

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
стійки домкрату

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

Дмитро САВІЦЬКИЙ

Керівник

Ігор ГУМЕНЮК

Рецензент

Віктор СЕНЧИШИН

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

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

ЗАТВЕРДЖУЮ
Голова циклової комісії
Марія ДРАНІВСЬКА

«__» _____ 2025 року

З А В Д А Н Н Я

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

САВІЦЬКОМУ Дмитру Олеговичу

Тема роботи Проект вдосконалення технологічного процесу виготовлення
стійки домкрату

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

затверджений наказом від 29. 04. 2025 року № 4/9-209

Термін подання студентом роботи 20.06.2025р.

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

Зміст розрахунково-пояснювальної записки

1 АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Опис конструкції зварного виробу

1.2 Характеристика матеріалу зварного виробу

1.3 Технічні умови на виготовлення зварного виробу (зварної конструкції)

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

2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Технічне обґрунтування вибраного способу зварювання

2.2 Вибір зварювальних матеріалів

2.3 Вибір та розрахунок параметрів режиму зварювання

2.4 Вибір і обґрунтування зварювального устаткування

2.5 Вибір методу контролю якості виробу

2.6 Опис вибраного технологічного процесу виготовлення зварного
виробу (конструкції)

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

3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

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

3.2 Опис роботи зварювального пристосування

4 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ

4.1 Розрахунок кількості обладнання

4.2 Розрахунок кількості працівників

4.3 Визначення витрат і вартості основних матеріалів

4.4 Розрахунок фонду оплати праці

4.5 Калькуляція собівартості деталі

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

4.7 Основні техніко-економічні показники розробленого технологічного процесу

5 ОХОРОНА ПРАЦІ

5.1 Вплив міжнародних стандартів на управління охороною праці на підприємстві

5.2 Вибір систем і способів вентиляції

Перелік графічного матеріалу

1. Технологічний процес виготовлення стійки домкрату – 1.0 (форм. А1)

2. Складальне креслення стійки домкрату – 1.0 (форм. А3)

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

4. Складальне креслення кондуктора для складання – 1.0 (форм. А1)

Консультанти розділів роботи

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

Дата видачі завдання 19.05.2025р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналітичний розділ	22.05.2025	
2	Технологічний розділ	26.05.2025	
3	Конструкторський розділ	04.06.2025	
4	Організаційно-економічний розділ	09.06.2025	
5	Охорона праці	12.06.2025	
6	Графічна частина	16.06.2025	
7	Перевірка на плагіат	18.06.2025	

Студент

(підпис)

Дмитро САВЦЬКИЙ

(ім'я, прізвище)

Керівник роботи

(підпис)

Ігор ГУМЕНЮК

(ім'я, прізвище)

АНОТАЦІЯ

Процеси зварювання відіграють важливу роль при виготовленні металевих конструкцій будь-якого рівня складності. Особливістю технологічного процесу виготовлення стійки домкрату 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 jack stand 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	8
1.1 Опис конструкції зварного виробу	8
1.1.1 Технічні вимоги до зварного виробу	9
1.2 Характеристика матеріалу зварного виробу	10
1.3 Технічні умови на виготовлення зварної конструкції	11
1.3.1 Вимоги до матеріалів і напівфабрикатів	11
1.3.2 Вимоги до шорсткості, геометричності форми та розмірів	12
1.3.3 Вимоги до зварних з'єднань виробу	12
1.3.4 Вимоги до складання	13
1.3.5 Вимоги до якості зварної конструкції	14
1.4 Аналіз базового технологічного процесу виготовлення зварної конструкції та постановка задач на виконання кваліфікаційної роботи	14
2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ	16
2.1 Технічне обґрунтування вибраного способу зварювання	16
2.2 Вибір зварювальних матеріалів	17
2.3 Вибір та розрахунок параметрів режиму зварювання	18
2.4 Вибір і обґрунтування зварювального устаткування	23
2.5 Вибір методу контролю якості виробу	25
2.6 Опис вибраного технологічного процесу виготовлення зварної конструкції	27
2.6.1 Заготівельні операції	28
2.6.2 Складальні операції	30
2.6.3 Складально-зварювальні операції	30

					<i>КР.422.14.00.00.000.ПЗ</i>			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Савіцький			Проект вдосконалення технологічного процесу виготовлення стійки домкрату Пояснювальна записка	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Гуменюк					4	76
Реценз.		Сенчишин				ВСП «ТФК ТНТУ», гр. ПМ-422ск		
Н. Контр.		Залуцька						
Затв.		Дранівська						

2.6.4	Опоряджувальні операції	.	.	.	.	.	31
2.6.5	Допоміжні операції	.	.	.	.	.	31
2.6.6	Контроль якості	.	.	.	.	.	32
2.7	Нормування технологічного процесу виготовлення зварної						
	конструкції і витрат матеріалів та електроенергії	.	.	.	.	.	32
3	КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ	.	.	.	.	.	35
3.1	Обґрунтування вибору типу пристосувань, які застосовуються при						
	виготовленні конструкції.	.	.	.	.	.	35
3.2	Опис роботи зварювального пристосування	.	.	.	.	.	37
4	ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ	.	.	.	.	.	41
4.1	Розрахунок кількості обладнання	.	.	.	.	.	41
4.2	Розрахунок кількості працівників	.	.	.	.	.	46
4.3	Визначення витрат і вартості основних матеріалів	.	.	.	.	.	49
4.4	Розрахунок фонду оплати праці	.	.	.	.	.	50
4.5	Калькуляція собівартості виробу	.	.	.	.	.	56
4.6	Розрахунок суми капіталовкладень для розробленого						
	технологічного процесу та його економічної ефективності	.	.	.	.	.	56
4.7	Основні техніко-економічні показники розробленого						
	технологічного процесу	.	.	.	.	.	59
5	ОХОРОНА ПРАЦІ	.	.	.	.	.	61
5.1	Вплив міжнародних стандартів на управління охороною праці						
	на підприємстві	.	.	.	.	.	61
5.2	Вибір систем і способів вентиляції	.	.	.	.	.	65
	ВИСНОВКИ	.	.	.	.	.	71
	ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	.	.	.	.	.	72
	ДОДАТКИ	.	.	.	.	.	76

ВСТУП

Основними завданнями зварювання є широке використання зварювальних конструкцій замість литих, клепаних, кованих та ін., що пояснюється їх економічністю; спорудження відповідних підприємств, що спеціалізувалися б на відновленні деталей машин за рахунок зносостійкого наплавлення; розширене виробництво зварювальних матеріалів; застосування високопродуктивного методу автоматичного зварювання.

Зварювання – це електрична дуга у вуглекислому газі, аргоні, гелії, це ступінь високотемпературної плазми і електронний промінь, промінь лазера і зварювальні роботи з програмним управлінням, це камери з контролюючою атмосферою, в яку зварник входить в костюмі – скафандрі; це унікальні контактні машини, які зварюють точками за один цикл цілі вузли автомобілів. Розвиваються нові способи зварювання: дифузійне, холодне зварювання, зварювання вибухом, при яких метал не плавиться. При допомозі зварювання виконують складні хірургічні операції, виготовлення унікального обладнання і апаратури. Можливості зварювання практично необмежені: зварюють обладнання для ізотопних і радіоактивних препаратів; з'єднання листів двошарових сталей і сплавів між собою, зварювання під водою і в космосі.

Висока продуктивність процесу і висока якість зварних з'єднань та економне використання металу дозволило зварюванню зайняти основне місце в процес виробництва різноманітних конструкцій.

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

Значний вклад в розвиток металургійної бази устаткування та пристосувань вносять вітчизняні заводи, конструкторські бюро в яких саме

					КР.422.14.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

працюють над розробленням і вдосконаленням даного обладнання і пристосувань для зварювання.

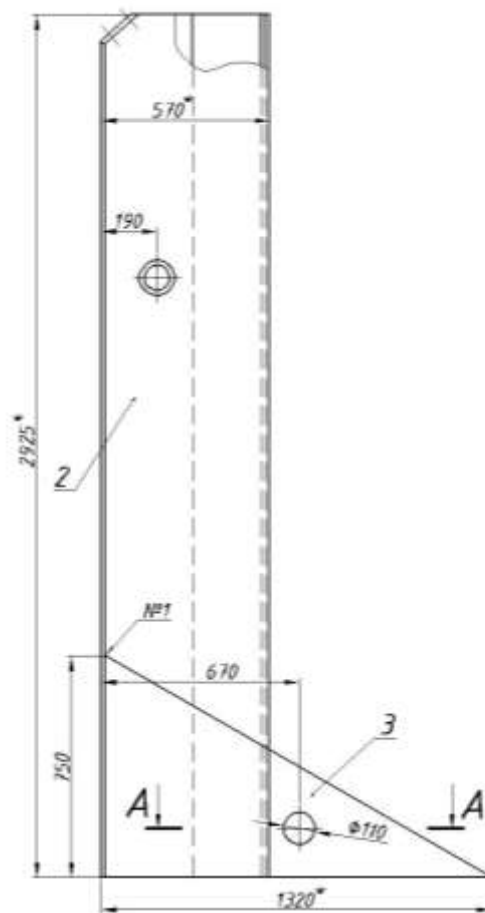
Створення високоякісної зварювальної продукції вимагає постійного вдосконалення виробничої бази із застосуванням сучасного устаткування, висококваліфікованих кадрів та відповідність процесу виготовлення сучасним технологіям.

					КР.422.14.00.00.000.ПЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1 АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Опис конструкції зварного виробу

Стійка є складальною одиницею домкрату, що використовується для підймання вагонів. Тому основне їх місце встановлення – це рефрижераторні депо. Конструкція домкратної стійки зображена на рисунку 1.1.



A-A(1:2,5)

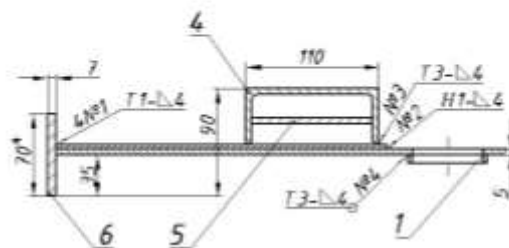


Рисунок 1.1 – Стійка домкрату

					КР.422.14.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

Стійка домкрату (див. рис. 1.1) складається із наступних деталей: 1 – втулка 1 шт., 2 – стінка 1шт., 3 – ребро жорсткості 1 шт., 4 – направляюча 1 шт., 5 – планка підсилення 1 шт., 6 – пластина 1 шт.

Так як стійка є основною одиницею домкрату, яка сприйматиме навантаження, тому в неї повинен бути достатній запас міцності і її виготовлення буде відбуватись із застосуванням сталі марки 12Х1МФ. При цьому габаритні розміри стійки становлять: висота 2925 мм, довжина 1320 мм, ширина 70 мм.

1.1.1 Технічні вимоги до зварного виробу

Терміни експлуатації та надійність зварного виробу характеризуються його технічними характеристиками, тому і пред'являються відповідні вимоги.

Технічні вимоги, які висуваються до конструкції стійки домкрату поділяються на наступні групи:

1) вимоги до основних та допоміжних матеріалів, вони впливають на характеристики конструкції, тому що від них залежить міцність, пластичність, ударна в'язкість та ін.;

2) вимоги до геометричної форми та розмірів конструкції, від них залежить експлуатаційна надійність та відповідно придатність до можливого застосування;

3) вимоги до технологічного обладнання, яке виступає основним суб'єктом виготовлення відповідних конструкцій та безпосередньо впливає на їх властивості задовольняти умови експлуатації;

4) вимоги до зварних з'єднань, так як виготовлення конструкцій відбувається за допомогою зварювання, то якість з'єднань має вирішальне значення, тому якщо сформовані зварні шви незадовільної якості, тоді конструкція вважається бракованою, а це негативно впливає на рентабельність виробництва.

					КР.422.14.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

1.2 Характеристика матеріалу зварного виробу

Стійка домкрату виготовлена зі сталі марки 12Х1МФ. Дана марка сталі відноситься до конструкційних сталей. Механічні властивості сталі 12Х1МФ приведені в таблиці 1.1, а хімічний склад відповідно в таблиці 1.2.

