

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

4. Складальне креслення електричної талі – 1.0 (форм. А1)

Консультанти розділів роботи

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

Дата видачі завдання _____ 20.05.2024р. _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

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

Студент

(підпис)

Віктор МАТЮХ

(ім'я, прізвище)

Керівник роботи

(підпис)

Володимир ГАВРИЛЮК

(ім'я, прізвище)

АНОТАЦІЯ

Процеси зварювання відіграють важливу роль при виготовленні металевих конструкцій будь-якого рівня складності. Особливістю технологічного процесу виготовлення платформи насосної 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 pumping station platform manufacturing. The main improvements are change welding process, equipment, materials and others operations of manufacture. The technological process of constructions manufacturing are present of technological operations, such as procurement, assembling, welding, equipment, additional and control. The economic calculations allow estimating the possibility of practical applying the technological process. The safety equipment and fire protection is consider in this report yet.

ЗМІСТ

	с.
ВСТУП	6
1 АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ	7
1.1 Опис конструкції зварного виробу	7
1.1.1 Технічні вимоги до зварного виробу	8
1.2 Характеристика матеріалу зварного виробу	9
1.3 Технічні умови на виготовлення зварної конструкції	12
1.3.1 Вимоги до матеріалів і напівфабрикатів	12
1.3.2 Вимоги до шорсткості, геометричності форми та розмірів	12
1.3.3 Вимоги до зварних з'єднань виробу	13
1.3.4 Вимоги до складання	14
1.3.5 Вимоги до якості зварної конструкції	14
1.4 Аналіз базового технологічного процесу виготовлення зварної конструкції та постановка задач на виконання кваліфікаційної роботи	15
2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ	17
2.1 Технічне обґрунтування вибраного способу зварювання	17
2.2 Вибір зварювальних матеріалів	18
2.3 Вибір та розрахунок параметрів режиму зварювання	20
2.4 Вибір і обґрунтування зварювального устаткування	25
2.5 Вибір методу контролю якості виробу	27
2.6 Опис вибраного технологічного процесу виготовлення зварної конструкції	28
2.6.1 Заготівельні операції	28
2.6.2 Складальні операції	30
2.6.3 Складально-зварювальні операції	30

					КР.422.11.00.00.000.ПЗ					
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	Проект вдосконалення техно- логічного процесу виготов- лення платформи насосної Пояснювальна записка					
<i>Розроб.</i>	<i>Матюх</i>							<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>	<i>Гаврилюк</i>								4	73
<i>Реценз.</i>								ВСП «ТФК ТНТУ», зр. ПМ-422ск		
<i>Н. Контр.</i>	<i>Залуцька</i>									
<i>Затв.</i>	<i>Дранівська</i>									

2.6.4	Опоряджувальні операції	. . . . .	31
2.6.5	Допоміжні операції	. . . . .	31
2.6.6	Контроль якості	. . . . .	31
2.7	Нормування технологічного процесу виготовлення зварної конструкції і витрат матеріалів та електроенергії	. . . . .	33
3	КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ	. . . . .	36
3.1	Обґрунтування вибору типу пристосувань, які застосовуються при виготовленні конструкції.	. . . . .	36
3.2	Опис роботи зварювального пристосування	. . . . .	38
4	ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ	. . . . .	41
4.1	Розрахунок кількості обладнання	. . . . .	41
4.2	Розрахунок кількості працівників	. . . . .	47
4.3	Визначення витрат і вартості основних матеріалів	. . . . .	51
4.4	Розрахунок фонду оплати праці	. . . . .	51
4.5	Калькуляція собівартості виробу	. . . . .	58
4.6	Розрахунок суми капіталовкладень для розробленого технологічного процесу та його економічної ефективності	. . . . .	58
4.7	Основні техніко-економічні показники розробленого технологічного процесу	. . . . .	60
5	ОХОРОНА ПРАЦІ	. . . . .	63
5.1	Аналіз розділу «Охорона праці» колективного договору підприємства	. . . . .	63
5.2	Вимоги безпеки при газополумєневих роботах	. . . . .	65
5.3	Вимоги охорони праці та пожежної безпеки під час розробки проекту вдосконалення технологічного процесу виготовлення платформи насосної	. . . . .	67
	ВИСНОВКИ	. . . . .	70
	ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	. . . . .	71
	ДОДАТКИ	. . . . .	73

ВСТУП

Зварювання є одним із основних технологічних процесів виготовлення та ремонту виробів у різних галузях промисловості, будівництва й транспорту. Без зварювання неможливе виробництво автомобілів, кораблів, літаків, мостів, котлів, турбін, реакторів та інших конструкцій. Зварювання дозволило створити принципово нові конструкції машин, внести корінні зміни в конструкцію й технологію виробництва. Порівняно з іншими способами виготовлення конструкцій зварні є легшими та дешевшими. При цьому економія металу становить від 10 до 50%. За допомогою зварювання одержують нероз'ємні з'єднання майже всіх металів і сплавів різної товщини. Поряд з традиційними конструкційними сталями зварюють спеціальні сталі та сплави на основі титану, цирконію, молібдену, ніобію та інших матеріалів. [1, с. 3].

Зварювальні з'єднання по міцності, як правило, не поступаються міцності того металу, з якого виготовлені вироби. Зварні конструкції добре працюють при знакозмінних і динамічних навантаженнях, при високих температурах і значних тисках.

Особливо потрібно відмітити, що умови праці при виконанні зварювання з точки зору, як гігієни, так і безпеки значно кращі чим при клепанні, а особливо при литві.

					КР.422.11.00.00.000.ПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1 АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Опис конструкції зварного виробу

Платформа є силовою конструкцією, яка використовується для монтування на ній насосної станції, що показана на рисунку 1.1. Конструкція насосної платформи передбачає обслуговування даної станції, тому вона обладнана стаціонарними драбинами.

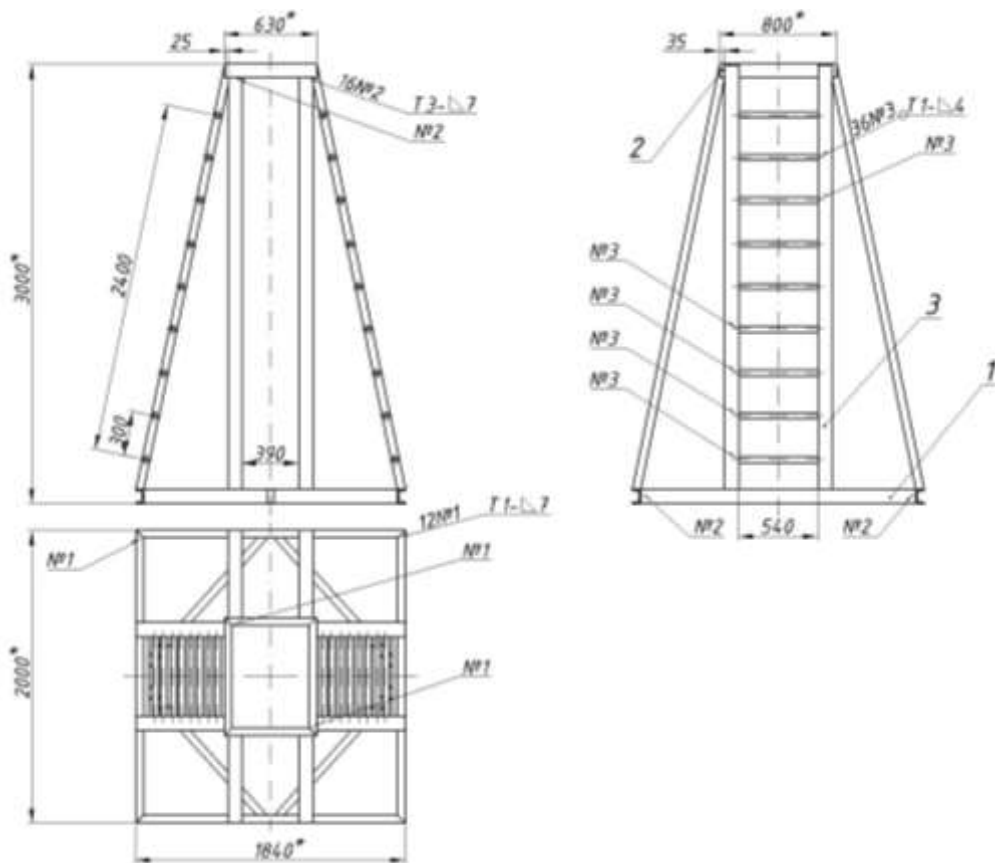


Рисунок 1.1 – Платформа насосна

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КР.422.11.00.00.000.ПЗ

Арк.

7

Платформа повинна бути жорсткою та з достатнім запасом міцності для витримування статичних і динамічних навантажень, що виникають при роботі насосної станції.

Габаритні розміри насосної платформи наступні: довжина – 2000 мм, ширина – 1840 мм, висота 3000 мм, при загальній масі 360 кг. Насосна платформа (див. рис. 1.1) комплектується такими складальними одиницями: основою – 1, підставкою – 2 та драбинами – 3. Більшість складових частин конструкції виготовляються із швелера №10.

1.1.1 Технічні вимоги до зварного виробу

Конструкція повинна виготовлятися з деталей, які при складанні , а також зварюванні забезпечуватимуть вільний доступ до зварних швів. В процесі виготовлення конструкцію потрібно кантувати для того, щоб зварювати деталі в нижньому положенні.

Для полегшення технологічного процесу виготовлення, конструкція розбивається на вузли і підвузли – це полегшить виконання складальних операцій та підвищить в деякій степені продуктивність процесу.

При загальному складанні конструкції типи з'єднань вузлів повинні бути простими, це полегшить виконання складально-зварювальних робіт, зробить їх більш легкими і простими, єдине що потрібно – це зачистити зварні шви після зварювання від шлаку, бризок та окалини.

Зварювання повинно виконуватись по встановлених вимогах та в певній послідовності накладання швів, це дозволить не проводити додаткових заходів для зняття залишкових напружень і можливих деформацій у зварній конструкції.

В процесі виробництва платформи насосної потрібно виконувати наступні технологічні умови:

- використання найбільш правильного технологічно обґрунтованого процесу виготовлення конструкції;

					<i>КР.422.11.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

- правильність виконання складально-зварювальних робіт, а також їх послідовність;
- забезпечення необхідних зазорів між деталями при їх складанні, а також точність виконання заготівельних операцій для отримання заготовок;
- виконання зварювання на правильно підібраних чи розрахованих режимах;
- виконання зварювальних робіт на прийнятному та енергоефективному обладнанні;
- контроль якості вхідних матеріалів, виконуваних робіт та готових виробів.

1.2 Характеристика матеріалу зварного виробу

Вибір матеріалу для виготовлення насосної платформи повинен відбуватися із врахуванням наступного:

- діючі величини навантажень і напружень в умовах експлуатації;
- зварюваність металу;
- механічні властивості і хімічний склад металу;
- середовище застосування;
- стійкість металу до руйнувань та корозії;
- допуски на розміри та геометричну форму конструкції.

Тому врахувавши ці вимоги, найбільш прийнятним матеріалом для виготовлення конструкції є сталь Ст3пс, яка задовольняє наступне:

- можливість її використання у різних кліматичних умовах;
- гарантований хімічний склад та механічні властивості;
- формування якісних швів, що відповідає добрій зварюваності;
- не виникає труднощів при її механічному обробленні;
- відносна дешевизна матеріалу.

Дана марка сталі витривала до втомного руйнування, вона добре працює в умовах дії статичних та динамічних навантажень прийнятної величини. II

					<i>КР.422.11.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

призначенням є виготовлення зварних деталей та конструкцій, що працюють при різних температурах, як мінусових, так і плюсових.

Сталь СтЗпс відноситься до конструкційних, низьковуглецевих сталей звичайної якості, її механічні властивості та хімічний склад представлені в таблицях 1.1 та 1.2.

Таблиця 1.1 – Механічні властивості сталі [2]

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

Таблиця 1.2 – Хімічний склад сталі СтЗпс, % [2]

C	Mn	Si	P	S	Cr	Ni	Cu	As
			не більше					
0,14-0,22	0,40-0,65	0,05-0,17	0,04	0,05	0,30	0,30	0,30	0,08

Враховуючи умови розкислення дана група сталей звичайної якості буває спокійною, киплячою та напівспокійною.