Таблиця 1.1 – Механічні властивості сталі 12Х1МФ [2]

Стан постачання	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5 , %
	МПа		
	не менше		
Прокат нормалізований	294	440- 588	21

Таблиця 1.2 – Хімічний склад сталі 12Х1МФ [2]

C	Mn	Si	Cr	V	Mo	S	P	Ni	Cu
						не більше			
0,08– 0,15	0,4– 0,7	0,17– 0,37	0,9– 1,2	0,15– 0,3	0,25– 0,35	0,025	0,030	0,30	0,20

Зварюваність металу є однією із важливих характеристик, яка визначає формування якісних зварних з'єднань при загально-прийнятній технології, без дефектів та з потрібними властивостями.

Зварний виріб чи конструкція повинні повністю відповідати вимогам нормативно-технічної документації, що до них пред'являються.

В залежності від властивостей металу до формування зварних з'єднань, зварюваність буває: добра, задовільна, погана і обмежена.

Імовірність утворення гарячих і холодних тріщин в процесі зварювання є основним показником зварюваності металу.

Утворення холодних тріщин у з'єднаннях залежить від:

					КР.422.14.00.00.000.ПЗ				Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					10

- структури самого з'єднання, чи є присутнім мертенсит або бейніт;
- кількості залишкового водню у швах;
- кількості та величини розтягуючих напружень.

Зварюваність металу оцінюють за результатами 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, Ni, Cr, Mo, Cu, V, B – вміст відповідного елемента в сталі, %.

Отже:

$$C_{\text{екв}} = 0,15 + \frac{0,7}{6} + \frac{0,37}{24} + \frac{0,3}{10} + \frac{1,2}{5} + \frac{0,35}{4} + \frac{0,2}{15} + \frac{0,3}{14} = 0,67 \, \%.$$

За результатами розрахунку для даної марки сталі, еквівалентний вміст вуглецю більший 0,45, тому зварюваність цієї сталі є обмеженою.

1.3 Технічні умови на виготовлення зварної конструкції

1.3.1 Вимоги до матеріалів і напівфабрикатів

Матеріали та напівфабрикати, які застосовуються в технологічному процесі виготовлення стійки домкрату повинні пройти вхідний контроль для перевірки відповідності їх якісних характеристик. Важливою вимогою є також збереження цих характеристик до моменту їх технологічного використання. Тому всі матеріали повинні зберігатися у вентильованих складських приміщеннях без надмірної вологості та в чистоті. Кожен вид і тип матеріалів повинен мати своє місце із зазначенням марки і технологічних властивостей.

Не допускаються до виробництва матеріали, в яких виявлені дефекти форми, перерізу, а також під дією зовнішніх чинників істотно погіршилися їх

					КР.422.14.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

механічні властивості, що не задовольняє забезпечити відповідну якість виготовлюваної продукції.

Металопрокат, який використовується для виробництва стійок домкратів повинен мати документи, що підтверджують його якість – сертифікати відповідності.

1.3.2 Вимоги до шорсткості, геометричності форми та розмірів

Шорсткість характеризується мікроскопічними потовщеннями та поглибленнями на поверхнях загальної довжини. Регламентована шорсткість стійки забезпечується одразу після виконання заготівельних операцій деталей та зварювання і рихтування завершальної конструкції. Основні механічні процеси для створення високої шорсткості поверхонь стійки домкрату не застосовуються.

Що стосується геометричної форми та розмірів конструкції, то важливим етапом є правильне виконання заготівельних робіт, що формують правильні деталі. Отримані заготовки повинні задовольняти легку зручність для встановлення у складально-зварювальне пристосування, відповідність технологічних зазорів і вимоги креслень.

Технологічний процес виготовлення стійки домкрату може супроводжуватися незначними дефектами зварювання, які треба видаляти механічною обробкою та заново заварювати. Якщо на з'єднанні утворюється пропал, то цей дефект вже не видаляють механічно, а конструкція переводиться в роль бракованих.

1.3.3 Вимоги до зварних з'єднань виробу

Зварні з'єднання обумовлюються властивостями безпосередньо металу зварного шва, прилягаючої ділянки основного металу та зони термічного впливу, яка має дещо іншу структуру, що змінилась під дією зварювання.

					КР.422.14.00.00.000.ПЗ	Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Великий вплив на процес формування зварних швів має чистота контактуючих поверхонь деталей, а також форма і правильність розроблення кромek, так як це впливає на рівномірність заповнення стика. Кромки повинні розроблятися відповідно до стандартів на певний тип з'єднання, який характеризує утворення відповідного шва з повним проплавленням основного металу.

Якщо конструкція виконана нестандартними швами, то їх конструктивні елементи мають бути вказані в технологічній документації та показані на кресленні.

Зварювання конструкції напускними з'єднаннями повинно відбуватися з комбінуванням флангових та лобових швів. Виконання флангових бажане тільки в тих місцях, де мінімальні внутрішні напруження на відміну від лобових швів. Якщо йде зварювання конструкції двостороннім тавровим з'єднанням, то деталі мажуть знаходитися під кутом, який не перевищує 70°. Основною вимогою, яка ставиться до зварних з'єднань – це відсутність дефектів, що перевищують встановлені норми для того чи іншого виду зварних конструкцій.

1.3.4 Вимоги до складання

Процес складання полягає у проектному встановленні деталей, що створить контури майбутнього виробу. Тому першою операцією перед складанням є перевірка геометричних розмірів деталей відповідним кресленням. Конструктивні розміри зварних з'єднань мають відповідати стандартному типу залежно від способу зварювання:

- ручне покритими електродами (ММА);
- автоматичне під флюсом (SAW);
- напівавтоматичне в захисному середовищі (MIG/MAG).

Для полегшення та підвищення продуктивності, складання проводиться на спеціальному обладнанні, яке обладнане опорами, упорами та затискачами

					КР.422.14.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

для того щоб забезпечити точність встановлення та надійність закріплення деталей складального виробу.

Також перед складанням потрібно підготувати заготовки – зачистити стикувальні поверхні по яких вони будуть зварюватися до металевого блиску.

1.3.5 Вимоги до якості зварної конструкції

Якість є основною вимогою при виготовленні будь-яких виробів чи конструкцій, тому вона одержується із врахуванням наступного:

- відповідність виробничого циклу технології;
- використання якісних, сертифікованих основних і допоміжних матеріалів;
- застосування обладнання, яке відповідає необхідним вимогам;
- забезпечення точності при виконанні складальних робіт.

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

Негативною стороною існуючого технологічного процесу виготовлення стійки домкрату 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 стійки 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.

					КР.422.14.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

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.

Важливим недоліком виготовлення стійки домкрату 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 стійки домкрату 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.

					КР.422.14.00.00.000.ПЗ	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Технічне обґрунтування вибраного способу зварювання

Від вибору способу зварювання залежить якість майбутніх зварних швів, а відповідно і якість конструкції. Використання того чи іншого способу зварювання для виготовлення стійки домкрату залежить від форми і товщини зварюваних деталей, їх положення при зварюванні та характеру підготовки кромки.

Конструкція в основному зварюється тавровими і напусковими швами.

Аналізуючи конструкцію стійки домкрату, її зварювання можливе наступними способами:

- ручним дуговим;
- механізованим в захисних газах;
- автоматичним в захисних газах;
- автоматичним під флюсом.

Ручне дугове покритими електродами придатне для зварювання стійки, однак не забезпечує потрібну продуктивність процесу при серійному виробництві, незважаючи на його простоту та універсальність.

Напівавтоматичне в захисних газах має дещо вищу продуктивність порівняно із ручним способом, однак характеризується підвищеним розбризкуванням зварювального металу. Також якість його виконання, як і ручного, залежить від кваліфікації робочого персоналу, що може дещо вплинути на якість виконання зварювання за рахунок людського фактору при певних обставинах.

Вплив зварювальника на формування зварного з'єднання відсутній при автоматичних способах зварювання, оскільки працює тільки оператор, що налагоджує зварювальне обладнання. Автоматичне зварювання під флюсом забезпечує високу продуктивність та якість, за рахунок надійного захисту металу зварювальної ванни. Цей спосіб в основному використовується для

					КР.422.14.00.00.000.ПЗ	Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

зварювання металів більшої товщини із забезпеченням його виконання в нижньому положенні.

Тому враховуючи переріз деталей стійки домкрату та їх розміщення при зварюванні, найкращим способом його з'єднання є механізоване зварювання в захисних газах. Цей спосіб характеризується високою продуктивністю виконання зварювання, забезпечує утворення зварних швів високої якості, незалежно від положення, а використання суміші газів 83% Ar і 17% CO₂ дозволить зменшити розбризкування зварювального металу за рахунок струминного його перенесення.

Схема виконання цього способу показана на рисунку 2.1.

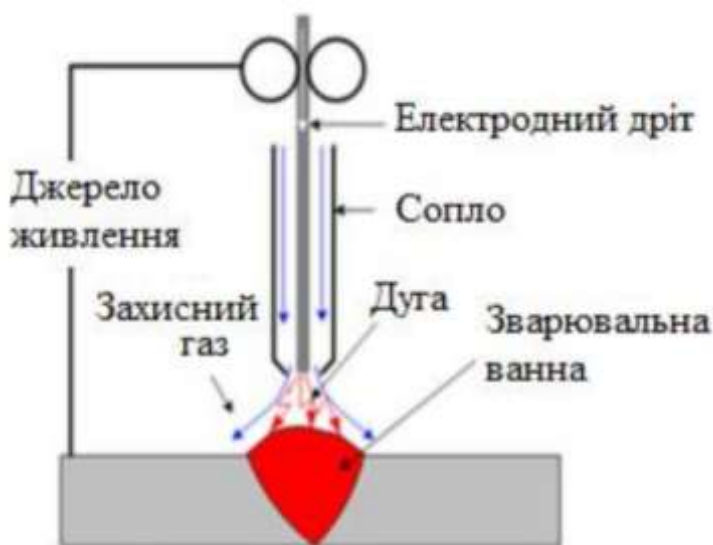


Рисунок 2.1 - Схема напівавтоматичного зварювання у суміші захисних газів

2.2 Вибір зварювальних матеріалів

Стійка домкрату виготовляється зі сталі 12Х1МФ. Тому для отримання якісних швів при напівавтоматичному зварюванні, потрібно мати надійний захист розплавленого металу зварювальної ванни від шкідливої дії

					КР.422.14.00.00.000.ПЗ	Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

навколишнього середовища, це можна забезпечити, якщо правильно вибрати марку захисного газу - суміші. Це унеможливить потрапляння азоту і кисню з повітря у розплавлений метал зварювальної ванни.

Враховавши марку основного металу найкращим варіантом буде використання захисної газової суміші замість звичайного вуглекислого газу. Це дозволить отримати краще проплавлення основного металу та забезпечити дрібнокрапельне перенесення електродного металу, що суттєво зменшить забруднення прилягаючих поверхонь за рахунок зменшення розбризкування. Тому зварювання буде виконуватися із застосуванням суміші – Ar 83%, CO₂ 17%.

В поєднанні із цією маркою захисної суміші буде використовуватись зварювальний дріт Св-08ГСМТ, хімічний склад якого приведений в таблиці 2.1. Цей дріт поставляється з обмідненою поверхнею, яка перешкоджає його ржавінню та забрудненню.

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

Марка дроту	Вміст, %								
	C	Mn	Si	Cr	Ni	Mo	Ti	S	P
	не більше								
Св-08ГСМТ	0,06-0,11	1,00-1,30	0,40-0,70	0,30	0,30	0,20-0,40	0,05-0,12	0,025	0,030

2.3 Вибір та розрахунок параметрів режиму зварювання

Вибір чи розрахунок параметрів режиму зварювання виконується з умови забезпечення відповідної міцності зварних з'єднань, для стикових – це ширина шва, а для кутових – величина катета шва. Оскільки стійка домкрату зварюються великою кількістю таврових з'єднань, то розрахунок буде проводитися для шва Т1 з катетом 4 мм, який з'єднує стінку із направляючою,

тому він є найбільш відповідальним. Зображення таврового з'єднання типу Т1 показано на рисунку 2.2.

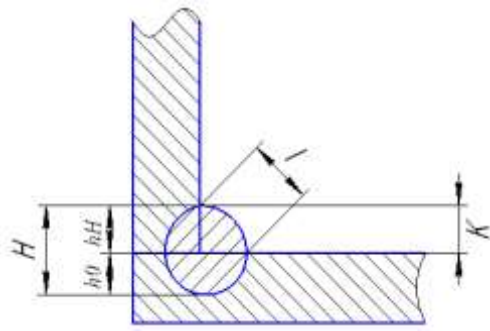


Рисунок 2.2 - Схема таврового з'єднання типу Т1

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

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

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

де K – катет шва, $K=4$ мм,

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Будемо мати:

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

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

Одержимо наступне:

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

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

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

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

Для отримання зварного шва з величиною катета 4 мм, будемо використовувати зварювальний дріт діаметром 1,2 мм.