Спокійні сталі називаються так тому, що вони при виплавленні розкислені алюмінієм, марганцем і кремнієм. За рахунок цього в сталях міститься мінімальна кількість оксиду заліза, що позитивно впливає на їх застигання та подальшу кристалізацію у виливаних формах. Отриманий злиток є меншого об'єму ніж форма, але він має високу щільність та однорідність хімічного складу.

На відміну від спокійних, киплячі сталі при виготовленні розкислюються тільки марганцем, що впливає на підвищений вміст оксидів заліза. При застиганні металу у формі утворюється велика кількість бульбашок CO, які не встигають вийти на поверхню і залишаючись в ньому утворюють

пори, що впливає на їх підвищену схильність до старіння та холодноламкість. Тому дані марки сталей у зварювальному виробництві практично не використовуються.

Напівспокійні сталі розкислюються тільки алюмінієм і марганцем і володіють проміжними властивостями порівняно з попередніми двома видами сталей.

Важливим чинником, який впливає на вибір марки металу для виготовлення конструкції є зварюваність. Вона характеризує сукупність властивостей основного металу, які змінюються під впливом процесу зварювання і забезпечують формування надійних зварних з'єднань при прийнятій технології виконання процесу.

Зварюваність характеризує відповідність властивостей зварного шва відповідним властивостям основного металу, без утворення тріщин, пор, різноманітних включень, які викликають погіршення механічних властивостей.

Для оцінки зварюваності металу використовується формула розрахунку еквівалентного вмісту вуглецю C_e [3, с.127]:

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

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

Отримаємо:

$$C_{\text{екв}} = 0,22 + \frac{0,65}{6} + \frac{0,17}{24} + \frac{0,3}{10} + \frac{0,3}{5} + \frac{0,3}{15} = 0,45 \%$$

З виконаних розрахунків випливає, що еквівалентний вміст вуглецю становить 0,45%, це означає, що сталь СтЗпс має добру зварюваність і може використовуватись для виготовлення насосної платформи.

					<i>КР.422.11.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

1.3 Технічні умови на виготовлення зварної конструкції

1.3.1 Вимоги до матеріалів і напівфабрикатів

Технологічний процес виготовлення насосної платформи повинен виконуватись із застосуванням матеріалів, які мають відповідні сертифікати якості, в яких повинно бути вказано наступне:

- марка металу;
- хімічний скла;
- механічні властивості;
- тип прокату;
- технологічні розміри;
- дата і номер партії виготовлення.

У випадку, коли немає сертифікату якості, метал не повинен використовуватись, або якщо проведені додаткові випробування згідно стандарту, які підтверджують його якість.

Деталі, які входять в склад виробу повинні бути сухими та очищеними від забруднень, вологи, окалини, іржі для перешкоджання утворенню дефектів. Крім того, перед виконанням зварювання деталі механічно зачищають на відстані до 20 мм зі сторони стикувальних торців, де буде формуватися майбутнє зварне з'єднання.

1.3.2 Вимоги до шорсткості, геометричності форми та розмірів

В процесі виробництва платформи насосної повинні враховуватись наступні рекомендації:

- поверхні деталей, що виготовляються з металопрокату і які додатково не обробляються механічною обробкою, повинні бути без заусенців, тріщин, задірів, відшарувань, окалини та ін.;

					<i>КР.422.11.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

- враховуючи конструктивні особливості виробу та умови роботи, шорсткість всіх поверхонь не повинна перевищувати 1000 мкм;
- радіуси округлень гострих кутів з'єднувальних деталей не мають бути більшими ніж 7 мм;
- при виконанні механічних робіт при виготовленні деталей повинна бути досягнута прямолінійність крайок, яка не повинна перевищувати 1 мм по загальній довжині виробу.

1.3.3 Вимоги до зварних з'єднань виробу

Важливою вимогою, яка ставиться до зварних з'єднань є забезпечення однакової міцності, як зварного шва, так і основного металу. Також повинно враховуватись компонування конструкції, місця розміщення майбутніх зварних швів та послідовність їх виконання.

Розміщення зварних швів повинно бути таким, щоб можливо було безперешкодно виконувати процес зварювання, встановлювати додаткові пристосування, якщо це передбачено технологією, можливість перевірки їх якості чи взагалі проводити необхідний ремонт конструкції, коли в цьому буде необхідність.

Для забезпечення рівноміцності швів з металом, потрібно правильно підібрати зварювальні матеріали, які мають відповідний хімічний склад та вміст легуючих елементів. В окремих випадках, якщо неможливо отримати таку рівноміцність, то встановлюються мінімально необхідні механічні властивості швів – це міцність та ударна в'язкість.

Зварювання повинно забезпечувати отримання з'єднань без зовнішніх та внутрішніх дефектів, також важливим є збереження конструктивних форм швів, які задаються відповідними розділами технічної документації.

					КР.422.11.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

1.3.4 Вимоги до складання

Важливим етапом виконання складання є попередня перевірка розмірів деталей, які будуть формувати майбутню конструкцію. Тому при виконанні складальних операцій повинні враховуватись зазори між кромками деталей, якщо вони передбачені технологією чи їх відсутність.

Послідовність встановлення деталей у пристосуванні та подальша їх фіксація повинні виконуватись по чітко встановлених технологічних вимогах. Якщо має місце виконання прихоплень для додаткової фіксації та збереження розмірів конструкції, то вони повинні мати визначені розміри та виконуватись в певній послідовності, яка також встановлюється технологією.

Характер розроблення кромки в стикувальних деталях повинні відповідати конструктивним елементам зварних з'єднань, дані про які містяться в стандартах.

Тому для створення насосної платформи високої якості потрібно слідувати технічним умовам на її виготовлення та іншій конструкторсько-технологічній документації.

1.3.5 Вимоги до якості зварної конструкції

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

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

- подрізи та напливи;

					КР.422.11.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

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

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

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

Негативною стороною існуючого технологічного процесу виготовлення платформи насосної є відсутність використання систем автоматизованого проектування на ПК, ще на стадії початкового створення конструкції. Це б дозволило вибрати найбільш раціональний варіант конструктивної форми виробу, що суттєво знизило б додаткові витрати та терміни виготовлення і додатково знизило собівартість виготовлюваної продукції.

Також недосконалістю технологічного процесу виготовлення платформи є низький рівень механізації та автоматизації, не тільки при виконанні заготівельних чи складально-зварювальних операцій, а всього виробничого циклу. В існуючому процесі не передбачено розділення робочих місць по спеціалізації для виготовлення конкретних деталей чи складальних одиниць конструкції, що негативно впливає на ритмічність і продуктивність виробництва.

Базовим технологічним процесом передбачено поступове нарощування конструкції при її виготовленні, шляхом встановлення нових деталей по розмічувальних лініях на попередньо зварені та їх подальше прихоплювання і загальне зварювання.

					<i>КР.422.11.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

Важливим недоліком виготовлення насосної платформи є використання способу ручного дугового зварювання покритими електродами, що негативно позначається на продуктивності процесу в умовах серійного виробництва, хоча можна було б використати спосіб механізованого зварювання.

Запропоновані вдосконалення технологічного процесу виготовлення платформи насосної на відміну від базового стосуються проведення розбивання конструкції на вузли та підвузли, що підвищить показники комплексної механізації та автоматизації виконуваних операцій. У запропонованому технологічному процесі пропонується використання спеціалізованого складального устаткування для можливості проведення комплексного механізованого вдосконалення. Також потребується заміна способу зварювання – з ручного дугового покритими електродами на напівавтоматичне в середовищі захисної суміші газів. Для цього буде використовуватись суміш – Ar (83%) + CO₂ (17%) вона є найбільш універсальною порівняно з іншими сумішами і використовується для зварювання вуглецевих конструкційних сталей.

					<i>КР.422.11.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Технічне обґрунтування вибраного способу зварювання

Для виготовлення насосної платформи найкращим буде напівавтоматичний спосіб зварювання у суміші аргону (83%) і вуглекислого газу (17%).

Горіння дуги проходить в суміші захисних газів між зварювальним дротом та основним металом, при цьому дріт проходить через мундштук та сопло пальника і направляється в зону зварювання разом із сумішшю захищаючи розплавлений метал від кисню та азоту, що містяться в повітрі.

Даний спосіб має такі переваги:

- велика концентрація тепла в зоні зварювання, що має вплив тільки на ділянку невеликої площі, а відповідно виникаючі напруження і деформації будуть незначними;

- процес піддається механізації та автоматизації, за рахунок чого отримується більша продуктивність виконання процесу;

- відкритий простір, що дає можливість спостерігати за формуванням зварного шва;

- надійний захист зони зварювання;

- висока універсальність та маневреність, що дає можливість виконувати шви у різних просторових положеннях;

- струменеве перенесення металу, що забезпечує мале його розбризкування;

- після виконання зварювання не потрібне виконання додаткових слюсарних робіт по видаленню шлаку з поверхні швів;

- можливість зварювання сталей різних марок та товщини.

Що стосується недоліків цього способу зварювання, то до них можна віднести більшу собівартість зварювання на відміну від ручного дугового зварювання покритими електродами. Крім того продуктивність

					<i>КР.422.11.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

механізованого зварювання в 1,5 – 4 рази вища ніж ручного дугового. Також перевагою способу порівняно з автоматичним зварюванням під флюсом є вартість наплавлення одного кілограму металу, яка на 10 – 20% менша.

Тому платформа насосна зварюється напівавтоматичним зварюванням у суміші захисних газів – аргону (83%) та вуглекислого газу (17%). Схема даного способу приведена на рисунку 2.1.

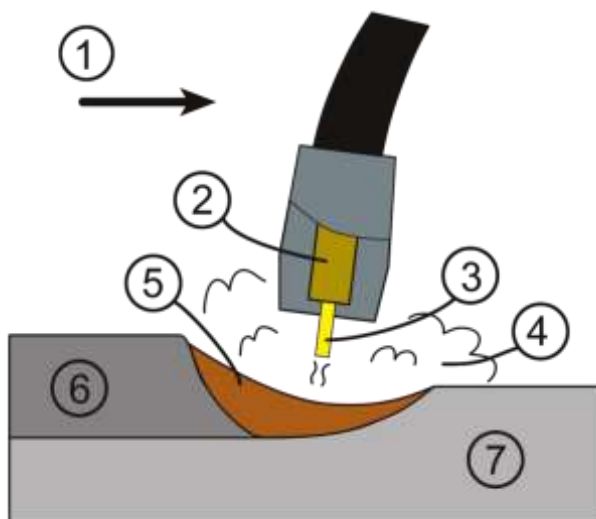


Рисунок 2.1 - Схема напівавтоматичного зварювання у суміші захисних газів

1 – напрямок зварювання, 2 – мундштук, 3 – зварювальний дріт, 4 – захисний газ, 5 – ванна рідкого металу, 6 – зварний шов, 7 – основний метал

2.2 Вибір зварювальних матеріалів

Для того, щоб забезпечити якісний процес зварювання, вибір зварювальних матеріалів займає важливе місце. Основні умови, які до них ставляться – це забезпечення формування зварних з'єднань, що мають високу технологічну міцність, а також відсутність пористості в його перерізі.

Зварювання насосної платформи здійснюється у суміші захисних газів – аргон (83%), вуглекислий газ (17%).

					КР.422.11.00.00.000.ПЗ	Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Зварювальними матеріалами при напівавтоматичному способі є марка зварювального дроту та захисне середовище, в нашому випадку це суміш газів. В склад якої входить аргон з допустимим вмістом домішок 0,002% відповідно до технічних умов та вуглекислий газ вищого сорту в якому вміст домішок не повинен перевищувати 0,02%. Ці гази добувають з повітря методами низькотемпературної ректифікації.

Для зменшення пористості зварних з'єднань рекомендується використовувати кремнієво-марганцеві зварювальні дроти. Так використання дроту марки Св-08Г2С зменшує забруднення металу шва оксидними включеннями, що впливає на утворення пористості. Для прикладу, при зварюванні низьковуглецевих сталей цим дротом об'єм оксидних включень в металі шва не перевищує 0,009%. Невисока забрудненість шва цими включеннями обумовлена присутністю в складі дроту кремнію 0,23% та марганцю 0,72%.

Тому для зварювання платформи насосної використовується дріт Св-08Г2С, який придатний для зварювання сталі Ст3пс, тому що забезпечує необхідні властивості зварних швів за рахунок легування кремнієм та марганцем, а також додатковим розкисленням металу зварювальної ванни.

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

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

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

2.3 Вибір та розрахунок параметрів режиму зварювання

Параметри режиму зварювання розраховуються в залежності від вибраного способу зварювання, типу зварного з'єднання та його розміщення у просторі. Тому виконуючи розрахунки повинна виконуватись основна умова, яка характеризує отримання зварних швів оптимальних розмірів і перерізів, які забезпечуються необхідну їх міцність та надійність технологічних характеристик.

Зварювання насосної платформи виконується напівавтоматичним способом, швами різної протяжності, тому основними параметрами режиму будуть: зварювальний струм, напруга на дузі, діаметр і виліт зварювального дроту, швидкість зварювання та подачі дроту, а також витрати захисної суміші.

Конструкція зварюється тавровими з'єднанням типу Т1 і Т3 з катетами 7 мм та 4 мм. Тому розрахунки виконуватимуться для з'єднання Т1 з катетом 7 мм, тому що на нього діють найбільші навантаження і воно безпосередньо відповідає за надійність конструкції. Умовне зображення зварного з'єднання показано на рисунку 2.2.

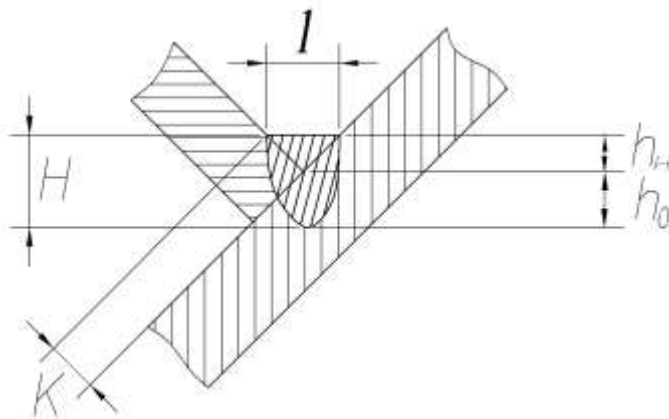


Рисунок 2.2 – Умовне зображення таврового з'єднання

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

					КР.422.11.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

Виконуючи розрахунки повинна виконуватись умова, яка визначає катет шва 7 мм, тому що в цьому випадку досягається найраціональніший переріз шва і він відповідає технічним умовам.

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

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

де K – катет шва, $K = 7$ мм,

$$F_H = \frac{7^2}{2} = \frac{49}{2} = 24,5 \text{ мм}^2.$$

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

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

$$h_H = \sqrt{24,5} = 4,95 \text{ мм.}$$

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

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

$$l = \sqrt{2 \cdot 49} = 9,9 \text{ мм.}$$

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

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

Як наслідок:

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

					<i>КР.422.11.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

потрібно вибрати значення ψ_m , яке знаходиться в межах значень 0,8 – 2,0 мм [4, с.196], вибираємо $\psi_m=1,1$.

Виконуємо розрахунок:

$$H = \frac{9,9}{1,1} = 9 \text{ мм.}$$

Менше значення ψ_m відповідає великим струмам, що позитивно впливає на продуктивність зварювання.

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

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

$$h_0 = 9 - 4,95 = 4,05 \text{ мм.}$$

Для виконання зварних швів з катетом 7 мм, використовуємо зварювальний дріт діаметром 1,2 мм.

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

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

де K_a – коефіцієнт пропорційності, $K_a=1,6$ [4, с.193].

$$I_{зв} = \frac{4,05}{1,6} \cdot 100 = 253,11 \text{ А.}$$

Заокруглимо величину зварювального струму, вона становитиме 253 А.

Швидкість подачі дроту обраховується за формулою [4,с.194]:

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

					<i>КР.422.11.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де α_p – коефіцієнт розплавлення, $\alpha_p=14$ г/А·год [4, с.189];

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

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

$$F_{ел} = \frac{\pi \cdot d_e^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 1,2^2}{4} \approx 1,13 \text{ мм}^2.$$

Підставивши числові значення одержимо:

$$V_{п.д.} = \frac{14 \cdot 10^{-3} \cdot 253}{1,13 \cdot 10^{-6} \cdot 7800} = 401,72 \text{ м/год.}$$

Швидкість подачі зварювального дроту становить $V_{п.д.}=402$ м/год.

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

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

$$U_d = 20 + \frac{50 \cdot 253}{1000 \cdot \sqrt{1,2}} = 33,86 \pm 1 \text{ В.}$$

Вона буде становити $U_d=34$ В.

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

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

де A – коефіцієнт, який залежить від діаметра зварювального дроту, в даному випадку для $d_e = 1,2$ мм – $A=5,0 \cdot 10^3$ м/год [4, с.194]:

$$V_{зв} = \frac{5,0 \cdot 10^3}{253} = 19,76 \text{ м/год.}$$

Заокруглюємо $V_{зв}=20$ м/год.

					<i>КР.422.11.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Виконуємо перевірку діаметру зварювального дроту за формулою [4, с.193]:

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

де j – допустима густина електричного струму, для дроту діаметром 1,2 мм $j=90\dots400$ А/мм² [5, с.244],

$$d_e = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{253}{230}} = 1,19 \text{ мм.}$$

Це є в межах допустимої величини.

Виліт зварювального дроту становить $l_d = 15$ мм.

Витрати захисної суміші $Q_r = 14$ л/хв [4, с.226-227].

Розраховані параметри режиму зварювання записуємо в таблицю 2.2.

Таблиця 2.2 – Параметри режиму зварювання

ПАРАМЕТР			Значення
Назва	Символ	Одиниці вимірювання	
Сила зварювального струму	$I_{зв}$	А	253
Напруга на дузі	U_d	В	34
Діаметр зварювального дроту	d_e	мм	1,2
Виліт зварювального дроту	l_d	мм	15
Швидкість зварювання	$V_{зв}$	м/год	20
Швидкість подачі зварювального дроту	$V_{п.д.}$	м/год	402
Витрати захисної суміші	Q_r	л/хв	14

2.4 Вибір і обґрунтування зварювального устаткування

Вибір зварювального обладнання є важливим етапом розроблення технологічного процесу, так як від нього залежить якість виготовлення конструкції та продуктивність процесу. Розглянувши можливі марки устаткування для зварювання насосної платформи найбільш придатним буде напівавтомат ПДГ-315 «Буран», який призначений для роботи у важких умовах і виконання більшості зварювальних робіт в умовах виробництва. Випускається із вмонтованим механізмом подачі дроту.

Для забезпечення надійної роботи, а також для підвищення терміну придатності напівавтомат ПДГ-315 «Буран»:

- виконаний по класичній схемі джерела живлення електричної дуги;
- має інтенсивне охолодження найбільш тепло навантажувальних вузлів;
- комплектується газоелектричним пальником фірми BINZEL (Німеччина);
- комплектується чотирьох роликівим подавальним механізмом фірми «Соортім»;
- комплектується пневматичним клапаном фірми «Самоззі»;
- захист від перенавантажень;

Зварювання напівавтоматом ПДГ-315 «Буран» в середовищі захисної суміші має наступні переваги:

- 1) продуктивність праці зростає в 2 – 4 рази, в порівнянні з дуговим зварюванням;
- 2) відповідальні зварювальні роботи виконуються без додаткової підготовки;
- 3) при зварюванні малих товщин не спостерігається «ведення» металу;
- 4) при даному зварюванні не змінюється склад металу і не утворюються мікротріщини;
- 5) відсоток браку набагато нижчий;

					<i>КР.422.11.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

б) шов не шлакується.

Загальний вигляд напівавтомата показаний на рисунку 2.3., а його технічні характеристики в таблиці 2.3.



Рисунок 2.3 – Загальний вигляд напівавтомата ПДГ-315 «Буран» [6]

Таблиця 2.3 – Технічні характеристики напівавтомата ПДГ-315 «Буран» [6]

Напруга мережі, В	380	Періодичність вмикання ПВ, %	60
Споживана потужність, кВт	12,9	Межі регулювання напруги на дузі, В	17-34
Номінальний зварювальний струм, А	315	Напруга холостого ходу, В	45
Число ступенів регулювання струму	12	Тип охолодження	Р
Межі регулювання зварювального струму, А	30-330	Клас захисту	IP21
Діаметр електродного дроту, мм	0,8-1,4	Маса, кг	120
Швидкість подачі електродного дроту, м/хв	0,2-22	Габаритні розміри, мм	830x350x700

2.5 Вибір методу контролю якості виробу

Контроль якості використовується з метою виявлення присутності або відсутності дефектів, даючи інформацію про їх розміри та характер поширення. Як результат це дозволяє визначити причини, що спричиняють їх появу, а також можливий ремонт та намічання потрібних робіт, які дозволять в майбутньому позбутися цих дефектів [7]. Тому для контролю платформи насосної можуть використовуватись такі методи, як візуально-оптичний огляд та ультразвукова, радіаційна чи електромагнітна дефектоскопія.

Ультразвукова дефектоскопія базується на використанні пружних механічних коливань, які ще називаються акустичними, бо знаходяться вище порогу чутливості людини. Дані коливання проходять через контрольований виріб і відбиваються від його нижньої поверхні, якщо в ньому є присутній дефект, то ці коливання відіб'ються від дефекту і повернуться назад за менший проміжок часу, про що сповістить відповідне обладнання.

Радіаційні методи контролю використовують для виявлення дефектів гамма- та рентгенівське випромінювання. Цей вид випромінювання використовується того, що він має високу проникаючу здатність, яка дозволяє виявляти дефекти з високою точністю. Присутність дефектів у контрольованому матеріалі визначається втратою енергії даних видів випромінювання через їх проходження по місцях, де залягають дефекти.

Електромагнітні методи контролю придатні для феромагнітних матеріалів. Суть їх полягає у створенні електромагнітного поля, яке проходить через контрольований об'єкт. У випадку присутності дефекту – нещільності, магнітні лінії будуть його обминати і зосереджувати більшу потужність за рахунок скупчення магнітних потоків, це і буде причиною зосередження дефекту в тому місці.

Візуальний контроль є найбільш розповсюдженим, тому що він простий, дешевий і не потребує дорогого обладнання. На відміну від оптичного методу, де може застосовуватись спеціальне обладнання, таке як ендоскопи, відео-

					КР.422.11.00.00.000.ПЗ	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

скопи та ін. Цей контроль проводиться на всіх стадіях виробництва насосної платформи. Також для більш точного виявлення дефектів використовується ще додатково ультразвуковий контроль.

2.6 Опис вибраного технологічного процесу виготовлення зварної конструкції

Технологічний процес виготовлення насосної платформи повинен мати необхідну нормативну документацію, яка відповідає стандартам. Крім того він має бути раціональним та нескладним у виконанні робіт, що входять до його складу. Також важливою умовою є економічна ефективність, яка позначається на його подальшій рентабельності.

2.6.1 Заготівельні операції

Заготівельні операції займають важливе місце серед усіх виконуваних робіт технологічного процесу. Тому що від якості виготовлення деталей залежить якість вже готової конструкції.

Виготовлення деталей насосної платформи пов'язано із виконанням відповідних робіт. Конструкція виготовляється з листового та профільного прокату – швелер №10, тому перш за все потрібно виконати правлення, для надання заготовкам прямолінійності. Дана операція здійснюється на правильному стані. Потім відбувається розмічування металу за допомогою рулетки, лінійки інженерної металевої та маркера.

Різання швелерів виконується газовим способом із застосуванням горючого газу – ацетилену. Для цього використовується газовий різак типу РЗ «Донмет» 300У (рис. 2.4), а для різання листів металу застосовуються гідравлічні ножиці QC12У, які показані на рис. 2.5.

Для забезпечення потрібної чистоти поверхонь перед складанням виконуємо механічне зачищення торців деталей, що будуть зварюватись

					<i>КР.422.11.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

кутовою шліфувальною машинкою марки DeWalt DWE 492 (рис.2.6). Якщо на метали присутні хімічно-стійкі забруднення, то потрібно його протерти тканиною змоченою в лузі або кислоті.