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

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

де K_a – коефіцієнт пропорційності, $K_a=1,45$ [4, с.193].

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

					КР.422.14.00.00.000.ПЗ	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Тому, величина зварювального струму буде рівною 120 А.

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

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

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

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

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

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

Тоді:

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

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

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

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

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

Округлюємо $U_d=25$ В.

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

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

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

					КР.422.14.00.00.000.ПЗ	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

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

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

де γ – допустима густина електричного струму, для дроту діаметром 1,2 мм $\gamma=75...300$ А/мм² [4, с.193],

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

що задовольняє умову вибору.

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

Витрати захисного газу $Q_r = 5$ л/хв [6, с.287].

Значення параметрів зварювання стійки домкрату представлені в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Параметри режиму зварювання стійки домкрату

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

2.4 Вибір і обґрунтування зварювального устаткування

Виготовлення стійки домкрату відбувається за допомогою механізованого зварювання. Тому для цього буде використовуватися зварювальний інвертор SSVA-350-P, який зображений на рисунку 2.3.



Рисунок 2.3 – Зварювальний інвертор SSVA-350-P [7]

Особливості зварювального інвертора SSVA-350-P [7]:

- потужний зварювальний інвертор промислового рівня;
- максимальний зварювальний струм – 380 А; на номінальному зварювальному струмі 250 А $T_H = 100\%$, на номінальному зварювальному струмі 360 А – не менше ніж 60 %;
- найсучасніша схемотехніка, повністю цифрове керування за допомогою потужного ARM-мікроконтролера на ядрі Cortex у реальному часі;
- промисловий рівень захисту плати;
- великий кольоровий дисплей із зручним керуванням;
- доступні види зварювання: MMA, MIG/MAG, TIG, режим «спотера»;

- у режимі MIG/MAG можливе зварювання за технологіями ВКЗ, струминного перенесення металу, імпульсного зварювання, STT (тестовий режим);
- забезпечення живлення пристрою подавання зварювального дроту безпосередньо від джерела зварювального струму;
- немає силових елементів, що комутують;
- центральне гніздо рознімного з'єднання міжнародного стандарту («евророз'єм») для приєднання зварювального пальника з газовим охолодженням;
- цифрове встановлення і стабілізація швидкості подавання зварювального дроту;
- чотирьох роликівий надійний механізм подавання дроту;
- висока максимальна швидкість подавання зварювального дроту;
- продування – прочищення газоподавальної магістралі до початку зварювання;
- пришвидшене подавання зварювального дроту під час його заправлення з вимиканням подавання газу;
- регулювання часу наростання швидкості подавання зварювального дроту;
- замінний фільтр грубого очищення для газової суміші;
- регулювання часу подавання захисного газу після гасіння дуги;
- цифровий інформативний дисплей;
- 2Т/4Т (двотактний/чотиритактний режим вмикання і вимикання зварювального струму) [7].

Технічні характеристики інвертора типу SSVA-350-P представлені в таблиці 2.3.

					КР.422.14.00.00.000.ПЗ	Арк.
						24
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.3 – Технічні характеристики зварювального інвертора SSVA-350-P [7]

Назва параметру	Значення
Номінальна напруга живлення, В	3×380
Робочий діапазон температур навколишнього середовища, °С	-30...+50
Споживана потужність, кВА, не більше	17
Потужність холостого ходу, Вт, не більше	45
Номінальний струм автоматичного вимикача, А	40
Тривалість навантаження (ТН) за нормальних умов, %, не менше	до 250 А – 100, 350 А – 60, 380 А – 50
ККД, %, не менше	89
Коефіцієнт потужності, cos φ	0,9
Діаметр дроту, режим MIG/MAG, мм	0,8 – 1,2
Діапазон регулювання вихідної напруги, режим MIG/MAG, В	0,0 – 38,0
Діапазон регулювання вихідних струмів, А	5 – 380
Опір ізоляції за напруги 2,5 кВ, МОм, не менше	50
Ступінь захисту	IP23
Режими роботи	MIG/MAG/MMA/TIG/ spot welding
Габаритні розміри (Д×Ш×В), мм	670 × 570 × 250
Маса, кг, не більше	30,6

2.5 Вибір методу контролю якості виробу

Контроль якості виробу проводять з метою встановлення наявності або відсутності дефектів в зварних швах та виявлення їх розмірів і характеру. Така інформація дозволяє оцінити зварний дефект, що в подальшому дозволить з'ясувати причини його виникнення та можливі зміни технологічного процесу, які дозволять позбутися появи цих дефектів.

В даному випадку можливі такі методи контролю:

					КР.422.14.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

- візуально-оптичний метод;
- ультразвукова дефектоскопія.

Візуально-оптичний метод відноситься до неруйнівного контролю якості. Інформація про можливі невідповідності або наявні дефекти отримується зовнішнім оглядом неозброєним оком, або за допомогою збільшувальних оптичних приладів, шаблонів та вимірювального інструменту. За допомогою цього методу виявляються зовнішні дефекти, невідповідності при проведенні складальних чи зварювальних операцій. Цей метод практично використовується завжди, як самостійно, так і в поєднанні з іншими методами контролю. Цей метод контролю дає багато інформації, щодо присутніх дефектів та є відносно простим та дешевим.

Візуальний метод контролю дозволяє виявляти нещільності, відхилення розміру і форми від заданих більше ніж на 0,1 мм при використанні приладів із збільшенням до 10х. Візуальний контроль, як правило, проводиться неозброєним оком або з використанням збільшувальних луп до 7х. У сумнівних випадках і при технічному діагностуванні допускається застосування луп зі збільшенням до 20х. Перед проведенням візуального контролю поверхня в зоні контролю повинна бути очищена від іржі, окалини, бруду, фарби, масла, бризк металу та інших забруднень, що перешкоджають огляду. При візуальному контролі зварних швів зоною контролю є зварний шов і прилеглі до нього ділянки основного металу на ширині не менше 20 мм в кожную сторону від шва з двох поверхонь, якщо обидві вони доступні для огляду. Візуальний контроль виконується перед проведенням інших методів контролю [8, с.114].

Щоб більш детально виявити дефекти у зварних шва також можна використати ультразвукову дефектоскопію.

Ультразвуковий метод контролю ґрунтується на ультразвукових коливаннях, які вводяться у контрольований виріб та зворотно повертаються назад. Наявність дефектів визначається за рахунок зміни амплітуди, часу

					КР.422.14.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

проходження та форми коливань. Всі ці зміни фіксуються за допомогою спеціального обладнання – ультразвукових дефектоскопів.

Оскільки ультразвукові коливання проходять через однорідний матеріал, то відповідно існує один опір їх проходженню, а коли на їхньому шляху трапляються нещільності – порушення структури металу, дефекти, тоді буде спостерігатися зміна опору їх проходження, про що і сповістить контрольний прилад – дефектоскоп.

Контроль якості ультразвуковим методом проводиться із використанням дефектоскопа TOPAZ 32, що показаний на рисунку 2.4.



Рисунок 2.4 – Ультразвуковий дефектоскоп TOPAZ 32 [9]

2.6 Опис вибраного технологічного процесу виготовлення зварної конструкції

Технологічний процес виготовлення стійки домкрату 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.

					КР.422.14.00.00.000.ПЗ	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.6.1 Заготівельні операції

Мета даних операцій полягає у виготовленні деталей потрібних розмірів і форми. Заготівельні роботи є першим етапом технологічного процесу, до них входить: очищення металу і матеріалів від засобів консервації, розмічування, різання та механічна обробка торців.

Очищення металу від наявних забруднень є першим етапом виготовлення зварної конструкції. Для цього буде використовуватися піскоструминний апарат TRG4012 TORIN [10], що показаний на рисунку 2.5.



Рисунок 2.5 – Піскоструминний апарат TRG4012 TORIN [10]

Різнання листового металу для отримання заготовок, а також вирізання в них отворів здійснюється повітряно-плазмовим методом із використанням ЧПК верстату марки Vector 3020P, що показаний на рисунку 2.6.

					КР.422.14.00.00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28



Рисунок 2.6 – Верстат плазмового різання з ЧПК Vector 3020P [11]

З метою отримання заготовки – направляючої використовується профільний прокат, тому для виконання операції різання застосовується механічний метод, що здійснюється стрічковими пилами по металу 9craft MS180 [12], одна з яких зображена на рисунку 2.7.



Рисунок 2.7 – Стрічкова пила по металу 9craft MS180 [12]

					КР.422.14.00.00.000.ПЗ	Арк.
						29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.6.2 Складальні операції

При виконанні даних операцій необхідно вже сформовані заготовки встановити на складальне пристосування, виставити їх з необхідними зазорами, зафіксувати та закріпити. Можливі дефекти, що виникатимуть при складанні, пов'язані із геометричною формою та розмірами конструкції, що виготовляється. Якщо є неприпустимі дефекти, що пов'язані із геометричною формою, то конструкція відразу ж становиться бракованою.

Послідовність процесу складання та основні вимоги, що до нього пред'являються, повинні відповідати нормативній документації на подібних виготовлення конструкцій.

Складальні операції хоча і займають найбільше часу серед інших технологічних операцій, але вони мають виконуватись ретельно без поспіху, оскільки від цього залежить якість виготовлюваного виробу чи конструкції.

2.6.3 Складально-зварювальні операції

Виконання даних операцій включає фіксацію деталей з відповідним розміщенням для подальшого формування самої конструкції, їх прихоплення для надання відповідної жорсткості та усунення можливих зміщень, а також застосування загального зварювання з метою отримання достатньої міцності конструкції.

Особливість процесу зварювання полягає в правильному виборі необхідного способу, матеріалів та основного металу, а також у налаштуванні його параметрів режиму, що дозволить повністю проплавляти деталі та забезпечувати стабільне формування швів. Якість зварювання безпосередньо залежить від властивостей з'єднань, які повинні мати відповідну конструктивну форму і задану ширину або катет.

					КР.422.14.00.00.000.ПЗ	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.6.4 Опоряджувальні операції

Опоряджувальні операції потрібні для того, щоб полегшити виконання інших основних технологічних операцій, а також для надання зварним конструкціям готового товарного вигляду. При виготовленні стійки домкрату будуть виконуватися процеси очищення заготовок та зачищення готових вузлів і конструкцій, тому є необхідність у використанні захисних окулярів Ozon 7-051 A/F та кутових шліфмашинок типу «Болгарка» марки Bosch Professional Heavy Duty GWS 9-125 S (рис. 2.8) із шліфувальним кругом. Після виконання зачищувальних робіт, конструкція поступає на ділянку контролю якості для виявлення присутніх дефектів.



Рисунок 2.8 – Кутова шліфувальна машина Bosch Professional Heavy Duty GWS 9-125 S [13]

2.6.5 Допоміжні операції

В процесі виготовлення стійки домкрату виконуються допоміжні операції, до яких відносяться:

- налаштування технологічного обладнання;
- завантажувальні і розвантажувальні роботи;
- піднімально-транспортні операції;
- роботи пов'язані із видачою матеріалів та прийманням готових виробів.

Підготовчі роботи стосуються налаштування технологічного обладнання, а саме встановлення параметрів робочого.

					КР.422.14.00.00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

Також до цих операцій відносяться роботи по транспортуванню підготовлених заготовок до робочих місць та вже готових зварених виробів до складських приміщень.

2.6.6 Контроль якості

Контроль якості займає особливе місце в технологічному процесі виготовлення зварних конструкцій, тому він включає:

- вхідний контроль, полягає у перевірці відповідності застосовуваних матеріалів;
- операційний контроль, полягає у перевірці всіх операцій, які входять до складу технологічного процесу;
- кінцевий контроль, перевіряється готова продукція.

Контроль якості продукції здійснюється зовнішнім оглядом, який дозволяє виявити присутність зовнішніх дефектів та деформації конструкції. Після чого також проводять вибірковий ультразвуковий контроль ехо-імпульсним методом.

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

Всі розрахунки будуть виконуватись відповідно до ДСТУ 3159-95 «Ресурсозбереження. Нормування витрат зварювальних матеріалів. Загальні вимоги, методи визначення нормативів ручного і механізованого електрозварювання» [14].