Рисунок 2.4 – Газовий різак типу P3 «Донмет» 300У [8]



Рисунок 2.5 – Гідравлічні гільйотинні ножиці QC12У [9]



Рисунок 2.6 – Кутова шліфувальна машина DeWalt DWE 492 [10]

					<i>КР.422.11.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.6.2 Складальні операції

Складальні операції займають найбільше часу, тому їх виконання повинно бути точним і правильним. Для прискорення виконання процесу складання потрібно використовувати спеціалізоване устаткування, яке дозволить по-перше забезпечити високу точність складальних вузлів та конструкцій, а по-друге це прискорить процес. Засоби механізації та автоматизації також відіграють важливу роль в ході виконання складальних операцій.

Процес складання насосної платформи відбувається наступним чином:

- деталі подаються та встановлюються на устаткуванні;
- фіксуються в проектному положенні та закріплюються;
- виконується прихоплення деталей в пристосуванні;
- кантування для розміщення швів в нижньому положенні;
- зварювання конструкції;
- знімання притискувальних зусиль;
- звільнення конструкції з пристосування.

2.6.3 Складально-зварювальні операції

З метою полегшення виконання складально-зварювальних робіт конструкція розбивається на складальні одиниці. Цей прийом є ефективним, тому що він забезпечує мінімальні деформації при виконанні процесу зварювання, а також якщо цього вимагає технологія, складальна одиниця може бути ще розбита на менші підвузли. Загальне складання конструкції з окремих готових частин є простішим ніж метод поступового нарощування деталей у пристосуванні.

Ці операції здійснюються після складання і для їх виконання потрібно – прихопити складену одиницю чи конструкцію та виконати зварювання її

					<i>КР.422.11.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

остаточно, забезпечивши найкращі умови формування швів при розташуванню їх в нижньому положенні.

2.6.4 Опоряджувальні операції

Опоряджувальні операції потрібні для додаткової обробки зварних швів та прилягаючих до них ділянок основного металу. Для їх виконання потрібно мати все необхідне обладнання та інструменти, а саме: окуляри захисні Truper Active Cipi, молоток слюсарний Tolsen 500 г, кутова шліфувальна машина DeWalt DWE 492, щітка дискова 200 x 32 мм Verto 62H212.

2.6.5 Допоміжні операції

Допоміжні роботи мають місце при виготовленні насосної платформи. До цих операцій відноситься налаштування технологічного обладнання, так перед виконання зварювання встановлюємо потрібні параметри режиму – подача зварювального дроту, витрати захисної суміші, настоювання зварювального струму чи напруги та необхідну швидкість переміщення пальника.

Сюди також відносяться різноманітні завантажувальні та транспортні роботи, що стосуються встановлення деталей у складальне пристосування, доставка металопрокату зі складу матеріалів, а також різні переміщення без яких неможливе здійснення технологічного процесу.

2.6.6 Контроль якості

Контроль якості платформи насосної виконується візуально-оптичним методом із використанням збільшувальної лупи Magnifier 50мм, 5x та ультразвуковим методом із застосуванням дефектоскопа «Томографік» УД-4Т, який показаний на рисунку 2.7.

					<i>КР.422.11.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31



Рисунок 2.7 – Багатофункціональний дефектоскоп «Томографік» УД-4Т [11]

Цей дефектоскоп є багатофункціональним, тому що використовується, як ультразвуковий, вихроструменевий, спеціалізований дефектоскоп для контролю залізничних шляхів та ЕМА-товщиномір.

Дефектоскоп томограф УД-4Т забезпечує:

- автоматичне налаштування – ВРЧ;
- паспортизацію перетворювачів (ПЕП);
- вимірювання акустичних властивостей матеріалів контрольованих об'єктів без використання додаткового метрологічного обладнання;
- візуалізація розміщення дефекту в шарі металу або зварному шві;
- пряме вимірювання еквівалентної площі дефекту;
- оцінка конфігурації і розмірів дефекту.

У дефектоскопі «Томографік» УД-4Т реалізована функція відеоскопа, яка призначена для візуалізації процесу контролю у важкодоступних місцях. Використання відеокамери дає можливість одночасно відображати на екрані пристрою контрольованої області та сигналу, що отримується від перетворювача [11].

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

Нормування витрат матеріалів виконується для того, щоб визначити їх необхідну кількість, яку потрібно для виготовлення конструкції з умовою раціонального використання. Так при напівавтоматичному зварюванню нормуванню підлягають витрати електричної енергії, зварювального дроту та захисного газу чи суміші.

Для виконання розрахунків використовується спеціальна методика, яку встановлює ДСТУ 3159-95 «Ресурсозбереження. Нормування витрат зварювальних матеріалів. Загальні вимоги, методи визначення нормативів ручного і механізованого електрозварювання».

Нормувальні витрати матеріалів при виготовленні насосної платформи будуть представлені відповідними обрахунками.

Маса наплавленого металу обраховується за формулою [12,с.6]:

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

де α_H – коефіцієнт наплавлення, він визначає кількість наплавленого металу протягом 1 години горіння дуги, при силі струму 1 А, $\alpha_H=14$ г/А·год;

$I_{зв}$ – сила зварювального струму, $I_{зв}=253$ А;

$l_{ш}$ – загальна довжина зварних швів, $l_{ш}=7,5$ м.

Одержимо:

$$Q_H = 14 \cdot 10^{-3} \cdot 253 \cdot 7,5 = 26,57 \text{ кг.}$$

Витрати присаджувального матеріалу обраховуються за формулою [12, с.7]:

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

					<i>КР.422.11.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

де Q_p – маса розплавленого електродного матеріалу,

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

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

$$Q_p = 26,57 \cdot 0,7 = 18,6 \text{ кг},$$

$Q_{нп}$ – маса наплавленого металу,

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

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

$$Q_{нп} = 26,57 \cdot 0,5 = 13,28 \text{ кг}.$$

Виконавши підстановку матимемо:

$$H_{ел} = 18,6 + 13,28 = 31,88 \text{ кг}.$$

Норми витрат захисного газу обраховуються за формулою [12,с.10]:

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

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

$$H_r = 18,6 \cdot 0,85 = 15,81 \text{ кг}.$$

Витрати електроенергії на 1 кг наплавленого металу обраховуються за формулою:

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

					<i>КР.422.11.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де U_d напруга на дузі, В;

η_H – коефіцієнт корисної дії, %;

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

$$E = \frac{34}{14 \cdot 0,9 \cdot 0,75} = 3,6 \text{ кВт.}$$

Витрати електроенергії на 1 м шва обраховуються за формулою:

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

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

$$E = \frac{0,01 \cdot 34 \cdot 253 \cdot 0,05}{0,9 \cdot 0,75} = 6,37 \text{ кВт} \cdot \text{год.}$$

					<i>КР.422.11.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

3.1 Обґрунтування вибору типу пристосувань, які застосовуються при виготовленні конструкції

Використання складально-зварювального устаткування при здійсненні технологічного процесу виготовлення конструкції має важливе значення, тому що дозволяє:

- складати вироби необхідних геометричних розмірів з високою точністю;
- полегшити виконання складально-зварювальних робіт з паралельним підвищенням їх продуктивності;
- запобігти або скоротити до мінімуму утворення деформацій при виконанні процесу зварювання, що в свою чергу спростить процедуру проведення контролю якості.

Враховуючи вимоги, які пред'являються до складально-зварювальних пристосувань, вони повинні під час виконання робіт забезпечувати:

- просторове встановлення деталей для формування складального вузла або конструкції без додаткового виконання рихтувальних робіт;
- потрібну точність складання з урахуванням допустимих відхилень вказаних на кресленнях;
- легку та ефективну процедуру виконання складальних операцій з наступною послідовністю виконання зварних з'єднань;
- фіксування деталей з дотриманням потрібних зазорів, що відповідають технічним умовам;
- закріплення деталей чи складальних одиниць зусиллями необхідної величини, які забезпечуватимуть надійність фіксацій без додаткового їх деформування;
- можливість швидкого відведення тепла з місця зварювання при інтенсивному нагріванні;

					КР.422.11.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

- виконання зварювання при просторовому розміщенні швів в нижньому положенні, що є можливим за рахунок кантування конструкції.

Розроблення технологічного процесу виготовлення насосної платформи повинно враховувати можливість механізації виконання складальних операцій, тому що вони займають велику частину порівняно з іншими операціями процесу. Склавши деталі у складальному пристосуванні виконуються прихоплення для того, щоб надати конструкції необхідної жорсткості та забезпечити їх взаємодію при виконанні подальшого зварювання. Прихоплення повинні виконуватись тільки тоді, коли конструкція зафіксована та закріплена в пристосуванні, тому що там також виникають стягуючі зусилля від дії зварювальної дуги, що може викликати викривлення та інші залишкові деформації. Якщо деталі конструкції прихоплені, то наступною операцією є зварювання, яке є основною в технологічному процесі виготовлення зварних металоконструкцій всіх видів.

Для забезпечення можливості виконання зварювання в нижньому положенні необхідне кантування конструкції. Тому що саме в нижньому положенні найкращі умови для формування зварного шва, так як розплавлений метал не витікає із зони зварювання порівняно із вертикальним чи стельовим положеннями.

Виготовлення платформи насосної здійснюється з використанням спеціального підйомного зварювального стола. За допомогою підйомного механізму можна регулювати його висоту, що дуже зручно, як при зварюванні малогабаритних виробів, так і великогабаритних конструкцій відповідно. Так як даний стіл обладнується колесами, то зварену конструкцію можна транспортувати в будь-яке місце цеху, при цьому не розвантажуючи її.

Загальний вигляд підйомного зварювального стола показаний на рисунку 3.1.

					<i>КР.422.11.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

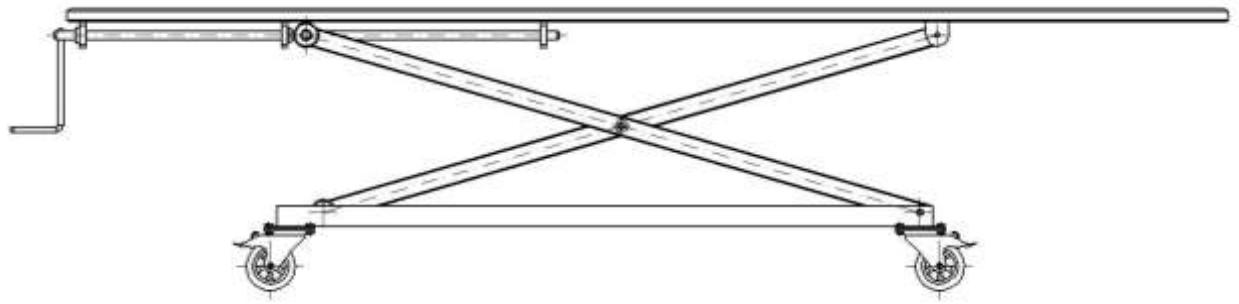


Рисунок 3.1 – Загальний вигляд підйомного зварювального стола

3.2 Опис роботи зварювального пристосування

Для того, щоб пришвидшити процес складання конструкція розбивається вузли, тому спочатку складають окремі частини, а потім конструкцію в цілому.

Для виконання складання, а також зварювання платформи використовується спеціальний стіл. Спочатку встановлюються на опорну поверхню пристосування швелери, відбувається їх базування за допомогою фіксаторів та упорів. Потім на них встановлюється листовий прокат потрібного розміру і притискається притискачем до раніше встановленого швелера.

Виконуються прихоплення напівавтоматичним зварювання в суміші захисних газів $Ar + CO_2$ у відповідних місцях згідно технічних умов на виготовлення конструкції, потім відбувається основний процес зварювання. Таким чином виготовляються основа та підставка платформи, які потім доставляються до місця загального складання конструкції.

Кінцеве складання проводиться у спеціалізованому пристосуванні. На його опорну базову поверхню встановлюються основа та підставка в положенні яке відповідає робочому кресленню конструкції. До них прикладається дві драбини, які виготовлені з листового металу і труб, встановлюється потрібний зазор, фіксування та закріплення заготовок в

					<i>КР.422.11.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

проектному положенні здійснюється пневматичними притискачами за допомогою пневмоциліндрів. Далі відбувається виконання прихоплень у відповідних місцях та в послідовності заданій технологічним процесом, після чого здійснюється загальне зварювання конструкції із подальшим її обертанням за допомогою електричних талей.

Необхідність використання установчих елементів чи фіксаторів в конструкціях складальних пристосувань є необхідністю, тому що за їх допомогою можливе правильне і точне складання виробів. Тому використовувані фіксатори повинні відповідати таким вимогам:

- забезпечення необхідної точності установлення деталей зварного виробу;
- зручність установлення деталей в складальному пристрої;
- вільний доступ до місць прихоплень та зварювання;
- достатня міцність та жорсткість, що відвертає деформацію виробу в процесі зварювання;
- забезпечення можливості вільного знімання звареного виробу з пристрою [13, с.116].

В процесі виконання складання і зварювання насосної платформи потрібна її постійне обертання-кантування, для того щоб зварні шви знаходились в нижній площині, так як в даному положенні найсприятливіші умови для виконання процесу зварювання. Виконання даних операцій відбувається із застосуванням електричних талей, одна з яких показана на рисунку 3.2.

					<i>КР.422.11.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

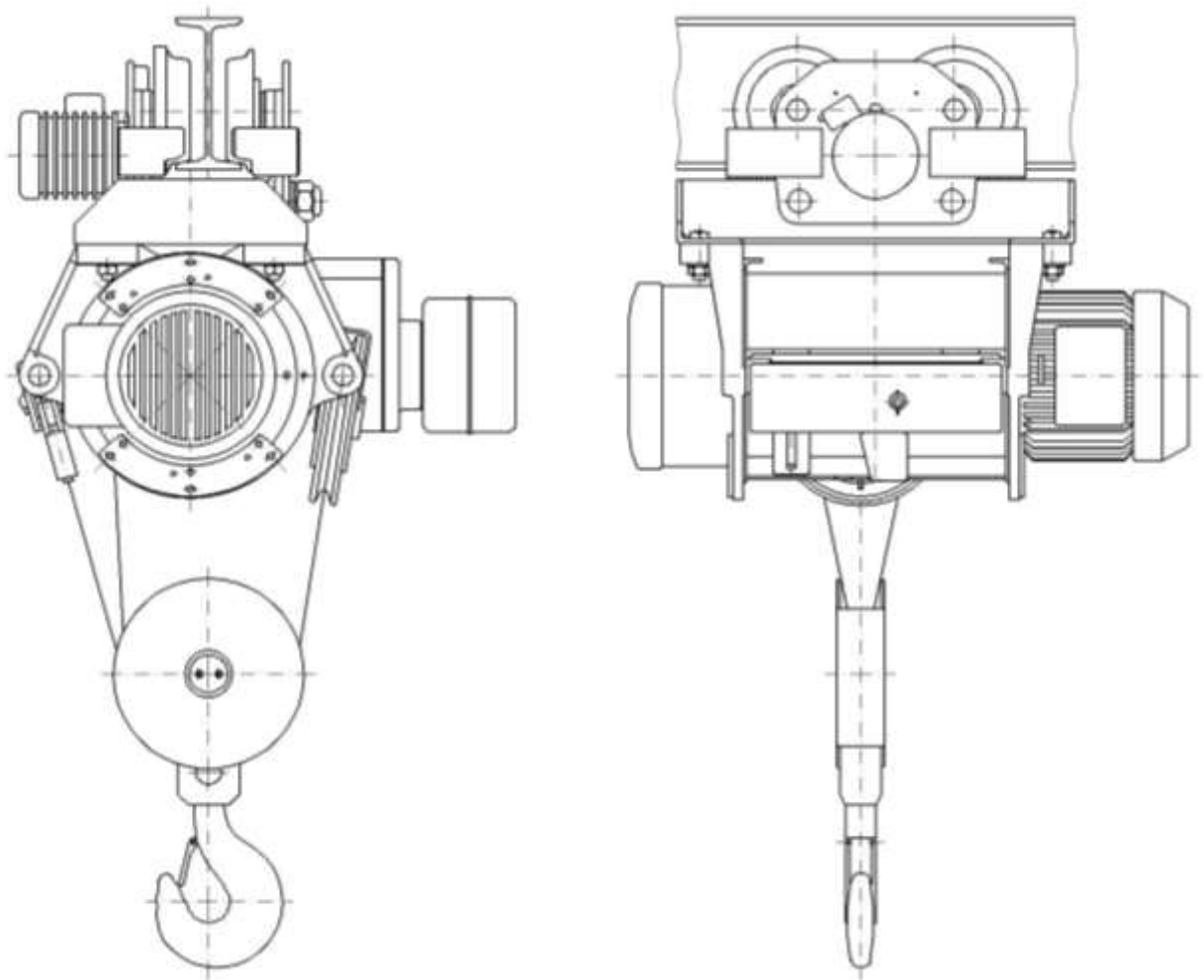


Рисунок 3.2 – Електрична таль

					КР.422.11.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

4 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ

4.1 Розрахунок кількості обладнання

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

Таблиця 4.1 - Характеристика платформи насосної

Показник	Одиниці виміру	Кількісна чи вартісна оцінка	
		фактичні дані	проектні дані
Габаритні розміри виробу	мм	3000x2000x1840	
Сума витрат по видах та марках основних матеріалів на виріб:			
профільний прокат Ст3пс	кг	360	
зварювальний дріт Св-08Г2С	кг	3,8	
захисний газ (суміш Ar 83% +CO ₂ 17%)	кг	15,8	
Розміри поворотних відходів на виріб	кг	18	
Ціна придбання матеріалу за кг:			
профільний прокат:			
Сталь Ст3пс	грн	38,2	38,08
зварювальний дріт Св-08Г2С	грн	69	68
захисний газ (суміш Ar 83% +CO ₂ 17%)	грн	18,45	18,25
Ціна реалізації поворотних відходів	грн	90	

					КР.422.11.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

Таблиця 4.2 - Характеристика технологічного процесу виготовлення платформи насосної

Зміст операції	Варианти	Устаткування		Інструменти		Розряд роботи	Штучні норми часу
		Назва	Ціна, грн	Назва	Ціна, грн		
1	2	3	4	5	6	7	8
Правлення	$\frac{3}{П}$	Правильний стан	1812000	молоток	225	III	$\frac{2,5}{1,8}$
Розмічування	$\frac{3}{П}$			рулетка лінійка маркер	168 162 62	III	$\frac{2,6}{2,4}$
Різання	$\frac{3}{П}$	Комплект газової апаратури, гідравлічні гільйотинні ножиці QC12Y	8980 841020	окуляри	98	III	$\frac{2,4}{2,2}$
Очищування	$\frac{3}{П}$	Кутова шліфувальна машина DeWalt DWE 492	6700	щітка дискова диск зачисн. окуляри	420 240 98	III	$\frac{1,6}{1,5}$
Складання	$\frac{3}{П}$	Стіл зварювальний підйомний	294400	молоток	225	IV	$\frac{3,1}{2,5}$
Зварювання	$\frac{3}{П}$	Зварювальний напівавтомат ПДГ-315 «Буряк»	60000			IV	$\frac{3,2}{2,6}$
Зачищування	$\frac{3}{П}$	Кутова шліфувальна машина DeWalt DWE 492	6700	щітка дискова молоток диск зачисн. окуляри	420 225 240 98	III	$\frac{2,4}{2,3}$
Контроль якості	$\frac{3}{П}$	Дефектоскоп «Томографік» УД-4Т	343000	лупа	200	VI	1,8
Транспортні операції	$\frac{3}{П}$	Таль електрична	78000			III	$\frac{1,6}{1,4}$

Штучна норма часу:

					КР.422.11.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

а) по технологічних операціях: по заводу 19,6;

по проекту 17,1;

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

по проекту 1,4.

Загальна штучна норма часу: по заводу 21,2;

по проекту 18,5.

Для виготовлення насосної платформи застосовується технологічна форма організації виробництва. Режим роботи на ділянці приймаємо перервний при одній зміні в день. Дійсний фонд часу роботи устаткування визначаємо за формулою [14, с.9]:

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

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

S - кількість робочих змін в добу;

g - тривалість зміни, год;

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

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

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

Розрахунок проводять за формулою [14, с.10]:

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

					КР.422.11.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

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

$K_{вн}$ – коефіцієнт виконання, $K_{вн}=0,6$.

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

Кількість робочих місць для виконання розмічування при виготовленні платформи насосної:

- заводський варіант:

$$n = \frac{2,6 \cdot 1500}{1882 \cdot 0,6} = 3,45 \approx 3 \text{ шт.}$$

- проектний варіант:

$$n = \frac{2,4 \cdot 1500}{1882 \cdot 0,6} = 3,19 \approx 3 \text{ шт.}$$

Для вирізання заготовок кількість робочих місць рівна:

- заводський варіант:

$$n = \frac{2,4 \cdot 1500}{1882 \cdot 0,6} = 3,19 \approx 3 \text{ шт.}$$

- проектний варіант:

$$n = \frac{2,2 \cdot 1500}{1882 \cdot 0,6} = 2,92 \approx 3 \text{ шт.}$$

Кількість робочих місць для виконання правлення при виготовленні насосної платформи:

- заводський варіант:

$$n = \frac{2,5 \cdot 1500}{1882 \cdot 0,6} = 3,32 \approx 3 \text{ шт.}$$

					КР.422.11.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

- проектний варіант:

$$n = \frac{1,8 \cdot 1500}{1882 \cdot 0,6} = 2,39 \approx 2 \text{ шт.}$$

Для очищування необхідно:

- заводський варіант:

$$n = \frac{1,6 \cdot 1500}{1882 \cdot 0,6} = 2,13 \approx 2 \text{ шт.}$$

- проектний варіант:

$$n = \frac{1,5 \cdot 1500}{1882 \cdot 0,6} = 1,99 \approx 2 \text{ шт.}$$

Для виконання складання кількість робочих рівна:

- заводський варіант:

$$n = \frac{3,1 \cdot 1500}{1882 \cdot 0,6} = 4,12 \approx 4 \text{ шт.}$$

- проектний варіант:

$$n = \frac{2,5 \cdot 1500}{1882 \cdot 0,6} = 3,32 \approx 3 \text{ шт.}$$

Для виконання процесу зварювання кількість робочих місць становить:

- заводський варіант:

$$n = \frac{3,2 \cdot 1500}{1882 \cdot 0,6} = 4,25 \approx 4 \text{ шт.}$$

- проектний варіант:

					<i>КР.422.11.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

$$n = \frac{2,6 \cdot 1500}{1882 \cdot 0,6} = 3,45 \approx 3 \text{ шт.}$$

Кількість робочих місць для зачищення зварних швів:

- заводський варіант:

$$n = \frac{2,4 \cdot 1500}{1882 \cdot 0,6} = 3,19 \approx 3 \text{ шт.}$$

- проектний варіант:

$$n = \frac{2,3 \cdot 1500}{1882 \cdot 0,6} = 3,06 \approx 3 \text{ шт.}$$

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

$$n = \frac{1,8 \cdot 1500}{1882 \cdot 0,6} = 2,39 \approx 2 \text{ шт.}$$

Кількість транспортних засобів, які необхідні для виконання транспортних операцій визначається за формулою [14, с.12]:

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

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

					<i>КР.422.11.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

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

$$n = \frac{1500 \cdot 2 \cdot 0,8}{2100 \cdot 0,6} = 1,9 \approx 2 \text{ шт.}$$

Приймаємо дві електричних талі 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 [14, с.13]:

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

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

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

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

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

$K_{вн}$ - коефіцієнт виконання норм часу основними робітниками, приймається $K_{вн} = 0,6...0,7$.