Так як стійка домкрату зварюється напівавтоматичним зварюванням в захисній суміші, то розрахунки будуть виконуватися по витратах зварювального дроту та самої захисної суміші.

Знаходимо масу наплавленого металу за формулою [14,с.27]:

					КР.422.14.00.00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

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

де α_H – коефіцієнт наплавлення, $\alpha_H = 12 \text{ г/А·тод}$;

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

$l_{ш}$ – загальна довжина зварних швів, $l_{ш} = 18,4 \text{ м}$.

Підставивши числові значення будемо мати:

$$Q_H = 12 \cdot 10^{-3} \cdot 120 \cdot 18,4 = 26,5 \text{ кг.}$$

Знаходимо витрати присаджувального матеріалу за формулою [14, с.29]:

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

де Q_p – маса розплавленого електродного матеріалу [14, с.29],

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

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

$$Q_p = 26,5 \cdot 0,7 = 18,55 \text{ кг,}$$

$Q_{нп}$ – маса наплавленого металу [14, с.29],

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

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

$$Q_{нп} = 26,5 \cdot 0,5 = 13,25 \text{ кг.}$$

Тому:

$$H_{ел} = 18,55 + 13,25 = 31,8 \text{ кг.}$$

					КР.422.14.00.00.000.ПЗ	Арк.
						33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Знаходимо норми витрат захисного газу за формулою:

$$H_{\Gamma} = Q_p \cdot K_{\Gamma}, \quad (2.16)$$

де K_{Γ} – коефіцієнт, який характеризує відношення маси витраченого газу до маси розплавленого електродного дроту, $K_{\Gamma}=0,85\dots0,9$;

$$H_{\Gamma} = 18,55 \cdot 0,9 = 16,69 \text{ кг.}$$

Знаходимо витрати електроенергії на 1 кг наплавленого металу за формулою:

$$E = \frac{U_d}{\alpha_H \cdot \eta_H \cdot K_H}, \quad (2.17)$$

де U_d – напруга на дузі, В;

η_H – коефіцієнт корисної дії, %;

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

$$E = \frac{25}{12 \cdot 0,9 \cdot 0,75} = 3,09 \text{ кВт.}$$

Знаходимо витрати електроенергії на 1 м шва за формулою:

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

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

$$E = \frac{0,01 \cdot 25 \cdot 120 \cdot 0,063}{0,9 \cdot 0,75} = 2,8 \text{ кВт} \cdot \text{год.}$$

					КР.422.14.00.00.000.ПЗ	Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

3.1 Обґрунтування вибору типу пристосувань, які застосовуються при виготовленні конструкції

Одержання зварних конструкцій високої якості досягається тоді, коли операції технологічного процесу виконуються правильно та у відповідній послідовності згідно усіх присутніх вимог. Процес зварювання також залежить від складальних операцій, які повинні забезпечувати надійність фіксації деталей при відповідних зазорах і в певному положенні. Тому виходячи з цього дані операції виконуються із застосуванням складального та складально-зварювального обладнання і пристосувань. На складальному обладнанні виконується тільки одна операція складання, котра як правило закінчується постановкою прихоплень між стиками з'єднувальних деталей. Це дозволяє надати конструкції певної жорсткості при наступних її установленнях на зварювальних пристосуваннях. На складально-зварювальному обладнанні виконуються одночасно операції складання і зварювання, тому прихоплення можуть не виконуватись, оскільки конструкція надійно зафіксована відповідними елементами і додаткові її переміщення не будуть проходити. Також на складально-зварювальному обладнанні конструкція не відразу знімається, а залишається протягом деякого часу – це необхідно для того, щоб зняти можливі напруження, які існують в її з'єднаннях.

Вибір складального або складально-зварювального обладнання залежить від певних умов, таких як: тип, геометрична форма і розміри конструкції, її технологічність, вид виробництва, програма випуску, площа цехів, майстерень чи дільниць, завантаженість робочих місць, склад технологічного процесу виготовлення та ін. Тому коли складність конструкції не дозволяє застосувати складально-зварювальне обладнання, то тоді застосовується тільки складальне або навпаки. Але в загальному краще

					КР.422.14.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

застосовувати складально-зварювальне обладнання, тому що виріб зварюється в одному місці та непотрібне його додаткове транспортування, яке інколи призводить до втрати точності розмірів, а відповідно при цьому погіршується і його якість.

Крім того додаткове переустановлення окремих елементів чи цілих виробів в процесах виконання складально-зварювальних робіт призводить до того, що крім втрати якості ще затрачається багато зайвих допоміжних робіт на які також потрібні певні трудові і матеріальні ресурси.

Тому всі нюанси при виборі нового або вдосконаленні існуючого обладнання повинні бути ретельно вивченими. Отже вибір необхідного обладнання та пристосувань має здійснюватися на основі:

1. Аналізу складальних креслеників виробів або конструкцій і технічних вимог, що до них пред'являються. Тут визначальним є технологічність цих конструкцій, яка вказує на особливості геометричної форми і товщини її перерізів. Правильна технологічність конструкції наряду пов'язана із якістю, отже її потрібно аналізувати ще на початковому етапі проектування.

2. Вибраної технології виготовлення конструкції. Тут повинна представлятися чітка послідовність виконання процесів складання і зварювання, а також додаткові чинники, що впливають на них. Цією інформацією ще на маршрутній схемі обов'язково повинен володіти конструктор при створенні обладнання.

3 Об'ємів випуску продукції. Масовість виробництва має досить велике значення при виборі обладнання та пристосувань. Тому є необхідність у застосуванні автоматичних механізмів або механізація всього обладнання, коли виробництво є великосерійним. Якщо випуск продукції є дрібносерійним, то такої необхідності немає.

Крім того вибір типу пристосувань повинен враховувати обов'язкове гарантування якості виготовлених конструкцій, зменшення кількості трудомістких робіт в операціях складання і зварювання, а також безпека і комфортні роботи, що будуть виконуватися при його застосуванні.

					КР.422.14.00.00.000.ПЗ	Арк.
						36
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Отже основні технологічні вимоги стосовно вибору обладнання та пристосувань є вже розглянуті вище, але також даний їх вибір повинен економічно обґрунтовуватись з визначенням певних показників. Так об'єми робіт виконуваних на пристосуваннях повинні відшкодовувати попередньо закладену в них вартість.

3.2 Опис роботи зварювального пристосування

Процес виконання складальних робіт розпочинається із подачі деталей на складально-зварювальне пристосування, їх проектне розміщення та закріплення. Потім виконується прихоплення складених деталей для формування конструкції у заданих місцях – це дозволить отримати потрібну жорсткість і зварюють її повним переплавленням раніше виконаних прихоплень. Доставка деталей до місця складання відбувається із використанням транспортного обладнання, а їх положення в пристосуванні задається базовими поверхнями, які обладнані опорами, упорами, фіксаторами та затискними механізмами.

Але основним правилом, якому повинно відповідати використовуване складальне обладнання – це забезпечення точної фіксації та ефективного закріплення деталей в необхідному положенні, яке відповідає наявним кресленням та технічним умовам на виготовлення конструкції.

Закріплення деталей в пристосуванні в основному виконуються притискачами, до яких в свою чергу ставляться наступні вимоги [15, с.126-127]:

- а) забезпечення необхідного напрямку дії сили притиску заготовок, що виключало б зсуви та перекидання заготовок відносно установочних баз;
- б) забезпечення розрахункової сили притиску заготовок протягом процесу складання та зварювання виробу;
- в) притискачі не повинні спричиняти деформацію деталей та пошкодження їх поверхонь;
- г) швидкодія притискних механізмів;

					КР.422.14.00.00.000.ПЗ	Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- г) зручність та безпека в експлуатації;
- д) вільне витягнення складеного виробу з пристрою;
- є) зручний доступ до притискачів для приведення їх в дію;
- ж) надійне закріплення деталей протягом складання та зварювання;
- з) вільний доступ до місць постановки прихоплень та зварювання швів.

Застосування пневмопритискачів скорочує допоміжний час при виготовленні зварних конструкцій завдяки швидкодії та керуванню пристроєм з одного робочого місця. Пневмопритискачі забезпечують достатнє складальне зусилля та швидке закріплення і вивільнення вузлів та виробів, які складаються [15, с.151].

Для виготовлення стійки домкрату застосовуються кондуктори. Дані пристосування обладнані міцним, жорстким каркасом для витримування навантажень, які діятимуть в процесі їх використання. На плиті кондуктора змонтовані упори і притискачі, які призначені для розміщення і фіксації заготовок, що складаються. Перший складально-зварювальний кондуктор для виготовлення стійки домкрату зображений на рисунку 3.1.

Перший варіант обладнання використовується для виконання операцій часткового складання і прихоплювання зварної конструкції. Після чого сформована складальна одиниця поступає на інший кондуктор. Призначення якого також стосується встановлення останніх деталей та загального зварювання всієї конструкції. Дане пристосування для складання показане на рисунку 3.2.

					КР.422.14.00.00.000.ПЗ	Арк.
						38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

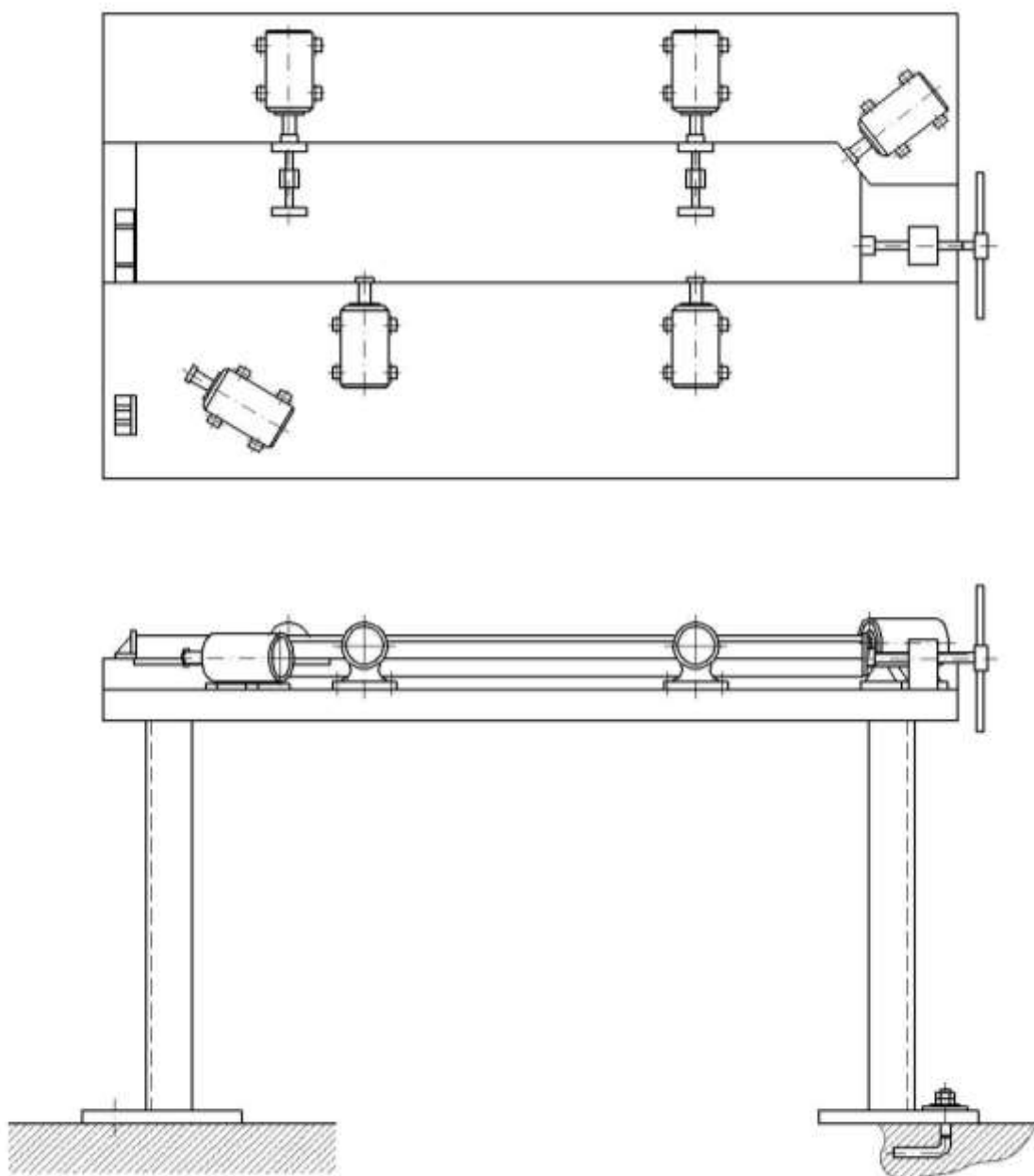


Рисунок 3.1 – Складально-зварювальний кондуктор

					<i>КР.422.14.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

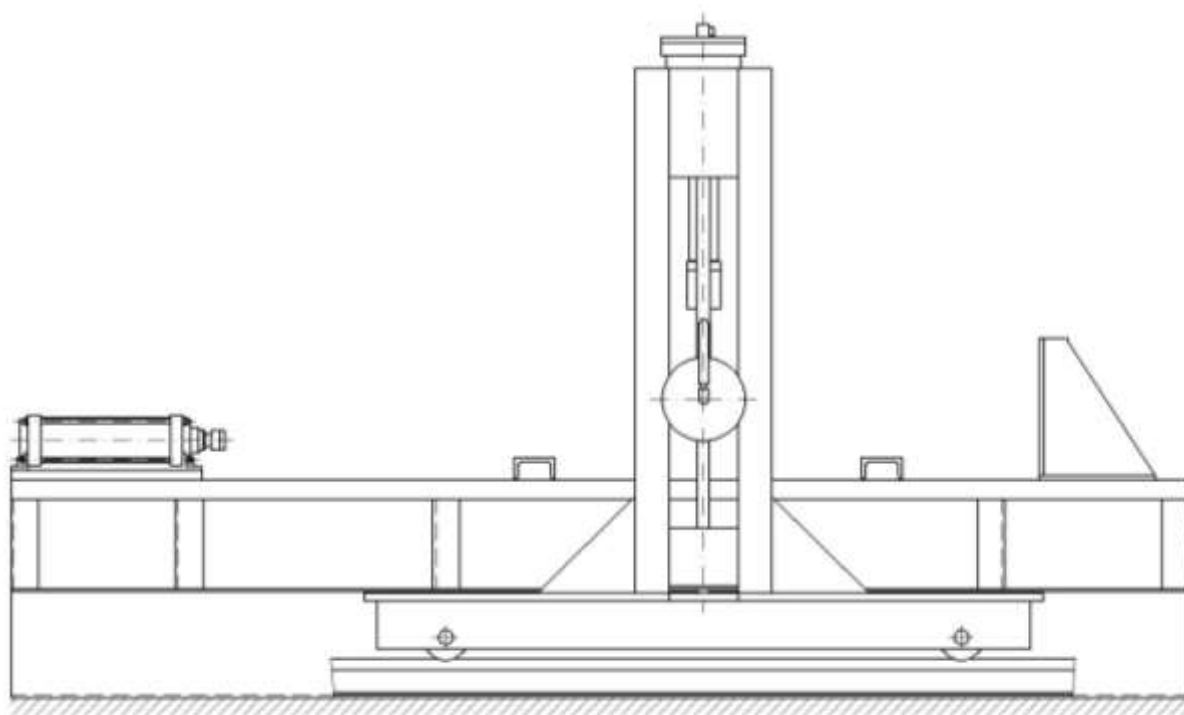


Рисунок 3.2 – Кондуктор для складання стійки домкрату

					КР.422.14.00.00.000.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 стійки домкрату

Показник	Одиниці виміру	Кількісна чи вартісна оцінка	
		фактичні дані	проектні дані
Габарити виробу	мм	2925x1320x90	
Сума витрат по видах та марках основних матеріалів на виріб:			
прокат 12Х1МФ	кг	420	
зварювальний дріт Св-08ГСМТ	кг	3,8	
захисна суміш (Ar 83% + CO ₂ 17%)	кг	8,69	
Розміри поворотних відходів на виріб	кг	12	
Ціна придбання матеріалу за кг:			
листовий прокат:			
сталь 12Х1МФ	грн	35	34,93
зварювальний дріт Св-08ГСМТ	грн	128,5	128
захисна суміш (Ar 83% + CO ₂ 17%)	грн	24,9	24,5
Ціна реалізації поворотних відходів	грн	60	

Таблиця 4.2 - Характеристика технологічного процесу виготовлення стійки домкрату

Зміст операції	Варіанти	Устаткування		Інструменти		Розряд роботи	Штучні норми часу
		Назва	Ціна	Назва	Ціна		
1	2	3	4	5	6	7	8
Очищення	$\frac{3}{П}$	Піскост. апарат TRG4012 TORIN	7900	щітка	50	III	2,1
Розмічування	$\frac{3}{П}$			рулетка лінійка маркер	199 83 31	IV	3,3
Різання	$\frac{3}{П}$	Верстат плазм. різання з ЧПК Vector 3020P, стрічкова пила 9craft MS180	425000 65000			IV	1,9
Штампування	$\frac{3}{П}$	Гідравлічний ексцентриковий прес	420000	молоток	245	IV	2,2
Складання	$\frac{3}{П}$	Кондуктори складально-зварювальний	275000	молоток рулетка	245 199	IV	$\frac{4,7}{3,9}$
Зварювання	$\frac{3}{П}$	Зварювальний інвертор SSVA-350-P	45000			IV	$\frac{4,6}{3,8}$
Зачищення	$\frac{3}{П}$	КШМ Bosch Professional Heavy Duty GWS 9-125 S	3700	зачисн. диск щітка	52 50	III	$\frac{2,9}{2,3}$
Контроль якості	$\frac{3}{П}$	Ультразвуковий дефектоскоп TOPAZ 32	148000	збільш. скло	168	VI	1,8
Транспортування	$\frac{3}{П}$	Електричний тельфер	142000			IV	2,3

Штучна норма часу:

а) по технологічних операціях: по заводу 21,4;

по проекту 19,2;

					КР.422.14.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

б) по допоміжних і транспортних операціях: по заводу 2,3;
по проекту 2,3.

Загальна штучна норма часу: по заводу 23,7;
по проекту 21,5.

Для виготовлення стійки домкрату застосовується технологічна форма організації виробництва. Режим роботи на ділянці приймаємо перервний при одній зміні в день. Дійсний фонд часу роботи устаткування визначаємо за формулою [16, с.9]:

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

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

S - кількість робочих змін в добу;

g - тривалість зміни, год;

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

$$\Phi_{yc} = 253 \cdot 1 \cdot 8 \cdot (1 - 0,052) \approx 1919_{год}.$$

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 [16, с.10]:

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

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

					КР.422.14.00.00.000.ПЗ	Арк.
						43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

$B_{пр}$ – програма випуску продукції, у нашому випадку $B_{пр} = 5600 шт.$

Кількість робочих місць для виконання очищувальних операцій при виготовленні стійки домкрату:

$$n = \frac{2,1 \cdot 5600}{1919 \cdot 5,1} = 1,2 \approx 1 \text{ шт.}$$

Кількість робочих місць для виконання розмічування становить:

$$n = \frac{3,3 \cdot 5600}{1919 \cdot 5,1} = 1,88 \approx 2 \text{ шт.}$$

Кількість робочих місць для виконання процесу різання:

$$n = \frac{2,1 \cdot 5600}{1919 \cdot 5,1} = 1,09 \approx 1 \text{ шт.}$$

Кількість робочих місць для виконання штампування становить:

$$n = \frac{2,2 \cdot 5600}{1919 \cdot 5,1} = 1,26 \approx 1 \text{ шт.}$$

Для складання виробу необхідно:

- заводський варіант:

$$n = \frac{4,7 \cdot 5600}{1919 \cdot 5,1} = 2,69 \approx 3 \text{ шт.},$$

- проектний варіант:

$$n = \frac{3,9 \cdot 5600}{1919 \cdot 5,1} = 2,23 \approx 2 \text{ шт.}$$

					КР.422.14.00.00.000.ПЗ	Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для виконання зварювання кількість робочих місць становить:

- заводський варіант:

$$n = \frac{4,6 \cdot 5600}{1919 \cdot 5,1} = 2,63 \approx 3 \text{ шт.}$$

- проектний варіант:

$$n = \frac{3,8 \cdot 5600}{1919 \cdot 5,1} = 2,17 \approx 2 \text{ шт.}$$

Кількість робочих місць для зачищення зварних швів:

- заводський варіант:

$$n = \frac{2,9 \cdot 5600}{1919 \cdot 5,1} = 1,66 \approx 2 \text{ шт.}$$

- проектний варіант:

$$n = \frac{2,3 \cdot 5600}{1919 \cdot 5,1} = 1,32 \approx 1 \text{ шт.}$$

Кількість робочих місць для контролю якості виробу:

$$n = \frac{1,8 \cdot 5600}{1919 \cdot 5,1} = 1,03 \approx 1 \text{ шт.}$$

Кількість засобів конвеєрного типу (мостових, козлових, порталних кранів) визначається за формулою [16, с.12]:

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

					КР.422.14.00.00.000.ПЗ	Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де $B_{тр}$ - кількість вантажних об'єктів іншого виду, що підлягають транспортуванню на протязі року, 5600 шт;

m - кількість різновидів вантажних об'єктів;

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

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

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

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

$K_{кр} = 0,6...0,7$.

$$n = \frac{5600 \cdot 1 \cdot 0,30}{2100 \cdot 0,65} = 1,23 \approx 1 \text{ шт.}$$

Приймаємо один електричний тельфер для міжопераційного 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 [16, с.13]:

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

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

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

B - об'єм випуску продукції на рік, приймаємо $B_{np} = 5600 \text{ шт}$;

					КР.422.14.00.00.000.ПЗ	Арк.
						46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

$K_{вн}=5,1...5,2$.

Необхідна кількість очищувальників:

$$r_{oi} = \frac{5600 \cdot 2,1}{1850 \cdot 5,2} = 1,22 \approx 1 \text{ чол.}$$

Необхідна кількість розмічальників:

$$r_{oi} = \frac{5600 \cdot 3,3}{1850 \cdot 5,2} = 1,92 \approx 2 \text{ чол.}$$

Необхідна кількість різальників:

$$r_{oi} = \frac{5600 \cdot 1,9}{1850 \cdot 5,2} = 1,11 \approx 1 \text{ чол.}$$

Необхідна кількість штампувальників:

$$r_{oi} = \frac{5600 \cdot 2,2}{1850 \cdot 5,2} = 1,28 \approx 1 \text{ чол.}$$

Необхідна кількість складальників:

- заводський варіант:

$$r_{oi} = \frac{5600 \cdot 4,7}{1850 \cdot 5,2} = 2,74 \approx 3 \text{ чол,}$$

- проектний варіант:

					КР.422.14.00.00.000.ПЗ	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$r_{oi} = \frac{5600 \cdot 3,9}{1850 \cdot 5,2} = 2,27 \approx 2 \text{ чол.}$$

Необхідна кількість зварювальників складає:

- заводський варіант:

$$r_{oi} = \frac{5600 \cdot 4,6}{1850 \cdot 5,2} = 2,68 \approx 3 \text{ чол.}$$

- проектний варіант:

$$r_{oi} = \frac{5600 \cdot 3,8}{1850 \cdot 5,2} = 2,21 \approx 2 \text{ чол.}$$

Необхідна кількість зачищувальників:

- заводський варіант:

$$r_{oi} = \frac{5600 \cdot 2,9}{1850 \cdot 5,2} = 1,69 \approx 2 \text{ чол.}$$

- проектний варіант:

$$r_{oi} = \frac{5600 \cdot 2,3}{1850 \cdot 5,2} = 1,34 \approx 1 \text{ чол.}$$

Необхідна кількість контролерів:

$$r_{oi} = \frac{5600 \cdot 1,8}{1850 \cdot 5,2} = 1,05 \approx 1 \text{ чол.}$$

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

Результати розрахунків приведено у таблиці 4.3

					КР.422.14.00.00.000.ПЗ	Арк.
						48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 4.3 - Зведена відомість промислово-виробничого персоналу

Категорія працівників	Кількість		Середній розряд	
	З	П	З	П
1	2	3	4	5
Основні робітники:				
очищувальники	1	1	III	III
розмічувальники	2	2	IV	IV
різальники	1	1	IV	IV
штампувальники	1	1	IV	IV
складальники	3	2	IV	IV
зварювальники	3	2	IV	IV
зачищувальники	2	1	III	III
контролери	1	1	VI	VI
транспортувальники	1	1	IV	IV
Допоміжні робітники:				
налагоджувальники	1	1	IV	IV
ремонтники	1	1	IV	IV
електрики	1	1	IV	IV
ІТР:				
майстер дільниці	1	1		
МОП: прибиральники	1	1	—	—
Разом	20	17	—	—

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				
3/П	Сталь 12Х1МФ	кг	35	34,93	14700	14670,6	82320000	82155360			
3/П	Зварюв. дріт Св-08ГСМТ	кг	128,5	128	488,3	486,4	2734480	2723840			
3/П	Захисна суміш	кг	24,9	24,5	216,38	212,91	1211733,6	1192268			
Р- ом					15404,68	15369,91	86266213,6	86071468			
В- нт	Транспортно- заготівельні витрати			Загальна сума, грн				Вартість поворотних відходів, грн			
	% ц. куп.	в грн. на один кг		на один виріб		на програму		на один виріб		на програму	
3/П	5	1,75	1,75	735	733,53	4116000	4107768	60	60	336000	336000
3/П	5	6,43	6,4	24,42	24,32	136724	136192				
3/П	5	1,25	1,23	10,82	10,65	60586,68	59613,4				
Р- ом		9,42	9,37	770,23	768,5	4313310,68	4303573,4	60	60	336000	336000

4.4 Розрахунок фонду оплати праці

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

Основна заробітна плата основних робітників визначається за формулою [16, 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) [16, с.18].