Необхідна кількість розмічувальників:

- за заводським варіантом:

					КР.422.11.00.00.000.ПЗ	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$r_{oi} = \frac{1500 \cdot 2,6}{1850 \cdot 0,7} = 3,01 \approx 3 \text{ чол,}$$

- за проектним варіантом:

$$r_{oi} = \frac{1500 \cdot 2,4}{1850 \cdot 0,7} = 2,78 \approx 3 \text{ чол.}$$

Необхідна кількість різальників:

- за заводським варіантом:

$$r_{oi} = \frac{1500 \cdot 2,4}{1850 \cdot 0,7} = 2,78 \approx 3 \text{ чол,}$$

- за проектним варіантом:

$$r_{oi} = \frac{1500 \cdot 2,2}{1850 \cdot 0,7} = 2,55 \approx 3 \text{ чол.}$$

Необхідна кількість правильників:

- за заводським варіантом:

$$r_{oi} = \frac{1500 \cdot 2,5}{1850 \cdot 0,7} = 2,9 \approx 3 \text{ чол,}$$

- за проектним варіантом:

$$r_{oi} = \frac{1500 \cdot 1,8}{1850 \cdot 0,7} = 2,09 \approx 2 \text{ чол.}$$

Необхідна кількість робітників для виконання очищення:

- за заводським варіантом:

					<i>КР.422.11.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

$$r_{oi} = \frac{1500 \cdot 1,6}{1850 \cdot 0,7} = 1,85 \approx 2 \text{ чол,}$$

- за проектним варіантом:

$$r_{oi} = \frac{1500 \cdot 1,5}{1850 \cdot 0,7} = 1,74 \approx 2 \text{ чол.}$$

Необхідна кількість складальників:

- за заводським варіантом:

$$r_{oi} = \frac{1500 \cdot 3,1}{1850 \cdot 0,7} = 3,59 \approx 4 \text{ чол,}$$

- за проектним варіантом:

$$r_{oi} = \frac{1500 \cdot 2,5}{1850 \cdot 0,7} = 2,9 \approx 3 \text{ чол.}$$

Необхідна кількість зварювальників:

- за заводським варіантом:

$$r_{oi} = \frac{1500 \cdot 3,2}{1850 \cdot 0,7} = 3,71 \approx 4 \text{ чол,}$$

- за проектним варіантом:

$$r_{oi} = \frac{1500 \cdot 2,6}{1850 \cdot 0,7} = 3,01 \approx 3 \text{ чол.}$$

Необхідна кількість зачищувальників:

- за заводським варіантом:

$$r_{oi} = \frac{1500 \cdot 2,4}{1850 \cdot 0,7} = 2,78 \approx 3 \text{ чол,}$$

					<i>КР.422.11.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

- за проектним варіантом:

$$r_{oi} = \frac{1500 \cdot 2,3}{1850 \cdot 0,7} = 2,66 \approx 3 \text{ чол.}$$

Необхідна кількість контролерів (за двома варіантами):

$$r_{oi} = \frac{1500 \cdot 1,8}{1850 \cdot 0,7} = 2,1 \approx 2 \text{ чол.}$$

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

Результати розрахунків приведено у таблиці 4.3

Таблиця 4.3 - Зведена відомість промислово-виробничого персоналу

Категорія працівників	Кількість		Середній розряд	
	З	П	З	П
1	2	3	4	5
Основні робітники:				
правильники	3	2	III	III
розмічувальники	3	3	III	III
різальники	3	3	III	III
очищувальники	2	2	III	III
складальники	4	3	IV	IV
зварювальники	4	3	IV	IV
зачищувальники	3	3	III	III
контролери	2	2	VI	VI
транспортувальники	2	2	III	III
Допоміжні робітники:				
налагоджувальники	2	2	IV	IV
ремонтники	2	2	IV	IV
електрики	1	1	IV	IV
ІТР:				
майстер ділянки	1	1		
МОП: прибиральники	1	1	—	—
Разом	33	30	—	—

4.3 Визначення витрат і вартості основних матеріалів

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

Результати розрахунків подано у таблиці 4.4.

Таблиця 4.4 - Зведена відомість витрат на матеріальні ресурси

В-нт	Назва матеріалів ресурсів	Од. вим.	Ціна придб. за од. вим., грн/кг		Затрати в натуральних одиницях, грн						
					на один виріб		на програму				
З/П	Сталь Ст3пс	кг	38,2	38,08	13752	13708,8	20628000	20563200			
З/П	Зварювальний дріт Св-08Г2С	кг	69	68	262,2	258,4	393300	387600			
З/П	Зах. суміш – Аг 83% +СО ₂ 17%	кг	18,45	18,25	291,51	288,35	437265	432525			
Р-ом					14305,71	14255,55	21458565	21383325			
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	1,91	1,9	687,6	685,44	1031400	1028160	90	90	135000	135000
З/П	5	3,45	3,4	13,11	12,92	19665	19380				
З/П	5	0,92	0,91	14,58	14,42	21863,25	21626,25				
Р-ом		6,28	6,22	715,29	712,78	1072928,25	1069166,25	90	90	135000	135000

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

											Арк.
											51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	КР.422.11.00.00.000.ПЗ						

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 [14, с.18]:

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

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) [14, с.18].

Додаткова заробітна плата основних робітників визначається за формулою [14, с.18]:

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

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

Премії та надбавки основним робітникам визначаються за формулою [14, с.18]:

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

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

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

Затрати по оплаті праці розмічувальників:

					<i>КР.422.11.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						52
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- заводський варіант:

$$Z_{oo} = 7,5 \cdot 21,5 \cdot 2,6 = 419,25 \text{ грн};$$

$$Z_{до} = 419,25 \cdot (0,2 + 0,15) = 146,74 \text{ грн};$$

$$Z_{по} = 419,25 \cdot 0,4 = 167,7 \text{ грн};$$

- проектний варіант:

$$Z_{oo} = 7,5 \cdot 21,5 \cdot 2,4 = 387 \text{ грн};$$

$$Z_{до} = 387 \cdot (0,2 + 0,15) = 135,45 \text{ грн};$$

$$Z_{по} = 387 \cdot 0,4 = 154,8 \text{ грн}.$$

Затрати по оплаті праці різальників:

- заводський варіант:

$$Z_{oo} = 7,5 \cdot 22,5 \cdot 2,4 = 405 \text{ грн};$$

$$Z_{до} = 405 \cdot (0,2 + 0,15) = 141,75 \text{ грн};$$

$$Z_{по} = 405 \cdot 0,4 = 162 \text{ грн};$$

- проектний варіант:

$$Z_{oo} = 7,5 \cdot 22,5 \cdot 2,2 = 371,25 \text{ грн};$$

$$Z_{до} = 371,25 \cdot (0,2 + 0,15) = 87,59 \text{ грн};$$

$$Z_{по} = 371,25 \cdot 0,4 = 100,1 \text{ грн}.$$

Затрати по оплаті праці правильників:

- заводський варіант:

$$Z_{oo} = 8 \cdot 21,6 \cdot 2,5 = 432 \text{ грн};$$

$$Z_{до} = 432 \cdot (0,2 + 0,15) = 151,2 \text{ грн};$$

$$Z_{по} = 432 \cdot 0,4 = 172,8 \text{ грн};$$

- проектний варіант:

$$Z_{oo} = 8 \cdot 21,6 \cdot 1,8 = 311,04 \text{ грн};$$

$$Z_{до} = 311,04 \cdot (0,2 + 0,15) = 108,86 \text{ грн};$$

$$Z_{по} = 311,04 \cdot 0,4 = 124,42 \text{ грн}.$$

Затрати по оплаті праці очищувальників:

- заводський варіант:

$$Z_{oo} = 11 \cdot 23 \cdot 1,6 = 404,8 \text{ грн};$$

					<i>КР.422.11.00.00.000.ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		53

$$Z_{до} = 404,8 \cdot (0,2 + 0,15) = 141,68 \text{ грн};$$

$$Z_{по} = 404,8 \cdot 0,4 = 161,92 \text{ грн};$$

- проектний варіант:

$$Z_{оо} = 11 \cdot 23 \cdot 1,5 = 379,5 \text{ грн};$$

$$Z_{до} = 379,5 \cdot (0,2 + 0,15) = 132,83 \text{ грн};$$

$$Z_{по} = 379,5 \cdot 0,4 = 151,8 \text{ грн}.$$

Затрати по оплаті праці складальників:

- заводський варіант:

$$Z_{оо} = 6,5 \cdot 22,7 \cdot 3,1 = 457,41 \text{ грн};$$

$$Z_{до} = 457,41 \cdot (0,2 + 0,15) = 160,09 \text{ грн};$$

$$Z_{по} = 457,41 \cdot 0,4 = 182,96 \text{ грн};$$

- проектний варіант:

$$Z_{оо} = 6,5 \cdot 22,7 \cdot 2,5 = 368,88 \text{ грн};$$

$$Z_{до} = 368,88 \cdot (0,2 + 0,15) = 129,11 \text{ грн};$$

$$Z_{по} = 368,88 \cdot 0,4 = 147,55 \text{ грн}.$$

Затрати по оплаті праці зварювальників:

- заводський варіант:

$$Z_{оо} = 6,5 \cdot 23,5 \cdot 3,2 = 488,8 \text{ грн};$$

$$Z_{до} = 488,8 \cdot (0,2 + 0,15) = 171,08 \text{ грн};$$

$$Z_{по} = 488,8 \cdot 0,4 = 195,52 \text{ грн};$$

- проектний варіант:

$$Z_{оо} = 6,5 \cdot 23,5 \cdot 2,6 = 397,15 \text{ грн};$$

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

$$Z_{по} = 397,15 \cdot 0,4 = 158,86 \text{ грн}.$$

Затрати по оплаті праці зачищувальників:

- заводський варіант:

$$Z_{оо} = 7 \cdot 24 \cdot 2,4 = 403,2 \text{ грн};$$

$$Z_{до} = 403,2 \cdot (0,2 + 0,15) = 141,12 \text{ грн};$$

$$Z_{по} = 403,2 \cdot 0,4 = 161,28 \text{ грн};$$

					<i>КР.422.11.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						54
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- проектний варіант:

$$Z_{oo} = 7 \cdot 24 \cdot 2,3 = 386,4 \text{ грн};$$

$$Z_{до} = 386,4 \cdot (0,2 + 0,15) = 135,24 \text{ грн};$$

$$Z_{по} = 386,4 \cdot 0,4 = 154,56 \text{ грн}.$$

Затрати по оплаті праці контролерів:

$$Z_{oo} = 9 \cdot 27,5 \cdot 1,8 = 445,5 \text{ грн};$$

$$Z_{до} = 445,5 \cdot (0,2 + 0,15) = 155,93 \text{ грн};$$

$$Z_{по} = 445,5 \cdot 0,4 = 178,2 \text{ грн}.$$

Затрати по оплаті праці транспортувальників:

- заводський варіант:

$$Z_{oo} = 10,5 \cdot 24,5 \cdot 1,6 = 411,6 \text{ грн};$$

$$Z_{до} = 411,6 \cdot (0,2 + 0,15) = 144,06 \text{ грн};$$

$$Z_{по} = 411,6 \cdot 0,4 = 164,64 \text{ грн};$$

- проектний варіант:

$$Z_{oo} = 10,5 \cdot 24,5 \cdot 1,4 = 360,15 \text{ грн};$$

$$Z_{до} = 360,15 \cdot (0,2 + 0,15) = 126,05 \text{ грн};$$

$$Z_{по} = 360,15 \cdot 0,4 = 144,06 \text{ грн}.$$

Для допоміжних робітників розрахунок проводять на річну програму окремо для кожної категорії за формулою [14, с.19]:

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

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

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

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

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

					<i>КР.422.11.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

Затрати по оплаті праці налагоджувальників:

$$Z_{од} = 2 \cdot 31,2 \cdot 1850 = 115440 \text{ грн};$$

$$Z_{дд} = 115440 \cdot 0,35 = 40404 \text{ грн};$$

$$Z_{пд} = 115440 \cdot 0,4 = 46176 \text{ грн.}$$

Затрати по оплаті праці ремонтників:

$$Z_{од} = 2 \cdot 31,2 \cdot 1850 = 115440 \text{ грн};$$

$$Z_{дд} = 115440 \cdot 0,35 = 40404 \text{ грн};$$

$$Z_{пд} = 115440 \cdot 0,4 = 46176 \text{ грн.}$$

Затрати по оплаті праці електриків:

$$Z_{од} = 1 \cdot 31,2 \cdot 1850 = 57720 \text{ грн};$$

$$Z_{дд} = 57720 \cdot 0,35 = 20202 \text{ грн};$$

$$Z_{пд} = 57720 \cdot 0,4 = 23088 \text{ грн.}$$

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 [14, с.19]:

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

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

r_n - чисельність працівників відповідної категорії;

O_m - місячний посадовий оклад одного працівника, грн;

12 - кількість місяців у році.