Додаткова заробітна плата основних робітників визначається за формулою [16, с.18]:

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

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 [16, 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 очищувальників:

$$Z_{oo} = 7,1 \cdot 16,5 \cdot 2,1 = 246 \text{ грн};$$

$$Z_{do} = 246 \cdot (0,2 + 0,15) = 86,11 \text{ грн};$$

$$Z_{no} = 246 \cdot 0,4 = 98,41 \text{ грн}.$$

Затрати по оплаті праці розмічальників:

$$Z_{oo} = 4,7 \cdot 16 \cdot 3,3 = 248,16 \text{ грн};$$

$$Z_{do} = 248,16 \cdot (0,2 + 0,15) = 86,86 \text{ грн};$$

					КР.422.14.00.00.000.ПЗ	Арк.
						51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$З_{по} = 248,16 \cdot 0,4 = 99,26 \text{ грн.}$$

Затрати по оплаті праці різальників:

$$З_{оо} = 7,7 \cdot 17 \cdot 1,9 = 248,71 \text{ грн;}$$

$$З_{до} = 248,71 \cdot (0,2 + 0,15) = 87,05 \text{ грн;}$$

$$З_{по} = 248,71 \cdot 0,4 = 99,48 \text{ грн.}$$

Затрати по оплаті праці штампувальників:

$$З_{оо} = 6,5 \cdot 18 \cdot 2,2 = 257,4 \text{ грн;}$$

$$З_{до} = 257,4 \cdot (0,2 + 0,15) = 90,09 \text{ грн;}$$

$$З_{по} = 257,4 \cdot 0,4 = 102,96 \text{ грн.}$$

Затрати по оплаті праці складальників:

- заводський варіант:

$$З_{оо} = 4,3 \cdot 18,5 \cdot 4,7 = 373,89 \text{ грн;}$$

$$З_{до} = 373,89 \cdot (0,2 + 0,15) = 130,86 \text{ грн;}$$

$$З_{по} = 373,89 \cdot 0,4 = 149,55 \text{ грн;}$$

- проектний варіант:

$$З_{оо} = 4,3 \cdot 18,5 \cdot 3,9 = 310,25 \text{ грн;}$$

$$З_{до} = 310,25 \cdot (0,2 + 0,15) = 108,59 \text{ грн;}$$

$$З_{по} = 310,25 \cdot 0,4 = 124,1 \text{ грн.}$$

Затрати по оплаті праці зварників:

- заводський варіант:

$$З_{оо} = 4,5 \cdot 20 \cdot 4,6 = 414 \text{ грн;}$$

$$З_{до} = 414 \cdot (0,2 + 0,15) = 144,9 \text{ грн;}$$

$$З_{по} = 414 \cdot 0,4 = 165,6 \text{ грн;}$$

- проектний варіант:

$$З_{оо} = 4,5 \cdot 20 \cdot 3,8 = 342 \text{ грн;}$$

$$З_{до} = 342 \cdot (0,2 + 0,15) = 119,7 \text{ грн;}$$

$$З_{по} = 342 \cdot 0,4 = 136,8 \text{ грн.}$$

Затрати по оплаті праці зачищувальників:

- заводський варіант:

					КР.422.14.00.00.000.ПЗ	Арк.
						52
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$З_{\text{оо}} = 6,7 \cdot 16,5 \cdot 2,9 = 320,6 \text{ грн};$$

$$З_{\text{до}} = 320,6 \cdot (0,2 + 0,15) = 112,21 \text{ грн};$$

$$З_{\text{по}} = 320,6 \cdot 0,4 = 128,24 \text{ грн};$$

- проектний варіант:

$$З_{\text{оо}} = 6,7 \cdot 16,5 \cdot 2,3 = 254,27 \text{ грн};$$

$$З_{\text{до}} = 254,27 \cdot (0,2 + 0,15) = 88,99 \text{ грн};$$

$$З_{\text{по}} = 254,27 \cdot 0,4 = 101,71 \text{ грн}.$$

Затрати по оплаті праці контролерів:

$$З_{\text{оо}} = 8,3 \cdot 22,5 \cdot 1,8 = 336,15 \text{ грн};$$

$$З_{\text{до}} = 336,15 \cdot (0,2 + 0,15) = 117,65 \text{ грн};$$

$$З_{\text{по}} = 336,15 \cdot 0,4 = 134,46 \text{ грн}.$$

Затрати по оплаті праці транспортувальників:

$$З_{\text{оо}} = 7,1 \cdot 19,5 \cdot 2,3 = 318,44 \text{ грн};$$

$$З_{\text{до}} = 318,44 \cdot (0,2 + 0,15) = 111,45 \text{ грн};$$

$$З_{\text{по}} = 318,44 \cdot 0,4 = 127,37 \text{ грн}.$$

Для допоміжних робітників розрахунок проводять на річну програму окремо для кожної категорії за формулою [16, с.19]:

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

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

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

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

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

Затрати по оплаті праці налагоджувальників:

					КР.422.14.00.00.000.ПЗ	Арк.
						53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$З_{од} = 1 \cdot 32,7 \cdot 1850 = 60495 \text{ грн};$$

$$З_{дд} = 60495 \cdot 0,35 = 21173,25 \text{ грн};$$

$$З_{пд} = 60495 \cdot 0,4 = 24198 \text{ грн}.$$

Затрати по оплаті праці ремонтників:

$$З_{од} = 1 \cdot 32,7 \cdot 1850 = 60495 \text{ грн};$$

$$З_{дд} = 60495 \cdot 0,35 = 21173,25 \text{ грн};$$

$$З_{пд} = 60495 \cdot 0,4 = 24198 \text{ грн}.$$

Затрати по оплаті праці електриків:

$$З_{од} = 1 \cdot 32,7 \cdot 1850 = 60495 \text{ грн};$$

$$З_{дд} = 60495 \cdot 0,35 = 21173,25 \text{ грн};$$

$$З_{пд} = 60495 \cdot 0,4 = 24198 \text{ грн}.$$

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[16, с.19]:

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

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

r_n - чисельність працівників відповідної категорії;

O_m - місячний посадовий оклад одного працівника, грн;

12 - кількість місяців у році.

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

$$З_{оп} = 1 \cdot 8690 \cdot 12 = 104280 \text{ грн};$$

$$З_{дп} = 104280 \cdot 0,35 = 36498 \text{ грн};$$

$$З_{пп} = 104280 \cdot 0,4 = 41712 \text{ грн}.$$

Затрати по оплаті праці МОП:

					КР.422.14.00.00.000.ПЗ	Арк.
						54
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$З_{оп} = 1 \cdot 8080 \cdot 12 = 96960 \text{ грн};$$

$$З_{до} = 96960 \cdot 0,35 = 33936 \text{ грн};$$

$$З_{по} = 96960 \cdot 0,4 = 38784 \text{ грн}.$$

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 робітників	Основна зар. плата, грн		Додаткова зар. плата, грн			
			за шкідливість		інші доплати	
	З	П	З	П	З	П
1	2		3		4	
Основні робітники:						
очищувальники	62241,8		21784,63		24896,72	
розмічувальники	125568,96		43949,14		50227,58	
різальники	62923,63		22023,27		25169,45	
штампувальники	65122,2		22792,77		26048,88	
складальники	283778,72	156983,97	99322,55	54944,39	113511,49	62793,59
зварювальники	314226	173052	109979,1	60568,2	125690,4	69220,8
зачищувальники	162221,07	64329,05	56777,38	22515,17	64888,43	25731,61
контролери	85045,95		29766,08		34018,38	
транспортувальники	80564,06		28197,42		32225,62	
Допоміжні робітники:						
налагоджувальники	60495		21173,25		24198	
ремонтники	60495		21173,25		24198	
електрики	60495		21173,25		24198	
ІТР	104280		36498		41712	
МОП	96960		33936		38784	
Разом	1624417,38	1258556,61	568546,08	440494,81	1013355,7	867011,39

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:		
сталь 12Х1МФ	14700	14670,6
зварювальний дріт Св-08ГСМТ	488,3	486,4
захисна суміш	216,38	212,91
Поворотні відходи	60	
Паливо та енергія на технологічні цілі	28	27,7
Основна заробітна плата основних робітників	221,73	156,4
Додаткова заробітна плата основних робітників	77,61	54,74
Премії та надбавки основних робітників	88,69	62,56
Відрахування на соціальне страхування	5,43	3,83
Відрахування на медичне страхування	9,7	6,84
Витрати на утримання та експлуатацію устаткування	87,5	87,5
Цехові (дільничні) витрати	97,03	97,03
Всього цехова собівартість	15960,37	15806,51

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

Необхідні визначення проектної суми капітальних витрат подано у таблиці 4.7.

Таблиця 4.7 - Зведена відомість капітальних витрат

Види капітальних затрат	Кількість натуральних одиницях		Вартість одиниці, грн		Затрати на перевезення та монтаж, грн	
	З	П	З	П	З	П
Будівлі та споруди					-	-
Устаткування:						
очищувальне	1	1	7900	7900	395	395
різальне	1	1	490000	490000	24500	24500
штампувальне	1	1	420000	420000	21000	21000
складальне	1	1	275000	275000	13750	13750
зварювальне	3	2	45000	45000	2250	2250
зачищувальне	2	1	3700	3700	185	185
контрольне	2	2	148000	148000	7400	7400
транспортне	1	1	142000	142000	7100	7100
Інструменти:						
молоток	6	5	245	245	12,25	12,25
щітка	4	3	50	50	2,5	2,5
лінійка	6	5	83	83	4,15	4,15
рулетка	6	5	199	199	9,95	9,95
зачисний диск	3	2	52	52	2,6	2,6
маркер	6	5	31	31	1,55	1,55
збільшувальне скло	1	1	168	168	8,4	8,4

Продовження таблиці 4.7

Види капітальних затрат	Загальна вартість, грн		Норма амортиз. відрахув., %	Річна сума амортизаційних відрахувань, грн	
	З	П		З	П
Будівлі та споруди	4320000	4185000	5	216000	209250
Устаткування:					
очищувальне	8295	8295	8	663,6	663,6
різальне	514500	514500	8	41160	41160
штампувальне	441000	441000	8	35280	35280
складальне	288750	288750	23	66412,5	66412,5
зварювальне	137250	92250	19	26077,5	17527,5
зачищувальне	7585	3885	8	606,8	310,8
контрольне	303400	303400	8	24272	24272
транспортне	149100	149100	19	28329	28329
Інструменти:					
молоток	1482,25	1237,25	16	237,16	197,96
щітка	202,5	152,5		32,4	24,4
лінійка	502,15	419,15		80,34	67,06
рулетка	1203,95	1004,95		192,63	160,79
зачисний диск	158,6	106,6		25,38	17,06
маркер	187,55	156,55		30	25
збільшувальне скло	176,4	176,4		28,22	28,22
Разом	6173793,4	5989433,4		439427,54	423725,94

4.7 Основні техніко-економічні показники розробленого технологічного процесу

Річний економічний ефект визначається за формулою [16,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 ($C_{nz}=18327,15$ грн);

C_{nn} - повна собівартість виробу за проектними даними, грн ($C_{nn}= 18027,12$ грн);

Φ_{mz} - фондомісткість продукції за заводськими даними, грн/шт ($\Phi_{mz}=15960,37$ грн/шт);

Φ_{mn} - фондомісткість продукції за проектними даними, грн/шт ($\Phi_{mn}=15806,51$ грн/шт);

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

$$E_{\phi} = ((18327,15 + 0,15 \cdot 15960,37) - (18027,12 + 0,15 \cdot 15806,51)) \cdot 5600 = 1809410,4 \text{ грн.}$$

Термін окупності капітальних вкладень визначається за формулою [16,с.28]:

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

де Φ_{ocn} - вартість основних виробничих фондів за проектним варіантом, грн ($\Phi_{ocn}= 94082184$ грн);

Φ_{ocz} - вартість основних виробничих фондів за заводським варіантом, грн ($\Phi_{ocz}= 95112416$ грн);

E_{yp} - умовна річна економія, грн, яка розраховується за формулою [16, с.28]:

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

					КР.422.14.00.00.000.ПЗ	Арк.
						59
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$E_{ур} = 5600 \cdot (18327,15 - 18027,12) = 1680168 \text{ грн};$$

$$T_{ок} = \frac{95112416 - 94082184}{1680168} = 0,61 \text{ р.}$$

Порівняльний аналіз техніко-економічних показників показано у таблиці 4.8.

Таблиця 4.8 - Основні техніко-економічні показники розробленого технологічного процесу

Показники	Одиниця виміру	Величина	
		З	П
1	2	3	4
Річна програма випуску продукції	шт	5600	5600
Кількість технологічного устаткування	шт	13	11
Собівартість товарної продукції	грн	18327,15	18027,12
Чисельність промислово-виробничого персоналу:			
- всього	чол	20	17
- основних робітників	чол	15	12
Фондомісткість продукції	грн/шт	15960,37	15806,51
Умовна річна економія	грн	-	1680168
Річний економічний ефект	грн	-	1809410,4
Термін окупності капітальних вкладень	роки	-	0,61
Місячна заробітна плата основних робітників:			
- очищувальники	грн	9041,05	9041,05
- розмічувальники	грн	9119,88	9119,88
- різальники	грн	9140,09	9140,09
- штампувальники	грн	9459,45	9459,45
- складальники	грн	13740,3	11401,5
- зварювальники	грн	15214,5	12568,5
- зачищувальники	грн	11781,9	9344,24
- контролери	грн	12353,5	12353,5
- транспортувальники	грн	11702,5	11702,5

5 ОХОРОНА ПРАЦІ

5.1 Вплив міжнародних стандартів на управління охороною праці на підприємстві

Забезпечення охорони праці, включаючи відповідність вимогам охорони праці, встановленим національними законами і правилами, входить у зобов'язання і обов'язки роботодавця. Роботодавець повинен продемонструвати свої безумовне керівництво і відповідальність за працівників та організацію створення системи управління охороною праці на підприємстві.

Міжнародне співробітництво України є запорукою успішної діяльності будь-якого підприємства в галузі охорони праці, що ґрунтується на основі законодавство Європейського Союзу з питань охорони праці, Директив Європейського Союзу з охорони праці, конвенцій та рекомендацій. Охорона праці є невід'ємною складовою соціальної відповідальності суб'єктів господарювання, яка базується на міжнародному законодавстві, зокрема стандарті SA 8000 «Соціальна відповідальність» [17]. Міжнародному стандарті ISO 26000 «Настанова щодо соціальної відповідальності» та реалізується на основі принципів соціального партнерства з питань охорони праці.

У ринкових умовах метою кожного підприємства є отримання прибутку. Досягнення цих умов стане можливим, якщо втрати підприємства будуть нижчими від заробленого прибутку. Вже багато років тому система обмеження втрат (Loss Control Management) на підприємстві була трактована як один з ключових елементів його успішного функціонування. Встановлено, що краще обмежувати витрати, ніж підвищувати дохід шляхом підвищення продажу або підвищення ціни. Це може призвести до спаду продажу і, як наслідок, — до зменшення доходу.

Втрати підприємства, на які можна впливати, значною мірою пов'язані з охороною праці. Нещасні випадки на виробництві зумовлюють значні втрати

					КР.422.14.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		61

часу, підвищення страхових внесків, знищення або пошкодження обладнання, зниження продуктивності праці, значні штрафні санкції, витрати коштів на експертизи та ін. Відомі випадки, коли аварії спричиняли катастрофічні наслідки, і підприємства переставали існувати.

Охорона праці включає в себе не тільки попередження травматизму та профзахворювань на робочих місцях, а й питання безпеки продукції, що виробляється, охорону навколишнього середовища, безпеку працівників підрядних організацій, відвідувачів тощо.

З метою підвищення ефективності охорони праці й належного обґрунтування профілактичних заходів проводиться оцінка ризику. Чим більш комплексно, з точки зору втрат, поставитися до аналізу та оцінки ризику, тим більший шанс побудувати ефективну систему управління охороною праці (безпекою і гігієною праці). Так, у фірмі Shell Chemie Nederland до уваги беруть такі категорії втрат:

- люди;
- майно підприємства;
- навколишнє середовище;
- імідж фірми.

При такому багатоаспектному підході до оцінки ризику підприємства в стані оцінити, які профілактичні заходи будуть найбільш ефективними та економічно обґрунтованими. Бюджет охорони праці навіть у найуспішніших фірмах завжди обмежений, тому важливо обирати такі заходи, які є найбільш дієвими [18, 19].

Ефективність функціонування системи управління охороною праці залежить від таких факторів:

- економічний підхід;
- управління на підставі оцінки ризику;
- цілеспрямованість планування;
- корегуючі й запобіжні дії;

					КР.422.14.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		62

- конкретне запобігання;
- заохочення і співпраця усіх працівників;
- подальше вдосконалення системи.

Сучасні підходи до управління охороною праці:

1. Економічний підхід. У ринковому господарстві жодні бізнесові цілі не будуть реалізовані без створення належної безпеки працівників. Що добре для працівника, то добре і для підприємства. Тому велика увага приділяється співпраці в цій галузі, а також навчанню працівників й усвідомленню ними необхідності управління ризиком, виконання праці максимально безпечним способом. У ринковому господарстві неприпустимий жодний неврахований ризик. Незначні тимчасові вигоди не можуть бути виправданими, якщо вони провокують втрати, що значно перевищують одержані вигоди. Виходячи з цього, безпека праці є спільною ціллю та інтересом як для працівників, так і для підприємства.

2. Управління на підставі оцінки ризику. Сучасна система управління охороною праці повинна спиратися на ідентифікацію небезпек та оцінку ризику. В процесі ідентифікації небезпек необхідно виявляти всі небезпеки для працівника й підприємства, а також для клієнта та суспільства. Це означає зміну підходу до охорони праці: від примусового виконання приписів і норм до підходу "мені це потрібно для усунення ризику".

Управління охороною праці на підставі оцінки ризику вимагає, по-перше, ретельної, комплексної попередньої ідентифікації небезпек та оцінки ризику; по-друге, постійного моніторингу рівня ризику; по-третє, уміння визначати неприпустимий ризик і конкретно реагувати на такі ситуації. Підприємство, що здійснює оцінку ризику і приймає відповідний рівень як припустимий, згоджується на наслідки (можливі випадки). З тієї точки зору визначення терміну "безпечна праця" може бути сформульоване як свідоме прийняття припустимого ризику.

					КР.422.14.00.00.000.ПЗ	Арк.
						63
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3. Цілеспрямоване планування. Змістом постійного вдосконалення системи управління є уміння ставити кожний раз вищі цілі, котрі необхідно досягти й оцінювати їх кількісно. Не можна управляти тим, що неможливо кількісно оцінити.

4. Корегувальні й запобіжні дії полягають у:

- ідентифікації безпеки та оцінки ризику;
- розрахунку показників безпеки праці;
- проведенні аудитів, перевірок.

Ця інформація використовується для вдосконалення системи. Для попередження нещасних випадків, профзахворювань, аварій і пожеж доцільно проводити постійний кількісний моніторинг, а не обмежуватися тільки наслідками, кількістю випадків.

5. Конкретне запобігання полягає, перш за все, в передбаченні виникнення будь-яких небезпечних ситуацій (небезпечної поведінки працівників, небезпечних умов праці). Необхідно вчасно усувати всі порушення вимог безпеки, а також, що є найефективнішим, провадити ідентифікацію та оцінку ризику й ліквідовувати його неприпустимі рівні. На цьому будується система безпеки на підприємстві.

6. Заохочення і співпраця у сіх працівників. Твердження "За безпеку праці відповідає керівництво, служба охорони праці" варто замінити словами: "За безпеку праці відповідають усі працівники підприємства, від директора до робітника". Кожний з них має свої обов'язки і відповідає за їх виконання. Ця система повинна бути зрозуміла і прийнята всіма працівниками. З тією метою на підприємствах влаштовуються конкурси знань з охорони праці, збори, розваги для працівників та їх сімей.

7. Подальше вдосконалення системи. Діяльність щодо охорони праці ніколи не припиняється. На підприємстві відбуваються постійні зміни технології, обладнання, методів праці, виникають нові небезпеки. Вдосконалення системи може бути стратегічним (п. 1—3) і поточним (п. 4—5).

					КР.422.14.00.00.000.ПЗ	Арк.
						64
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Головний напрям вдосконалення — досягнення культури безпеки, яка полягає в урахуванні й додержанні вимог безпеки на всіх етапах виробничої діяльності, відповідного виховання працівників.

У західних країнах застосовуються такі підходи до управління охороною праці:

- підхід ISRS (International Safety Rating System), який базується на концепції Loss Control Management, тобто оцінці безпеки на підприємстві управління втратами; призначений для оцінки ефективності управління охороною праці та її сертифікації;

- підхід OHSAS (Occupational Health and Safety Assessment System) — система управління безпекою і гігієною праці, котра діє з 1999 р. і застосовується для аудиту та видачі сертифікатів на системи управління охороною праці;

- управління ризиком на підприємстві;

- інтеграція системи управління охороною праці з управлінням якістю (ISO 9001:2000), охороною навколишнього середовища (ISO 14001:1996) і безпекою (OHSAS 18001:1999) [18, 19].

Таким чином, вплив міжнародних стандартів на управління охороною праці на підприємстві має вирішальне значення, оскільки від цього залежать його майбутні доходи.

5.2 Вибір систем і способів вентиляції

В процесі виконання зварювальних робіт утворюються аерозолі, які потрапляючи в організм зварника викликають негативну дію, а найбільше від цього страждає його дихальна система. Тому щоб швидко вловлювати аерозолі і видаляти їх з приміщення використовуються різні схеми системи вентиляції, які бувають: припливними (рис.5.1), витяжними (рис. 5.2) та припливно-витяжними (рис. 5.3) [20].

					КР.422.14.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		65



Рисунок 5.1 – Схема витяжної вентиляції



Рисунок 5.2 – Схема припливної вентиляції



Рисунок 5.3 – Схема припливно-витяжної вентиляції

Для захисту зварників від впливу шкідливих газових виділень, пилу та аерозолей необхідно дотримуватися таких заходів [21]:

1. Постійно знижувати дію на організм зварників і різальників шкідливих виділень та аерозолей; застосовувати місцеву й загальнообмінну вентиляцію; організовувати подачу в зону дихання чистого повітря, а також зменшувати кількість малотоксичних матеріалів і процесів (наприклад, використовувати електроди з покриттям рутилового типу, зварювання штучними електродами замінити на зварювання у вуглекислому газі або порошковим дротом і т. п.).

2. Уловлювати шкідливі для організму працівника речовини, що входять до складу зварювальних аерозолей, за допомогою фільтровентиляційних агрегатів (ФВА). При цьому спеціальні повітряноприймальні пристрої (сопла) встановлюються на віддалі 30–50 см від зварної дуги. При розташуванні відсмоктувального сопла діаметром 125–160 мм над зварною дугою для ефективного вловлювання потрібно з місця зварювання видаляти 600–1000 м² повітря за 1 год. У випадку бокового відсмоктування, що часто визначається конфігурацією зварної конструкції, для ефективного вловлювання такої кількості повітря недостатньо. Тому сопло слід максимально наблизити до зварної дуги, що не завжди можливо.

Для підвищення ефективності вловлювання зварювальних аерозолей розроблено оригінальну конструкцію пристрою з активною вихровою насадкою для відомчого ФВА «Шміль-1500», продуктивність видалення повітря становить 1500–300 м³/год, радіус обслуговування не більше 3 м (рис.5.4) [22].