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

$$Z_{оп} = 1 \cdot 8300 \cdot 12 = 99600 \text{ грн};$$

$$Z_{дп} = 99600 \cdot 0,35 = 34860 \text{ грн};$$

$$Z_{пп} = 99600 \cdot 0,4 = 39840 \text{ грн.}$$

					<i>КР.422.11.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

Затрати по оплаті праці МОП:

$$З_{оп} = 1 \cdot 8123 \cdot 12 = 97476 \text{ грн};$$

$$З_{до} = 97476 \cdot 0,35 = 34116,6 \text{ грн};$$

$$З_{по} = 97476 \cdot 0,4 = 38990,4 \text{ грн}.$$

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

Таблиця 4.5 - Зведена відомість річного фонду оплати праці

Категорії працівників	Основна зар. плата, грн		Додаткова зар. плата, грн			
			за шкідливість		інші доплати	
	З	П	З	П	З	П
1	2		3		4	
Основні робітники:						
розмічувальники	318210,75	293733	111373,76	102806,55	127284,3	117493,2
різальники	307395	281778,75	107588,25	98622,56	122958	112711,5
правильники	327888	157386,24	114760,8	55085,18	131155,2	62954,5
очищувальники	204828,8	192027	71690,08	67209,45	81931,52	76810,8
складальники	462893,86	279976,13	162012,85	97991,64	185157,54	111990,45
зварювальники	494665,6	301436,85	173132,96	105502,9	197866,24	120574,74
зачищувальники	306028,8	293277,6	107110,08	102647,16	122411,52	117311,04
контролери	225423		78898,05		90169,2	
транспортувальники	208269,6	182235,9	72894,36	63782,57	83307,84	72894,36
Допоміжні робітники:						
налагоджувальники	115440		40404		46176	
ремонтники	115440		40404		46176	
електрики	57720		20202		23088	
ІТР	99600		34860		39840	
МОП	97476		34116,6		38990,4	
Разом	3341279,41	2692950,47	1169447,79	942532,66	1797903,96	1538572,39

4.5 Калькуляція собівартості виробу

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

Таблиця 4.6 - Калькуляція собівартості виробу

Статті калькуляції	Сума затрат, грн	
	З	П
1	2	3
Основні матеріали:	14305,71	14255,55
Сталь Ст3пс	13752	13708,8
зварювальний дріт Св-08Г2С	262,2	258,4
захисний газ (суміш – Ar 83% +CO ₂ 17%)	291,51	288,35
Поворотні відходи	90	
Паливо та енергія на технологічні цілі	193,96	193,38
Основна заробітна плата основних робітників	1903,74	1471,52
Додаткова заробітна плата основних робітників	666,31	515,03
Премії та надбавки основних робітників	761,49	588,61
Відрахування на соціальне страхування	46,64	36,05
Відрахування на медичне страхування	82,29	64,38
Витрати на утримання та експлуатацію устаткування	519,48	519,48
Цехові (дільничні) витрати	354,74	354,74
Всього цехова собівартість	18744,36	17908,74

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

Необхідні визначення проектної суми капітальних витрат подано у таблиці 4.7.

					КР.422.11.00.00.000.ПЗ	Арк.
						58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 4.7 - Зведена відомість капітальних витрат

Види капітальних затрат	Кількість натуральних одиниць		Вартість одиниці, грн		Затрати на перевезення та монтаж, грн	
	З	П	З	П	З	П
Будівлі та споруди					-	-
Устаткування:						
різальне	3	3	850000	850000	42500	42500
правильне	3	2	1812000	1812000	90600	90600
очищувальне	2	2	6700	6700	335	335
складальне	4	3	294400	294400	14720	14720
зварювальне	4	3	60000	60000	3000	3000
зачищувальне	3	3	6700	6700	335	335
контрольне	2	2	343000	343000	17150	17150
транспортне	2	2	78000	78000	3900	3900
Інструменти:						
молоток	10	8	225	225	11,25	11,25
диск зачисний	5	5	240	240	12	12
щітка	5	5	420	420	21	21
рулетка	5	5	168	168	8,4	8,4
захисні окуляри	11	10	98	98	4,9	4,9
лінійка	5	5	162	162	8,1	8,1
маркер	9	8	62	62	3,1	3,1
лупа	2	2	200	200	10	10
Разом						
Види капітальних затрат	Загальна вартість, грн		Норма амортиз. відрах., %	Річна сума амортиз. Відрах., грн		
	З	П		З	П	
Будівлі та споруди	7381250	7381250	5	369062,5	369062,5	
Устаткування:						
різальне	2592500	2592500	8,5	220362,5	220362,5	
правильне	5526600	3714600	8,5	469761	315741	
очищувальне	13735	13735	8,5	1167,48	1167,48	
складальне	1192320	897920	7	83462,4	62854,4	
зварювальне	243000	183000	7,5	18225	13725	
зачищувальне	20435	20435	8,5	1736,98	1736,98	
контрольне	703150	703150	6,5	45704,75	45704,75	
транспортне	159900	159900	7,5	11992,5	11992,5	

Продовження таблиці 4.7

Інструменти:					
молоток	2261,25	1811,25	15	339,19	271,69
диск зачисний	1212	1212		181,8	181,8
щітка	2121	2121		318,15	318,15
рулетка	848,4	848,4		127,26	127,26
захисні окуляри	1082,9	984,9		162,44	147,74
лінійка	818,1	818,1		122,72	122,72
маркер	561,1	499,1		84,17	74,87
лупа	410	410		61,5	61,5
Разом	17842204,75	15675194,75		1222872,31	1043652,81

4.7 Основні техніко-економічні показники розробленого технологічного процесу

Річний економічний ефект визначається за формулою [14, с.27]:

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

де C_{nz} - повна собівартість виробу за заводськими даними, грн ($C_{nz} = 34744,95$ грн);

C_{nn} - повна собівартість виробу за проектними даними, грн ($C_{nn} = 31825,26$ грн);

Φ_{mz} - фондомісткість продукції за заводськими даними, грн/шт ($\Phi_{mz} = 18744,36$ грн/шт);

Φ_{mn} - фондомісткість продукції за проектними даними, грн/шт ($\Phi_{mn} = 17908,74$ грн/шт);

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

$$E_{\phi} = ((34744,95 + 0,15 \cdot 18744,36) - (31825,26 + 0,15 \cdot 17908,74)) \cdot 1500 = \\ = 4567549,5 \text{ грн.}$$

Термін окупності капітальних вкладень визначається за формулою [14,с.28]:

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

де Φ_{ocz} - вартість основних виробничих фондів за заводським варіантом, грн ($\Phi_{ocz}= 44735865$ грн);

Φ_{ocn} - вартість основних виробничих фондів за проектним варіантом, грн ($\Phi_{ocn}= 41494650$ грн);

E_{yp} - умовна річна економія, грн, яка розраховується за формулою [14, с.28]:

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

$$E_{yp} = 1500 \cdot (34744,95 - 31825,26) = 4379535 \text{ грн};$$

$$T_{ок} = \frac{44735865 - 41494650}{4379535} = 0,74 \text{ р.}$$

Порівняльний аналіз техніко-економічних показників показано у таблиці 4.8.

Таблиця 4.8 – Основні техніко-економічні показники розробленого технологічного процесу

Показники	Одиниця вимірюван.	Величина	
		З	П
1	2	3	4
Річна програма випуску продукції	шт	1500	1500
Кількість технологічного устаткування	шт	16	13
Собівартість товарної продукції	грн	34744,95	31825,26
Чисельність промислово-виробничого персоналу:			
- всього	чол	33	30

Продовження таблиці 4.8

- основних робітників	чол	26	23
Фондомісткість продукції	грн/шт	18744,36	17908,74
Умовна річна економія	грн	-	4379535
Річний економічний ефект	грн	-	4567549,5
Термін окупності капітальних вкладень	роки	-	0,74
Місячний оклад основних робітників:			
- розмічувальники	грн	15407,44	14222,25
- різальники	грн	14883,75	13643,44
- правильники	грн	15876	11430,72
- очищувальники	грн	14876,4	13946,63
- складальники	грн	16809,63	13556,16
- зварювальники	грн	17963,4	14595,26
- зачищувальники	грн	14817,6	14200,2
- контролери	грн	16372,13	16372,13
- транспортувальники	грн	15126,3	13235,51

5 ОХОРОНА ПРАЦІ

5.1 Аналіз розділу «Охорона праці» колективного договору підприємства

За результатами аналізу норм законодавства України про охорону праці можна зробити висновок, що будь-які питання, пов'язані із створенням безпечних і нешкідливих умов праці на конкретному підприємстві, організації та функціонуванням механізмів додержання прав і соціальних гарантій працівників, можуть та повинні вирішуватися через колективний договір (угоду) – найважливіший нормативно - правовий акт локального характеру в системі нормативного регулювання трудових взаємовідносин між власником і працівниками.

Сторонами в переговорах щодо укладення колективного договору (угоди) виступають працівники (в особі профспілки або іншого органу, який має на це повноваження трудового колективу) і власник підприємства, організації або уповноважений ним орган. Колективні переговори згідно із установленим порядком розпочинаються сторонами за три місяці до закінчення строку дії попереднього договору. Після схвалення та підписання договору його положення стають обов'язковими для виконання нормами, що діють в межах підприємства. Оскільки колективний договір (угода) є двостороннім нормативно-правовим актом, він повинен містити, поряд з вимогами до власника (адміністрації підприємства), зобов'язання працівників щодо вивчення і виконання норм, правил, стандартів та інструкцій з охорони праці, які їх стосуються [15, с.24, 25].

Аналіз колективному договору (угоди) показав, що в ньому передбачаються такі основні положення [15, с.25, 26]:

- забезпечення працівникам соціальних гарантій у галузі охорони праці на рівні, не нижчому за передбачені законодавством;

					КР.422.11.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		63

- додаткові пільги і компенсації понад норм, встановлених законодавством, якщо це необхідно і у власника є відповідні можливості;

- розмір одноразової допомоги працівникам у разі каліцтва або іншого ушкодження здоров'я, пов'язаного з виконанням ними трудових обов'язків, а також порядок зменшення розміру цієї допомоги (але не більш як на 50%), якщо нещасний випадок трапився внаслідок порушення потерпілим вимог нормативних актів про охорону праці;

- умови виплати грошової компенсації на придбання лікувально-профілактичного харчування, молока або рівноцінних йому харчових продуктів відповідним працівникам при роз'їздному характері їхньої роботи;

- заходи економічного стимулювання, включаючи види заохочень, що можуть застосовуватися до працівників за активну участь та ініціативу в роботі щодо підвищення безпеки та поліпшення умов праці;

- строк вивільнення від основної роботи уповноважених трудового колективу з питань охорони праці (із збереженням середнього заробітку) для проходження навчання, що організовується за кошти власника;

- обов'язки сторін (власника і працівників) у галузі охорони праці;

- комплексні заходи щодо досягнення встановлених нормативів безпеки, гігієни праці та виробничого середовища, підвищення існуючого рівня охорони праці, запобігання випадків виробничого травматизму, професійних захворювань і аварій, які рекомендовано включати в спеціальному додатком до колективного договору (із визначенням в основній частині розділу «Охорона праці» договору загальних вимог щодо виконання робіт згідно з додатком та загальної суми цільових коштів фонду охорони праці підприємства, передбачених на реалізацію цих заходів).

Зобов'язання колективного договору, які визначені трудовим колективом самостійно і стосуються запровадження додаткових (до чинного законодавства) пільг та компенсацій, також включаються окремими додатками до колективного договору згідно з рекомендованими.

					<i>КР.422.11.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		64

Формуючи зобов'язання колективного договору (угоди), не слід обмежуватися лише питаннями, які безпосередньо перелічені вище. Розділ «Охорона праці» повинен відповідати конкретним обставинам, які склалися на даному підприємстві, в установі, організації, та сприяти розв'язанню всіх проблем у цій важливій сфері соціально-трудових відносин [15, с.26].

Отже, розділ «Охорона праці» колективного договору підприємства має важливе значення, оскільки він є основним документом, на основі якого здійснюється врегулювання спірних питань стосовно безпечного функціонування підприємства та збереження здоров'я працівників.

5.2 Вимоги безпеки при газополуменевих роботах

При газополуменевих роботах у повітрі робочої зони накопичуються шкідливі речовини. Одні з них утворюються внаслідок взаємодії полум'я з металом і повітрям – з'єднання марганцю, заліза, хрому, нікелю, міді, цинку та інших металів, монооксиду вуглецю та оксиду азоту. Інші проникають у повітря з ацетиленового генератора – ацетилен, природний газ, зріджені гази (бутан, пропан), пари рідкого пального (бензин, гас), кисень і домішки ацетилену – фосфористий водень (фосфін) і сірководень. Ці речовини є шкідливими й небезпечними для зварників, деякі з них – вибухо- й пожежонебезпечні [16, с.116].

Газозварювальні роботи мають виконуватися на відстані не менше 10 м від пересувних генераторів, 5 м – від балонів і баків з рідким паливом, 1,5 м – від газопроводу [16, с.116]. У разі направлення полум'я в бік джерел живлення застосовують заходи захисту від впливу теплоти полум'я шляхом установлення металевих ширм.

Перш ніж розпочати роботу, необхідно перевірити справність апаратури, обладнання, балонів, рукавів, герметичність з'єднань, справність пломб на редукторах і затворах.

					<i>КР.422.11.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		65

У разі перегрівання пальника роботу треба припинити, а пальник охолодити водою [16, с.116].

Після закінчення роботи потрібно перекрити усі вентиля на балонах, викрутити гвинт редуктора, відкрити вентиль на пальнику (різаку), навести лад на робочому місці, прибрати обладнання в спеціально відведене місце.

При виконанні наступних видів зварювальних робіт забороняється [16, с.116]:

1) *при газополуменевих роботах*: експлуатувати обладнання власного виготовлення; виконувати роботи в разі порушення герметичності з'єднань і рукавів; працювати без спецодягу та засобів індивідуального захисту, у замащеному одязі; використовувати кисень для очищення одягу; виконувати роботи без протипожежних засобів; палити під час роботи з пересувним ацетиленовим генератором, карбідом кальцію, рідким пальним; ремонтувати пальник та інше обладнання на робочому місці; установлювати пересувні генератори в похилому положенні та поряд з кисневим балоном; транспортувати кисневі й ацетиленові балони (за винятком двох балонів до робочого місця);

2) *при монтажних роботах*: продовжувати роботу при зворотному ударі або виявленні несправностей обладнання; тримати під час роботи рукави на плечах, ногах, навколо поясу; переміщуватись із запаленим пальником трапами, драбинами, переходити з поверху на поверх; зберігати мастильні матеріали поруч із кисневим балоном; зберігати карбід кальцію у відкритій тарі на робочому місці; переносити завантажений генератор; скидати з висоти балони; зливати намул на території будівельного майданчика;

3) *при застосуванні рідкого палива*: виконувати роботи з рідким паливом у закритих посудинах і колодязях; використовувати різак або пальник без зворотного клапана; застосовувати паливо, не передбачене інструкцією з експлуатації; виконувати роботи в разі появи хлопків або зворотних ударів; наливати паливо в бачок більше ніж на 3/4 його місткості; випускати повітря

					КР.422.11.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		66

з бачка перш ніж погасне полум'я; відкручувати гайку насоса до повного випускання повітря з бачка; зменшувати тиск кисню на вході в різак нижче за тиск пального в бачку; користуватися рукавами невідповідного класу і тими, довжина яких перевищує 10 м; гасити водою бензин, гас або їх суміші;

4) у посудинах, тунелях, колодязях: працювати в закритих посудинах при недостатньому вмісті в повітрі кисню (менше за 19 %); виконувати роботу без робітника-страхувальника; зварювати або різати посудини, що перебувають під тиском або містять вибухові речовини; використовувати апаратуру, що працює на рідкому паливі; залишати пальник (різак) із запаленим полум'ям.

Таким чином, для проведення робіт у посудинах, тунелях і колодязях необхідно оформляти наряд-допуск. Обов'язково необхідно забезпечити примусову вентиляцію і місцеве освітлення з напругою 12 В. Роботу повинні виконувати не менше ніж два робітники. Один з них повинен страхувати зовні посудини. Почувши запах газу, зварник зразу ж повинен припинити роботу й покинути робоче місце [16, с.116].

Отже, дотримання вимог безпеки при газополуменевих роботах має дуже важливе значення, тому що для них характерна вибухонебезпечність, яка є загрозою не тільки для працівників підприємства, але і для навколишнього середовища.

5.3 Вимоги охорони праці та пожежної безпеки під час розробки проекту вдосконалення технологічного процесу виготовлення платформи насосної

Оскільки для виготовлення насосної платформи використовується спосіб механізованого зварювання в захисних газах, то основною небезпекою є електричний струм, власне яким і живиться зварювальне обладнання даного процесу.

					КР.422.11.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		67

При зварюванні насосної платформи виникає загроза ураження електричним струмом, при цьому необхідно дотримуватись таких правил техніки безпеки [16, с.115]:

– терміново відключити струм вимикачем, який розташований найближче, або відділити потерпілого від струмоведучих частин, використовуючи сухі підручні матеріали (дошку і т. д.), після чого покласти його на теплу підстилку і по можливості зігріти;

– негайно викликати медичну допомогу, адже затримка більше 5-6 хв може призвести до непоправних наслідків;

– у разі втрати постраждалим свідомості звільнити його від тісного одягу, очистити рот від сторонніх предметів, прийняти міри проти западання язика та негайно приступити до виконання штучного дихання, продовжуючи його до прибуття лікаря або відновлення нормального дихання.

У випадку зварювання платформи горить електрична дуга, тому потрібно прийняти деяких заходів для того, щоб унеможливити її шкідливу дію на зварника.

Для захисту очей і обличчя зварника від світлової радіації електричної дуги застосовують ручні щитки, маски або шоломи із світлофільтрами, призначеними для захисту очей від ультрафіолетового та інфрачервоного випромінювання. Світлове випромінювання дуги послаблюється світлофільтрами в 10^2 - 10^6 разів. Застосовують скляні світлофільтри серії С, які поділяють на 13 класів. Вони забезпечують захист очей від випромінювання при зварюванні та струмах від 5 до 1000 А. Вибирають світлофільтри залежно від виду зварювання і сили струму [16, с.115].

Виготовлення насосної платформи повинно відбуватися із забезпеченням наступних протипожежних заходів [1, с.473]:

1. При проведенні робіт зі зварювання на будівельній площадці необхідно завчасно повідомити осіб, які відповідають за пожежну безпеку.

					КР.422.11.00.00.000.ПЗ	Арк.
						68
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2. Робочі місця зварників слід очистити від дерев'яних стружок, паклі, горючого сміття в радіусі не менше 10 м, а також видалити з цієї зони інші вибухо- та вогненебезпечні речовини.

3. Обережно переміщувати зварювальні проводи. При цьому особливо небезпечним є іскріння проводів (при недостатній або порушеній ізоляції) у місцях, віддалених від зварника, або недоступних для спостереження.

4. Заборонено робітникам переміщуватися із запаленим пальником за межі робочого місця, а також підніматися по сходах, риштуваннях тощо.

5. При зварюванні в небезпечних зонах обладнують спеціальні пожежні пости.

6. При тривалій або концентрованій дії іскор і крапель розплавленого металу, що утворюються при зварюванні і різанні, дерев'яні настили та підмостки необхідно захищати від загоряння листовим залізом, азбестом, а в спеку поливати водою.

7. Після закінчення зміни уважно обстежують робочу зону на наявність відкритого вогню, нагрітих до високої температури предметів, а також тліючих горючих матеріалів, сміття.

Таким чином, враховуючи вищенаведені рекомендації можливо забезпечити надійний процес виготовлення насосної платформи відповідно до вимог охорони праці та пожежної безпеки.

					<i>КР.422.11.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		69

ВИСНОВКИ

Запропоновані вдосконалення технологічного процесу виготовлення насосної платформи на відміну від базового стосуються проведення розбивання конструкції на вузли та підвузли, що підвищить показники комплексної механізації та автоматизації виконуваних операцій. У запропонованому технологічному процесі пропонується використання спеціалізованого складального устаткування для можливості проведення комплексного механізованого вдосконалення. Також потребується заміна способу зварювання – з ручного дугового покритими електродами на напівавтоматичне в середовищі захисної суміші газів. Для цього буде використовуватись суміш – Ar (83%) + CO₂ (17%) вона є найбільш універсальною порівняно з іншими сумішами і використовується для зварювання вуглецевих конструкційних сталей.

Зварювання платформи насосної буде виконуватись зварювальним інверторним напівавтоматом марки ПДГ-315 «Буран» з використанням дроту марки Св-08Г2С ø1,2 мм.

Розрахунки по оплаті праці робітників виконані в організаційно-економічному розділі, в результаті чого запропоновано наступні суми: розмічувальники – 14222 грн, різальники – 13643 грн, правильники – 11430 грн, очищувальники – 13946 грн, складальники – 13556 грн, зварювальники – 14595 грн, зачищувальники – 14200 грн, контролери - 16372 грн, транспортувальники – 13235 грн.

Завдяки запропонованим рішенням, в ході виконання економічних розрахунків відбувається підвищення рентабельності виробництва даної продукції, що в подальшому приводить до зменшення цехової собівартості виробу.

					КР.422.11.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		70

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Гуменюк І.В., Іваськів О.Ф., Гуменюк О.В. Технологія електродугового зварювання: підручник. Київ: Грамота, 2006. 512 с.
2. Сталь 3пс. Сталі вуглецеві нелеговані: веб-сайт. URL: <https://metinvest-smc.com/ua/steel/stal-3ps/> (дата звернення: 21.04.2024).
3. Квасницький В.В. Теорія процесів зварювання. Дослідження фізико-хімічних і металургійних процесів та здатності металів до зварювання: навч. посіб. Миколаїв: УДМТУ, 2002. 181 с.
4. Гаєвський О.А., Гаєвський В.О. Координація зварювальних робіт: навчальний посібник. Київ: Центр учбової літератури, 2017. 368 с.
5. Кривов Г.О., Зворикін К.О. Виробництво зварних конструкцій: підручник. Київ: КВІЦ, 2012. 896 с.
6. Технічні характеристики ПДГ-315 Буран. Напівавтомат зварювальний ПДГ-315 Буран: веб-сайт. URL: <http://energy-welding.com/content/pdg-315-buran> (дата звернення: 02.06.2024).
7. Камель Г.І., Гасило Ю.А., Івченко П.С., Романюк Р.Я. Контроль якості зварювання. Том 1. Неруйнівні методи контролю: навчальний посібник. Кам'янкьке: ДДТУ, 2018. 241 с.
8. Газовий різак типу РЗ «Донмет» 300У. Газові різакі: веб-сайт. URL: <https://eweld.com.ua/ua/gazovye-rezaki/gazovyj-rezak-r3-donmet-300-u> (дата звернення: 03.06.2024).
9. Гідравлічні ножиці з ЧПУ QC12У. Основні характеристики ножиць: веб-сайт. URL: <https://uk.bambeocnc.com/china-hydraulic-cnc-guillotine-shears-machine-manufacturer.html> (дата звернення: 03.06.2024).
10. Кутова шліфмашина дворучна DeWalt DWE 492. Шліфувальні та полірувальні машини (болгарки) DeWalt: веб-сайт. URL: <https://rozetka.com.ua/ua/46737800/p46737800/> (дата звернення: 03.06.2024).

					КР.422.11.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		71

11. Ультразвуковий дефектоскоп УД-4Т. Обладнання контролю якості: веб-сайт. URL: <http://nktd.com.ua/vse-pribory/ultrazvukovoj-kontrol/ultrazvukovoj-defektoskop-ud-4t/> (дата звернення: 03.06.2024).

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

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

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

15. Сакун М.М., Нагорнюк В.Ф. Охорона праці при вирощуванні сільськогосподарських культур: навчальний посібник. Одеса: «Видавництво», 2009. 184 с.

16. Гуменюк І.В. Обладнання та технології зварювальних робіт: навч. посіб. Київ: Грамота, 2014. 120 с.

					КР.422.11.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		72

ДОДАТКИ

					КР.422.11.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		73