Рисунок 5.4 – Фільтровентиляційний агрегат «Шміль-1500»

					КР.422.14.00.00.000.ПЗ	Арк.
						67
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3. Для видалення аерозолей всередині замкнутих ємкостей і в важкодоступних місцях застосовують переносний витяжний пристрій «Лань», який забезпечує об'єм видаленого повітря до 1200 м³/год (рис.5.5) [23].



Рисунок 5.5 – Переносний витяжний пристрій «Лань»

4. У зварювальному виробництві широко використовуються підйомно-поворотні витяжні пристрої «Ліана», «Грум», «Спрут». Їх конструкції дозволяють максимально наблизити повітроприймач до зварної дуги і тим самим забезпечити високу ефективність вловлювання зварювальних аерозолей (не менше 85%) (рис.5.6) [24].



Рисунок 5.6 – Підйомно-поворотний витяжний пристрій «Спрут»

5. При зварюванні та різанні на постійних місцях, у цехах виробів середніх розмірів рекомендується використовувати місцеву вентиляцію. При роботі на нефіксованих місцях і при великих розмірах виробів слід застосовувати місцеву

вентиляцію з руховим відсмоктуванням (витяжні шафи, похиле панельно-щілинне відсмоктування та столи з нижнім підрешітчастим відсмоктуванням.

В Україні до 80% виявлених випадків захворювань зварників викликані дією зварювальних аерозолей на органи дихання. Пріоритетними напрямками програми захисту зварників від дії різних виробничих факторів є захист органів дихання.

За даними японського Інженерного товариства, вже всередині 80-х років ХХ ст. майже 85 виробничих компаній різних галузей промисловості вимагали від зварників застосування захисних масок і респіраторів.

Усім вимогам, які ставляться до респіраторів, відповідає респіратор «Сніжок», розроблений і виготовлений Фізико-хімічним інститутом захисту оточуючого середовища і людини Міністерства освіти і науки України та Національної Академії Наук України (Одеса) (рис. 5.7) [25].



Рисунок 5.7 – Респіратор «Сніжок»

За рахунок розташування на внутрішній поверхні фільтруючого корпусу відповідних протигазових фільтрів забезпечуються вловлювання фтористого водню, фторидів кремнію, інших кислих газів, розкладання озону, окиснення CO₂, адсорбція парів фарб і розчинників. Крім того, можна також адаптувати респіратор до різних зварювальних процесів. Температурний діапазон становить мінус 30°–плюс 50°C [1, с.469].

На підприємстві використовується сучасна зварювальна маска Speedglas 9100V (рис. 5.8) [26].

					КР.422.14.00.00.000.ПЗ	Арк.
						69
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 5.8 – Зварювальна маска Speedglas 9100V

Захищає очі та обличчя від випромінювання, високої температури та іскор, забезпечуючи високу точність робіт. Дизайн наголів'я в моделі 9100 знижує тиск на вразливі ділянки та надає можливість створювати різні комбінації налаштувань, щоб можна було відрегулювати маску під розміри та з метою забезпечення комфортного носіння й водночас підвищення стабільності маски [26].

Властивості та переваги зварювальної маски Speedglas 9100V [26]:

1. Вентиляційні отвори виводять з маски повітря, яке працівник видихає, знижуючи вірогідність запотівання зварювального фільтра;
2. Набір зварювальних фільтрів із високоякісною оптикою для тривалого комфорту очей. Виявлення дуги під час газовольфрамowego зварювання до 1 А;
3. Бічні віконця: фільтри зі ступенем затемнення 5 для розширення зони огляду;
4. Відповідає вимогам механічної витривалості під дією високошвидкісних частинок у відповідності до класу «В» за стандартом EN 175.

Отже, наявність справних систем вентиляції є обов'язковою вимогою для правильного функціонування підприємства, якщо її не має або вона працює неправильно, то це в майбутньому бути мати негативний вплив на здоров'я працівників.

					КР.422.14.00.00.000.ПЗ	Арк.
						70
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

Важливість роботи полягає у вдосконаленні технологічного процесу виготовлення стійки домкрату. Насамперед це стосується зміни способу зварювання – використовуватиметься механізоване в суміші захисних газів – Ar (83%) + CO₂ (17%) замість ручного дугового способу. Також важливим є виконання складальних операцій при виготовленні стійки домкрату, шляхом поступового нарощування деталей та елементів конструкції.

Стійка є складальною одиницею домкрату, що використовується для підймання вагонів. Тому основне їх місце встановлення – це рефрижераторні депо. Оскільки конструкція сприйматиме надважкі навантаження, тому в неї повинен бути достатній запас міцності і її виготовлення буде відбуватись із застосуванням сталі марки 12Х1МФ.

Для виконання процесу зварювання використовується інвертор типу SSVA-350-P. В процесі своєї роботи він повинен забезпечувати наступні параметри режиму зварювання – струм 120 А, напруга 25 В, діаметр дроту Св-08ГСМТ 1,2 мм, швидкість зварювання 16 м/год, швидкість подачі дроту 165 м/год, витрати захисної суміші становлять 5 л/хв.

Виконання складальних операцій проходить на складально-зварювальних кондукторах, які є більш продуктивними порівняно із універсальними пристосуваннями.

					КР.422.14.00.00.000.ПЗ	Арк.
						71
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Гуменюк І.В., Іваськів О.Ф., Гуменюк О.В. Технологія електродугового зварювання: підручник. Київ: Грамота, 2006. 512 с.
2. Характеристика матеріалу 12Х1МФ. Довідник сталей і сплавів: веб-сайт. URL: http://www.splav-kharkov.com/mat_start.php?name_id=3 (дата звернення: 23.05.2025).
3. Квасницький В.В. Теорія процесів зварювання. Дослідження фізико-хімічних і металургійних процесів та здатності металів до зварювання: навч. посіб. Миколаїв: УДМТУ, 2002. 181 с.
4. Технологія і обладнання зварювання плавленням. Зварювання і споріднені процеси: веб-сайт. URL: <http://chertezhi.zp.ua/index.php/literatura/87-metallurgiya/svarka-i-rodstvennye-protsessy/obshchaya-literatura-po-svarke/558-akulov-a-i-tekhnologiya-i-oborudovanie-svarki-plavleniem> (дата звернення: 29.05.2025).
5. Биковський О.Г., Пінковський І.В. Довідник зварника. Київ: Техніка, 2002. 336 с.
6. Технологія електричного зварювання плавленням. Загальна література по зварюванню: веб-сайт. URL: <http://chertezhi.zp.ua/index.php/literatura/87-metallurgiya/svarka-i-rodstvennye-protsessy/obshchaya-literatura-po-svarke/337-dumov-s-i-tekhnologiya-elektricheskoy-svarki-plavleniem> (дата звернення: 29.05.2025).
7. Зварювальний інвертор SSVA-350-Р. Зварювальні напіваавтомати (MIG/MAG): веб-сайт. URL: <https://kievsvarka.com.ua/ua/p1396408131-zvaryuvalnij-invertor-ssva.html> (дата звернення: 30.05.2025).
8. Контроль якості зварних конструкцій. Науково-технічна бібліотека ІФНТУНГ: веб сайт. URL: <https://library.nung.edu.ua/kontrol-kachestva-svarnykh-konstruktsii.html> (дата звернення: 30.05.2025).
9. Дефектоскоп ТОРАЗ 32. Ультразвуковий контроль методом фазованих решіток. Ручний контроль: веб-сайт. URL:

					КР.422.14.00.00.000.ПЗ	Арк.
						72
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

<https://industry.hlr.ua/node/structtest/ultrasonic-flaw-detection/ultrasonic-phased-array-method/manual-control/topaz32-phased-array-device/> (дата звернення: 30.05.2025).

10. Піскоструминний апарат TRG4012 TORIN. Піскоструминні апарати: веб-сайт. URL https://grandinstrument.ua/ua/trg4012/?gad_company=grandinstrument&gad_source=1&gclid=CjwKCAiA3Na5BhAZEiwAzrfagMZZZfAL4RryPwnGaO_l-bHOisHU5oyUl8Z_r_wWyLbxobFYAxRWixoCyGoQAvD_BwE (дата звернення: 02.06.2025).

11. Верстат плазмового різання з ЧПК Vector 3020P. Плазмові верстати з ЧПК: веб-сайт. URL: https://vector-cnc.com.ua/3020p?utm_source=google&utm_medium=cpc&utm_campaign=pmax&utm_term=&gad_source=1&gclid=CjwKCAiA3Na5BhAZEiwAzrfagIJ4AwKXRRJCWi-_Q-uiOLDXZip1U3nI0-CbvM4gYX-j0nIr7Jd2ixoCKtQQAvD_BwE (дата звернення: 02.06.2025).

12. Стрічкова пила по металу 9craft MS180. Стрічкові пили: веб-сайт. URL: https://9craft.com.ua/ua/p1816846168-pila-lentochnaya-metallu.html?source=CjwKCAiA3Na5BhAZEiwAzrfagNGQhYRYMXp0uZrMsWjKX_gGJvMs29EbJLlNz3pVD23m_9DvwDIYхоCtJMQAvD_BwE (дата звернення: 02.06.2025).

13. Кутова шліфувальна машина Bosch Professional Heavy Duty GWS 9-125 S. Шліфувальні та полірувальні машини (болгарки) Bosch: веб-сайт. URL: <https://rozetka.com.ua/ua/bosch-0615990n3g/p435307613/> (дата звернення: 02.06.2025).

14. 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).

15. Карпенко А.С. Технологічна оснастка у зварювальному виробництві: навч. посібник. Київ: Арістей, 2005. 268 с.

					КР.422.14.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		73

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

17. SA 8000 «Соціальна відповідальність». Міжнародна сертифікація: веб-сайт. URL: <https://ims-cert.com/mezhdunarodnaya-sertifikacziya-ua/sa-8000-ua.html> (дата звернення: 12.06.2025).

18. Гогіташвілі Г.Г. Системи управління охороною праці. Львів: Афіша, 2002. 320 с.

19. Гогіташвілі Г.Г., Карчевські Є.Т., Лапін В.М. Управління охороною праці та ризиком за міжнародними стандартами: навч. посіб. Київ: Знання, 2007. 367 с.

20. Класифікація систем вентиляції. Кліматичне обладнання: веб-сайт. URL: <https://comfortsellers.com.ua/klasyfikacia-system-ventylyatsiyi/> (дата звернення: 13.06.2025).

21. Захист органів дихання під час зварювальних робіт. Охорона праці і пожежна безпека: веб-сайт. URL: <https://oppb.com.ua/articles/zahyst-organiv-dyhannya-pid-chas-zvaryuvalnyh-robit> (дата звернення: 13.06.2025).

22. ФБА «Шміль-1500». Сучасні засоби захисту зварників: веб-сайт. URL: <https://msd.com.ua/sovremennyye-sredstva-zashhity-svarshhikov-ventilyacionnoe-oborudovanie-vypuskaemoe-v-unraine/> (дата звернення: 13.06.2025).

23. Переносний витяжний пристрій «Лань». Витяжні пристрої та системи: веб-сайт. URL: <https://forsage-svarka.com.ua/ua/p1114149639-povorotno-vytyazhnoe-ustrojstvo.html> (дата звернення: 13.06.2025).

24. Підйомно-поворотний витяжний пристрій «Спрут». Витяжні пристрої: веб-сайт. URL: <https://target-group.com.ua/promyshlennaya-mebel/montazhnye-stoly/1589-vytyazhnoe-ustroystvo.html> (дата звернення: 13.06.2025).

					КР.422.14.00.00.000.ПЗ	Арк.
						74
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

25. Респіратор «Сніжок». Засоби захисту органів дихання: веб-сайт.
URL: https://profisiz.org.ua/p1781955259-respirator-u2k-vysshiy.html?source=merchant_center&gad_source=1wcB (дата звернення: 13.06.2025).

26. Зварювальна маска Speedglas 9100V. Засоби індивідуального захисту: веб-сайт. URL: <https://eweld.com.ua/ua/sredstva-individualnoj-zashchity/svarochnaya-mask-a-speedglas-9100v-589-13> (дата звернення: 13.06.2025).

					КР.422.14.00.00.000.ПЗ	Арк.
						75
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ДОДАТКИ

					КР.422.14.00.00.000.ПЗ	Арк.
						76
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		